توظيف خوارزميات الذكاء الاصطناعي في معالجة أبواب الصرف السماعية

بقلم الدكتور

خليوي سامر خليوي العياضي

أستاذ تعليم اللغة العربية المساعد بمعهد تعليم اللغة بالجامعة الإسلامية ـ المملكة العربية السعودية

المجلد السادس والعشرون للعام ٢٠٢٢م

الجزء الرابع (إصدار ديسمبر)

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية ٦٩٤٠/ ٢٠٢٢م

بسم الله الرحمن الرحيم

توظيف خوارزميات الذكاء الاصطناعي
في معالجة أبواب الصرف السماعية

خليوي سامر خليوي العياضي

قسم تعليم اللغة العربية بمعهد تعليم اللغة ـ بالجامعة الإسلامية ـ المملكة العربية السعودية

البريد الإلكتروني : khlewe6@gmail.com

الملخص

هدفت الدراسة إلى بيان كيفية توظيف خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تقديم معالجة لإشكال أبواب الصرف السماعية التي حاول العلماء تقديم تقييس لها من خلال النظر إليها من عدة جوانب إلا أن الأمر في تلك الأبواب حكم عليه بالسماع وعلى متعلم اللغة إعمال العقل في حفظها ، ومن تلك الأبواب عين المضارع للفعل الثلاثي المجرد ومصدره وجموع التكسير، وقد قامت الدراسة باتخاذ خوارزميتي "Deiesion Tree" و"K-Nearest Neighbor" نموذجا تبين من خلاله كيفية توظيفها لعلاج إشكالين قد حاول علماءنا السابقين تقديم حل لهما: الأول – عدم انتظام تلك الأبواب في قاعدة تضبطها ، الثاني – تعدد مصادر الفعل الواحد ،وتعد خوارزميتي "Deiesion Tree" و"K-Nearest Neighbor" أحد خوارزميات التصنيف Classification التي تنتمي لمجال تعلم الآلة Machine Learning أحد مجالات الذكاء الاصطناعي ، وقد توصلت الدراسة إلى نتائج من أهمها بيان كيفية الاستفادة من خوارزميات الذكاء الاصطناعي في بيان كيفية توظيفها في علاج أبوب الصرف السماعية ، وأوصت الدراسة بعدة نقاط من أهمها ضرورة الإفادة مما يجد على الساحة من أدوات وتقنيات لدراسة اللغة العربية ، الاستفادة من خوارزميات الذكاء الاصطناعي واستثمار الحلول التي تقدمها .

الكلمات المفتاحية: خوارزميات الذكاء الاصطناعي ،اللغة العربية ، الأبواب السماعية .

الترقيم الدولي الإلكتروني
ISSN 2636 - 316X

الترقيم الدولي
ISSN 2356-9050

Employing artificial intelligence algorithms In the treatment of auditory drainage doors

Khalewy Samer, Khlawi Al-Ayadi
Department of Arabic Language Education, Institute of Language Education, Islamic University, Kingdom of Saudi Arabia
Email: khlewe6@gmail.com

Abstract

The study aimed to demonstrate how artificial intelligence algorithms are employed in providing a treatment for the problems of auditory exchange doors that scientists tried to standardize by looking at them from several aspects, but the matter in those doors is judged by hearing and the language learner must apply the mind in memorizing it. The present tense of the abstract triple verb, its source, and the fracking aggregates. The study took the "Deiesion Tree" and "K-Nearest Neighbor" algorithms as a model through which it was shown how to use them to treat two problems that our previous scholars tried to provide a solution to: The first is the irregularity of those doors in a rule that controls them. The second - the multiplicity of sources of one action, and the algorithms "Deiesion Tree" and "K-Nearest Neighbor" are one of the classification algorithms that belong to the field of machine learning, one of the fields of artificial intelligence. In an indication of how it is employed in the treatment of auditory morphology, the study recommended several points, the most important of which is the need to benefit from the tools and techniques found on the scene for the study of the Arabic language. Artificial intelligence algorithms and investing in the solutions they provide.

Keywords: artificial intelligence algorithms, Arabic language, audio doors.

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

قام علماء العربية على مر العصور بدراسة النظام اللغوي من عدة جوانب فاستخرجوا القواعد التي تسيرعليها اللغة العربية على جميع المستويات صوتا وصرفا ونحوا ودلالة ، ونبهوا على ما قد يقع من خطأ أو لحن على ألسنة المتحدثين بها ،و حددوا زمنا للاحتجاج بها ليسيروا في النظام اللغوي على ما سار به العرب الأوائل عند استخدامهم للغة سليقة (برطولي، ٢٠٠٩).

إلا أن هناك بعض الأبواب في اللغة العربية مازال فيها الأمر قائم وتحتاج إلى إعادة النظر إليها وخاصة بعد ماجد في هذا العصر من أدوات ،ومن هذه الأبواب أبواب التي يكثر فيها الشذوذ وعدم الاطراد كباب مصادر الفعل الثلاثي المجرد وعين مضارعه وجموع التكسير (الرفايعة، 2005،ص.235) ،وقد تطرقت العديد من الدراسات للظواهر الصرفية في تلك الأبواب بدءا من دراسات علماءنا القدامى و مرورا بالمحدثين.

حيث تناولوها من عدة وجوه ،فعلى سبيل المثال قام العلماء بمحاولة لتقديم قواعد يطرد فيه مصدر الفعل الثلاثي كما هو الأمر في مصادر ما زاد عن ثلاثة أحرف ، واجتهدوا في ذلك إلا أن جل ما توصلوا إليه قواعد تقريبية، تخضع إلى الدلالة أحيانا، وللتكوين الصوتي للفعل أحيانا وللتكوين الصرفي والنحوي أحيانا أخرى (الزعبي،١٩٩٦، ص. ٢١٩).وهي وإن انطبقت على مجموعة من الأفعال خالفت مجموعة أخرى فلا تعد مطردة في كل فعل وافق القاعدة ، لذلك حكم العلماء بسماعية مصدر الفعل الثلاثي (الزعبلاوي ،١٩٨٨،ص.٤٥).

من جانب آخر نجد أن العماء أيضا قد لاحظوا أن إشكال صعوبة تقعيد تلك الأبواب قائم على مشكلة أخرى وهي تعدد الأوزان في تلك الأبواب وهذ ما جعل وضع قواعد لتلك الأبواب وتتبعها أمر بالغ التعقيد .

