المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد الخامس - الإصدار الواحد والخمسون
تأريخ النشر: 20 يناير 2024 م

تـطـوير نظام تعـلم العروض الرقمي

Development of Digital Prosody Learning System

إعداد: الدكتور/ محمد حسن سيد محمد صالح

أستاذ مشارك، أكاديمية جوعان بن جاسم للدراسات الدفاعية، الدوحة، قطر

Email: modhassansayed@gmail.com

الدكتور/ طلعت محي الدين وهبي الأمين

أستاذ مشارك، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، قسم علوم الحاسوب، الخرطوم، السودان

Email: talaat.wahby@gmail.com

ملخص البحث:

علم العروض الرقمي هو منهج حديث لتعلم قواعد كتابة الشعر العربي، إبتدعه المفكر خشان محمد خشان ليكون منهج مبسط في فهم أوزان الشعر العربي. يوجد بعض المنتديات على شبكة الإنترنت تقوم بتعليم علم العروض الرقمي ولكن يوجد بها بعض القصور لأن المنتديات تُستخدم أصلاً للتدوين وليس للتعلم، لذلك تهدف هذه الدراسة إلى تطوير نظام تعلمي يعمل على الإنترنت لتعلم العروض الرقمي. تم حوسبة مبادئ علم العروض وإستخدامها في التحقق الآلي من صحة حل التمارين، ليتم التحقق بدون الحاجة إلى تدخل بشري مما قد يؤدي إلى تقليل التكلفة الزمنية على المُتعلمين، وتُعتبر هذه الدراسة الأولى من نوعها التي تقوم بهذا الغرض، حيث توجد تطبيقات مشابهة أخرى تقوم بحوسبة مبادئ علم العروض، فتقوم بتحليل النصوص الشعرية وعرض نتائج التحليلات. وقد اعتمد الباحثون في تطوير النظام على النموذج الشلالي، الذي يقوم بتقسيم وتطوير النظام إلى خمس مراحل أساسية هي: المتطلبات – التصميم– التطبيق– الإختبار– الصيانة. توصل البحث إلى تطوير نظام تعلم العروض الرقمي Digital Prosody Learning System (DPLS) الذي يمكن تشغيله على خوادم الإنترنت. تم إنشاء النظام وذلك من خلال تصميم صفحة يتم من خلالها إدخال البيت الشعري المراد معرفة بحره، ومن ثم يقوم النظام بتحليل ذلك البيت إلى مكوناته الأولية من الحركات والسكنات وكشف المكونات اللفظية وأماكن التقطيع الشعري التي تعطي للبيت حسا خاصا، ومن ثم يتم تحديد نوع البحر المنتمي إليه البيت الشعري ودرجة دقة أوزان ذلك البيت مع بحره الشعري. بعد إجراء عدة تجارب استطاع النظام المقترح إجراء عمليات الكتابة العروضية والتقطيع الشعري لعدد كبير من أبيات الشعر العربي القديم والحديث ووصلت دقة النظام إلى 94%.

الكلمات المفتاحية: التعليم الإلكتروني، المقررات المفتوحة واسعة الإنتشار، نموذج الشلال، نظام تعلم العروض الرقمي، خوارزميات التقطيع الشعري.

المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد الخامس - الإصدار الواحد والخمسون
تأريخ النشر: 20 يناير 2024 م

Development of Digital Prosody Learning System

Dr. Mohamed Hassan Sayed Mohamed Salih

Associate Professor, Joaan Bin Jassim Academy for Defence Studies, Doha, Qatar

Dr. Talaat MohyEldin Wahby Elamin

Associate Professor, Sudan University of Science and Technology, College of Computer Science and Information Technology, Khartoum, Sudan

Abstract

Digital prosody is a modern approach to learning the rules of writing Arabic poetry. It was created by the thinker Khashan Muhammad Khashan to be a simplified approach to understanding the meters of Arabic poetry. There are some forums on the Internet that teach digital prosody, but they have some shortcomings because the forums are originally used for blogging and not for learning. Therefore, this study aims to develop an online learning system for learning digital prosody. The principles of prosody were computerized and used to automatically verify the correctness of the solution to the exercises, to be verified without the need for human intervention, which may lead to reducing the time cost for learners. This study is considered the first of its kind to do this purpose, as there are other similar applications that computerize the principles Prosody, which analyzes poetic texts and presents the results of the analyses. In developing the system, the researchers relied on the waterfall model, which divides and develops the system into five basic stages: requirements - design - application - testing - maintenance. The research led to the development of a Digital Prosody Learning System (DPLS) that can be run on Internet servers. The system was created by designing a page through which the poetic line whose meaning is to be identified is entered, and then the system analyzes that verse into its primary components of vowels and consonants and reveals the verbal components and places of poetic fragmentation that give the verse a special feeling, and then the system is determined. The type of sea to which the poetic line belongs and the degree of accuracy of the meters of that line with its poetic sea. After conducting several experiments, the proposed system was able to perform prosodic writing and poetic cutting for a large number of verses of ancient and modern Arabic poetry, and the accuracy of the system reached 94%.

Keywords: E-learning, Massive open online courses (MOOC), Waterfall model, Digital Prosody Learning System (DPLS), Poetry cutting algorithms.

1. مقدمة:

علم العروض هو أحد علوم اللغة العربية، من المعروف أن علم العروض وُضع دفعة واحدة على يد العالم العربي الفذ الخليل بن أحمد الفراهيدي، فهو لم يتطور كباقي العلوم العربية (يعقوب،1991). يهتم هذا العلم بدراسة الأوزان والإيقاعات الموسيقية للشعر العربي. أما مصطلح العروض الرقمي فيُطلق على منهج جديد لعلم العروض يقوم بالتعبير عن الأوزان الشعرية بإستخدام الأرقام، وفيه تبسيط لقواعد علم العروض (خشان،2023). انتشر العروض الرقمي بشكل كبير في الآونة الأخيرة عبر صفحات الإنترنت ويتدارسه جميع المهتمين بالشعر أو العروض في المنتديات الأدبية التي يرتادها خبراء في مجال العروض الرقمي.

يُحاول هذه البحث ربط العروض الرقمي مع ظاهرة التعلم المفتوح عبر الإنترنت التي تسمى المقررات المفتوحة واسعة الإنتشار Massive open online courses (MOOC)، فهي تقدم ميزة حرية الوصول حيث يستطيع المُتعلّم الوصول إليها من أي مكان وفي أي زمان، كما أنها قابلة لإستيعاب أعداد كبيرة من المتعلمين في زمن واحد ويمكن متابعتهم وتقييمهم بسهولة ويسر (الظفيري،2021).

