اللسانيات الحاسوبية للتصريف الآلي للفعل الثلاثي الصحيح

عمر الكوسا* – زياد الحج **

الملخص

يهدف هذا العمل إلى إنشاء برنامج يعمل على التصريف الآليّ للفعل الثلاثيّ الصحيح، وهو جزء من سلسلة أبحاث متتالية تُعنى بالتصريف الآلي لأفعال اللغة العربية الثلاثية والرباعية والخماسية، الصحيحة والمعتلّة، المجرّدة والمزيدة. سيستفيد من البرنامج متعلموا اللغة العربية، ولاحقاً سيستثمر في مجال المعالجة الآلية للغة العربية وتحديداً في التعرّف الآلي على الأفعال داخل النصوص واستخراج المعلومات الصرفية عنها، ما سيشكل رافداً للتطبيقات التي تُعنى بالتحليل الدلالي للنصوص. الدافع لهذا العمل ليس ندرة التطبيقات التي تُعنى بالتصريف الآلي، لكن لافتقارها إلى الدّقة في النتائج، وسبب ذلك يعود الى اعتماد تلك التطبيقات على الكلمات المنسوخة حرفياً بالحروف اللاتينية عوضاً عن الحروف العربية إلى جانب قواعد بيانات مدمجة فيها، مثل برنامج (Reverso Conjugation) أو على نماذج محدّدة مسبقاً وتُقاس على أساسها باقي الأفعال المراد تصريفها كبرنامج اللّامي ، أو على قواعد تصريف معيّنة مع إهمال قواعد أخرى مثل برنامج قطرب ، وبرنامج (Acon Arabic Conjugator) ، الأمر الذي يجعل النتائج غير دقيقة في حال أدخلنا أفعالاً جديدة لم يرد وصفها في تلك البيانات. أمّا مقاربتنا للإشكالية فتعتمد على أحرف الأفعال لتحديد أوزانها الصرفية ثم تصريفها، فقد ابتكرنا خوارزميات لسانية حاسوبية تنطلق من أحرف الأفعال وأوزانها وأقسامها لتصريفها في صيغ الماضي والمضارع

*الجامعة اللبنانية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، كلية التربية، omar.koussa@ul.edu.lb

**الجامعة اللبنانية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، كلية التربية، ziad.elhajj@ul.edu.lb

والأمر، وذلك من دون اللجوء إلى قواعد البيانات للأفعال، وهذه الميزة ترقى بالبرنامج وتساعده على مواجهة التحديات والصعوبات التي تعترض العاملين في مجال الحوسبة اللغوية في مجال اللغة العربية بالتصريف الآلي. استخدمنا لغة البرمجة (C#.net) الموجودة ضمن برنامج (Visual Studio).

ولمّا كان الفعل الثلاثي صاحب الرتبة مِن حيث تَصدّره في تآليف العلماء، والمنهج المُتَّبَع عندهم هو البدء بالصحيح قبل المعتلِّ، وبالمجرّد قبل المزيد، ولمّا كانت طبيعة البحث تقتضي تجزئة العمل ليناسب قواعد النشر في المجلّات المعتبَرة، رأينا تقسيم هذا العمل البحثي إلى مراحل، وأن تكون المرحلة الأولى مع الثلاثي الصحيح – المجرد.

الكلمات المفاتيح: التصريف الآلي، الفعل الثلاثي الصحيح، اللسانيات الحاسوبية، الخوارزميات، البرنامج، تصريف الأفعال، قواعد التصريف، أقسام الأفعال.

مقدمة

إنّ أهمية البرنامج بالنسبة إلى المتعلّمين تتمثل في أنّه يحاكي التفكير البشري الصحيح لتصريف الأفعال الثلاثية الصحيحة، مما يسهّل على المعلّمين تبيان أهمية تطبيق القواعد السليمة للتصريف التي إن اعتُمِدت، ستأتي النتائج إيجابية، وإن أُهملت، ستكون سلبية. لا تقتصر أهمية البرنامج على العملية التعليمية فقط، بل على فهم النصوص الذي يعتمد بدرجة كبيرة على الأفعال ومتلازماتها، مما يضعنا أمام حاجة مُلِحّة لإنشاء برنامج حاسوبي قادر على التصريف الآلي للأفعال واستخراجها آلياً، وهكذا كانت الانطلاقة مع الفعل الثلاثي الصحيح. وبتصريف الفعل آلياً نستطيع أن نعثر عليه آلياً في النصوص مهما تعدّدت صيغه. وبذلك نكون قد خطونا خطوة مهمّة نحو تطوير اللغة العربية حاسوبياً. وساهمنا في جعل نتائج البحث للدارسين أكثر دقة، وفي مساعدتهم على فهم النصوص وتلخيصها إن شاء الله تعالى.