فنجد في باب جمع التكسير على سبيل المثال أن جمع الاسم صحيح العين على وزن "فَعْل" جاء على عدة أوزان فمرة "فِعَال" ككلاب ومرة "فُعُول" ككعوب ومرة "فُعُولة" كبعولة ومرة "فُعُل" كسقف وغير ذلك مما قد يرد في المعاجم، فحاولوا تقديم حل لذلك التعدد من خلال رده إلى عدد أقل من الأوزان هي الأحق بالحكم ،فجعلوا جمع التكسير من الاسم الثلاثي صحيح العين الساكن إما على وزن "فعول" أو "فِعال" ،واحتكموا في ذلك على كثرة وروده (مجمع اللغة ،١،١٩٣٧/٤).

إن الناظر إلى جهود علماءنا في معالجتهم لإشكال تلك الأبواب الصرفية يجدها تنم عن نظرة حاسوبية تقوم على مبدأ "Classification" الذي تقوم به خوارزميات الذكاء الاصطناعي ، الذي جاء ليعالج القضايا التي تُعْلَم نتائجها "results" ومدخلاتها "inputs" ولكن يُجْهَل سبب مجيء مُدْخَل ما على نتيجة ما ؛وذاك بسبب كثرة التفاصيل والتفريعات في خصائص المدخل وتعدد النتائج التي يعزب العقل البشري عن تقصيها وتتبعها ،فتقوم عملية التصنيف بربط المدخل بالنتيجة من خلال خصائص المدخل التي تقوم بقراءتها وتتبعها وتصنيف نتائج كل صنف معين (العياضي ،٢٠١٨،ص.٣٨٧،٣٥٦) .

لكن الذي يظهر أن العلماء عند تناولهم لدراسة تلك الأبواب لتقعيدها بنو القواعد على الجوانب التي تتبعوها متفرقة ،فنجدهم في معالجة مصدر الثلاثي المجرد مثلا ينظرون إلى خصائص الفعل سواء الصوتية أو

الصرفية أو النحوية متفرقة فتارة عند محالة تقديم القاعدة ينظرون له من حيث التعدي واللزوم ومرة مخرج عين الفعل ومرة غير ذلك ، وهذا يُفْهَم لأنه كلما زادت الخصائص والجوانب التي تتضمنها القاعدة زاد تعقيد القواعد وتتبع الأفعال التي تنتمي لوزن مصدر ما ،وهذا يحتاج إلى مزيد جهد (العياضي ،٢٠٢٢،ص.٢٧) .

هنا تأتي هذه الدراسة التي تستثمر الذكاء الاصطناعي الذي يقدم لنا حل لهذا الإشكال ؛حيث يتميز بقدرته على تتبع هذا التعقيد بالإضافة إلى سرعة الأداء ،وهذا من خلال خوارزميات التصنيف "Classification" التي تضم عددا من الخوارزميات لكل منها غرض تقوم به .

ومن هذه الخوارزميات خوارزميتي شجرة القرارات " Decision Tree"و أقرب جارK–Nearest Neighbor :

- خوارزمية "KNN" بحساب المسافات التي بين المدخلات بناء على قيم خصائصها ، فكلما قلت المسافة بين مدخل ومدخل كان هذا إشارة إلى تقاربهم في الخصائص وإذا زاد الرقم كانت الخصائص متباعدة ، وتصنف خوارزمية KNN المدخل بناء على أكثر أصناف المدخلات المقاربة لها في المسافة (الفارس ،والفخري ، ٢٠١٨،ص.٥٧٨).
- بينما تهدف خوارزمية "Decision tree" إلى تقسيم المدخلات بناء على خصائصها لتصل في النهاية إلى تحديد سمات كل مدخل من المدخلات من خلال اتخاذها لسلسلة من القرارات المبنية على الخصائص المدخلة ،فينتهي الامر إلى قواعد واضحة تبين الخصائص التي تربط كل مدخل وتصنيفه. (Ville ,& Neville , 2013,p.1;Quinlan, 1987, p.304) .

إن هذه الدراسة تأتي لتسهم في جانبين مهمين :

الأول – بيان كيفية الاستفادة من الذكاء الاصطناعي لعلاج بعض الإشكالات في أبواب اللغة العربية وسبرها من خلال منظور حاسوبي.

ثانيا – تعد هذه الدراسة امتداد للدراسات اللسانية الحاسوبية كدراستي العياضي) ٢٠١٨ ،٢٠٢٢) ، ودراسة المهيوبي (٢٠١٧)، ودراسة آمنة (٢٠٠٥)، التي تسعى إلى تمكين الحاسوب من اللغة العربية وضرب بسهم في السباق الذي يسعى فيه كل أهل لغة بتذليل لغتهم للآلة .

مشكلة الدراسة :

تتحدد مشكلة الدراسة في عدم انتظام قواعد أبواب الصرف السماعية وفي تعدد أبنيتها ، وقد حاول العلماء قديما تقديم علاج لهذا الإشكال إما من خلال محاولة وضع قواعد تضبطها أو رد تعدد الأبنية إلى وزن واحد أو وزنين ،ومن ذلك ما نجده في باب مصادر الفعل الثلاثي المجرد فقد حاولوا وضع قواعد لها إلا أن هذه القواعد لا تطرد في كل فعل وافق القاعدة ،ومن هنا تأتي هذه الدراسة لتقوم ببيان كيفية استخدام خوارزميتي decision tree و KNN لعلاج عدم انتظام قواعد الأبواب السماعية وعلاج تعدد أبنيتها، وقد أشارت الدراسات إلى ضرورة حل الإشكال الذي يواجه العربية في الأبواب السماعية وضرورة معالجته حساوبيا (طه ، ٢٠٠٥ ؛ المهيوبي، ٢٠١٧؛ ،العياضي ،٢٠١٨ ،٢٠٢٢)

أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية الدراسة في محاولة تقديم علاج للإشكال الذي يواجه الأبواب السماعية في اللغة العربية التي نادت الدراسات بضرورة دراستها بغية معالجتها،ويمكن استعراض أهمية هذه الدراسة من خلال النقاط التالية:

١- تعد هذه الدراسة سبر لأبواب الصرف السماعية من منظور الحاسب الذي قد ينتج عنه نتائج جديدة في دراسة اللغة .

