تمثيل المعلومات الصرفية-الصوتية للفعل المعتل في اللغة العربية باستخدام نظام قواعد المعرفة

عزالدين غازي
جامعة القاضي عياض- مراكش
a.rhazi@uca.ma

المستخلص:

يروم هذا المقال اقتراح نموذج لتمثيل المعلومات الصرفية للفعل في اللغة العربية باعتماد نظام قواعد المعرفة، كما يتوخى بناء محلل صرفي- صوتي لتمكين المستخدمين من التعامل مع تطبيقات المحللات الصرفية، من خلال التعامل المباشرمع البيانات المعرفية المتمثلة للفعل مواكبة لمختلف تطبيقات المعالجة الآلية للغات الطبيعية المستخدمة في المنصات اللسانية الحاسوبية؛ حيث يتيح هذا النظام الصرفي البحث في قواعد المعرفة العربية، باستنتاج الإجابة؛ بناء على طلبيات معينة؛ بخصوص تصريف الأفعال المعتلة التي اخترناها كتجربة في هذه الدراسة وذلك لغرض التعلم أو الترجمة أو معالجة الكلام أو التدقيق الإملائي والنحوي والتعرف على الأخطاء..، وباللجوء إلى المحلل الآلي الصرفي للفعل بجميع تطبيقاته ولاسيما تغييراته الصرفية والفونولوجية قصد تمثيل المعارف تمثيلا خوارزميا باعتماد لغة برولوج PROLOG كإحدى لغات البرمجة المنطقية لحل مسائل تصريف الفعل وتغيراته، وتجريب مقاربة أوتومات الحالات المنتهية(Finite State Automata)، مثل تغيير أول أحرف الفعل أو وسطه أو في آخره تمثيلا لمعلومات المتغير المرتبط سواء كان ثلاثياً أم مزيدا حسب الخوارزمية المعدة لهذه القاعدة المعرفية. وستعرض الورقة تقييما للاختبارات مع التركيز على تحليل النتائج التي توصلت إليها، علما بأن أعمال البحث جارية على مستوى توليد بنيات الفعل انطلاقا من الجذور والأوزان ولا يمكن عرض جميع استنتاجاته.

الكلمات المفاتيح: ***المعلومات الصرفية- الصوتية للفعل المعتل، قواعد المعارف، لغة برولوج PROLOG ، أوتومات الحالات المنتهية Finite State Automata.***

تقديم

تروم هذه الدراسة استثمار أساليب الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence ونماذج معالجة اللغات الطبيعية، وما تحقق على مستوى المحللات اللسانية وخاصة نظام المحلل الصرفي العربي القائم على قواعد المعرفة Knowledge Base، كما تهدف إلى تبني مقاربة تسعى إلى تمثيل المعرفة المورفولوجية (الصرافية) للفعل العربي واقتراح بناء نظام للتمثيل اللساني والمعرفي بصفة عامة، كما مع التركيز بصفة خاصة على التمثيل المنطقي لمعلومات الفعل المعتل باستخدام أسلوب قواعد المعرفة؛ وأما الهدف من هذا التمثيل فهو الإسهام في بناء البيانات المعرفية للأفعال في اللغة العربية وتيسير تعامل مستخدمي التطبيقات الصرفية بتفهم الاستعلام الفوري؛وبالإجابة الآنية على طلبيات المستعمل/المتعلم. ويأتي اعتمادنا على المحلل الصرفي للفعل لتطوير طرق ومناهج التعلم والتدقيق الإملائي والتعرف على الأخطاء والترجمة من جهة، ومن جهة ثانية؛ لمواكبة مناهج قواعد المعارف وهندستها المتقدمة وخاصة ما يتعلق بالدردشة الإلكترونية وبالسؤال- الجواب[1]. فحينما يريد المستعمل استنتاج إجابة ما، بخصوص تصريف فعل ما لغرض تعلم ما، فلابد أن يعتمد على البيانات الصرفية للمعالج الآلي المتعلقة بالفعل بجميع أصنافه وتغييراته ومُتغيراته الصرفية والصرف- صوتية للبحث عن الإجابة الصحيحة والممكنة،

وما اختيارنا للغة برولوج *PROLOG*؛في هذه الدراسة؛ كإحدى لغات البرمجة المنطقية[2] لحل مسائل تصريف الفعل على مستويي الاشتقاق والتوليد، إلا محاولة لإظهار المرونة المنطقية والحدسية التي تتميز بها هذه اللغة في تمثيل البيانات والحقائق facts، فمثلا حينما يخضع أول حرف في شكل الفعل أو في آخره أو وسطه إلى الاستبدال فهو يعبر عن حقيقة ما متغيرة مرتبطة بالبنية الصرفية الثلاثية أو المزيدة أو المجردة أو الصحيحة أو المعتلة أي وفق الخوارزمية التي يختزلها الصوغ التالي:

جذر + (**س** ن) (**الوزن** / **الصيغة**) = **الفعل** (**الكلمة**)

يشغل المتغير (**س** 1 ، **س**2 ...**س** ن) موقعا في الكفاية الطبيعية، حينما يتم تشغيل ذاكرة القواعد، باستخدام خوارزميات البرنامج لاسترجاع البيانات بالتسلسلين الخلفي أوالأمامي، وحسب الإستدلال الذي تقوم به اللغة المنطقية باعتبارها مجموعة شروط متتالية والتي تتعامل مع الذاكرة كما يلي:

قاعدة س، تسلسل أمامي

إذا كان وزن الفعل ... **ف. ع. ل**... وجذره **فعل**

شروط توظيف سياقية

عندئذ .....

يتميز هذا النموذج بلغة منطقية شرطية غالبا ما تكون في شكل تضمين شرطي كتسلسل منطقي لتنفيذ الشروط (إذا ..إذن . if..., then..., else...)، فإذا توفر شرط أو حدث ما يكون العمل وفق الخيارات المتاحة، وذلك من خلال الصور التالية: **عامل حسابي،إدمِج ، اِستعِبد، إحْلال محل،عندئذ، قاعدة تعامل،أضف، قاعدة تغيير،استنتج،هدف، إذا كان، هو...إذن،** هذه الطريقة تترك للمستخدم حرية في وضع أسئلة وفق ترتيبات غير نمطية، فيقوم النظام بتفهم السؤال والربط بينه وبين قواعد المعارف واستنتاج الإجابة الموفقة والمقبولة من قبل المستخدم؛ بتوظيف آلة استدلال قواعد المعرفة، فحين نريد أن نسترجع البيانات من خلال الحوار المُعَدّ حول مسألة صرفية ما قصد حلها، يقوم هذا النظام بتمثيل المعلومات الصرفية للفعل، آخذا حقائق الجذر مَدخلا لاستخلاص المعلومات من قاعدة المعرفة؛ أي اعتمادا على البيانات وشروط وقواعد النحو المحلي في البرنامج، ومن هذا المنطلق سنقدم تمثيلا معرفيا للفعل من خلال تصورين اثنين هما:

أولا: صياغة قواعد معرفية لتمثيل معلومات تصريف الفعل بهدف تيسير التعامل مع الآلة، دون العودة لتوظيف الوسائط البينية التقليدية؛كما يحصل على مستوى الدماغ البشري المرتكز على أسلوب البرهنة العقلانية؛ بل بوضع خوارزميات قادرة على تحليل البيانات وتوليدها[3]، ومن ثم فإن الأشكال التصريفية

للفعل تنتج ارتكازا على هذه الخوارزمية، وبنفس الطريقة التي تنتج بها كفاية المتكلم العربي لهذه الأفعال، ووفق القواعد الصرفية والنحوية لنظام اللغة العربية.

ثانيا: الوصول إلى استنتاج الإجابة من خلال تفهم السؤال- الجواب؛ والبحث في بيانات قواعد المعرفة الخاصة بالفعل حسب رغبة المستخدم وأهدافه التعليمية، من هنا كان التركيز على خصائص الفعل التصريفية والاشتقاقات والصيغ المجردة والمزيدة وعلاقته بالزمن والضمائر أمرا حتميا في بناء قواعد معارف الفعل، ومثل هذا العمل يدخل في المحللات الصرفية التي تتطلب بحثا معمقا؛غيرأننا سنقتصر هنا على نموذج الأفعال المعتلة. ولكي تستوفي هذه المقاربة شروطها في المعالجة الآلية للفعل في اللغة العربية؛ يمكن العودة إلى النماذج اللسانية ومنها التوليدية والتأليفية (المعجم- التركيبي).ولما كان مجال تطبيق هذه المقاربة قائم على قواعد المعرفة كما سبق لنا توصيفه في أبحاثنا السابقة[4] كذلك، فإن اختبار أشكال الفعل المعتل باعتماد لغة برولوغ وأوتومات الحالات المنتهية كتقنيات في المعالجة الآلية للغات سيكون له الأثر الكبير في بناء قاعدة بيانات المعجم الآلي للغة العربية على غرار ما تحقق في اللغة الفرنسية[5].

أولا- الخصائص التصريفية للفعل

غرضنا ها هنا هو التركيز على الفعل المعتل في اللغة العربية اشتقاقا وتصريفا، لبناء موارد لسانية معجمية ومُوسّعة يمكن استغلالها في بناء قواعد المعرفة الصرفية للفعل من جهة، وبالنظر إلى أبعاد هذه الدراسة التي تهدف أساسا إلى تدعيم المحلل الصرفي[6] بالأدوات اللسانية والأدوات العقلانية الكفيلة بمعالجة النصوص العربية من جهة؛ وبناء محللات تطبيقية أخرى من جهة ثانية.

ولعل الأهمية التعليمية للمستوى الصرفي- الصوتي للفعل[7]، تكمن في تغيرات بنية الفعل الواضحة، على مستوى صيغة الكلمة واشتقاقاتها وتصريفاتها المختلفة، كما على مستوى البنية الصرفية- الصوتية ذاتها وما يعتريها من تغيرات بسبب الزيادة أو الحذف أو الصحة أو الإعلال أو التضعيف...ونشير هنا؛ إلى أن مفهوم الزيادة كما هو في التقليد الصرفي الكلاسيكي؛هو كل ما يلحق المجرد من زيادة في مبنى الفعل؛ أي أن **"كل زيادة في المبنى هي زيادة في المعنى"**، إذ لا استغناء للناظر في اللغة عن معرفة الزوائد؛ لأنها كثيرة الدخول في الأبنية وفي الإشتقاق، وما حَصْرُ القدماء لهذه العملية في عشرة أحرف التي تجمعها عبارة "سألتمونيها" إلا وسيلة لوضع القواعد الضابطة لأشكال الحروف التي تندرج في هذه الزيادة، التي غالبا ما تقع في أول أو وسط أو آخر الكلمة؛ بحيث تكون سوابق أو حشويات أو لواحق.ولعل توظيف هذا المفهوم بالتصورالعلمي الحديث؛كما يشار إليه في اللسانيات المعاصرة؛ بالزيادة عن طريق الإلصاق أو الإلحاق (affixation).سيمنح الباحثين في الهندسة اللسانية إمكانات واسعة لتطوير الصرف العربي، بإعادة صوغ عمليات الزيادة أو النقص في إطار صوري وهندسي لتمكين الآلة، من إنجاز الإشتقاق المعجمي والمعنى التصريفي النحوي بواسطة خوارزميات، تأخذ في عين الاعتبار توازى الزائدة و المعنى (إلحاق الثلاثي بالرباعي مثلا)، ما سيشكل ضربا من التوسع في البيانات الصرفية المُوَصَّفَة والقادرة على التوليد الصحيح لبنيات الأفعال.