1. الأعمال السابقة

هذا العمل جديد في مجاله ليس بعملية التصريف، بل باستخدام اللسانيات الحاسوبية والخوارزميات التي ابتكرناها لإتمام تلك العملية على أفضل وجه، وقد تقدمنا بالحديث عن الأعمال السابقة في هذا المجال، وسنتحدث عن:

- برنامج قطرب (طه زروقي وفريق من المبرمجين، استخرج من الموقع في ٢٠٢٠/١٢/١٢ م)

وهو برنامج قيّم إلا أنّ نتائجه عرضة للخطأ بنسبة لا بأس بها، فهو لم يراع مسألة الجذر أو الصيغ، بل اكتفى بإدخال قواعد بسيطة مثل قاعدة أنّ المعتل الأجوف بحرف العلة "الألف" تُقلَب عينه عند التصريف "واواً". ولو استعمل المضارع واستنبط منه الجذر أو صيغة الفعل لكانت النتائج أفضل.

- برنامج نظام الاشتقاق والتصريف في اللغة العربية (وائل عبيد وآخرون، استخرج من الموقع في ٢٠٢١/١/٤ م)[١]

يعمل على توليد الأفعال والأسماء المشتقة والمصادر، وتصريفها، انطلاقًا من جذورها الثلاثية أو الرباعية، واعتمادًا على قوانين النّحو والصّرف وعلى المعجم الحاسوبي لهذا النظام، وعلى قواعد معطياتٍ خاصة، وهو مفتوح المصدر. والبرنامج يعتمد على قواعد البيانات لتصريف الأفعال (يراجع مزايا نظام الاشتقاق والتصريف)، وهو بذلك لا يرتبط بعملنا القائم على التحليل والتصريف الآلي للفعل. ولكنه قادر على توليد جميع الأسماء المشتقة، والمصادر القياسية (للأفعال الثلاثية المزيدة، والأفعال الرباعية) اعتمادًا على قواعد الاشتقاق لا على قواعد المعطيات.

- نظام تصريف الأفعال في اللغة العربية (الجيهاد، ٢٠١٣ م)

يعتمد هذا المصرّف على الجذع كدخلة لتصريفه عوض الجذر، وقد بُني على خوارزميات أو قواعد تعمل على تصريف الأفعال، وقد صيغت هذه القواعد على شكل معادلات؛ طرفها الأيسر الفعل، وطرفها الأيمن سلسلة من الحروف والحركات التي يتولد منها هذا الفعل. على سبيل المثال فإن تصريف الأفعال الثلاثية المعلومة في صيغة

$$\mathbf{Verbe(i) = R1 + \acute{o}- + R2 + A(n) + R3 + B(i) + C(i)}$$

الماضي مسندة إلى جميع الضمائر يكون على الشكل التالي (الجيهاد، ٢٠١٣ م):

[١] ولم يصدر حتى تاريخ اطلاعنا على صفحة البرنامج (٢٠٢١\١\١٤) أي إصدار آخر.

فالطرف الأيسر [(ا)VERBE] هو الفعل الماضي، والطرف الأيمن هو اجتماع الحروف والحركات الآتية (على الترتيب): الحرف الأول للجذر، ثم فتحة، ثم الحرف الثاني للجذر، ثم حركة عين الفعل (فتحة أو ضمة أو كسرة تبعاً للباب التصريفي للفعل)، ثم الحرف الثالث للجذر، ثم حركة الحرف الأخير للفعل (سكون أو فتحة أو ضمة، تبعاً للضمير المسند إليه)، ثم ضمير الرفع المتصل. واعتمد على قواعد أخرى للمضارع والأمر (الجيهاد، ٢٠١٣ م). ولكنّ هذا العمل يعتمد على قواعد بيانات للقيام بعملية تصريف الفعل، فهو يحتوي على قاعدة بيانات تضمّ جذوع الأفعال، وهو بذلك لا يستنبطها آلياً، بل يُلزم المستخدم بإدخالها (الجيهاد، ٢٠١٣ م)، ومنها يحدّد إلى أيّ فئة ينتمي الفعل ليعمل لاحقاً على تصريفه.

وبالخلاصة فإنّ هذه الأعمال عظيمة وذات فائدة كبيرة في مجال تصريف الأفعال خدمة لمتعلّمي اللغة العربية، وتدلّ على حرص فئة من المبرمجين وعملهم الدؤوب على إدخال التكنولوجيا في مجال اللغة العربية لتسهيل تعلّمها، مما يساهم في تطوير عملية التعلّم عبر استخدام التكنولوجيا، ومساعدة العاملين في اللغة العربية سواء كانوا معلِّمين أو متعلّمين على التعامل معها بكل سهولة وأريحيّة وتوفّر لهم الجهد والوقت لاستخلاص ما يحتاجونه. وما نحن إلا لبِنة من تلك اللبنات نستفيد ممن قَبْلنا، ونحاول أن نستدرِك ما فاتهم، أو نطوّر ما أبدعوه، حتى نساهم في عملية حوسبة اللغة العربية التي هي أعظم اللغات وأجلّها، ويكفيها شرَفاً أنّها لغة القرآن الكريم.

