«بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد جموع القلة في القرآن الكريم»

إعداد

سلطانة بنت محمد الغرابي

باحثة في اللغة العربية

• **الملخص:**

تؤثر العملية الصرفية بشكل حيوي على معظم نظم معالجة اللغة العربية آلياً، ولأن الحاسوب يفتقر إلى الحدس اللغوي الذي يتمتع به ابن اللغة جاءت هذه الدراسة التي اتخذت من المنهجين الوصفي والإحصائي منطلقاً للبحث، وتهدف إلى توصيف مقاييس جموع القلة الواردة في القرآن الكريم وترميزها في شكل يفهمه جهاز الحاسوب؛ لبناء خوارزمية حاسوبية تسهل معالجة تلك المقاييس آلياً، وتوفر قاعدة بيانات لغوية موصّفة لخلق حدس لغوي حاسوبي أقرب ما يكون إلى حدس الإنسان اللغوي متمثلة في دراسة أكاديمية تخلق تعاوناً بين اللغويين والحاسوبيين لتخدم مجال هندسة اللغة العربية، وانتهاءً إلى بناء برنامج توليدي يقوم بتوليد الجمع الصحيح للمفردة المدخلة في خطوة لتوليد اللغة آلياً، وقد بُنيت ثلاث وخمسون خوارزمية. تدرجت الدراسة وصولاً إلى الهدف المنشود، فجاءت في تمهيد ومقدمة في المعالجة الآلية للغات الطبيعية، وأهم الدراسات السابقة التي تناولت جموع القلة على الصعيد اللغوي، والتوليد الصرفي على الصعيد العملي الحاسوبي، ثم حصر صيغ جموع القلة الواردة في القرآن الكريم وترتيبها، ثم توصيف المقاييس وترميزها لبناء الخوارزمية الحاسوبية التي تهدف إلى توليد جموع القلة من المفرد. وقد بُني برنامج توليدي تجريبي لقياس مدى صحة الخوارزميات وقد أثبت نجاحه مما يؤكد صحة الخوارزميات. وأخيراً ختمت الدراسة بأهم النتائج والتوصيات التي توصل إليها البحث.

الكلمات المفتاحية: توليد صرفي، خوارزمية حاسوبية، معالجة آلية، توصيف، ترميز، جموع القلة.

*****

- **التمهيد:**

تمثل اللغة وسيلة التواصل والتعبير عن الأفكار والمشاعر والتقرب إلى الله بالعبادة من ذكر وصلاة ودعاء وتسبيح، ومنطلقاً للتواصل مع الحضارات والثقافات الأخرى، بل إن اللغة أداة من أدوات إعمار الأرض التي استخلفنا الله فيها لإعمارها إن لم تكن الركيزة الأولى، واللغة هي مفتاح العلوم، وأداة العقل والفكر، ووعاء العلوم والثقافة والتأريخ والتكنولوجيا، فمقياس نجاح الأمم نجاحُ لغاتهم.

وقد حظيت اللغة العربية بما لم تحظ به أية لغة من الاهتمام والعناية وهذا أمر الله نافذ فيها؛ لأنها لغة القرآن الكريم الذي نزل بكلام الله العظيم، وهذا أعظم شرف وأهمية لها، فقد اختارها الله جل جلاله من بين كل لغات العالم ليكون بها كلامه الخالد.

كما أن اللغة العربية تتمتع بخصائص عدة، ففيها خاصية الاشتقاق الصرفي والمرونة النحوية واعتمادها على الجذر واطراد القياس في كثير من الحالات الصوتية والصرفية والإعرابية. وقد ورد في كتاب المنصف لابن جني أن الصرف «ميزان العربية، وبه تعرف أصول كلام العرب من الزوائد الداخلة عليها، ولا يوصل إلى معرفة الاشتقاق إلا به، وقد يؤخذ جزء من اللغة كبير بالقياس، ولا يوصل إلى ذلك إلا من طريق التصريف»[1]

وقد ضُبطت العربية بميزان صرفي مشكّل يتكون من ثلاثة أحرف هي أصوله (ف ع ل) حيث تعتبر المحور الأساسي لما يعتري اللفظة من تغيرات كالزيادة والحذف والصحة والإعلال والقلب والإبدال والفك والإدغام، وعليه فإن صرف العربية هو صرف جبري؛ لاتسامه بدقة القياس ومرونة الاشتقاق، وعليه كان إخضاعه للضبط الحاسوبي الدقيق أمراً ميسراً.

(١) ابن جني، أبو الفتح عثمان، المنصف شرح كتاب التصريف للإمام المازني، تحقيق إبراهيم مصطفى، عبدالله أمين، ج١، الطبعة الأولى، ١٣٧٣ - ١٩٥٤م، ص٢.

وقد وجدت العلاقة بين اللغة والحاسوب منذ بداية ظهور الحاسوب في أواخر الأربعينات من القرن العشرين، وقد بُني على هذه العلاقة علم متكامل يجمع بين تقنية الحاسوب واللغة هو اللسانيات الحاسوبية، وهو علم بيني ينتسب نصفه إلى اللسانيات وموضوعها اللغة، ونصفه الآخر حاسوبي وموضوعه ترجمة اللغة إلى رموز رياضية يفهمها الحاسوب[١]. واللسانيات الحاسوبية هي أحدث فروع اللسانيات الحديثة، وهي فرع من فروع اللغويات التطبيقية، ولعله أهمها؛ لما للحاسوب من أثر كبير في مجالات العلوم المختلفة، ولما يتمتع به من قدرة هائلة على التخزين والاسترجاع والربط والتحليل والتصنيف، وللسانيات الحاسوبية مكونان: نظري وتطبيقي، حيث يهتم الجزء النظري بقضايا اللغة وفهمها، أما التطبيقي فيهتم بنمذجة الاستعمال الإنساني للغة، وقد استطاعت اللسانيات الحديثة أن تحقق إنجازات عظيمة على المستويين النظري والتطبيقي، كما تعالقت مع العلوم الإنسانية والطبيعية والطبية والتقنية، فنتج عن هذا التعالق فروع لسانية متعددة ومتباينة، كاللسانيات الاجتماعية والنفسية والتربوية والحاسوبية وغيرها[٢].

ونظراً إلى التحام اللغة بالحاسوب في علم اللسانيات الحاسوبية فقد استطاع العلماء التوصل إلى وسائل رياضية تمثل حلقة الوصل بين اللغة والحاسوب، ومن تلك الوسائل: الخوارزميات التي تعد حقلاً جديداً في معالجة اللغات الطبيعية حيث تمثل لغة التخاطب التي يفهمها الحاسوب.

والخوارزمية هي مجموعة من الخطوات الرياضية والمنطقية والمتسلسلة اللازمة لحل مشكلة ما، وسميت الخوارزمية بهذا الاسم نسبة إلى العالم أبي جعفر محمد بن موسى الخوارزمي الذي ابتكرها في القرن التاسع الميلادي[٣] وفي خطوة لنمذجة

(١) الخطيب، هند محمد إبراهيم، بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد المشتقات وتحليلها: معجم ديوان الأدب للفارابي أنموذجاً، جامعة العلوم الإسلامية العالمية، الأردن، ٢٠١٨م.

(٢) الدوسري، مسفر بن محماس. برمجة الاسم المنسوب بياء النسب في العربية حاسوبياً، جامعة اليرموك، الأردن، ٢٠١٠م.

(٣) https://ar.wikipedia.org/wiki ويكيبيديا، الموسوعة الحرة

اللغة في شكل يفهمه الحاسوب جاءت هذه الدراسة التي تهدف إلى بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد جموع القلة، حيث ستجمع المادة اللغوية من القرآن الكريم اعتماداً على دراسة سابقة[1] أحصت تلك الجموع، ثم صياغة المقاييس اللغوية بأسلوب قريب من معالجتها حاسوبياً وترتيبها في شكل يخدم بناء الخوارزميات الحاسوبية، حيث ستوصف توصيفاً لغوياً حاسوبياً، ثم العمل على ترميزها، وصولاً إلى بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد جموع القلة. وتتجلى أهمية بناء الخوارزمية في كونها لغة التخاطب مع الحاسوب التي تسهل عملية تحليل المفردات بشكل منطقي متسلسل؛ حتى يفهمها جهاز الحاسب الآلي، وبناء الخوارزمية هو المرحلة الأولية لتصميم أي نظام حاسوبي؛ إذ يُعتمد عليها في بناء أنظمة معالجة اللغات الطبيعية باستعمال لغة برمجة معينة. وعليه فإن هذه الدراسة ينتسب نصفها إلى اللغة، وموضوعه جمع صيغ جموع القلة وتصنيفها، ونصفها الآخر ينتسب إلى الحاسوب، وموضوعه توصيف تلك الصيغ في ضوء اللسانيات الحاسوبية عن طريق بناء خوارزمية حاسوبية يفهمها الحاسب[2].

(١) البار، عفاف محمد. جموع التكسير في القرآن الكريم، جامعة أم القرى، مكتبة الملك فهد الوطنية.

(٢) المهيوبي، عبدالعزيز عبدالله. توصيف توليد جموع التكسير من المفرد الثلاثي في ضوء اللسانيات الحاسوبية، جذور، النادي الأدبي الثقافي بجدة- المملكة العربية السعودية، ٢٠١٧م.

- **أهمية الدراسة:**

إن الزخم المعرفي الذي نعيشه اليوم جعل جمع المعلومات وترتيبها ومعالجتها حاسوبياً ضرورة ملحّة، وإزاء هذا الواقع فإن تقنية المعلومات تساعد في تنميط ذلك الزخم المعرفي الهائل وترتيبه بدقة وتُمكن من الوصول إليه بسهولة. فمع انتشار التقنية ودخولها في مختلف مجالات العلوم كان لا بد من الارتقاء باللغة العربية لتواكب هذا التطور التقني من خلال حوسبتها، حيث تمثل حوسبة الصرف العربي اللبنة الأساسية والخطوة الأولى لحوسبة المنظومات اللغوية الأخرى (التركيبية والدلالية والمعجمية والسياقية).

«كما تعد ميكنة العمليات الصرفية بالنسبة للغة العربية مدخلاً أساسياً وقاسماً مشتركاً لمعظم نظمها الآلية. فنجاحنا في تعريب نظم المعلومات والمعارف يتوقف بالدرجة الأولى على ما نستطيع أن نحققه على «جبهة الصرف». أما على الصعيد التقني فتعد معالجة الصرف العربي آلياً مطلباً أساسياً لميكنة عمليات تحليل النصوص المكتوبة والمنطوقة وفهمها وتوليدها ذاتياً، علاوة على كونه أساساً لا غنى عنه لميكنة المعاجم، واسترجاع المعلومات، وتحليل مضمون النصوص»[1] كما تتجلى أهمية الدراسة في إفادتها للمتعلمين والباحثين، وذلك من خلال إيصالهم إلى الاستخدام الصحيح لجمع المفردة، وهي أيضاً خدمة للقرآن الكريم واللغة العربية؛ لأنها تعد إضافة جديدة للدراسات اللسانية الحاسوبية العربية المتعلقة بتوصيف مقاييس صيغ جموع القلة، وهي الدراسة الأولى -على حد علمي- التي تتناول بناء خوارزمية حاسوبية لجموع القلة في القرآن الكريم. وعليه تتضح أهمية هذه الدراسة الموسومة بـ«بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد جموع القلة في اللغة العربية» التي تعالج قضية من قضايا الصرف العربي المهمة، وقد تناولت الباحثة توصيف مقاييس الجموع وترميزها لبناء الخوارزمية الحاسوبية وصولاً إلى برنامج توليد جموع القلة.

(١) المهيوبي، عبدالعزيز عبدالله. بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد الأفعال في اللغة العربية وتصريفها، رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في اللغويات التطبيقية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض، ١٤٣٥- ١٤٣٦ هـ.

- **أسباب اختيار الموضوع:**

١- في عصر تنامت فيه المعلوماتية وأصبحت لغة العصر، بات لزاماً على المجتمع العربي دراسة اللغة العربية ومعالجتها بشكل تطبيقي لخلق برامج وأنظمة معلوماتية ذكية؛ منعاً لحدوث فجوة لغوية تفصل اللغة العربية عن الاستخدام والتداول وفاعليتها في الطور التنموي والمعلوماتي.

٢- الحاجة إلى تطويع الحاسوب لمعالجة اللغة العربية وحوسبتها؛ لتنهض في ركب اللغات الأُوَل وتواكب التقنيات الحديثة، حيث تعد المعالجة الآلية للصرف العربي نقطة الانطلاق وأساس مستويات المعالجة اللغوية ومجالات الذكاء الاصطناعي.

