

قوانين الفونولوجيا العربية

منصور بن محمد الغامدي*، حسني المحتسب و مصطفى الشافعي**

* مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، الرياض

** جامعة الملك فهد للبترول والمعادن، الظهران

(قدّم للنشر في ٠٨/٠١/٢٠٠٢م؛ وقبل للنشر في ١٧/١١/٢٠٠٢م)

ملخص البحث. يجد الباحثون العاملون في مجال النطق الآلي والتعرف الآلي على الكلام العربي صعوبة لحد ما في التعامل مع النص العربي وذلك من حيث تحويل رموزه المكتوبة إلى رموز صوتية. ورغم أن العربية تكاد تكون أقدم لغة حُددت أصواتها ودون نظامها وقوانينها الفونولوجية (قبل أكثر من ١٢ قرناً) إلا أنه لم توضع هذه الخصائص والقوانين الفونولوجية بشكل يمكن للعاملين في مجال الحوسبة الاستفادة منها بطريقة مباشرة. ولهذا فإن هذه الورقة تعيد طرحها من جديد ولكن بطريقة ميسرة وتبينها بالأمثلة حتى يمكن توظيفها في مجالي التعرف الآلي على الكلام والنطق الآلي.

١. المقدمة

مع الطفرة التقنية التي يعيشها العالم في هذا العصر وخاصة الإلكترونية منها أصبح تحويل النص اللغوي المكتوب إلى منطوق text-to-speech مطلباً مهماً ليس لتسهيل التواصل

بين المتحدثين فحسب ولكن لخدمة أعمال أخرى لا تقل عنها أهمية كالتواصل عبر شبكات الحاسوب بين المعاقين وتحويل الكتب والدوريات والجرائد والنصوص المكتوبة

بشكل عام إلى منطوقة ليستفيد منها المكفوفون والأسوياء على حد سواء. إلا أن تنفيذ مشروع للناطق الآلي العربي ليس بالأمر اليسير، مثله في ذلك مثل تنفيذ نفس النظام لأية لغة أخرى ولو أن الخصائص اللسانية العربية من أقلها صعوبة عند مقارنتها بتلك في اللغات الأخرى من حيث التعامل مع الحاسب الآلي وبرامجه. فالعربية لغة حوارية من حيث النحو والصرف والاشتقاق والكتابة، على الأقل. بمعنى أنه يمكن وضع قواعد رياضية تحدد السلوك اللساني في العربية. فعلى سبيل المثال، لا نجد قانوناً يمكن أن يفسر نُطق **g** في الإنجليزية في الكلمات: **laugh, through, good, geography**. بينما لكل حرف في العربية رمز صوتي لا يشذ عنه إلا لوجود قانون محدد كما هو موضح في القوانين التي سنأتي على ذكرها في هذه الورقة. وبالنسبة للنص العربي فإنه لا بد من المرور بالمراحل التالية عند الرغبة في تحويله من مكتوب إلى منطوق:

١. تشكيل النص: أي وضع علامات التشكيل diacritics (١) على الأحرف العربية لتتوفر جميع الرموز الكتابية للأصوات اللغوية العربية grapheme والتي تتكون من الحروف وعلامات التشكيل. ولقد اعتاد العرب على قراءة النص العربي دون تشكيل وذلك لأن المعرفة اللسانية linguistic knowledge عندهم تقوم بوضع علامات التشكيل تلقائياً وبدون أن نشعر بذلك. والأعجب من هذا أن العرب كانوا قبل عصر التدوين يكتبون ليس بدون تشكيل فحسب ولكن

^١ نود الإشارة إلى أن السكون ليس رمزاً لصوت معين وإنما هو رمز يدل على أن الصامت الواقع عليه متبوعاً بالصامت التالي دون وجود صائت بينهما. لذا فإن وجوده تكرر لا ضرورة له، فهو لا يمكن أن يرد مرادف لصائت على صامت واحد ولا يأتي إلا في غياب الصائت. فغياب الصائت يدل على أن الصامت غير متبوع بصائت، ومن ثم فرورده من عدمه سبان.

بدون نقاط أيضا فكلمة مثل "بعيد" يمكن إذا حُذفت نقاطها أن تعني: "نعيد، تعيد، يعيد، يعند... مما يزيد الأمر صعوبة لدى القارئ للوصول للكلمة المقصودة. أما الآن فإن النص العربي يحمل النقاط لكنه في معظم الأحيان لا يكون مشكلا. ولكن المعرفة اللسانية لدى العربي المعاصر كقيلة بتشكيل النص الغير مشكل بسرعة وفعالية فائقتين مما يجعلنا لا نحس بها ولا تُبْطئ من عملية القراءة. وعند التمعن في هذه العملية أو محاولة محاكاتها حاسوبياً فإننا نجد أن النص غير المشكل يحتاج لعمليات لسانية معقدة منها النحوية syntax والصرفية morphology والدلالية semantics والتداولية pragmatics التي بدونها مجتمعة لا يمكن تشكيل النص تشكيلا كاملا. فعلى سبيل المثال، عند قراءة الجملة: "علم رائد بالخبر متأخرا" نجد أنه يمكن لكل كلمة أن تحمل علامات تشكيل مختلفة:

علم: عِلْمٌ، عِلْمٍ، عَلِمَ، عُلِمَ، عَلِمَ، عَلِمَ، عَلِمَ، عَلِمَ، عَلِمَ، عَلِمَ، عَلِمَ، عَلِمَ.
رائد: رَائِدٌ، رَائِدٌ، رَائِدٌ، رَائِدٌ، رَائِدٌ، رَائِدٌ، رَائِدٌ، رَائِدٌ.
بالخبر: بِالْخَبْرِ، بِالْخَبْرِ، بِالْخَبْرِ، بِالْخَبْرِ، بِالْخَبْرِ، بِالْخَبْرِ.
متأخرا: مُتَأَخِّرًا.

ومن ثم فإنه لا بد من اختيار الجملة الصحيحة من بين: $1 \times 6 \times 6 \times 13 = 468$ جملة محتملة. ورغم هذا العدد الكبير من الاحتمالات نجد أن القارئ العربي لا يجد صعوبة تذكر في حصر الاحتمالات الصحيحة الممكنة لسانيا في جملة واحدة هي: "عِلْمٌ رَائِدٌ بِالْخَبْرِ مُتَأَخِّرًا". وأن أية قراءة غيرها ليست صحيحة.

أما الحاسب الآلي فإنه لا بد من برمجته ليحمل المعرفة اللسانية التي عند المتحدث العربي ليصل إلى النتيجة نفسها، وهي عملية في غاية التعقيد. ولقد بذلت مراكز علمية وبحثية عديدة جهداً مضنياً لتحقيق هذه الغاية إلا أنه لم يتحقق الهدف بشكل مرض إلى الآن. ومن ثم كانت هناك محاولات لما يعرف بالتشكيل الجزئي partial diacritization، وهو تشكيل بعض الحروف وترك الآخر، كتشكيل الحروف داخل الكلمة وترك تلك التي في نهايتها التي غالباً ما يكون لها علاقة بالنظام النحوي العربي أو تشكيل الكلمات الأكثر شيوعاً وترك النادر منها.