وضمن هذه الزوائد، يخضع الفعل لنوعين من الزيادات، إما زيادة اشتقاقية أو زيادة مِحْورية تعمل على إبراز أشكال معجمية جديدة أي الإشتقاق في معناه الخاص، وإما زيادة تصريفية أو نحوية، وهي مقولات معرفية تتفاعل مع هذه الأشكال؛ مثل سمات الزمن والعدد والجنس والتطابق... ذات الإنتماء النحوي أساسا. ونشير في هذا السياق؛ إلى اختلاف طرق حوسبة الصرف العربي من نموذج صوري لآخر؛وهذا راجع إلى الاختلاف في المنهج والمقاربات والتصورات في بناء المحللات الصرفية العربية التي انقسمت بين التي تتبنى المقاربة الجذعية المتمثلة في اللمة والجدع والجذر كما هو معمول به في معجم"EldicAr" الذي وضعة سليم مصفار وماكس سلبرشتاين في إطار بناء الموارد المعجمية

العربية لمنصة نوج NooJ[8] والتي تبنت نفس الأسلوب في التعامل مع البنيات الصرفية، والمقاربة التي تعتمد الجذر والوزن التي تنسجم مع النظام الصرفي الانصهاري للغة العربية مثل "برنامج الخليل" ومعجم "العرفان Al-Erfan"لصاحبه محمد الحناش[9].

1-1.الفعل من حيث الاشتقاق

تتكون الكلمة العربية من أصل يتألف من الصوامت مُجرَّدةً، تدل على فكرة عامة، أما النسبة الكبيرة من الأصول العربية فتتكون من ثلاثة صوامت؛ ثم تتلوها الأصول الرباعية، يتحول الأصل إلى كلمات بواسطة الحركات أو الحركات والتضعيف أو الحركات والإلصاق أو الحركات والإلصاق والتضعيف، يتحول الأصل إلى كلمة بإضافة الحركات، وهذه الحركات قد تكون متفقة في الطابع نحو كَتَبَ، أو قد تكون مختلفة في الطابع نحو كُتِبَ، وقد يكون الإختلاف راجعا إلى طول وقصرالبنية، نحو كتاب وكاتِب وكاتَب، كما يتحول الأصل (**ك.ت.ب**) إلى كلمة بإضافة الحركات والتضعيف نحو كتَب وكِتاب، أو بإضافة الحركات والإلصاق نحو أكتُبُ وكاتِبٌ واسْتَكتَبَ أو بإضافة الإلصاق والتضعيف في (احْمَرَّ) التي تتحول إلى (احْمَار)، كما يبين الشكل التالي:

ك.ت.ب : = كتب **[**(ص مص ص ص مص ص)/+**1]** باضافة التضعيف

= يكتب**[**(ص مص ص ص مص ص)/+**1]** باضافة الالصاق واالحركة

= أكتب**[**(ص مص ص ص مص ص)/+**1]** باضافة الالصاق والحركة

= كاتب **[**(ص مص مص ص مص ص)/+**1]** باضافة الالصاق والحركة .

= استكسب**[**(ص ص مص ص ص مص ص)/+**2]** باضافة الإلصاق والحركة.

= احمار **[**(ص ص مص ص ص مص)/+**3]** باضافة الإلصاق والحركة والتضعيف.

(**ص**: صَامِت ، **مص**: مُصَوّت)**.**

2-1. الفعل من حيث الاشتقاق والتصريف معاً

تأتي الصيغة كما حددها النحاة من الأصل (**ف.ع.ل**) بهذه الرتبة؛حيث ترمز الفاء إلى الصامت الأول والعين إلى الصامت الثاني واللام إلى الصامت الثالث، وبعد أن يؤتى بهذا الأصل يُضاف إليه ما تتميز به الصيغة، فإذا اقتصرت الإضافات على مجرد الحركات كانت الصيغة الناتجة مجردة، أما إذا شملت الإضافات أو التضعيف أو كليهما كانت الصيغة الناتجة مزيدة، وأما صياغة الكلمات وتوليدها فيتم انطلاقاً من الجذور، لذلك نجد هذه الأخيرة إما مزيدة وإما مجردة وخالية من كل إضافة أو إلصاق أو تضعيف، ويمثل الشكل التالي الصيغ المختلفة في علاقة مع عدد نوني من الجذور المختلفة:

ليكن:	ف	ع	ل
	ج1	**ج2**	**ج3**
فإن:	ج1،	ج2،	ج3....ج ن .(ف.ع.ل) ∝ [(جذر).(صيغة)]

يمثل الرمز (∝) المتغيرات التي تلحق بالجذر/الصيغة، فإذا اقتصرت على الحركات فإنها مجردة، وإذا كانت مضعّفة أو مزيدة بإلصاق ما فإنها مزيدة، ولذلك نجد الصرف العربي يقسم الكلمات، سواء كانت إسما أم فعلا، إلى مجردة ومزيدة، وهذا راجع إلى صياغة الكلمات التي تولَّدَت من الجذر، أي من الأصول المؤلفة للكلمة، وبما أن اهتمام علماء الصرف جاء من باب الأسس العامة للغة العربية فركزوا على الصيغة؛ ونقصد بها ما يضاف إلى الجذر من زيادة (حركات وتضعيف وإلصاق)[10].

1.2.1 قواعد بيانات الأفعال والصيغ الفعلية المجردة والمزيدة

1) الصيغ المجردة الثلاثية: فعَل و فعِل و فُعِل؛
2) الصيغ الثلاثية المزيدة: أفعَل وفاعَل وفعَّل وانفعل وافتَعل وتفعّل وتفاعَل وأفعَلَّ؛ واسْتفعَل؛
3) الصيغ المجردة من الرباعي: فعْلَلَ؛
4) الصيغ المزيدة من الرباعي: تفعْلَلَ وافْعَنلل وافْعلّلَ.

ولكل هذه الصيغ دلالات محددة وهي ما يعرف بالدلالة الصرفية[11]، وهي معاني مرتبطة بمعنى الفعل تحددها اللواصق التي تفيد التكثير أو المبالغة أو المطاوعة أو الغريزة...ونفترض أن تكون الصيغ المذكورة بمثابة قواعد معطيات معرفية تضم جميع المداخل الفعلية في اللغة العربية، بما فيها الصيغ السماعية والقياسية أيضا، ما يجعلها لا تخضع مبدئياً لقواعد مضبوطة، ونظرا لكثرة الأفعال فإن الذاكرة لا تستطيع أن تحفظ إلا ما كثر استعماله منها، والإستعمال نفسه كثيراً ما يسمح بحركتين في نفس الوقت وخاصة الضمة والكسرة، وهو ما يفرض على مستعملي اللغة العودة دوما إلى المعاجم للتثبت من حركة العين[12]. ولهذا السبب فإن بناء قواعد بيانات معجمية مُوسعة تضم جميع المداخل الفعلية العربية أمر أساسي في بناء بيانات كل محلل أومعالج صرفي.

2.2.1.الزمن والشخص والإعراب ومعلوم الفعل ومجهوله

ينطلق -هنا- التقسيم الثلاثي لأزمنة الفعل من الإعتبارات التالية:

1) يمتاز الماضي بأنه يلحق بصيغ الفعل لواحق تدل على الشخص والعدد والنوع؛ وهي من حيث الوظيفة النحوية ضمائر متصلة تقوم بوظيفة الفاعل؛
2) أما المضارع فيتألف من سوابق تدل على الشخص ولواحق تحدد النوع والعدد؛
3) في حين أن الأمر يُصاغ من المضارع؛ بعد حذف حروف المضارعة؛ وفي الفعل المجرد يلحق به همزة الوصل.

وما يلاحظ ؛ هو وجود لواحق تستخدم للدلالة على المعنى والفاعلية في نفس الآن، وتستخدم سوابق ولواحق مع المضارع، فتدل السوابق على الشخص وتدل اللواحق على العدد والجنس. ويرى النحاة أن اللواحق التي تدل على العدد والجنس تقوم بوظيفة الفاعل، فهي، إذن، ضمائر إما ظاهرة وإما مستترة حيث يرمز لها ب(ϕ) - (المورفيم الصوري).ويمكن في هذا الصدد، أن نورد هنا جدولاً يوضح اللواحق التي تلحق بلام الفعل لتُفيد المعنى كما يلي[13]:

الجدول رقم 1

يوضح اللواحق التي تُلحق بلام الفعل لإفادة المعنى

الشخص	المذكر			المؤنث		
	المفرد	المثنى	الجمع	المفرد	المثنى	الجمع
الثالث	...ه	...- ا	..- وا	.. ـت	..- تا	.. - ن
الثاني	...- ت	...- تما	..- تم	..- ت	.. – تما	..- تن
الاول	...- ت	...- نا	.. - نا	..- ت	-	..- نا

كما يمكن أن نضيف جدولا آخريوضح السوابق واللواحق التي تفيد عملية تصريف المضارع[14]:

الجدول رقم 2

يوضح السوابق واللواحق التي تُلحق بشكل الفعل في المضارع

الشخص	المذكر			المؤنث		
	المفرد	المثنى	الجمع	المفرد	المثنى	الجمع
الثالث	ي— ه	ي— ن	ي— ن	ت— ه	ت— ان	ي— ن
الثاني	ت— ه	ت— ان	ت— ون	ت— ين	ت— ان	ت— ن
الاول	ا— ه	-	ن..- ه	ا— ه	-	ن— ه

ملاحظة: تشير العلامات الثلاث فوق الصامت الثاني من الجذر في المضارع إلى الأوزان الممكنة.

1.2.2.1.الفعل المبني للمجهول والمبني للمعلوم

تعتبر الحركات التي تميز الصيغة أساس البناء المقلوب الذي يرتبط بشكل مباشر إما بالبناء المقلوب الصوتي وإما بالبناء المقلوب المطاوع؛أما علاقتها بالبناء الأصلي الذي تشتق منه جميع الأبنية المقلوبة فتبقى علاقة غير مباشرة ولكنها تبقى إجبارية، نطلق عليها التدرج التحويلي[15] التي تنقل البناء للمعلوم إلى البناء للمجهول؛ كما يُجمل الجدول الآتي[16]:

الجدول رقم 3

الصيغة المبنية للمجهول في مقابل الصيغة المبنية للمعلوم

الفعل المبني للمعلوم	الفعل المبني للمجهول
فـَعَلَ يَفْعَلُ	فُعِلَ يُفْعَلُ
فَاعَلَ يُفَاعِلُ	فُوعِلَ يُفَاعَلُ
افْتَعَلَ يَفْتَعِلُ	افْتُعِلَ يُفْتَعَلُ
تَفَاعَلَ يَتَفَاعَلُ	تُفُوعِلَ يُتَفَاعَلُ
أَفْعَلَ يُفْعِلُ	أُفْعِلَ يُفْعَلُ
فَعَّلَ يُفَعِّلُ	فُعِّلَ يُفَعَّلُ
تَفَعَّلَ يَتَفَعَّلُ	تُفُعِّلَ يُتَفَعَّلُ
اسْتَفْعَلَ يَسْتَفْعِلُ	اسْتُفْعِلَ يُسْتَفْعَلُ

ملاحظة: قد تلحق بصيغة الفعل مورفيمات غير مستقلة لتؤدي عدداً من الوظائف النحوية كواو العطف، وفائِه، ونون التوكيد وسين الاستقبال نحو: **لِيَسْتَفْهِمَنَّ** التي يمكن تحليلها إلى العناصر التالية:

ليستفهمن = ل + ي + ست + فهم + ن التوكيد فهذه الصيغة تتكون من لام التوكيد وتاء المضارع و - است- والجذر وواو الجماعة (حالة المذكر) **ونون التوكيد.**

3.2.1.إسناد الفعل المعتل

بعدما تحدثنا عن المعلومات التصريفية للفعل، وهي عبارة عن قواعد تصريفية بمختلف أنواعها، سنورد هنا بعض النماذج من الأفعال التي تظهر مدى صحتها في الكفاية الطبيعية؛ وفي ذاكرة الحاسوب على حد سواء، ويتعلق الأمر بإسناد الأفعال إلى الضمائر، كما يحصل مع الأفعال المعتلة التي تعتريها تغيرات كثيرة نظراً لطبيعتها الأصلية من حيث التجريد والزيادة والإعلال والإبدال، مع العلم أن الفعل الصحيح لا يطرح أية مشكلة عند الإسناد، أما الفعل المعتل فتصعب معالجته خاصة الفعل الأجوف الذي عينه واواً أو ياءً وهذه العين إما أن تكون باقية كما هي؛ وإما أن تنقلب ألفا حسب قواعد الإعلال؛ وذلك كله سواء كان الفعل مجردا أو مزيدا[17]. ومن الأفعال التي بقيت عينها كما هي: **حَوِلَ، عَوِرَ، حِيدَ، بايَعَ، شايَعَ، تبايَعَ**.. وهذه الأفعال لا يتغير فيها شيء عند إسنادها في تصاريفها إلى الماضي أو المضارع:

الماضي: عَوِرْتُ ، تبَايَعْنَا ..