٣- حيوية الموضوع وجِدّته أظهرت الحاجة إلى معالجة جموع القلة في القرآن الكريم حاسوبياً في شكل يخدم القرآن الكريم واللغة العربية والمتعلمين والباحثين، حيث تعد الدراسة الأولى التي تتناول معالجة جموع القلة حاسوبياً.

- **أهداف الدراسة:**

- الإسهام في خدمة اللغة العربية لتواكب العصر، من خلال المعالجة المتقدمة للغة وتطبيق أساليب متطورة لإعطاء الآلة المهارات اللغوية من اشتقاق وتصريف وتوليد وتدقيق إملائي ونحوي واختصار وفهرسة وترجمة آلية وغيرها.
- توفير قاعدة بيانات لغوية موصّفة تتمثل في دراسة أكاديمية تخلق تعاوناً بين اللغويين والحاسوبيين لتخدم مجال هندسة اللغة العربية استعداداً للحوسبة.

- ترتيب صيغ جموع القلة في القرآن الكريم المحصاة في دراسات سابقة، وتنميطها في شكل يُسهل معالجتها آلياً.
- توصيف مقاييس جموع القلة وترميزها.
- بناء خوارزمية حاسوبية لكل قاعدة؛ بحيث يسهل على الحاسب قراءتها والتعرف عليها.

- **منهج البحث:**

تتخذ الدراسة من المنهجين الوصفي والإحصائي منطلقاً للبحث، حيث ستحصى المادة اللغوية وهي جموع القلة في القرآن الكريم، وترتب في شكل يُسهل معالجتها، ثم العمل على توصيف مقاييس جمع القلة وترميزها لبناء الخوارزمية الحاسوبية.

حدود البحث: جُمعت المادة اللغوية لهذه الدراسة من القرآن الكريم مستفيدة من دراسات سابقة[1] أحصت أوزانها، فحدود البحث هي جموع القلة الواردة في القرآن الكريم.

(١) البار، عفاف محمد. جموع التكسير في القرآن الكريم، جامعة أم القرى، مكتبة الملك فهد الوطنية.

١. مقدمة في المعالجة الآلية للغات الطبيعية:

١,١ المصطلح والمفهوم:

تُعرّف المعالجة الآلية للغات الطبيعية بأنها: تطويع اللغة بكل تعقيداتها لثنائية الصفر والواحد في برمجيات الحاسب ونظمه، وهي مجال فرعي يتبع الذكاء الاصطناعي واللغويات الحاسوبية، وتعنى بدراسة مشكلات التوليد والفهم الآلي للغات الطبيعية، حيث تهدف أنظمة توليد اللغات الطبيعية إلى تحويل البيانات والمعلومات المخزنة في قواعد بيانات الحاسب إلى لغة بشرية تبدو طبيعية، أما أنظمة فهم اللغات الطبيعية فتهدف إلى تحويل عينات ونماذج اللغات الإنسانية إلى تمثيل شكلي يسهل على برامج الحاسب تطويعه والتعامل معه[١].

١,٢ ما اللغات الطبيعية:

اللغات الطبيعية (Natural Languages) مصطلح يطلق على اللغات البشرية السائدة مثل: العربية والإنجليزية والفرنسية وغيرها، ووجود كلمة طبيعية في المصطلح يحتم وجود لغات أخرى ليست طبيعية، فسميت طبيعية؛ لأنها ناتجة عن تطور طبيعي، أي بدون وجود تخطيط واعٍ لوضع قواعدها ومصطلحاتها وتركيبها الصوتي وغيره، فمثلاً اللغة العربية تطورت عبر السنين بدون أن يكون هناك تخطيط للكلمات فيها ولا القواعد ولا غيرها.

في المقابل هناك اللغات الاصطناعية (Artificial) أو المبنية (Constructed Languages) أو المخططة (Planned) أو المخترعة (Invented)، وهي لغات توضع مصطلحاتها وقواعدها وغيرها من الخصائص اللغوية قبل أن تكون لغة موجودة ومتداولة بين الناس، ولعل أشهر الأمثلة عليها هي لغات البرمجة مثل: Java و Python وغيرها[٢].

(١) http://www.startimes.com/?t=21168801 أبو الحجاج محمد بشير ٢٠٠٩م.

(٢) http://sakhar.co/?p=268&lang=ar مقال لصخر الخريف، ٢٠١٥م.

١,٣ أهمية المعالجة الآلية للغة:

تنطلق كثير من الأمم شرقها وغربها، متقدمتها ونامیتها، إلى وضع الخطط القومية لإعداد مجتمعاتها لعصر المعلومات اجتماعياً واقتصادياً وثقافياً وسياسياً، وتعتبر قضية تطويع تقنيات الحاسب الآلي للمتطلبات الآنفة ولمتطلبات اللغات القومية أحد المحاور الرئيسية لعملية الإعداد المذكورة[١]. وقد استطاعت اللغات الطبيعية في ظل المعالجة الآلية أن تكون أكثر انضباطاً واكتمالاً؛ إذ وجدت لنفسها أدواراً جديدة متنوعة لم تألفها من قبل، كتصميم لغات البرمجة ونظم تخزين المعلومات. وتتجلى أهمية المعالجة الآلية للغة في أن نتائج التحليل اللغوي في الحاسوب ستكون أكثر موضوعية ودقة، فعبر المعالجة الآلية المضبوطة لن يكون هناك مجال للحدس والشعور في عمل الباحث؛ لأن النتائج التي يقدمها الحاسب الآلي هي نتائج موضوعية ومبرهنة. كما أن إخضاع اللغة للمعالجة الآلية سيسهم في تعليم اللغة للناطقين بها وبغيرها، وبناء برامج الترجمة الآلية للنصوص، وتطبيقات اكتشاف الأخطاء وتصحيحها، والتعرف الآلي على الكلام المنطوق، وقراءة النصوص المكتوبة، وضغط النصوص وفهرستها، وضبطها بالشكل. واللغة العربية من أكثر اللغات الطبيعية طواعية للمعالجة الآلية؛ إذ تمتلك نظاماً خاصاً بها يجعلها أكثر قابلية لأن تُمثّل حاسوبياً، لا سيما على المستوى الصرفي؛ فهي لغة ذات نظام دقيق وأنيق، تركيبياً ودلالياً ومعجمياً[٢].

١,٤ اللسانيات الحاسوبية والمعالجة الآلية للغات:

إن الثورة التكنولوجية الحديثة ألقت بظلالها على اللغات الطبيعية محدثةً الانقلاب التاريخي في المجالين المعرفي واللغوي، وغدت الحاجة ماسّة لاستجابة اللغة الطبيعية لذلك التأثير لمواكبة ظاهرة التسريع التي وُسم بها هذا العصر.

(١) الغوثاني، راتب مزيد. استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، ١٩٩٦م.

(٢) المهيوبي، عبدالعزيز عبدالله. بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد الأفعال في اللغة العربية وتصريفها، ص٤٥.

لذلك ظهرت اللسانيات الحاسوبية العربية على غرار اللسانيات الحاسوبية العامة استجابة لدواعي حضارية وإستراتيجية ينشدها مستقبل اللغة العربية[1].

تعريف اللسانيات الحاسوبية (computational linguistics): هي علم حديث يستخدم الحواسيب في تحويل النصوص والمعلومات اللغوية إلى لغات الحاسب الرقمية لتحليلها وترجمتها إلى لغات أخرى، وهي من العلوم البينية؛ أي أنها تعتمد على حقلين أو أكثر من حقول المعرفة الرائدة، وتهدف الدراسات البينية في مجال المعالجة الآلية للغة العربية إلى دمج المعرفة اللسانية بالحاسوب والإبداع في طرق التفكير اللساني الحاسوبي وتحقيق التكامل بين مختلف العلوم اللغوية والعلوم الرياضية والعلوم الحاسوبية[2].

١,٥ أساليب معالجة اللغات الطبيعية: NLP Methods

تقوم حوسبة اللغات على إحدى طريقتين:

- بناء قاعدة بيانات ضخمة تحوي جميع الأشكال اللغوية التي قد ترد، وقد يعيب هذه الطريقة الجهد والوقت في بناء القاعدة اللغوية، كما أن دقة مخرجاتها أقل من الطريقة الثانية في حين عدم شمول قاعدة البيانات لجميع القواعد (ويسمى هذا الأسلوب بالأسلوب الإحصائي القائم على الذكاء الاصطناعي).
- توصيف القواعد أو المقاييس يدوياً من خلال مختصين في اللغة، وتعد مخرجاتها أكثر دقة لكن يعيبها الوقت والجهد المطلوب لتوصيف القواعد، (ويسمى بالأسلوب الرمزي).

وقد اعتمدتُ الطريقة الثانية في هذا البحث وذلك من خلال توصيف مقاييس جموع القلة وترميزها لبناء الخوارزمية الحاسوبية لها.

(١) بن عريبة، راضية. حوسبة النظام اللغوي -المعجم الآلي عند البروفيسور عبدالرحمن الحاج صالح أنموذجاً، جامعة حسيبة بن بو علي، الشلف، مجلة اللغة العربية، العدد السابع والثلاثون، الجزائر، ٢٠١٧م.

(٢) المرجع السابق.

٢. المعالجة الآلية للصرف العربي:

تتبوأ المعالجة الآلية للصرف العربي مكانة متميزة في ميادين التعامل مع اللغة العربية على وفق منظور معلوماتي، وتعد مدخلاً أساسياً، وقاسماً مشتركاً، لإدارة معظم نظمها الآلية التي تعنى بإنشاء نظم المعلومات والمعارف. **يقصد بالمعالجة الآلية للصرف العربي** اعتماد نظم حوسبة متقدمة تستند إلى خوارزميات برمجية تستثمر المنطق الصرفي العربي في معالجة المفردة العربية، عن طريق استخلاص العناصر الأولية لبنية الكلمة، ومباشرة تحديد سماتها الصرفية، والصرفية النحوية، والصرفية الدلالية، القابلة للاستنباط من هذه البنية. وقد أفرزت جهود العلماء والباحثين في هذا المضمار ظهور مجموعة من النماذج Models المقترحة لمعالجة الصرف آليّاً[(١)]. إن حوسبة الصرف العربي يجب أن تتمحور حول توليد الموارد اللسانية الصرفية، وذلك لتغطية كل الموارد الموجودة وضبطها وملء الثغرات المعجمية والكشف عن الابتكار اللغوي لدى المتكلم والمستمع للغة العربية. وترتبط قضايا تخزين الموارد اللسانية بتصور التوليد هذا لتسويغ المواد المولدة وضبط ما هو شاذ في اللغة أو غير نسقي[(٢)].

٢ , ١ أهمية المعالجة الآلية للصرف العربي

إن أي تقدم في مجال معالجة اللغات الطبيعية وإدخالها إلى عالم الحواسيب والمعلوماتية مرهون بحل القضايا الصرفية والإحاطة بمواضيعها من حيث التصريف والاشتقاق والتوليد، والتغلب على ما هو من طبيعة اللغة، أي الإعلال والإبدال، هذا بالإضافة إلى ما يطرحه موضوع الشكل في اللغة العربية صرفياً ونحوياً ومعجمياً من قضايا، بجانب تعدد بنية الكلمة وإعرابها وتركيبها من حيث اللواحق والزوائد.

(١) الرزو، حسن مظفر. سبل تطوير محلل الصرف الآلي في حوسبة الموسوعات العربية، منتدى مجمع اللغة العربية على الشبكة العالمية، ٢٠١٧م.

(٢) توراني، عبدالرزاق. حوسبة الصرف العربي: الموارد والخبرات، معهد الدراسات والأبحاث للتعريب، المغرب، ٢٠٠٧م.

وللصرف أهمية بالغة في معالجة اللغة العربية، حيث إن الصرف يُعد «رابطة العقد لعناصر المنظمة اللغوية، فهو ركيزة الفونولوجي، ومدخل النحو، وأساس تنظيم المعجم، وفوق هذا كله فهو الخط (الساخن) لالتقاء مباني اللغة ومعانيها»[1].

٢ , ٢ أقسام المعالجة الآلية للصرف العربي

وتنقسم المعالجة الآلية للصرف العربي إلى قسمين أساسيين، هما: التوليد والتحليل، **ويعني التوليد** إنتاج ألفاظ جديدة من اشتقاقات لفظة واحدة، مثل لفظة قرأ يتولد عنها قارئ، **أما التحليل فهو** عملية عكسية للتوليد، أي تحليل اللفظة الواحدة إلى عناصرها الصرفية كالسوابق واللواحق والدواخل والزوائد وجذع اللفظة، فلفظة مكتوب يمكن تحليلها كما يلي: (م) سابقة لاصقة، (كتب) الجذع، والواو داخلة لاصقة.