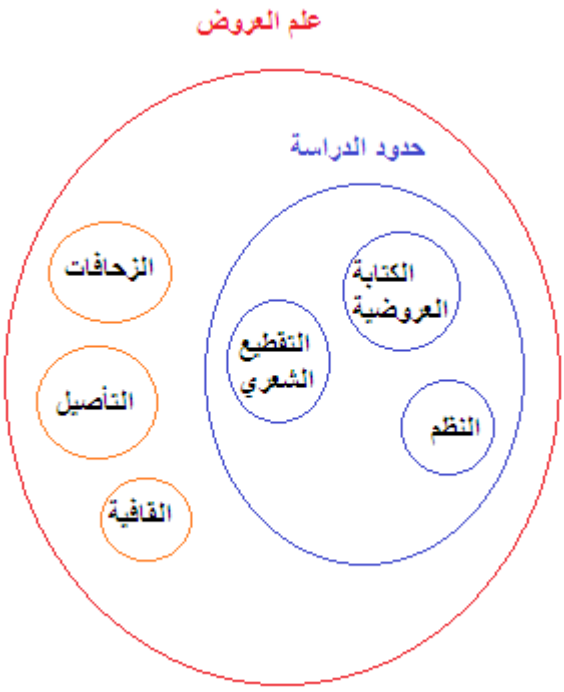
كثر تداول العروض الرقمي في المنتديات الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت، ولكن المنتديات لا تعد طريقة فعالة للتعليم، حيث توجد الدروس والتمارين في صفحات مخصصة لها، ويقوم المتعلم بإنشاء صفحة له في المنتدى ثم يقوم بنقل التمرين من صفحة الدرس وإعادة كتابته في صفحته بالمنتدى ويكتب الحل أسفل التمرين وينتظر إلى أن يقوم أحد المعلمين المتخصصين بالتأكد من صحة الحل ليسمح له بالإنتقال إلى درس جديد أو يبين له الخطأ ليعيد الحل. هذه الطريقة تتطلب جهد إضافي من المتعلم ومدة إنتظار زمنية كثيرا ما تؤدي إلى ملل المتعلمين وعدم إستمرارهم بالتعلم. كما أن إستخدام المنتديات بالتعليم لا يوفر تقارير أو أداة لتقييم أداء المتعلمين، وذلك بسبب أن المنتديات تُستخدم لغرض تدوين المقالات وليست للتعليم، ولكن يستخدمها الكثيرين للمواضيع التعليمية لصعوبة إيجاد حل بديل.

لذلك فإننا في هذا البحث نسعى إلى تطوير نظام تعليمي يُسهم في حركة تعلم العروض الرقمي وذلك عن طريق تطوير خوارزميات لحوسبة مبادئ العروض الرقمي، ومن ثم إستخدام هذه الخوارزميات في التحقق من صحة حلول التمارين بشكل آلي ثم قياس دقة هذه الخوارزميات في تنفيذ المبادئ العروضية ومقارنة دقة عمل هذه الخوارزميات مع التطبيقات المشابهة.

قد يكون هذا البحث هو الوحيد أو الأول الذي يُحاول إيجاد طريقة لتعليم علم العروض وحل التمارين بشكل آلي، حيث أن كل الدراسات المشابهة كانت تقوم بحوسبة عمليات العروض وتحليل خصائص النص الشعري وعرض النتائج للمستخدم. كما أن اللغة العربية تواجه قصوراً عاماً في إنتشار علومها. نجد أن إستخدام تقنيات التعليم الإلكتروني قد يسهم بشكل كبير في معالجة هذا القصور. فتطبيق مفهوم MOOCsلإنتاج نظام تعليمي لعلم العروض الرقمي من شأنه أن يُحدث نقلة في تطبيقات اللغة العربية في المجتمع العربي، ويساعد الراغبين في تعلم مبادئ كتابة الشعر العربي بسهولة، فالعروض الرقمي من أبسط المناهج لتعلم قواعد وأوزان الشعر العربي.

يركز هذا البحث على تطوير نظام حاسوبي يعمل على الشبكة العنكبوتية، يُمكن من خلاله إضافة مجموعة مختلفة من الدروس في مبادئ علم العروض الرقمي، ويقدم النظام مجموعة من التمارين في المبادئ العروضية الأساسية تشتمل على مبدأ الكتابة

العروضية، ومبدأ التقطيع الشعري، ومبدأ النظم على الأوزان، ولا تشتمل على الزحاف، والتأصيل، والقافية. كما هو موضح بالشكل رقم 1.



شكل رقم (1) حدود الدراسة.

المتبقي من هذا البحث مقسم على النحو التالي حيث أن القسم الثاني يتناول مقدمة حول علم العروض، مع شرح للمبادئ الأساسية له. بينما يتحدث القسم الثالث عن التعليم الإلكتروني، حيث يتناول المبادئ الأساسية للتعليم عبر الإنترنت، والتعليم الحر مفتوح المصدر، في حين خصص القسم الرابع للدراسات السابقة، التي تتناول بعض الدراسات والتطبيقات المشابهة لموضوع البحث. أما القسم الخامس فيتناول منهجية العمل، ويشرح الأسلوب المتبع في تطوير النظام، والتقنيات المستخدمة ومراحل تطوير النظام، في حين أن القسم السادس يقدم نتائج البحث مع مناقشتها، وأبرز الإستنتاجات والتوصيات التي تم الوصول إليها.

2. علم العروض:

يتناول هذا القسم مقدمة حول علم العروض، وعلم العروض الرقمي، كما يقدم أهم المبادئ الأساسية لهما.

1.2. علم العروض ونشأته:

الكتابة العروضية هي كتابة الشعر كما يلفظ به (عتيق، 1987). وعلم العروض هو علم يبحث في قواعد كتابة الشعر العربي، به يُعرف مكسور الوزن من صحيحه، وقد قام بتأسيسه الخليل بن أحمد الفراهيدي، حيث وضع مجموعة من القواعد والأنظمة والأوزان التي لابد أن يسير عليها الشاعر لكتابة نص موسيقي تستسيغه الآذان (يعقوب، 1991).

2.2. مبادئ علم العروض:

حتى يتم وزن النص لابد من التعرف على بعض المبادئ العروضية، من أهمها كما حددها بن عثمان (2004) في ما يلي:

1.2.2. الكتابة العروضية: يتم كتابة النص كتابة عروضية، يُقصد بها كتابة النص كما يتم نُطقه أو سماعه، فهنالك أحرف تُنطق ولا تُكتب وأخرى تُكتب ولا تُنطق. إذنْ فالكتابة العروضية تقوم على أمرين أساسيين:

- ما يُنطق يُكتب.
- ما لا يُنطق لا يُكتب.

وتحقيق هذين الأمرين يستلزم كتابة النص بزيادة حروف أو حذف حروف كما هو موضح بالجدول رقم (1).