المضارع: يَعْوَرُ، أشايِعُ، أحِيدُ..

أما إذا كانت عينه منقلبة ألفا مثل: **قال- باع- خاف**- استشار، فإن إسناده يكون (مع تطبيق قواعد التحويل) حيث في الماضي: تحذف عينه إذا اتصل بضمير رفع متحرك؛ على النحو التالي:

قُلْتُ، قُلْنَا، بِعْتُ، خِفْتُ، اسْتَشَرْتُ؛ فيكون وزن المجرد: **فُلْتُ من (فال)..**

أما المضارع والأمر فتحذف عينه في المضارع إذا جزم بالسكون وكذلك في الأمر إذا كان مبنيا على السكون فنقول على التوالي: **لم أَقُلْ لم نبِعْ، لم نَخِفْ** و **قل ، بِعْ ، خِفْ**، فيكون على وزن: **افُل، فِل..**

وفيما عدى ذلك فإن العين تبقى كما هي، على أن تعود إلى أصلها في المضارع والأمر فنقول على التوالي: **أَقُولُ ، لن نَبِيعَ، لم يَخَافَا، لم يَسْتَشِيرُوا** و **قولا ، بِيعُوا، خِيفُوا**، فيكون على وزن:

أقولُ = أفعَلُ، نَبِيعُ = نَفْعَلُ..

وفي إطار الإسناد نقدم جدولا توضيحيا يبين إسناد الفعل المعتل (**رَضِيَ**) إلى ضمائر الرفع البارزة بغير توكيد ومع التوكيد مع بيان أثر هذا الإسناد[18] .

الجدول رقم 4

إسناد الفعل المعتل (رضي) إلى ضمائر الرفع البارزة بغير توكيد ومع التوكيد مع بيان أثرهذا الإسناد

الفعل		**اَيَرْضَى - هل يَرْضى-**	**ارْضِ**
نوعه		مضارع معتل آخر بالألف	أمر معتل الآخر بالألف المحذوفة مبني على حذفها
توكيد بغير إسناد لضمير رفع بارز، وبيان ما طرأ		**يَرْضَيْنَ**: قلب الألف العلة ياء مفتوحة/ بناء المضارع على الفتحة/ زيادة نون التوكيد الخفيفة او الثقيلة	**ارْضِينَ**: قلب ألف العلة ياء مفتوحة / بناء الأمر على الفتح لاتصاله بنون التوكيد
إسناده لألف الاثنين وبيان ما طرأ	بغير توكيد	**يرضيان:** قلب الالف العلة ياء مفتوحة / زيادة الف الاثنين وبعدها نون الرفع مكسورة	**إرضيا** : 1- أمر مبني على حذف النون والألف فاعل .
	مع التوكيد	**يرْضِيانْ** : قلب الألف العلة ياء مفتوحة/ حذف نون الرفع التي تجيء مع ألف الإثنين / زيادة نون التوكيد الثقيلة المكسورة	**اِرْضِيَانْ** : كالمضارع، إلا أن الأمر مبني على حذف نون الرفع
اسناده لواو الجماعة وبيان ما طرأ	بغير توكيد	**يرضون** : حذف حرف العلة - الألف- مع بقاء الفتحة قبلها دليلا عليها / الإتيان بواو الجماعة ساكنة وبعدها نون الرفع مفتوحة	**ارْضُوا** : كالمضارع، إلا أن الأمر مبني على حذف نون الرفع
	مع التوكيد	**يَرْضُونَ**: حذف ألف العلة / حذف نون الرفع / تحريك واو الجماعة بالضم / زيادة نون النوكيد الخفيفة او الثقيلة	**ارْضَوُنَ :** كالمضارع ، إلا أن الأمر مبني على حذف نون الرفع .
اسناده لياء المخاطبة	بغير توكيد	أنت **تَرْضَيْنَ**: قلب ألف العلة ياء مع بقاء الفتحة قبلها دليلا عليها/ الإتيان بياء المخاطبة ساكنة وبعدها نون الرفع مفتوحة	**ارْضِي:** كالمضارع ، إلا أن الأمر مبني على حذف نون الرفع .
	مع التوكيد	انت **تَرْضَيْنَ**: قلب الف العلة ياءا وحذفها مع ترك الفتحة / حذف نون الرفع / كسر ياء المخاطبة / نون التوكيد الخفيفة أو الثقيلة	**ارضَيْنَ**: كالمضارع، إلا أن الأمر مبني على حذف نون الرفع
إسناده لنون النسوة وبيان ما طرأ	بغير توكيد	انتن **تَرْضَيْنَ** : قلب ألف العلة ياء ساكنة/ نون النسوة مفتوحة	**ارْضَيْنَ** : كالمضارع
	مع التوكيد	**تَرْضَيَّنانِّ** : قلب ألف العلة ياء ساكنة بعدها نون النسوة مفتوحة/ زيادة ألف فاصلة بعد نون النسوة، يليها نون التوكيد المشددة المكسورة	**ارْضَيَّنانِّ** : كالمضارع

قد تتشابه بعض الصور عند الإسناد تشابها ظاهريا؛مع اختلافها في الحقيقة، ويحصل هذا في المضارع المعتل الأخر عند إسناده لياء المخاطبة مثل: **أَنْتِ تَرْضَيْنَ**، وعند إسناده لنون النسوة المخاطبات نحو **أَنتُنَّ تَرْضَيْنَ**، فإن الصورة الظاهرية فيهما من غير توكيد واحدة، مع أن (**تَرْضَيْنَ**) الأولى مضارع مرفوع بثبوت النون والياء فاعل، أما الثانية فالمضارع (**تَرْضَى**) مبني على السكون لاتصاله بنون النسوة ونون النسوة.

ثانيا. مقولة الفعل في ضوء نظريتي المعجم- التركيبي والتوليدية التحويلية

1. الفعل في نظرية المعجم- التركيبي

إذا كنا نريد هنا؛ مقاربة الفعل من زاوية أساليب الذكاء الإصطناعي المتمثلة في قواعد المعرفة على وجه الخصوص وبتطبيق مختلف مفاهيم وأدوات المعالجة الآلية للغات من قواعد معرفة وأوتوماتات، فإن الهدف الأساس هو محاكاة العمل البيو- لساني على مستوى الآلة[19]، وذلك بوصف اللغات البشرية القائمة على مجموعة من القوانين الصورية وببناء جهاز صوري وبيانات مُوصّفة تجعل التواصل بين الإنسان والآلة ممكنا وناجعا؛ولاسيما أمام ما تحقق من إنجازات نظرية لسانية وتطبيقية توجت بظهور لسانيات الجيل الرابع المتمثلة في لسانيات المنصات الحاسوبية، التي تشتغل بنظام آلي قائم على البيانات المفتوحة وقادر على القيام بالعمليات التي ينجزها الدماغ البشري فيما يتلعق بتصريف الفعل وإسناده، ولذلك اعتبرت نظرية المعجم- التركيبي التي وضعها موريس كروس[20] الفعل وحدة أساسية في النظام اللغوي الطبيعي لأنه العنصر الذي يمكن أن يحدث تركيباً في ذاته، وهو أيضا – حسب نفس النظرية- جملة بسيطة مؤسسة على افتراض منهجي للمعجم - التركيبي؛ يقوم على عدم وجود أية قيمة

لأي عنصر لغوي خارج المعطى التواصلي- التركيبي. لذلك تأتي قدرة الفعل على اختيار عناصره الصورية المضمرة في الدماغ لتتألف معه، ومن هذه الزاوية لا يمكن دراسة الفعل إلا في سياق تأليفي قائم على توزيع الوحدات المورفيمية والعناصر الصورية المؤلفة معه[21] في التركيب، ووفق منظور رياضي منطقي قائم على عمليات صورية جبرية لوغاريثمية تجري في قدرة الأفراد، ووفق تصور لساني قائم على قوانين صورية مضمرة في الدماغ، فثمة تقاطع بين الشكل والمحتوى يخضع له الفعل فيصير معادلة قائمة على خريطة مشكلة من محمول وموضوع، ومن هنا فإننا نعتبر هذه المقولة معادلة تصريفية تتألف من جذر باعتباره مرحلة ذَرّية ومن مورفيمات ذات دلالة نحوية وتصريفية.

وفي إطار بناء المعاجم الآلية للغة العربية كما قدم لذلك محمد الحناش[22] ومن منظور المعجم - التركيبي،اقترح نظاما آليا يقوم بإعطاء جميع المعلومات التصريفية عن كل مدخل معجمي فعلي وفق عملية التسنين التي تتم على مرحلتين: **أولاهما** إسناد رمز نحوي لكل عملية تجري على المدخل مع الإحتفاظ دائما بالرقم والإنتماء النحوي السابق لكل مدخل. لنأخذ مثلا المدخل **كَتَبَ**، ف 3، كما ورد في المعجم الآلي العربي للكلمات البسيطة (D E A M S)[23] لإدخاله في المعجم الآلي العربي للكلمات البسيطة المعربة (D E A M S F)[24] على الطريقة التالية[25]:

الجدول رقم 5

المدخل كتب ، ف 3 كما ورد في معجمي D E A M S و D E A M S F

المضارع	الماضي	الأمر
اكتُبُ،كَتَبَ ف 2 : ض 1 ك	كَتَبَتْ، كَتَبَ، ف 2 : م1 ك	أَكْتُبُ، كَتَبَ، ف2 : أ1 خ
تَكْتُبُ،كَتَبَ ف 2: ض1 خ: ض 1 غة	كَتَبَتْ، كَتَبَ، ف 2: م 1خ	اكْتُبِي، كَتَبَ، ف2 : أ1 خة

(ض:ضمير، ك: متكلم، **خ**: مخاطب،**غة**: غائبة،**م**: ماضي،**أ**: أمر ،**خة**: مخاطبة).

