Computational Linguistics: Functions and Constraints in Active Participle Derivation

Abdelhamid BOUZIT

Faculty of Letters and Human Sciences
Chouaib Doukkali University
El Jadida - Morocco

Science Step Journal / SSJ

June 2024/Volume 2 - Issue 5

DOI: 10.6084/m9.figshare.26341717

To cite this article: ELGHOUZE, N. (2024, June). The Moroccan Educational Curriculum and the Media: The Question of Values. Science Step Journal II (5),109 -129. ISSN: 3009-500X.

Abstract

This paper investigates the derivation of the active participle from trilateral verbs in Arabic, focusing on the challenge of generalizing the rule used by philologists. We aim to establish a unified approach for deriving active participles from all trilateral verbs, disregarding specific verb aspects. This generalization significantly influences the advancement of computational dictionaries by simplifying lexical processing in natural language tools.

Furthermore, we introduce exclusion constraints for input verbs to refine our computational model's accuracy. These constraints filter out irregularities that do not conform to the generalized rule, thereby enhancing the reliability of linguistic analyses. Additionally, we propose creating a derivative dictionary that integrates lexical semantics and morphophonological features extracted from input verbs. This derivative dictionary serves as a practical implementation of our theoretical framework, facilitating more precise lexical retrieval and computational analyses within Arabic linguistics.

Keywords:

Derivation, Lexical aspect, Constraints, Active Participle, Feature, Computational, Adjective.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

اللسانيات الحاسوبية: قيود الدالات في الاشتقاق الآلي لاسم الفاعل

عبد الحميد بوزيت[1]

كلية الآداب والعلوم الانسانية،
جامعة شعيب الدكالي
الجديدة، المغرب

ملخص:

نهدف في هذه الورقة إلى مقاربة موضوع اشتقاق اسم الفاعل من الفعل الثلاثي، بمعالجة إشكالية مرتبطة بتعميم النحاة القدماء قاعدة اشتقاقه على كلّ الأفعال الثلاثية، دون الالتفات إلى جهتها المعجمية، وهي الإشكالية التي تظهر آثارها في بناء المعاجم التصريفية الإلكترونية، ونقترح قيودا إقصائية على الدخل[الفعل] في إطاري النظرية الأمثلية ونظرية الجهة المعجمية، كما نقدّم تصورنا لمعجم صرفي للاشتقاق مؤسس على التصنيف وفق الجهة المعجمية والخصائص الصرف صواتية للمدخلات، ومبرمج بواسطة لغة البايثون.

كلمات مفتاحية:

الاشتقاق، الجهة المعجمية، القيود، اسم الفاعل، الصّفة المشبّهة، السمة، الحوسبة.

[1] طالب باحث في سلك الدكتوراه

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

تمهيد:

تعدّ بنية الفعل أساس توليد بنيات لغوية جديدة في العربية، ذلك لأنّها مصدر اشتقاق العديد من المقولات اللغوية منها: اسم الفاعل، لذلك سنحاول من خلال هذه الورقة اقتراح قيود أمثلية على الدخل في دالة التوليد الأمثلية لحلّ مشكلة مرتبطة بتعميم النحاة القدماء قاعدة اشتقاق اسم الفاعل على الأفعال الثلاثية كلّها، دون مراعاة خصائصها الجهية وسماتها الدلالية، وهي القاعدة التي تستند إليها العديد من المعاجم التصريفية الإلكترونية، مما يجعلها تقدّم للمتصفّح بنيات اشتقاقية غير أمثلية.

1. الإشكالية:

وضع النحاة العرب القدماء قاعدة نحوية تخصّ اشتقاق اسم الفاعل من الفعلين الثلاثي وغير الثلاثي تتمثل في صياغة اسم الفاعل من الفعل الثلاثي على وزن [فاعل]، وإبدال ياء المضارعة ميما مضمومة وكسر ما قبل الآخر في غير الثلاثي، وتظهر هذه القاعدة في تعريفاتهم لاسم الفاعل، فابن الناظم في شرحه لألفية ابن مالك يرى أنّ الصّفة إما أن تكون سماعية أو قياسية، واسم الفاعل عنده من الصّفات يجيئ على وزن فاعل من الفعل الثلاثي ويجيء من غير الثلاثي على « زنة مضارعه مع جعل ميم مضمومة مكان حرف المضارعة وكسر ما قبل الآخر مطلقا» (ابن الناظم، القرن السابع، الصفحات 314-315)، أمّا الإستراباذي في شرحه لكافية ابن الحاجب، فقد علّق على تعريف ابن الحاجب لاسم الفاعل بأنه « ما اشتق من فعل لمن قام به بمعنى الحدوث وصيغته من المجرّد على فاعل ومن غير الثلاثي على صيغة المضارع بميم مضمومة وكسر ما قبل الآخر» مستثنيا أسماء المفعول والآلة والزمان والمكان والصفة المشبهة بمعايير دلالية ولم يحدث تغييرا في القاعدة الاشتقاقية، (الإستراباذي، القرن السابع، الصفحات 721-723) رغم كون شرحه أكثر تفصيلا في شرح دلالة اسم الفاعل والأسماء المشاكلة له.

هكذا إذن، ارتبط تحديد اسم الفاعل في النحو العربي القديم بتعميم اشتقاقه على الأفعال جميعها، وفي حالات متقدّمة باستثناء بعض الأسماء المشتقة بمعايير دلالية، ولا تقتصر هذه المشكلة على القواعد النحوية التقليدية بل تظهر في العديد من المعاجم التصريفية الإلكترونية الحديثة مثل *ريفيرصو* (Reverso)[2]، الذي يُخضع كلّ الأفعال لهذه القاعدة التقليدية، فيزوّد المتصفحين ببنيات خاطئة، فإذا بحثنا عن تصريف كلمة [مرض] مثلا، سيزوّدنا المعجم التصريفي الإلكتروني باسم الفاعل[مارض*]، كما هو مبيّن أدناه:

[2] رابط المعجم التصريفي الإلكتروني ريفيرصو: https://conjugator.reverso.net/?lang=fr

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

الشكل (1) الوسم في الاشتقاق من [مرض].