جدول رقم (1) الحروف التي تُزاد والتي تُحذف في الكتابة العروضية

الحروف التي تُزداد	مثال	الحروف التي تُحذف	مثال
الحرف المُشدد	محمّد تُكتب مُحمْمَد	همزة الوصل	بإسمك تُكتب بسْمك
نون التنوين	سالمٌ تُكتب سالمُنْ	أواخر حروف الجر المعتلة إذا كان بعدها حرف ساكن	في المسجد تُكتبْ فلْمسجد
ألف أسماء الإشارة	هذا تُكتب هاذا	واو عمرو	عمرو تُكتب عمرُ
واو في بعض الأسماء	داود تُكتب داوود	-	-
هاء الضمير في بعض الحالات	لهُ تُكتب لهو	-	-

2.2.2. المقطع العروضي: يتكون المقطع من عدة حروف تبدأ بحرف متحرك وتنتهي بحرف ساكن، أهم المقاطع العروضية:

- السبب: عبارة عن حرف متحرك يليه حرف ساكن، نحو: في، عنْ، لا.
- الوتد: عبارة عن حرفين متحركين يليهما حرف ساكن نحو: حسنْ، إلى.

3.2.2. التفاعيل: التفاعيل هي كلمات تُستخدم في وزن البيت، تتكون من مقطعين عروضيين على الأقل. أمثلة لبعض التفعيلات في الجدول رقم 2.

جدول رقم (2) أمثلة للتفاعيل

التفعيلة	مثال
مُسْتَفْعَلُنْ	لَيْمُونةٌ
فَاعِلُنْ	سالمٌ
فُعولن	سعيدٌ
فَعِلُنْ	قمرٌ

4.2.2. التقطيع الشعري: يراد به وزن كلمات البيت من الشعر بما يُقابله من تفعيلات، والتقطيع يعين على معرفة البحر الذي ينتمي إليه الوزن. مثال ذلك بالجدول رقم 3.

جدول رقم (3) أمثلة التقطيع الشعري

النص الشعري	الكتابة العروضية	الوزن
قفا نبكِ من ذكرى حبيبٍ ومنزلِ	قفا نبكمن ذكرى حبيبن ومنزلي	فعولن مفاعيلن فعولن مفاعلن
بسقط اللّوى بين الدخولِ فحوْملِ	بسقطلْ لِوى بيندْ دخُولِ فَحَوْمَلِ	فعولن مفاعيلن فعولن مفاعلُن

5.2.2. بحور الشعر: تُسمى أوزان الشعر بحور شعرية، وقد قام الخليل الفراهيدي بوضع خمسة عشر بحراً، وقام الأخفش – أحد تلاميذ الخليل الفراهيدي - بإضافة بحر أسماه المتدارك (بن عثمان، 2004) بعض هذه الأبحر الشعرية موضحة في الجدول رقم 4 .

جدول رقم (4) بحور الشعر

إسم البحر	وزنه
الطويل	فَعُولُنْ مَفَاعِيلُنْ فَعُولُنْ مَفَاعِيلُنْ
البسيط	مُستفعِلُنْ فَاعِلُنْ مُستفعِلُنْ فَاعِلُنْ
الوافر	مُفَاعَلتُنْ مُفَاعِلتُنْ فَعُولُنْ
الكامل	مُتَفَاعِلُنْ مُتَفَاعِلُنْ مُتَفَاعِلُنْ
المتقارب	فَعُولُنْ فَعُولُنْ فَعُولُنْ فَعُولُنْ

3.2. العروض الرقمي:

العروض الرقمي هو محاولة لإستنباط المنهج الرياضي والتحليلي الذي إتبعه الخليل الفراهيدي، في وضع بحور الشعر العربي، وقد قام بوضعه المفكر خشان (2016)، حيث حاول إيجاد علاقة رياضية بين البحور، وضع منهج ثابت شامل لها، وقواعد، وقوانين تحكم الأوزان، وعمليات الزحاف – مناقشتها ليس ضمن إطار هذا البحث- في أثناء ذلك وضع خشان منهج بسيط وسهل يساعد في تعلم وإتقان علم العروض بسهولة و يسر.

4.2. مبادئ العروض الرقمي:

يوجد في العروض الرقمي عدة مبادئ أساسية، يجب الإلمام بها حتى يتمكن دارس العروض الرقمي من كتابة نص شعري موزون ومستساغ، يمكن هنا ذكر بعض هذه المبادئ الأساسية، كما أوردها يعقوب (1991) في الآتي:

1.4.2. المقاطع العروضية: يتكون المقطع من عدة حروف، وتُستخدم الأرقام لوصف المقاطع العروضية، ويوجد مقطعين أساسيين هما:

- السبب: عبارة عن حرف متحرك يليه حرف ساكن أو مد، ويرمز له بالرمز 2 مثل: لمْ، في، لنْ.
- الوتد: حرفين متحركين يليهما حرف ساكن أو مد، ويرمز له بالرمز 3 مثل: حسنْ، على، أنا .

ويظهر الرمز 1 للحرف المتحرك الذي يليه وتد، ولا يُعتبر من الرموز الأساسية، لأن ظهوره يرتبط بعوامل عروضية –هذه أيضاً خارج نطاق البحث -.

2.4.2. الكتابة العروضية: يُعنى بها كتابة ما يُنطق، وحذف ما لا يُنطق من الكلام، وقد تم شرحها سابقاً.

3.4.2. التقطيع الشعري: بعد الكتابة الشعرية، يتم إعطاء الرمز المناسب لكل مقطع شعري.

3. التعليم الإلكتروني:

يتناول هذا القسم شرح مبسط عن مبادئ أساسية في التعليم عبر الإنترنت، والتعليم الحر مفتوح المصدر، هي ذات علاقة مباشرة بموضوع هذا البحث.

1.3. التعليم عبر الإنترنت:

التطور المستمر في تقنيات المعلومات أدى إلى نشأة ما يُسمى بالتعليم الإلكتروني، ويقصد به استخدام أدوات تقنية المعلومات، مثل برامج الحاسوب والأجهزة الرقمية لدعم عملية التعليم (Harish, 2013) والتعليم عبر الإنترنت شكل من أشكال التعليم الإلكتروني، يُستخدم فيه شبكة الإنترنت للوصول إلى المعلومات، حيث يتميز عن التعليم التقليدي الذي يتم في المراكز التعليمية كالجامعات، بأنه عادة لا يُقيد المتعلم بزمان أو مكان معين مما يقلل التكاليف على المتعلم وعلى الجهة التي تقدم المحتوى التعليمي (Raja, 2018).

2.3. التعلم الحر مفتوح المصدر MOOC:

يُطلق مصطلح التعلم الحر مفتوح المصدر (Massive Open Online Courses MOOC) على ظاهرة التعلم عبر الإنترنت، والتي تعتمد على مفهوم أنظمة إدارة التعلم (Learning Management System LMS) في إنشاء النظام التعليمي الذي يتيح تقديم الدروس وتفاعل المتعلمين (الظفيري،2021)، تتميز أنظمة (MOOC) بأنها عادة ما تكون مفتوحة الوصول بحيث تسمح لأي شخص بالإشتراك مجاناً، كما أنها تستطيع إستقبال أعداد كبيرة من المُتعلمين في نفس الوقت. وتوفر أنظمة (MOOC) للمتعلمين مجموعة من الدروس في مجالات مختلفة مع عدد من التمارين على بعض الدروس، عادة ما تكون حلول التمارين على شكل إختيار من متعدد.

