

مجلة



العلوم و التكنولوجيا

مجلة علمية تكنولوجية بحثية محكمة نصف سنوية
تصدر عن المجلس الأعلى للغة العربية بالجزائر

العدد
الثاني 2020

الإيداع القانوني

12-19

ر.د.م.م

2716-7674



مسؤول النشر

أ. د. صالح بلعيد، رئيس المجلس الأعلى للغة العربية

رئيس التحرير

أ. د. إسماعيل رويحة

نائب رئيس التحرير

أ. عبد الكريم شريقي

مدير التحرير

أ. حسن بهلول

المديرة التقنية لمنشورات ومجلات المجلس

أ. نورة مراح

سكرتير التحرير

أ. أمال رواج

هيئة التحرير

- أ. د. أبو بكر خالد سعد الله، المدرسة العليا للأساتذة، القبّة-الجزائر.
- أ. د. أبو بكر ناجمي، المدرسة العليا للأساتذة، القبّة-الجزائر.
- أ. د. أحمد رفعت عزّت، جامعة عين شمس، القاهرة-مصر.
- أ. د. أيمن حلمي كامل، جامعة عين شمس، القاهرة-مصر.
- أ. د. حافظ شمس الدين، جامعة عين شمس، القاهرة-مصر.
- أ. د. محمد السعيد مولاي، جامعة هواري بومدين، باب الزّوار-الجزائر.
- أ. د. محمد يونس الحمالوي، كلية الهندسة، جامعة الأزهر، القاهرة-مصر.
- د. مصطفى أولداش، المدرسة العليا للأساتذة، القبّة-الجزائر.
- أ. د. نور الدين عبد الباقي، جامعة آكلي محند أولحاج، البويرة، الجزائر.
- أ. د. سعيد كناي، جامعة سعد دحلب، البليدة-الجزائر.
- أ. د. عقبة كزار، جامعة محمد خيضر، بسكرة، الجزائر.
- د. عبد الكريم حرز الله، جامعة محمّد بوضياف، المسيلة، الجزائر.
- أ. د. عبد الكريم كاملي، المدرسة العليا للأساتذة، القبّة، الجزائر.
- أ. د. عبد الواحد شالة، جامعة محمد خيضر، بسكرة، الجزائر.
- د. فاتن بن مرزوق، المدرسة العليا للأساتذة، القبّة، الجزائر.
- د. ربّعة مروش، المدرسة العليا للأساتذة، القبّة، الجزائر.

شروط النشر

- تخضع المدخلات للتحكيم وفقا للشروط الآتية:
- 1- تكون البحوث في ميادين العلوم والتكنولوجيا.
 - 2- لغة النشر بالعربية.
 - 3- تكون البحوث أصيلة ولم يسبق نشرها.
 - 4- تخضع البحوث للمنهجية العلمية الأكاديمية المعمول بها في المجالات العلمية العالمية، في هذه الميادين وفق الطريقة الآتية:
 - أ- الملخص (Abstract)
 - ب- المدخل Introduction
 - ج- المواد والطرائق Materials and methods
 - د- النتائج Results
 - هـ- المناقشة Discussion
 - و- الخلاصة Conclusion
 - ي- قائمة المراجع References
 - 5- تثبيت المراجع والإسناد حسب APA
 - 6- يلتزم صاحب البحث بالتعديل في الأجال المحددة، في حالة ما إذا طلب منه ذلك.
 - 7- أن تكتب بخطّ simplified بنط 14، وبنظام (وورد).
 - 8- أن تكتب الهوامش آلياً بنفس الخطّ بنط 12. في آخر المداخلة.
 - 9- أن يكتب المقال على مقاس 16./24
 - 10- أن تكون المرجعيّات الكتابية: 2 سم أعلى الصفحة، 2 أسفل الصفحة، 2 يمين الصفحة، 2 يسار الصفحة.
 - 11- المقالات غير المقبولة لا تعاد إلى أصحابها.
 - 12- يكون الملخص باللغة العربية وبإحدى اللغتين: الإنجليزية أو الفرنسية.
 - ملاحظة: ترسل المقالة بنظام وورد / Word باسم رئيس التحرير.
- للاتصال بالمجلة**
- البريد الإلكتروني: ouloumwatechnoulogia@gmail.com
 - النّاسوخ: 021 23 07 22
 - النّقّال: 05 59 93 74 84

الفهرس

الصفحة	المؤلف	عنوان المقال
08-07	أ.د. إسماعيل روينه	كلمة رئيس التحرير
32-11	أ.زواوي سامية، أ.رزاق خالد، د. كزار عقبة	مقاربة جديدة لقياس التشابه الدلالي للجمل العربية
44-33	د. مالكي فتيحة، أ. تواتي عبد القادر، أ. كريمات سمية	تأثير العوامل المختلفة على النشاط المضاد للأوكسدة للباراسيتامول وبعض مشتقات الأنيليد
64-45	د. بن سلطانة جمعية	دور تسجيل الحركات العينية أثناء القراءة بالعربية بالابتدائي
76-65	د. إسماعيل دربال، أ. د. نورالدين بورحلة، د. فراح كحلوش، د. عبد الله لعربي	تقييم الانحراف المركزي الظاهري لأرضية بالشبكات العصبية الاصطناعية انطلاقا من استجابة ديناميكية غير خطية
92-77	أ. بوقفة مشاطي، أ. لعموري بشير أ. بوعبسة لخضر، أ. نتالي فاجل	نشأة رواسب الكاولين المتكونة على صخور المتحوّلة غير المتجانسة تمازيرت، الشقفة والحاج علي (شمال شرق الجزائر) نموذجاً
106-93	أ.عامر مكاوي، أ. صياد شهيناز أ. عبد الواحد شالة	الخصائص الميكانيكية ومقاومة التآكل لطلاء النيكل Ni المدعم بجزيئات ثنائي أكسيد التيتانيوم TiO ₂ والمحضر بتقنية الترسيب الكهربائي باستخدام التيار النبضي
120-107	أ. فارس مختاري	T-SET ومسائل ناقصية ذات أسس متغيرة بمعطى قياس

كلمة رئيس التحرير

أ.د. إسماعيل روينه

ها هي مجلة العلوم والتكنولوجيا في عددها الثاني، وقد حازت على تسجيلها في البوابة الجزائرية للمجلات العلمية ASJP لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي، كمرحلة أولى، والعمل جار لتلقيها وتصنيفها في المرحلة القادمة إلى أحد المستويات (أ، ب، ج، A.B.C) من المجلات الوطنية، المعترف بها من طرف الوزارة، ليستفيد النّاشرون بها في مناقشة أطروحاتهم الجامعية والترقية إلى الرّتب الأعلى، وكما ذكرنا في العديدين السابقين فإننا نعمل على الوصول إلى قواعد البيانات العالمية الحاصلة على معامل التأثير impact factor مثل scopus طبعاً بما تتطلبه من شروط.

ولابدّ هنا من الإشارة إلى أنّ المجلة لم تصل إلى ما وصلت إليه لولا جهود فريق من العاملين سواء في المجلس الأعلى للغة العربية وعلى رأسهم رئيس المجلس، أو الهيئة العلمية التي تضمّ هيئة التحرير، والكتاب، والمحكمين، فإلى هؤلاء جميعاً خالص الشكر والتقدير على ما بذلوه من مجهودات، ولنا كلّ الثقة أنّهم يوصلونها لتحقيق ما تصبو إليه من تطوّر وتألّق في سماء العلم والتكنولوجيا، إن داخل الجزائر أو خارجها.

ونحن إذ نعتبر أنّ بداية المجلة هي بداية موفّقة إلى حدّ كبير، رغم صعوبتها بحكم أنّها تجربة فريدة من نوعها في دخول العربية مجالات العلوم والتكنولوجيا في مستوى البحث العلمي، فإننا نعتبر أنّ استمرارها في الصّدور مع التطوّر والجودة هو الأصعب، وذلك لما يتطلّب من توفير الإمكانيات ومواصلة العمل الجادّ لتحقيق الغايات.

ومن الغايات التي نصبو إليها هي الأصالة والجودة للبحوث المنشورة بها وحسن الأداء لهيأة التحرير ونظام تحكيمها، وجودة إخراجها إلى غير ذلك من الشّروط اللازمة للمجلات العالمية، لتنتقل بذلك بهذا المولود الجديد ذي السّبعة بحوث بواقع بحث لكل ميدان إلى كائن حيّ يافع بميادينه السّبعة وشعبها وتخصّصاتها وتطبيقاتها، ممّا قد يزيد حجم المجلة وربّما صدور العدد الواحد بأحجام تبعاً للميادين.

إنّ هذا التطوّر فيها، يتطلّب إمكانيات تقنية وإدارية معتبرة، تسير الإمكانيات العلمية، التي فاجأتنا بل أسعدتنا باستعدادها الكامل للتغطية العلمية والتكنولوجية بفضل نخبة من الأساتذة الأكفاء والباحثين ومديري البحث في كلّ مجالات المجلة في الجامعات الجزائرية وخارجها أكّدوا تعاونهم معنا لتمكين لهذه اللغة في كلّ الميادين وهي اللغة العالمية الوظيفية التي تفوق في ثروتها اللغوية كلّ اللغات والتي تتميز بخصائص غاية في الأهمية مثل: النّحت، الاشتقاق، والقياس، والتوليد، والترجمة والترجمة الحرفية، ممّا يجعلها تتسع وتساير وتحمل كلّ العلوم والفنون في مختلف الأزمنة على اختلاف تخصّصاتها بما فيها التكنولوجيات (التّقانات) الحديثة بأريحية كاملة وبدون منازع.

وبخصوص بعض الحروف المنطوقة بالأجنبية دون العربية فإن بعض الهيآت اللغوية تقترح لها

مقابلات كما يلي:

ب ← P مثال: پاراسيتامول ← Paracétamol

گ ← G مثال: غالمة ← Guelma

ف ← V مثال: فيروس ← Virus

وبذلك تكون اللغة العربية قد حافظت على حروفها الستة عشر مع إضافات النقاط والإشارات تبعاً

للنطق.

وفي الختام لا يسعنا إلا أن أشكر كل من أسهم في إنجاز هذا العدد وكل من وعد بتوفير المادة العلمية

من الجامعات الجزائرية ومن خارجها لتمكين هذه اللغة المكرمة من استعادة مجدها التليد.

A decorative border with intricate floral and scrollwork patterns, featuring various flowers and leaves, framing the central text.

المقالات

مقاربة جديدة لقياس التشابه الدلالي للجمل العربية

A Novel Approach for the Measurement of the Semantic Similarity of Arabic Sentences

أ.زواوي سامية¹، أ.رزاق خالد²، أ.كزار عقبة³

ملخص: إنَّ قياس التشابه الدلالي له أهمية كبيرة في مجال معالجة اللغة الطبيعية. حيث يسمح بحساب التشابه بين المصطلحات المختلفة من أجل إجراء التقريبات. تستخدم العديد من عمليات البحث الأخيرة تقنيات الويب والدلالات اللغوية لإيجاد درجة التشابه بين مصطلحين من خلال مطابقة المعنى والعلاقات بينهما. لكن معظم مقاييس التشابه الموجودة حاليًا تعاني من تدهور دقة الحساب بسبب الاختلاف في البنية النحوية والدلالية للجملتين المراد مقارنتهما. نقدّم في هذه الورقة مقاربة جديدة لقياس التشابه الدلالي بين الجمل العربية. لقد درسنا بعض الطرق الموجودة لقياس التشابه، ثمّ طبّقنا عملية توسّع جديدة، تعتمد على المعلومات الدلالية المستخرجة من الأنطولوجيا العربية (Arabic Ontology). لقد تمّ التأكّد من أداء النهج المقترح من خلال حساب ارتباط بيرسون (Pearson correlation) بين القيم المحسوبة والأحكام البشرية. وقمنا بتقييمه على مجموعات البيانات المرجعية لـ SemEval-2017 و STS للجمل العربية. وبناءً على نتائجنا التجريبية المتحصّل عليها، فإنّ عملية التوسّع باستخدام الأنطولوجيا العربية، أعطت تحسّنًا كبيرًا من حيث دقة التشابه مقارنة بالطرق الموجودة في نفس المجال. الكلمات المفتاحية: أنطولوجيا بالعربية، الجمل العربية، الأحكام البشرية، التشابه الدلالي.