والمثال الذي قدّمناه ليس استثناء، فالمعجم التصريفي "*ريفيرصو*" يزوّد المتصفّح بأسماء الفاعلين من الأفعال كلّها دون استثناء، وهذا مثال آخر من الفعل [صَغُرَ] الذي صرّفه المعجم الإلكتروني تلقائيا بناء على تحليل القاعدة التقليدية كما يلي:[3]

الشكل (2) الوسم في الاشتقاق من [صغر].

لذلك، سنحاول في هذه الورقة حلّ هذه الإشكالية باقتراح قيود على مصدر الاشتقاق، وهي قيود يمكن الاستفادة منها في برمجة (Programmation) الاشتقاق وحوسبته. فإلى أيّ حد يمكن استثمار النظرية الأمثلية لتقييد الاشتقاق الآلي لاسم الفاعل؟ وما دور الجهة المعجمية في هذا الاشتقاق؟

2. الخلفية النظرية:

ساهمت النظرية الأمثلية (Optimality Theory) منذ ظهورها على يد برانس وسمولنسكي (Prince and Smolensky) عام 1993، في تفسير العديد من القضايا الصرفية والصواتية في اللغة، ففسّرت بواسطتها قضايا كثيرة في اللغة العربية كالنبر والمماثلة والتعريف، لكنّها ظلت لسنوات حبيسة صرف صواتة العربية، ويرجع ذلك إلى ارتباط ظهورها بالمجالين وأوجه التفاعل بينهما.

ولقد عرفت دالة التوليد في النظرية الأمثلية العديد من التعديلات، كانت أبرزها على يد جون مكارتي(John MacCarthy) سنة 2006 في ورقة بحثية قدّمها في معهد ماساشوستس للتكنولوجيا (MIT)، بعنوان المرشّحات والاشتقاق في النظرية الأمثلية (Candidates and

[3] صَغُرَ - https://conjugueur.reverso.net/conjugaison-arabe-verbe-

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

Derivation in Optimality Theory) (مكارتي، 2006)، وانتقد فيها دالة التوليد الأمثلية التقليدية التي تفرض قيودا على المرشّحات ولا تفرضها على الدخل، إلى جانب اعتبارها دالة غير اشتقاقية لأنّها تربط الدخل مباشرة بالخرج بشكل خطي دون مرحلة وسيطة، واقترح تصوّرا جديدا لجعلها قابلة لتفسير الاشتقاق، وسنعمل في هذه المقالة على استثمار تلك التغييرات التي أحدثها مكارتي على دالة التوليد، بغية تقييد الأفعال القابلة لاشتقاق اسم الفاعل في العربية مستندين في تحديد السمات الدلالية للفعل على نظرية الجهة والدلالة التوليدية نموذج كاتز وفودور 1963م.

3. أهداف الورقة وأهميتها:

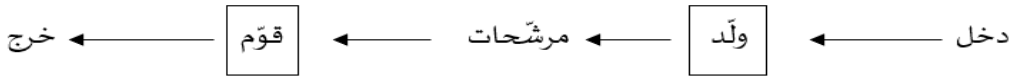
نهدف من خلال هذه الورقة ما يلي:

- نقد الطرح التقليدي الذي يعمم اشتقاق اسم الفاعل على جميع الأفعال في اللغة العربية.
- الاستدلال على إمكانية ربط دالة التوليد الأمثلية بالسمات الدلالية للفعل وجهته المعجمية لحصر قائمة الأفعال القابلة لاشتقاق اسم الفاعل منها.
- استثمار قيود دالة التوليد الأمثلية المعدّلة في بناء معجم اشتقاقي تفاعلي.

وتكمن أهمية هذه الورقة في معالجتها اسم الفاعل في العربية وتقييد قاعدة اشتقاقه باستثمار حقول معرفية عديدة أهمها: اللسانيات والبرمجة الآلية، علاوة على تبيانها إمكانية تحقيق التكامل المعرفي بين حقل البرمجة الآلية واللسانيات في بناء المعاجم اللغوية الإلكترونية.

1. بنية النظرية الأمثلية وتعديلاتها:

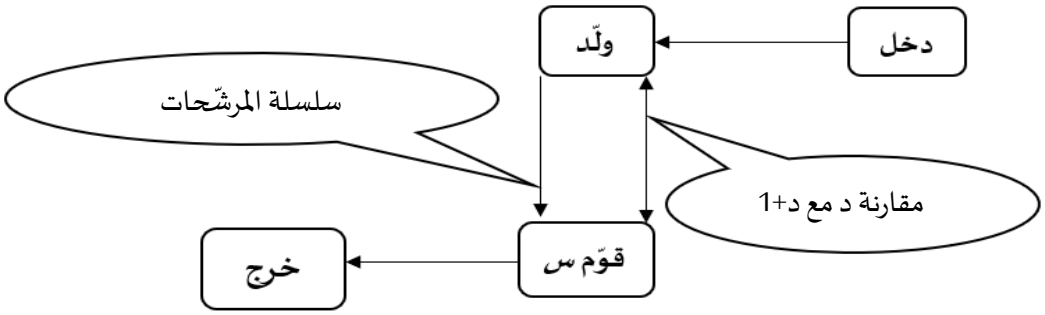
يتخذ النحو في النظرية الأمثلية صورة مولّد (Générateur) تحدث فيه عمليات بين عنصرين أساسيين وهما: الدخل(input) والخرج(output) ويلعب المقوّم (Evaluateur) دورا أساسيا في أمثلة المرشّحات (Candidates) بواسطة قيود أمثلية، ويمكن التمثيل لهذه العملية بواسطة الدالة الآتية:



الشكل (3) دالة التوليد الأمثلية.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

فالدخل والخرج مستويان للتمثيل و[قوّم] تقارن بين المرشّحات، وتختار الأكثر توافقا (أمثلية) وفق سلمية قيود (س) تتضمن قيودا للوفاء[4] وأخرى للوسم[5](برانس وسمولنسكي، 2004)، ولقد انتبه (مكارتي، 2006، الصفحة 3) إلى لا كفاية هذه الدالة في الاشتقاق، وذلك لأنّ القيود تقوّم المرشّحات وتختار الخرج الأمثل، أما الدخل فهو مستثنى من هذه القيود، فاقترح دالة جديدة أكثر كفاءة في التوليد، إذ تظهر فيها قيود على الدخل وأخرى على الخرج، وتتخذ الشكل الآتي:



الشكل (4) دالة التوليد الأمثلية س م.