4. الدراسات السابقة:

يتناول هذا القسم دراسة لبعض التطبيقات المشابهة في نفس موضوع البحث.

1.4. حوسبة دائرة الوحدة للمختار في أوزان الشعر العربي:

قامت الباحثة خلف (2011) بتطوير تطبيق حاسوب بلغة الفيجوال بيسك لحوسبة عمليات علم العروض وإختبار الوزن بإستخدام دائرة الوحدة ومبادئ العروض التفعيلي ولم تتطرق إلى العروض الرقمي. دائرة الوحدة هي دائرة أنشأها الباحث عبد الصاحب المختار، وذلك لتجمع جميع أوزان الشعر الحديثة والقديمة والمهملة (المختار، 1985). يقدم التطبيق الذي قامت به الباحثة زينب، بخاصية إدخال بيت شعر أو إختيار بيت شعر موجود مسبقاً وتحليله لبيان خصائصه العروضية، كالوزن، والكتابة العروضية، والبحر الذي يتبع له البيت.

2.4. تطبيق الفراهيدي:

طور الباحث والمهندس صالح (2013) تطبيق الفراهيدي لحوسبة العروض والقافية، حيث إعتمد الباحث على تقنيات الشبكة العنكبوتية في تطوير التطبيق، وقام بإنشاء صفحات على الشبكة العنكبوتية يستطيع من خلالها المُستخدم إدخال بيت شعر ليقوم التطبيق بتحليل البيت وبيان الخصائص العروضية كالوزن، والبحر، والتقطيع الشعري للبيت. ويقدم التطبيق كذلك صفحة

معالج كتابة القصيدة لتساعد المُستخدم على كتابة قصيدة بشكل موزون، حيث يستهدف بحر معين، ويقوم التطبيق أيضاً ببيان أماكن الخطأ أو الكسر في النص الشعري. ويحتوي التطبيق كذلك على صفحات بها شرح لمبادئ العروض وبحور الشعر(صالح، 2013).

5. منهجية البحث:

يتناول هذا القسم المنهجية المستخدمة في تطوير نظام تعلم العروض الرقمي (DPLS)، والأدوات المستخدمة، ويتحدث عن كل مرحلة من مراحل تطوير النظام.

1.5. مقدمة:

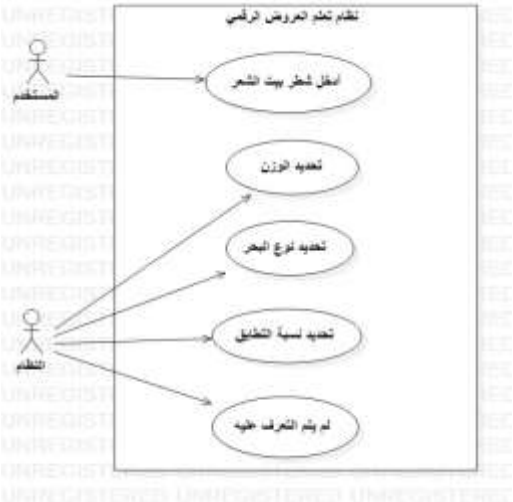
تم الإعتماد في تصميم نظام DPLS على النموذج الشلالي Waterfall Modelوهو من النماذج المشهورة جداً في هندسة البرمجيات، ويقوم هذا النموذج بتقسيم تطوير النظام على خمس مراحل هي مرحلة إعداد المتطلبات - مرحلة التصميم – مرحلة التنفيذ – مرحلة الإختبار- مرحلة الصيانة أو التطوير(Sommerville, 2015). في البدء وفي مرحلة إعداد المتطلبات، تم تحليل بعض التطبيقات البرمجية الموجودة في نفس مجال البحث، وبعد ذلك تم تصميم قواعد البيانات، وكتابة الخوارزميات التي تقوم بتنفيذ العمليات العروضية، بعد ذلك تم تطبيق النظام باستخدام لغة البرمجة بايثون Python، وبعد ذلك كانت مرحلة الإختبار والتجربة، وقد تم فيها عرض النظام على مجموعة من المختصين في الحاسوب وعلم العروض.

2.5. التقنيات المستخدمة:

تم إستخدام العديد من التقنيات في هذا البحث، وهي على النحو التالي:

1.2.5. لغة النمذجة الموحدة:

لغة النمذجة الموحدة Unified Modeling Language (UML)، هي عبارة عن لغة رسومية تقوم بتطويرها منظمة Object Management Group (OMG). تُستخدم هذه اللغة في إعداد مخططات رسومية لعمل تصوير وتعريف للجوانب الوظيفية والهيكلية للأنظمة الحاسوبية (Hamilton & Mile 2006). تم إستخدام هذه التقنية في عمل مخططات توضيحية لوظائف وهيكلية النظام المقترح كما هو مبين في شكل رقم 2 و شكل رقم 3.



شكل رقم (2) مخطط حالة الإستخدام لنظام تعلم العروض الرقمي

شكل رقم (3) مخطط الفئة لنظام تعلم العروض الرقمي

2.2.5. برنامج Enterprise Architect:

هذا البرنامج هو تطبيق قامت بتطويره شركة سباركس، يُستخدم في عملية تطوير الأنظمة الحاسوبية، وعمل نماذج لها بإستخدام لغة UML، يتميز التطبيق بالسهولة والمرونة، ويُمكن إستخدامه في جميع مراحل تطوير البرمجيات (Sparks, 2014)، وقد تم إستخدام هذا التطبيق في إنشاء نماذج للجوانب الوظيفية في النظام.

3.2.5. لغة البرمجة بايثون:

لغة البايثون Pythonهي لغة برمجة، تقوم بتطويرها منظمة Python Software Foundation (PSF)، حيث يتم إستخدامها في كتابة النصوص، والأوامر البرمجية لبناء برامج الحاسوب، وهي لغة متعددة الإستخدامات، حيث تتميز بسهولتها وبساطتها، لذلك تساعد في تحسين إنتاجية المبرمجين لتطوير برامج في زمن أقل وبجودة عالية (Lutz, 2013)، تم إستخدام لغة البايثون في كتابة خوارزميات عمل هذا النظام.