Abstract

The measure of semantic similarity is of great interest in the field of natural language processing. It allows calculating the similarity between different terms in order to perform estimations. Several recent searches use semantic web and ontology technologies to find the degree of similarity between two terms by matching the meaning and relationships between them. Most of the existing similarity measures suffer from calculation accuracy degradation due to the difference in the grammatical and semantic structure of the two sentences to be compared. In this paper, we introduce a novel approach for the measurement of semantic similarity between Arabic sentences. We examined some existing

¹ مخبر المعلوماتية الذّكيّة، جامعة محمد خيضر، بسكرة، s.zouaoui@univ-biskra.dz² مخبر المعلوماتية الذّكيّة، جامعة محمد خيضر، بسكرة، k.rezeg@univ-biskra.dz³ مخبر المعلوماتية الذّكيّة، جامعة محمد خيضر، بسكرة، o.kazar@univ-biskra.dz

methods of measuring similarity. Then, we apply a new expansion process that is guided by the semantics information extracted from an Arabic ontology.

The performance of the proposed approach is confirmed through the Pearson correlation between the calculated scores and human judgments. We evaluate our approach on SemEval-2017 and STS benchmark datasets for Arabic sentences. Based on our experimental results, the expansion process, using Arabic ontology, gives a significant improvement in terms of similarity accuracy compared to existing methods in the area.

Keywords: Arabic Ontology, Arabic Sentences, Human Judgments, Semantic Similarity.

المُدخل (Introduction): يعدّ قياس التّشابه الدّلالي عمليّة مهمة للعديد من التطبيقات اللغويّات التابعة للذكاء الاصطناعي. حيث يتم استخدامه بشكل خاص لمعالجة اللغة الطّبيعيّة (Natural Language Processing) وهو مجال علوم الحاسوب واللغويّات التي تركز على معالجة المهام المختلفة، مثل استرجاع المعلومات، أو تحليل المشاعر أو الآراء، آلة الترجمة، تصنيف النّص أو تلخيصه، كشف الانتحال العلمي.. إلخ^[1]. هذه العمليّة تسمح بحساب درجة التّشابه بين المصطلحات المختلفة (الكلمات أو الجمل أو الوثائق أو المفاهيم .. الخ) لتنفيذ بعض المهام.

في السّنوات الأخيرة، حظيت مشكلة قياس التّشابه الدّلالي المعتمد على مجموعة من الكلمات أو الجمل أو النّصوص العربيّة باهتمام متزايد، حيث تتمثل الفكرة في إيجاد طريقة يمكن من خلالها حساب القيمة الكميّة التي تمثل درجة التّشابه بين وحدات اللغة. تحقيق مثل هذا الهدف ليس بالمهمة السّهلة بالنّسبة للغة العربيّة. فالتّشابه الدّلالي هو مقياس يحسب التّشابه بناءً على تشابه معناه أو المحتوى الدّلالي على عكس التّشابه الدّليّ يمكن تقديره فيما يتعلق بتمثيلهم النّحوي (على سبيل المثال حسب شكل السّلسلة)^[2]. اللغة العربيّة لديها ثراء كبير في الهياكل المورفولوجيّة والدّلاليّة، وتحتوي الكلمة العربيّة على أكثر من فئة معجميّة واحدة في سياقات مختلفة بحيث يمكن أن يكون لها معان مختلفة (خاصة بدون علامات التّشكيل) التي تغير معنى الجملة في كل مرة^[3].

من النّاحية الحسابيّة، يمكن تقدير التّشابه الدّلالي باستخدام الأنطولوجيات. أثبتت العديد من الأعمال المقدّمة في مجال معالجة اللغة الطّبيعيّة مثل اللغة الإنجليزيّة^[4] أهميّة الأنطولوجيا لإنجاز مختلف تطبيقات المبرمجة في هذا المجال. نجد مثلاً أن لغة الإنجليزيّة، العديد من الأنطولوجيات المفتوحة المصدر المثيرة للاهتمام والموجّهة لاستعمالها في مجالات المختلفة وأنواع محددة من المعلومات^[5]. ولكن بالنّسبة للغة العربيّة هناك نقص في الموارد الدّلاليّة والأنطولوجيّا التي تجعل من الصّعب إجراء التجارب وبناء تطبيقات واقعيّة خاصة بهذه اللغة المستخدمة على نطاق واسع.

على الرغم من أن فائدة التشابه الدلالي القائم على الأنطولوجيا قد أثبتت نجاحها في العديد من الدراسات^[6]، فإنه لا يزال غير مستخدم على نطاق واسع كما هو متوقع للغة العربية. هناك أسباب مزدوجة: من ناحية، يعد بناء الأنطولوجيا مهمة صعبة، خاصة للغة العربية، بسبب ثرائها المورفولوجي والنحوي والدلالي؛ ومن ناحية أخرى، فإن العديد من الأنطولوجيات العربية الموجودة لا توفر مصطلحات شاملة تساعد على استخراج المعلومات الدلالية المطلوبة.

حاليًا، يعتبر علم الوجود (الأنطولوجيا) عنصرًا مهمًا جدًا للويب الدلالي. في البحث، يمكننا العثور على العديد من التعريفات حول الأنطولوجيا، ولكن التعريف الأكثر شيوعًا هو ذلك الذي قدمه^[7] على أنه "علم الوجود يحدد المصطلحات والعلاقات الأساسية التي تتضمن مفردات مجال يخص موضوعًا معينًا بالإضافة إلى قواعد الجمع بين المصطلحات والعلاقات لتحديد امتدادات المفردات"

(An ontology defines the basic terms and relations comprising the vocabulary of a topic area as well as the rules for combining terms and relations to define extensions to the vocabulary.)

كما يمكن تعريفه على أنه نموذج يدعم الجانب الدلالي من خلال تخزين مجموعة من المفاهيم والعلاقات بينها في سياق معين. إن بناء علم الوجود مهمة صعبة وتعد تحديًا للباحثين والمبرمجين. وبناء الأنطولوجيا يمكن القيام به إما يدويًا أو شبه آلي أو آليًا^[8]. ويعتمد توطين المفاهيم والعلاقات الدلالية بينهما على مسألتين: الهدف والسياس الذي سيتم فيه استخدام الأنطولوجيا، وخصائص اللغة.

على الرغم من أن اللغة العربية هي واحدة من اللغات الأكثر انتشارًا في العالم، إلا أنها تفتقر إلى التطبيقات التي تدعم الأنطولوجيا. اللغة العربية هي واحدة من اللغات السامية التي يتحدث بها أكثر من 420 مليون، ويمكن قراءتها وكتابتها من اليمين إلى اليسار، وتتضمن بعض الميزات الخاصة مثل علامات التشكيل (Diacritics) والأوزان (schemes) التي تتطلب معالجة خاصة. في هذه اللغة، يوجد ثلاثة أنواع من اللغات: العربية الفصحى أو الكلاسيكية (Classical Arabic)، والعربية الفصحى الحديثة أو العادية (Modern Standard Arabic)، واللهجات العربية العامية (Colloquial Arabic Dialects)^[9]. واللغة الثانية هي الأكثر استخدامًا في الحياة اليومية، خاصة الجامعات والمدارس والإدارات والصحف لأنها لا تتطلب استعمال التشكيل. وفي هذا العمل، نحن مهتمون بالتعامل مع هذا النوع لأن معظم الوثائق العربية المتاحة على الإنترنت مكتوبة بها.

في الإنترنت، هناك العديد من الخوارزميات التي تحسب التشابه أو المسافة بين السلاسل الحرفية (String)، والتي يتم تنفيذها في لغة البرمجة جافا وهي متاحة كمصدر مفتوح مثل: Levenshtein, Jaro-winkler, n-Gram, Q-Gram, Jaccard index, Longest Common Subsequence edit distance and cosine similarity^[10]. في هذا العمل، قمنا بدراسة بعض الطرق وهي: Jaro-winkler, Sorensen, Dice, Jaccard index and cosine similarity. لقد تم تطويرها لقياس مسافة والتي يجب أن تطابق أقرب ما يمكن إلى الإدراك البشري بالنسبة للسلسلة. ومع ذلك، فإن هذه الطرق المتوفرة لا تدعم قياس التشابه

الدلالي. ونحن من خلال هذا العمل، نهدف إلى توسيع هذه الطرق باستخدام الأنطولوجيا العربية من أجل تحقيق قياس التشابه الدلالي للنص العربي (أي تشابه بين الجمل) ثم نقارن بين هذه الطرق فيما بينها. بالنسبة للتمثيل الدلالي، استخدمنا الأنطولوجيا (SchemNet) وهي مبنية على أساس الأوزان العربية ومعانيها. وهذه الأنطولوجيا، تحتوي على مزيج من محتويات WordNet العربية^[11] و^[12] و^[13] VerbNet .. ولقد لاحظنا أنه لم يتم استخدام الأوزان العربية ومعانيها في AVN وAWN على الرغم من أهميتها الكبيرة في اللغة العربية [14]. نقدم في هذه الورقة مقارنة جديدة لقياس التشابه الدلالي بين الجمل العربية. لقد درسنا بعض الطرق الموجودة لقياس التشابه، ثم طبقنا عملية توسع جديدة، تعتمد على المعلومات الدلالية المستخرجة من الأنطولوجيا العربية. علاوة على ذلك، وجدنا أن هذه المنهجية مثيرة للاهتمام لمحاكاة قدرة الإنسان على حساب التشابه الدلالي بين الجمل. يمكن أن يكون هذا مفيداً في العثور على المستندات ذات الصلة التي تستجيب لطلبات المستخدم.

يتم تنظيم بقية هذه الورقة على النحو التالي: يناقش القسم 2 الأعمال ذات الصلة وفقاً لمعلومات الخلفية حول اللغة العربية. يوضح القسم 3 النظام المقترح، ثم في القسم 4 نصف 4 التجارب المنجزة لتقييم النهج المقترح عرض النتائج. القسم 5 يناقش ويبرز نتائج التحليل. وأخيراً، يلخص القسم 6 الاستنتاج ويناقش بعض الاتجاهات المستقبلية.

2. الأعمال السابقة: في هذا القسم، نحن مهتمون فقط بالأعمال التي تهتم بدراسة مشكلة معالجة المستندات العربية. لقد أثبتت العديد من الأعمال البحثية نجاح توظيف الأنطولوجيا في المعالجة الدلالية لتحقيق تطبيقات البرمجة اللغوية الطبيعية الأكثر دقة مثل استرجاع المعلومات^[14]، والإجابة على السؤال^[15]، وكشف الانتحال العلمي^[16]، ... الخ. تنقسم الدراسة إلى مجالين رئيسيين: الأنطولوجيات والتشابه الدلالي.