وتشرح كما يلي:

- الدخل والخرج: مستويان للتمثيل.
- ولّد: تولّد المرشّحات الممكنة وتقارن بين الشكل الأولي [الدخل] والمرشحات الممكنة.
- قوّم س: تتضمن القيود اللغوية الخاصة التي يرمز لها بـ[س]، وتخضع المرشحات للتقويم في تفاعل مباشر مع [ولّد].
- الخرج: المرشّح الأمثل الذي يحترم سلمية القيود [س].

فإذا افترضنا أنّ سلسلة من المرشّحات (1) تتضمّن ما يلي (م1، م2، م3)، فإنّ أوّل عملية قبل المقارنة بين مرشحات هذه السلسلة هي إخضاع الدخل (الشكل الأولي) لسلمية قيود اللغة الخاصة التي يرمز لها بـ[س] وتتضمن قيودا للوفاء وأخرى للوسم وتظهر في عنصر [قوّم] من دالة التوليد بشكل تفاعلي، فيكون الدخل بذلك خاضعا للقيود عكس ما كان عليه الحال في دالة التوليد التقليدية برانس وسمولنسكي 1993/ 2004.

2. لا كفاية الأمثلية التقليدية في الاشتقاق:

[4] قيود الوفاء (Faithfulness constraints) تنهض بمهمة تحقيق التوافق بين الدخل والخرج.

[4] قيود الوسم (Markedness constraints) تنهض بمهمة إبعاد الدخل عن الثقل.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

يبنى الجذر الثلاثي في العربية على ثلاث صيغ، وهي: [فَعَلَ] و[فَعِلَ] و[فَعُلَ]، وبتطبيق القاعدة التقليدية نجد أنّ كل الأفعال الثلاثية يصاغ اسم فاعلها على صيغة [فاعل]، لكن هذه القاعدة قاصرة إذ تسهم في الخلط بين أسماء الفاعلين والصفات المشبهة بشكل خاص.

وسنمثل للا كفاية القاعدة النحوية التقليدية بمثالين لنبيّن قصورها، كما سنبيّن لا كفاية الأمثلية التقليدية وذلك من خلال اقتراح سلمية القيود الآتية:

السلمية (1): إقحام [ا] بعد م1 وكسر ص2[6] << لا تماثل محلي مع م1[7] << تبعية << قصوية[8]

وينهض قيد [إقحام [ا] بعد م1 وكسر ص2] بمهمة تطبيق قاعدة اشتقاق اسم الفاعل من الثلاثي عن طريق إقحام صرفية [ا] وكسر الصامت الثاني من الجذر، بينما يمنع قيد [لا تماثل محلي مع م 1] التماثل بين مصوت الصامت الأول وصرفية الاشتقاق [ا]، ويمنع قيد [تبعية] الإقحام،[9] أمّا قيد [قصوية]، فيمنع حذف أحد مقاطع الدخل [جذر الفعل].

فلنطبق السلمية (1) على مرشّحات الفعلين في المجموعة (أ)، لنبيّن بواسطتها لا كفاية الأمثلية التقليدية في الاشتقاق من جهة، وعمومية القاعدة النحوية التي تطرح إشكالات أساسية من جهة ثانية، وذلك كما يلي:

المجموعة(أ)

(1) كتب

(2) كبُر

1. **كتب / ktb**

لتوليد بنية [كاتب] المشتقّة من [كتب] يخضع الجذر الثلاثي [كتب] لدالة التوليد، فتنتج مجموعة من المرشّحات على النحو الآتي:

ولّد (كتب، ا، اسم فاعل) ←(كاتب، كاتب، ك.ا.ات.ب..) قوّم ←كاتِب

وهي مرشحات تخضع للسلمية (1) كما هو مبين في الجدول الموالي:

[6] قيد صرافي (قاعدة اشتقاق اسم الفاعل من الفعل الثلاثي في العربية)

[7] قيد صواتي يمنع تماثل صوتين أو صرفيتين.

[8] أقصوية (Max) يرصد تبعية الدخل للخرج بمنع الحذف

[9] يمنع الإقحام الذي لا يقترحه قيد من قيود السلمية.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

المرشح	إقحام [ا] بعد م1 وكسر ص2	لا تماثل محلي مع م1	تبعية	قصوية
كَاتِب Ka:tib				
كَاتَب Ka:tab	*			
كتيب Kati:b	*		*	
ك.ا.ا.ت.ب Kaatib		*		

الجدول (1) اشتقاق اسم الفاعل من [كتب].

والملاحظ أنّ [كَاتِب] هي الخرج الأمثل لاسم الفاعل من [كَتَبَ] كونها لا تخرق أيّ قيد من قيود السلمية (1).

2. صَغُرَ - sʕɣr

بتطبيق قيود السلمية (1) على مرشّحات اشتقاق اسم الفاعل من [صَغُر] نلمس ما يمكن ترتيبه وفق الجدول الآتي:

المرشح	إقحام [ا] بعد م1 وكسر ص2	لا تماثل محلي مع م1	تبعية	قصوية
صاغِر	!	!		!
صاغُر	*			
صغير	*		*	*

الجدول (2) الاشتقاق من [صَغُر].

نستنتج من خلال الجدول (2) إمكانية توليد بنيات أمثلية صرفيا وصواتيا لكنّها لا تحمل السمات الدلالية لاسم الفاعل، فالمرشّح [صاغر] رغم أنّه وُلّد (Générer) بصيغة اسم الفاعل إلا أنّه يحمل سمة [+حالة]، ونفترض أنّ المشكلة تكمن في دالة التوليد التقليدية التي لا تُخضع الدخل [صَغُر] لقيود [س]، التي تعدّ بدورها قيودا غير كافية لعموميتها، لذلك سنحاول فيما سيأتي الاستناد لسمات الجهة المعجمية للفعل لاقتراح قيد إقصائي نُبعد بموجبه الدخول غير الأمثلية لاشتقاق اسم الفاعل.