يتبع نفس التمثيل عندما يبنى الفعل للمجهول في زمنيه الماضي والمضارع، بحسب البرنامج الكامن في قدرة الأفراد الذهنية، أي كل ما يثبت وجود المفردة بواسطة القياس التصريفي، ورغم عدم مقبولية بعض التصريفات في الجدول فإنها قد تظهرمستقبلا في نص عربي آخر لضرورة الاصطلاح والاستعمال،ولذلك يتم الإحتفاظ بهذه البنيات المولدة، وهذا ما يفسرعلاقة الجذر بالوزن بشكل جلي، مع الترميز لهذا النوع المداخل الممكنة بعلامة (*) وهذا جدول تصريف المدخل الفعلي كما في الجدول التالي:

الجدول رقم 6

كتب، ف2 في البناء للمجهول (البناء المقلوب)

المضارع المجهول	الماضي المجهول
أَكْتُبُ،كَتَبَ،ف2 : ض 1 ك	* كَتَبَتْ، كَتَبَ، ف 2 : م1 ك
* تَكْتُبُ،كَتَبَ ف 2: ض1 خ: ض 1 غة	* كَتَبَتْ، كَتَبَ، ف 2: م 1خ

بهذه الطريقة يتم تسجيل جميع الإمكانيات التصريفية للمدخل الفعلي الصحيح، متضمناً مجموعة أخرى من المعلومات التصريفية الممكن اشتقاقها من المدخل (كَتَبَ، ف2) مثل إسناد الفعل بنون النسوة ونون التوكيد الشديدة والخفيفة وكذا المضارع المجزوم والمنصوب، وتبقى بقية الإشتقاقات الأخرى من نفس الجذر الفعلي كاسم الفاعل واسم المفعول واسم التفضيل وصيغة المبالغة لها طريقة أخرى في التمثيل الآلي تختلف عن تلك المتبعة مع الفعل وبنفس الطريقة يتعامل البرمامج مع أبنية ومداخل الأفعال المعتلة.

2.2 . الفعل في النماذج التوليدية التحويلية

تقوم هذه النظرية على وضع نماذج لتحليل الجملة وتشجيرها عبر تطبيقات تركيبية ليست بقليلة على الجملة العربية[26]،غير أن الجانب التصريفي بقي ضعيفاً في اهتمامات النظرية التوليدية باعتبار عمله الثانوي في العمليات التركيبية، وبما أن الفعل أساس العمليات الصرفية في اللغة العربية، فإن ثمة وجهة

نظر قَدَّمت؛ في إطار محاولة لمعالجتـة الفعـل آليـا؛والتي ركـزت حـول تحليـل السلسـلة الكلاميـة بغـرض التوصل إلى عناصر النحو النهائية في البنية الشـجرية العميقـة، ويمكـن أن نشـير فـي هـذا المضـمار إلـى ترتيب قواعد هذا التسلسل كما يلي[27]:

1- الفعل ⟵ جذر- و - تحول داخلي- و - زمن -
2- الزمن⟵ ماض ومضارع وأمر
3- الأمر ⟵مضارع بدون حرف المضارعة وبدون علامة الإعراب-
4- المضارع ⟵- سوابق تدل على الشخص - والصيغة - و - لواحق تدل على الجنس والعدد -
5- لواحق الجنس والعدد ⟵**ى ن**
⟵**و ن**
⟵**ا ن**
6- السوابق الدالة على الشخص ⟵**- أ- و - ت- و - ن- ؛**
7- الحركات التي تلحق بالجذر في المضارع - - ؛
8- الماضي⟵ - صيغة الفعل- و– لواحق تدل على الشخص والجنس والعدد؛
9- اللواحق التي تدل على الشخص والجنس والعدد؛
10- التحول الداخلي للبنية؛
11- الحركات والإلصاق والتضعيف: افْعَالّ وافْعَلّ وتَفَعَلَّ؛
12- الحركات والالصاق؛
13- الحركات ⟵- - -؛
14- الجذر المعجمي: ص مص ص مص ص مص ص / ص مص ص مص ص (**ص**: صامت؛**مص**: مصوت).

وعموما انشغلت التوليدية بمفاهيم التفسير والقالبية منذ النموذج الأول (البنى التركيبية1957) مرورا بنظريـة الفرضـية المعجميـة (1965 و1970) ونظريـة تكـوين الفئـة النحويـة المسـماة بنمـوذج س- خـط (X-Bar schema 1970) وصـولا إلـى البرنـامج الأدنـوي(1993) بمكونـاتـه الحاسـوبية والمنطقيـة والمعرفية (2005 و2007 و2015) والقائمة على الاقتصاد والاشتقاق والتمثيل، و مع ذلـك ظلـت مقولـة الصُّرْفَة بما في ذلـك الـزمن كسـمة إعرابيـة والتطـابق الفـاعلي والمفعـولي والإسـقاط الـوظيفي كمقـولات وظيفية صرفية أو معجمية في خدمة النقل والتحويل في البنية التركيبية الشجرية[28].

ثالثا.مقاربة أوتومات الحالات المنتهية على نماذج من الأفعال المعتلة

قبل الحديث عن هذا الأسلوب الذي أصبح شائعا مع العديد من المنصات الحاسوبية واللسانية وطرق تمثيلاتـه لمعلومـات الأفعـال المعتلـة كمـا سـنبين لاحقـا، يمكـن تعريـف العبـارات العقلانيـة أسـاس هـذه الأتوماتات كالآتي[29]:

أ- كل متوالية فارغـة هـي عبـارة عقلانيـة ذات الرمـز: <E> والـذي يسـتخدم فـي تطبيـق هـذه العبـارات العقلانية على الفعل، واللغة الملائمة لهذه العبارات العقلانية <E> هي المجموعة {<E >}.

ب- كما يعتبر كل رمز(S) من المعجم عبارة عقلانية، يمثل لها ب{S}، (اللغة التي تحتـوي علـى متتاليـة واحدة مكونة من رمز واحد هو S).

ج- وإذا كانت س**1** و س**2** عبارتين عقلانيتين، فإن س**1** و س**2** كتسلسل منطقي هي عبارة عقلانية مـثلا: العبارة التالية "الفعل المعتل" تمثل المجموعة {فعل معتل}، وعليه فإن المتتالية المذكورة هي بمثابة نتيجة تسلسل منطقي للرمزين : فعل و معتل.

د- وإذا كانت س**1** و س**2** عبارتين عقلانيتين ، فإن س**1** + س**2** كاتحـاد هـو عبـارة عقلانيـة، ولـذاك فـإن العبارتين: فعل معتل + فعل صحيح؛هما متتاليتين بمثابة مجموعة {فعل معتل، فعل صحيح}.

هـ- وإذا كانت س عبارة عقلانية فإن س* (مبرهنـة كلـين Kleene) هـي عبـارة عقلانيـة، يمكـن تأويلهـا باعتبارها رُزَما صورية لهذه المتتاليـات، أي، اتحـاد التسلسـلات المنطقيـة المكـررة بطريقـة غيـر محـددة ولكنها مرتبة ترتيبا تكافؤيا كما يوضح الصوغ التالي: **س* = <E> + س+ س س + س س س + ...**

ويمكن أن نمثل لكل عنصر من هذه العناصر المذكورة، بالرمز التالي: (*) وهذا يمثل في الحقيقة مجموعة من المتواليات والعناوين تحتوي على الإطار الصوري الذي تتموقع فيه المداخل المعجمية كما يلي[30]: { <E> ، - ، -- ، --- ، ---- ، ...}

وتجدر الإشارة إلى أن هذا التحديد المنطقي العقلاني، يتلائم مع مبادئ لغة برولوج التي سنطبقها على عبارات تصريف الفعل، مثل الكتابة الأقواسية تماما؛ كما في المثال التالي:

(الماضي +المضارع) (قال + يقول)

تمثل هاتين العبارتين أربعة متواليات هي :

ماض	**مضارع**
قال	**يقول**

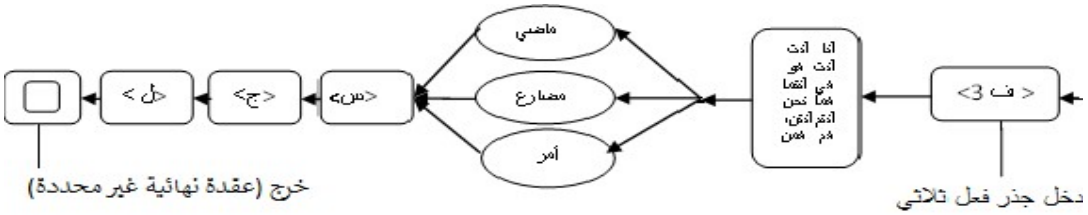
كما يمكن تكييف هذه العبارات في تصريف الفعل الثلاثي المجرد مسنداً لضمائر الرفع في الزمن المضارع، وهكذا يصوغ التطبيق الكتابة بالطريقة التالية:

(<E> + أنا) (<E> + أ + جذر + ϕ) +
(<E> + أنت) (<E> + ت + جذر + ϕ)+
(<E> + أنت) (<E> + ت + جذر + ϕ)+
(<E> + هو) (<E> + ي+ جذر + ϕ)+
(<E> + هي) (<E> + ت + جذر + ϕ)+
(<E> + أنتما) (<E> + ت+ جذر +ان)+) (×**2**)+
(<E> + هما) (<E> + ي + جذر +أن)+) (×**2**)+
(<E> + نحن) (<E> + ن + جذر + ϕ)+
(<E> + أنتم) (<E> + ت + جذر +ون)+
(<E> + أنتن) (<E> + ت+ جذر +ن)+
(<E> + هم) (<E> + ي + جذر +ون)+
(<E> + هن) (<E> + ى + جذر +ن)+

1.3. أوتومات الحالات النهائية (Finite State Automata)[31]: تطبيقات على الفعل المعتل

تعتبر خوارزمية أوتومات الحالات المنتهية عبارة عقلانية تُمثل عادة بالرسوم (graphs) كما تربطها لواقط (Transducers) تحتوي على عُقَد (nodes) وعلى أسهم تقوم بربط تلك العقد فيما بينها بحيث يمكن التمييز بين عقدتين: عقدة أولية (**دخل**)وعقدة نهائية(**خرج**)ونرمز للعقدة التي نملأها بالعناصر الصورية ب(<E>). ولكن العقدة النهائية تبقى غير موسومة لأنها تمثل الخرج النهائي للأوتومات[32]. وفي هذه الدراسة يمكن إجراء تطبيق هذه الخوارزمية على مختلف التصريفات الفعلية في اللغة العربية، والتي اخترنا منها نماذج من الفعل المعتل بأنواعه، كما توضح الرسومات التالية[33]:

- و.ج.ع:



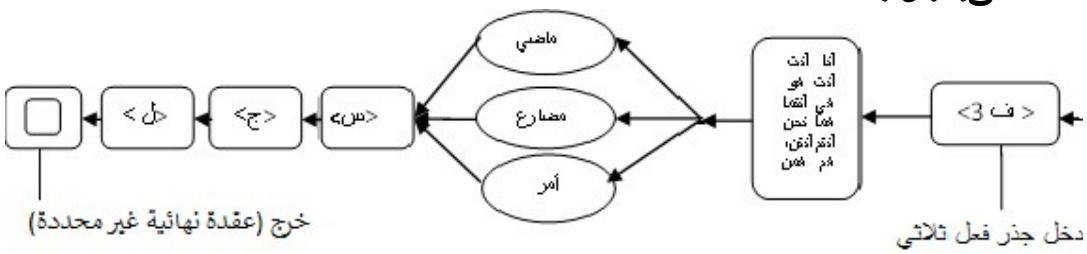
الشكل رقم 1
رسم تصريف الفعل المعتل ' و.ج.ع '

3. 2. القواعد التحويلية الصرفية-الصوتية

- تسقط الواو في المضارع عند ما تقع قبل الكسرة وتثبت قبل الفتحة والضمة وسقوط الواو في يفعل من فعل ذي قيمة تمييزية، إذ نتمكن بفضله من معرفة ماضي الفعل الذي لا يخلط ب 'فَعَل'.
- تسقط الواو في يفعل من فعل بينما تثبت في يَفْعَل من فَعَل.

وقد وقع اختيارنا لنموذج المثال الواوي لأنه أكثر عددا وتصرفاً من المثال اليائي الذي تحذف فيه الواو للتخفيف في كل الحالات العادية، ومن الأفعال ما ينطبق عليها نفس القواعد الصرفية ومن ثم نفس الأوتومات: وَدَع، وقَعَ، وَهَب، وَضَع..