وبدون تشكيل الحرف العربي لا يمكن لنظام نطق آلي معرفة التضعيف من عدمه والتنوين والصوائت التي تلي الصوامت، مما يجعل عملية النطق الآلي للنص الغير مشكل عملية مستحيلة.

كما تشمل هذه المرحلة على تحويل الرموز والأرقام والاختصارات والكلمات الشاذة في العربية إلى نصوص مشكلة ينطبق عليها ما ينطبق على غيرها من النصوص الأخرى. فعلى سبيل المثال، يحول الرقم ٢٣ إلى "ثَلَاثَةٌ وَعِشْرُونَ"، وتحول الكلمة "هذا" إلى /هاذا/ والقائمة التالية تسرد الاستثناءات والاختصارات:

- إله = تزد ألفا فتنتطق /إلاه/^٢.
- أنا. = اختصار لـ "أنا"
- اه. = اختصار لـ "انتهى"
- أولئك = تحذف الواو وتزد ألفا فتنتطق /الألك/.

^٢ في هذه القائمة، استخدمت علامتا الاقتباس "" للدلالة على أن النص الوارد بينهما هو النص كما يكتب، واستخدم الخطان المائلان // للدلالة على أن النص الوارد بينهما هو حروف للدلالة على الأصوات المنطوقة وهذا لا يتفق دائماً مع المكتوب.

- أولو = تحذف الواو الأولى فتنتطق /أُو/.
أولي = تحذف الواو فتنتطق /أُي/.
- بسم = أصلها "باسم" إلا أنها تنطق /بِسم/ ولا ترد كتابتها "بسم" إلا في البسملة، أما فيما سواها فإنها تكتب "باسم"، ولهذا تحذف الألف في هذه الحالة وتحل محلها كسرة /بِسم/.
- تحذف الألف في نهاية الفعل المنتهي بواو الجماعة. مثل : رموا، كتبوا، عملوا.
- ثنا. = اختصار لـ "حدثنا"
- الخ. = اختصار لـ "إلى آخره"
- داود = تنطق /داوود/.
- ذلك = تزداد ألفا فتنتطق /ذالك/.
- الذي = تضعف اللام فتنتطق /الذي/. وكذلك بالنسبة للكلمتين: "الذين" و "التي".
- الرحمن = تزداد ألفا فتنتطق /الرحمان/.
- رحه. = اختصار لـ "رحمه الله"
- رضه. = اختصار لـ "رضي الله عنه"
- السموات = تزداد ألفا فتنتطق /السموات/.
- ص = اختصار لـ "صلى الله عليه وسلم".
- طه = تزداد ألفان لتصبح /طاها/
- عمرو = تنطق /عمرؤ/.
- لكن = تزداد ألفا فتنتطق /لاكن/.

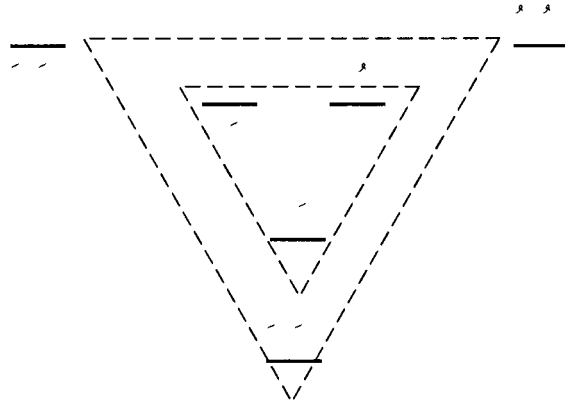
- الله = تُزاد ألفا فتنتطق /اللاه/.
- اللهم = تزداد ألفا فتنتطق /اللاههم/.
- نا. = اختصار لـ "أخبرنا".
- يسين = تزداد ألفا فتصبح /ياسين/.
- هؤلاء = تزداد ألفا فتنتطق /هؤلاء/.
- هذا = تزداد ألفا فتنتطق /هاذا/.
- هذان = تزداد ألفا فتنتطق /هذان/.
- هذه = تزداد ألفا فتنتطق /هاذه/.
- هذين = تزداد ألفا فتنتطق /هذين/.

٢. تحويل الحرف العربي والحركة التي عليه إلى رموز صوتية فونيمات (phonemes): والقصد من الرموز هنا هو تعريف نطق كل حرف بحيث يمكن تحديد خصائصه الأكوستية acoustic characteristics ومن ثم توليدها (الجدول ١، الشكل ١). وهذه المرحلة تشتمل على نطق الحروف والرموز العربية، بما فيها التشكيل في جميع المواقع.

٣. وضع القواعد الفونولوجية التحويلية transformational phonological rules: ويتم في هذه المرحلة تحويل الفونيمات إلى ألوكونات allophones ، حيث تتولى القواعد الفونولوجية توضيح تأثير الأصوات (الفونيمات) على بعضها البعض وتحديد الصوت الذي يتم إخراجها في نهاية المطاف. ويندرج تحت هذه القواعد تأثيرات الأصوات المتجاورة وما يتجاوزها إلى الأصوات التي بعدها.

	Bilabial شفتاني	Labiodental شفتوي أسناني	Interdental بين أسناني	Alveodental ثتوي أسناني	Alveopalatal غاري ثتوي	Palatal غاري	Velar طبقي	Lab-velar شفتوي طبقي	Uvular ثتوي	Pharyngeal حلقى	Glottal حنجرى
Nasal ثتوي	m م			n ن							
Stop ثتوي	b ب		t ت	d د			k ك		q ق		ʔ ء
Emphatic Stop*			ط' ط'	ظ' ظ'							
Fricative ركي		f ف	θ ث	s س	z ز				χ ح	ʕ ع	h هـ
Emphatic fricative**			ظ' ظ'	s' س'							
Affricate مزجي					ds ج						
Glide التزليقي						l ل			w و		
Lateral جانبي				l ل							
Trill تكراري				r ر							

الجدول ١. أصوات العربية الفصحى المعاصرة ، الأصوات المجهورة تقع على يمين العمود بينما تقع المهوسمة على يساره (* تعني مفخم شديد ، ** تعني مفخم رخو)، [١].