2. الجهة المعجمية والاشتقاق:

تصنّف الأفعال في اللغات الطبيعية بناء على العديد من المعايير التي تظهر خصوصيتها في التركيب أو الدلالة أو الصرف، فالتصنيف حسب التعدية، في العربية مثلا، يظهر في التركيب، بينما تظهر آثار التصنيف حسب الدلالة والصرف في الاشتقاق، ونفترض في هذا الجانب أنّ المعجم يشتمل على معطيات تخصّ البنية الصرفية الصواتية للفعل منظمة على الشكل الآتي:

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

الشكل (5) بنية المعجم

قسّم زينو فندلر Vendler (فندلر، 1967، الصفحات 114-109) الجهة المعجمية إلى أربعة أقسام وهي:

- حالات (States) مثل: صَغُر الطفل، مرض الرّجل.
- سيرورات (Processes) نحو: أكل، جرى.
- إتمامات (Achievements) نحو: وجد، وصل.[10]
- إنجازات (Accomplishments)نحو: شيّد، رسم، بنى[11]

لكننا، سنتبنّى في هذا الإطار تصنيف الأفعال حسب الجهة المعجمية إلى صنفين أساسيين (دانكس Danks، 2010، الصفحة 290)، وهما صنفان لا يختلفان عن تقسيم زينو فيندلر (1957)، كما سنبيّنه أدناه، وهما:

- أفعال حالة (State): تكون مرتبطة بسمة [-حركة].
- أفعال حركة (Action): مرتبطة بسمة [+حركة].

فالفعل في العربية إمّا أن يرتبط بحالة نحو: مرض، كبر، سقم، أو بحركة نحو: كتب، قال، دخل. وتنقسم أفعال الحركة إلى قسمين وهما: أفعال الحدث (Events) وأفعال السيرورة (Processes)، (كازل، Kahzal 2020، الصفحة 430)، ويتم التمييز بين هذه الجهات باعتبار ثلاث سمات حسب (أولسن، 1997، الصفحة 19 وما بعدها) و(ليفين Levin، 2007، الصفحة 7) كما هو مبين في الجدول الآتي:

	حركية (Dynamic)	امتداد (Durativity)	محدودية (Atelicity)
الحالات	-	+	-
السيرورات	+	+	-
الإتمامات	+	-	+
الإنجازات	+	+	+

[10] الأفعال التي تنجز وتكتمل بسرعة.

[11] الأفعال المركبة في إنجازها، فهي تصف الجهد لحظة اكتمال الفعل.

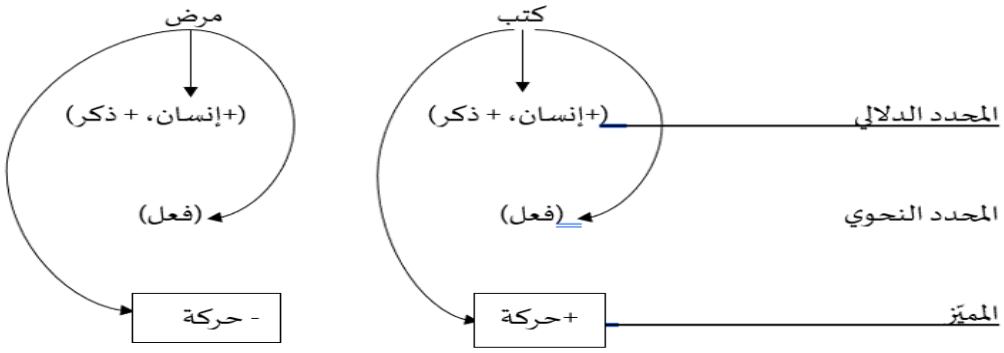
- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

الجدول (3): الخصائص الجهية لأنماط الأوضاع.

إنّ أفعال السيرورات والإتمامات والإنجازات تدخل في إطار أفعال الحركة، وتتسم بمجموعة من الخصائص كما هو مبين في الجدول (3)، وما يهمنا في هذا الإطار هو أنّ أفعال الحركة كلّها تتصف بسمة [+حركية] عكس أفعال الحالات، التي تتسم بسمة [-حركية] كما هو مبين في الجدول (3).

ويمكن التمثيل لهذه الخصائص الجهية في تحليل البنية الداخلية للأفعال في عنصر المميز استنادا لتصور (كاتز وفودور، الصفحات 183-193)، كما هو مبيّن في الخطاطة أدناه:

مثال (1) كتب /مرض



الشكل (6): المميز في البنية الدلالية للفعل

بالنظر إلى سمات كل من [كتب] و[مرض] نستنتج أنّهما تختلفان حسب هذا التصنيف في صفتي الحركة والسكون، فالفاعل في [كتب] يتصف بالحركة بخلاف ما هو عليه الأمر في [مرض]، من هنا تظهر أهمية السمات في الاشتقاق، ووظيفتها الهامة والحاسمة في تصميم اللغة تصميما أمثل (الرواعي، 2015، الصفحة 147)، ويظهر ذلك من خلال البنيات أدناه:

(1) مرض الرجلُ

(2) كتب الرجّل (م)

(3) أمرض الرجل أباه [12]

[12] الجعلية والتعدية

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

من الملاحظ أنّ فعل الكتابة مصدره الرّجل في البنية (2)، لكن في البنية (1) الرجل حامل لحالة وهي المرض، ولجعله فاعلا نستعمل صيغة [أفعل] الجعلية كما هو بيّن في البنية (3)، لذلك لا يشتق اسم الفاعل من فعل البنية (1) مرض[Ø]. ويشتق من الفعلين في البنيتين (2) و(3) أمرض [ممرضّ] وكتب [كاتب].