- **ق. ا. ل :**



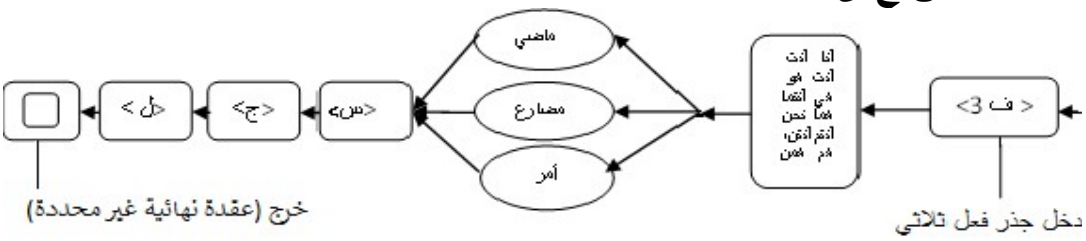
الشكل رقم 2
رسم تصريف الفعل المعتل ' ق.ا.ل '

3. 3. القواعد التحويلية الصرفية-الصوتية

لعل التغيرات الصوتية الخاصة بالفعل الأجوف، في الماضي والمضارع ،تؤثر كذلك في بقية المشتقات. وأهم التغيرات الطارئة عليها هي حينما يسند الفعل المبني للمجهول **(فُعِل)**؛ تسقط العين لأنها تقع بين ضمة وكسرة (**نَ◌َالَ← نِيلَ)**، وعموماً تدغم الضمة في الكسرة فتصبح فاء الفعل متبوعة بكسرة طويلة، ولا فرق في ذلك بين اليائي والواوي والمشترك[34].ولما كان النبرودرجاته والمماثلة والمخالفة الصوتية كحقيقة فونولوجية تقع على الضمة في **فُعِل** سيكون الوزن الحاصل من **قال** هو **قَوَلَ** وليس **قِيل**[35]. ومن الأفعال ما تندرج في نفس الإطار العملي: **نال، صال، خاف، طال** ...لكن تناولها، في الحقيقة، يأتي من جانب التجريب، على اعتبار أن الدراسات النحوية والصرفية القديمة قدمت له وصفا وقواعدا تجعله أقرب إلى المعالجة الآلية ، ومع ذلك، فإن غياب الإعتبارات الفونولوجية (الصواتية) والصرفية (الصرافية) المتقدمة تجعل التحليل لا يُصيب الهدف خاصة ،أمام التغيرات الصوتية التي تطرأ على بنية الفعل مثل كيفية تسرب الفتحة الطويلة أي « ا » وتحوله بسبب التقليبات الصرفية إلى الياء أوالواوباعتبارهما علتين مائعتين، وهذا ما يجعلنا نضع في الحسبان مجموعة من الفرضيات المعرفية التي قد تغير وجهة نظرنا اتجاه الجذر الصحيح والمعتل بصفة عامة،واتجاه الجذر الثلاثي والأجوف بصفة خاصة، ذلك ما ندعو إليه في تعميق البحث حتى يتسنى لنا معالجة الجانب الصرفي للعربية بدقة

كبيرة،طامحين إلى تعميمها على باقي المستويات اللسانية العربية.وفي هذا السياق نورد نموذجا لرسم وهو في الواقع أوتوماتا لحالة منتهية للفعل المعتل "**سَعىَ**" كما يبين الشكل التالي:

- **س.ع.ى :**



الشكل رقم 3
رسم تصريف الفعل المعتل ' س.ع.ي'

3. 4. القواعد التحويلية الصرفية- الصوتية

يعد الناقص اليائي النموذج الأمثل الذي تظهر فيه نزعة النظلم الصرفي للعربية وهو الذي يؤدي إلى المقابلات الحركية ذات القيمة الصوتية الإيقاعية وكذلك التمييزية، فالمبدأ الأساسي في هذه الأفعال هو أن فَعَل وفُعِل يُفعَل، والعربية تستعمل هذه المقابلات الحركية في كثير من الأبنية الأخرى غيرالفعلية (كما في اسم الفاعل واسم المفعول واسم المكان والزمان ...إلخ).

ونشير في هذا الإطار إلى أن الشكل الفعلي في اللغة العربية؛سواء كان صحيحاً أم معتلاً؛يقبل المعالجة الآلية وفق ما توصلت إليه تقنية الأوتوماتات، كأسلوب من أساليب الذكاء الإصطناعي، فإن أراد المستخدم العربي أن يعود إلى مختلف تصاريف الفعل فما عليه إلا أن يلجأ الى نظام قواعد معرفة المدمج كبيانات في أوتومات الحالة المنتهية والذي يستطيع بفضل مكوناته في الدخل، تحليل المعطيات الأدواتية اللسانية على مستوى الخوارزمية،حيث توليد الصيغ المطلوبة، وخوارزمية هذا الأوتومات يتعرف على الجذر المدخل ثم يقوم بتركيبه مع باقي السوابق واللواحق الملائمة مع تنفيذ القواعد الصرفية- الصوتية خلال التحويل وذلك بحسب رغبات المستخدم ووفق طلبياته.

رابعا. نظام تمثيل معلومات الفعل

بعدما بينا قابلية تطبيق تقنية أوتومات الحالات المنتهية باستثمار المعلومات التصريفية للفعل ولخصائصه الإشتقاقية ولمختلف أوزانه المجردة والمزيدة، وأنواعه من صحيح ومعتل، ننطلق من فرضية المعلومات التصريفية المعروضة وهي عبارة عن قاعدة معلومات بها جميع جذورالعربية، التي تحتاج إلى بناء قواعد معطيات مصنفة، تلائم بناء قواعد المعطيات المعرفية. وفي العديد من التطبيقات الحاسوبية.. فإنها قبل ذلك الأسلوب الذكي في التعامل مع الأنظمة الآلية مثل أنظمة إدارة قواعد المعارف واسترجاعها التي تقوم على قواعد الانتاج وقواعد المراقبة. ولهذا الغرض ثم وضع قواعد معرفة خاصة بالصرف كأول خطوة لتوليد كلمات اللغة انطلاقاً من قاموس الجذور المعد في البيانات الصرفية، وللخصائص التصريفية الإسنادية والضميرية والمورفيمية وتشمل قواعد المعرفة العربية كما أسلفنا:

- قاعدة معلومات بها جميع جذور اللغة العربية (هنا الجذور الفعلية)؛
- خصائص المادة الصرفية (قواعد) والنحوية (قيم) ودلالية (معاني)؛
- قواعد الإشتقاق والتصريف لكلمات العربية وهذه أساس قواعد المعرفة؛
- إمكانية الإستخدام باسترجاع المعلومات مع إمكانية التعديل في المعطيات والمعارف.

هذا، وتعتبرالقواعد المستنبطة من خصوصيات النظام اللغوي العربي أساس كل نظام قواعد المعرفة لأنة يشتغل على هذه القواعد، فالكلمة كبنية تمر بعدد من القواعد المستترة والمؤطرة للتحويلات بداية من الجذر وصولا إلى الكلمة محققة كما يوضح الشكل التالي: **جذر + وزن = مدخل معجمي**
مع إضافة سوابق ولواحق (بالعودة إلى قاموس الصنفين وذلك للحصول على الكلمة العربية (الفعل مثلا):
يستخرج = سابق+ مدخل معجمي + لاحق كلمة (فعل).

ومع اختلاف السوابق واللواحق وفقا للزمن والحالة الإعرابية.. وكذلك بإضافة قواعد تحويلية أخرى مثل الإبدال والإعلال[36] مثلا إعلال بالقلب في" قال" كما يلي :

أ. قال ⟵ [ق.و.ل] - - - - **ص مص ص مص ص.**

تطبق قاعدة القلب (في إطار مجموعة القواعد التحويلية المكونة لنظام المحلل الصرفي) من الواو إلى الألف نظراً لإنفتاح ما قبل الواو: [ق.ا.ل] ⟵ **ص مص ص مص.**

يمكن انطلاقا من هذا المثال صوغ خوارزمية تعتمد على قواعد صرفية تحويلية مثل هذا الفعل من أصله إلى حالة مستعملة أو مهملة كما يلي.

ب. ق.و.ل = و ⟵ ا / فتح يعقبه واو ⟵ ق. ا .ل.

د.ع.ى = [د.ع.و] صامت مصوت صامت مصوت صامت مصوت

- - - -

تطبيق قاعدة القلب: انفتاح عين الفعل فقلب الحرف الأخير ألفاً.

[د.ع.ى] ⟵ صامت مصوت صامت مصوت

د.ع.ي: و⟵ ي / فتحٌ يعقُبُهُ واوٌ

وتناوب الواو والياء يجري حينما يتم إسناد الفعل إلى مختلف الضمائرو في مختلف الأزمنة كما يلي :

ج. د.ع.ى = الماضي : [دعي) ت]، [(د ع ϕ) وا]، [(دعو) ن]

المضا رع: [أ (دعو)]، [ت (دعي) ن]، [ي(دعي)]

الأمـــر : [أ (دع ϕ)]، [ا(دعو)] x 2، [ا(دعو) ن]

ملاحظات حول تطبيق قواعد التحويل الصوتي - الصرفي

- يمر الجذر الفعلي بعد تحليله في الآلة الصورية بخوارزم توليد المداخل حسب الأوزان في البيانات، وذلك إما بزيادة لأحد الأحرف: ألف ،باء، تاء ونون المطاوعة مثلا؛
- التغيرات الصوتية ممثلة في قواعد الإعلال والإبدال والإدغام وزيادة الهمزة وما يترتب عن هذه التغيرات من محمولات دلالية؛
- ويتم خرج مداخل الجذور وتوليدها من خوارزم المعالجة حيث تكون إما مشتقة أو متصرفة وهذا ما يشكل نواة لقاعدة بيانات صرفية للفعل لأنها تمكن النظام المعلوماتي من المعلومات والمعارف الكافية الكامنة في الكفاية لتمثل بناء على أصناف وجداول. وبناء على ما ذكر يمكن أن تتلخص الحالات المذكورة أعلاه في التغيرات التالية:

بالنسبة للناقص اليائي الأكثر عدداً من الواوي، تطرأ عليه التحولات الفونولوجية التالية:

- الإمالة الموجودة في آخر الفعل **(دعَى)** وهي فتحة طويلة ترجع إلى إضغام الفتحتين، بعد سقوط الياء التي بينهما **(دعِي ⟵ دعَى)** وتختص الإمالة عن الكسرة الطويلة عن الألف التي تقوم بنفس الوظيفة؛ لأنها هي الأصل وأكثر انغلاقا من الفتحة العادية؛ ويصل انغلاقها أحيانا إلى الكسرة؛
- سقوط الياء في المضارع المرفوع بين كسرة قصيرة وضمة قصيرة لتناقض الحركتين.
- أما إذا كانت الضمة طويلة، فإن الكسرة هي التي تضغم فيها والحركة الطويلة تنقلب دائماًإلى القصيرة **(هم يَدْعَيُونَ⟵ يَدْعَوْنَ)**؛
- لكن إذا كانت الضمة الطويلة مسبوقة بفتحة قصيرة فإن سقوط الياء بينهما ينتج عن حركة مزدوجة (- و) في (**هم دَعَيُوا⟵ دَعُوا**)؛
- وسقوط الياء بين الفتحتين القصيرتين في(**هما دَعِيَتا**) ينتج عنه صيغة **دعيا** وهنا تقصر حركة العين فتصبح الصيغة المستعملة هي **دَعِيَا**؛

ملاحظة: يجب دائماً الإنتباه مع ظمائر الجمع إلى التغيرات التي تخص حركة مزدوجة والتغيرات التي تخص حركة طويلة: **دعُوا، سَعُوا، هَوُوا، يَدْعُونَ.**

أما بالنسبة لإشتقاق الفعل فإنه يولد على خطوات من مكونات تصريف الفعل كالآتي[37]:

- مكونات لتقسيم الكلمة إلى حروف؛
- مكون التعويض بالجذر في الوزن المختار (صنف أوزان الفعل)؛
- التحويل من الماضي إلى المضارع وإلى الأمر ومن الماضي المعلوم إلي الماضي المجهول ومن المضارع المعلوم إلى المضارع المجهول؛
- التحويل إلى البنية السطحية.