1.2 الأنطولوجيات: في السنوات الأخيرة، تم إجراء عدد كبير من الأبحاث حول بناء الأنطولوجيا العربية. تنتمي هذه الأنطولوجيات إلى مجالات مختلفة وهي مبنية بأساليب متنوعة. حيث شهدت العديد من الأعمال اهتماماً متزايداً ببناء علم الوجود العربي، وهي مهمة صعبة ويمكن إجراؤها إما يدوياً أو تلقائياً أو شبه تلقائياً. إن القوة التعبيرية للغة العربية تجعل من الصعب استخراج المفاهيم والعلاقات بين المفاهيم، خاصة عند استخدام الأسلوب التلقائي^[17]. وفقاً ل^[18]، يمكن تصنيف الأعمال المنجزة على الأنطولوجيا العربية على أساس أنه يوجد أنطولوجيا المجال الإسلامي، والأنطولوجيا اللغوية، وتوليد الأنطولوجيا التلقائي، وأنطولوجيا المتنوعة.

يعتبر وورد-نات العربية (Arabic WordNet - AWN) [12,11]، المورد المعجمي الوحيد الذي يمثل أنطولوجيا للغة العربية الفصحى الحديثة، والذي يستعمل على نطاق واسع من قبل الباحثين ومستخدمي الإنترنت في العالم العربي. وهذه الأنطولوجيا، تم إنشاؤها في عام 2006، ثم توسيعها في عام 2015 لـ 2015 ليتم استعمالها لعدة لغات. يحتوي الإصدار الحالي على 9916 مترادفات و17785 كلمة و3733 معنى. المرادفات

(Synsets) عبارة عن مجموعة من الكلمات العربية مع مرادفاتها وعلاقاتها الدلالية. يعتمد العديد من الباحثين على AWN في تطوير مهمتهم مثل العمل المقدم في^[19] والذي يهدف إلى فهرسة الوثائق العربية وتطوير نظام استرجاع المعلومات باستخدام AWN كمورد دلالي، وتطبيق خوارزمية Lesk يرفع اللبس أو الغموض. لقد استخدموا AWN للفهرسة الدلالية للمستندات والاستعلامات معا.

ونجد أيضا العمل المقدم في [13]، حيث قام بتصنيف مجموعة من الأفعال العربية وفقاً لطريقة ليفين وسميت بـ (Arabic VerbNet (AVN). تحتوي هذه الأخيرة على 336 فئة و7744 أفعال و1399 إطاراً ويتمّ فيها توفير المعلومات حول جذر الفعل، والشكل اللفظي، والمشاركة، والأدوار المواضيعية، والإطارات والأوصاف النحوية والدلالية للأفعال. كل فئة هي هيكل هرمي يوفر معلومات نحوية ودلالية حول الأفعال ويوجهها إلى فئات فرعية.

عمل آخر مقدم من طرف^[20]، والذي من خلاله يقوم بتحديد مجموعة من المفاهيم لكل كلمة عربية، والعلاقات الدلالية بين هذه المفاهيم. لقد قام ببناء المستويات العليا من شجرة علم الوجود العربية، والتي تمثل المفاهيم الأكثر تجريداً في اللغة العربية مع العلاقات الفلسفية والمنطقية. بينما اقترح عمل آخر يتمثل في [18] أنطولوجيا جديدة ثنائية اللغة بين العربية والإنكليزية. وقد قام بتجميع الكلمات العربية مع عدد من علاقات الارتباط الخاصة بهم مثل المرادفات، والمتضادات، والتشعب، والاختصار، والمرادف، سميت هذه الأنطولوجيا بـ Azhary، وتحتوي على 26195 كلمة، مرتبة في 13328 مجموعة.

وجدنا أيضا عملاً آخر مقدم في الورقة [14]، حيث قام ببناء أنطولوجيا على أساس أوزان اللغة العربية لمساعدة الباحثين في العديد من مهام المعالجة الطبيعية اللغوية مثل التحليل اللغوي للنصوص المكتوبة باللغة العربية، وحساب التشابه الدلالي، وما إلى ذلك. على عكس اللغات الأخرى، تتميز اللغة العربية باحتوائها على الصيغ والأوزان والبناء. تتضمن الأنطولوجيا المقترحة على تصنيف الأوزان وفقاً للمعنى الدلالي الذي توفره للجذر المرتبط به. يتأثر المعنى الدلالي للأوزان بشكل كبير بعلامات التشكيل ويمكن أن يغير أحد الأوزان معناه الدلالي بتغيير علامات التشكيل^[21]. تم تصميم الأنطولوجيا حول التسلسل الهرمي للكلمات العربية، ومعلوماتها المعجمية، وشكل الأوزان والمعنى الدلالي المرتبط بالكلمات. ولقد تم استخراج الأسماء من AWN، بينما تصنيف الأفعال تم على أساس AVN.

من جهة أخرى، طور العمل المقدم في^[22] برنامج قائم على أساس استخدام الأنطولوجيا وذلك لاسترجاع المعلومات باللغة العربية. يتكوّن العمل من أربع وحدات رئيسية، وهي محلّ الاستعلام، المفهرس البحث ووحدة التصنيف. لقد قاموا بإنشاء فهرس دلالي من خلال ربط مفاهيم الأنطولوجيا بالمستندات بما في ذلك قيمة التعليق التوضيحي لكل ارتباط، لاستخدامه في ترتيب النتائج. إنّ الهدف من هذا العمل هو استخدام المعلومات الدلالية المحفوظة في الأنطولوجيا لتصنيف الوثائق العربية.

نجد أيضا الورقة المقدمة في [5]، والذي اقترح منهجاً جديداً للتحليل الدلالي للنصوص العربية باستخدام أنطولوجيا العربية والمخططات التصميمية (Conceptual Graphs - CG). لقد قام المؤلفون ببناء

أنطولوجيا عربيّة جديدة، بناءً على محتوى الموارد اللغويّة: WordNet Arabic و VerbNet. وتحتوي هذه الانطولوجيا على قائمة بالأفعال المستخرجة من AWN مع الحالات التي صيغت في شكلية CG المقابلة لإطاراتها النحويّة المستخرجة من AVN. لقد تمّ استخدام هذه الحالات في خطوات المطابقة النحويّة والدلاليّة من أجل الحفاظ على الحالة الصّحيحة.

في سياق استغلال الأنطولوجيا، يتمّ إنشاء العديد من الأنطولوجيات العربيّة لتقديم المعلومات في مختلف المجالات ذات الاهتمام من أجل تسهيل تبادل أنواع مختلفة من المعلومات بين المستخدمين. يعتمد كلّ مجال من مجالات المعرفة على المفاهيم: الكائنات والمفاهيم الوحدات الأخرى التي من المفترض أن تكون موجودة في مجال الاهتمام بالإضافة إلى العلاقات بينهم^[23]. يمكن تصنيف الأنطولوجيات العربيّة الموجودة في مجالين وفقاً للمعلومات التي يتعاملون معها: المجال الإسلامي والمجال غير الإسلامي. الأعمال التي أنجزت في إطار المجال غير الإسلامي، تتمحور حول مواضيع مختلفة في المجالات العامّة مثل السّياحة والرّياضة والقانون وما إلى ذلك. أمّا المجالات الأخرى، فإنّه يتركز على معالجة البيانات المتعلّقة بالقرآن الكريم والحديث النبوي الشريف وهي مبيّنة في الدّراسة^[24].

2.2 التشابه الدلالي: تُظهر البحوث حول التشابه الدلالي مجموعة متنوّعة من الأساليب لقياس التشابه الدلالي العربي بين الوحدات النصّيّة (مثل الكلمات أو الجمل أو المستندات أو المفاهيم). في الدّراسة [25]، قدّم المؤلفون ملخصاً حول الجهود التي بذلها الباحثون لمهمّة قياس التشابه الدلالي للنصّ العربي. قاموا بتصنيف البحوث الموجودة على أساس التشابه بالنسبة للوثيقة أو للجملة أو للكلمة، ثمّ قارنوا بين هذه الأساليب. هدفنا من خلال هذه الدّراسة هو تقييم الدّرجة التي تعكس التشابه بين معاني الوحدات التي تمّت مقارنتها فيما بينها، والتي يتمّ استخدامها من خلال الخوارزميات ويمكنها إدارة المعلومات النصّيّة بشفافيّة من وجهة نظر رقميّة^[26]. اعتماداً على نوع الوحدات النصّيّة المستخدمة لتقدير التشابه الدلالي يمكن تصنيف الأعمال المتوفّرة حالياً إلى:

1.2.2 التشابه الدلالي القائم على الكلمات (Words):

هذا النوع يقدر التشابه بحساب العلاقة الدلاليّة مستوى الكلمة^[27]. تحتاج الأعمال إلى التّوصل إلى طريقة حسابيّة دقيقة للعثور على التشابه الدلالي لهذا النوع من الوحدة. نظراً لأنّ العلاقة الدلاليّة على مستوى الكلمة تتطلّب الاستكشاف، فهناك العديد من الأنواع المحتملة للعلاقات التي يمكن اعتبارها: التّسلسل الهرمي (Hierarchical)، العلائقي (Associative)، والتكافؤ (مرادف) (Equivalence)، وما إلى ذلك^[28]. علاوة على ذلك، يمثل قياس التشابه الدلاليّة بين الكلمات أساس العديد من التّطبيقات في مختلف المجالات، وقد تمّت دراسته وتطبيقه على نطاق واسع لحساب التشابه النصّي.

بالاستناد للمؤلّفين [1]، هناك نوعان من الطّرق لتحديد التشابه بين الكلمات، وهي معجميّة ودلاليّة. يعني الأوّل أنّ كلمتين متشابهتين إذا كان لديهما نفس ترتيب الأحرف. والثاني يهدف إلى قياس درجة التشابه التي ترتبط بها الكلمتان دلاليًا. مشكلة هذا النوع هي أنّه يتطلّب موارد لغويّة، مثل قاعدة البيانات أو

القواميس أو الأنطولوجيا، إلخ. بالإضافة إلى ذلك، فإن مجال حساب التشابه الدلالي للكلمات العربية هو مهمة صعبة بسبب التباين الكبير في السمات المورفولوجية والنحوية التي تتميز بها اللغة العربية، حيث يمكن أن يكون للكلمة أكثر من معنى دلالي في سياقات مختلفة عندما لا يكون لها علامات تشكيلية محددة. بناءً على العمل المقدم في [29]، تهدف الورقة إلى تقديم مجموعة بيانات باللغة العربية تحت اسم التشابه الدلالي للكلمات العربية (AWSS). يحتوي على قائمة أزواج الكلمات العربية لأكثر من 70 زوجاً مع تقييم تشابه بشري لكل زوج، ويمكن استخدامه لتقييم أداء بعض الأعمال المستقبلية في هذا المجال.

2.2.2 التشابه الدلالي القائم على الجمل (Sentences): هذا النوع من التشابه يعتمد على فحص العلاقات العميقة والمعجمية والسطحية بين الكلمات وخصائصها في نفس الجملة. هذا النوع من البحث مهم جداً للعديد من تطبيقات البرمجة اللغوية الطبيعية مثل توسيع الاستعلامات لتحسين ملاءمة البحث وتعلم الآلة واسترجاع المعلومات وإدارة المعرفة وما إلى ذلك [30]. تم اقتراح عدد من الأساليب، خاصة للغة الإنكليزية ولكن بالنسبة للغة العربية فلا يوجد بسبب هيكلها اللغوي المعقد. إنها مهمة معقدة وصعبة للباحثين من أجل تطوير طريقة لقياس التشابه الدلالي بين الجمل العربية.