3. من أمثلية الفعل إلى أمثلية المشتقّ:

أشرنا سابقا إلى أنّ قاعدة اشتقاق اسم الفاعل من الثلاثي تربطه بصيغة [فاعل] وانتقدنا التعميم الذي لا يستثني الأفعال التي تتسم بسمة[+حالة] الدلالية، لذلك نقترح تقويم الدخل وفق شروط وقيود معدّلة وتفاعلية بناء على الملاحظات التي أدلى بها مكارتي فيما يخص بنية النظرية الأمثلية التقليدية (مكارتي، يونيو 2006، الصفحات 3-4)، كما يلي:

- ولّد: تقوّم الدخل باعتبار [+حركية] وتقوّم سلسلة المرشحات بواسطة السلمية (1) حيث أنّ قيد [+حركة] قيد إقصائي، فكلّ دخل يخرق هذا القيد يعتبر دخلا غير أمثليا لاشتقاق اسم الفاعل.

- قوّم س: تقارن بين م$_{أ}$[13] وش$_{1}$ في سلمية المرشحات الآتية: سم = (م$_{1}$، م$_{2}$، م$_{3}$...) حيث أنّ [م$_{1}$][14] تماثل م$_{أ}$ في قيد/ سمة [+حركية، ....، ...].

- تماثل السمات: هي سلمية تتضمن عنصرين متغيرين، وهما قيدان يتحكمان في التماثل بين الدخل والخرج من حيث الجنس والعدد وهما: [تماثل جنس« تماثل عدد].[15]

فلنحاول تبيان فعالية هذا المقترح على أفعال المجموعة الآتية:

المجموعة(ب)

(1) عال

(2) كبُر[16]

يخضع الجذر الثلاثي لدالة التوليد س م، فيقوّم في [ولّد] عبر قيد إقصائي بموجبه يتم اختيار المرشح الأمثل لاشتقاق اسم الفاعل على النحو الآتي:[17]

[13] الشكل الأولي للدخل

[14] المرشّح الأمثل

[15] يمكن تبني تصوّر الرواعي 2015 في هذا الإطار، وذلك بجعل سمات التطابق من حيث الجنس والعدد بدون قيمة على مستوى الاشتقاق وإرجاء تأويلها إلى التركيب (الرواعي، 2015، الصفحة 150).

[16] وردت [كابر] في كلام العرب، لكنها للدلالة على الكبير والعظيم وليست بمعنى الحدوث (معجم الدوحة التاريخي).

[17] ∃ يوجد أو يتضمن ∄ لا يوجد أو لا يتضمن

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

ولّد (عال، ا، اسم فاعل) ←[عال] ∃ [اسم فاعل] و∄ [صفة مشبهة].[14]

ولّد (كبُر، ا، اسم فاعل) ←[كبُر] ∃ [صفة مشبهة] و ∄ [اسم فاعل]

وتفسّر هذه العملية بأنّ الجذر الثلاثي [ع و ل] قابل لاشتقاق اسم الفاعل كونه لا يخرق قيد [+حركية] عكس الجذر [كبر] الذي لا يمكن اشتقاق اسم الفاعل منه لأنه موسوم بـ[-حركة] في هذا السياق، لذلك لا تستأنف دالة التوليد عملها في [كبُر][18] حينما يكون الطلب أو الأمر الحاسوبي هو اشتقاق اسم الفاعل بينما تستأنف الدالةُ التوليدَ في [عال] لارتباطها بسمة [+حركة]، وتقوّم مجموع المرشّحات الممكنة وفق سلمية قيود أمثلية تتلاءم مع الجذر الثلاثي الأجوف، وذلك على النحو الآتي:

سلمية القيود [2]:

إقحام [ا] بعد م1 وكسر ص2 « لا تماثل مسافي[19] » تبعية

وهي العملية التي نمثل لها وفق الجدول (4) أدناه:

المرشّح	إقحام [ا] بعد م1 وكسر ص2	لا تماثل مسافي	تبعية
عاال		*	
عاول			*
عائل			

الجدول (4) اسم الفاعل من [عال]

بناء على الجدول (4)، فإنّ [عائل] هي الخرج الأمثل لاسم الفاعل من [عال] عكس [عاول] التي تخرق قيد التبعية، وتجذر الإشارة إلى أنّ [عاول] تقع في الرتبة الثانية من حيث ترتيب المرشّحات، ذلك لأنّ سلمية القيود مبنية على أنّ القيد الذي يقع في بداية السلمية أقوى من الذي يليه والذي يليه أقوى من الثالث كما يلي:

القيد الأول > القيد الثاني > القيد الثالث

[18] رغم ورود كلمة [كابر] في اللغة العربية بهذه الصيغة، فالمقصود بها فعيل (كبير)، راجع معجم الدوحة التاريخي للغة العربية على الرابط الآتي: https://www.dohadictionary.org/dictionary.

[19] قيود اللاتماثل قيود صاغها توراني (2020)، للمزيد من المعطيات راجع (توراني، 2020، صفحة 48 وما بعدها)

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

لذلك، فالخرج الذي يخرق القيد الأول غير أمثل مقارنة بنظيره الذي يخرق القيد الثالث، ويتضح هذا من خلال الجدول (4)، إذ نلمح أن المرشّحين [عاول] و[عاال] تخرقان قيدا واحدا من حيث العدد، لكنهما يختلفان عن بعضها في موقع القيد المخروق ودرجته في السلمية.

ويمكن تبرير توليد [عائل] من[عال] صواتيا كون الهمزة في [عائل] أقرب الأصوات إلى الألف، فلتفادي التماثل بين صامت الدخل والصرفية الاشتقاقية قلبت الألف همزة، وهذه من القوانين الصواتية في العربية، إذ يرى سيبويه في الكتاب أنّ « الألف إذا وردت بعد ألف مثلها فإنك همزت الآخرة للتحريك لأنه لا ينجزم حرفان» (الكتاب، طبعة 1992، الصفحة 214)، ولقد وردت فوق الياء لأنها مرتبطة بصائت قصير هو الكسرة، والعربية تخضع لهذا القانون في تنظيم العلاقة بين صوامتها ومصوتاتها، لذلك جرى على الهمزة ما كان يجري عليها في حالتها الأصلية، أي أنها وردت على صامت هو الياء لارتباطه بالكسرة. (سيبويه، طبعة 1992 ، ج3، صفحة 214).