2. منهجية العمل

قسّمنا العمل في التطبيق إلى مرحلتين أساسيتين، وهما على النحو التالي:

- الأولى: تحديد صيغة تصريف الفعل
- الثانية: تصريف الفعل

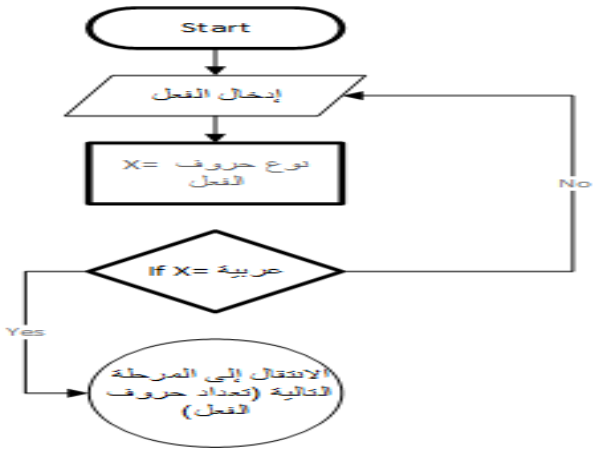
2.1 المرحلة الأولى: تحديد صيغة التصريف

أنشأنا خوارزمية تعمل على تفكيك الفعل والتحديد الآلي لما يلي:

- إن كان كلمة مكتوبة باللغة العربية.
- طوله (إن كان ثلاثة أحرف).

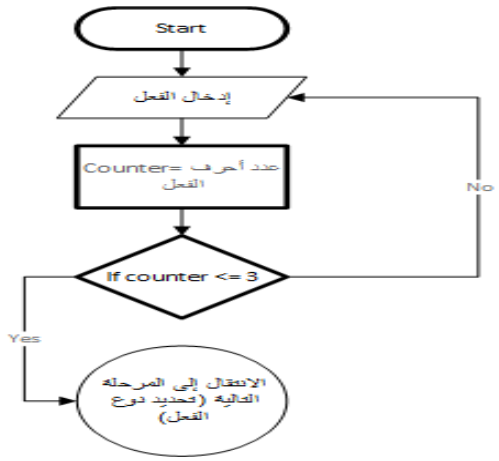
- نوعه إن كان:
  - سالماً
  - مهموزاً
  - مضعّفاً

فالخطوة الأولى إذاً هي التحديد الآلي للفعل المكتوب إن كانت حروفه كلها باللغة العربية، وإلا سيطلب البرنامج من المستخدم إدخال كلمة عربية؛ ولا يقوم بالتنفيذ إلا إذا تحقق هذا الشرط. الصورة البيانية التالية تحدد طريقة



عمل الخوارزمية:

الخطوة الثانية هي لتحديد طول الفعل بتعداد أحرفه آلياً. إذا كانت[١] حروف الفعل الذي تم ادخاله يتجاوز عددها الثلاثة أحرف، حينئذ يطلب البرنامج من المستخدم أن يُدخِل فعلاً ثلاثياً صحيحاً. وتوضح الصورة البيانية التالية الخطوة الثانية من خوارزمية التطبيق:

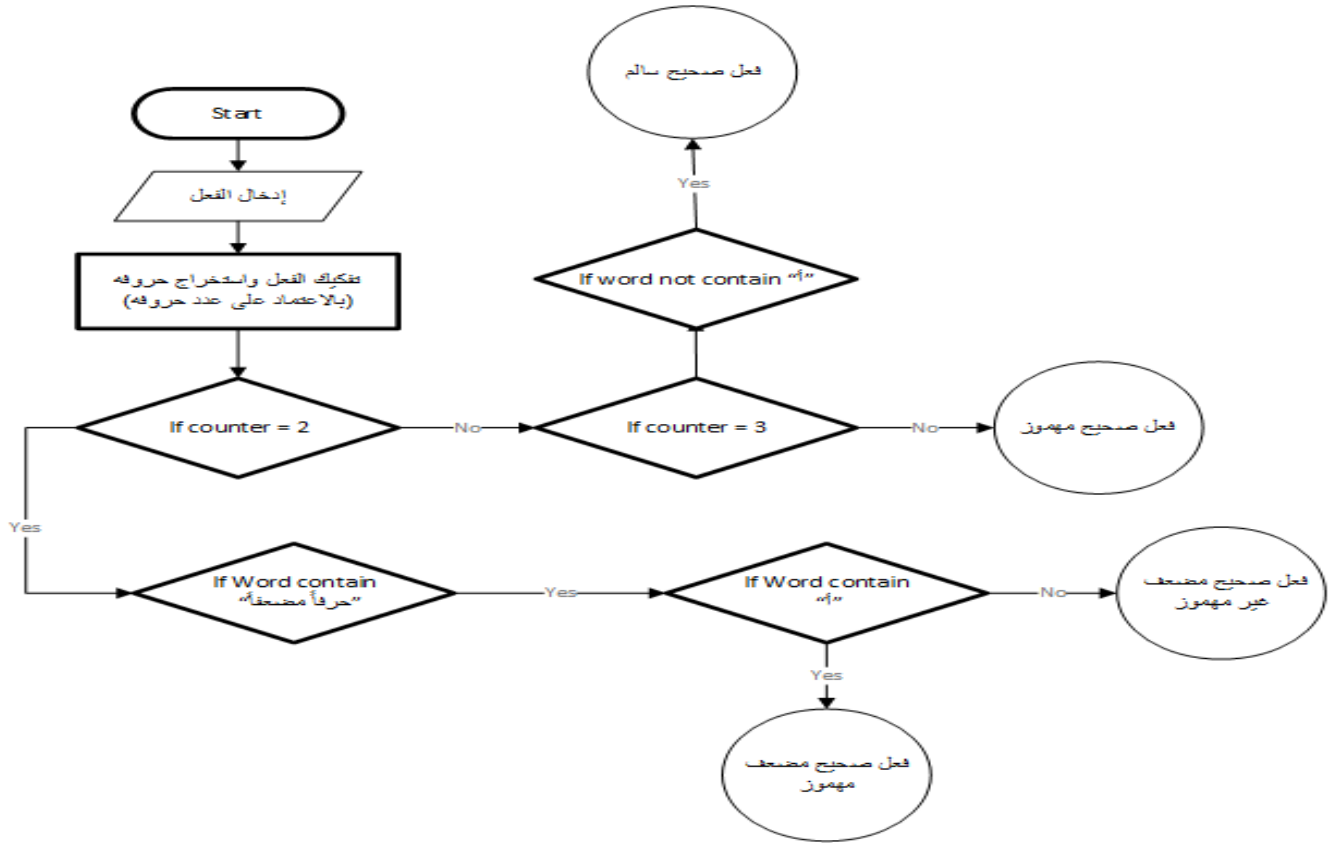


وأما الخطوة الأخيرة فتتمثل بالتحديد الآلي لنوع الفعل إن كان صحيحاً؛ سالماً، مهموزاً أو مُضَعَّفاً.

[١] وهذه المرحلة مهمة لتحديد الفعل إن كان ثلاثياً أو رباعياً أو ...، وما هذا البحث إلا جزء من عمل متكامل يعمل على تصريف جميع الأفعال مع أمور تتعلق بفهم النصوص من خلال الأفعال ومتلازماتها.

فيما يلي نعرض كيف تتم عملية التحديد الآلي لنوع الفعل الثلاثي الصحيح:

بما أنّ الفعل الثلاثي الصحيح ينقسم إلى ثلاثة أقسام: السالم، المهموز والمضعّف [(عنتر، ١٤٠٩ هـ، ص ١٦٤ – ١٧٢) وينظر أيضاً (مصطفى الغلاييني، ١٩٩٣ م، ٢٢٦/١)]، فإن هذه المرحلة تعتمد على تفكيك الفعل وفحص حروفه، فإن خلَت حروفه الأصلية من الهمزة والتضعيف فهو فعل (صحيح سالم)، وإن كانت الهمزة أحد حروفه الأصلية فهو حينها يكون مهموزاً، أمّا إن كان أحد حروفه الأصلية مشدداً فهو حينئذ يكون مضعّفاً، وربما يجمع بين الهمز والتضعيف فيكون مهموزاً مضعّفاً .[١]



[١] وسنعالج جميع هذه الحالات في هذا البحث إن شاء الله تعالى.

2.2 المرحلة الثانية: تصريف الفعل الثلاثي الصحيح

إنّ تصريف الفعل الثلاثي الصحيح آلياً يعتمد على نوعه، فكل نوع له قواعده [(عنتر، ١٤٠٩ هـ، ص ١٦٤ – ١٧٢) وينظر أيضاً (مصطفى الغلاييني، ١٩٩٣ م، ٢٢٦/١)]؛ وقد أنشأنا خوارزمية تتعامل مع كل نوع بما يناسبه، ولكنها في البداية تقوم على ربط كل حرف من الفعل بالأحرف الخاصة بوزن الفعل الثلاثي الصحيح (الحملاوي، بدون تاريخ، ص ١٤) وهو (فعل) ، لتعمل بعد ذلك على تصريفه.

2.2.1 أهمية عملية الربط

أهمية هذه العملية تأتي لتحديد تغيّر شكل الفعل عند تصريفه، وهذا التغيّر مرتبط بتحديد المهموز من حروف الفعل أو المضعّف منها، لضمان نجاح عملية التصريف. وسنقوم بدراسة شاملة لجميع أحوال الفعل مع الخوارزمية المعتمَدة لكل حالة إن شاء الله تعالى.