الشكل ١ . الصوائت العربية الستة: ثلاثة منها قصيرة والأخرى طويلة. ويقابلها في الرموز الدولية: /a/ = /ɛ/, /i/ = /i/, /u/ = /u/, /a:/ = /a:/, /i:/ = /i:/, /u:/ = /u:/

٤. ربط الألفونات ببعضها بحيث يتوفر الانتقال الأكوستي (coarticulation) بينها، فالإشارة الأكوستية لا تنتقل فجأة من صوت لغوي ما إلى صوت آخر، إذ لا بد من فترة للانتقال بين الأصوات اللغوية. وهذا يعطي الكلام خاصية الوضوح بحيث يمكن للسامع فهم ما يُقال.
٥. تحسين الصوت حتى يكون قريباً قدر ما أمكن من الصوت اللغوي الصادر من جهاز الصوت البشري وذلك بإضافة الخصائص الفوقطعية (prosody/suprasegmental) كأمد مقاطع الصوت duration وشدته amplitude

وتردده الأساس frequency (F₀) fundamental. وهذا يعطي الكلام خاصيته الطبيعية بحيث يرتاح له السامع ولا يشعر بأنه كلام آلي.

٢. القوانين الفونولوجية

لكل مرحلة من المراحل السابقة تحدياتها وطرق معالجتها، أما هذه الورقة فتركز على المرحلة الثاني والثالثة وهي تحويل الرموز الكتابية graphemes إلى فونيمات phonemes ثم إلى الفونات allophones. وفي البداية لا بد من تحويل النص المكتوب إلى وحدات صوتية مستقلة - فونيمات. بعد ذلك تُطبق القوانين الفونولوجية phonological rules واحدا تلو الآخر متى ما توفرت متطلبات القانون. وقواعد هذه القوانين شائعة في مجال التحليل الصوتي للقواعد الصوتية في اللغة. وتحتوي على رموز متعارف عليها أيضا [٢]. وقوانين الفونولوجيا العربية ليست جديدة، فقد كتب عنها اللغويون العرب منذ القرن الثاني الهجري وما تبعه [٣، ٤]. وكتب عنها المعاصرون أيضا. إلا أنها إما أن تكون اختصارا لقليل منها [٥، ٦]، أو أنها ليست مجموعة بطريقة ميسرة للعاملين في مجال الحوسبة حتى يمكن الاستفادة منها مباشرة [٧-٩]. فهي مكتوبة على شكل نصوص تحتاج لوقت وجهد ومتخصص في اللسانيات لاستخلاص كل قانون منها لتقديمه للمتخصصين في البرمجة والحوسبة الذين غالبا ما يضطرون للجوء إلى عملية الاستثناءات والدخول في المستويات اللغوية الأخرى كالنحو والصرف والدلالة لتطبيق ما يجدونه في كتب التراث وما يشابهها من الكتب المعاصرة [١٠، ١١]. بينما يمكن الاعتماد المباشر على التسلسل الصوتي وما يعرف بالنظام والقواعد الفونولوجية. وهذه الورقة تقدم عرضاً رياضياً لهذه الخصائص مستخلصة من الكتب اللغوية التي كُتبت عن العربية منذ القرن الثاني الهجري

ومقدم لها أمثلة وتطبيقات بطريقة ميسرة ومتسلسلة. ولتيسير فهم القوانين الفونولوجية فأن
الجدول ٢ يفسر الرموز المستخدمة فيها.

الرمز	الدلالة
∅	لا شيء
←	ويعني يصبح أو يتحول إلى...
١×	بداية العبارة
×١	نهاية العبارة
⊗	في أي مكان ولكن ليس في بداية العبارة
١#	بداية الكلمة
#١	نهاية الكلمة
.	موضع الصوت أو الحرف الذي ينطبق عليه القانون
/	تستخدم للفصل بين عملية التحول التي تتم قبل هذا الرمز ومكان وجود الصوت قبل التحويل
C _n	سلسلة من الأصوات غير محددة العدد
C	استخدم هذا الرمز للدلالة على صامت consonant وسبب استخدامه لئلا يكون هناك لبس مع أصوات العربية
V	أي من الصوائت، القصير منها والطويل
v	صائت قصير short vowel (ٖ، ُ، ٘، ٙ)
v:	صائت طويل long vowel (ٖ̣، ُ̣، ̣٘، ̣ٙ)

^٣ رموز الصوائت المستخدمة هنا مقتبسة من [١].

'''	علامتا الاقتباس، وتستخدمان للدلالة على أن الرمز الذي بينهما هو المستعمل في كتابة اللغة
()	يمكن لما هو داخل القوس أن يرد أو لا يرد
[]	كل صوت داخل القوس يقابله صوت آخر مماثل له في الترتيب داخل قوس أو أقواس أخرى من نفس النوع في نفس القانون
{ }	ينطبق القانون على كل واحد من مكونات القوس منفردا بنفسه عن غيره من المكونات الأخرى داخل نفس القوس
خ	مُفَخِّم
س	مُرْسَل
ص	قصير
ع	مُستعل
غ	عُنَّة
ق	مُرَقَّق

الجدول ٢. الرموز المستخدمة في القوانين الفونولوجية في هذه الورقة.

بعد التعرف على الرموز المستخدمة في هذه الورقة نسرّد القوانين الفونولوجية مرتبة حسب أولوية تطبيقها. هذا يعني أن القانون الأول يأتي قبل بقية القوانين وأن الثالث يأتي بعد الأول والثاني وقبل بقية القوانين الأخرى وهكذا.

١. C ← CC^٤

^٤ هذا القانون يتعلق بتحويل الصوامت المشددة إلى صامتين متماثلين، كما في "تَبَّت" التي تُنطق /ث - ب - ب - ت/.

٢. "ا" ← / ∅ ⊗ _ CC °
 ← / ع _ ل ٦
 ← / ء _ CC ٧
 ← / ع _ ١ × غير "ال" ٨
 ← / في أي مكان آخر ٩
 ٣. "ى" ← / . # ١ ١٠

٥ يبين هذا القانون أن الألف يصبح لا شيء (لا يُنطق) إذا كان متبوعاً بصامتتين متتاليتين وليس في بداية العبارة. مثل "بالمدرسة معلم" فإننا ننطقها /بـ لـ مـ دـ رـ سـ تـ مـ عـ لـ لـ مـ/، وكما في "فاكتب" في العبارة "إذا عدت إلى المنزل فاكتب درسك" فننطق /فـ كـ تـ بـ/.

٦ إذا كان "ا" جزء من "ال" التعريف في بداية العبارة فإننا ننطقه /ءـ/ مثل "القلم أمضى" فإننا ننطقها /ءـ لـ قـ لـ مـ ءـ مـ ضـ/.

٧ إذا كان "ا" جزء من فعل، ثالث حرف فيه مضموم ضمة أصلية، وكان في بداية العبارة فإننا ننطقه /ءـ/ مثل "اركض، ادعوا، استهزئ" فإننا ننطقها /ءـ رـ كـ ضـ/، /ءـ دـ عـ/، /ءـ سـ تـ هـ زـ عـ/، على التوالي.