٢- تبين هذه الدراسة كيفية توظيف خوارزميات الذكاء الاصطناعي لعلاج اللغة العربية .

٣- تعد هذه الدراسة إسهاما في باب الدراسات اللسانية الحاسوبية التي تسعى إلى تمكين الحاسوب من فهم وتوليد اللغة العربية .

٤- تفتح المجال أمام الباحثين الآخرين لإجراء دراسات مماثلة في استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي لعلاج ظواهر اللغة العربية، وتقديم حلول لمشكلاتها.

أسئلة الدراسة :

تحاول الدراسة أن تجيب عن السؤال الرئيس :

١- ما كيفية توظيف خوارزميات الذكاء الاصطناعي لعلاج أبواب الصرف السماعية في اللغة العربية ؟

ويتفرع منه الأسئلة الآتية :

١. ما الإشكال المتمثل في أبواب الصرف في اللغة العربية ؟
٢. ما الذي يترتب على إشكال أبواب الصرف السماعية في اللغة العربية ؟
٣. ما هي العلاقة بين خوارزميات الذكاء الاصطناعي وأبواب الصرف السماعية في اللغة العربية ؟

أهداف الدارسة:

تهدف الدراسة إلى تحقيق النقاط التالية :

١.بيان كيفية توظيف خوارزميات الذكاء الاصطناعي لعلاج أبواب الصرف السماعية في اللغة العربية .

٢.التعرف على الإشكال الذي تنطوي عليه أبواب الصرف السماعية في اللغة العربية .

٣.التعرف على الأثار المترتبة على إشكال أبواب الصرف السماعية في اللغة العربية .

٤.توضيح العلاقة بين خوارزميات الذكاء الاصطناعي وأبواب الصرف السماعية في اللغة العربية .

حدود الدراسة :

اقتصرت الدراسة على بيان كيفية توظيف خوارزميةKNN لعلاج تعدد أوزان الأبواب السماعية وخوارزمية decision tree لعلاج عدم اطراد القواعد في الأبواب السماعية ،واتخذت من مصادر الفعل الثلاثي المجرد نموذجا لبيان كيفية التوظيف .

مصطلحات الدراسة :

تعريف الصرف اصطلاحا : أصول وقواعد تعرف بها أحوال أبنية الكلمة (قباوة ،١٩٨٨،ص.١٣)

أبواب الصرف السماعية : يعرفها الباحث إجرائيا بأنها: صيغ و أبينة مصادر الفعل الثلاثي المجرد ؛لاتصافها بالكثرة وعدم انتظامها في قواعد مطردة .

الخوارزميات: صيغة حاسوبية لحل المشكلات تقوم على تنفيذ سلسلة من الإجراءات المحددة (الصرايرة ، و الكيلاني، ٢٠١٩ ،ص.١١٢)

الذكاء الاصطناعي : قدرة الآلات وأجهزة الحاسب الآلي على القيام بمهام تحاكي إلى حد كبير ما يقوم به العقل البشري (الثقفي، وآخرون. ٢٠٢٠ ، ص. ١٧)

إشكال أبواب الصرف السماعية :

إن الناظر في أبواب الصرف في اللغة العربية يجد أنها تقوم على مفاهيم رياضية كالوزن والاشتقاق ،ولذلك نجد هناك من وصف اللغة العربية بأنها لغة جبرية لانتظام كثير من خواصها الصرفية والإعرابية والصوتية (علي ، ١٩٨٨،ص١٧٣) ، إلا أن هناك مشكلة في صوغ أبنية بعض أبواب الصرف التي حكم عليها بعض العلماء بالسماع ، وهذا الإشكال يتمثل في نقتطين:

الأول- عدم وجود قاعدة تطرد فيها تلك الأبواب عند بنائها وصوغها كما هو موجود في غيرها من الأبواب

الثاني – كثرة أبنية تلك الأبواب ،بحيث يصعب معها الحفظ ويستلزم معرفتها الرجوع إلى المعاجم .

<u>ما الذي يترتب على هذا الإشكال :</u>

لقد أشار كثير من الباحثين إلى الآثار المترتبة على عدم انتظام تلك الأبواب في قواعد مطردة و على تعدد أبنيتها ،ويمكن عرضها من خلال نقطتين :

الأولى – أن هذا التعدد الكبير للأبنية في الأبواب السماعية يشكِّل صعوبة لدى متعلم اللغة فيضطره هذا الأمر إلى إعمال العقل في الحفظ ليتمكن من صوغ أبنية تلك الأبواب (جستس ،٢٠٠٥،ص.٢٨-٣٧)

الثاني – يعد عدم اطراد تلك القواعد حائل مانعا من توصيف هذه الأبواب للحاسوب بغية تمكينه من اللغة توليدا وتحليلا ،وهذا الميدان مهم جدا ؛لذلك نجد أن كل أهل لغة يتسابقون إلى تمكين الآلة من لغتهم لما لذلك من أثار مرتبته على جوانب متعددة سواء اقتصادية أو سياسية أو غير ذلك

، وقد أشار بعض الباحثين إلى ضرورة حل الإشكال الذي يواجه معالجة الأبواب التي يكثر فيها الشذوذ ،ووضع طريقتين لتلك المعالجة لتمكين الحاسوب من هذه الأبواب توليدا وتحليلا (آل طه، ٢٠٠٥،ص. ٦٨-٦٩) :

الأول- حصر الشاذ ووضعه في معاجم، وربما يتم إيداعه في قواعد بيانات الكترونية يمكن للحاسوب الرجوع إليها واستجلاب الجمع.

الثاني- معالجة الشاذ معالجة تفضي إلى اطراده من خلال دراسات إحصائية.

العلاقة التي تربط خوارزميات الذكاء الاصطناعي والأبواب السماعية:

نقطة الالتقاء بين خوارزميات الذكاء الاصطناعي وأبواب الصرف السماعية تكمن في الحل الذي تقدمه الخوارزمية في مقابل الإشكال المتمثل في الأبواب السماعية ، فخوارزميتي Decision Tree و KNN جاءت كل واحدة منها لتقدم حلا لأشكال في أبواب الصرف السماعية ، وسيضرب الباحث مثلا بمصادر الفعل الثلاثي المجرد لهذه العلاقة ، لتقديم حل لإشكالين ظاهرين حاول علماؤنا السابقين معالجتها :

الأول – عدم انتظام قواعد بناء مصادر الفعل الثلاثي المجرد ،فكلما وضع علماؤنا السابقين قاعدة للحكم على مجموعة من الأفعال بوزن مصدر معين ،نجد هناك أفعال تشذ عن هذه القاعدة حتى وإن انطبقت عليها شروط القاعدة ، وهنا تأتي خوارزمية Decision Tree لتقدم حلا لتصنيف المدخلات – وهي في هذه الحالة الأفعال – وربطها مع وزنها وبيان القاعدة التي من خلالها تم ربطها وتصنيفها على هذا الوزن التي تستخرج من خلال خصائص الفعل المدخلة .