4.خوارزميات (Algorithmes) الاشتقاق الآلي:

يتأسس المعجم الإلكتروني المعاصر على قاعدة بيانات ضخمة (Big Data) مصدرها الكتب والمقاطع الصوتية والمجلات والمعاجم السابقة إلخ، ويقوم بمعالجة آنية للمعطيات، ويختلف في ذلك عن المعجم الورقي التقليدي، في مجموعة من الخصائص (أحمد مختار، 2009، الصفحات 182-183) منها:

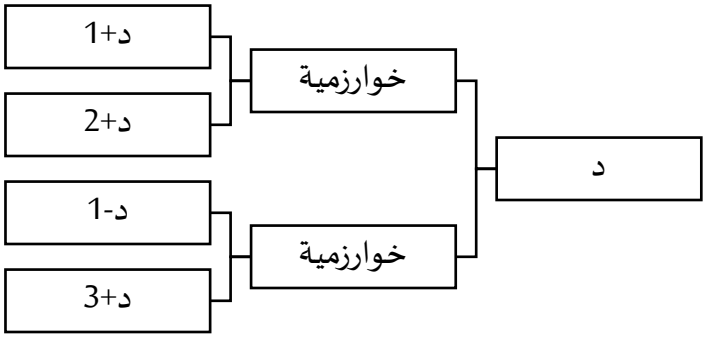
- إمكانية الوصول إلى الكلمة عن طريق التحليلين النحوي والصرفي للمدخلات.
- الاستناد إلى قاعدة بيانات ضخمة ومتغيّرة.
- إمكانية الحصر الشامل للمواد اللغوية.
- إجراء التعديلات المطلوبة على المعجم في الحين.[20]

وتتاح للمعجم الإلكتروني هذه المميزات، لأنه يتأسس على أدوات تحليل اللغات الطبيعية ويتوفر على أكثر من مرجع للبحث عن النتائج وعرضها، عبر وسيط هو الخوارزميات التي تكمن وظيفتها في «التخلّص من الفجوة الموجودة بين الدخل والخرج، ليتم تحقيق الخرج من خلال تطبيقها على الدخل» (زينهم، 2024، صفحة 117)، وتتم عملية تمثيل الكلمات حسب (ميكولوف Mikolov وآخرين، 2013، الصفحة 2)، بشكل خطي للتنبؤ بالكلمات القريبة، كما هو مبيّن في الخطاطة أدناه:

الدخل التنبؤ الخرج

[20] تظهر أهمية هذه الخاصية في تعديل مشكلات المعاجم الإلكترونية بعد تلقي شكايات المستخدمين.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved



الشكل (7) تمثيل الكلمة في النظام الآلي

من خلال الشكل (7)، نستنتج أنّ معالجة اللغة آليا تتم بشكل خطي باعتماد خوارزميات عديدة، تعتبر بمثابة قيود وحلول لمشكلات صرفية أو صواتية أو دلالية، فالدخل[د] أساس العملية التوليدية، إذ يخضع للخوارزميات (القيود) لتوليد دخول (outputs) عديدة [د+1، د+2، ...]، وسنأتي على توضيح العملية أكثر في مقترحنا حول اشتقاق اسم الفاعل آليا.

لكن رغم هذه القيود التي يقترحها المبرمج، نشير إلى أنّ الحوسبة صارت أكثر سهولة مع ثورة الذكاء الاصطناعي لأنّ الحاسوب صار يتمتع بقدرات هائلة في فك شفرات المدخلات واقتراح مخرجات تكون في الغالب أمثلية إلا في بعض الحالات التي يحتاج فيها إلى خوارزمية موجّهة للدالة الاشتقاقية، فإذا بحثنا عن كلمة [كتب] في معجم إلكتروني حديث مثل ريفيرصو مثلا، فإننا نفترض سلفا أنّه يجري العديد من العمليات نورد منهما العمليتين الأساسيتين الآتيتين:

1. **تحديد السياق:** الاستناد إلى بيرت (BERT) في التنبؤ بالمعنى، سواء تعلّق الأمر بالكلمة أو بالجملة أو النصّ في الترجمة.
2. **التحليل الصرفي:** الاعتماد على خوارزميات لتنظيم الكلمات وفق الجذور والصيغ استنادا لقواعد اللغة الخاصة، وتبنى هذه الخوارزميات على عنصري المقارنة والقواعد الصرفية، التي يستمدها المعجم من القواميس السابقة أو البيانات القبلية.

لذلك، تقدّم المعاجم التصريفية الإلكترونية للباحثين بنيات صرفية غير أمثلية، وذلك راجع إلى تطبيقها للقاعدة الاشتقاقية دون مراعاة الجهة المعجمية للفعل مصدر الاشتقاق، ومصدر هذا المشكل هو قاعدة البيانات التي تؤسس عليها المعطيات المقدّمة من طرف المعجم الإلكتروني، فالقواميس العربية الموجودة على الأنترنيت لا تقدّم – فيما نعلم – الخصائص الجهية لجذور الأفعال العربية، ولتفادي هذه المشكلة نقترح ما يلي:

1.4. ربط الجذور بخصائصها الجهية:

يجب ترتيب الأفعال العربية في المعجم التفاعلي وفق مداخل، تتضمن إلى جانب العناصر الدلالية معلومات جهية كما يلي: دخل: "[+حركة]" [معلومة دلالية].

حزن: "[+حالة]" [معلومة دلالية].

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

ويجب اعتبار الحيّز "[_____]" موجّها لخوارزميات اشتقاق اسم الفاعل والصفة المشبهة وصيغ المبالغة وغيرها من المشتقات. عبر شفرة مزخرفة (Decorated) بسيطة.