التوليد الصرفي:

التوليد في اللغة هو الإحداث والإنتاج والتجدد، بمعنى تولّد الشيء من الشيء وقد أطلق علماء العربية لفظ المُولَّد على المحدَث من كلام الناس، ممّا ليس له أصالة عتيقة في العربية. «أما التوليد على المستوى الاصطلاحي فيعني استخراج أو استحداث أوزان وكلمات جديدة، لها أصول عربية أو مقيسة على العربية. وكثيراً ما يرتبط بالصيغ الصرفية وأنواع الاشتقاق، كقياس كلمة على أخرى، أو تتابع المفردات ونموّها أو البحث في الفروع المتحوّلة عن الأصول وهذه العملية التوليدية، التي يطلق عليها مصطلح ***Generative*** في اللّغة الفرنسية، هي (عملية إيجاد كلمات جديدة في لغة ما، وذلك قياساً على صيغ موجودة في هذه اللغة، مع مراعاة الأنظمة والقواعد الخاصّة بهذه اللغة)»[2].

(١) علي، نبيل، اللغة العربية والحاسوب، ص٢٤٧.

(٢) Reviewed Journal، المكتبة الوطنية النمساوية، ٢٠١٩ http://www.inst.at/trans/23/

يتيح مبدأ التوليد للغة الاستمرار في التعبير والتتابع في الألفاظ والتراكيب والمعاني، وذلك من خلال إنتاج جمل لا حصر لها من مجموعة من الألفاظ والرموز الكتابية المحدودة، واللغة العربية تقوم على ذلك.

بين الوصف والتوصيف

بين وصف العربية وتوصيفها بون شاسع -كما يرى نهاد الموسى- دون أن يفترقا، فالتوصيف يتكئ على الوصف دون أن يقف عند حدوده، والفرق بينهما أن رسم صورة العربية للإنسان يكتفي بالوصف ويدع للحدس الذي يتميز به العقل الإنساني أن يقدّر ويقيس، أما رسم صورة العربية للحاسوب فلا يكتفي بالوصف بل يقتضي «التوصيف»؛ ليعوض الحاسب عن عنصر الحدس الذي يتميز به الإنسان[1]. إذن، فالوصف موروث لغوي قائم على الحدس البشري، والتوصيف مطلب حاسوبي قائم على تفكيك اللفظ ورصده وإدخاله إلى الحاسوب بشكل دقيق.

الدراسات السابقة:

تستند هذه الدراسة إلى مجموعة من الدراسات السابقة، حيث ينتمي بعضها إلى الدراسات التطبيقية في حقل اللسانيات الحاسوبية، وبعضها الآخر ينتمي إلى الحقل اللغوي في مستواه الصرفي حول جموع القلة تحديدًا.

أولاً- الدراسات اللغوية في حقل اللسانيات الحاسوبية:

(هند الخطيب وآخرون ٢٠١٨م) يعالج البحث الموسوم بـ«بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد المشتقات وتحليلها» قضية مهمة من قضايا الصرف العربي وهي توليد المشتقات في اللغة العربية حاسوبياً، وقد تناولتها الباحثة بعرض موجز لقواعد توليد المشتقات وتحليلها في اللغة العربية، مستقية هذه القواعد

(١) نهاد الموسى، العربية نحو توصيف جديد في ضوء اللسانيات الحاسوبية، ص٢٠.

من كتب الصرف العربي القديمة والحديثة، ثم انتقلت إلى توصيف قواعد توليد المشتقات وتحليلها ثم ترميزها، وقد توصل البحث إلى نتائج عدة، أهمها التمكن من بناء مولد صرفي آلي يقوم بتوليد المشتق وذكر جذره ونوعه (صحيح سالم، مضاعف...) ونوع المشتق ومعناه والزيادات فيه.

وهو يشترك مع هذا البحث في بناء الخوارزمية الحاسوبية وأهمية بناء مولد صرفي آلي، غير أن هذا البحث سيعمل على بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد جموع القلة في القرآن الكريم تحديداً؛ تظافراً للجهود العاملة على حوسبة اللغة العربية.

كما قدم (عبدالعزيز المهيوبي ٢٠١٧م) دراسة بعنوان: «توصيف توليد جموع التكسير من المفرد الثلاثي في ضوء اللسانيات الحاسوبية» وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي، فبدأ الباحث باستقراء قواعد اشتقاق جموع التكسير لدى علماء اللغة قديماً وحديثاً، وتجاوز ذلك ليقوم بوصف قواعد التوليد لإيجاد حلول حاسوبية تلائم اللغة العربية؛ لأنها لغة اشتقاق، حيث قدمت الدراسة خوارزميات مقترحة لبناء نظام آلي لاشتقاق جموع التكسير من المفرد الثلاثي، وقد توصل الباحث إلى بناء أكثر من (٣١) خوارزمية حاسوبية لاشتقاق جموع التكسير من المفرد الثلاثي، ويوصي في خاتمة بحثه باتخاذ نتائج هذه الدراسة نواةً لبناء نظام لاشتقاق جموع التكسير من المفرد الثلاثي والرباعي والخماسي في خطوة مستقبلية لحوسبة اشتقاق مفردات اللغة العربية وتوليدها آلياً، وهذا ما تسعى إليه دراستنا هذه التي تهدف إلى بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد جموع القلة استكمالاً للجهود السابقة.

وفي (٢٠١٥م المهيوبي) قدم الباحث دراسة مشابهة بعنوان: «بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد الأفعال في اللغة العربية وتصريفها» حيث تهدف إلى بناء قوانين لتوليد الأفعال في اللغة العربية وتصريفها، وقد استعرضها في جداول توضح مراحل بنائها في قسمين؛ الأول يتناول توليد الأفعال وتصريفها، والثاني يعالج قواعد رسم الهمزة وبعض حالات الإعلال والإبدال والإدغام، وقد تضمنت

تفصيلات تقتضيها معالجة الصرف حاسوبياً، وقد تمكن الباحث من بناء قاعدة بيانات للأفعال العربية الثلاثية والرباعية المجردة والمزيدة، وبناء خوارزمية حاسوبية (برنامج) تضبط الاشتقاقات الفعلية، كما تمكن من بناء مولد تصريفي آلي للفعل يصرّفه في الأزمنة كافة ويسنده إلى الضمائر كافة.

يظهر الاختلاف بين بحثنا والبحث السابق في المادة اللغوية المستهدفة، وقد أفاد البحث في بيان مراحل بناء الخوارزمية الحاسوبية ومعالجة قواعد الإعلال والصحة، ويشترك مع هذا البحث في الهدف وهو بناء خوارزمية حاسوبية تضبط قواعد اللغة العربية وهذا ما تسعى إليه دراستنا هذه لضبط مقاييس جموع القلة. كما قدمت (أفراح التميمي ٢٠١٢م) بحثاً لبناء خوارزمية حاسوبية للتوليد والتحليل الصرفيين في باب النسب، تناولت فيه القواعد الصرفية التوليدية لباب النسب نظرياً في محاولة للوصول إلى محلل ومولد صرفي دقيق في باب النسب وقد وصفت الباحثة القواعد النظرية ورمزتها توليداً وتحليلاً في حال وجود التشكيل وغيابه كاشفة عن حالات التعارض بينها كما قدمت حلولاً مقترحة لحالات التعارض، ثم صممت خوارزمية التوليد والتحليل، وقد توصلت للعديد من النتائج حيث تمكنت من بناء خوارزمية قادرة على التعامل مع الألفاظ تحليلاً وتوليداً في وجود التشكيل وفي غيابه.

تناول البحث السابق معالجة باب النسب حاسوبياً بشقيها التحليلي والتوليدي بينما تقوم هذه الدراسة على معالجة جموع القلة بهدف التوليد.

أما فيما يخص جمع التكسير فقد قدمت هدى آل طه (٢٠٠٥م) أطروحة تهدف إلى إعادة النظر في وصف النظام الصرفي للغة العربية بما تقتضيه حاجة اللغة للحوسبة، وذلك بمجاوزة الوصف الموروث الذي يقف عند الإدراك الإنساني الواعي إلى توصيف يتطلع إلى استكناه الوعي الكامن باللغة، وفي إشارة من الباحثة: «تبقى الدراسة في الإطار النظري المجرد، أما التطبيقي فيبقى طموحاً ممتداً وإن ضاق عنه زمان الأطروحة». سلطت الدراسة السابقة الضوء

على أهمية معالجة النظام الصرفي في ضوء اللسانيات الحاسوبية متخذة من جمع التكسير نموذجاً. وقد أفادت في أهمية توصيف المقاييس اللغوية، غير أنها لم تبنِ خوارزمية حاسوبية لتلك الجموع، وهذا ما تهدف إليه هذه الدراسة وهو بناء خوارزمية حاسوبية لجموع القلة استكمالاً للجهود السابقة.

كما هدفت دراسة بعنوان: «Morphological Generator For Arabic Language Using Rule-based Generation Process» (BENFATMA, CHERAGUI 2017) إلى العمل على إنشاء أداة توليد خاصة باللغة العربية من خلال المنهج الرمزي القائم على القواعد، يستهدف المولد فئتين نحويتين من اللغة العربية هما: الأفعال والأسماء، كما يسمح هذا المولد باستخدام وإنتاج جمل بسيطة، وقد ختمت الدراسة بنتائج اختبار أداة التوليد أسفرت عن ارتفاع في نسب المخرجات تتجاوز التسعين بالمئة مع ملاحظة تفوق دقة نسب مخرجات الأفعال على الأسماء مما يؤكد إمكانية ضبط اللغة العربية حاسوبياً.

تتفق الدراسة السابقة مع دراستنا هذه في الهدف وهو إنشاء برنامج توليدي مع اختلاف العينة اللغوية التي هدفت إلى الأفعال والأسماء بينما تستهدف دراستنا جموع القلة.

ثانيا الدراسات اللغوية النظرية:

تعتمد هذه الدراسة في إحصاء المادة اللغوية على دراسات سابقة عدة، أهمها دراسة قدمتها (عفاف البار) جامعة أم القرى بعنوان: «جموع التكسير في القرآن الكريم» حيث جاءت الدراسة في مقدمة وثلاثة أبواب وخاتمة، تناولت في الباب الأول تعريف جمع التكسير وطرق معالجته وصيغه عند النحويين، ثم تناولت في الباب الثاني جموع التكسير في القرآن الكريم التي ذكرها ابن مالك والتي لم يذكرها، وقد أثبتت أن صيغ القلة التي وردت في القرآن ذكرها ابن مالك، أما الصيغ التي وردت في القرآن ولم ترد عند ابن مالك فكلها من صيغ الكثرة، أما الباب الثالث قارنت فيه الباحثة صيغ جموع التكسير عند النحويين

بما جاء منها في القرآن الكريم وذكرت منها اختلافات عدة، ثم ختمت دراستها بنتائج ومقترحات كان أهمها: أن أكثر الأوزان استعمالاً في القرآن هي (أفْعَال) في المرتبة الأولى و(أفْعِلة) في المرتبة التاسعة، و(أفْعُل) في المرتبة الثانية عشرة، كما أنها اعتبرت كل اسم يدل على أكثر من اثنين وكسر مفرده بزيادة أو نقص أو تغيير في الحركات أو بالزيادة أو التغيير أو النقص أو بها جميعاً هو جمع تكسير وإن اعتبرها النحويون اسم جنس. اختيرت هذه الدراسة تحديداً باعتبارها دراسة إحصائية هدفها جمع جموع التكسير في القرآن الكريم وقد أحصتها الباحثة وأحصت عدد ورود كل مفردة مع ذكر جميع الآيات التي وردت فيها اللفظة. وهذا ما أفاد بحثنا بيد أن هذا البحث قام بترتيب تلك الجموع وتنميطها في جداول تبين وزن المفردة في حالة الإفراد ونوعها من حيث الصحة والإعلال والتغيرات التي تطرأ على المفردة في حالة الجمع وعدد مرات ورودها مما يسهل على الباحث والقارئ الاستفادة منها كما يسهل حوسبتها.