الثاني – تعدد أوزان المصدر للفعل الواحد فعلى سبيل المثال الفعل مكث يأتي مصدره مَكْثا ومِكْثاً ومَكَثاً ومُكثاناً ومِكِّثى ومَكَثَاناً ومَكَاثاً ومُكُوثاً ومَكَاثَة ومِكِّيثاء، وكلها بمعنى واحد (ابن منظور ،H١٤١٤، ٢/١٩١) ، وهنا نجد أن خوارزمية KNN تأتي لتقدم لنا حلا لهذا الإشكال وهو الحكم على الفعل بوزن المصدر المناسب بناء على الأفعال الأخرى التي تتشارك معه في نفس الخصائص الصوتية والصرفية والنحوية ،وهذا يتم من خلال حساب المسافات بين كل فعل وآخر بناء على قيم خصائصها المدخلة .

كيفية توظيف خوارزميات الذكاء الاصطناعي لعلاج الأبواب السماعية في اللغة العربية :

سيقوم الباحث نظريا بتوضيح الكيفية التي يتم فيها توظيف خوارزميات الذكاء الاصطناعي ،وسيبين ذلك من خلال خوارزميتي Decision Tree و KNN ،وستتخذ الدراسة من مصادر الفعل الثلاثي المجرد نموذجا لعلاج الإشكالين الواردين سابقا.

أولا – عدم اطراد مصادر الفعل الثلاثي المجرد :

لقد بذل علماء العربية جهودا كبيرة في دراسة مصادر الفعل الثلاثي المجرد وناقشوها من زوايا عدة بغية الوصول إلى قواعد يمكن الركون إليها عند عملية بناء المصدر ،ومن ذلك :

- **الدلالة وعلاقتها في بناء وزن المصدر** :

تتطرق العلماء للدلالة وأثرها في بناء المصدر على وزن "فعالة" فقالوا : مادل على حرفة يصاغ على هذا الوزن مثل " زراعة " ، "تجارة" ،و ما كان لازما ودل على صوت يأتي على "فُعَال" مثل بُكَاء و دُعاء (سيبويه،

١٩٨٢ ، ١٤-٤/١١) كذلك ما دل على الاضطراب يأتي مصدره على وزن "فَعَلان" فتقول في جال جولان وفي غلى غليان (سيبويه ،١٩٨٢ ، ٤/١٥).

- **التعدي واللزوم وعلاقته بوزن المصدر** :

قال العلماء إن كان الفعل متعديا ومن باب " فَعَل يفْعِل " فمصدره على " فَعْل" (الزجاجي،١٩٨٤،ص.٣٨٣) ، وحكم سيبيويه ببناء المصدر على وزن "فَعْل" إن كان الفعل متعديا ،وببنائه على وزن "فُعُول" إن كان الفعل لازم بشرط أن لايدل الفعل على صوت أو سير أو امتناع أو أداء أو مهنة (سيبويه،(سيبويه، ١٩٨٢ ، ١٠-٤/٥)

- **حالة الفعل وعلاقته بوزن المصدر**:

أخذ العلماء بعين الاعبتار حال الفعل من حيث الصحة والعلة فقالوا المثال اليائي يأتي على وزن فُعَال مثل يعرت الغنم يُعَارا (اليُعارُ صوتُ الغنم إذا صاحت)، أو بالوزن فَعَلاناً كيرق الإنسان يرقاناً(أصابه اليرقان وهو داء يصفر منه)، فإن كان واويا ربطه بالمصدر فَعْلاً كما في وأد وَأْداً (ابن القطاع،H١٣٦٠ ،/٣٣٢٧-٣٢٨) .

- **صوت الحرف وعلاقته بوزن المصدر** :

أشار العلماء لما للصوت من تأثير على مجيء المصدر على وزن "فَعَل" فقالوا لو كانت العين حلقية وساكنة في المصدر يجوز فتحها وورد بذلك صور قراءة "دأبا" في قوله تعالى :"سنين دأبا" فيجوز فيها "دَأْبا" أو " دَأَبا" وذلك لتجنب الثقل الذي في عين الكلمة إن كانت ساكنة وحلقية (الفراء ،١٩٨٣، ٤٧/٢ ؛ الأنويري ، ٢٠٠٣ ،٣٩٥/٢)

إلا أن جميع ما ذكروه من قواعد لم تكن مطردة في جميع الأفعال التي انطبقت عليها القاعدة ، فعلى سبيل المثال نجد أن قاعدة " فَعَل يفْعِل "وكان متعديا فمصدره على " فَعْل" نجد أفعال تخالف هذه القاعدة مع انطباق القاعدة عليها مثل الفعل سرق يسرق مصدره جاء على فَعَل أو فَعِل، ونحو حَرَم يحْرِم مصدره على فِعْلان حرمان ولم يأتيا على وزن "فَعْل" .

كذلك قاعدة "فِعالة" فيما دل على حرفة فقد قامت دراسة بحصر ماجاء على وزن فِعالة في المعجم ليجدوا أن ما دل على حرفة كان يشكل أقل من خمسين بالمائة من عينة الدراسة التي تشكلت من "١٠٥"(الماجري، والورهاني، ٢٠٠٩ ، ص.٣٣٦).

وما جرى على هاتين القاعدتين من الشذوذ جرى على غيرها من القواعد ، وهذا ما أفضى بالحكم بسماعية مصادر الفعل الثلاثي المجرد (أبي الفداء ،٣٢٠،١/٢٠٠٠) ، فليس هناك بد من إعمال العقل في حفظها(ابن سيدة ،١٩٩٦،ص. ٢٧٨) .

خوارزمية Decision Tree :

نجد أن خوارزمية **Decision Tree** توفر حلا لإشكال عدم اطراد القواعد – كما أشير لذلك سابقا – فلديها القدرة على تتبع تعدد قيم خصائص المدخلات وتداخلها ،لتَخْلُص إلى شجرة قرارات في النهاية تُبيِّن في كل سلسلة من القرارات القاعدة والعينات التي تنطبق عليها سلسلة القرارات.