2.2.2 الفعل الصحيح السالم

إنّ المشكلة في تصريف الفعل الصحيح السالم آلياً تتمثل بزيادة أحرف ليست من أصله، في أوّله (سوابق)، أو في آخره (لواحق)، أو في الاثنين معاً، أو أن لا يضاف إليه شيء، وهذه الزيادة مرتبطة بالضّمائر المتّصلة بالفعل. والسوابق هي: همزة القطع "أ" أو همزة الوصل "ا" أو "ت" أو "ن" أو "ي"، أما اللواحق فهي: "م" أو "ما" أو "ن" أو "ان" أو "ي" أو "ين" أو "ون" أو "وا" أو الألف "ا". ويعتمد حلّ هذه المشكلة على تحديد الضمائر التي قبل الفعل

[١] وسنسمي عملية ربط أحرف الجذر بأحرف الوزن باسم "عملية الربط"، وذلك لتكرارها في البحث، وقد آثرنا عدم إظهار بعض الحقول الموجودة في الصورة أعلاه واكتفينا بعملها في خلفية البرنامج وذلك لعدم حاجة المستخدم إليها.

[٢] هذه الزيادة للأحرف أو ما يسمى بالسوابق واللواحق ترتبط بنوع الضمائر المتصلة بالفعل، وهي ليست خاصة بالفعل الصحيح بل هي للمعتل كذلك، لذلك لن نكرر ذكرها في النصوص، ولكنها ستكون موجودة في النتائج، والهدف من ذلك عدم تكرار الجملة.

لمعرفة هل هو بحاجة إلى لواصق (سوابق أو لواحق). والخوارزمية التي أنشأناها لحلّ هذه المشكلة هي أن يُصرّف الفعل على أحد النماذج التالية:

الضمير المنفصل + الفعل الصحيح السالم، مثال: هو سمع.

الضمير المنفصل + (سوابق + الفعل الصحيح السالم)، مثال: هي تسمع.

الضمير المنفصل + (سوابق + الفعل الصحيح السالم + لواحق)، مثال: هم يسمعون.

الضمير المنفصل + (الفعل الصحيح السالم + لواحق)، مثال: نحن سمعنا.

2.2.3 الفعل الصحيح المهموز "الفاء"

إنّ رسمَ الفعل الصحيح المهموز يتغير في حالة الأمر فإما أن يبتدئ ب "ائ" أو "اؤ"، وفي هذه الحالة تعتمد الخوارزمية على الطلب من المستخدم تحديد حركة عين الفعل؛ فإن كانت حركة عين الفعل "الكسرة" أو "الفتحة" فإنّ "فاء" الفعل ستتحول إلى "ائ"، وإن كانت حركة عين الفعل "الضمة" فإنّ "فاء" الفعل ستنقلب إلى "اؤ"، وهناك حالات معدودة تحذف فيها "الفاء" في الأمر، وهي (أكل، أخذ، أمر). وتتشابه باقي التصاريف للحالات الثلاث، مع الإشارة إلى أن "الفاء" تتحول إلى "آ" في بعض الصيغ، وهذه الحالة إلى جانب اللواصق التي سبق حلّها في "الفعل الصحيح السالم" تعتمد على الضمائر المتصلة بها. وتكون الخوارزمية على النحو التالي:

الحالة الأولى: إن لم يكن الفعل أحد هذه الأفعال (أكل، أخذ، أمر)، فإن البرنامج سيطلب من المستخدم إدخال حركة عين الفعل؛ فإن كان الفعل:

فعَل أو فعِل ← يُحوّل البرنامج آلياً فاء الفعل في الأمر إلى "ائ". مثال: أنِس ← ائنس

فعُل ← يُحوّل البرنامج آلياً فاء الفعل في الأمر إلى "اؤ". مثال: أصُل ← اؤصل

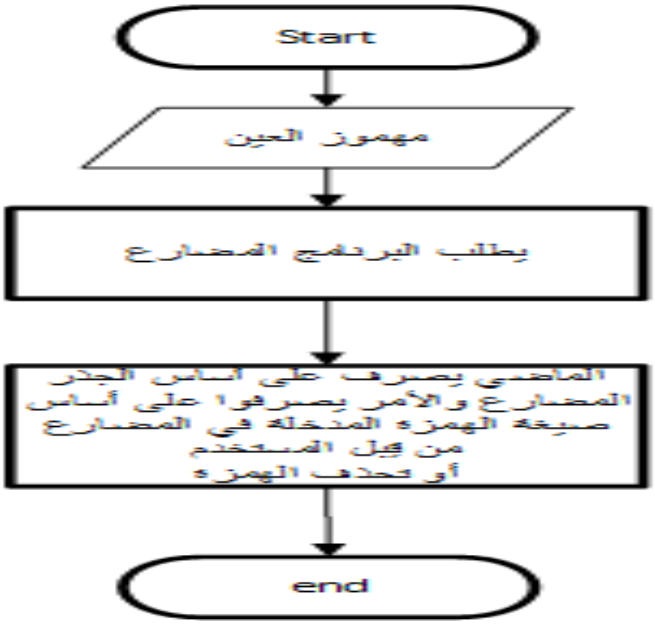
---

[١] ويرتبط بناء الفعل الثلاثي الصحيح المجرّد (وغيره من الأفعال والأسماء) ببعض اللواصق التصريفية (سوابق ولواحق) ليشكّلا معاً وحدةً أو "هيكلا واحداً صامتياً" (فليش، ١٩٦٦، ص ١٨٩)، وهذه اللواصق تؤدي بعض الوظائف الصرفية (شوملي، ١٩٨٢، ص ١٢٣)، والدلالية في الأفعال، وليس لها علاقة بالمعنى المعجمي للفعل؛ ولكنّ رسمَ الفعل يتغير، وهذا التغير مرتبط بالضمائر المتّصلة به