ومن الدراسات التي أفادت فيما يخص جمع القلة دراسة (ثناء الدويري ٢٠١٥م) بعنوان: «جموع القلة وجموع الكثرة بين القواعد النظرية والاستعمال في القرآن الكريم والشعر الجاهلي» تهدف هذه الدراسة إلى تتبع ورود جمعي القلة والكثرة في القرآن الكريم والشعر الجاهلي لإقامة مقارنة بين القواعد النظرية لجمعي القلة والكثرة في كتب النحو والصرف وبين الاستعمال اللغوي في نصوص القرآن والشعر الجاهلي. وقد جاءت الدراسة في أربعة فصول، تناول الفصل الأول القواعد النظرية لصيغ جمعي القلة والكثرة في الكتب اللغوية قديمها وحديثها، ثم حوى الفصل الثاني صيغ جمعي القلة والكثرة في القرآن الكريم والشعر الجاهلي، وفي الفصل الثالث رصدت الصيغ واستعمالاتها مع إجراء مقارنة بين استعمالها في القرآن والشعر الجاهلي وبين القواعد النظرية التي جاءت في بعض كتب النحاة الأوائل والمتأخرين، أما الفصل الرابع والأخير ففيه إجراء إحصائي لصيغ جمعي القلة والكثرة في القرآن الكريم والشعر الجاهلي، حيث حسبت أعداد تواتر كل صيغة من صيغ الجمع في المحورين المذكورين، وأخيراً

ختمت الدراسة بأهم النتائج والتوصيات، من أهمها: استعمال صيغ تكسيرية في القرآن الكريم والشعر الجاهلي لم تُذكر في قواعد النحاة، عجز النحاة عن إيجاد قواعد ضابطة لها، حيث تعددت هذه الصيغ واختلفت في كتب النحو وبخاصة صيغ الكثرة، وستفيد دراستنا من هذه الدراسة التي أحصت صيغ جموع القلة في القرآن الكريم، لبناء خوارزمية حاسوبية لتلك الصيغ.

وقد لوحظ اختلاف في عدد صيغ جمع القلة في هذه الدراسة عنها في دراسة (البار) التي اعتمد عليها هذا البحث، حيث إن عدد الآيات وصيغ جموع القلة كانت أكثر في دراسة البار منها في دراسة الدويري، إضافة إلى أن البار تعد دراستها دراسة إحصائية بحتة أوردت فيها جميع الآيات التي وردت فيها صيغ جموع القلة.

الجموع في اللغة العربية:

تختلف أوزان الجموع في اللغة العربية لأسباب عدة، أهمها:

١- اختلاف لهجات العرب.

٢- الضرورة الشعرية أو السجع، كقولهم: «آتيك بالغدايا والعشايا» الغداة لا تجمع على الغدايا ولكنهم كسروه ليطابقوا بين لفظه ولفظ «العشايا».

٣- اختلاف المعنى، قد يكون للكلمة الواحدة أكثر من معنى فيفرق بينها في الجموع، أو يكون معناها واحدا غير مشترك.

٤- الكثرة والقلة، وهو سبب آخر من أسباب اختلاف الجموع[1].

من أنواع الجموع في اللغة العربية جمع التكسير وهو: ما تغير فيه صيغة الواحد إما بزيادة كصنو وصنوان، أو بنقص كتخمة وتخم، أو بتبديل شكل كأسد وأُسد، أو بزيادة وتبديل شكل كرجال، أو بنقص وتبديل شكل كرسل،

(١) المرجع السابق، ص١٥٣.

وله سبعة وعشرون بناءً؛ منها أربعة موضوعة للعدد القليل وهو من الثلاثة إلى العشرة وهي أَفْعُل كأَكْلُب وأفْعال كأَحْمال وأفْعِلَة كأَحْمِرة وفِعْلَة كصِبْيَة[1] وهذا الجمع عام في العقلاء وغيرهم، ذكوراً كانوا أو إناثاً، والجمعان قيل: إنهما مختلفان مبدأ وغاية، فالقلة من ثلاثة إلى عشرة، والكثرة من أحد عشر إلى ما لا نهاية، وقيل: إنهما متفقان مبدأ لا غاية، فالقلة من ثلاثة إلى عشرة، والكثرة من ثلاثة إلى ما لا نهاية، وإنما تعتبر القلة في نكرات الجموع، أما معارفها بأل أو بالإضافة فصالحة للقلة وللكثرة[2].

(١) ابن هشام، جمال الدين. أوضح المسالك إلى ألفية ابن مالك ، تأليف محمد محيي الدين عبدالحميد، منشورات المكتبة العصرية، بيروت، ج٤، ص٣٠٨.

(٢) الحملاوي، أحمد محمد. شذا العرف في فن الصرف، دار الكيان للطباعة والنشر والتوزيع، الرياض.

١. إحصاء صيغ جموع القلة الواردة في القرآن الكريم:

١,١ الأول من أبنية القلة (أفعُل) بضم العين، وهو جمع لنوعين:

فَعْـل، اسـماً، صحيـح العين سـواء صحـت لامـه أم اعتلت بالياء أم بالـواو، نحو: كلـب وظبـي وجـرو، بخـلاف نحـو ضخـم؛ فإنـه صفـة، وبخلاف نحـو سـوط وبيت لاعتـلال العـين، وشـّذ قياسـاً أعين، وقياسـاً وسـماعاً أثوب وأسـيف.

الاسـم، الرباعـي، المؤنـث، الـذي قبـل آخـره مـدة، كعَنَـاق وذِراع ويَمـين وعُقـاب، وشـذّ في نحـو غُـراب وشِـهاب مـن المذكـر[١].

صيغ (أَفْعُل) الواردة في القرآن الكريم:

١- ما كان مفرده على وزن (فَعْل)

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحاً سالماً:	نَفْس أنفس	١٥٣
	شَهْر أشهر	٦
	بَحْر أبحر	١
ما كان مفرده مضعفاً:	شدّ «وقيل: مفردها شِدة»[٢]	٨
ما كان مفرده معتل العين:	عَيْن (شاذ قياساً)	٢٢

٢- ما كان مفرده على وزن (فِعْل)

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحاً سالماً:	رِجْل	١٣

(١) المرجع السابق.

(٢) البار، عفاف محمد. جموع التكسير في القرآن الكريم، جامعة أم القرى، مكتبة الملك فهد، السعودية.

٣- ما كان مفرده على وزن (فِعْلة)

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحاً سالماً:	نِعمة (قيل: إنها مثل أشد جمعها شِدة وقيل: نعمى مثل بؤسى وأبؤس)[١].	٢

٢ ,١ الثاني من أبنية القلة (أَفْعَال)

وهو لاسم، ثلاثي، لا يستحق أفعُل: إما لأنه على فَعْل ولكنه معتل العين نحو ثوب وسيف، أو لأنه على غير فَعْل، نحو جَمَل ونَمِر وعَضُد وحِمْل وعِنَبْ وإبِل وقُفْل وعُنُق، لكن الغالب في فُعَل -بضم الأول وفتح الثاني- أن يجيء على فعلان كجُرَذ ونُفَر، وشذ نحو أرطاب، كما شذّ في فَعْل -مفتوح الفاء صحيح العين ساكنها- نحو أحمال وأفراخ وأزناد[٢].

صيغ (أَفْعَال) من القرآن الكريم:

١- ما كان مفرده على وزن (فَعْل)

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده معتل العين:	لَوْح	٤
	يَوْم	٢٧
	زَوْج	٥٢
	مَال	٦١

(١) المرجع السابق.

(٢) ابن هشام، جمال الدين. أوضح المسالك إلى ألفية ابن مالك ، تأليف محمد محيي الدين عبدالحميد، منشورات المكتبة العصرية، بيروت، ج٤، ص٣١١.

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحا:	بَاب	١٥
	فَوه	١٢
	شَيْء	٤
	لَون	٦
	صَوْف	١
	صَوت	٤
	خال	١
	طَوْر	١
	فَوج	٢
ما كان مفرده صحيحا:	نَهْر	٥١
	حَبْر	٤
	نَصْب	١
	ضَغْث	٢
	صَفْد	٢
	نَكْث	١
ما كان مفرده صحيحاً مهموز الفاء:	أَلْف آلاف	٢
ما كان مفرده مهموز الفاء محذوف اللام:	أبآباء	٦٤

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مضعّف العين:	رَبّ	٤
	حَيّ	٥
	بَرّ	٦
	عَمّ	١
	فَنّ	١
	لَفّ ألفاف	١

٢- ما كان مفرده على وزن (فُعُل) بضم الفاء والعين:

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان صحيحاً سالماً:	دُبُر	١٣
	عُنُق	٧
ما كان مفرده مهموز الفاء:	أُذُن	١٢
	أُفُق	١

٣- ما كان مفرده على وزن (فَعَل) بفتح الفاء والعين:

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحاً سالماً:	عَمَل	٤١
	بَصَر	٣٨
	لَقَب	١
	نَعَم	٣٢

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحاً سالماً:	زَلَم (وقيل مفردها زُلَم وزِلَم)	٢
	نَفَل	٢
	قَدَم	٦
	جَدَث	٣
	سَبَب	٤
	سَحَر	٢
	قَلَم	٢
	صَنَم	٥
	طَرَف	٣
	شَعَر	١
	ذَقَن	٣
	نَسَب	١
	سَفَر	١
	عَلَم	٢
	شَرَط	١
ما كان مفرده معتل الفاء أو اللام:	وَلَد (معتل الفاء –مثال–)	٢٣
	وَبَر	١
	وَتَد	٣
	وَثَن	٣
	رَجَا	١

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده معتل العين واللام (لفيف مقرون):	هَوَى	١٧
ما كان مفرده مهموز الفاء:	أَثَر	١٢
ما كان مفرده مهموز اللام:	نبأ	١٢

٤- ما كان مفرده على وزن (فُعْل):

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحاً سالماً:	صُلْب	١
	عُرْف	٢
	حُلْم	٤
	قُطْر	٢
	قُفْل	١
	حُقْب	١
ما كان مفرده معتل العين:	كُوب	٤
	سُوق	٢
	قُوت	١
ما كان مفرده مضعّف العين:	لُبّ	١٦
	غُلّ	٦
	كُمّ	٢

٥- ما كان مفرده على وزن (فِعْل) مكسور الفاء ساكن العين:

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحاً سالماً:	حِزْب	١١
	حِقْف	١
	سِبْط	٥
	ضِعْف	٢
	خِدْن	٢
	مِثْل	١٩
	ثِقْل	٥
	طِفْل	١
	سِفْر	١
	ضِغْن	٢
	بِكْر	٢
	جِسْم	١
	حِمْل (شاذ قياسا)	١
	نِكْل	١
ما كان مفرده معتل الفاء بالواو أو الألف:	ابْن	٢٢
	اسْم	١٢
	وِزْر	٥

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده مضعّف العين:	نِدّ	٦
	كِنّ	١
ما كان مفرده مهموز الفاء:	إِلْي (وقيل أَلْي أو أَلِي)	٣٤
	إِنْي	٣

٦- ما كان مفرده على وزن (فَعُل) بفتح الفاء وضم العين:

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحاً سالماً:	عَجُز	٢

٧- ما كان مفرده على وزن (فَعُول) بفتح الفاء وضم العين:

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده معتل اللام:	عَدُو	٧

٨- ما كان مفرده على وزن (فَعِل) بفتح الفاء وكسر العين:

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحاً سالماً:	رَحِم	١٢
	عَقِب	٤
	مَشِج (وقيل مشيج)	١
ما كان مفرده معتل الفاء بالياء:	يَقِظ	١

٩- ما كان مفرده على وزن (فِعَل) بكسر الفاء وفتح العين:

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحاً سالماً:	عِنَب	٩
	تِرَب	٣
ما كان مفرده معتل اللام:	مِعَى	١

١٠- ما كان مفرده على وزن (فَيْعِل):

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده مضعفا معتل العين بالياء:	مَيّت	٦
	خيّر	٢

١١- ما كان مفرده على وزن (فَعِيل) بفتح الفاء وكسر العين:

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده صحيحا:	نَصِير	١١
	شَتِيت	٢
ما كان مفرده معتل الفاء:	يمين	٤١
ما كان مفرده مهموزا:	أصيل	٣
١٣- ما كان مفرده على وزن (فَاعِل)	صَاحِب	٧٨
	شَاهِد	٢
١٤- ما كان مفرده على وزن (فِعْلَة)	شِيعة	٢

١٢- ما كان مفرده على وزن (فِعْليل):

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده كضعف العين:	شِرّير	١

١,٣ الثالث من أبنية القلة (أَفْعِلة)

وهو لاسم، مذكر، رباعي، بمدة قبل الآخر، نحو: طَعَام وحِمَار وغُبَار ورَغِيف وعَمُود[١]

صيغ (أَفْعِلة) من القرآن الكريم:

١- ما كان مفرده على وزن (فِعَال)

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كانت أحرف مفرده الأصلية صحيحة:	لِسَان	١٠
	هِلال	١
	سِلاح	٤
	كِنان	٤
ما كان مفرده مهموز الفاء:	إِلَه	٣٤
	إِمَام	٥
ما كان مفرده معتل الفاء مهموز اللام:	وِعاء	١

(١) ابن هشام، جمال الدين. أوضح المسالك إلى ألفية ابن مالك ج٤، ص ٣١٢.