ولتجهيز بيانات مصادر الفعل الثلاثي المجرد لخوارزمية شجرة القرارات نقوم بتجهيز جدول نقوم بإدخال الأفعال وما يقابلها من أوزان المصادر التي وردت لها "Resulte" مع إدراج خصائص الفعل

"Attributes" على المستويات الصوتية والصرفية النحوية علـــى النحـــو التالي :

جدول (١) تجهيز البيانات للمعالجة الحاسوبية

المدخل	Attr1 مخرج الحرف1	Attr2 مخرج الحرف2	Attr3 مخرج الحرف3	Attr4 التعدي واللزوم	Attr5 ----	Label/Result النتيجة
جلس	----	----	----	----	----	فُعُول
دخل	----	----	----	----	----	فُعُول
ضرب	----	----	----	----	----	فَعْلٌ
قال	----	----	----	----	----	فَعْلٌ
حرث	----	----	----	----	----	فِعَالَة

تجدر الإشارة إلى أن قيم الخصائص والنتائج تحول إلى أرقام ليســـهل على الحاسوب معالجتها ويكون ذلك من خلال وضع رقم يقابل كل قيمة فعلى سبيل المثال الفعل جلس تكون مدخلاته على النحو التالي :

جدول(٢) تحويل قيم الخصائص إلى أرقام

المدخل	Attr1 مخرج الحرف1	Attr2 مخرج الحرف2	Attr3 مخرج الحرف3	Attr4 التعدي واللزوم	Attr5 ----	Label/Result النتيجة
جلس	6	4	5	1	----	2

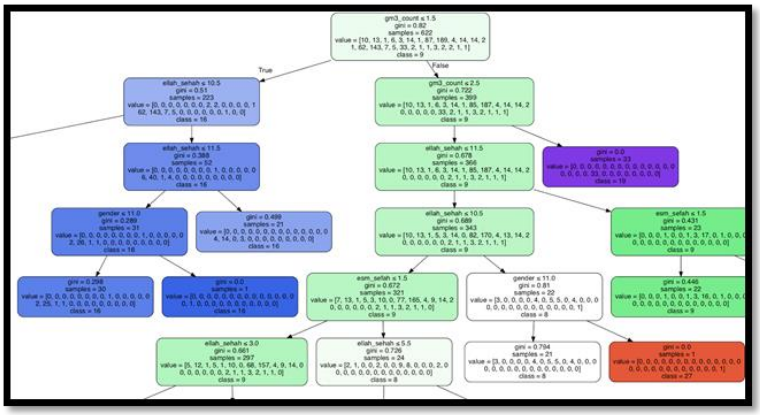
وتكون تلك القيم معدة مسبقا في جدول آخر فيكون هناك جدول لقيم مخارج الأصوات ،وجدول لقيم التعدي واللزوم ،وجدول لقيم النتائج فعلى سبيل المثال يأتي جدول قيم مخارج الأصوات على النحو التالي :

جدول (٣) الخصائص وقيمها الفعلية والرقمية

المخرج	الحروف	القيمة الرقمية
شفوي	ب – م – و	1
أسناني شفوي	ف	2
مابين الأسنان	ظ– ذ– ث	3
أسناني لثوي	ض – د – ط – ت– ل – ن	4
لثوي	ز – ص – س –ر	5
لثوي حنكية	ش – ج	6
وسط الحنك	ي	7
.....	.....	.....

وبعد ذلك يتم معالجة المدخلات بالخوارزمية لتقوم بتصنيف تلك الأفعال بناء على خصائصها حتى تنتهي العملية بتتبع السمات والخصائص للفعل بدءًا من الخاصية الأولى إلى الأخيرة التي تفضي في نهاية الأمر بوضع قاعدة لمجيء هذا الفعل على وزن المصدر المقابل له وما يتشارك معه من أوزان في هذه القاعدة ويبين نسبة إصدار الحكم بوزن معين للقاعدة المستخرجة ، وفي هذه العملية تقوم الخوارزمية بتقسيم البيانات المدخلة عند كل خاصية فما انطبق عليه القرار يتجه إلى خاصية أخرى ليتم تقسم المجموعة المتبقية بناء على وهكذا على النحو التالي العياضي(٢٠٢٢) :

شكل (١) نتيجة خوارزمية شجرة القرارات



يظهر من خلال الشكل رقم (١) نتيجة تطبيق خوارزمية شجرة القرارات التي تظهر على شكل شجرة مقلوبة تبدأ من البداية بما يسمى بـ "Root" الجذر ومنه تبدأ بأخذ القرارات بناء على كل خاصية ومع كل قرار تنقسم العينة باتجاهين بناء على قيمة الخاصية التي يبنى عليها القرار فما وافق القيمة المسؤول عنها من العينة في القرار اتجه لليسار وما لم يوافق القرار اتجه لليمين تحت مفهوم الصح والخطأ "true and false" وهكذا إلى أن تتم تغطية جميع الخصائص، وفي كل عقدة "node" تبين شجرة القرارات حجم العينة والحكم بوزن المصدر ونسبته مع تمييزها لكل صنف "class" وهو ما يمثل وزن المصدر في هذا العرض ، ولتوضيح الصورة من خلال الشكل التالي الذي يتضمن أحد العقد Node والبيانات التي انتهت إليها شجرة القرارات في إحدى العقد :

شكل (٢) العقدة وما تحتويه من بيانات

تظهر لنا العقدة السابقة البيانات التالية :

أولا نسبة الخطأ Gini في القاعدة التي انتهت إليها شجرة القرارات في هذه العقد "٠.٠" معنى ذلك أن هذه القاعدة لا تنطبق إلا على وزن واحد فقط ولا يشاركها وزن آخر معها .

ثانيا – حجم العينة Samples التي توصلت إليها شجرة القرارات في هذه العقد هو "٣٣" .

أما القيم Value التي تظهر في العقدة فالمقصود فيها كم عدد العينة التي جاءت على الصنف Class في هذه العقدة فكما هو ملاحظ بقية التصنيفات في هذه العقد أخذت صفر لعد ورود أي عينة عليه مطابقة له في هذه العقدة.