بالنظر إلى البحث الخاص بالتشابه الدلالي القائم على الجملة للغة العربية، توجد بعض الأعمال التي تركز على هذه القضية [6]. من بين أكثر الأعمال إثارة للاهتمام، نجد العمل المقترح في الدراسة [1]، فلقد حاولوا قياس التشابه الدلالي بين الجمل العربية القصيرة باستخدام تمثيلات تضمين الكلمات (embedding Word). تركز الفكرة على استخدام الأشعة (vectors) كتمثيلات للكلمات في الفضاء متعدد الأبعاد لالتقاط الخصائص الدلالية والنحوية للكلمات. اقترحوا ثلاث طرق (NoWeighting, Part-of-speech weighting IDFWeighting) وتم تقييمهم وفقاً لدقتها في 750 جملة من مجموعة MSR-video [31] واقترح أيضاً [30] و [32] طرقاً لقياس التشابه بين الجمل العربية. حيث قاما كلاهما ببناء مجموعة بيانات خاصة بهما للغة العربية الفصحى الحديثة (MSA)، والتي تم استخدامها في مرحلة التقييم. إلى جانب ذلك، هذا الفرع مهم للغاية في الكشف عن الانتحال العلمي. حيث يمكن للمستخدم تغيير الشكل المعجمي والنحوي للجملة باستخدام كلمات مترادفة، ولكن ليس المعنى، خاصة للعربية. علاوة على ذلك، هناك أيضاً نقص في المجموعة العربية ومجموعة البيانات والمعاجم التي تتعامل مع المعرفة النحوية الدلالية، وهي ضرورية لأي بحث متقدم في مجالات مختلفة، خاصة في مرحلة التقييم [31].

3.2.2 التشابه الدلالي القائم على المستندات (Documents): يعتمد هذا النوع على حساب المسافة بين المستندات باستخدام الكلمات والجمل. تتمثل الفكرة في تمثيل نصين، T1 و T2، من خلال أشعة المفاهيم ويمكن تقييم التشابه بينهما وفقاً لذلك باستخدام إحدى طرق قياس التشابه مثل: Cosine أو Jaccard أو Dice [33]. في العمل [34]، يقترح المؤلفون طريقة للكشف عن العبارات المعادلة وتحليل التشابه الدلالي لأخبار

التغريدات العربية. يستخدم هذا النهج ميزات محاذاة الكلمات ويستخدم مجموعة من الميزات المستخرجة بناءً على الحساب المعجمي والنحوي والدلالي للكشف عن مستوى التشابه بين أزواج التغريدات. على مدى العقود القليلة الماضية، ركزت الأبحاث على بناء مجموعة بيانات جيدة التنظيم لقياس التشابه الدلالي بين نصين يحتويان على كلمات متشابهة. في هذا السياق، فإن الهدف الرئيسي من العمل المعروض في [6] هو بناء مجموعة للغة العربية وعرض أثرها في تحديد إعادة الصياغة. في الوقت الحاضر لم نثر على أية منشورات في الأدبيات تتناول مسألة قياس التشابه الدلالي بين الوثائق العربية باستخدام الانطولوجيا. لا يزال العثور على أوجه التشابه بين المستندات أو النصوص العربية أحد أهم التحديات التي تواجه معالجة اللغة الطبيعية. ومع ذلك، وجدنا بعض الأعمال التي تتعامل مع التشابه الدلالي بين وثيقتين عربيتين. في العمل^[35]، اقترح المؤلفون نظامًا يمكنه إيجاد تشابه بين نصين عربيين باستخدام مقاييس تقنيات التشابه الهجين. قاموا ببناء SemanticNet، وهو يعتمد على الطريقة المنطقية لتخزين الكلمات الرئيسية العربية لمجال معين (علوم الحوسبة)، باستخدام نفس مفهوم WordNet. تُستخدم هذه الشبكة للعثور على أوجه التشابه الدلالية بين الكلمات وفقًا لمعادلات محددة. في^[36]، تقترح الورقة طريقة قائمة على المحتوى لتحليل تشابه الوثيقة المكتوبة باللغة العربية على أساس نمذجة العلاقة بين المستندات وعبارات n-gram الخاصة بها. استخدم المؤلف تقنيات البرمجة اللغوية الطبيعية المختلفة للمعالجة المسبقة وفهرسة المستندات. تمت مقارنة الطرق المقترحة بـ Plagiarism-Checker-X، وأثبتت النتائج تفوقها عليها.

مع ذلك، يعتبر قياس التشابه الدلالي للوثائق العربية أحد التحديات الرئيسية لأن الأساليب التي تم تطويرها حتى الآن لا تزال غير كافية للكشف عن التشابه مثل البشر.

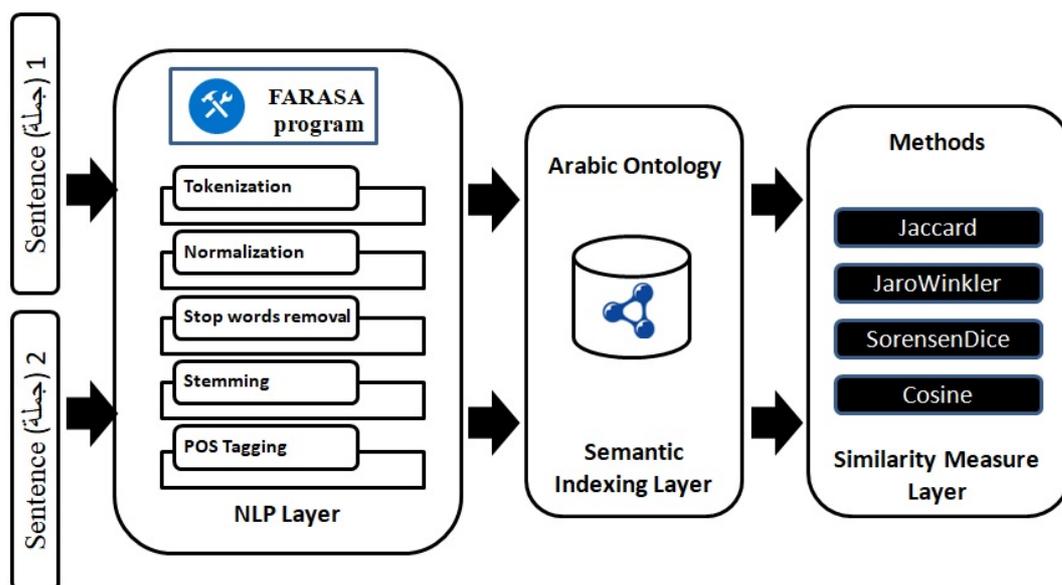
4.2.2 التشابه الدلالي القائم على المفاهيم (Concepts): هو يحسب المسافة بين المصطلحات باستخدام الأنطولوجيا أو WordNet. في الأدبيات، تم اقتراح العديد من النظريات لقياس التشابه الدلالي على أساس الأنطولوجيا أو WorldNet بين مفهومين. تنقسم هذه المقاييس إلى أربع فئات: المقاييس المستندة إلى المسار مقاييس محتوى المعلومات، المقاييس المستندة إلى الميزات والتدابير المختلطة^[37]. تقدر المقاييس القائمة على علم الوجود التشابه بين مفهومين وفقًا لتمثيل المعرفة المنظمة، والمنطق المنطقي الذي تقدمه الأنطولوجيا يقدم^[38] و^[39] قياسًا للتشابه الدلالي بناءً على بنية الأنطولوجيا. استخدموا قياس التشابه بين المفاهيم والذي يعتمد على مسافة المسار التي تفصل بين المفاهيم.

ومع ذلك، يوجد القليل من الدراسات الحديثة التي اهتمت بتطوير التقنيات التي تساعد في بناء الأنطولوجيا بحيث تمثل المعرفة العربية بطريقة دلالية كمجموعة من مفاهيم وعلاقات [5]. فيما يتعلق بالأعمال البحثية في علم الوجود أو الأنطولوجيا للغة العربية، نجد أن هناك نقصًا في تطوير قياس التشابه على أساس الأنطولوجيا مقارنة بالأعمال الخاصة باللغة الإنجليزية، والتي هذه الأخيرة استفادت بالفعل من البحث المكثف في هذا المجال. هناك بعض الجوانب التي تبطئ التقدم بالنسبة للغة العربية في إطار البرمجة

اللغوية الطبيعية مقارنة بالإنجازات في اللغة الإنجليزية واللغات اللاتينية الأخرى مثل عدم وجود علامات التشكيل في النص المكتوب، مما يخلق الغموض والتعقيد في القواعد النحوية للغة [30]. ومع ذلك، نستنتج من خلال البحوث المدروسة أن الفهرسة الدلالية هي أساس العديد من تطبيقات معالجة اللغة التلقائية مثل استرجاع المعلومات (IR)، الإجابة على السؤال (QA)، إلخ. بالنسبة للغات اللاتينية، فلقد تم تطوير العديد من الأدوات من خلال تطبيق مجموعة من التقنيات الذكية للعثور على البيانات ذات الصلة لتلبية احتياجات المستخدمين [5]. بالنسبة للغة الإنجليزية كمثال، يغطي العديد من الأنطولوجيات المثيرة للاهتمام ما لا يقل عن 100 مجال مثل OpenCyc^[40]. ولكن بالمقارنة مع اللغات اللاتينية، فإن اللغة العربية بعيدة كل البعد عن التطور التكنولوجي بسبب الاختلافات المورفولوجية، والثراء اللغوي والخصائص المعقدة لهذه اللغة. أحد اهتمامات جميع الأعمال الخاصة بتطبيقات البرمجة اللغوية الطبيعية بالنسبة للغة العربية هو أن الباحثين لا يجدون مجموعة بيانات منظمة بشكل جيد للسماح بالتحليل والمقارنة الموضوعية وتكون متاحة للجميع من أجل إعادة الاستخدام [6]. لا توجد بيانات مهيكلية بأحكام بشرية مع استفساراتهم والتي يمكن استخدامها في مرحلة التقييم. بالإضافة إلى ذلك، تعاني معظم مقاييس التشابه الحالية من تدهور في دقة الحساب بسبب الاختلاف في البنية النحوية والدلالية للمصطلحات التي يتم مقارنتها.

3. النظام المقترح: في هذا البحث قدمنا مقاربة جديدة لقياس التشابه الدلالي بين الجمل. لقد درسنا بعض طرق القياس. ثم نقوم بتطبيق عملية توسع جديدة (الفهرس الدلالي)، تعتمد على المعلومات الدلالية المستخرجة من علم الوجود العربي. يهدف نهجنا إلى قياس التشابه الدلالي بين جملتين عربيتين مكتوبتين باللغة العربية القياسية الحديثة (بدون علامات التشكيل) باستخدام بعض طرق المبرمجة بلغة جافا الحالية. ظهرت العديد من مقاييس تشابه السلسلة والمسافة المتعلقة بتشابه النص العربي في السنوات القليلة الماضية. لسوء الحظ، هذه المقاييس لا تحسب التشابه الدلالي بين نصين (جمل أو سلسلة). إنهم لا يستخدمون معنى (Sense) الجملة التي تعكسها كلمات بناء الجملة. نحن نهدف إلى استغلال أنطولوجيا SchemNet للفهرسة الدلالية للجمل قبل تطبيق قياس التشابه.

يوضح الشكل 1 عملية التشابه الدلالية التي تحتوي على المستويات التالية:



الشكل 1: هيكل النظام المقترح.