٢- ما كان مفرده على وزن (فَعَال)

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كانت أحرف مفرده الأصلية صحيحة:	مَتاع	١
	جَناح	١

٣- ما كان مفرده على وزن (فُعَال):

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده مهموز العين:	فؤاد	١١

٤- ما كان مفرده على وزن (فَعِيل):

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده مضاعف العين واللام:	ذَلِيل	٤
	عَزِيز	٢
	شَحِيح	٢
	جَنِين	١
٥- ما كان مفرده على وزن (فَاعِل)	وادي	٢

١,٤ الرابع من أبنية القلة هو (فِعْلة)

بكسر الفاء وسكون العين، ولعدم اطراده قيل: هو اسم جمع لا جمع[١]، وصيغه محدودة وهو أقلها وروداً في القرآن الكريم، فقد ورد في (عشر) مفردات على وزنين:

١- ما كان مفرده على وزن (فَعَل):

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده معتل اللام:	فَتَى	٢

٢- ما كان مفرده على وزن (فَعْل):

الصيغة	المفردات التي وردت في القرآن	عدد مرات ورودها
ما كان مفرده مهموز الفاء محذوف اللام:	أخ	٧
ما كان مفرده معتل العين:	قاع	١

بيان إحصائي عن تواتر صيغ جمع القلة في القرآن الكريم:

١- صيغة أَفْعَال:

وردت هذه الصيغة جمعاً لكلمات في (٩٥٧) مفردة على الأوزان التالية:

فَعْل	فُعُل	فاعل	فَعَل	فُعْل	فِعْل	فَعُل	فَعُول	فَعِل	فَيْعِل
٣٣٥	٣٣	٨٠	٢٢٢	٤٢	١٣٧	٢	٧	١٨	٨
فَعِيل	فِعَل	فَعْليل	فِعْلة						
٥٧	١٣	١	٢						

(١) المرجع السابق

٢- صيغة أَفْعُل:

وردت هذه الصيغة جمعاً لكلمات في (٢٠٥) مفردات على الأوزان التالية:

فَعْل	فِعْل	فِعْلة
١٩٠	١٣	٢

٣- صيغة أَفْعِلة:

وردت هذه الصيغة جمعاً لكلمات في (٨٣) مفردة على الأوزان التالية:

فِعَال	فَعَال	فُعَال	فَعِيل	فَاعِل
٥٩	٢	١١	٩	٢

٤- صيغة فِعْلة:

وردت هذه الصيغة جمعاً لكلمات في (١٠) مفردات على الأوزان التالية:

فَعْل	فَعَل
٨	٢

وقد بلغ مجموع المفردات التي جاءت على صيغ جمع القلة في القرآن الكريم (١٢٥٥) مفردة.

آلية توليد جموع القلة:

عند توليد جمع القلة ستعمل الخوارزمية مع مفرد الجمع لتوليد الجمع للكلمة المدخلة، مثل: لفظة (عمل) مفرد لفظة (أعمال)، كما يمثل المدخل (input) المفردة في حالة الإفراد، ويمثل المخرج (output) المفردة في حالة الجمع. وللتمكن من بناء الخوارزمية وصياغتها سترمّز الحروف كما يمثله الجدول التالي[1]:

الهمزات		الحركات	
E1	الهمزة على ألف (أ)	a	الفتحة (ـــَـــ)
E5	الهمزة تحت الألف (إ)	u	الضمة (ـــُـــ)
E2	الهمزة على واو (ؤ)	i	الكسرة (ـــِـــ)
E3	الهمزة على ياء (ئ – ئـــ)	s	السكون (ـــْـــ)
E4	الهمزة على السطر (ء)	d	الشدة (ـــّـــ)
ae	همزة الوصل(ا)		
الحروف		**المدود**	
C1	الحرف الأول من حروف الجذر، وهي: (ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش ص ض ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن ه)	Aa	المد بالألف (ا)
C2	الحرف الثاني من حروف الجذر	Uu	المد بالواو (و)

(١) تجدر الإشارة إلى أن الرموز المستخدمة لم تنتهج آلية محددة؛ لأن الحاسوب يتعرف عليها في شكل تعريفات ورموز لكل حرف وفق قاعدة منضبطة، ويطبعها في شكل أرقام ورموز خاصة يفرق بها الحاسوب بين الحروف المدخلة والمخرجة.

C3	الحرف الثالث من حروف الجذر	Ii	المد بالياء (ي)
C4	الحرف الرابع من حروف الجذر	(aa)	المدة (آ)
y	حرف الياء	ay	الألف المقصورة (ى)
w	حرف الواو	<>	العودة إلى الجذر لمعرفة أصل حرف العلة
T1	التاء المربوطة (ة)		

١. توصيف المقاييس وترميزها وبناء الخوارزمية الحاسوبية:

١,١ الأول من أبنية القلة (أفعُل):

يطرد في كل اسم ثلاثي، مفرد، صحيح الفاء والعين، ولم يضعف على وزن (**فَعْل**) مفتوح الفاء ساكن العين، نحو: (نَفْس أنفس، شَهْر أشهر، بَحْر أبحر) وعلى وزن (**فِعْل**) مكسور الفاء ساكن العين صحيح الفاء والعين، نحو: (رِجْل أرجل)

المفرد ف ـــــِـــَـــــع ـــــْـــــل

الجمع أ ـــــَـــــف ـــــْـــــع ـــــُـــــل

المدخل: C1 + a, i + C2 + s + C3 = شَهْر... أو رِجْل

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + u + C3 = أَشْهُر... أو أَرْجُل

ملاحظة: تشير الفاصلة إلى معنى (أو) أي أن الحركة فتحة أو كسرة.

كما يصاغ جمع القلة على وزن أَفْعُل من الاسم المفرد الرباعي على وزن (**فِعْلَة**) مكسور الفاء ساكن العين مفتوح اللام، نحو: (نِعْمَة) يُجمع على (أنعم)

المفرد ف ـــــــِـــــــ ع ـــــْـــــ ل ة

الجمع أ ـــــَـــــ ف ـــــْـــــ ع ـــــُـــــ ل

المدخل: C1 + i + C2 + s + C3 + a + T1

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + u + C3

- يصاغ جمع القلة على وزن أَفْعُل من الاسم المفرد الثلاثي إذا كان مضعفاً على وزن (**فَعْل**) نحو: (شدّ) مفتوح الفاء مشدد العين، تضم فاؤه وتبقى عينه مشددة فيُجمع على (أشُدّ).

المفرد: ف ـــــَـــــ ع ـــــْـــــ ل

الجمع: أ ـــــَـــــ ف ـــــْـــــ ع ـــــُـــــ ل

المدخل: C1 + a + C2 + d

المخرج: E1 + a + C1 + u + C2 + d

- كما صيغ جمع القلة على وزن أَفْعُل من الاسم المفرد الثلاثي الذي على وزن (**فَعْل**) معتل العين، نحو (عين وأعين) لكنه سماعي وشاذ قياساً.

٢ , ١ الثاني من أبنية القلة (أَفْعال):

يطرد في كل اسم، ثلاثي، لا يستحق أفعُل: إما لأنه على فَعْل ولكنه معتل العين نحو ثوب وسيف، أو لأنه على غير فَعْل، نحو جَمَل ونَمِر وعَضُد وحِمْل وعِنَبْ وإبِل وقُفْل وعُنُق.

١- ما كان مفرده على وزن (فَعْل)

وزن المفرد: ف ـــــَـــــ ع ـــــْـــــ ل

وزن الجمع: أ ـــــَـــــ ف ـــــْـــــ ع ا ل

- إذا كان مفرده مفتوح الفاء ساكن العين معتلها بالواو، نحو: (لوح، فوه، زوج، صوت) يُجمع على (ألواح، أفواه، أزواج، أصوات).

المدخل: C1 + a + w + s + C2

المخرج: E1 + a + C1 + s + w + aa + C2

- إذا كان مفرده ممدود العين بالألف، نحو: (مال، باب، خال) وأصلها معتلة بالواو (م ول - ب وب - خ ول) تسكّن فاؤه ويعود حرف العلة إلى أصله فيصبح واواً ويضاف بعده حرف المد بالألف فيُجمع على (أموال، أبواب، أخوال).

المدخل: C1 + aa + C2

المخرج: E1 + a + C1 + s + w + aa + C2

- إذا كان مفرده مفتوح الفاء معتل العين بالياء ساكنها مهموز اللام، نحو: (شيء) يُجمع على (أشياء).

المدخل: C1 + a + y + s + E4

المخرج: E1 + a + C1 + s + y + aa + E4

- إذا كان مفرده مفتوح الفاء معتلها بالياء ساكن العين معتلها، نحو: (يوم) تضعف فاؤه ويضاف بعدها حرف المد الألف ويُجمع على (أيّام).

المدخل: y + a + w + s + C2

المخرج: E1 + a + y + d + aa + C2

- إذا كان مفرده صحيحاً مفتوح الفاء ساكن العين، نحو: (نهْر، نصْب، حبْر) يجمع على (أنهار، أنصاب، أحبار).

المدخل: C1 + a + C2 + s + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مهموز الفاء مفتوحها ساكن العين، نحو: (أَلْف) تقلب الهمزة مداً وتفتح اللام ويضاف لها حرف المد الألف فيُجمع على (آلاف).

المدخل: E1 + a + C1 + s + C2

المخرج: (aa) + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مهموز الفاء مفتوحها محذوف اللام، نحو (أَب) تُقلب الهمزة مداً وتفتح الباء ويضاف لها حرف المد الألف فتُجمع على (آباء).

المدخل: E1 + a + C2 + s

المخرج: (aa) + C2 + aa + E4

- إذا كان مفرده صحيحاً مفتوح الفاء مضعّف العين، نحو: (رَبّ، فَنّ، عَمّ، بَرّ) تسكّن فاؤه ويفك التضعيف لوقوع ألف المد بين الحرفين المدغمين فيجمع على (أرباب، أفنان، أعمام، أبرار).

المدخل: C1 + a + C2 + d

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مفتوح الفاء معتل العين واللام وكان مضعفاً، نحو: (حيّ) يُجمع على (أحياء).

المدخل: C1 + a + y + d

المخرج: E1 + a + C1 + s + y + aa + E4

٢- ما كان مفرده على وزن (فُعُل)

وزن المفرد: ف ـُـ ع ـُـ ل

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ا ل

- إذا كان مفرده صحيحاً سالماً مضموم الفاء والعين، نحو: (دُبُر، عُنُق) يجمع على (أَدْبار، أَعْناق).

المدخل: C1 + u + C2 + u + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مضموم الفاء والعين مهموز الفاء، نحو: (أُذُن، أُفُق) تبدل الهمزة مداً ويجمع على (آذان، آفاق).

المدخل: E1 + u + C2 + u + C3

المخرج: (aa) + C2 + aa + C3

٣- ما كان مفرده على وزن (فَعَل)

وزن المفرد: ف ـَـــ ع ـَـــ ل

وزن الجمع: أ ـَـــ ف ـْـــ ع ا ل

- إذا كان مفرده صحيحاً سالماً مفتوح الفاء والعين، نحو: (عَمَل، بَصَر، لَقَب) يُجمع على (أَعْمال، أَبْصار، أَلْقاب).

المدخل: C1 + a + C2 + a + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفتوح الفاء والعين معتل الفاء بالواو، نحو: (وَلَد، وَثَن، وَتَد، وَبَر) تضاف له في حالة الجمع همزة قطع في أوله وتسكّن فاؤه وتفتح عينه ويضاف بعدها حرف المد الألف فيصبح (أَوْلاد، أَوْثان، أَوْتاد، أَوْبار).

المدخل: w + a + C2 + a + C3

المخرج: E1 + a + w + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مفتوح الفاء والعين معتل اللام بالألف، نحو: (رَجَا) يُجمع على (أرجاء).

المدخل: C1 + a + C2 + a + aa

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + E4

- إذا كان مفرده مفتوح العين واللام معتلها -لفيف مقرون- نحو: (هوى) يُجمع على (أهواء).

المدخل: C1 + a + w + a + ay

المخرج: E1 + a + C1 + s + w + aa + E4

- إذا كان مفرده مفتوح الفاء والعين مهموز الفاء، نحو: (أَثَر) تقلب الهمزة مداً وتفتح عينه ويضاف بعدها حرف المد الألف وتجمع على (آثار).

المدخل: E1 + a + C2 + a + C3

المخرج: (aa) + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مفتوح العين والفاء مهموز اللام، نحو: (نبأ) تجمع على (أنباء).

المدخل: C1 + a + C2 + a + E1

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + E4

٤- ما كان مفرده على وزن (فُعْل)

وزن المفرد: ف ـــُـــ ع ـْـــ ل

وزن الجمع: أ ـــَـــ ف ـْـــ ع ا ل

- إذا كان مفرده صحيحاً سالماً مضموم الفاء ساكن العين، نحو: (صُلْب، عُرْف، حُلْم) تُجمع على (أَصْلاب، أَعْراف، أَحْلام).