وبعد الانتهاء من معالجة البيانات من خلال الخوارزمية يمكن تحويل النتائج في نهاية الأمر على شكل جداول تبين قواعد بناء مصدر الفعل الثلاثي المجرد على النحو التالي :

قواعد مجيء الفعل الثلاثي على وزن المصدر"فُعُول" (العياضي ٢٠١٨، ص.٣١٢):

جدول (٤) القواعد المستخرجة من خوارزميات شجرة القرارات

القاعدة الأولى						
مخرج الحرف الأول	مخرج الحرف الثاني	مخرج الحرف الثالث	باب الفعل	حالة الفعل	التعدي واللزوم	الكلمات
الحنجرة	لثوي	شفوي	فَعَلَ يَفْعُلَ	صحيح	لازم	هَرَبَ

القاعدة الثانية						
مخرج الحرف الأول	مخرج الحرف الثاني	مخرج الحرف الثالث	باب الفعل	حالة الفعل	التعدي واللزوم	الكلمات
حلقي	أسناني لثوي	لثوي	فَعَلَ يَفْعُلَ	صحيح	متعدي لازم	حَضَرَ

ثانيا : تعدد أوزان المصدر للفعل الواحد

إن العلماء السابقين لاحظوا تعدد المصادر للفعل الواحد الذي جعلهم يفترضون أن هناك وزناً أصلا لكل هذه الأوزان فردوا مصادر الفعل الثلاثي إلى أصل واحد وهو "فَعْل مستندين في قولهم هذا على أمرين: الأول كثرة سماع هذا الوزن، والثاني أنك إن أدرت رد جميع مصادر الثلاثي إلى اسم المرة فإنك تبنيها على فَعْلة بفتح الفاء وسكون العين على أي بناء كان فتقول في ذهب ذَهْبة وفي قعد قَعْدة علما أن مصدر الأول ذهاب والثاني قعود، وماثلوا ذلك بـ تمرة وتمر فالمصدر يدل على الجنس كما أن التمر يدل على الجنس.(المبرد، ١٩٩٤م،١٢٥/٢؛ابن جني، ١٩٥٤م ،١٧٩/١) .

ويوافق ما سبق حكمهم على الفعل الذي لم يسمع له مصدر ببنائه إما على "فَعْل" أو "فُعُول" لكثرة ورود هذين الوزنين في أبنية مصادر الفعل الثلاثي المجرد (ابن الحاجب ،٢٠١٠ ، ص ٦٦) .

يبدو أن محاولة العلماء رد المصادر المتعددة إلى وزن واحد أو وزنين بسبب أنهم لاحظوا ما لهذا التعدد من أثر على عدم الاطراد فإن القواعد التي يتم وضعها لوزن معين لا تكون خالصة له فهي في الغالب تنطبق على وزن آخر من الأوزان التي ورد عليه الفعل أيضا .

خوارزمية K-Nearest Neighbor :

إن الناظر إلى خوارزمية KNN يجد أنها تقدم حلا لإشكال هذا التعدد فتعد خوارزمية KNN أحد خوارزميات التصنيف وتستخدم عند عدم وضوح توزيع البيانات المدخلة ومدى صلة كل مدخل مع الآخر (Al-Faiz,etal ,2010,p ١٦١) ، وتقوم على مبدأ أن المدخلات المتشابهة في الخصائص تقع على مسافة متقاربة فتشكل تكتلا يبين مدى علاقة المدخلات ببعضها كما تبين إذا ما كان هناك اختلاف في العينات المتقاربة(Jadhav & Channe ,2016 ,p.1842).

وفي المثال الذي نقدمه يعني ذلك أنها ترد الفعل إلى الوزن الذي ينتمي إليه بناء على الأفعال التي تقع على مقربة منه في المسافة التي يتم احتسابها بناء على خصائصه ففتتم علمية الإدخال للبيانات على نحو مماثل لما تم في خوارزمية Decision Tree الجدول رقم (١) ثم يتم حساب كل مدخل وبعده أو قربه من الفعل الآخر من خلال عدد من المعادلات من أشهرها معادلة Euclidean (Maheswari, & Ramakrishnan,2015,p532).:

$$\text{Euclidean} \quad D = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \ldots + (x_n - y_n)^2}$$

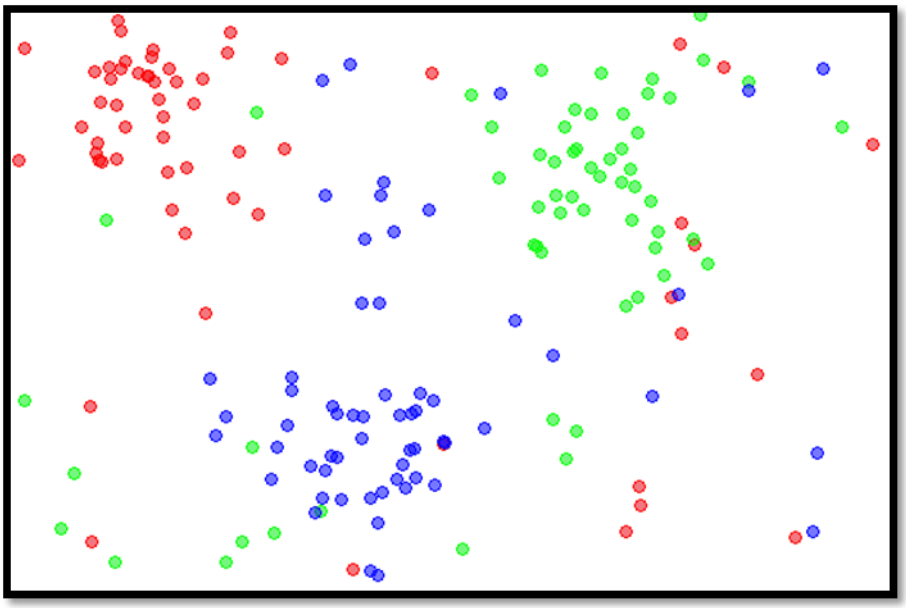
فتجري عملية حساب المسافة بين مدخل وآخر لكل مدخل من المدخلات بناء على المعادلة السابقة فلو أردنا معرفة المسافة بين الفعل ضرب والفعل جلس الوراد في جدول رقم (٢):