٨ إذا كان "ا" لا ينطبق عليه القانونين السابقين (ليس جزء من ال التعريف أو من فعل ثالث حرف فيه مضموم) ويقع في بداية العبارة فإننا ننطقه /ءـ/ مثل "ابن، امرؤ، اسم" فإننا ننطقها /ءـ بـ نـ، ءـ مـ رـ ءـ، ءـ سـ مـ/، على التوالي. يلاحظ أن هذا القانون والقانونين السابقين له يعتمدان على معرفة نوع الكلمة (اسم معرف بأل، فعل) وليس على التسلسل الفونولوجي. فلا يمكن وضع قانون لكلمة مثل "البس" التي من الصعب معرفة ما إذا كانت ال هنا جزء من الكلمة أم ال التعريف بمجرد النظر إلى التسلسل الفونولوجي. ومن ثم فإن القوانين الفونولوجية لوحدها لا تكفي في هذه القوانين الثلاثة فقط. وهذا بعكس بقية القوانين في هذه الورقة التي تعتمد كلياً على التسلسل الفونولوجي.

٩ كما في "عالم" فإننا ننطقها /عـ لـ مـ/ أو /عـ لـ مـ/، يلاحظ هنا أن هناك حركتين بعد /عـ/ الأولى الفتحة الموجودة على العين أصلاً والثانية ناتجة عن تحول الألف إلى فتحة أخرى في هذا القانون، فنُدْجِجَان لتصبحا صائت واحد طويل. ويمكن إضافة قانون تابع لهذا القانون يحول الصائتين المتجاورين المتمثلين إلى صائت واحد طويل: $v \leftarrow v \cdot$.

١٠ تأتي "ى" في نهاية الكلمة ويسبقها دائماً فتحة قصيرة وتُطْفِان فتحة طويلة كما في "رمى" /رـ مـ/.

٤. "ة" ← هـ / . ×١
- ت / فيما عدا ذلك ^{١١}
٥. "ل" ← Ø / . CC ^{١٢}
٦. "ـ، ـ، ـ، ـ" ← Ø / . ×١
٧. "أ، ـ، ـ، ـ" ← [ـ، ـ، Ø] ن / في أي مكان آخر ^{١٣}
٨. "آ" ← عـ / . ^{١٤}
٩. {أ، ء، إ، ؤ} ← [ـ، ـ، عـ، ـ، عـ، ـ، عـ، ـ] ^{١٥}
١٠. [ـ، ـ، ـ، ـ] ← Ø / [ـ، ـ، ـ، ـ] / . C CC ^{١٦}

^{١١} القانون هذا والقانون السابق له يخصان التاء المربوطة التي تُشطق دائما تاء إلا إذا أنت في نهاية العبارة فإنها تتحول إلى هاء.

^{١٢} هذا قانون حذف اللام الشمسية كما في كلمة "النور" التي عند تجزئتها كتابتها فإنها تظهر: "ل ن ن ـ و"، وعند تطبيق القانون تصبح كما تُنطق /عـ ن ـ نـ ر/.

^{١٣} هذا القانون وسابقه يقومان بحذف التنوين في نهاية العبارة ويحولانه إلى حركة ونون في أي مكان آخر كما في "صبراً" حيث تُنطق /ص ـ ب ـ ر ـ ن/ وفي الكلمة "علم" حيث تُنطق /ع ـ ل ـ م ـ ن/ وفي الكلمة "شيء" حيث تُنطق /ش ـ ي ـ ع ـ ن/. هذا القانون يسبق أي قانون آخر تكون /ن/ أحد مكوناته، فينطبق على التنوين ما ينطبق على /ن/. يلاحظ في هذا القانون أن التنوين والألف كلاهما يتحولان إلى نون داخل العبارة، أما الألف المتبوعة بتنوين فلا تحذف في نهاية العبارة وإنما يحذف التنوين فقط كما في "رُزقت علماً" فتُنطق /ر ـ ز ـ ق ـ ت ـ ع ـ ل ـ م ـ /.

^{١٤} يتحول حرف المد "آ" بموجب هذا القانون إلى /عـ / كما في "آية" و "الأفة" حيث تنطقان: /عـ ـ ي ـ هـ، /عـ ـ ل ـ عـ ـ ف ـ هـ، /على التوالي.

^{١٥} يقوم هذا القانون بفك الحروف التي تحمل صوت الهمزة إلى مكوناتها. فتصبح كما تنطق أي همزة متبوعة بحركة كما في "ملائكة" إذ تتحول إلى /م ـ ل ـ عـ ـ ك ـ ة/.

^{١٦} يتيح هذا القانون تحويل الواو المسبوقة بضممة والياء المسبوقة بكسرة إلى ضمة طويلة وكسرة طويلة، على التوالي، كما في "سوق"، "عيد" اللتان تنطقان /سـ قـ /، /عـ دـ /، على التوالي.

١١. ن ← م / . {ب ، م} ^{١٨}
- ← [ر ، ل] / . [ل ، ر] ^{١٩}
- ← [و ، ي] ^{٢٠} / . [و ، ي] ^{٢٠}
- ← [ق ، ك ، ج ، ش ، ض ، ص ، س ، ز ، ط ، د ، ت ، ظ ، ذ ، ث ، ف] ^{٢١}
١٢. "[ذ ، ت ، ت]" ← [ظ ، ط ، د] / . [ظ ، ط ، د] ^{٢٢}

^{١٧} عند تواجد ثلاثة صوامت متتالية فيقوم هذا القانون بإدخال صائت قصير بعد الصامت الأول يكون هذا الصائت /، /، /، / إذا كان الصائت الذي قبل الصوامت الثلاثة /، /، /، /، على التوالي. كما في "مِنْ الْقَمَر"، "انْتُمْ القادة"، "مَنْ الْقَادِم" فإننا ننطقها على التوالي: /م - ن - ل - ق - م - ر/، /ء - ن - ت - م - ل - ق - د - ه/، /م - ن - ل - ق - د - م/.

^{١٨} هذان قانونا الإقلاب والإدغام الكامل في الميم حيث تصبح النون ميما في كلتا الحالتين، كما في: "عبر" حيث تُنطق /ع - م - ب - ر/، و "من ماء" حيث تنطق /م - م - م - ع/.

^{١٩} هذا إدغام كامل تتحول فيه النون إلى الصوت الذي يليها كما في "من رأى" و "من له" حيث تُنطقان /م - ر ر - ع/، /م - ل - ل - ه/، على التوالي.