1.4 . لغة برولوج Prolg وتطبيقاتها على الفعل

تطرح البرمجة عدة صعوبات عند المعالجة اللغوية خاصة على مستوى صياغة العوامل المنطقية، ويعود ذلك في نظر المختصين إلى كون لغات البرمجة التقليدية هي لغات صورية صرفة، لذلك تم التفكير في بناء مبرمج آلي منطقي يستطيع حل هذه القضايا، على الأقل، في بعض جوانبها المورفولوجية والتركيبية، و بمستوى عال من الأهمية ويتلخص ذلك في[38]:

1- استغلال الوقت في البرمجة وليس في التحليل؛

2- سهولة تطبيق لغة برولوج لأنه يستعمل اللغة الطبيعية من جانبها المنطقي - الدلالي- مثلا " إذا " كأداة شرط في النحو وأداة الشرط في المنطق واضحة وأن واو العطف " و" واضح كذلك، مثال:

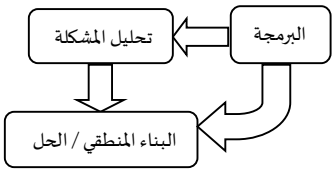
كَتَبَ = فعل ماض؛

ي = مورفيم دال على المضارعة؛

كتب – يَ(كَتَبَ)- زيد الدرس ——يَكْتُبُ زيد الدرس

يقوم النظام بتصريف الفعل في المضارع إذا كان المورفيم ينتمي إلى سوابق الفعل كتب واعتبار زيد فاعل.

وعموما تعتبر البرمجة المنطقية السمة الأساسية لهذه اللغة، ويرجع ذلك إلى أسلوبها القريب من اللغة الطبيعية ومن منطقها الاستدلالي، بحيث إذا قارناها ببقية لغات البرمجة ك (*BASIC- -PASCAL*. *FORTRAN*)، أو حتى (*LISP*) فإننا نلاحظ تميز هذه اللغة عن هذه المذكورة ذلك لأنها تصيب هدفها بدون أدنى عناء، ولذلك كانت لغة مختصرة لمراحل البرمجة عند مباشرة المشاكل كما يبين الشكل التالي[39]:



الشكل رقم 4:المراحل الأساسية للغة برولوج

ومن المعلوم، أن أبحاث الهندسة المعلومياتية المتقدمة استلهمت اهتمام العلماء والمهندسين لمعالجة الأنظمة الرمزية نظراً للطبيعة الاستنباطية المنطقية والخوارزمية الرياضية التي تتصف بها اللغة الطبيعية. وتقوم فلسفة هذه البرمجيات على مناهج الحلول ووضع السمات المنطقية لها، بمعنى آخر وضع الأسس المنطقية الطبيعية. وتعتبر الطبيعة العلنية لبنية لغة برولوج ممثلة بالعلاقات المنطقية التي تجمع المواضيع أو الوحدات المعالجة آليا. وأما لغة برولوج فهي العمود الفقري بالنسبة للمعلومات الرمزية وتطبق أساسا في الأنظمة الخبيرة وفي معالجة اللغات الطبيعية؛ بتحليل وتوليد بنياتها اللسانية.

2. 4 . مكونات نظام تمثيل قواعد المعرفة:

يتكون أن هذا النظام ؛على المستوى التقني؛ من أربعة أجزاء رئيسية وهي[40]:

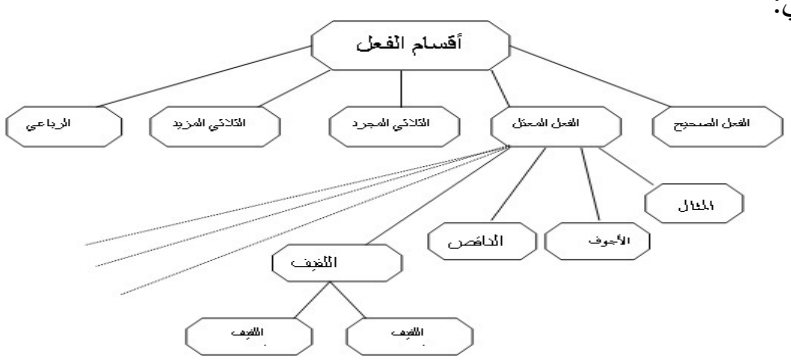
1) **المستوى الفوقي**: وهي الجزئية التي يتم تشغيل بقية جزئيات النظام من خلالها وهي نفسها التي نحصل عليها عندما تقوم بتحصيل لغة برولوج.

2) **الذاكرة التشغيلية**: وهي إما مكونات بنائية أولية أو أعداد صحيحة أو متغيرات أو مكونات من لغة برولوج مثل - من (كَتَبَ- فَعَلَ).

3) ذاكرة الإطـار: وهي المكونات الأساسية التي تصف الأهداف التنشيئية في النظام ،وهذه الأهداف تمثل ببنى غير محددة يمكن التفكير فيها على أن لها بعض الخواص المشتركة فيما بينهـا، فـي هـذا النظـام نوعان من الأهداف الشيئية، إما طائفة فرعية(*subclass*) أو قيمة حدث من الشكل الآتي يوضح مثالاً من الإطارات الخاصة بالفعل بالإضافة إلـى ذاكـرة القواعـد التـي سـنطبق أنواعـاً منهـا علـى الفعـل فـي اللغـة العربية. ولتوضيح تمثيل قواعد المعرفة بهذه الطريقـة تـم أخـذ معلومـات الفعـل فـي اللغـة العربيـة كمثـال للتطبيق وقد أخذ في الإعتبار مكونات الإطار اللغويـة، إذ تسـاعدنا فـي بنـاء قواعـد المعرفـة علـى الشـكل التالي[41]:

4)[الشيئية] [قيمة- حدث- من] / [طائفة - فرعية] [طائفة] مع.

أو بالتقسيم التالي:



الشكل رقم 5
أقسام الفعل حسب قواعد المعارف

يمثل هذا التقسيم المحتويات (*fillers*) والبيانات التي تضم أنواع الفعل، والإطارات حيث مواقع هذه الأنواع ضمن النظام. وباستخدام جدول المرادفات المرفق يكون التركيب اللغوي التالي[42]:

[هدف شيئي] [طائفة فرعية] / [قيمة - حدث - من] [طائفة]

بالتوصيف الآتي:

[حيز 1] [قيمة محتويات] / [قائمة محتويات 1]
[حيز 2] [قيمة محتويات] / [قائمة محتويات 2]

ويمكن تطبيق المحتويات والإطـارات فـي النظـام لاسـتخلاص معلومـات الفعـل باسـتخدام القواعـد التالية:"قاعدة التعامل" التي نراها ضرورية في كل نظام للتعامل مع المستخدم وقاعدة "التسلسل الأمامي" للبحث عن المعلومات ثم قاعدة التسلسل الخلفي لإستنتاج الأجوبة.

4-2-1 " قاعدة التعامل"[43]

عند استخدام "قاعدة التعامل "نحصل على الآتي"

الأمثلة التالية لبيان استخدام قاعدة التعامل:

أ- فعل - معتل - **طائفة - فرعية - من** فعل - مجرد - ثلاثي **بالتوصيف الآني:**

فعل - مثال: مثل - الصحيح - وصف،

فعل- أجوف: قال،

فعل –ناقص: قضى،

فيما- لا - مثل - له

[قيمة: غير – معروفة

قاعدة التعامل

(إذا كان
ال وزن **ل ؟** نفسه هو الوزن ∝
ال جذر **ل ؟** نفسه هو جذر ∝
برولوج (الصيغة - النهائية- هي الوزن × الجذر)
عندئذ
قيمة - فيما - مثل - له الصيغة- النهائية)]
ب- المثال - الواوي **قيمة - حدث - من** فعل - معتل **بالتوصيف الآتي**
وزن: فعل
جذر: وصف
ج- المثال - اليائي **قيمة- حدث- من** فعل - معتل **بالتوصيف لآتي**
وزن: فعل
جذر: يئس.
؟ ال قيمة –فيما –مثل- له **ل** المثال –الواوي هي الحذف ؟
الحذف ؟ = حذف – الواو – المضار ع- الأمر .
نعم .
؟ ال قيمة – فيما – مثل- له **ل** المثال – اليائي هي الصحة ؟
الصحة ؟ = لا يتغير – المضارع – الأمر
نعم .
؟ إوصف المثال – اليائي .
المثال- اليائي **قيمة-حدث-من** فعل –معتل **بالتوصيف الآتي**
وزن : فعل
جذر: وصف
قيمة – فيما – لا مثل – له : حذف -الواو – مضارع – أمر

ونشير هنا إلى أن هناك استخداماً آخر لقاعدة التعامل، وسنكتفي بهذا الذي نراه مناسباً وكافياً لتصريف باقي الأفعال في العربية حسب طلبيات المستعملين.

4-2-2.استخدام قواعد الذاكرة

يوجد نوعان من القواعد التي توصف بها مجموعة شروط متتابعة تتعامل مع ذاكرة العمل أو الإطارات أو يوصف فيها تتابع من الأفعال مثل"صف" أو "استبعد" أي محتويات من ذاكرة التشغيل، أو يتم تغيير وتعامل مع الإطارات من خلال أمر **"اعتبر أن هذا** الشكل الفعلي" وقد تكون نهاية قاعدة التسلسل الأمامي هو أمر "توقيف التشغيل" عندما لا تكون هناك أية قواعد أخرى يمكن استدعاؤها.

4-2-2-1 قاعدة التسلسل الأمامي[44]

الصورة العامة لهذه القاعدة هي:
قاعدة ص : تسلسل أمامي
إذا كان
شروط...
عندئذ
إعمال...

ويمكن على سبيل المثال تطبيق هذه القاعدة لبحث المعلومات التصريفية عن الفعل خلال القيام بأسلوب الاسترجاع في النظام.

قاعدة الفعل-المعتل-المثال تسلسل أمامي
ال + وزن- **وَاعِد** هو (على وزن) **فاعل**

ال + مضارع- واعد هو **أُواعِدُ- أنواعه- يُواعِد...**
ال + أمر- واعد هو **واعَد- واعِدي- واعِدوا...**

عندئذ

اعتبر أن الصيغة الفعلية بالنسبة **ل** واعد هي فاعل

2.2.2.4. قاعدة التسلسل الخلفي

هي مثل قاعدة التسلسل الأمامي تماما، لها شروط متتابعة ولكن بدلاً من أن يكون لها تتابع من الأفعال فإن لها **استنتاجات**، وهنا يشتغل محرك الاستدلال[45]. وهذه الاستنتاجات بالطبع ليست مسجلة من قبل ولكنها تستنتج عند الحاجة وصورة هذه القاعدة هي:

قاعدة ص تسلسل خلفي

إذا كان

شروط...

عندئذ

إعمال...