جدول (٥) حساب المسافات بين المدخلات

المدخل	Attr1 مخرج الحرف1	Attr2 مخرج الحرف2	Attr3 مخرج الحرف3	Attr4 التعدي واللزوم	Attr5 ----	Label/ Resulte النتيجة	المسافة بين الفعل جلس وضرب
جلس	6	4	5	1	----	2	
ضرب	4	5	1	2		1	4.472

وهكذا تجري الخوارزمية عملية حساب المسافة بين كل فعل حتى تنتهي من جميع المدخلات ،وبعد تطبيق خوارزمية KNN على البيانات المدخلة تكون النتيجة على نحو يماثل ما يظهر الشكل التالي :

شكل (٣) تصور لمخرجات خوارزمية knn



*المصدر : *https://en.wikipedia.org/wiki/K-nearest_neighbors_algorithm*

في الشكل السابق يتضح توزيع البيانات المدخلة موزعة بناء على خصائصها فكل نقطة من النقاط التالية تمثل فعلا من الأفعال وتعطى لونا بناء على النتيجة التي أدخلت معه وهو وزن مصدره فكل وزن مصدر يتخذ لونا خاص به على الخريطة ، ويلاحظ في الخريطة مدى قرب أو بعد كل نقطة من الأخرى ، وهنا يتضح مفهوم خوارزمية KNN حيث أن الحكم بوزن المصدر المناسب للفعل يتم احتسابه من خلال أقرب الأفعال له من حيث المسافة والنظر إلى أوزان مصادرها والحكم لوزن الفعل المدخل من خلالها .

فبعد تغذية الخوارزمية بالبيانات ستقوم بتوزيعها بناء على خصائصها وقياس المسافات بينها فيتضح كل مدخل على الخريطة وتتضح تكتلات كل وزن من أوزان المصدر ويتضح كذلك اقرب الجيران. له وهل ينتمون لنفس الوزن الذي ينتمي له المدخل أم يخالفونه .

تجدر الإشارة إلى أنه من المهم جدا الاعتناء في عملية تجهيز البيانات فالنتيجة التي ستخرج ستكون مبنية على مدى دقة البيانات المدخلة ،ومن المهم الانتباه إلى الملاحظات التالية :

١- أن تكون البيانات المدخلة صحيحة مراعيا فيه المدخل دقة البيانات بالإضافة إلى التأكد من عدم وجود فقد في البيانات المدخلة .

٢- أن تكون البيانات المدخلة متساوية من حيث عينة كل صنف فعلى سبيل المثال عدد الأفعال المدخلة على وزن "فَعْل" يماثل ويقارب عدد الأفعال على وزن "فُعُول".

نتائج الدراسة :

من خلال الاستعراض السابق يمكن أن تحدد أهم النتائج التي خلصت إليها الدراسة فيما يلي :

أولا – إن الناظر في جهود علمائنا السابقين يجدها تنطلق من ذات مبدأ خوارزميات التصنيف "Classification" في الذكاء الاصطناعي وذلك بالنظر للخصائص المدخل الذي هو الفعل والمخرج المتمثل في المصدر ،وتهدف خوارزميات التصنيف إلى تمييز القواسم المشتركة بين المدخلات وتصنيفها بناء على خصائصها (Rechenthin, 2014 ,p ٤٥).

ثانيا – بيان كيفية توظيف خوارزميتي KNN و Decision Tree لعلاج إشكال عدم الاطراد وتعدد المصادر في أبواب الصرف السماعية،

ثالثا – توضيح نقطة الالتقاء بين خوارزميات الذكاء الاصطناعي وإشكال أبواب الصرف السماعية المتمثل في استخدام حل مقدم من خوارزميات الذكاء الاصطناعي لإشكال قائم في الأبواب السماعية

رابعا – بيان الآثار المترتبة على إشكال عدم اطراد القواعد في أبواب الصرف السماعية مما يستلزم محاولة تقديم الحلول لتجنب تلك الآثار.

توصيات الدراسة :

في ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث الحالية يوصي الباحث بما يلي:

١. إدراج علم اللغة الحاسوبي مقررا دراسياً معتمدا في أقسام اللغة العربية بكليات الآداب والتربية ، ومعاهد تعليم العربية للناطقين بلغات أخرى ،وأن تكون اللغة العربية مقرراً أساسياً في كليات الحاسب الآلي .

٢. ضرورة تكاتف الحاسوبيين واللغوين لتذليل اللغة للحاسوب فهذا

يعد مطلبا مهما في عصر التقنية والتقدم .

٣. العمل على مزيد من أبوب اللغة السماعية سعيا إلـــى تقييســـها أو تقليل نسبة الشذوذ فيها.

٤. الاستفادة من الأدوات التي تقدمها التقنية لدراسة اللغة العربية من منظور جديد قد يفضي إلى نتائج جديدة .

قائمة المراجع :

أولا-المراجع العربية :

١.ابن الحاجب، (٢٠١٠) .الكافية في علم النحو والشافية في علمي التصريف والخط . مكتبة الآداب، تحقيق صالح الشاعر.
٢.ابن القطاع، (١٣٦٠)،.كتاب الأفعال .مطبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد، ط١.
٣.ابن جني ، أبي الفتح عثمان ، (١٩٥٤). المنصف . تحقيق إبراهيم مصطفى، وعبدالله أمين، ادارة احياء التراث القديم، ط١، (١٧٩/١).
٤.ابن سيدة ، أبي الحسن الأندلسي ،(١٩٩٦).،المخصص . دار إحياء التراث العربي، مؤسسة التاريخة العربي، بيروت، ط ١.
٥.ابن منظور، (١٤١٤ه) .لسان العرب . دار صادر، بيروت، ط٣، (١٩١/٢).
٦.إسماعيل ، أبي الفداء عماد الدين ، (٢٠٠٠). الكناش في فني النحو والصرف. تحقيق: رياض الخوام، المكتبة العصرية للطباعة والنشر، بيروت.
٧.الانويري ، أبي القاسم محمد ، (٢٠٠٣) .شرح طيبة النشر في القراءات العشر . تحقيق وتقديم مجدي باسلوم، بيروت، دار الكتب العلمية، ط١.
٨.برطولي، سليمة ،جهود علماء العربية في الحفاظ على السلامة اللغوية ، ٢٠٠٩ ، رسالة دكتوراه ،جامعة الجزائر ،قسم اللغة العربية وآدابها
٩.الثقفي، طلال أحمد شداد، وآخرون. (٢٠٢٠)استخدام خوارزميات تعلم الآلة لتصنيف همزتي الوصل والقطع.مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، ع٣٥، ١١ – ٤٧ .