4.2.5. نظام إدارة قواعد البيانات MySQL:

قاعدة البيانات هي عبارة عن سجلات بيانات مخزنة في جهاز الحاسوب بهيكل معين، ويشير مصطلح لغة الاستعلامات الهيكلية Structure Query Language (SQL)، إلى لغة نصية يتم إستخدامها للتخاطب مع قواعد البيانات، لغرض تخزين أو إستيراد البيانات منها. أما MySQL فهي تقنية تمتلكها حاليا شركة أوراكل الأمريكية، وهذه التقنية تقوم بإدارة البيانات المخزنة في قواعد البيانات وتوفر إمكانية التخاطب معها بإستخدام لغة الإستعلاماتSQL (Nixon, 2021).

5.2.5. تقنية HTML:

لغة التصميم Hyper Text Markup Language (HTML)، هي إحدى التقنيات التي تُطورها منظمة World Wide Web Consortium (W3C)، وتستخدم عادة في تصميم صفحات الشبكة العنكبوتية، وقد تم استخدام الإصدار الخامس من لغة HTML، والذي يتميز بسهولته، وإمكانيته للتعامل مع الأخطاء البرمجية (Lawson & Sharp, 2012).

6.2.5. تقنية Cascading Style Sheets:

تقنية Cascading Style Sheets (CSS)، هي إحدى التقنيات التي تطورها أيضا منظمة W3C، وهي تُستخدم مع لغة ال HTML-، بغرض إضافة مؤثرات على العناصر في محتوى صفحات الـTML، حيث يمكن أن تتحكم في ألوان، وأحجام، ومواقع العناصر، بطريقة سهلة وقابل للتعديل بسهولة (Robbins, 2012).

7.2.5. لغة جافا سكربت:

هي لغة برمجة مجانية، تشارك العديد من الشركات في تطويرها مثل شركة مايكروسوفت الأميركية، وشركة غوغل وغيرها. يتم إستخدامها لإضافة مؤثرات على العناصر في محتويات صفحات ال HTML-، حيث يُمكن من خلالها تصميم القوائم، وإضافة مؤثرات عند الضغط على الأزرار، كما يمكن من خلالها أيضاً التحقق من صحة مُدخلات المستخدمين (Robbins, 2012). هي تقنية أساسية في تصميم أنظمة الشبكة العنكبوتية وقد تم إستخدامها لما تمتاز به من خصائص.

3.5. مراحل تطوير النظام المقترح:

تم تطوير هذا النظام من خلال عدة مراحل، كما هو مبين أدناه:

1.3.5. مرحلة المتطلبات:

هي المرحلة الأولى في مراحل تطوير أي نظام حاسوبي، حيث يتم فيها تعريف وتحديد الوظائف، والإمكانيات، التي يجب أن تتوفر في النظام المطلوب تطويره (Pohl, 2010). في هذه المرحلة تم إستخدام برنامج Enterprise Architect، لإعداد مخطط حالات الإستخدام Use Case Diagram، وهو مخطط يوضح الوظائف التي يقوم بها النظام، كما تم أيضاً في هذه المرحلة إعداد مخطط النشاط Activity Diagram، وهو مخطط يوضح الإجراءات والأنشطة التي تحدث في النظام (Bell, 2003).

2.3.5. مرحلة تصميم النظام:

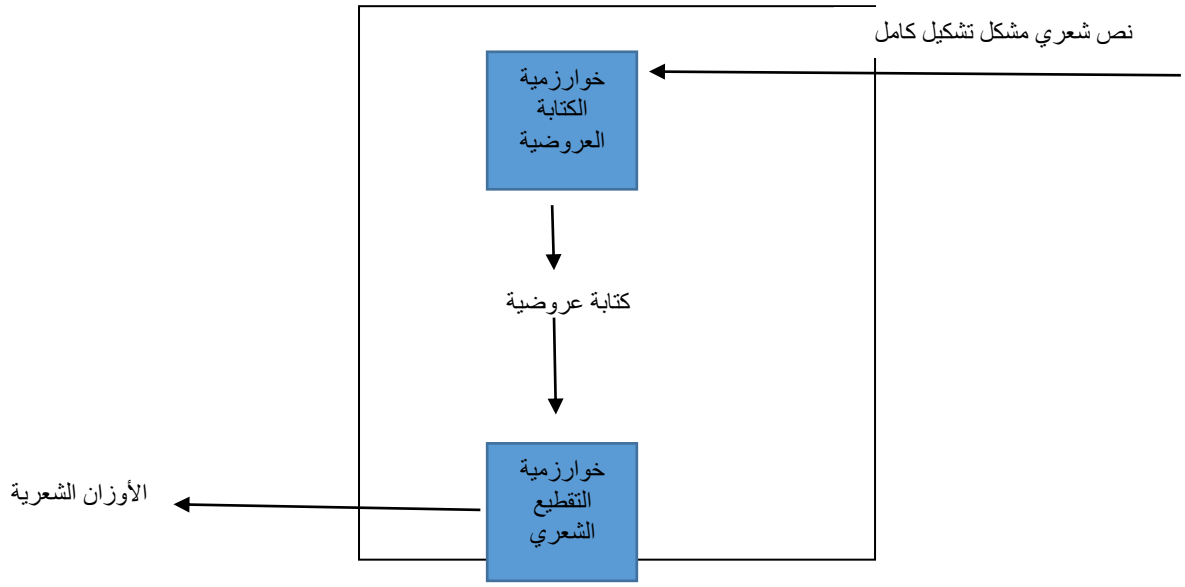
تم في هذه المرحلة إعداد وصف لهيكل مكونات النظام (Sommerville, 2015)، و ذلك عن طريق إعداد مخطط الفئة Class Diagram، وهو مخطط من مخططات لغة UML، التي تُستخدم لوصف الهيكل التنظيمي للعناصر المكونة النظام (Bell, 2003). بعد ذلك تم تصميم جداول قاعدة البيانات.

3.3.5. مرحلة تطبيق النظام:

هي مرحلة تطبيق المعلومات التي تم تعريفها، وتحديدها عن النظام في المراحل السابقة، وتحويلها إلى نظام تنفيذي (Sommerville, 2015). وقد تم استخدام جميع التقنيات المذكورة سابقاً لتطوير النظام، وتصميم الواجهات للمستخدمين. كما تم إستخدام لغة البايثون، في تطوير خوارزميات تقوم بتطبيق العمليات العروضية للتحقق من صحة حل التمارين بشكل آلي، من هذه الخوارزميات:

1.3.3.5. خوارزمية الكتابة العروضية: تم كتابة خوارزمية بلغة البايثون للكتابة العروضية، حيث تستقبل الخوارزمية نص مكتوب باللغة العربية، ويجب أن يكون مشكل تشكيل صحيح كامل، فتقوم الخوارزمية بإختبار الحروف، والحركات، بإستخدام أدوات اليونيكود في لغة البايثون، وإضافة حروف أو حذف حروف للنص، كما تم توضيحه عن شرح مبادئ العروض سابقاً.