في هذا المستوى، نطبق مجموعة من عمليات البرمجة اللغوية الطبيعية على أزواج الجمل العربية كمرحلة ما قبل المعالجة على النحو التالي:

- تقسيم (Tokenize) كل جملة لاستخراج الكلمات،
- حذف علامات التشكيل والأحرف اللاتينية والمسافات البيضاء الإضافية والأحرف الخاصة والأرقام،

• تغيير الكلمات عن طريق استبدال بعض الأحرف (حمزة) مثل أ وإ و آ ب ا،

• إزالة كلمات التوقف (Stop-words) مثل: إلى وهذا وغيره من وعلى ... إلخ،

• استخلاص الجذور وأقسام الكلام (Part-of-Speech (PoS)) مثل: الاسم والفعل والصفة لكل كلمة

في الجملة باستخدام تقنية البرمجة اللغوية الطبيعية المقترحة من طرف البرنامج FARASA^[41].

1.3 مستوى الفهرسة الدلالية: نظراً لأن الفهرسة الدلالية تسمح بإعطاء المعنى الدلالي للكلمات

الأصلية في شكل آخر، فإننا نستخدم استعلامات SPARQL لاستخراج هذه المعلومات مثل: المرادفات

المتضادات... إلخ من الأنطولوجيا العربية SchemNet. والذي يقوم على استبدال الكلمة الأصلية بأكثرها

تشابهاً والتي لها نفس الدور في الجملة (PoS). بهذه الطريقة، سيكون لأزواج الجمل نفس التغييرات النحوية

مع كلمات متشابهة دلالياً.

مثال: للتوضيح أكثر نقدم الجملة التالية:

الجملة: "لبس الرجل معطفاً سوداً وذهب إلى السهل ليرعى البقر."

بعد مرحلة المعالجة المسبقة التي تسمح لنا بحذف كلمات الغير مفيدة مثل: إلى تغيير النص، لنحصل

على فهرس يمثل الجملة.

الجدول 1 يعرض عملية الفهرسة الدلالية، والتي تسمح بإضافة معلومات وفقاً لأقسام الكلام والمعنى الذي ظهر في الأنطولوجيا SchemNet.

Word كلمة	PoS اقتسام الكلام	Root الجذر	Pattern وزن	Correct Meaning الغنى الصحيح	Relation علاقة
لبس	فعل	لبس	فَعَلْ	إرتدى	synonym
الرّجل	اسم	رجل	فَعْل	شخص	Hyponym
معطفاً	اسم	عطف	مِفْعَلْ	شيء	Hyponym
أسوداً	اسم	سود	أَفْعَلْ	لون	Hyponym
ذهب	فعل	ذهب	فَعَلْ	توجه	synonym
السّهل	اسم	سهل	فَعْل	مكان	Hyponym
يرع	فعل	رعى	يَفْعَلْ	يحم	synonym
البقر	اسم	بقر	فَعْل	حيوان	Hyponym

الجدول 1: مصطلحات الفهرس الخاصة بالجملة المبينة في المثال 1

كملاحظة فإنّ الأنطولوجيا تمّ استخدامها لاستبدال الكلمات في الجملتين كلمة تلو الأخرى بكلمات مماثلة. على سبيل المثال: يمكننا استبدال الكلمات "إمرأة" و"طفل" و"رجل" بـ "شخص" باستخدام العلاقة Hyponym. كما تمّ استخدام الأنطولوجيا أيضاً للعثور على مرادف لكل كلمة وفقاً لفئتها النحوية أو PoS (الاسم والفعل والصفات).

2.3 مستوى قياس التشابه: في هذا المستوى، استخدمنا مكتبة Java التي تحسب قياس التشابه أو المسافة بين سلسلتين مختلفتين للحروف [10]. ولقد وقع اختيارنا على بعض الطرق التي تتطابق قدر الإمكان مع الإدراك البشري لقياس المسافة لسلسلتين. وفيما يلي الخصائص الرئيسية لكل مقياس مستخدم. وننوه أن النتيجة تعطي تقديراً للتشابه الحسابي بين سلسلتين طول كل واحدة على التوالي m و n . جميع الأساليب المستخدمة تحدد التشابه بين السلاسل (0 تعني أن السلسلتين مختلفتان تماماً و1 تعني أن السلسلتين متطابقتان). يعرض الشكل 2 طرق التشابه المختارة التي تم تنفيذها في Java.

```
Jaccard jaccard = new Jaccard(2);
MethodJaccard[ind]=jaccard.similarity(Sent1, Sent2);

Jarowinkler jaro = new Jarowinkler();
Methodjw[ind]=jaro.similarity(Sent1, Sent2);

SorensenDice sorensen = new SorensenDice(2);
MethodSorDice[ind]= sorensen.similarity(Sent1, Sent2);

Cosine cos = new Cosine(2);
```

info.debatty.java.stringsimilarity.Cosine

الشكل 2: المقاييس المختارة لحساب التشابه لسلسلتين في Java

- Jaro-Winkler (المرمز Xjaro): هو عبارة عن مسافة تحرير سلسلة تم تطويرها في منطقة ربط السجلات (الكشف عن التكرارات). تم تصميم هذا المقياس لأنه الأنسب لحساب التشابه بين السلاسل القصيرة مثل أسماء الأشخاص واكتشاف الأخطاء المطبعية.
 - Cosine similarity (المسمى Xcos): وهو قياس التشابه بين السلسلتين على أساس جيب تمام الزاوية بين الممثلين المتجهين للسلسلتين المراد مقارنتهما ويتم حسابه بهذه المعادلة: $V1.V2/(|V1|*|V2|)$
 - Jaccard index (المسمى Xjaccard): يتم تحويل سلاسل الإدخال أولاً إلى مجموعات من تسلسلات الأحرف n بحيث لا تؤخذ التعداد في الاعتبار. كل سلسلة إدخال هي ببساطة مجموعة من n-grams. ثم يتم حساب الفهرس كالتالي: $V1 \text{ inter } V2 / (|V1 \text{ union } V2|)$
 - Sorensen-Dice coefficient (المسمى Xsorensen): مشابه Jaccard index ، ولكن هذه المرة يتم حساب التشابه كما يلي: $2*|V1 \text{ inter } V2| / (|V1 + V2|)$
- نوه أن "طريقة + X" تعني أن طريقة حساب التشابه بين جملتين تتم بعد عملية التوسع (أي بعد استعمال الفهرس الدلالي) وذلك باستخدام الأنطولوجيا العربية.

4. التجريب والتقييم

1.4 مجموعة البيانات

بالنسبة للبيانات التجريبية، فلقد واجهنا صعوبة كبيرة في العثور على مجموعة بيانات باللغة العربية لاستخدامها في هذه المرحلة التقييمية بسبب نقص الموارد في اللغة العربية مقابل اللغة الإنكليزية. ومع ذلك هناك مجموعة بيانات مرجعية لحساب التشابه النصي الدلالي وتدعى: SemEval-2017 Task 1^[42]. هذه البيانات تركز على تقييم قدرة الأنظمة على تحديد درجة التشابه الدلالي بين الجمل أحادية اللغة والمتقاطعة في اللغات العربية والإنكليزية والإسبانية. وتُعقد المهمة المشتركة ل STS سنويًا منذ عام 2012

كجزء من مجموعة ورشة العمل SemEval /SEM. يتم تنظيمها في مجموعة من المسارات الفرعية الثانوية ومسار أساسي واحد. في عملنا، استخدمنا البيانات المتوفرة في: Track 1، وهو ملف نصي يحتوي على 368 زوجاً من الجمل المكتوبة باللغة العربية (STS.input.track1.ar-ar.txt). يحتوي هذا الملف النصي على أربعة حقول على النحو التالي: ID (معرف فريد لكل زوج)، درجة STS (رقم بين 0 و5)، الجملة الأولى (S1) والجملة الثانية (S2) (انظر الشكل 3). تمت ترجمة أزواج الجمل العربية يدوياً من الإنجليزية بواسطة خبير عربي. درجة STS هي متوسط قيمة التشابه التي تم توفيرها يدوياً من قبل خمسة خبراء. إنه رقم متغير بين "0": يشير إلى أن معنى الجمل مستقل تماماً و"5": يشير إلى المعنى متكافئ.

1	ID	STS score	S1	S2
349	MSRvid#SP608	0.4	رجل يحمل رجل آخر على ظهره.	رجل يلتقط صور لنملة.
350	MSRvid#SP609	2.8	قدمت السيدة بعض الشرائح على الروبيان.	طاهي يشرح الروبيان.
351	MSRvid#SP610	0.167	إمراة تندفق البيض في وعاء القلي.	رجل يلعب اثنين من الكلاب.
352	MSRvid#SP611	0.5	إمراة تقلي اللحم المفروم.	رجل يقطع جذع بفأس.
353	MSRvid#SP612	3.25	يتم إسقاط اللحم في وعاء.	إمراة تضع اللحم في المقلاة.
354	MSRvid#SP613	0	إمراة تقطع البصل الأخضر.	إمراة تقع على قلعة الرمال.
355	MSRvid#SP615	0	آلة تيري قلم رصاص.	فتاة تركب دراجة هوائية.
356	MSRvid#SP617	0.4	رجل ينظف النوافذ.	رجل يقود سيارة.
357	MSRvid#SP618	0	شخص ما يخلط سائل.	رجل يعزف الغيتار.
358	MSRvid#SP619	1	شخص يثير الأرز.	إمراة تكسر بيضة.
359	MSRvid#SP620	1.25	ثلاثة صبية في أزياء الكاراتيه يقاثلون.	ثلاثة رجال يمارسون حركات الكاراتيه في حقل.
360	MSRvid#SP621	0.25	رجل يضع السكن في الرذيلة.	رجل يرقص.
361	MSRvid#SP622	4.25	صبي يعزف الكمان على خشبة المسرح.	صبي على خشبة المسرح يعزف الكمان.
362	MSRvid#SP623	0.118	إمراة تقطع رغيف وردي بسكين.	رجل يعزف الغيتار.
363	MSRvid#SP624	1	رجل يضيف شرائح لحم الخنزير إلى المقلاة.	إمراة تقشر البطاطا.
364	MSRvid#SP625	0.4	الرجال يقاثلون بعضهم البعض.	رسم الرجل على ورقة بيضاء.
365	MSRvid#SP627	0	فتاة تقرأ صحيفة.	طاهي يقشر البطاطا.
366	MSRvid#SP628	2.5	لوريس بطيء يلدغ أصابع شخص.	حيوان صغير يمضغ على إصبع.
367	MSRvid#SP629	0.75	رجل يمشي على طول الطريق من خلال البرية.	رجل يقشر بصلة.
368	MSRvid#SP630	3	يعزف الرجل غيتاره.	رجل يغنى في حين يعزف غيتاره.
369	MSRvid#SP631	1.6	يتسابق السباحون في البحيرة.	النساء السباحين يغوصون من منصة الإنطلاق.
370				

الشكل 3: مثال على أزواج الجمل من الملف النصي ل (Track1)

2.4 التقييم: يتم تقييم الأداء عن طريق حساب ارتباط بيرسون (Pearson correlation) بين درجات التشابه الدلالية المعينة للآلة والأحكام البشرية. ارتباط بيرسون هو رقم بين 0 و1 يشير إلى مدى قوة الارتباط بين خطين. لقد استخدمنا مثل هذا المقياس لتحديد مدى ارتباط مقاييس التشابه الدلالية بالمقارنة للأحكام البشرية، حيث تشير القيمة 0 إلى عدم وجود علاقة خطية بين المقاييس، وتشير القيمة 1 إلى علاقة خطية إيجابية مثالية بين المقاييس. لقد حسبنا هذا المقياس باستخدام مكتبة جافا التي توفرها "org.apache.commons.math3.stat.correlation". يوضح الشكل 4 مثالاً لطريقة حساب ارتباط Pearson بين كل مقياس تشابه والأحكام البشرية.

```

double CorrJaccard = new PearsonsCorrelation().correlation(Human, MethodJaccard);
System.out.println(CorrJaccard);

double CorrJaro = new PearsonsCorrelation().correlation(Human, Methodjw);
System.out.println(CorrJaro);

double CorrSor = new PearsonsCorrelation().correlation(Human, MethodSorDice);
System.out.println(CorrSor);

double CorrCos = new PearsonsCorrelation().correlation(Human, MethodCos);
System.out.println(CorrCos);

```

الشكل 4: لقطة شاشة لحساب ارتباط بيرسون في جافا.