^{٢٠} هذا ما يُعرف بالإدغام بغنة حيث تبقى خاصية الغنة، أما موقع اللسان في الفم فإنه يكون في موقع الصوت الذي يليه كما في "من وراء" و "من يعمل" حيث تُنطقان /م - و - ر - ع/، /م - ي - ع - م - ل/، على التوالي، ولا يكون هذا الإدغام إلا بين الكلمات أما إذا تسلسلت هذه الحروف في كلمة واحدة فإنه لا يكون إدغاما كما في "دنيا"، "عنوان" فإنهما تنطقان /د - ن ي - /، /ع - ن و - ن/، على التوالي.

^{٢١} وهذا شبيهه بالإدغام السابق وهو ما يُعرف عند اللغويين بالإخفاء، وبعد تدقيق النظر فيه وفي القانون السابق تبين أن الشبه بينهما كبير وهو أن يتحول النون إلى صوت أنفي مخرجه هو مخرج الحرف الذي يليه كما في "من جاء" فإننا ننطقها /م - ج - ج - ع - ع/، وهذا القانون ينطبق على الأصوات المذكورة فيه سواء أنت بين الكلمات أو داخل الكلمة الواحدة كما في "منشار" التي تنطق /م - ش - ش - ر/.

^{٢٢} يُعرف هذا بالإدغام التام حيث يصبح الصوت مطابقا تماما للصوت الذي يليه كما في "إذ ظلموا" حيث تُنطق /ء - ظ - ل - م - /، وكما في "قالت طائفة" فتتطق /ق - ل - ط - ط - ع - ف - ه/، وكما في "أجيببت دعوتكما" فتتطق /ء - ج - ب - د - د - ع - و - ت - ك - م - /، على التوالي. وينطبق نفس القانون على "د" في الجزء الثاني

"د" ← ت / {#١C_n . ت #١C_n ، #١اق . . #١ #١ت}

١٣. "ل" ← ر / ر^{٢٣}

ل ل ← ل^ع ل^ح / {١× ، ، { (C) ، (C) } . (اللام هنا في لفظ الجلالة فقط)^{٢٤}

ل ← ل^ق / (فيما عدا ذلك، سواء كانت اللام في لفظ الجلالة أم في غيرها من الكلمات)

١٤. "ر" ← ر^ق / { (ر) ، ، { C . . }

← ر^ح / فيما عدا ذلك

١٥. "[Vط ، Vق] ← [Vك ، Vع] / [ك ، ت]^{٢٦}

من هذا القانون إلا أنه لا بد أن يكون هو والحرف الذي يليه داخل كلمة واحدة كما في "أزْدْتُ" تُنطق /ء - ر - ت ت / وعندما يكونا في كلمتين فيُشترط في هذه الحالة أن تكون الكلمة السابقة "قد" كما في "قد تعلم" التي تُنطق /ق - ت - ع - ل - م /.

٢٣ كما في "قل ربي" إذ تُنطق /ق - ر - ب - /.

٢٤ هذا قانون التثنية والترقيق للام. فاللام دائما مرققة إلا تلك في لفظ الجلالة "الله" أو "اللهم" فإنها تكون مفخمة إذا جاء اللفظ في بداية العبارة أو كان مسبوqa ب /- / أو /، /، أما عدا ذلك فإن اللام تكون مرققة، كما في المثالين التاليين: "إن الله" بالله، حيث تُنطقان: /ء - ن - ل^ع ل^ح - ه / ، /ب - ل^ق ل^ح - ه /، على التوالي. يلاحظ أنه في هذا القانون فقط استخدم الرمز . للدلالة على لفظ الجلالة وليس على الحرف الذي هو موضوع القانون هنا وهو "ل".

٢٥ هذا قانون الترقيق والتفخيم للراء، فالراء مرققة إذا كانت مكسورة أو كانت ساكنة مسبوقة بكسرة، ومفخمة فيما عدا ذلك، كما في المثالين "فرعون" و "مريم" حيث تُنطقان /ف - ر^ق ع - و / ، /م - ر^ح ي - م /، على التوالي. هذا القانون يحل إشكالية الراء المضعفة فيطبق مرتين كما في "الرياح" حيث ترقق الراء الثانية /ء - ر^ق - ي - اح /، والمرة الثانية عندما ترقق الراء الأولى /ء - ر^ق - ي - اح /.

٢٦ يُعرف هذا بالإدغام الناقص حيث يكون مخرج القاف هو مخرج الطاء ومخرج الكاف هو مخرج التاء، إلا أن الصائت السابق لهما يكون مُستعليا كما في "تَخْلُقُكُمْ" حيث تُنطق /ن - خ - ل^ع ك - ك^م / وفي "أحطت" حيث تُنطق /ء - ح - ع^ت ت /.

١٦. $V \leftarrow V^c / \{ص، ض، ط، ظ، ق، غ، خ\}$.^{٢٧}

١٧. $v \leftarrow v^c / \{CC، \#١\}$.^{٢٨}

١٨. $[v:] \leftarrow [v] / CC$.^{٢٩}

١٩. $v \leftarrow \emptyset / \times ١$.^{٣٠}

٢٠. "[ء، ق، ك، ط، ت، د، ب]" ← "[س، ق، ك، ط، ت، س، د، ب، س]"

[س، ب، س] / × ١.^{٣١}

^{٢٧} تصبح الصوائت مفخمة إذا أتت بعد الأصوات المطبقة /ط ظ ص ض/ أو بعد أصوات الاستعلاء /غ خ ق/ أو بعد الأصوات المفخمة مثل: /لج/، فإن /ج/ في "الناس" ليست كذلك في "الله" أو في "طار": /ء - ن - س/، /ء - ل - ج - ه/، /ط - ج - ر/، على التوالي.

^{٢٨} يبين هذا القانون أن الصائت القصير يصبح أقصر في أمده نسبيًا عندما يكون في نهاية كلمة متبوعة بكلمة أخرى أو عندما يكون متبوعًا بصامتين متتاليين، فالضمة في كلمة "كُتِبَ" /كُتِبَ/ أطول منها في تلك التي في الكلمات التالية: "علمٌ بلادي" /ع - ل - م - ب - ل - د - ي/، "مُقْبِلٌ" /م - ب - ق - ب - ل/، الفقرة الأولى من القانون ذكرها سيبويه في كتابه الكتاب أما الثانية فهي معروفة عبر اللغات بما فيها العربية وقد تم قياسها في العربية أكوستيًا [١٢].

^{٢٩} تصبح الصوائت الطويلة قصيرة إذا أتت بعدها صامتين متتاليين، لأن المقطع العربي لا يجيز هذا التسلسل الفونولوجي، كما في "رمى الرجل" فتتطق /ر - م - ر - ر - ج - ل/، وكما "في الليل" فتتطق /ف - ل - ل - ي - ل/، وهذا بعكس لو لم يكن في التسلسل صامتين متتاليين، كما في "رمى عمر" و "في بيتنا" حيث تتطق /ر - م - ع - م - ر/، /ف - ب - ي - ت - ن - ل/، على التوالي.