2.3.3.5. خوارزمية التقطيع: تستقبل هذه الخوارزمية، نص مكتوب عروضياً بإستخدام الخوارزمية السابقة (خوارزمية الكتابة العرضية)، وتقوم الخوارزمية بتحديد المقاطع الصوتية، وإسناد الرمز المناسب لكل مقطع، أيضاً كما تم توضيحه في شرح مبادئ العروض الرقمي سابقاً. الشكل رقم 4 يوضح مخطط نظام تعلم العروض الرقمي.



شكل رقم (4) مخطط نظام تعلم العروض الرقمي.

4.3.3.5. مرحلة إختبار النظام:

بعد إكتمال بناء نظام تعلم العروض الرقمي، تم إختباره وتجربته، ومن ثم تم عرضه على مجموعة من المختصين في علوم الحاسوب، وعلم العروض لإختباره وتجربته.

5.3.3.5. مرحلة صيانة النظام:

في هذه المرحلة يتم صيانة النظام بصورة دورية، للتأكد من أن مخرجاته تتطابق والغرض الذي تم من أجله تصميمه.

6. النتائج والإستنتاجات والتوصيات

في هذا القسم يتم عرض النتائج التي توصل لها البحث، كما يتم مناقشة تلك النتائج، وعرض إستنتاجات وتوصيات البحث.

1.6. النتائج:

تم اختبار تطبيق خوارزمية التقطيع الشعري في نظام DPLS، الذي تم تطويره، كما تم إجراء نفس الإختبار على نظام مشروع الفراهيدي، لإجراء مقارنة بين النظامين. تم إختبار نظام DPLS، على خمسة بحور شعرية هي: بحر الطويل – بحر الكامل - بحر البسيط - بحر الوافر – بحر المتقارب، حيث تم إختيار ثلاث أبيات شعرية على كل بحر من البحور المذكورة أعلاه، وتم إجراء الإختبار على كل شطر من شطري البيت على حدة، فكانت النتائج كما هي موضحة بالجدول رقم 5. أعيدت نفس التجارب عشرة مرات وذلك باستخدام ثلاث أبيات شعرية من كل بحر تختلف في كل مرة من المرات العشرة وذلك للتأكد من دقة النتائج المستخلصة.

2.6. مناقشة النتائج:

1.2.6. نجح نظام DPLS المقترح في التقطيع الشعري بنسبة 94%، بينما نجح نظام الفراهيدي في ذلك بنسبة 96%. يوضح الجدول رقم 6 ملخص عدد الإختبارات الناجحة في كلا النظامين للعشرة تجارب.

2.2.6. لم ينجح نظام DPLS المقترح في تقطيع النصوص الشعرية التي تحتوي على حرف الهاء (الضمير المتصل).

3.2.6. لم ينجح نظام DPLS المقترح، ولا نظام الفراهيدي، في التعامل مع الضرورات الشعرية.

4.2.6. يتطلب نظام DPLS المقترح تشكيل النص الشعري كاملاً، بينما يتطلب نظام الفراهيدي، تحديد الحروف الساكنة فقط.

جدول رقم (5) نتائج اختبار خوارزمية التقطيع الشعري

البحر	النص الشعري	DPLS	الفراهيدي
الطويل	ذَهَبْنَاْ إِلَىْ دَارِ الحَبِيْبِ فَرَدّنَاْ	√	√
	عَنِ الدّارِ قَانُونُ الأَعَادِي وَسُورَهَاْ	√	√
	حَسِبْنَاْ بِحَارَ الْمَجْدِ بَحْرًا نَخُوضُهُ	×	√
	فَنَمْضِي سَوِيًّا مِنْ هُنَالِكَ نَنْهَلُ	√	√
	أَفَاْطُمُ مهْلاً بَعْضَ هَذَاْ التّدَلُّلِ	×	√
	فَإِنْ كُنْتِ قَدْ أَزْمَعْتِ صَرْمِي فَأَجْمِلِي	√	√
الكامل	هَذَا طَرِيقُ الصَّالِحِينَ وَدَأْبُهُمْ	√	√
	يَتَسَابقُونَ الخَيرَ بِإذنِ البَارِئُ	×	×
	يَاْ دَارَ عَبْلَةَ بِالْجَوَاْءِ تَكَلّمِيْ	√	√
	وَعِمِي صِبِاحاً دَارَ عَبْلَةَ وَاسْلَمِي	√	√
	رَبَاهُ آنِسْ وِحدَتِي أنتَ المُعينُ	√	√
	وَمُلهِمِي بالصَبرَ والسُلوانِ	√	√
الوافر	أَنَا المَغبُونُ في لُغَتِي	√	√
	أَنَا المَسجُونُ في رِئَتِي	√	√
	وأمْسِي لَم يَكُنْ أمْسِي	√	√
	وضَوءُ الغدْ قَافِيَتِي	√	√
	فَأنتُم خيرُ مَنْ ركِبَ المَطايا	√	√
	وأندَى العالَمِينَ بُطونِ راحِ	√	√
البسيط	لا زَالَ يَرنُو وَراءَ المَجْدَ مُبتَهِجاً	√	√
	لا زَالَ يَحلُم للعلياءِ أنْ يَصَلا	√	√
	تِلكَ العُيونُ التِي فِي طَرفِهَا حَوَرٌ	√	√
	قَتلَنَا ثُمَ لمْ يُفدِينَ قَتْلانا	√	√
	رَمى النَبِيُ عَلى أعْدائِه حَجَراً	√	√
	ومَا رمَى غَيْرَ أن رَبِي رَمَى مَعَهُ	√	√

المتقارب	وهَذا لِقاءٌ جَمِيلٌ بَدِيعٌ	√	√
	ويَا لَيتَهُ قَطرةٌ مِنْ جَمَالِكِ	×	√
	إذا الشَعبُ يَوماً أرادَ الحَياةَ	√	√
	فَلابُدَ أنْ يَستَجِيبَ القَدَر	√	√
	فَتنمُو لَديكَ بَراعِمُ رُوحِي	√	√
	فَمِنكَ الحَنانُ ومِنِي الأمَانْ	√	√

الرمز √ يقصد به نجاح إختبار التقطيع الشعري.

الرمز × يُقصد به فشل إختبار التقطيع الشعري.

جدول رقم (6) ملخص نتائج إختبار خوارزمية التقطيع

البحر	نظام DPLS المقترح	نظام الفراهيدي
الطويل	50	58
الكامل	56	50
البسيط	60	60
الوافر	60	60
المتقارب	56	60
المجموع	282	288

3.6. الإستنتاجات:

- يُمكن تنفيذ خوارزمية الكتابة العروضية بدقة تصل إلى 94%، حيث أن نجاح التقطيع الشعري يعني نجاح الكتابة العروضية، لأن خوارزمية التقطيع الشعرية تعتمد على الكتابة العروضية.
- يُمكن مراعاة حركة الشد عند الكتابة العروضية.
- يُمكن التعامل مع حروف المد في الكتابة العروضية، بدون الحاجة إلى تمييزها بحركة أو ما شابه ذلك.
- يُمكن التعامل مع جميع حالات التنوين في الكتابة العروضية.
- لا يستطيع نظام DPLS المقترح التعامل مع الحروف الزائدة في أسماء الإشارة، مثل كلمة هذا.
- لا يستطيع نظام DPLS المقترح التعامل مع الضرورات الشعرية.