كما يمكن كذلك تطبيق هذه القاعدة على تصريف الفعل كالتالي:

قاعدة الفعل-المعتل-الناقص **تسلسل خلفي**

إذا كان

ال + الوزن **ل** فعل- **سَعَى** هو فعَى- **صيغة** ∝
ال+ ماضي سَعَى... **ل** وا- ت – إسناد هو **سَعُوا- سَعَتْ** ∝
ال + مضارع – سعى ... ون –ياء – إسناد هو .. **يسعون – تسعين** ∝

عندئذ

ال + حذف- لام - فعل **. ل** فعل سَعى ... هو **فَعُوا - يَسْعَوْنَ- سَعَتْ - تَسْعَيْنَ-**

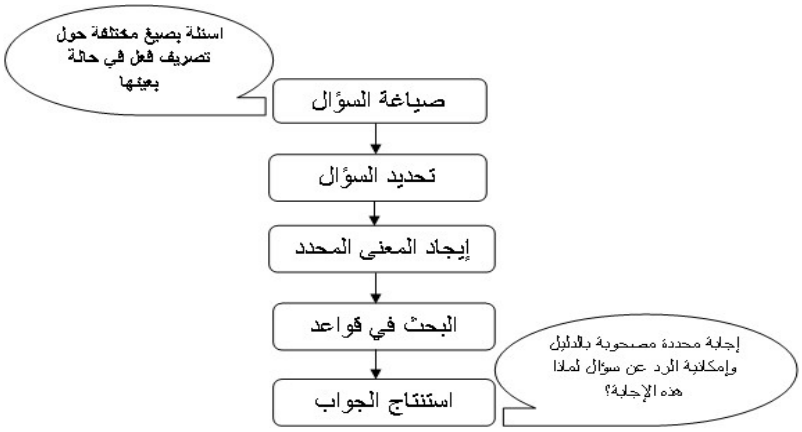
أما شكل الاستنتاجات في إحدى هذه الصور فهي[46]:

< نموذج - ذاكرة- التشغيل >
< التعامل- مع- الإطارات >
استنتج < نموذج - ذاكرة - التشغيل >
< نموذج - ذاكرة - الإطارات >
< متغير - أو- عدد > < عامل - حسابي > < متغير -أو- عدد>
لكل < ذاكرة - التشغيل - **ن1**> ، < ذاكرة-التشغيل –ن**2** >
برولوج (< هدف >)
برولوج (< هدف -**1** >، < هدف -**2** >،... < هدف - ن >)
< قالب - استفسار > استقبال – الإجابة < الإجابة >.

3.4. تفهم الاستعلام الفوري عند طلب المعلومات

بعد بناء خوارزميات النظام، يمكن للمستخدم أن يتعامل مع الواجهة البينية للآلة، قصد تطوير هذه المعارف بتعلم الآلة (Machine Learning) المستمر وذلك بتوجيه أسئلة للتطبيق بصيغ مختلفة، وبإدخال الأسئلة بترتيبات غير نمطية لمكونات السؤال، فتقوم الآلة بتفهم السؤال والربط بينه وبين قواعد المعارف وبيانات التعلم واستنتاج الإجابة، وترد على السائل حسب نوع أداة الإستفهام التي تصل إلى سبعة وهي: **الهمزة ولماذا وما ومن وكيف وكم ومتى**، بالإضافة إلى أنواع أخرى مركبة من **واو العطف الواقعة بين سؤالين والواو المنطقية الصريحة والضمنية وأداة التفضيل والمقارنة**، وفي نفس الإطار تم استخدام أسلوب نحو البنود المحددة ***DCGA***[47] في توصيف مكونات الأسئلة طبقاً لنوعها مع ربطها بمعنى

بعض المكونات،وذلك تسهيلاً لعملية البحث، وعلى الأسئلة أن تكون محتفظة بصحة التركيب اللغوي (الجار والمجرور والمبتدأ والخبر..)، ذلك أن حرية الحركة هنا لمكونات السؤال وليس لكلمات السؤال، وفيما يلي مراحل التعامل مع النظام من خلال طرح الأسئلة ومتابعتها حتى الوصول إلى استنتاج الإجابة كما يبين الشكل التالي:



الشكل رقم 6
نظام الأسئلة واستنتاج الأجوبة

تبين هذه الترسيمة التوضيحية؛ أن نظام الأسئلة واستنتاج الأجوبة هو صورة لتمثيل كفاية المتكلم الطبيعي من خلال استيعاب وإدراك معلومات الفعل المعتل في اللغة العربية بواسطة الدردشة الآلية القائمة على سؤال - جواب، وهذا من شأنه أن يوفر للمستخدم العربي للتطبيق إمكانية عالية في مسائلة مستمرة للنظام وفي ترقية البيانات المعرفية بشكل أعمق وأوثق لتمكين الآلية من تمثيل كبير لحقائق مورفولوجيا الافعال في اللغة العربية، ثم تفهم الاستعلام الفوري كلما تطلب الأمر ذلك وفي جميع التطبيقات الحاسوبية الممكنة.

خلاصة تركيبية

وتأسيسا على ما سيق؛ تبين من خلال هذا النموذج؛ إمكانية استغلال الأنظمة القائمة على قواعد المعرفة وتطبيقها على النظام اللساني للغة العربية، إذ لم يعد الأمر مع الأنظمة التقليدية ببناء قواعد بيانات فقط ،بل ببناء قواعد معرفية قائمة على الوقائع والقواعد والأحداث والأشياء المحسوسة والمجردة ومكوناتها وخوارزمياتها المختلفة، حيث يجد المستخدم الطبيعي يسراً في التعامل مع مثل هذه الأنظمة الذكية، ونتوقع أن تتطور أنظمة أكثر ملائمة مع النظام الصرفي للغة العربية الموسوم بالانصهارية في التعامل مع الجذور والأوزان[48] عكس اللغات الإلصاقية والإلحاقية؛ وذلك بأن نشمل جميع المستويات اللسانية لأغراض تطبيقية حاسوبية مختلفة. ورغم أن هذا البناء يحتاج إلى ميدان تجريبي واختباري للأدوات اللسانية العربية ومنها أنواع الفعل التي تتراوح بياناتها بين الصحيح والمعتل وتتداخل بين اللازم والمتعدي، وما يقوم به من أدوار دلالية وتداولية، فإن هذه المحاولة تعد خطوة في سبيل مقاربة النظام الصرفي للعربية من زاوية أساليب الذكاء الإصطناعي، حيث حاولنا أن نقدم كيفية تمثيل البيانات المعرفية للبنية الفعلية المعتلة وبدراسة مكونات الكلمة الفعلية ومعالجتها، وبناء على قواعد معرفة صرفية- صوتية بإدخال كل الجذور المكونة من الصوامت المجردة فقط، ثم كل الجذور المكونة من الصوامت الأصلية والصوامت الداخلية، ثم الجذور المزيدة التي التصقت بها السوابق والحشويات المنصهرة، مثل تاء المطاوعة في تفعل وتفاعل وافتعل وكذلك نون انْفَعَل وهمزة أفْعَل، وهذه الجذوع تغطي جميع المشتقات مع الفعل مثلا في الأزمنة وكذا التطابق والوجه[49]. وبغيتنا كانت في هذه الدراسة معالجة المستوى الصرفي- الصوتي واعتباره أساس كل عملية تواصلية معرفية وكل كفاية لسانية ونفسية تتغيا المعالجة

الآلية والاستنتاج الطبيعي على مستوى نظام الألة القائم على القواعد المعرفية التي ستؤدي أيضا إلى معالجة تصاعدية (cascade) لمختلف المستويات والمكونات اللسانية الأساسية ومنها تطوير محللات صرفية قائمة على قوالب نحوية وإعرابية وخاصة التشكيل الإعرابي الآلي والمعاجم الالكترونية وبناء الأنطولوجيا التي يمكن الاعتماد عليها في بناء قواعد معارف[50] ومحللات مختلفة شاملة للكفاية اللغوية والتي قد تساعد على حل مجموعة من المشاكل في البرمجة والمعالجة الآلية و تطبيقات الهندسة اللسانية بشكل خاص.

هوامش البحث

(1) تطورت أساليب الذكاء الاصطناعي المتمثلة في الدرشة الآلية المحاكية للبشر في إطار أبحاث الحوار الإنسان – الآلة ومن خلال النص أو الصوت أو كليهما معا، وتقوم أنظمة تشات بوت (ExpandBot وXO Flow و Chatfuel و Botsify وجي بي تي GPT المشهور بإصداراته المتقدمة) بجمع البيانات من المستخدمين وتحليلها وتوليدها باعتماد خوارزميات تعلم الآلة والتعلم العصبي العميق.

(2) تعتمد العديد من لغات البرمجة النصية والوظيفية مثل : Roop و Python و Lisp وLeda وALF و Almo-0 .. المنطق الرياضي القائم على لعة تصريحية للتعبير عن مشكلة ما والتنبؤ بما قد يحدث اعتمادا على البيانات التي تم ادخالها، مع العلم أن جل انظمة البرمجة أصبحت مفتوحة المصدر ، وقد وقع اختيارنا للبرمجة المنطقية برولوغ نظرا لأساسها التعليمي الناجع في الحصول على استدلالات جديدة ويسر توليدها للقواعد المعرفية وتمثيل الحقائق وبناء القواعد بلغة طبيعية.

(3) محمد الحناش، 1996 ص .6.

(4) عزالدين غازي، 1999.ص.129-203.

(5) . Max Silberztein, 1993.p.32-107.

(6) بغيتنا في هذه الورقة تبيان أهمية مقاربة قواعد المعارف في الصرف العربي باختبار المعالجة الصرفية – الصوتية للفعل ضمن ما يقوم به المحلل الصرفي عموما من تحليل مدخلات الكلمة وتحديد مكوناتها المورفيمية عبر تجريد البنية والتعرف على السوابق واللواحق والأواسط وايجاد العلاقات الصرفية والنحوية ودلالة الصيغ وتوليد القالب النحوي الموزون للبنية حسب المراحل الكبرى التالية: تحليل بنية الكلمة و تقسيمها والتعرف على اجزاءها وايجاد الهيكلslot (الجدع / الحدر) وربطه بالوزن وتوليد البنيات عن طريق الاشتقاق الصرفي (المجرد / المزيد) (معطي سمر، معالجة اللغة العربية باستخدام تقانات الذكاء الاصطناعي. ندوة الفيوم، مصر، 2021 ص18).

(7) نكتفي بالإحالة على ما أشار إليه سيبويه حين تعريفه للفعل حيث قال " وأما الفعل فأمثلته اخذت من لفظ احداث الاسماء وبنيت لما مضى، ولما يكون ولم يقع وهو كائن لم ينقطع ...،من كتاب سيبويه تحقيق وشرح عبد السلام هارون ج1.دار الكتب العلمية بيروت 1988 .ص12. فالفعل بهذا المعنى يقابل الاسم لانه بنية خطابية تقوم بوصف الحدث في زمن نحوي ما . وما نبتغيه معالجة للفعل هو دراسة صرفية تعتمد الزمن الصرفي في علاقته مع باقي الدلالات المورفيمية الاخرى (شخص، عدد، جنس).

(8) انظر S.lazzi; A Yousfi ; M Belefkih, Analyseur Morphologique des mots Arabe en utilisant le dérivé et le schème de surface) للمزيد انظر: علي يولعلام ، لسانيات المنصات واللغة العربية: تطبيقات حاسوبية باستخدام منصة نوج NooJ، فاس 2018، ص.211).

(9) انظر،علي بولعلام ، لسانيات المنصات واللغة العربية: تطبيقات حاسوبية باستخدام منصة نوج NooJ، فاس 2018ص 211-212.

(10) عزالدين غازي، 1999، ص.176.