الحالة الثانية: إن كان الفعل أحد الأفعال المستثناة في المرحلة الأولى، فإن البرنامج سيحذف آلياً "فاء" الفعل في الأمر. مثال: أكل ← كُل

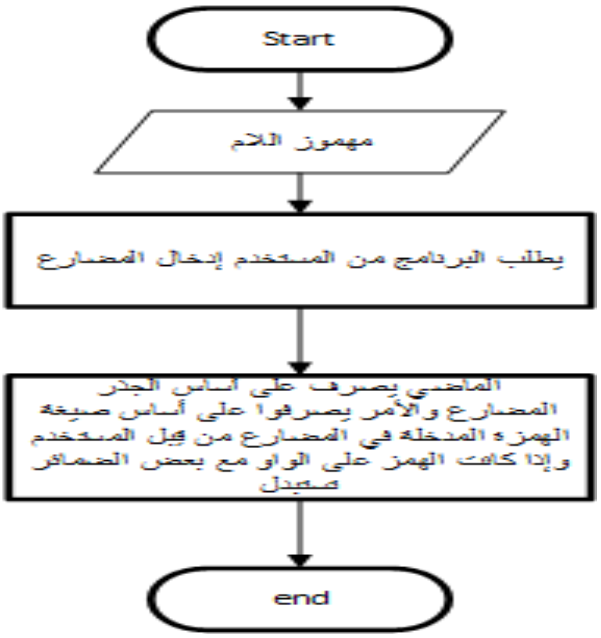
2.2.4 الفعل الصحيح المهموز العين

في هذه الحالة من الممكن أن تتحول "الألف" إلى كرسي الياء أو العكس في المضارع، ولذلك لا بدّ للبرنامج أن يطلب من المستخدم كتابة المضارع من الفعل في الحقل المخصَّص له؛ ويصرّف الفعل في الماضي على صيغة الجذر بالنسبة للألف، وفي باقي التصاريف يكتب البرنامج "الألف" على صيغة المضارع المُدخَلة من قِبَل المستخدم وربما أيضاً تُحذف الألف، مع مراعاة اللواصق أيضاً. والخوارزمية تعمل على الشكل التالي:



2.2.5 الفعل الصحيح المهموز اللام

في هذه الحالة أيضاً من الممكن أن تتحول "الألف" إلى كرسي الياء أو العكس في المضارع، ولذلك لا بدّ للبرنامج أن يطلب من المستخدم كتابة المضارع من الفعل في الحقل المخصَّص له؛ ويصرّف الفعل في الماضي على صيغة الجذر بالنسبة للألف، وفي باقي التصاريف يكتب البرنامج "الألف" على صيغة المضارع المُدخَلة من قِبَل المستخدم. وإن كانت الهمزة على "الواو" فإن التغيير الوحيد سيكون في صيغتي المضارع والأمر مع ضمير "أنتِ" فإن "الواو" في هذه الحالة ستتحول إلى "كرسي الياء". وفي حال التثنية ستنقلب "الهمزة" إلى "آ".

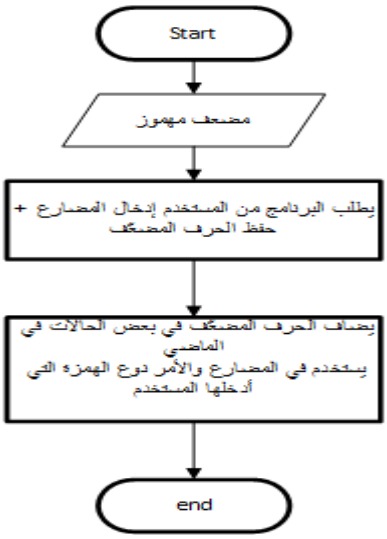


2.2.6 الفعل الصحيح المضعَّف

إنّ الصحيح المضعّف إما أن يكون مهموز "الفاء" أو لا. ولذلك أنشأنا خوارزمية تراعي كلتا الحالتين. وإلى جانب ذلك تستنتج الخوارزمية آلياً الحرف المضعّف وتحفظه لِتُعِيد استخدامه عندما تدعو الحاجة.