^{٣٠} هذا القانون يتولى حذف الصوائت القصيرة في نهاية العبارة كما في: "يجتهدُ التلميذُ"، حيث تتطق /ي - ج - ت - ه - د - ت - ل - م - ذ/.

^{٣١} يبين هذا القانون أن الأصوات الشديدة stops ينطلق بها عضو/عضوي النطق عند الوقوف عليها في نهاية العبارة فتكون مرسلّة released، وهذا ما يعرف بالقلقلة عند الوقف على الأصوات الشديدة المجهورة voiced stops والنفخ aspiration عند الوقف على الأصوات الشديدة المهموسة voiceless stops. فيُقلقل /د/ في العبارة "مررت بأحمد"، ويتبع /ك/ نفخ في الجملة "قرأت كتابك". ويذهب بعض اللغويين إلى أن هذا القانون ينطبق على الأصوات المذكورة عندما تكون ساكنة - ليست متبوعة بصائت - حتى وإن كانت داخل العبارة أو داخل الكلمة إلا أن جمهور اللغويين يرون بتطبيقه فقط عند الوقف عليه (أي في نهاية العبارة).

كان هذا سردا لجميع القوانين الفونولوجية العربية مستقلة عن المستويات اللغوية الأخرى كالنحو والصرف والدلالة، وجميعها تعتمد كلياً على تسلسل الأصوات عدا الألف - وليس الهمزة - التي تقع في بداية العبارة - وليس داخلها أو في نهايتها، ففي هذه الحالة فقط لا بد من معرفة حالتين هما: ما إذا كان الألف جزء من أَل التعريف أو أنه جزء من فعل ثالث حرف فيه متبوع بضممة: ففي الأولى يصبح همزة و فتحة وفي الثانية يصبح همزة وضمة. وإذا علمنا أن أصل الجملة في العربية هو الجملة الفعلية فهذا يعني أن وجود الأسماء في بداية الجملة ومن ثم المعرفة بأل هو قليل الوجود في النصوص العربية. وإذا وردت فإن اللبس بينها وبين الأفعال التي تبدأ بألف قليل كذلك، ذلك لأن الأفعال التي تبدأ بألف غالباً لا يتبعها لام أما الأفعال التي تبدأ بألف ولام فقليلة العدد مثل: "العب"، "البس"، "الطم"، "الكم"، "المرز"، "الشم"، "الجم". ومن ثم فإنه يمكن في هذه الحالة - حالة الألف في بداية الجملة - عمل قائمة بالأفعال التي يبدأ جذرها بلام وتكون متعدية حتى يمكن تحويلها إلى أمر ومن ثم تبدأ بألف ولام، كما في الأمثلة السابقة وفصلها عن الألف الذي هو جزء من أَل التعريف. كما يمكن عمل قائمة بالكلمات التي تتحول فيها الألف إلى همزة وكسرة كما في: "ابن"، "امرؤ"، "اسم" وهي قليلة أيضاً، للتفريق بينها وبين الألف التي تكون جزء من فعل كما في: "اكتب". وبهذا يمكن تجاوز هذه الحالة الاستثنائية الوحيدة للقواعد الفونولوجية باعتماد قائمة بالمفردات الشاذة وهي كما ذكرنا ليست طويلة، أو بتوظيف محلل صرفي يقوم بتحديد نوع الألف والكلمة اللتين تقعان في بداية العبارة.

٣. أمثلة تطبيقية

بعد سرد القوانين الفونولوجية لا بد من عرض أمثلة لكيفية تطبيقها عند تحويل النص المكتوب إلى رموز صوتية تحاكي العملية النطقية عند العربي بحيث يكون الناتج في نهاية المطاف هو نتاج تطبيق جميع القوانين الفونولوجية التي لها في العبارة المستهدفة مجال للتطبيق. ويلاحظ أنه لا بد أن تكون العبارة في الأصل تحمل كافة رموز التشكيل عدا السكون الذي ليس له دلالة صوتية كما سبق ذكره. وفيما يلي بعض الأمثلة ومراحل تطبيق القوانين الفونولوجية عليها. ويظهر خط تحت الرموز التي تُطبق عليها القانون وتغيرت لتوضيح موضع تطبيق القانون:

● مثال ١: "رَأَيْتُ مُعَلِّمًا فِي الْفَصْلِ"

١. الفونيمات مكتوبة كما هي إلا أنها مجزأة:

ر - أ - ي - ت - مُ - م - ع - ل - ل - م - أ - ف - ي - ا - ل - ف - ص - ل - /

٢. يطبق القانون الأول الخاص بفك التضعيف:

ر - أ - ي - ت - مُ - م - ع - ل - ل - م - أ - ف - ي - ا - ل - ف - ص - ل - /

٣. يُطبق القانون الثاني الخاص بحذف الألف من أل التعريف:

ر - أ - ي - ت - مُ - م - ع - ل - ل - م - أ - ف - ي - ل - ف - ص - ل - /

٤. يطبق القانون السادس الخاص بالتنوين:

ر - أ - ي - ت - مُ - م - ع - ل - ل - م - ن - ف - ي - ل - ف - ص - ل - /

٥. يُطبق القانون الثامن الخاص بالهمزة:

/رَاءَ يَ تِ مُ مِ عَ لَ لَ مِ نَ فِ يَ لَ فِ صَ لَ /

٦. يُطبق القانون التاسع الخاص بالصوائت الطويلة:

/رَاءَ يَ تِ مُ مِ عَ لَ لَ مِ نَ فِ يَ لَ فِ صَ لَ /

٧. يُطبق القانون الحادي عشر الخاص بالنون:

/رَاءَ يَ تِ مُ مِ عَ لَ لَ مِ نَ فِ يَ لَ فِ صَ لَ /

٨. يُطبق القانون الثالث عشر الخاص بترقيق اللام:

/رَاءَ يَ تِ مُ مِ عَ لَ لَ مِ نَ فِ يَ لَ فِ صَ لَ /

٩. يُطبق القانون الرابع عشر الخاص بتفخيم الراء:

/رَخَ يَ تِ مُ مِ عَ لَ لَ مِ نَ فِ يَ لَ فِ صَ لَ /

١٠. يُطبق القانون السابع عشر الخاص بتقصير الصوائت القصيرة:

/رَخَ يَ تِ مُ مِ عَ لَ لَ مِ نَ فِ يَ لَ فِ صَ لَ /

١١. يُطبق القانون الثامن عشر الخاص بتحويل الصوائت الطويلة إلى قصيرة:

/رَخَ يَ تِ مُ مِ عَ لَ لَ مِ نَ فِ يَ لَ فِ صَ لَ /

١٢. يُطبق القانون التاسع عشر الخاص بحذف آخر صائت في العبارة:

/رَخَ يَ تِ مُ مِ عَ لَ لَ مِ نَ فِ يَ لَ فِ صَ لَ /

● مثال ٢: تَتَسَبَّبُ الْعَازَاتُ الْمُنْبَعِثَةُ مِنَ الْمَصَانِعِ فِي تَلَوُّثِ الْهَوَاءِ.