المدخل: C1 + u + C2 + s + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مضموم الفاء معتل العين بالواو، نحو: (سُوق، كُوب، قُوت) تُجمع على (أسواق، أكواب، أقوات).

المدخل: C1 + uu+ C2

المخرج: E1 + a + C1 + s + w + aa + C2

- إذا كان مفرده مضموم الفاء مضعّف العين، نحو: (لُبّ، غُلّ، كُمّ) تُسكّن فاؤه ويفك التضعيف لوقوع ألف المد بين الحرفين المدغمين ويجمع على (ألباب، أغلال، أكمام).

المدخل: C1 + u + C2 + d

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

٥- ما كان مفرده على وزن (فِعْل)

وزن المفرد: ف ـِـ ع ـْـ ل

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ا ل

- إذا كان مفرده صحيحاً سالماً مكسور الفاء ساكن العين، نحو: (حِقْف، سِبْط، ضِعْف، طِفْل) يُجمع على (أحقاف، أسباط، أضعاف، أطفال).

المدخل: C1 + i + C2 + s + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مكسور الفاء معتلها بالواو ساكن العين، نحو: (وِزْر) يجمع على (أوزار).

المدخل: w + i + C2 + s + C3

المخرج: E1 + a + w + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مهموز الفاء مكسورها ساكن العين نحو: (ابن، اسم) تبدل همزة الوصل همزة قطع في حالة الجمع فتجمع على (أبناء، أسماء).

المدخل: ae + i + C2 + s + C3

المخرج: E1 + a + C2 + s + C3 + aa + E4

- إذا كان مفرده مكسور الفاء مضعّف العين، نحو: (نِدّ، كِنّ) تُسكّن فاؤه ويفك التضعيف لوقوع ألف المد بين الحرفين المدغمين فتجمع على (أنداد، أكنان).

المدخل: C1 + i + C2 + d

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مسكور الفاء مهموزها ساكن العين، نحو: (إِلْي، إِنْي) تبدل الهمزة مداً بالألف فتجمع على (آلاء، آناء).

المدخل: E5 + i + C1 + s + y

المخرج: (aa) + C2 + aa + E4

٦- **إذا كان مفرده على وزن (فَعُل)** وكان مفرده صحيحاً سالماً مفتوح الفاء مضموم العين، نحو: (عَجُز) يُجمع على (أعجاز).

وزن المفرد: ف َ ـــــ ع ُ ـــــ ل

وزن الجمع: أ َ ـــــ ف ْ ـــــ ع ا ل

المدخل: C1 + a + C2 + u + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

٧- **إذا كان مفرده على وزن (فَعُول)** وكان مفتوح الفاء مضموم العين معتل اللام مضعفاً، نحو: (عَدوّ) يُجمع على (أعداء)

وزن المفرد: ف ـَـــ ع ـُـــ ول

وزن الجمع: أ ـَـــ ف ـْـــ ع ا ل

المدخل: C1 + a + C2 + u + w + d

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + E4

٨- **إذا كان مفرده على وزن (فَعِل)** وكان صحيحاً سالماً مفتوح الفاء مكسور العين، نحو: (رَحِم، عَقِب، مَشِج) يُجمع على (أرحام، أعقاب، أمشاج).

وزن المفرد: ف ـَـــ ع ـِـــ ل

وزن الجمع: أ ـَـــ ف ـْـــ ع ا ل

المدخل: C1 + a + C2 + i + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده معتل الفاء بالياء مفتوحها مكسور العين، نحو: (يَقِظ) يُجمع على (أيقاظ).

المدخل: y + a + C2 + i + C3

المخرج: E1 + a + y + s + C2 + aa + C3

٩- إذا كان مفرده على وزن (فِعَل) وكان صحيحاً سالماً مكسور الفاء مفتوح العين، نحو: (عِنَب، تِرَب) يُجمع على (أعناب، أتراب).

وزن المفرد: ف ـِـ ع ـَـ ل

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ا ل

المدخل: C1 + i + C2 + a + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa +C3

- إذا كان مفرده مكسور الفاء مفتوح العين معتل اللام بالألف، نحو: (مِعى) يُجمع على (أمعاء).

المدخل: C1 + i + C2 + a + ay

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + E4

١٠- إذا كان مفرده على وزن (فَيْعِل) بفتح الفاء وسكون الياء وكسر العين وكان مضعفاً معتل العين بالياء، نحو: (ميّت، خيّر)، حيث إن الياء هي الأصل في مفردة خيّر (خ ي ر)؛ لذلك بقيت الياء في الجمع، أما ميّت فإنه أصل الياء واو (يموت م وت) لذلك عادت الواو إلى أصلها في حالة الجمع فتجمع على (أموات، أخيار).

وزن المفرد: ف ـَـ ي ـْـ ع ـِـ ل

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ا ل

المدخل: C1 + a + y + d + C2

المخرج: E1 + a + C1 + s + <w, y> + aa + C2

ملاحظة: تشير العلامة <> إلى ضرورة العودة إلى أصل الجذر؛ للتأكد من حرف العلة[1].

(١) تظهر في بعض المفردات أهمية العودة إلى جذر المفردة لمعرفة أصلها؛ ليخرج بنتائج صحيحة، ويُمكن ذلك من خلال تزويد برنامج التوليد بقاعدة بيانات للجذور.

١١- إذا كان مفرده على وزن (فَعِيل) بفتح الفاء وكسر العين متبوعة بحرف المد الياء وكان صحيحاً نحو: (نصير، شتيت) يُجمع على (أنصار، أشتات).

وزن المفرد: ف ـَـــ ع ـِـــ ي ل

وزن الجمع: أ ـَـــ ف ـْـ ع ا ل

المدخل: C1 + a + C2 + ii + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مفتوح الفاء معتلها مكسور العين متبوعاً بحرف المد الياء نحو: (يمين) يُجمع على (أيْمان).

المدخل: y + a + C2 + ii + C3

المخرج: E1 + a + y + s + C2 + aa + C3

- إذا كان مفرده مهموز الفاء، نحو: (أصيل) تُقلب الهمزة إلى المدة بالألف فيجمع على (آصال).

المدخل: E1 + a + C2 + ii + C3

المخرج: (aa) + C2 + aa + C3

١٢- إذا كان مفرده على وزن (فَاعِل) مفتوح الفاء مكسور العين نحو: (صاحب، شاهد) يجمع على (أصحاب، أشهاد).

وزن المفرد: ف ا ع ـِـــ ل

وزن الجمع: أ ـَـــ ف ـْـ ع ا ل

المدخل: C1 + aa + C2 + i + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

١٣- إذا كان مفرده على وزن (فِعْلَة) مكسور الفاء ساكن العين معتلها مفتوح اللام نحو: (شيعة) يُجمع على (أشياع).

وزن المفرد: ف ـِـ ع ـْـ ل ـَـ ة

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ا ل

المدخل: C1 + i + y + s + C2 + a + T1

المخرج: E1 + a + C1 + s + y + aa + C2

١٤- إذا كان مفرده على وزن (فِعْلِيل) مكسور الفاء ساكن العين مكسور اللام متبوعاً بحرف المد الياء وكان مضعف العين، نحو: (شرّير) يُجمع على (أشرار).

وزن المفرد: ف ـِـ ع ـْـ ل ـِـ ي ل

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ا ل

المدخل: C1 + i + C2 + d + ii + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + aa + C3

٣, ١ الثالث من أبنية القلة هو (أَفْعِلة)

وهو مطرد في كل اسم، مذكر، رباعي، ممدود ما قبل آخره.

١- ما كان مفرده على وزن (فِعَال):

إذا كان مفرده مكسور الفاء مفتوح العين متبوعاً بألف مد وكان صحيحاً، نحو: (لسان، سلاح) يُجمع على (أَلْسِنة، أَسْلِحة).

وزن المفرد: ف ـِـ ع ا ل

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ـِـ ل ـَـ ة

المدخل: C1 + i + C2 + aa + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + i + C3 + a +T1

- إذا كان مفرده صحيحاً مكسور الفاء مفتوح العين متبوعاً بحرف المد الألف، نحو: (هلال، كنان) تضعف عينة ويجمع على (أهِلّة، أكِنّة)[1].

وزن المفرد: ف ـــِـــ ع ا ل

وزن الجمع: أ ـــَـــ ف ـــْـــ ع ـــِـــ ل ـــَـــ ة

المدخل: C1 + i + C2 + aa + C3

المخرج: E1 + a + C1 + i + C2 + d + a + T1

- إذا كان مفرده مهموز الفاء مكسورها مفتوح العين، نحو: (إله) تقلب الهمزة مداً بالألف فيجمع على (آلهة).

وزن المفرد: ف ـــِـــ ع ا ل

وزن الجمع: أ ـــَـــ ف ـــْـــ ع ـــِـــ ل ـــَـــ ة

المدخل: E5 + i + C2 + aa + C3

المخرج: (aa) + C2 + i + C3 + a + T1

- إذا كان مفرده مهموز الفاء مكسورها مفتوح العين متبوعاً بألف مد، نحو: (إمام) تفتح فاؤه في حالة الجمع وتضاف همزة بعد فائه وتضعف عينه فيجمع على (أئِمّة).

وزن المفرد: ف ـــِـــ ع ا ل

وزن الجمع: أ ـــَـــ ف ـــْـــ ع ـــِـــ ل ـــَـــ ة

(١) إذا كان الحرف الثاني والرابع من المفردة متماثلين نحو (هلال وكنان)، فإنها تشدد عين المفردة في حالة الجمع فتجمع على (أهلّة وأكنّة) وهذا ما قد وُضّح في الأكواد البرمجية حتى تُجمع المفردة جمعاً صحيحاً.

المدخل: E5 + i + C2 + aa + C3 = إمام

المخرج: E1 + a + E3 + i + C2 + d + a + T1 = أئمة

- إذا كان معتل الفاء مكسورها مفتوح العين ممدودًا قبل الآخر مهموز اللام، نحو: (وعاء) يجمع على (أوعية).

وزن المفرد: ف ـِـ ع ا ل

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ـِـ ل ـَـ ة

المدخل: w + i + C1 + aa + E4

المخرج: E1 + a + w + s + C1 + i + y + a + T1

٢- ما كان مفرده على وزن (فَعَال) مفتوح الفاء والعين وكان صحيحاً ممدودًا قبل الآخر، نحو: (مَتَاع، جَنَاح) يجمع على (أمْتِعة، أجْنِحة).

وزن المفرد: ف ـَـ ع ا ل

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ـِـ ل ـَـ ة

المدخل: C1 + a + C2 + aa + C3

المخرج: E1 + a + C1 + s + C2 + i + C3 + a + T1

٣- ما كان مفرده على وزن (فُعَال) مضموم الفاء مفتوح العين ممدودًا قبل الآخر وكان مهموز العين نحو: (فؤاد) يجمع على (أفئدة).

وزن المفرد: ف ـُـ ع ا ل

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ـِـ ل ـَـ ة

المدخل: C1 + u + E2 + aa + C2

المخرج: E1 + a + C1 + s + E3 + i + C3 + a + T1

٤- ما كان مفرده على وزن (فَعِيل) مفتوح الفاء مكسور العين وكان صحيحاً مضاعف العين واللام قبل آخره مد، نحو: (ذليل، شحيح، عزيز، جنين)، تضعف لامه ويجمع على (أذلة، أشحة، أعزة، أجنة).

وزن المفرد: ف ـَـ ع ـِـ ي ل

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ـِـ ل ـَـ ة

المدخل: C1 + a + C2 + ii + C3

المخرج: E1 + a + C1 + i + C2 + d + a + T1

٥- ما كان مفرده على وزن (فَاعِل) مفتوح الفاء معتلها متبوعة بألف مد مكسور العين متبوعاً بياء مد، نحو: (وادي) تسكّن فاؤه وتحذف ألف المد وتكسر عينه وتفتح لامه فيجمع على (أَوْدِيَة).

وزن المفرد: ف ا ع ـِـ ل

وزن الجمع: أ ـَـ ف ـْـ ع ـِـ ل ـَـ ة

المدخل: w + aa + C1 + i + y

المخرج: E1 + a + w + s + C2 + i + y + a + T1

٤, ١ الرابع من أبنية القلة هو (فِعْلة)

بكسر الفاء وسكون العين، وصيغه محدودة وهو أقلها وروداً في القرآن الكريم، فقد ورد في (عشر) مفردات على وزنين:

١- ما كان مفرده على وزن (فَعَل) مفتوح الفاء والعين معتل اللام، نحو: (فتى) تُقلَب الألف المقصورة ياءً فيجمع على (فِتْيَة).