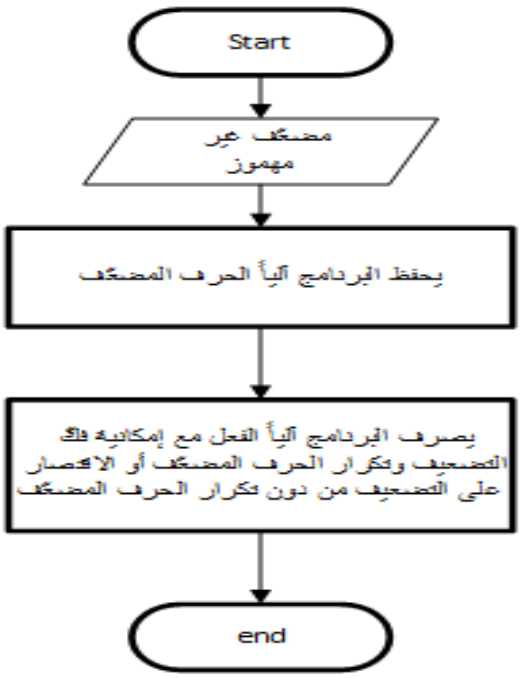
2.2.6.1 المضعّف المهموز

في هذه الحالة سيطلب البرنامج من المستخدم كتابة مضارع الفعل في الحقل المخصّص له، لاستنتاج التصريف؛ فإما أن تنقلب ألفه إلى "ؤ" أو "ئ" في المضارع، أمّا في الأمر فتتحول ألِفه إلى "أُ" أو "إِ"، مع مراعاة فكّ الإدغام أو تركه بحسب الضمير المسنَدِ إليه، مع عدم إهمال اللواصق أيضاً.



2.2.6.2 المضعّف غير المهموز

أمّا إن لم يكن مهموزاً، فإن البرنامج سيستخدم تقنية فكّ تضعيف الحرف في المكان المناسب، أو يبقيه على التضعيف حسبما تقتضي حاجة التصريف.



3. التجربة ومناقشة النتائج

لاختبار البرنامج ودقة النتائج عملنا على عيّنة من ٢٠٠ فعل تم اختيارها عشوائياً من كتاب (معجم تصريف الأفعال)[١] ثم قارنّا النتائج التي حصلنا عليها مع النتائج من التطبيقات الأخرى مثل قطرب و(reverso)، واللآمي، وبرنامج (Acon Arabic Conjugator). نضع بين يدي القارئ الجدول التالي الذي يضمّ بعض الأفعال التي اتّسمت نتائجها بالسلبية في بعض البرامج.

الفعل	قطرب	اللآمي	Rverso	Acon	برنامجنا
أطّ	أخطأ	لم يجده	لم يجده	أخطأ	أصاب
أزّ	أخطأ في الأمر	أصاب	أصاب	أصاب	أصاب
لؤم	أصاب	أخطأ	أصاب	أصاب	أصاب
رأب	أصاب	أصاب	لم يجده	أخطأ	أصاب
صدأ	أصاب	أخطأ	أصاب	أخطأ	أصاب
رزأ	أصاب	لم يجده	لم يجده	أخطأ	أصاب
أبّ	أخطأ	أصاب	أصاب	أصاب	أصاب
بؤس	أصاب	أخطأ	أصاب	أصاب	أصاب
بنّ	أصاب	لم يجده	أخطأ	أصاب	أصاب
ذأب	أصاب	أصاب	لم يجده	أخطأ	أصاب
ذؤب	أصاب	لم يجده	لم يجده	أصاب	أصاب

وسنذكر هنا بعض مشاكل كل برنامج وأسبابها:

- برنامج قطرب أخطأ في بعض النتائج وخاصة مع المهموز والمضعّف، كما يبدو في تصاريف الأفعال التالية (أطّ، أزّ، أبّ)، وذلك بسبب عدم مراعاته لجميع لقواعد المهموز والمضعف.
- برنامج (reverso) لم يتعرّف على بعض الأفعال لعدم وجودها في قاعدة البيانات عنده، كالأفعال التالية (أطّ، رأب، رزأ، ذأب، ذؤب)، وأفعالٌ اعتبرها أفعالاً أخرى مثل (بنّ) لعدم قدرة المصرّف على التعرّف على الكلمات بعد قلب حروفها إلى أحرف لاتينية (بحسب خوارزميتهم).
- برنامج (Acon Arabic Conjugator) أخطأ في تصاريف بعض الأفعال المهموزة والمضعّفة، مثل (أطّ، رأب، صدأ، رزأ، ذأب)، وذلك بسبب التحليل الخاطئ لجذرها.

[١] من تأليف أنطوان الدحداح وراجعه د. جورج متري عبد المسيح، مكتبة لبنان، ١٩٩٥ م.

- برنامج اللآمي لم يستطع العثور على بعض الأفعال لعدم توفّرها في القاموس الخاص به أو أخطأ في تصريفها، مثل الأفعال(أطّ، لؤم، صدأ، رزأ، بؤس، بنّ، ذؤب) وذلك لاعتماده على ملفّات وقاعدة بيانات خاصّة.

في برنامجنا النتائج السلبية _ إن وُجِدَت فهي _ مرتبطة بإدخال المستخدم لمعلوماتٍ خاطئة؛ كأن يُدخِل حركة عين الفعل بصورة خاطئة حينما يطلبها البرنامج منه، أو أن يكتب المضارع بصيغة خاطئة، وهذا أمر طبيعي وهو دليل على أنّ البرنامج يحاكي العقل البشري في التصريف ويستعمل القواعد الصرفية الصحيحة، ومن هنا نستطيع أن نقول بأنّ استعمالنا لقواعد تصريف الأفعال العربية باللسانيات الحاسوبية، آتى ثماره المرجوّة، والنتائج الخاصة ببرنامجنا التي سنراها لاحقاً في الجدول أدناه، هي مرتبطة بإدخال القواعد السليمة لإتمام عملية التصريف، وفيما يلي عيّنة بسيطة من الأفعال التي جربناها على برنامجنا والبرامج المذكورة أعلاه.