(11) يقصد بالدلالة الصرفية الدلالة التي يؤديها الوزن، وهي لا تشمل تحديد خواص الفعل من جهة النوع (ماضي مضارع أمر) أو الوزن او الزوائد أو الجنس أو العدد أو الضمير، بل تشمل صيغ المبني للمجهول التي يمكن استخلاصها. للمزيد انظر مقالة للدكتور محمد غزالي خياط و د محمد عبد القادر هنادي حول تمثيل الدلالة الصرفية لأوزان الأفعال في النظم الالية لفهم اللغة العربية ، مجلة التواصل اللساني ملحق اللغة العربية والتقنيات المعلوماتية المتقدمة من اعداد الراحل محمد الحناش سلسلة الندوات المجلد الثالث سنة 1996.

(12) الطيب البكوش، التصريف العربي من خلال علم الأصوات الحديث، نشر وتوزيع مؤسسة عبد الكريم بن عبد الله بتونس، 1987، ص.89.

(13) صلاح الدين صالح حسنين، الفعل العربي وطرق معالجته بالحاسب الالي –الاسس اللغوية، مطبوعات مكتبة الملك عبد العزيز العامة سلسلة الاعمال المحكمة 4 السجل العلمي لندوة استخدام اللغة العربية في تقنيات المعلومات ، 10-14 ماي 1992.ص292.

(14) نفس المرجع ص : 291.

(15) محمد الحناش، 1986، ص.45.

(16) صلاح الدين صالح حسنين،1992،ص.291.

(17) عبده الراجحي، 1973، ص 52.

(18) للمزيد، انظر عباس حسن النحو الوافي مع ربطه بالأساليب الرفيعة والحياة اللغوية المتجددة، الجزء 4 . دار المعارف بمصر (ملحق الجداول).

(19) عزالدين غازي 1999. ص.183.

(20) للمزيد انظر كتاب النحو التحويلي للغة الفرنسية لموريس كروس 1968 .M.GROSS.

(21) محمد الحناش، 1985، ص 45.

(22) محمد الحناش، 1992.ص 97-99.

(23) D E A M S المعجم الآلي العربي للكلمات البسيطة.

(24) D E M S F المعجم الآلي العربي للكلمات البسيطة المعربة.

(25) نفس المرجع السابق ص. 97.

(26) عبد القادر الفاسي الفهري،1967 ص.61-67.

(27) صلاح الدين صالح حسنين الفعل العربي وطرق معالجته بالحاسب الآلي مرجع مذكور سابقا ص 293.

(28) عزالدين غازي .1999 .ص183.

(29) Max Silberstein,1993 p:7.

(30) للمزيد،انظر المعجم الإلكتروني والتحليل الآلي للنصوص لصاحبه ماكس سيلبرشتاين (1993) حيث اشتغل هذا الرجل على مختلف الاوتوماتات لإنجاز معجم الكتروني في اللغة الفرنسية وذلك في اطار منصة حاسوبية للمعالجة الآلية للغات وللنصوص بني لهذا الغرض يسمى بنظام INTEX والذي تطور فيما بعد الى منصة نوج NooJ لصاحبها ماكس سلبرشتاين و منصة أونتيكس Unitex لصاحبها سيبستيان بوميي.

(31) Max Silberstein,1993 p:7-8.

(32) نفس المرجع والصفحة.

(33) عزالدين غازي، 1999.ص.189.

(34) الطيب البكوش ، التصريف العربي ،1987، ص.138.

(35) ينسب "لسان العرب" في مادة " قول" إلى الغراء قوله : "بنو أسد يقولون قول وقيل بمعنى واحد.

(36) تظهر قواعد الإبدال الصرفي الشائع أو الضروري وقواعد الاعلال والإبدال القياسي والتعويض في حروف الكلمة (جمع التكسير والتصغير والمصدر وغيره في الأسماء خاصة اما الأفعال فيطبق فيها أنواع القلب والإبدال يعني اقامة حرف مكان آخر في بعض الكلمات مع بقاء الحروف الأخرى أي كل تغيير صوتي انظر (ادريس السغروشي، مدخل للصواتة التوليدية، دار توبقال للنشر سنة 1987).

(37)سلوى احمد سعيد علي الجمل ، نظام خبير عن اللغة العربية، استخدام اللغة العربية في تقنية المعلومات لعداد د. محمد الحناش مجلة التوال اللساني سلسلة ندوات م 1 1993 ص. 47.

(38) N. Ford,1968

(39) نفس المرجع السابق.

(40) هشام نبيه المهدي محمد وآخرون، (1993) ص 167.

(41) نفس المرجع ص. 167.

(42) نفس المرجع والصفحة .

(43) نفس المرجع و الصفحة.

(44) C . H. Donine1988 p.164

(45) نفس المرجع السابق ص. 168.

(46) نفس المرجع والصفحة.

(47) اختصار (DCGA) ل: Annotated Definite Clause Grammar .

(48) تستند المقاربة المعتمدة على الجدر والوزن على البعد الانصهاري للنظام الصرفي للغة العربية، وترجمت هذه المقاربات على مستوى التطبيقات الحاسوبية والمحللات الصرفية المفتوحة المصدر (للمزيد ينظر عزالدين غازي 1999.ص.203.

(49) عبد القادر الفاسي الفهري، 1967.ص 66.

(50) محمد الحناش، المعاجم الآلية للغة العربية : بناء قاعدة المعطيات، مجلة التواصل اللساني م4 . ع1 مارس 1992 ص97-99.

المصادر والمراجع

[1] أحمد سعيد علي الجمل سلوى (1993)، نظام خبير عن اللغة العربية، استخدام اللغة العربية في تقنية المعلومات إعداد محمد الحناش، مجلة التواصل اللساني،سلسلة ندوات مجلد 1.

[2] بولعلام علي(2018)، لسانيات المنصات واللغة العربية: تطبيقات حاسوبية باستخدام منصة نوج PUB.NooJ فاس.

[3] البكوش الطيب(1987)، التصريف العربي من خلال علم الأصوات الحديث، نشر وتوزيع مؤسسة عبد الكريم بن عبد الله بتونس،.

[4] الحناش محمد(1985)، النحو التأليفي (مدخل نظري) دراسات أدبية ولسانية ع 1 سنة.

[5] الحناش محمد(1986) ، البناء المقلوب في اللغة العربية، دراسات أدبية ولسانية،ع1، (34-56).

[6] الحناش محمد(1996)، اللغة العربية والتقنيات المعلوماتية المتقدمة، مجلة التواصل اللساني ملحق سلسلة الندوات، م3..
[7] الحناش محمد(1992)، المعاجم الآلية للغة العربية : بناء قاعدة المعطيات، مجلة التواصل اللساني م4. عدد1 مارس.
[8] خياط محمد غزالي و محمد عبد القادر هنادي(1996)،حول تمثيل الدلالة الصرفية لأوزان الأفعال في النظم الآلية لفهم اللغة العربية، مجلة التواصل اللساني ملحق اللغة العربية والتقنيات المعلوماتية المتقدمة من إعداد مجمد الحناش سلسلة الندوات المجلد الثالث،.
[9] الراجحي عبده(1973)، التطبيق الصرفي، دار النهضة العربية بيروت،.
[10] السغروشي إدريس(1987)، مدخل للصواتة التوليدية،دار توبقال للنشر،.
[11] سيبويه، الكتاب، تحقيق وشرح عبد السلام هارون(1988) ج1. دار الكتب العلمية بيروت،.
[12] شاهين عبد الرحمان محمد(1991)، في تصريف الأفعال، مكتبة الشباب المنيرة،.
[13] صلاح الدين صالح حسنين(1992)، الفعل العربي وطرق معالجته بالحاسب الآلي- الأسس اللغوية مطبوعات مكتبة الملك عبد العزيز العامة سلسلة الأعمال المحكمة 4 السجل العلمي لندوة استخدام اللغة العربية في تقنيات المعلومات، 10-14.
[14] عباس حسن(1975) النحو الوافي مع ربطه بالأساليب الرفيعة والحياة اللغوية المتجددة، الجزء 4 . دار المعارف، الطبعة الثالثة.
[15] غازي عزالدين(1999)، نظام قواعد معرفة صرافي- صواتي للغة العربية: مقاربة الفعل، رسالة دبلوم الدراسات العليا في الآداب، كلية الآداب والعلوم الإنسانية – فاس.
[16] الفاسي الفهري عبد القادر (1997)، المعجمة والتوسيط، نظرات جديدة في اللغة العربية، المركز الثقافي العربي.
[17] المهدي محمد هشام نبيه وآخرون (1993)، تظام قواعد المعرفة، استخدام اللغة العربية في تقنية المعلوميات إعداد محمد الحناش النواصل اللساني ، سلسلة ندوات، مجلد 1.
[18] معطي سمر(2021)، معالجة اللغة العربية باستخدام تقانات الذكاء الاصطناعي، ندوة بجامعة الفيوم عن الذكاء الاصطناعي دجنبر. https://www.cairo24.com/1458839
[19] DOMINE. C.H. (1968) (Charles-Henry). Techniques de l'intelligence artificielle, un guide structuré. DUNOD informatique. Edition BORDAS. Paris.
[20] FORD.N.(1990),Programmer en PROLOG. Traduction de Bernard Loubiers E. DUNODinformatique, Edition Bordas.Paris (1990 pour l'edition française) et John Wiley et Sons LTD (1989 pour l'edition anglaise).
[21] M.GROSS (1968); Grammaire transformationnelle du francais . syntaxe du verbe larousse .Paris.
[22] Mesfar, S.(2008). Analyse morpho - syntaxique automatique et reconnaissance des entités nommées en arabe standard. Thèse Doctorat, Franche -Comte Université.
[23] Silberztein. Max(1993), Dictionnaire électronique et analyse automatique de textes , le Système INTEX . Edition MASSON.

السيرة الذاتية

أ/د.عزالذين غازي

- أستاذ وباحث بكلية الآداب، جامعة القاضي عياض/ مراكش في اللسانيات الحاسوبية ومعالجة اللغات الطبيعية؛
- له أعمال مشتركة وأبحاث ودراسات ومقالات ومساهمات منشورة في مجلات دولية محكمة في الترجمة الآلية والهندسة اللسانية واللسانيات العامة والمعالجة الآلية للغات؛
- شارك في تحكيم العديد من المقالات العلمية في مجلات عربية ودولية محكمة ومفهرسة ورقية وإلكترونية في الترجمة واللسانيات العامة والحاسوبية والعلوم المعرفية والمنطق والهندسة المعلوماتية والمعجميات وتحليل الرأي والخطاب؛
- شارك في العديد من المؤتمرات والندوات والأيام الدراسية والورشات وطنيا ودوليا؛
- عضو في مختبرات وجمعيات بحثية وطنية ودولية،مثل جمعيتي: ATALA ونوج NooJ بفرنسا)؛ وعضو مؤسس للجمعية المغربية لهندسة اللغة العربية والوكالة الدولية لهندسة اللغات الطبيعية بالمغرب.

A KBS Approach of Morpho-Phonological Representation for the Arabic Weak Verbs

Azeddine Rhazi
Faculty of Arts and Humanities, Cady Ayyad University-Marrakech
a.rhazi@uca.ma

Abstract*: This paper deals with the Knowledge Base System and has two folds: to model the representation of the Arabic morphological verb information, and to let users achieve inquiry systems by generaring morpho-phonoological analysis of the Arabic weak verb « almu'tal », through various rules implemented in the system using the Natural Language Processing strategy; and Linguistic Analysis Platforms. The Knowledge Base System allows users investigations to define the questions and to find the right answers deduced by the system, regarding to various purposes and applications such as verb conjugation; learning; translation, speech processing, and grammar checking, ..This is a work in progress and the overall goal will focus on the morpho-phonological changes as knowledge represention using Finite State Automata archetecture on one hand and; concequently; explores PROLOG algorithms to enhence the inteface system by solving enquary problems and resuling answers facing to the variable verb form on the other hand .*

Keywords: ***Knowledge Base; Arabic Weak Verb; NLP; PROLOG; Finite State Automata.***