وزن المفرد: ف ـــَـــ ع ـــَـــ ل

وزن الجمع: ف ـــِـــ ع ـــْـــ ل ـــَـــ ة

المدخل: C1 + a + C2 + ay

المخرج: C1 + i + C2 + s + y + a + T1

٢- ما كان مفرده على وزن (فَعْل) وكان مهموز الفاء محذوف اللام، نحو: (أخ) تكسر الفاء في حالة الجمع ويجمع على (إِخْوَة).

وزن المفرد: ف ـــَـــ ع ـــْـــ ل

وزن الجمع: ف ـــِـــ ع ـــْـــ ل ـــَـــ ة

المدخل: E1 + a + C2 + s

المخرج: E5 + i + C2 + s + w + a + T1

٣- ما كان مفرده على وزن (فَعْل) وكان معتل العين ممدودًا قبل الآخر، نحو: (قاع) يقلب حرف المد الألف إلى حرف المد الياء فيجمع على (قيعة).

المدخل: C1 + aa + C3

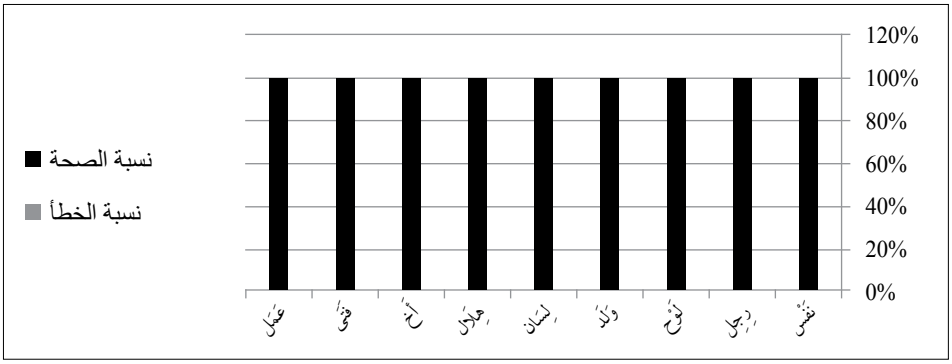
المخرج: C1 + ii + C3 + a + T1

عينة من الكود البرمجي المستخدم بلغة جافا:

```
String s,s1 ;
     char C1, C2, C3, C4, A = 'َ', I = 'ِ', D = 'ّ', S='ً';
     char aa='ا', ay='ى', ii= 'ي', T1 ='ة';

     char E1 = 'أ', E2 = 'ؤ' , E3 = 'ئ' , E4 = 'ء' , E5 = 'إ' , y='ي' , W='و';

     char a,b,c, a1, b1,c1;

     s= (String ) jTextField1.getText ();

     if (s.length()< 4)
     {
        jTextField2.setText("الرجاء كتابة الكلمة مع الحركات :حدث خطأ");
     }

     else if (s.length()== 4)
      {
      C1= s.charAt(0);
      a=s.charAt(1);  // حركة الحرف الاول
      C2= s.charAt(2);
      b= s.charAt(3); // حركة الحرف الثاني

        s1= ""+ E5 +I+ C2+S+W+ A+ T1;
        jTextField2.setText(s1);

      }
      else if (s.length() ==6)
      {
      C1= s.charAt(0);
      a=s.charAt(1); // حركة الحرف الاول
      C2= s.charAt(2);
      b= s.charAt(3); // حركة الحرف الثاني
      aa= s.charAt(4);
```

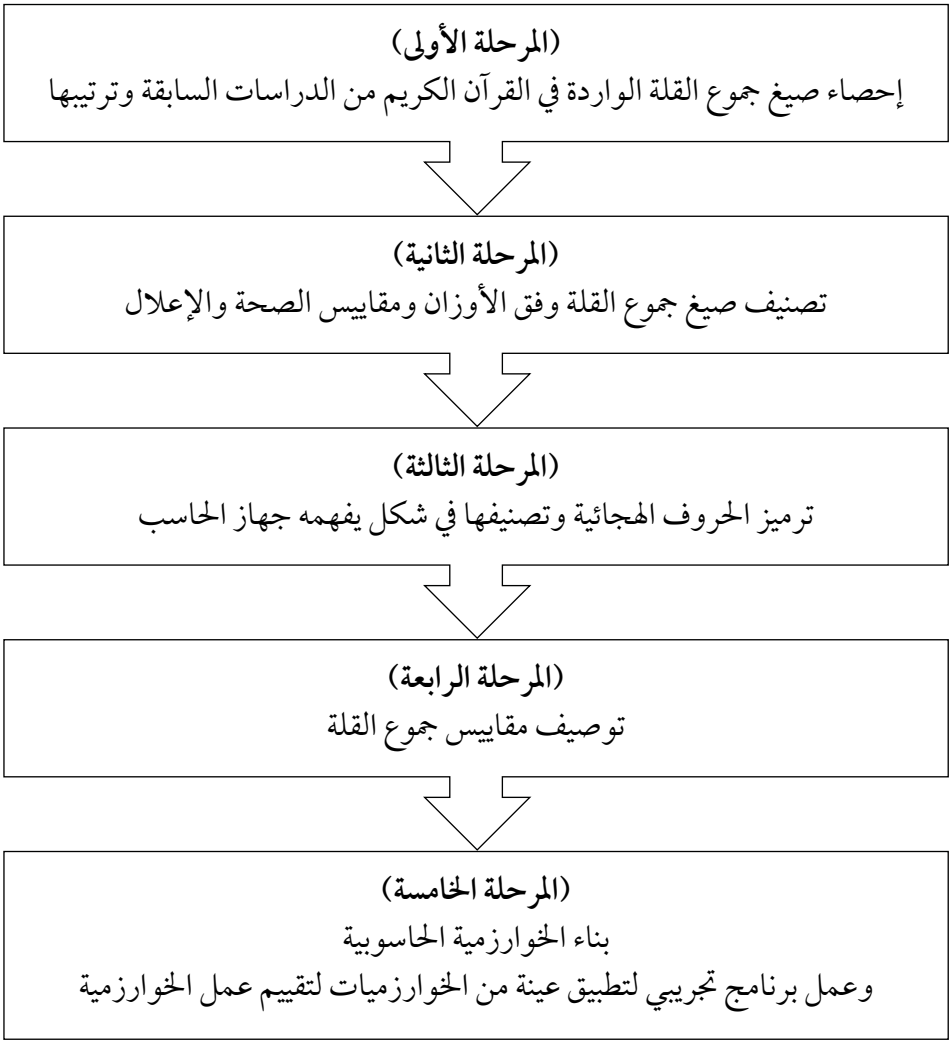
خطوات عمل البرنامج التوليدي[1]

نسبة دقة مخرجات البرنامج التوليدي:

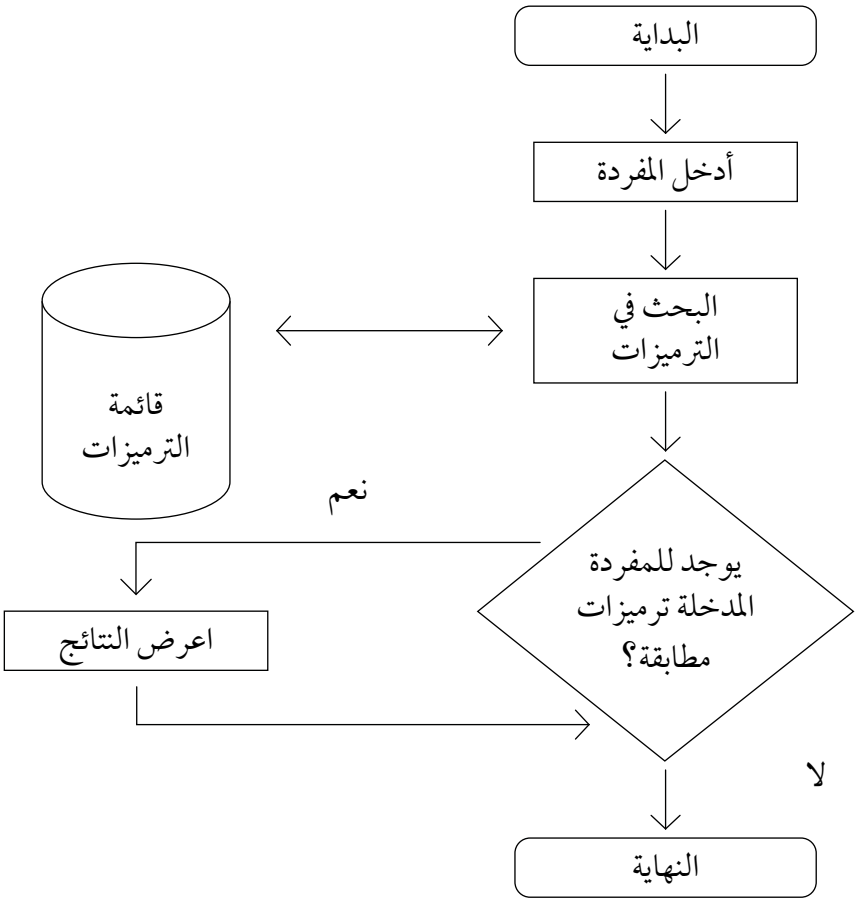


(1) https://drive.google.com/open?id=1S4savH2ahnriLaJYLcZQEwRZN-W7mPBR

مراحل بناء الخوارزمية:



تصميم خريطة التدفق (flowchart) لكيفية عمل البرنامج التوليدي



النتائج والتوصيات:

١- تمثل هذه الدراسة أساساً لغوياً لنمذجة مقاييس جموع القلة، في شكل بحث أكاديمي يسهل التعاون بين اللغويين والحاسوبيين، ويفتح الآفاق أمام الباحثين.

٢- الحاجة إلى توصيف النظام الصرفي للغة العربية توصيفاً يتجاوز وصف القدماء؛ مما يساعد في خدمة حوسبة العربية وتسهيلاً لتعليم اللغة لغير الناطقين بها.

٣- ضرورة حوسبة النظام اللغوي الصرفي بما توفره المعالجة الآلية للغات الطبيعية.

٤- أظهرت النتائج إمكانية ضبط النظام الصرفي من خلال توصيف المقاييس وترميزها لبناء خوارزميات حاسوبية تمكن من حوسبة العربية.

٥- وُصّفت مقاييس الإعلال والإبدال والقلب توصيفاً صوتياً لغوياً، أما المقاييس السليمة مما سبق فلم توصّف؛ فهي واضحة لجهاز الحاسوب ومتعلمي اللغة العربية.

٦- وُصّفت المقاييس القياسية الواردة في القرآن الكريم ورُمّزت، أما السماعية -الشاذة قياساً- فلم تُوصف وستُدخل مباشرة في قاعدة بيانات البرنامج التوليدي؛ فبناء خوارزمية حاسوبية داخل البرنامج التوليدي تكون بمثابة قاعدة يسير عليها البرنامج في توليد الجموع، وعليه فلا يجوز بناء خوارزمية حاسوبية للمقاييس الشاذة قياساً.

٧- ورد في ألفاظ جموع القلة المحصاة من القرآن الكريم لفظان سماعيان ولا يقاس عليهما، وهما: حِمْل أحمال، عَيْن أعين.

٨- بُنيت ثلاث وخمسون خوارزمية لتوليد جموع القلة في القرآن الكريم.

٩- بُني برنامج توليدي تجريبي من خلال أكواد برمجية بلغة (java) يهدف إلى قياس دقة الخوارزميات.

١٠- أُجريَ اختبار على تسع خوارزميات مختلفة لأوزان متنوعة وقد أثبتت المخرجات صحة الخوارزميات.

١١- أظهرت نتائج العمل ضرورة إدخال المفردة مع تشكيلها بالحركات الصحيحة، وفي حال خلوّ المفردة من التشكيل فإن البرنامج يعطي تنبيهاً بضرورة كتابة الحركات.

١٢- على الرغم من جهود اللغويين والحاسوبيين العرب للنهوض بحوسبة اللغة العربية، فإن كل فريق يعمل بمعزل عن الآخر مما نتج عنه تشتت لهذه الجهود والحد من الاستفادة منها، وعليه نوصي بتعاون منهجي موحد لتوحيد الجهود والعمل ضمن فريق واحد، كأن تنشأ جمعية للسانيات الحاسوبية ترعى هذا المشروع وتجمع شتاته.

١٣- في وقت أصبح فيه الحاسوب لغة التواصل الأولى، بات لزاماً على اللغويين أن يربطوا اللغة بالمعارف والعلوم الأخرى بما يخدم تطورها؛ حيث يعوّل عليهم جُلّ المسؤولية في تقليص الهوة التي تفصل بين لغة الحاسوب واللغة الطبيعية.