فكما نرى من الجدول السابق أنّ نتائج المعالجة الآلية للتصريف كانت مشجّعة لنا لنعمل تباعاً على استخدام قواعد التصريف في المعالجة الآلية للغة واستثمار اللسانيات الحاسوبية في هذا الميدان، وقد قاربنا على الانتهاء من تصريف الأفعال الثلاثية المعتلّة والمزيدة (وبمقارنة نتائج برنامج قطرب بالنسبة للأفعال الثلاثية المعتلة أتت العديد من النتائج السلبية، وسنأتي على ذكرها في بحثنا القادم إن شاء الله تعالى مع ذكر سببها)، وسنعمل بعدها على تصريف الأفعال العربية الرباعية وغيرها ليتكون لدينا برنامج شامل يعمل على تصريف جميع الأفعال بكل الصيغ، مما يساعد المتعلمين والمعلمين في ميدان اللغة العربية على تصريف الأفعال بالسرعة المطلوبة، وهذا البحث هو خطوة أولى من خطوات تسخير اللسانيات الحاسوبية في خدمة تصريف الأفعال بشتّى أنواعها في اللغة العربية، وهو يساهم مستقبلاً في معالجة النصوص العربية ومحاولة فهمها من خلال التعرّف على الأفعال ومتلازماتها في النصوص – وهذا ما سنعمل عليه بعد الانتهاء من نشر ما تبقّى من تصريفات الأفعال باللسانيات الحاسوبية –، وبالتالي هو يصبّ في خانة نشر اللغة العربية وتطويرها حاسوبياً، وكما ذكرنا من قبل بأنّ فهم النصوص يحتاج إلى التعرّف على الأفعال بجميع صيغها ومتلازماتها، وكلما زادت دقّة البرنامج بالتّعرف على الأفعال كلّما ارتفعت نسبة الفهم الآلي للنصوص، ممّا يجعل الحاجة ملّحة للاستمرار في تطوير هذا الميدان وعدم الاكتفاء بما سبق

من أعمال، إذ إن إهمال جانب التطوير في ميدان ما من ميادين العلوم يصيبه بالضعف، وربما بمرحلة ما بالشلل، وعدَم الاكتراث به، ونحن نرجو أن نكون مساهمين في تطوير اللغة العربية باستخدام التقنيات الحديثة ونُدرِك من سبقونا في هذا الميدان من أصحاب اللغات الأخرى.

المراجع العربية

- الحملاوي، أحمد بن محمد (لا تاريخ). **شذا العرف في فن الصرف**. تحقيق: نصر الله عبد الرحمن نصر الله. الرياض: مكتبة الرشد. عدد الأجزاء: ١
- الدحداح، أنطوان (١٩٩٥ م)، **معجم تصريف الأفعال**، مكتبة لبنان، الطبعة الثانية.
- شوملي، قسطندي (١٩٨٢ م). **مدخل إلى عِلم اللغة الحديث**. القدس: جمعية الدراسات العربية. الطبعة الأولى.
- عنتر، عبد الحميد (١٤٠٩ هـ). **تصريف الأفعال ومقدمة الصرف**. المدينة المنورة: مطابع الجامعة الإسلامية. الطبعة الثانية.
- الغلاييني، مصطفى بن محمد سليم (١٩٩٣ م). **جامع الدروس العربية**. صيدا – بيروت: المكتبة العصرية. الطبعة: الثامنة والعشرون.
- فليش، هنري (١٩٦٦ م). **العربية الفصحى نحو بناء لغوي جديد**. تعريب وتحقيق: عبد الصبور شاهين. بيروت: المطبعة الكاثوليكية. الطبعة الأولى.
- *الجيهاد*، عبد الحميد (٢٠١٣ م). **مجلة RIST**. مج. ٢٠. ع. ٢. ص. ٢٧–٤٨.

المراجع الأجنبية

- Mirad Abdelaziz and Bensaou Nacéra, **Al–Lamy An Automatic Conjugation System of Arabic Verbs**, 2015
- Baykal, Erol (2021, February 10 - 17:30). Online Arabic learning tool ACON. Retrieved from http://acon.baykal.be/
- Zrouki, Taha (2020, December 12 - 17:00). Qutrub. Retrieved from http://qutrub.arabeyes.org/
- Obaid, Wael and others (2021, January 1 – 14:30). Arabic Morphology System. Retrieved from https://ossl.alecso.org/affich_oso_details.php?id=55
- Reverso (2021, February 11 - 18:00). Reverso Conjugation. Retrieved from https://tasrif.reverso.net