3.4. النتائج والمناقشة (Results and discussion): لقد تم تنفيذ النظام المقترح على Eclipse IDE

باستخدام لغة برمجة Java لتصميم واجهة المستخدم التي تعرض عناصر النظام كما هو موضح في الشكل

6. لقد استخدمنا لغة استعلام SPARQL لاستخراج البيانات من الأنطولوجيا (SchemNet).

Num	Sent1	Sent2	Hum.	XCos	XJaccard	XJaro	XSorensen
229	جرو يكرر التظب من جبب إلى ...	كلب يتظب من جبب إلى جبب.	0.7	0.73	0.39	0.68	0.57
39	حيوان يأكل.	الحيوان يتقن.	0.08	0.55	0.38	0.7	0.55
189	دب الياندا يضع العصا.	يلعب رضيع ياندا بالعصا.	0.6	0.53	0.41	0.76	0.58
53	نجاية تنقر فأرا ميتا.	نبيك ينقر فأرا ميتا.	0.72	0.69	0.52	0.87	0.68
47	رجال يجررون في السباق.	المصافون يجررون في المسار.	0.52	0.57	0.38	0.75	0.55
171	رجال يلعبون كرة القدم.	فرقان يلعبان كرة القدم.	0.6	0.68	0.58	0.78	0.73
148	رجل يصب الأرز في القدر.	رجل يضع الأرز في قدر صيق.	0.84	0.67	0.5	0.79	0.67
65	رجل تم وضعه في سيارة الإسعاف...	رجل يصب المعكرونة في طبق.	0.0	0.35	0.21	0.67	0.35
236	رجل حفر نقوبا في الخشب.	رجل يحفر الخشب.	0.84	0.68	0.5	0.83	0.67
32	رجل ذو نظاره يتكلم.	رجل في المكينة يتكلم.	0.65	0.43	0.3	0.76	0.46
49	رجل سقطع الطماطم إلى قطع.	إمرأة تقطع البطاطا.	0.36	0.32	0.21	0.7	0.34
64	رجل منسطق و يطلق النار من الم...	رجل منسطق على الأرض يطل.	0.76	0.78	0.49	0.82	0.66
111	رجل و إمرأة يسيران...	رجل وإمرأة يسيران ممسكان...	0.64	0.53	0.38	0.79	0.55
132	رجل وإمرأة يرقصان الينويد.	رجل وإمرأة يرقصان تحت ال...	0.33	0.72	0.56	0.94	0.72
282	رجل يأخذ شريحة من البيزا.	رجل يتحدث على هاتفه المحم...	0.16	0.27	0.16	0.62	0.27
245	رجل يأخذ قطعة من بيتزا بيرون...	الرجل أخذ قطعة من بيتزا البب...	0.55	0.8	0.62	0.68	0.76
99	رجل يأكل الفين.	رجل يعزف المزمار.	0.16	0.44	0.26	0.8	0.41
108	رجل يأكل الخشب.	رجل يضيف الزيت إلى السيارة.	0.1	0.41	0.19	0.65	0.32
228	رجل يأكل.	إمرأة تصلق الصخور.	0.0	0.0	0.0	0.54	0.0
15	رجل يتأرجح في حبل.	فرد يتأرجح في الأشجار.	0.25	0.55	0.37	0.71	0.54
251	رجل يقبل القاقو.	أصداف الرجل القوايل إلى الماء...	0.48	0.4	0.16	0.53	0.28
316	رجل يتحدث على الهاتف.	يضع دب الياندا عصا.	0.0	0.15	0.08	0.53	0.15
5	رجل يتحدث على خشبة المسرح ؟	رجل يتحدث في المنصة.	0.68	0.57	0.39	0.83	0.57

الشكل 5: مثال على نتائج تشابه بين الجمل.

في ما يلي، سنعطي مثالا على مقاييس التشابه بين جملتين عربيتين مع وبدون الفهرسة الدلالية.

مثال: لتكن زوج الجمل: S1 و S2 ذات المعرف: ID=MSRvid\#SP579

الجملة 1 (S1): النساء يطعمن الحيوان.

الجملة 2 (S2): إمرأة تطعم حيوانا باليد.

التقييم البشري: $0.60 = 5/3$

1/ البحث عن أقسام الكلام لكل كلمة في كل جملة عربية.

الجملة 1 (S1): اسم فعل اسم.

الجملة 2 (S2): اسم فعل اسم اسم.

أقسام الكلام

2/ إيجاد جذر كل كلمة في كل جملة عربيّة.

جذر } الجملة 1 (S1): امرأة طعم حيوان.
الجملة 2 (S2): امرأة طعم حيوان يد.

3/ استخراج المعلومات الدلاليّة من الأنطولوجيا (المرادفات الإحتواء .. الخ) باستخدام PoS والجذر والكلمة.

فهرسة دلاليّة } الجملة 1 (S1): (شخص، كثير) (يغذي، يطعم) حيوان.
الجملة 2 (S2): (شخص، واحد) (يغذي، يطعم) حيوان شيء.

4/ حساب التشابه باستخدام أربع طرق محددة (Jaccard و Jaro و Sorensen و Cosine)، نحصل على درجات التشابه التاليّة:

بدون المعنى:

$$\text{Sim_Jaccard}(S1,S2) = 0.21$$

$$\text{Sim_Jaro}(S1,S2) = 0.63$$

$$\text{Sim_Sorensen}(S1,S2) = 0.35$$

$$\text{Sim_Cosine}(S1,S2) = 0.37$$

بوجود المعنى:

$$\text{Sim_Jaccard}(S1,S2) = 0.5$$

$$\text{Sim_Jaro}(S1,S2) = 0.82$$

$$\text{Sim_Sorensen}(S1,S2) = 0.67$$

$$\text{Sim_Cosine}(S1,S2) = 0.67$$

إذا قارنا النتائج التي تم الحصول عليها، فإننا نلاحظ أن الحسابات بدون الفهرسة الدلاليّة كانت بعيدة جدّاً عن التقييم البشري (0.6). والعكس، بعد تطبيق الفهرسة الدلاليّة، وجدنا أن النتائج قد تحسنت بشكل كبير وأصبحت أقرب إلى التقييم البشري (0.6).

4.4. المقارنة: لتقييم أداء نظامنا، قمنا بمقارنته مع أعمال أخرى تستخدم نفس مجموعة البيانات.

يقدم الجدول 2 مثلاً لنتائج التشابه الدلالي الذي تقدمه أربع طرق (XJaccard و XJaro و XSorensen و XCos) والتي تم اختيارها من مكتبة Java [10] وثلاث طرق أخرى (No Weig, IDF, and Pos) من العمل الذي قدمه [1] بالأحكام البشريّة (Hum.). نلاحظ أن الطرق الأربع (XJaccard و XJaro و XSorensen و XCos) يتم استخدامها بعد الفهرسة الدلاليّة لكل زوج من الجمل باستخدام الأنطولوجيا (SchemNet).

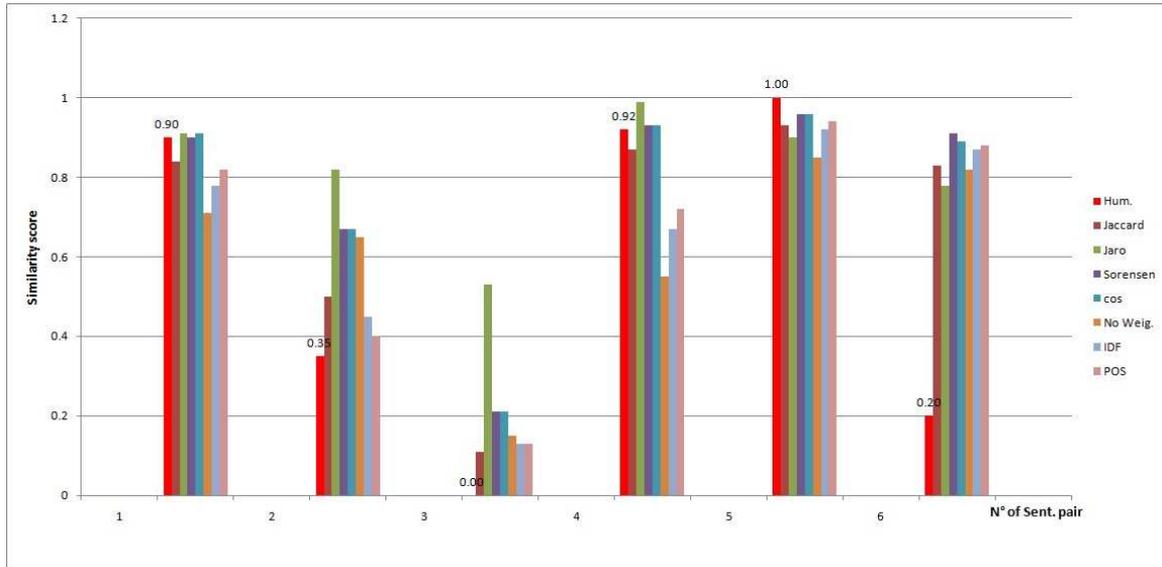
N	Sentence Pair	Hum.	XJaccard	XJaro	XSorensen	XCos	No Weig.	IDF	POS
1	ذهب يوسف إلى الكلية يوسف مضى مسرعاً إلى الجامعة	0.90	0.84	0.91	0.9	0.91	0.71	0.78	0.82
2	إمرأة تحدث على الهاتف صبيان يتحدثان على الهاتف	0.35	0.5	0.82	0.67	0.67	0.65	0.45	0.40
3	رجل يصب المعكرونة في طبق المتسابق في سيطرة إسعاف	0.00	0.11	0.53	0.21	0.21	0.15	0.13	0.13
4	إمرأة تضع الماكياج إمرأة تضع المناحيق على وجهها	0.92	0.87	0.99	0.93	0.93	0.55	0.67	0.72
5	يزيل ترسبات السمكة رجل يزيل الترسبات من السمكة	1.00	0.93	0.9	0.96	0.96	0.85	0.92	0.94
6	كلب يقرأ كتاباً للطفل يقرأ طفل كتاباً عن الكلاب	0.20	0.83	0.78	0.91	0.89	0.82	0.87	0.88

الجدول 2: مقارنة تقدير التشابه الدلالي المقدم من طرف الطرائق المستخدمة مع الأحكام البشرية. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها في الجدول 2 أن مقاييس التشابه XSorensenDice وXCosine تعطي بشكل عام درجات أفضل مقارنة بالأحكام البشرية والطرق الأخرى. ومع ذلك، في المقارنة الأخيرة (زوج الجملة رقم 6)، أعطت جميع الطرق نتائج غير صحيحة على الرغم من أن الجملتين تحتويان على نفس الكلمات. هذا يرجع إلى حقيقة أن ترتيب الكلمات ليس هو نفسه عند مقارنة الجملتين نحوياً.