١٠. جستن، ديفيد، (١٤٢٥). محاسن العربية في المرآة الغربية، ترجمة : حمزة بن قبلان المزيني، مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات الإسلامية

١١. الجمل في النحو، لأبي القاسم الزجاجي، (١٩٨٤)، تحقيق علي توفيق الحمد، مؤسسة الرسالة–دار الأمل، بيروت، ط١.

١٢. الرفايعة، حسين، (٢٠٠٥). ظاهرة الشذوذ في الصرف العربي، دار جرير للنشر والتوزيع، عمان.

١٣. الزعبلاوي ، صلاح الدين ، (١٩٨٨). النحاة ومصادر الأفعال . مجلة التراث العربي، دمشق، العدد الثالث.

١٤. الزعبي ، آمنة صالح ، (١٩٩٦) .مصادر الأفعال الثلاثية في اللغة العربية دراسة وصفية تاريخية . عمان، مؤسسة رام للتكنولوجيا والكمبيوتر.

١٥. سيبويه ، أبي بشر عمر بن عثمان ، (١٩٨٢). الكتاب . تحقيق عبدالسلام هارون، ط٢، مكتبة الخانجي، القاهرة، (٤/١١-١٤).

١٦. الصرايرة، سمية جميل، و الكيلاني، هاشم عدنان. (٢٠١٩).استخدام بعض خوارزميات الذكاء الإصطناعى للاستدلال على بعض المتغيرات البيوميكانيكية لدى ناشئ كرة السلة.المجلة الأوربية لتكنولوجيا علوم الرياضة، ع٢٣، ١٠٧ - ١٢٧ .

١٧. علي ، نبيل ، اللغة العربية والحاسوب ، تعريب ١٩٨٨ .

١٨. العياضي، خليوي سامر. (٢٠١٨). معالجة حاسوبية لمصادر الأفعال الثلاثية الشائعة في اللغة العربية. رسالة دكتوارة غير منشورة ، الجامعة الإسلامية ، معهد تعليم اللغة العربية.

١٩. العياضي، خليوي سامر. (٢٠٢٢). توصيف توليد جموع التكسير من المفرد الثلاثي في ضوء اللسانيات الحاسوبية. المجلة الدولية للعلوم الإنسانية : جامعة حفر الباطن، ع.٢ ،ج.١ ، ١٢ – ٤٩

٢٠. الغلاييني ، مصطفى ، (٢٠٠٧) .جامع الدروس العربية ،المكتبة العصرية ،بيروت .

٢١. الفارس، جاسم، و الفخري، نعمة عبدالله. (٢٠١٨). استخدام خوارزمية الجار الأقرب Knn في تحديد العوامل المؤثرة على خط الفقر الوطني. مجلة جامعة كركوك للعلوم الإدارية والاقتصادية، مج٨، ع٢ ، ٥٧٣ – ٥٨٨

٢٢. الفراء ، أبي زكريا يحيى ، (١٩٨٣) .معاني القرآن . عالم الكتب، بيروت، ط٣.

٢٣. قباوة ، فخر الدين ، (١٩٨٨) .تصريف الأسماء والأفعال. مكتبة المعارف ،ط.٢

٢٤. الماجري، صالح، و الورهاني، بشير. (٢٠١٠). برامج المحلل الصرفي الآلي للعربية: الصياغة والإشكاليات. وقائع الملتقى الدولي الثالث في اللسانيات: الصرف بين التحويل والتصرف، صفاقس: وحدة بحث اللسانيات والنظم المعرفية المتصلة بها ، كلية الآداب والعلوم الإنسانية.

٢٥. المبرد ، أبي العباس ، (١٩٩٤) . المقتضب . تحقيق محمد عبدالخالق عضيمة، المجلس الأعلى للشئون الإسلامية، لجنة إحياء التراث الإسلامي، وزارة الأوقاف، القاهرة، جمهورية مصر العربية، (١٢٥/٢).

٢٦. مجمع اللغة العربية، (١٩٣٧). القرارات التي أصدرها المجمع في قياسية الغالب من جموع التكسير. مجلة مجمع اللغة العربية بالقاهرة: مجمع اللغة العربية ج ٤.

٢٧. المهيوبي، عبدالعزيز بن عبدالله. (٢٠١٧). توصيف توليد جموع التكسير من المفرد الثلاثي في ضوء اللسانيات الحاسوبية. جذور: النادي الأدبي الثقافي بجدة، ج٤٦ ، ٣١٥ – ٣٥٠

ثانيا - المراجع الأجنبية :

28. Rechenthin, M. D. (2014). Machine-learning Classification techniques for the analysis and prediction of high-frequency stock direction. The University of Iowa
29. Al-Faiz, M. Z., Ali, A. A., & Miry, A. H. (2010, November). A k-nearest neighbor based algorithm for human arm movements recognition using EMG signals. In 2010 1st International Conference on Energy, Power and Control (EPC-IQ) (pp. 159-167). IEEE.
30. Jadhav, S. D., & Channe, H. P. (2016). Comparative study of K-NN, naive Bayes and decision tree Classification techniques. International Journal of Science and Research (IJSR), 5(1), 1842-1845.
31. Quinlan, J. R. (1987, August). Generating production rules from decision trees. In ijcai (Vol. 87, pp. 304-307).
32. De Ville, B., & Neville, P. (2013). Decision trees for analytics: using SAS Enterprise miner (p. 2013). Cary, NC: SAS Institute.
33. Maheswari, S. U., & Ramakrishnan, R. (2015). Sports video Classification using multi scale framework and nearest neighbor classifier. Indian Journal of Science and Technology, 8(6), 529.

فهرس الموضوعات

م	الموضوع	الصفحة
١-	ملخص	٣٥٠٣
٢-	Abstract	٣٥٠٤
٣-	المقدمة	٣٥٠٥
٤-	إشكال أبواب الصرف السماعية :	٣٥١١
٥-	العلاقة التي تربط خوارزميات الذكاء الاصطناعي والأبواب السماعية:	٣٥١٢
٦-	الدلالة وعلاقتها في بناء وزن المصدر :	٣٥١٣
٧-	نتائج الدراسة :	٣٥٢٤
٨-	قائمة المراجع :	٣٥٢٦
٩-	فهرس الموضوعات	٣٥٣٠