١. الفونيمات مكتوبة كما هي إلا أنها مجزأة:

ا ت ت س ب ب ب ء ا ل غ ا ز ا ت ء ا ل م ء ن ب ع ث ة ء م ن ا ل
م ص ن ا ن ع ف ي ت ل و ء ث ا ل ه و ا ء

٢. يطبق القانون الأول الخاص بفك التضخيم:

ا ت ت س ب ب ب ء ا ل غ ا ز ا ت ء ا ل م ء ن ب ع ث ة ء م ن ا ل
ل م ص ن ا ن ع ف ي ت ل و و ء ث ا ل ه و ا ء

٣. يطبق القانون الثاني الخاص بالألف:

ا ت ت س ب ب ب ء ا ل غ ا ز ا ت ء ا ل م ء ن ب ع ث ة ء م ن ا ل م
ص ن ن ع ف ي ت ل و و ء ث ا ل ه و ا ء

٤. يطبق القانون الرابع الخاص بالتاء المربوطة:

ا ت ت س ب ب ب ء ا ل غ ا ز ا ت ء ا ل م ء ن ب ع ث ة ء م ن ل م
ص ن ن ع ف ي ت ل و و ء ث ا ل ه و ا ء

٥. يطبق القانون التاسع الخاص بتحويل الصوائت الطويلة:

ا ت ت س ب ب ب ء ا ل غ ا ز ا ت ء ا ل م ء ن ب ع ث ة ء م ن ل م
ص ن ن ع ف ي ت ل و و ء ث ا ل ه و ا ء

٦. يطبق القانون العاشر الخاص بادخال صائت في حالة وجود ثلاثة صوامت:

/تَ تَسَ بَ بَبَ بَ لَ غَ زَ تَ مُ لَ مَ نَ بَ عَ ثَ تَ مُ مَ نَ لَ مَ
صَ نَ عَ فَ تَ لَ وَ وُ ثَ لَ هَ وَ عَ /

٧. يطبق القانون الحادي عشر الخاص بالنون:

/تَ تَسَ بَ بَبَ بَ لَ غَ زَ تَ مُ لَ مَ نَ بَ عَ ثَ تَ مُ مَ نَ لَ مَ
صَ نَ عَ فَ تَ لَ وَ وُ ثَ لَ هَ وَ عَ /

٨. يطبق القانون الثالث عشر الخاص بترقيق اللام:

/تَ تَسَ بَ بَبَ بَ لَ غَ زَ تَ مُ لَ مَ نَ بَ عَ ثَ تَ مُ مَ نَ لَ مَ
لَ مَ صَ نَ عَ فَ تَ لَ وَ وُ ثَ لَ هَ وَ عَ /

٩. يطبق القانون السادس عشر الخاص بتفخيم الصوائت:

/تَ تَسَ بَ بَبَ بَ لَ غَ زَ تَ مُ لَ مَ نَ بَ عَ ثَ تَ مُ مَ نَ لَ مَ
لَ مَ صَ نَ عَ فَ تَ لَ وَ وُ ثَ لَ هَ وَ عَ /

١٠. يطبق القانون السابع عشر الخاص بتقصير الصوائت القصيرة:

/تَ تَسَ بَ بَبَ بَ لَ غَ زَ تَ مُ لَ مَ نَ بَ عَ ثَ تَ مُ مَ نَ لَ مَ
مَ نَ بَ لَ مَ صَ نَ عَ فَ تَ لَ وَ وُ ثَ لَ هَ وَ عَ /

١١. يطبق القانون التاسع عشر الخاص بحذف الصائت في نهاية العبارة:

/تَ - تَ - سَ - بَ - بَ - بَ - بَ - لَ - غَ - يَ - زَ - تَ - لَ - مَ - مَ - بَ - عَ - ثَ - تَ - مَ
مَ - نَ - لَ - مَ - صَ - يَ - نَ - عَ - صَ - فَ - تَ - لَ - صَ - وُ - ثَ - صَ - لَ - هَ - وَ - ءَ /

١٢. يطبق القانون الواحد والعشرون الخاص بالأصوات المرسله:

/تَ - تَ - سَ - بَ - بَ - بَ - لَ - غَ - يَ - زَ - تَ - لَ - مَ - مَ - بَ - عَ - ثَ - تَ - مَ
مَ - نَ - لَ - مَ - صَ - يَ - نَ - عَ - صَ - فَ - تَ - لَ - صَ - وُ - ثَ - صَ - لَ - هَ - وَ - ءَ /

• المثال ٣: تدافع كثيرٌ من الناس للوصول إلى السَّرَابِ

١. الفونيمات مكتوبة كما هي إلا أنها مجزأة:

/تَ - دَ - ا - فَ - عَ - كَ - ثَ - يَ - زَ - مَ - نَ - ا - لَ - نَ - ا - سَ - لَ - لَ - وُ - صَ - وُ - لَ - ا - لَ - يَ
ا - لَ - سَ - رَ - ا - بَ - ا /

٢. يطبق القانون الأول الخاص بفك التضعيف:

/تَ - دَ - ا - فَ - عَ - كَ - ثَ - يَ - زَ - مَ - نَ - ا - لَ - نَ - ا - سَ - لَ - لَ - وُ - صَ - وُ - لَ - ا - لَ - يَ
ا - لَ - سَ - رَ - ا - بَ - ا /

٣. يطبق القانون الثاني الخاص بالألف:

/تَ - دَ - ا - فَ - عَ - كَ - ثَ - يَ - زَ - مَ - نَ - ا - لَ - نَ - ا - سَ - لَ - لَ - وُ - صَ - وُ - لَ - ا - لَ - يَ
لَ - سَ - رَ - ا - بَ - ا /

٤. يطبق القانون الثالث الخاص بالألف المقصورة:

/تَدَفَعَكَاثِي رْمَن ن ن نَسَل ل و صُ و ل إ لَل
سَسَرَبِ/

٥. يطبق القانون الخامس الخاص بحذف اللام الشمسية:

/تَدَفَعَكَاثِي رْمَن ن ن نَسَل ل و صُ و ل إ لَل سَس
رَبِ/

٦. يطبق القانون السادس الخاص بالتثوين:

/تَدَفَعَكَاثِي رْمَن ن ن نَسَل ل و صُ و ل إ لَل سَس
سَسَرَبِ/

٧. يطبق القانون الثامن الخاص بالهمزة:

/تَدَفَعَكَاثِي رْمَن ن ن نَسَل ل و صُ و ل إ لَل
سَسَرَبِ/

٨. يطبق القانون التاسع الخاص بالصوائت الطويلة:

/تَدَفَعَكَاثِي رْمَن ن ن نَسَل ل و صُ و ل إ لَل سَس
سَسَرَبِ/

٩. يطبق القانون العاشر الخاص بإدخال صائت قصير بين ثلاثة صوامت متتالية:

/تَدَفَعَكَاثَرُمِنِنَسَلِلِوُصِلِءَلَس
سَرَبِ/

١٠. يطبق القانون الحادي عشر الخاص بالنون:

/تَدَفَعَكَاثَرُمِنِنَسَلِلِوُصِلِءَلَس
سَرَبِ/

١١. يطبق القانون الثالث عشر الخاص بترقيق اللام:

/تَدَفَعَكَاثَرُمِنِنَسَلِلِوُصِلِءَلَقِ
سَسَرَبِ/

١٢. يطبق القانون الرابع عشر الخاص بتفخيم الراء:

/تَدَفَعَكَاثَرُخُمِنِنَسَلِلِوُصِلِءَلَقِ
سَسَرُخَبِ/

١٣. يطبق القانون السادس عشر الخاص بتفخيم الصوائت:

/تَدَفَعَكَاثِرَخِم مَنَنَسَلَلْ وُصْلَهْلْءَ
لَلَسَسَرَخَبِ/

١٤. يطبق القانون السابع عشر الخاص بتقصير الصوائت القصيرة:

/تَدَفَعَكَاثِرَخِم مَنَنَسَلَلْ وُصْلَهْلْءَ
لَلَسَسَرَخَبِ/

١٥. يطبق القانون الثامن عشر الخاص بتحويل الصوائت الطويلة إلى أخرى قصيرة:

/تَدَفَعَكَاثِرَخِم مَنَنَسَلَلْ وُصْلَهْلْءَ
لَلَسَسَرَخَبِ/

١٦. يطبق القانون التاسع عشر الخاص بجذف الصائت القصير في نهاية العبارة:

/تَدَفَعَكَاثِرَخِم مَنَنَسَلَلْ وُصْلَهْلْءَ
لَلَسَسَرَخَبِ/

١٧. يطبق القانون العشرون الخاص بالأصوات المرسلة:

/ت د ف ع ك ث ر خ م ن ص ن س ل ك و ص م ح
ص ل ك ص ء ل س س ر خ ب س/

٤. الخاتمة

بينت هذه الورقة كيف يمكن تحويل النص العربي المكتوب والمشكل من رموز كتابية graphemes إلى رموز صوتية phonetic symbols بتطبيق القوانين الفونولوجية حتى يمكن توظيفها لتوليد كلام منطوق أيا كانت الطريقة المستخدمة في ذلك: التوليد بالتسلسل أو التوليد بالقانون أو التوليد بالأنموذج [١٠]، ويمكن كذلك توظيفها في نظم التعرف الآلي على الكلام العربي. ويلاحظ أنه في البداية لا بد من البحث في النص عن الكلمات الخارجة عن قواعد الكتابة في العربية والمسرودة في مقدمة هذه الورقة وتحويلها إلى رموز صوتية، ثم تُطبق بعد ذلك القوانين المذكورة في هذه الورقة مرتبة حسب أولويتها في التطبيق. بمعنى آخر أن نبدأ بالقانون الأول فالثاني... وهكذا. وجميع القوانين هنا مستقلة عن المستويات اللغوية الأخرى كالنحو والصرف والدلالة وتقوم كلياً على تسلسل الأصوات عدا الألف الواقع في بداية العبارة.

شكر وتقدير:

يود الباحثون أن يتقدموا بالشكر والتقدير لمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية وذلك لدعمها للمشروع رقم: أت ١٨-١٢ والذي من نتائجه هذه الورقة.

المراجع

- [١] الغامدي، منصور بن محمد (١٤٢١هـ) "الصوتيات العربية"، مكتبة التوبة، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- [٢] Lass, Roger (1984) "Phonology: an Introduction to Basic Concepts", Cambridge University Press, London.
- [٣] سيويو، أبو بشر عمرو بن عثمان (ت ١٨٠هـ) "الكتاب"، تحقيق عبد السلام محمد هارون (١٩٦٨م)، دار الكتاب العربي القاهرة.
- [٤] ابن جني، أبو الفتح عثمان (ت ٣٩٢هـ) "سر صناعة الإعراب"، تحقيق مصطفى السقا وآخرين (١٣٧٤هـ)، مكتبة مصطفى الحلبي، مصر.
- [٥] حركات، مصطفى (١٤١٨هـ) "الصوتيات وال fonولوجيا"، المكتبة العصرية، بيروت.
- [٦] بدري، الدكتور كمال إبراهيم (١٤٠٨هـ) "علم اللغة المبرمج"، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض.
- [٧] الحمد، غانم قدوري (١٤٠٦) "الدراسات الصوتية عند علماء التجويد"، مطبعة الخلود، بغداد.
- [٨] الغول، محمد بن شحاده (١٤١٠هـ) "بغية عباد الرحمن لتحقيق تجويد القرآن"، دار بن القيم، الدمام.
- [٩] Nassir, Abdulmunim abdulmir (1985) "Sibawayh the Phonologist: A Critical Study of the Phonetic and Phonological Theory of Sibawayh as Presented in His Treatise Al Kitab", unpublished Ph. D. thesis, University of York, England.
- [١٠] Al-Muhtasib, Husni, Moustafa Elshafei and Mansour Al-ghamdi (2000) Techniques for High Quality Arabic Speech Synthesis, The Third KFUP Workshop on Information & Computer Science, 73-82.
- [١١] Fathi, H. A., and others (1995) A Real-Time Arabic Text-to-speech System Based on Parallel Processing, J. King Saud University, Vol. 7, 49-67.
- [١٢] Hussain, A. A. (1985) "An Experimental Investigation of Some Aspects of the Sound System of the Gulf Arabic Dialect with Special Reference to Duration", unpublished Ph. D. thesis, Essex University, England.

Phonetic Rules in Arabic Script

Mansour M. Al-ghamdi*, Husni Al-Muhtasib and Moustafa Elshafei**

*King Abdul Aziz City for Sciences and Technology, Riyadh
King Fahd University of Petroleum & Minerals, Dhahran, Saudi Arabia*

(Received 8 January 2002; accepted for publication 17 November 2002)

Abstract. Conversion of Arabic script into phonetic rules is one of the major obstacles facing the researchers on Arabic text-to-speech systems and speech recognition. Although Arabic is one of the oldest languages that its sounds and phonological rules were extensively studied and documented (more than 12 centuries ago), these valuable studies need to be compiled from scattered literatures and formulated in a modern mathematical frame work.

The objective of this paper is to present to the interested researchers a mathematical formulation for a comprehensive set of these rules.