Method	Correlation (%)
XCosine	83.31
XJaccard	82.56
XJaroWinkler	68.57
XSorensenDice	83.79
Basic method	72.33
IDF-weighting	78.20
POS tagging	79.69

الجدول 3: نتائج ارتباط بيرسون

أظهرت النتائج المبينة في الجدول 3 أن ارتباط XSorensenDice ل Pearson كان 83.79 %، وهو الأفضل مقارنة بالطرق الأخرى. علاوة على ذلك، تؤكد قيم الارتباط الجيدة أهمية استخدام الأنطولوجيا (الفهرسة الدلالية) في قياس التشابه الدلالي بين جملتين عربيتين (كما هو موضح في الشكل 6).



الشكل 6: مثال على نتائج تشابه الجمل العربية.

أخيراً، نستخلص من النهج المقترح في هذه الورقة، أن استعمال المعلومات الدلالية المستخرجة من الأنطولوجيا، توفر طريقة قياس تشابه دلالي بسيط وموثوق وفعال للغاية.

وقد لاحظنا من خلال الطريقة المتبعة في هذه الورقة، أنه يجب أخذ العديد من العوامل المهمة

والمؤثرة عند حساب التشابه الدلالي وهي كالتالي:

الجملتان لهما نفس النوع: الجملة الاسمية أو الفعلية. مع العلم أن الجملة العربية الاسمية تبدأ بالاسم. ومع ذلك، في الجملة الفعلية، يكون الرأس دائماً فعلاً.

• الجملتان لهما نفس الكلمات بنفس الوظيفة النحوية وبنفس الترتيب.

• مع الجمل الفعلية، يجب تحديد زمن تصريف الأفعال ما إذا كان في نفس الوقت: الماضي أو الحاضر أو المستقبل.

• استخدم كلمات متشابهة بمعنى كلمات أخرى وبمقصود آخر.

• تعديل ترتيب الكلمات التي يؤثر على البنية النحوية للجملة.

• تغيير جنس الفاعل في الجملة (مذكر أو مؤنث).

• استخدام أدوات النفي مثل: ليس، لم، ولا قبل الفعل وهو الأمر الذي يمكن أن يغير معنى الجملة.

بالمقارنة مع جميع الطرق المذكورة في هذه الورقة، لاحظنا أن الطريقة التي تعتمد على الأنطولوجيا

تشمل حالتين:

أولاً، يمكن أن تعطي دقة أفضل لقياس التشابه مقارنة بالطرق الأخرى.

ثانياً، يستغرق وقتاً طويلاً، يصل إلى أكثر من 4 دقائق لكل استعمال، وهو نقطة ضعف لهذا النهج.

الخلاصة (conclusion): في هذه الورقة، قدّمنا نهجًا جديدًا لتوسيع بعض الطرق الموجودة لقياس التشابه الدلالي بين الجمل العربية باستخدام الأنطولوجيا (SchemNet). حيث يعتمد هذا الأخير على الأوزان العربية ومعناها الدلالي للكلمات. لقد قمنا بتطوير نظام لتطبيق عملية التوسع على أربعة مقاييس تشابه (Jaro و Jaccard و Cosine و SorensenDice)، والتي يتم اختيارها من مكتبة Java. لقد جرب النظام على مجموعات البيانات المعيارية SemEval-2017 للجمل العربية. وتم تقييم الأداء عن طريق حساب ارتباط بيرسون بين قيم التشابه الدلالية المعينة للآلة والأحكام البشرية. استنادًا إلى درجة ارتباط بيرسون، تُظهر النتائج أن مقياس التشابه القائم على الأنطولوجيا يحقق درجة أفضل مقارنة بالطرق الأخرى. يمكن أن يكون هذا النهج المقترح أساسًا للعديد من تطبيقات معالجة اللغة الطبيعية مثل استرجاع المعلومات (IR) والإجابة على الأسئلة (QA)، وما إلى ذلك. في العمل المستقبلي، نخطط لدراسة تأثير القواعد التقليدية مثل الإعراب للنص العربي عند قياس التشابه الدلالي بين جملتين.

(References)

المراجع

- [1] Nagoudi, E.B. and Schwab, D. (2017). Semantic Similarity of Arabic Sentences with Word Embeddings. Proceedings of The Third Arabic Natural Language Processing Workshop (WANLP), pages 1824, Valencia, Spain, April 3, 2017.
- [2] Couto, F. and Lamurias A. (2018). Semantic similarity definition. Reference Module in Life Sciences (Encyclopedia of Bioinformatics and Computational Biology). doi:10.1016/B978-0-12-809633-8.20401-9.
- [3] Adnen, A. and Zrigui, M. (2017). Semantic similarity analysis for paraphrase identification in arabic texts. 2017. The 31st Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation PACLIC 31. At: University of the Philippines Cebu, Cebu, Philippines.
- [4] Wali, W., Gargouri, B., and Hamadou, A. (2017). Sentence similarity computation based on wordnet and verbnet. *Computacin y Sistemas*, Vol. 21, No. 4, 2017, pp. 627635. doi: 10.13053/CyS-21-4- 2853.
- [5] Nasri, M., Bouzoubaa, K.M. and Kabbaj, A. (2016). A novel approach for semantic analysis of Arabic texts using an Arabic ontology and Conceptual Graphs. DOI: 10.13140/RG.2.1.1493.4646.
- [6] Zrigui, M. and Mahmoud, A. (2019). Similar meaning analysis for original documents identification in arabic language. In: Nguyen N., Chbeir R., Exposito E., Aniort P., Trawiski B. (eds) *Computational Collective Intelligence. ICCCI 2019. Lecture Notes in Computer Science*, vol 11683. Springer, Cham.
- [7] Neches, R., Fikes, R. and Finin, .T, Gruber, T., Patil, R., Senator, T., and Swartout, W. (1991). Enabling technology for knowledge sharing. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 1991. *AI Magazine*, 12(3) :36-56.
- [8] Yauri, A.R., Kadir, R.A., Azreen Azman, A. and Azmi, M.A.M. (2012). Quranic-based concepts : Verse relations extraction using manchester owl syntax. *International Conference on Information Retrieval & Knowledge Management*.
- [9] Belkredim, F. Z. and El-Sebai, A. (2009). An ontology based formalism for the arabic language using verbs and their derivatives. *Communications of the IBIMA*, vol. 11, pp. 44–52, 2009.
- [10] Thibault Debatty (2020). *Java-string-similarity*. Available from <https://github.com/tdebatty/java-string-similarity>, last accessed on Avril 05th, 2020.
- [11] Black,W., Elkateb, S., Rodriguez, H., Alkhalifa, M., Vossen, P., Pease, A. and Fellbaum, C. (2006). Introducing the arabic wordnet project. Introducing the Arabic WordNet Project, in *Proceedings of the Third International WordNet Conference*. Sojka, Choi, Fellbaum and Vossen eds.

- [12] Elkateb, S., Black, W., Rodriguez, H., Alkhalifa, M., Vossen, P., Pease, A. and Fellbaum, C. (2006). Building a wordnet for arabic. 2006. in Proceedings of the Fifth International Conference on Language Resources and Evaluation, Genoa, Italy.
- [13] Mousser, J. (2010). A large coverage verb lexicon for arabic. In: Proceedings of the 7th conference on International. Language Resources and Evaluation (LREC) (2010), Valetta, Malta.
- [14] Zouaoui, S. and Rezeg, K. (2019). Ontological Approach Based on Multi-Agent System for Indexing and Filtering Arabic Documents. Journal of Digital Information Management, 17(3). 10.6025/jdim/2019/17/3/145-163.
- [15] Hakkoum, A. and Raghay, S. (2016). Semantic Q&A System on the Quran. Arabian Journal for Science and Engineering, 41(12):5205–5214.
- [16] Wali, W., Gargouri, B., and Hamadou, A. (2018). Using Sentence Similarity Measure for Plagiarism Detection of Arabic Documents. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018.
- [17] Al-Zamil, M.G.H and Qasem, A (2014). Automatic extraction of ontological relations from arabic text. Journal of King Saud University Computer and Information Sciences, vol. 26, no. 4, pp. 462–472, 2014., 2014.
- [18] Ishkewy, H., Harb, H., and Farahat, H. (2014). Azhary: An arabic lexical ontology. International journal of Web & Semantic Technology. (IJWest), vol. 5, no. 4, pp. 71–82, 2014.
- [19] Abderrahim, M.A., Dib, M., Abderrahim, M.EA. et al. (2016). Semantic indexing of Arabic texts for information retrieval system. International Journal of Speech Technology.
- [20] Jarrar, M. (2011). Building a formal arabic ontology. In proceedings of the Experts Meeting on Arabic Ontologies and Semantic Networks April 26-28, 2011.
- [21] Badii, E. (1993). معجم الأوزان الصّرفيّة (glossary of schemes). عالم الكتب للطباعة والنّشر والتوزيع (World of books for printing, publishing and distribution).
- [22] Nazmy, T., and Elsehemy, A. (2016). Enhanced Arabic Semantic Information Retrieval system based on Arabic Text Classification. Proceedings of IMCIC - ICSIT 2016 Enhanced.
- [23] Harrag, F. and Al-Nasser, A. (2014). Using association rules for ontology extraction from a quran corpus. 5th International Conference on Arabic Lan-guage Processing (CITALA 2014), Oujda, Morocco..
- [24] Suryana, N. and Azmi, M. S. and Utomo, A. S. (2018). Quran Ontology : Review On Recent. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 96(3):568–581.

- [25] Alian, M. (2018). Arabic Semantic Similarity Approaches Review. International Arab Conference on Information Technology (ACIT).
- [26] Batet, M. and Snchez, D. (2014). Review on semantic similarity. In book: Encyclopedia of Information Science and Technology, Third Edition. DOI: 10.4018/978-1-4666-5888-2.ch746.
- [27] Almarsoomi, F.A., Shea, J.D.O., Bandar, Z., Crockett, K. and Member, S. (2013). Awss : An algorithm for measuring arabic word semantic similarity. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. DOI 10.1109/SMC.2013.92.
- [28] Zhiqiang, L., Werimin, S. and Zhenhua, Y. (2009). Measuring semantic similarity between words using wikipedia. In International Conference on Web Information Systems and Mining, 2009, pages 251255. IEEE.
- [29] Faaza, A., James, D., Zuhair, A. and Keeley, A. (2012). Arabic word semantic similarity. 2012. Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology. No. 70.
- [30] Wali, W., Gargouri, B. and Ben-hamadou, A (2015): A supervised learning to measure the semantic similarity between arabic sentences. In Computational collective intelligence (pp. 158167). Springer.
- [31] MSR-video (2018). Microsoft research video corpus. <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=52422>, (last accessed August 13,2018).
- [32] Alzahrani, S. (2016). Cross-language semantic similarity of arabic-english short phrases and sentences. Journal of Computer Sciences. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2016.1.18>.
- [33] Alzahrani, S., Salim, N. and Abraham, A. (2012). Understanding plagiarism linguistic patterns, textual features and detection methods. IEEE Transactions on Systems, Man, and CyberneticsPart C: Applications and Reviews, vol. 42, no. 2, pp. 133-149, 2012.
- [34] AL-Smadi, M., Jaradat, Z., AL-Ayyoub, M., and Jararweh, Y. (2017). Paraphrase identification and semantic text similarity analysis in Arabic news tweets using lexical, syntactic, and semantic features. Information Processing and Management, 53:640–652.
- [35] Malallah, S., Qassim, A. and Alameer, A. (2017). Finding the similarity between two arabic texts. Iraqi Journal of Science, 2017, Vol. 58, No.1A, pp: 152-162 DOI:10.24996.ijs.2017.58.1A.16.
- [36] Hussein, A. S. (2015). Arabic document similarity analysis using ngrams and singular value decomposition. Proceedings – International Conference on Research Challenges in Information Science, 2015- June:445–455.