4.6. التوصيات:

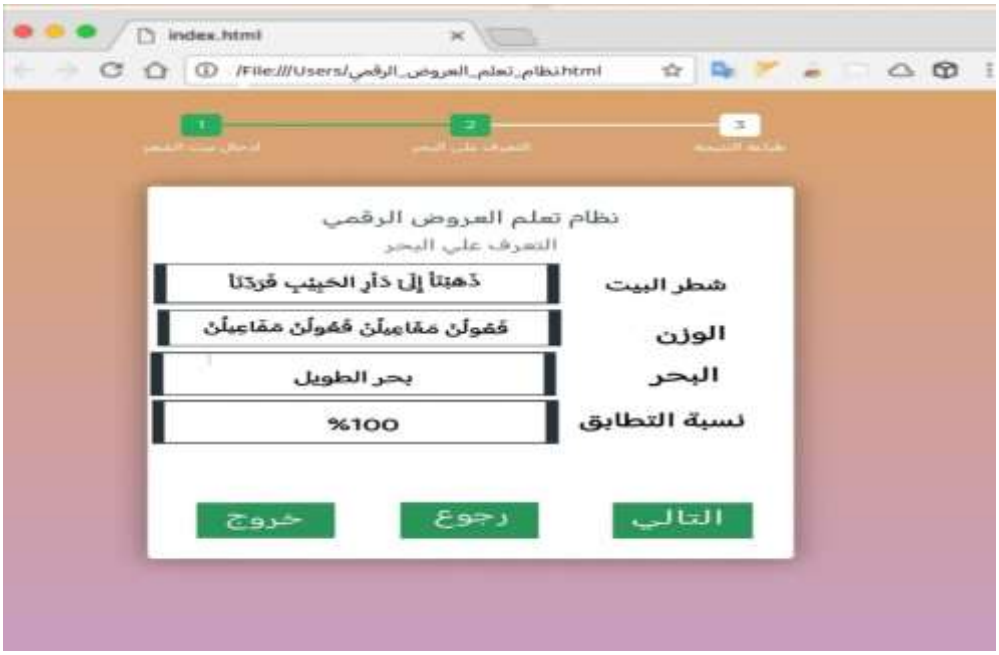
بعد انتهاء البحث يمكن طرح بعض التوصيات كالآتي:

- يمكن مستقبلاً تطوير خوارزميات الكتابة العروضية في نظام DPLS المقترح لتصبح قادرة على مراعاة جميع حالات الأحرف.

- يمكن مستقبلاً تطوير خوارزميات نظام NPLS المقترح لتصبح قادرة على تطبيق الخوارزميات بدون تشكيل النص الشعري.
- يمكن العمل على قياس وتحسين سرعة تنفيذ الخوارزميات.
- إعادة إختبار خوارزميات التقطيع وأخذ عينات، بإستخدام إحدى طرق أخذ العينات المعروفة مثل العينة العشوائية.

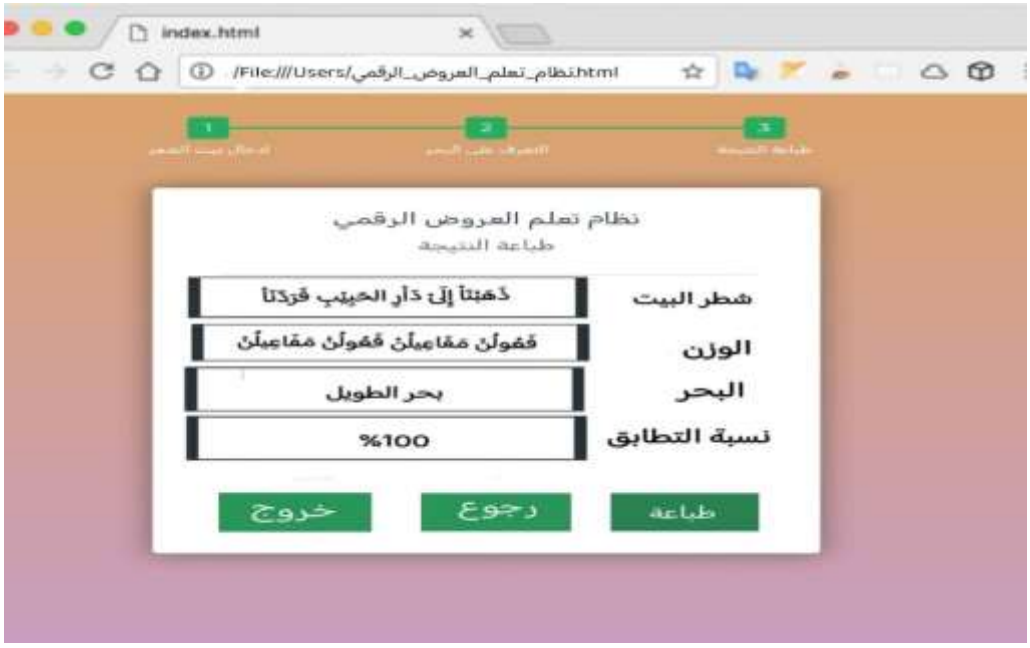
الحالة الأولى: التعرف على النص الشعري:

شكل رقم (5) إدخال شطر البيت



شكل رقم (6) التعرف على الوزن والبحر ونسبة التطابق

المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد الخامس - الإصدار الواحد والخمسون
تأريخ النشر: 20 يناير 2024 م