2.4. تصنيف الأفعال إلى أفعال حالة و أفعال حركة: [21]

الهدف من هذه الخطوة هو حصر قائمة الأفعال العربية الثلاثية وتحديد جهتها المعجمية بالاستعانة بخوارزمية تصنيفية وقدرات الحاسوب على تحليل السياق، وتجدر الإشارة إلى أنّ قائمة من الأفعال غير القياسية (Irregular) يجب إدخالها بطريقة يدوية (Manual)، وذلك باعتماد الشفرة (Code) الآتية:

```
#جهة الفعل
Verbs = {
  'وقف' : 'ح',   'دخل' : 'ح',   'مرض' : 'حا',   'كتب' : 'ح',
  'سمع' : 'ح',   'فرح' : 'حا',  'حزن' : 'حا',   'قال' : 'ح',   + ...
  'غضب' : 'حا',  'كبر' : 'حا',  'قرأ' : 'ح',    'سأل' : 'ح',
```

الشكل (8): تشفير الحالة والحركة في الجهة المعجمية للفعل

إذا اعتبرنا أنّ [+حركة] تتخذ القيمة[22] [ح] و[+حالة] تتخذ القيمة[حا]، فإن عمليات اختيار الدخل الأمثل لاشتقاق اسم الفاعل، مثلا، يجب أن تنطلق من الحيزين [ح] و[حا]، فتعتبر كل الأفعال المميزة بـ[ح] دخلا أمثليا لاشتقاق اسم الفاعل وغيرها تعتبر دخولا (Inputs) أمثلية لاشتقاق الصفة المشبهة.

3.4. تشفير الفعل الأمثل حسب الجهة:

تكمن أهمية هذه الخطوة من خطوات إنشاء معجم تفاعلي في إقدار المعجم على التنبؤ بإمكانية التوليد من عدمها، وذلك استنادا للخصائص الجهية التي زوّدناه بها في الخطوة السابقة، ولتحقيق هذه العملية يجب اعتبار الأمثلية في الدخل لتوليد المشتق، فكلّ دخل لا يستجيب للمزخرفة ['] يتم إقصاؤه في هذه المرحلة لسببين وهما:

- استحالة اشتقاق اسم الفاعل منه.
- غيابه في البيانات التي يتوفّر عليها التطبيق (الاشتقاق التفاعلي).

ويمكن تقديم هذه المعطيات للآلة عبر شفرات وسيطة على النحو الآتي:

[21] اعتمدنا خاصية [Dictionary] في البايثون (Python)، الواجهة: VSC

[22] value

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

```
def get_active_participle(verb):
  if verb in [verbs] and verbs[verb] == 'ح':
    return form_active_participle(verb)
def get_Adjective(verb):
    if verb in [verbs] and verbs[verb] == 'حا':
    return form_Adjective(verb)
  else:
    Return :'active-participle' ' Adjective'
```

الشكل (9): تشفير انتقاء الفعل الأمثل للاشتقاق

يتم في هذه المرحلة من الحوسبة تصنيف الأفعال إلى قسمين، فتقصى الأفعال القابلة لاشتقاق اسم الفاعل وتحتفظ الدالة بالأفعال القابلة لاشتقاق اسم الفاعل لتستأنف التوليد، ويظهر من خلال الشفرة (2) أنّ الدالة دالة مشروطة، إذ ترتبط بالشفرة (1).

4.4. تشفير القاعدة:

بما أننا أمام معجم تفاعلي للاشتقاق، فإنّ الاشتقاق في العربية مؤسس على قاعدة (Rule) صرفية، ولقد قمنا بإعادة صياغة القاعدة باستعمال قيود الأمثلية، فجعلناها قاعدة سلسلية تتأسس على عنصري الإقحام والاستبدال، كما هو مبيّن في الشفرة أدناه:

```
#Rule
def from active_participle (verbs-inputs)
#(210) الفعل مبني على ثلاثة صوامت
  root = list (verb)
# إقحام 'ا' بعد الصامت الأول #
  root.insert (1, 'ا')
  active_participle = ''. Joint (root)
```

Visual Studio Code

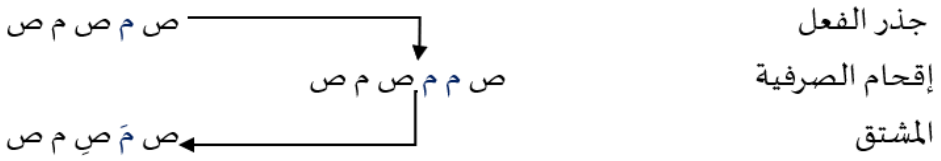
الشكل (10): تطبيق القيد الصرافي

نقدم في الشكل (14) القاعدة الصرفية على شكل خوارزمية لتلائم طريقة اشتغال دالة التوليد الحاسوبية، ونمثل للشفرة في قيد [إقحام [ا] بعد الصامت الأول وكسر الصائت الثاني]، ونرمز لمكونات الجذر الثلاثي بثلاثة رموز يمثّل كل رمز منها صامتا من صوامت الجذر وهي على التوالي [0] و[1] و[2]. حيث أنّ [0=ف] و[1=ع] و[2=ل] مهما كانت صيغة الفعل (فَعَلَ أو فَعِلَ أو فَعُلَ).

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

5.4. تشفير القيود الصرف صو اتية:

يبنى الاشتقاق على الصوامت والصوائت بافتراض أنّ كل أصوات العربية يُرمز لها بأرقام (1،2، 0،...) بغض النظر عن طبيعتها وافتراض أن كل الصوامت (ص) يفصل بينها صائت واحد على الأقل كما هو مبيّن أسفله فيما يتعلّق باشتقاق اسم الفاعل من الجذر الثلاثي:



الشكل (11): المقطع الصرفي والاشتقاق

وتوليد البنية المشتقة يحدث بإقحام (ا) بعد (ص'1') وكسر (ص'2') كما هو مبين في الخطاطة (4)، مع تطبيق الموجهات الصواتية الآتية:

(1) ا ----------> ئ/ا (أجوف)
(2) أ ----------> ئ/ا (مهموز)
(3) أ ----------> ئ/أ (مهموز)
(4) أ ----------> آ/ا (مهموز)
(5) صّ----------> ص ص/2 (مضعّف)
(6) ى ----------> ي/3 (ناقص)[23]

الخطاطة (5): المُوجّهات الصواتية لدالة التوليد

ويمكن تشفير هذه الموجهات في العملية الأخيرة للتوليد عبر دالة مقيّدة بشروط، وذلك على النحو الآتي:

[23] هذه القائمة من الموجّهات الصواتية ليست نهائية، إنّها قائمة مفتوحة.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

```
#Phonology-constraints
   if 'ااا' in participle:
      participle = participle.replace('ااا', 'ائا')
   if 'ا' in (1)participle:
      participle = participle.replace('ا', 'ئ')
   if 'أ' in (1) participle:
      participle = participle.replace('أ', 'ئ')
if 'أ' in (0) participle:
      participle = participle.replace('أ', 'آ')
   if '2' in participle:
      participle = participle.replace('2', '2,2')
   if 'ى' in (2) participle:
```

الشكل (12): تفعيل القيود الصواتية

تكمن أهمية النظرية الأمثلية (س م)، في هذا الجانب، في تزويدنا بالقيود الصواتية التي تتحكّم في المرشّحات، وهي قيود مؤسسة على خصوصيات العربية في التأليف بين صوامتها،[24] ففي الشكل (16) قمنا بصياغة بعض القوانين الصواتية التي تحكم التأليف بين أصوات العربية بتقديم نموذج التأليف بين المتماثلين وصور الهمزة المختلفة.

خاتمة:

لقد سعينا من خلال هذه الورقة إلى تبيان قدرات الأمثلية المعدّلة (OT CC) في رسم معالم واضحة لحوسبة اشتقاق اسم الفاعل والمشتقات الأخرى، وذلك باستثمار دالتها التي تتوفّر على قيود تفاعلية، كما سعينا إلى تبيان المشاكل التي تتخبط فيها المعاجم الإلكترونية التي تفتقر إلى موجّهات وقيود خاصة بالاشتقاق، وخلصنا إلى ما يلي:

- فعالية دالة التوليد الأمثلية المعدّلة في تفسير الاشتقاق.
- إمكانية ربط توليد المشتقات بجهة مصدرها الفعلي.
- كفاءة القيود الأمثلية التفاعلية في رسم شفرات موجّهة للاشتقاق الآلي لاسم الفاعل وباقي المشتقات.

[24] يمكن في هذا الإطار توليد جميع الأفعال الثلاثية في العربية باعتماد قوانين التأليف بين الأصوات، لكن الأمر مجرّد تمرين رياضي لا جدوى منه، لأننا أمام شبكة تتضمن آلاف المراجع والدراسات التي يمكن أن تستند إليها في البحث عن الفعل وتحليل سياقه، بعيدا عن نظام التقليبات التي تأسست عليها المعاجم التقليدية

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

- ضرورة الإلمام بالخصائص الصرفية والصواتية والدلالية للغة العربية لإعداد معجم اشتقاقي آلي.
- ضرورة تقييد البحث الآلي في تحليل المستويين الصرافي والصواتي للعربية بواسطة قيود موجّهة.
- تداخل المستويات اللسانية في الاشتقاق.

هكذا إذن، إنّ وضع برمجيات لاشتقاق اسم الفاعل يتطلّب إلى جانب الإلمام بلغة البرمجة معرفةً لسانية دقيقة بخصائص المدخلات صرفيا وصواتيا ودلاليا وجهيا، والنظرية الأمثلية تنهض بمهمة وضع قيود على دالات الاشتقاق لإنتاج بنيات لغوية أمثلية (Optimal) في الاشتقاق الآلي لاسم الفاعل وغيره من المشتقات الأخرى.

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

قائمة المصادروالمراجع:

المصادروالمراجع العربية:

ابن الناظم، (طبعة 2000) شرح ابن الناظم على ألفية ابن مالك، تحقيق: محمد باسل، دار الكتب العلمية، بيروت.

أحمد مختار، عمر. (2009). صناعة المعجم الحديث، عالم الكتب، القاهرة.

الأستراباذي، الرّضي. (طبعة 1993)، شرح الرضيّ لكافية ابن الحاجب، سلسلة نشر الرسائل الجامعية، الرياض.

توراني، عبد الرزاق. (2020). الصواتة العربية: أمثلية التأليف والاختلاف، دار كنوز، لبنان.

سيبويه (طبعة 1992) الكتاب، تحقيق: عبد السلام هارون، مكتبة الخانجي، القاهرة.

الرواعي، عبد الصمد. (2015) السّمات وهندسة اللغات، كتاب: السّمات في المقولات اللغوية الوجاهات والنّمطيات، الصفحات: 133-160، معهد الدراسات والأبحاث للتعريب، الرباط.

زينهم، هيثم. (2024). المعالجة الآلية للغات والإنسانيات، ط 2، جامعة محمد بن زايد للعلوم الإنسانية، الإمارات.

المراجع الإنجليزية:

Danks, W. (2010). THE ARABIC VERB: FORM AND MEANING IN THE VOWEL-LENGTHENING PATTERNS. St Andrews: PHD, University of St Andrews.

Kahzal, K. (April 2020). An Overview of Syntactics Tense and aspect: from both grammatical and lexical perspectives. Theory and practice in language studies, Vol 10, 424-433.

Katz and Fodor. (1963). The Structure of a Semantic Theory. Linguistic Society of America, 170-210.

Levin, B. (2007, July 1-3). The Lexical Semantics of Verbs II: Aspectual Approaches to Lexical Semantic Representation. Stanford University: Course LSA.113P.

MacCarthy, J. (2006, June 19-22). GEN, EVAL, and Phonological Opacity. Indiana University Bloomington, USA. Academia (https://www.academia.edu/2756287)

Mikolov and others (2013), Distributed Representations of Words and Phrases and their Compositionality, ResearchGate, (https://www.researchgate.net/publication/257882504)

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved

Olsen, M. (1997). A Semantic and pragmatic model of lexical and grammatical aspect. New York: Routledge.

Prince and Smolensky. (1993/2004). Optimality Theory, Constraints Interaction in Generative Grammar. Australia: Blackwell publishing.

Vendler, Zeno. (1957-1967). Linguistics in philosophy (CH:4Verbs and Times), United Kingdom, library of congress.

المعاجم الإلكترونية:

- معجم ريفيرصو (Reverso): https://conjugueur.reverso.net/
- معجم الدوحة التاريخي للغة العربية: https://www.dohadictionary.org/

- © 2023 SSJ. All Rights Reserved