الخاتمة

هدفت هذه الدراسة إلى تتبع جموع القلة في القرآن الكريم وتوصيف مقاييسها وترميزها في شكل يفهمه جهاز الحاسوب، حيث يفتقر الحاسوب إلى الحدس اللغوي الذي يتمتع به ابن اللغة، فهو آلة مصمتة تستقبل المدخلات وتترجمها في شكل مخرجات وفقاً للمعطيات، وقد جاءت هذه الدراسة لتوصّف مقاييس اللغة العربية توصيفاً آلياً في محاولة لخلق حدس لغوي حاسوبي أقرب ما يكون إلى حدس الإنسان اللغوي، تبعاً لذلك وُصفت مقاييس جموع القلة الواردة في القرآن الكريم ورُمزت، وقد بلغت ما يقارب أربعاً وعشرين صيغة، تنوعت أوزانها ما بين القياسي وغير القياسي، وصولاً إلى بناء خوارزمية رياضية حاسوبية تترجم المدخلات -التي تمثل المفردة في حالة الإفراد- والمخرجات -التي تمثل المفردة في حالة الجمع- تسهل معالجة تلك المقاييس آلياً، وانتهاءً إلى بناء برنامج توليدي يقوم بتوليد الجمع الصحيح للمفردة المدخلة في خطوة لتوليد اللغة آلياً، وقد بُنيت ثلاث وخمسون خوارزمية.

تدرجت فصول الدراسة وصولاً إلى الهدف المنشود، فجاءت في تمهيد ومقدمة تناولت التعريف باللغات الطبيعية وأهمية معالجتها آلياً، والتوليد الصرفي والفرق بين الوصف والتوصيف. ثم حصرت صيغ جموع القلة الواردة في القرآن الكريم ورتبتها في شكل يخدم معالجتها حاسوبياً، ثم وصفت المقاييس ورمزت وصولاً إلى بناء خوارزمية حاسوبية تمثل لغة التواصل بين الحاسب واللغة وتهدف إلى توليد جموع القلة في اللغة العربية. وقد بُني برنامج توليدي تجريبي لقياس مدى صحة الخوارزميات وقد أثبت نجاحه مما يؤكد صحة الخوارزميات. وأخيراً ختمت الدراسة بأهم النتائج والتوصيات التي توصل إليها البحث.

المصادر والمراجع:

أ- العربية:

- **إبراهيم**، حمدي بدر الدين. معجم الأوزان الصرفية لكلمات القرآن الكريم، كلية دار العلوم بجامعة القاهرة وكلية التربية بجامعة المجمعة ٢٠١٣م.
- **ابن إياز. شرح التعريف بضروري التصريف**، تحقيق وشرح هادي نهر وهلال ناجي، دار الفكر- عمان، ٢٠٠٢م.
- **ابن جني**، أبو الفتح عثمان. الخصائص، المكتبة التوقيفية- القاهرة، ٢٠١٥م.
- **ابن جني**، المنصف شرح لكتاب التصريف للإمام المازني، الطبعة الأولى، دار إحياء التراث، ١٩٥٤م.
- **ابن هشام**، جمال الدين. أوضح المسالك إلى ألفية ابن مالك، تأليف محمد محيي الدين عبدالحميد، منشورات المكتبة العصرية، بيروت، ج٤.
- **أبو الحجاج**، محمد بشير. المعالجة الآلية للغة العربية جهود الحاضر وتحديات المستقبل، مجلة لغة العصر، ٢٠٠٩م.
- **الأستراباذي**، الشيخ رضي الدين محمد. شرح شافية ابن الحاجب، تح: الحسن، محمد نور، وآخرون. دار الكتب العلمية- لبنان، ١٩٨٢م.
- **آل طه**، هدى سالم، ونهاد الموسى (مشرف)، النظام الصرفي للعربية في ضوء اللسانيات الحاسوبية: مثل من جمع التكسير، الجامعة الأردنية- عمان، ٢٠٠٥م.
- **ألبب**، إبراهيم محمد. ملامح التوليد في التراث اللغوي، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، ٢٠٠٥م.
- **أمينة**، عتارسية. جموع القلة والكثرة وأثرها في تحديد الدلالة في القرآن الكريم، جامعة محمد الشرف مساعدية، ٢٠١٧م.
- **البار**، عفاف محمد. جموع التكسير في القرآن الكريم، جامعة أم القرى، مكتبة الملك فهد الوطنية.
- **البصلة**، عائدة وآخرون. توضيح الصرف بشرح شذا العرف، كتب مؤلفين، الرياض، ٢٠١٧م.

- **بن عريبة**، راضية. حوسبة النظام اللغوي العربي: المعجم الآلي عند البروفيسور عبدالرحمن الحاج صالح نموذجاً، المجلس الأعلى للغة العربية، مجلة اللغة العربية، العدد السابع والثلاثون، ٢٠١٧م.
- **بنو ملحم**، رويدة عوض. جموع التكسير في القرآن الكريم، دراسة لغوية أسلوبية للمتماثلات في المادة اللغوية، جامعة اليرموك، كلية الآداب، الأردن، ٢٠١٤م.
- **البواب**، مروان. الطيان، محمد حسان. أسلوب معالجة اللغة العربية في المعلوماتية (الكلمة- الجملة)، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم تونس، ١٩٩٦م.
- **البواب**، مروان. معالجة جمع المؤنث السالم حاسوبياً، مجمع اللغة العربية بدمشق، المؤتمر السنوي الخامس، ٢٠٠٦م.
- **التميمي**، أفراح بنت عبدالعزيز، بناء خوارزمية حاسوبية للتوليد والتحليل الصرفيين في باب النسب، معهد تعليم اللغة العربية قسم علم اللغة التطبيقي جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية- السعودية، ٢٠١٢م.
- **حبش**، نزار. مقدمة في المعالجة الطبيعية للغة العربية، ترجمة هند بنت سليمان الخليفة، دار جامعة الملك سعود للنشر، الرياض، ٢٠١٤م.
- **حسن**، آمال جلال. شواذ جموع التكسير، جامعة الأزهر، مجلة التربية، بحوث ومقالات، ٢٠١١م.
- **الخطاب**، مأمون. التحليل الصرفي للغة العربية باستخدام الحاسوب، دار حوسبة النص العربي، ١٩٩٦م.
- **الحملاوي**، أحمد محمد أحمد. شذا العرف في فن الصرف، دار الكيان للطباعة والنشر والتوزيع- الرياض.
- **الخطيب**، هند محمد إبراهيم. بناء خوارزمية حاسوبية لتوليد المشتقات وتحليلها: معجم ديوان الأدب للفارابي أنموذجاً، جامعة العلوم الإسلامية العالمية- الأردن، ٢٠١٨م.
- **الخلوف**، أحمد طالب علي. برمجة المصادر في اللغة العربية حاسوبياً، جامعة اليرموك، كلية الآداب، الأردن، ٢٠٠٩م.
- **الدوسري**، مسفر بن محماس. برمجة الاسم المنسوب بياء النسب في العربية حاسوبياً، جامعة اليرموك، كلية الآداب، الأردن، ٢٠١٠م.

- **الدويري**، ثناء شاهر ونهاد الموسى (مشرف). جموع القلة وجموع الكثرة بين القواعد النظرية والاستعمال في القرآن الكريم والشعر الجاهلي، جامعة العلوم الإسلامية العالمية- الأردن، ٢٠١٥م.
- **الرزو**، حسن مظفر. سبل تطوير محلل الصرف الآلي في حوسبة الموسوعات العربية، منتدى مجمع اللغة العربية على الشبكة العالمية، ٢٠١٧م.
- **الزبن**، أحلام عامر شريف. توصيف النحو العربي في ضوء اللسانيات الحاسوبية: الفعل الماضي نموذجاً، الجامعة الهاشمية، الأردن، ٢٠٠٨م.
- **السامرائي**، محمد فاضل. الصرف العربي أحكام ومعانٍ، دار ابن كثير، الطبعة الأولى، ٢٠١٣م.
- **سلوى حمادة**، المعالجة الآلية للغة العربية المشاكل والحلول، دار غريب للطباعة والنشر، القاهرة، ٢٠٠٩م، ص٨٨.
- **الشريدة**، صفاء شريف كليب. برمجة أسماء الفاعلين والمفعولين حاسوبياً، جامعة اليرموك، كلية الآداب، الأردن، ٢٠٠٩م.
- **الشريف**، يحيى عبدالله حسن. أبنية الجموع في نظام الغريب للربعي: دراسة إحصائية صرفية، مجلة جامعة أم القرى لعلوم اللغة وآدابها- السعودية، ٢٠١٥م.
- **الطاهات**، رأفت إسماعيل زيناتي. برمجة اسم المكان في اللغة العربية حاسوبياً: دراسة وصفية تطبيقية، جامعة اليرموك، كلية الآداب، الأردن، ٢٠١٢م.
- **عادل**، بالعيد. أثر اللسانيات الحاسوبية في تعليمية اللغة العربية، جامعة محمد خيضر، الجزائر، ٢٠١٧م.
- **عبدالرزاق تورابي**، حوسبة الصرف العربي: الموارد والخبرات اللسانية، معهد الدراسات والأبحاث للتعريب- المغرب، ٢٠٠٧م.
- **علي**، نبيل - الثقافة العربية وعصر المعلومات، رؤية لمستقبل الخطاب الثقافي، عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ٢٠٠١م.
- **علي**، بعداش. الميزان الصرفي العربي. أصوله وتطبيقاته، جامعة فرحات عباس، الجزائر، ٢٠٠٩م.

- **علي**، نبيل. اللغة العربية والحاسوب، تعريب، ١٩٨٨م.
- **العناتي**، وليد أحمد. اللسانيات الحاسوبية العربية (المفهوم، التطبيقات، الجدوى)، مجلة الزرقاء للبحوث والدراسات، المجلد السابع، العدد الثاني، ٢٠٠٥م.
- **غانم**، خيرة. أبنية جمع التكسير في القرآن الكريم، المجلة الليبية للدراسات، بحوث ومقالات، ٢٠١٥م.
- **غناوي**، محمد علي وآخرون. أوزان الجموع ودلالتها في القرآن الكريم دراسة صرفية دلالية لنماذج منها، مجلة ديالي، ٢٠٠٨م.
- **الغوثاني**، راتب مزيد. استخدام اللغة العربية في المعلوماتية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، ١٩٩٦م.
- **فيصل**، خولة محمود. أبنية جموع القلة في القرآن الكريم، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، ٢٠٠٧م.
- **القرني**، مهدي علي. الترتيب الصرفي في المؤلفات النحوية والصرفية إلى أواخر القرن العاشر، كلية المعلمين، بيشة، ٢٠٠٦م.
- **اللميع**، فيصل أحمد. دلالة جمع القلة على العموم عند الأصوليين تأصيلاً وتطبيقاً، مجلة الشريعة والدراسات الإسلامية- الكويت، ٢٠١٧م.
- **منصوري**، خيرة. التوليد الصوت صرفي، دار ميم، الجزائر، ٢٠١٨م.
- **المهيوبي**، عبدالعزيز بن عبدالله. بناء برنامج حاسوبي لتوليد أفعال اللغة العربية وتصريفها، مجلة مجمع اللغة العربية على الشبكة العالمية بمكة المكرمة- السعودية، ٢٠١٨م.
- **المهيوبي**، عبدالعزيز بن عبدالله. اللسانيات الحاسوبية وتعليم صرف العربية للناطقين بغيرها، (مقالة) صحيفة الجزيرة، ٢٠١٦م.
- **المهيوبي**، عبدالعزيز بن عبدالله. توصيف توليد جموع التكسير من المفرد الثلاثي في ضوء اللسانيات الحاسوبية، النادي الأدبي الثقافي بجدة- السعودية، ٢٠١٧م.
- **نولي**، نجاة حسن عبدالله. جموع القلة والكثرة السماعية في القرآن الكريم، مجلة القراءة والمعرفة- مصر، ٢٠٠٤م.

ب- الأجنبية:

- NizarHabash, OwenRambow, and georgeKiras. Morphological Analysis and Generation for Arabic Dialects, center for computational learning systems, columbia university, new york, USA, 2005.
- Riyad Al-Shalabi, Martha Evens. A Computational Morphology system for Arabic, department of computer science and applied mathematics, Illinois institute of technology, chicago.
- Ahmed Benfatma, Mohamed Amine, Morphological generator for Arabic language using Rule-based generation proccess, international journal of computer applications, volume 174-NO.3, 2017.
- Khaled shaalan, Habib Talhami, and Ibrahim Kamel. Automatic morphological generation for the indexing of Arabic speech recordings, international journal of computer processing of languages, 2007.