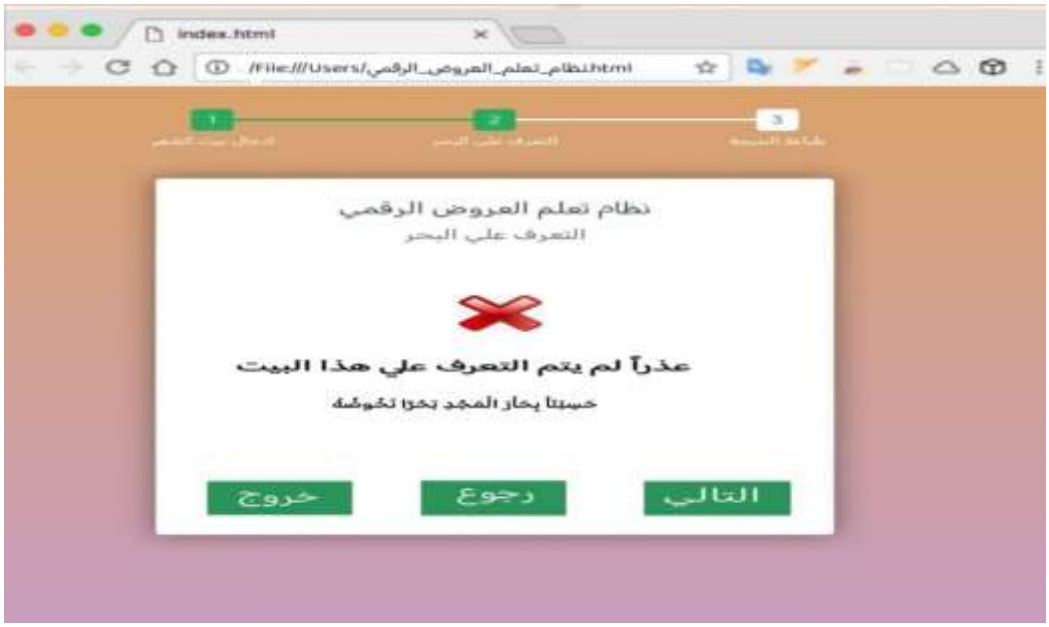


شكل رقم (7) طباعة النتيجة

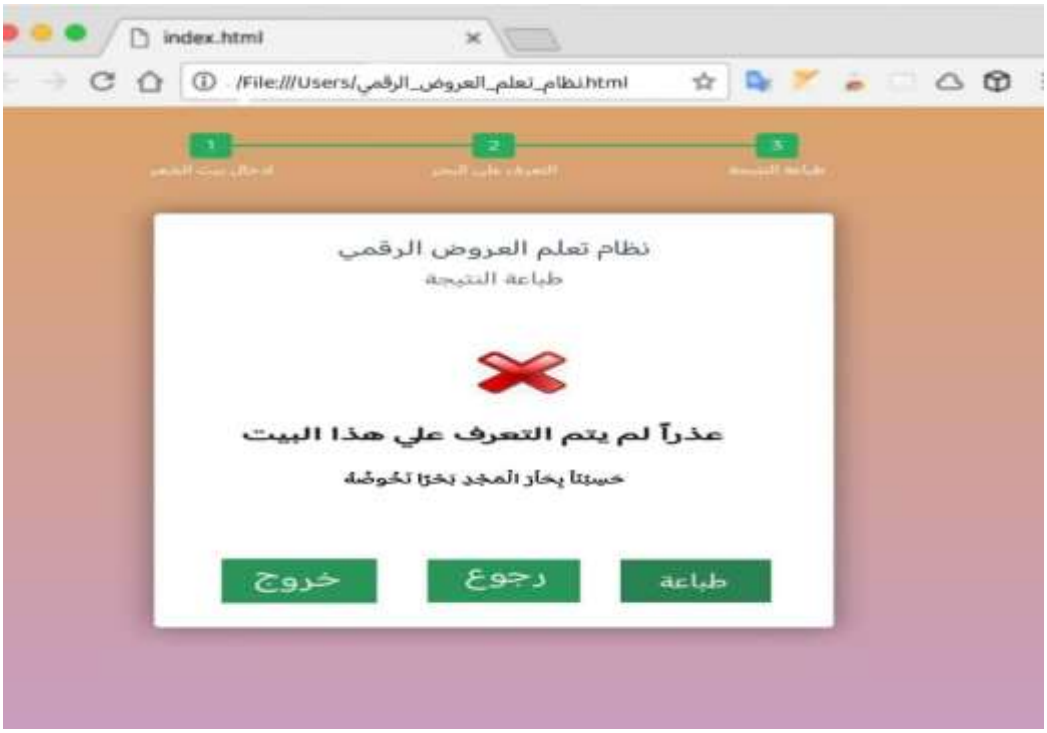
الحالة الثانية: عدم التعرف على النص الشعري:

شكل رقم (8) إدخال شطر البيت

المجلة الدولية لنشر البحوث والدراسات
International Journal of Research and Studies Publishing
ISSN: 2709-7064
المجلد الخامس - الإصدار الواحد والخمسون
تأريخ النشر: 20 يناير 2024 م



شكل رقم (9) فشل التعرف على النص الشعري



شكل رقم (10) طباعة النتيجة

7. المراجع:

1.7. المراجع العربية:

إميل بديع يعقوب (1991). المعجم المفصل في علم العروض والقافية وفنون الشعر. دار الكتب العلمية. بيروت. لبنان.

خشان محمد خشان (2016، يونيو). العروض رقمياً بحث في منهجية الخليل.

https://www.calameo.com/books/004986109bbfd153e89f6

زينب علي خلف (2011). حوسبة دائرة الوحدة للمختار في أوزان الشعر العربي. المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل(العلوم الإنسانية والإدارية). المجلد الثاني عشر، صفحة 259-286.

عبد الجبار حسين الظفيري (2021). دليلك الكامل عن الموك MOOC. جامعة صنعاء. اليمن.

عبد الصاحب المختار (1985). دائرة الوحدة في أوزان الشعر العربي. المنظمة العربية للتربية والثقافة.

عبد العزيز عتيق (1987). علم العروض والقافية. دار النهضة العربية. بيروت. لبنان.

محمد بن حسن بن عثمان (2004). المرشد الوافي في العروض والقوافي. دار الكتب العلمية. بيروت. لبنان.

مختار سيد صالح (2013). مشروع حوسبة عروض وقافية الشعر العربي. مجلة جامعة تشرين. سوريا.

2.7. المراجع الأجنبية:

Bruce Lawson & Remy Sharp (2012). Introducing HTML5, Second Edition. United States of America: New Riders.

Donald Bell (2003). UML basics: An Introduction to the Unified Modeling Language. Rational Software.

Geffery Sparks (2014). Enterprise Architect User Guide. Creswick, Victoria: Sparx System.

Ian Sommerville (2015). Software Engineering, Addison-Wesley, 9th edition.

Janani Harish (2013). Online Education: A Revolution in the Making. Cadmus Journal.

Jennifer Niederst Robbins (2012). Learning Web Design: A Beginners Guide to HTML, CSS, JavaScript and Web Graphics. Canada: O'Reilly Media, Inc.

Kim Hamilton, Russ Mile (2006). Learning UML 2.0. Massachusetts: O'Reilly Media, Inc.

Klaus Pohl (2010). Requirements Engineering Fundamentals Principles and Techniques. Springer, Berlin, Heidelberg.

Mark Lutz (2013). Learning Python, Fifth Edition. O'Reilly Media, Inc.

Raja R. (2018). Impact of Modern Technology in Education. Journal of Applied and Advanced Research. 2018, vol. 13, no. 1, 33-35, https://doi.org/10.21839/jaar.2018.v3i51.165.

Robin Nixon (2021). Learning PHP, MySQL & JavaScript. O'Reilly Media, Inc.

Doi: https://doi.org/10.52133/ijrsp.v5.51.9