- [37] Aldiery, M.G. (2017). The semantic similarity measures using arabic ontology. 2017. Middle East University Amman-Jordan January, 2017.
- [38] Ming Liu, Bo Lang, and Zepeng Gu (2017). Calculating semantic similarity between academic articles using topic event and ontology. CoRR, abs/1711.11508.
- [39] Elavarasi, S.A. Akilandeswari, J. and Menaga, K. (2014). A survey on semantic similarity measure. International Journal of Research in Advent Technology, 2, 389-398.
- [40] Witbrock, M.M C., Cabral, J. and Deoliveira, J. (2006). An introduction to the syntax and content of cyc. In Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Formalizing and Compiling Background Knowledge and its Applications to Knowledge Representation and Question Answering, pages 44-49, Stanford University, Stanford, California.
- [41] Abdelali, A., Darwish, K., Durrani, N. and Mubarak, H. (2016). Farasa: A fast and furious segmenter for arabic. <http://qatsdemo.cloudapp.net/farasa/>, last accessed at 27/09/2018.
- [42] SemEval (2020). Semeval-2017 tasks. Semantic Textual Similarity. Available from <http://alt.qcri.org/semeval2017/task1/index.php?id=dataand-tools>, last accessed on April 10th, 2020.

تأثير العوامل المختلفة على النشاط المضاد للأوكسدة للباراسيتامول وبعض مشتقات الأنيليد

أ.مالكي فتيحة¹، أ. تواتي عبد القادر²، أ. كريمات سميرة³

ملخص (Abstract): الهدف الرئيسي من هذا البحث هو دراسة تأثير بعض العوامل الحركية على النشاط المضاد للأوكسدة للباراسيتامول وبعض مشتقات الأنيليد المحضرة مخبريا، وذلك بطريقة كسح الجذر الحر DPPH[•] (2، 2-ثنائي فينيل -1-بيكريل هيدرازيل). حيث تم اختبار تأثير التركيز، زمن التفاعل والبدائل على النشاط المضاد للأوكسدة للعينات المختبرة، وقورنت النتائج مع بعض مضادات الأوكسدة المرجعية. على أساس النتائج المحصلة، لاحظنا أن مشتقات الأنيليد مارست نشاطا مضادا للأوكسدة معتبرا في التركيزات العالية وفي جميع أزمنة التفاعل المطبقة. هذا النشاط كان أكثر أهمية عند الأنيليدات الدهنية، وقد أبدى المركب الحاوي على مجموعة الفينول (الباراسيتامول) النشاط المضاد للأوكسدة الأكثر ارتفاعا. بالمقارنة مع مضادات الأوكسدة المرجعية، أوضحت النتائج أنه بالنظر إلى زمن التفاعل المستعمل، فإن المركبات تظهر نشاطات مختلفة؛ حيث تتفاعل مضادات الأوكسدة المرجعية على الفور مع DPPH[•] وفي تراكيز صغيرة جدا، بينما تحتاج مشتقات الأنيليد إلى زمن تفاعل أطول وتراكيز أعلى.

الكلمات المفتاحية (Keywords): مشتقات الأنيليد، الفعالية المضادة للأوكسدة، DPPH[•]، الباراسيتامول كسح الجذور الحرة، العوامل الحركية.

Abstract: The main aim of this study was to investigate the effect of some kinetic parameters on the antioxidant activity of paracetamol and some synthesized anilide derivatives, using 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH[•]) free radical scavenging. It was investigated the effect of the concentration, the reaction time and the substituents on the antioxidant activity of the tested compounds, and some standard antioxidants. On the basis of the results obtained, we noted that amide derivatives exhibit considerable antioxidant activities. At high concentrations and in all reaction times applied, these activities were more significant for fatty N- aromatic amide, and the one with phenol group (paracetamol) showed the highest antioxidant activity. In comparison with standard antioxidants, the data showed that, depending on the reaction time used, different activity of the compounds is obtained:

¹ مخبر أبحاث المنتجات الحيوية النشطة وتثمين الكتلة الحيوية، المدرسة العليا للأساتذة، 16308، ص.ب.92، القبة القديمة، الجزائر

² مخبر أبحاث المنتجات الحيوية النشطة وتثمين الكتلة الحيوية، المدرسة العليا للأساتذة، 16308، ص.ب.92، القبة القديمة، الجزائر

³ مخبر أبحاث المنتجات الحيوية النشطة وتثمين الكتلة الحيوية، المدرسة العليا للأساتذة، 16308، ص.ب.92، القبة القديمة، الجزائر

standard antioxidants react immediately with DPPH[•]; however the synthesized amide derivatives need longer reaction times and higher concentrations.

Keywords: Anilide derivatives, Antioxidant activity, DPPH[•], Paracetamol, Radical scavenging, Kinetic parameters.

1. المدخل (Introduction): الجذور الحرة هي عبارة عن ذرة أو مجموعة من الذرات تحتوي على إلكترون غير متزاوج على الأقل. الجذور الحرة نشيطة على العموم ويمكن أن تسبب آثاراً ضارة [1] والعديد من الأمراض التي تصيب الإنسان [2]. يمكن للإنتاج المفرط للجذور الحرة أن يؤدي إلى إجهاد تأكسدي، ويعتقد أن هذا يمثل آلية أساسية لعدد من الاضطرابات البشرية (مثل الاضطرابات العصبية والالتهابية والنفسية والإصابة بأنواع السرطانات) [3، 4].

مضادات الأكسدة هي مواد يمكن أن تؤخر أو تمنع عملية أكسدة الجذور الحرة [5] والتقليل من مخاطرها بصورة منهجية من خلال تخفيض تركيزها [6]. يمكن أن تكون مضادات الأكسدة عوامل واعدة لعلاج الأمراض ذات الصلة بالإجهاد التأكسدي [7]. وقد ثبت أنها فعالة في علاج المشاكل الصحية المختلفة بما في ذلك الأمراض التنكسية العصبية والجهازية، والأمراض المعدية [8]. تلعب مضادات الأكسدة الغذائية دوراً مهماً في تحييد الجذور الحرة الزائدة عن طريق تحويلها إلى منتجات غير جذرية و / أو عن طريق كسح الجذور الوسيطة [9، 10]. لقد أصبح هناك اهتمام متزايد بالمواد التي تظهر خصائص مضادة للأكسدة، ففي السنوات الأخيرة اهتم العديد من الباحثين بالبحث عن المواد التي يمكن أن تعمل على القضاء على الجذور الحرة. ولقد تم توفير عدد من الجزيئات المضادة للأكسدة كمكونات غذائية أو كأدوية محددة للإنسان والحيوان [11]، كما تم دمجها أيضاً في الأغذية لحماية مدة صلاحيتها [12، 13]. العديد من الطرق تم اعتمادها لتقييم النشاط المضاد للأكسدة لمركبات محددة، وتمثل طريقة كسح الجذر الحر 2، 2-ثنائي فينيل 1-بيكريل هيدرازيل (DPPH[•]) الطريقة الأكثر شيوعاً لسهولة وفلا تكلفتها [13-16].

تلعب مشتقات الأמיד دوراً هاماً في الأنشطة البيولوجية [17]، وهناك مجموعة مثيرة للاهتمام من هذه المركبات هي الأنيليدات ومشتقاتها. وحديثاً اكتسبت هذه المركبات اهتماماً كبيراً بسبب فعاليتها البيولوجية [18] فهي تستخدم على نطاق واسع كمضادات أكسدة [19]، مضادات حيوية، مضادات الاختلاج، في التخدير كمسكنات، كخافضات للحرارة، ولتجميع الصفائح الدموية [20] ... إلخ. كما أنها تستخدم كوسيط في تخليق مواد علاجية [21].

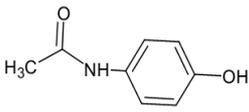
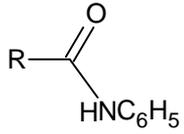
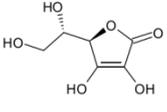
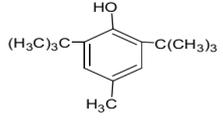
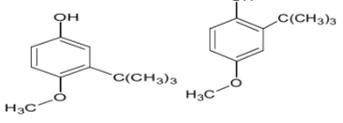
في دراساتنا السابقة [19، 21، 23]، كشفنا قدرة بعض الأنيليدات المحضرة مخبرياً في كسح الجذور الحرة ما يعني قدرتها على منح الهيدروجين وهذا من خلال استعمالنا لطريقة DPPH[•]. واستمراراً لبحوثنا حول هذه المركبات، نقدم في هذه الدراسة تأثير بعض العوامل على نشاط الكسح الجذري للباراسيتامول ولمشتقات الأنيليد والمتمثلة في تأثير التركيز، زمن التفاعل والبدائل على كربونيل الأמיד باستعمال طريقة 2-ثنائي فينيل 1-بيكريل هيدرازيل (DPPH[•]).

2. المواد والطرائق (Materials and methods):

2.1. المواد الكيميائية والأجهزة المستعملة: المواد الكيميائية والمذيبات المستعملة من النوع التحليلي تم شراؤها من شركات: Merck و Biochem، Prolabo، Sigma-Aldrich. جهاز الطيف الضوئي فوق البنفسجي والمرئي المستعمل من نوع:

Pye Unicam SP8 UV/vis، و Schimadzu UV-Vis 1605 ذي شعاع مزدوج.

2.2. المركبات المدروسة: تم تحضير الأنيليدات 2 و3 مخبرياً وفقاً للطريقة الموضحة في منشوراتنا السابقة [21، 22]، من خلال تفاعل فائض من الأنيلين مع الأحماض الكربوكسيلية الموافقة، عن طريق التسخين عند 160-200 م° لمدة 3-4 ساعات مع التقطير المستمر للماء الناتج عن التفاعل. يبين الشكل (1) الصيغ الكيميائية للبراسيتامول 1، لمشتقات الأنيليد 2،3،4 ولمضادات الأوكسدة المرجعية (BHT، BHA، فيتامين C) التي تم اختبارها.

 <p>باراسيتامول 1</p>	 <p>3 دوديكانيليد R=C₁₁H₂₃ بنزانيليد R=C₆H₅ أسيتانيليد R=CH₃</p>	
 <p>فيتامين C</p>	 <p>BHT</p>	 <p>BHA</p>

الشكل 1. الصيغ الكيميائية للمركبات المدروسة.

3.2. اختبار كسح الجذر الحر DPPH: DPPH هو كاشف شائع يستعمل عادة لتقدير كسح الجذور الحرة بمضادات الأوكسدة، تم استعماله على نطاق واسع لتحديد قدرة المركبات الغذائية على كسح والتقاط الجذور الحرة بسبب بساطته ولأنه يتطلب فترة زمنية قصيرة نسبياً بالمقارنة مع الطرق الأخرى [24]. تعتمد هذه الطريقة على إرجاع محلول كحولي لـ DPPH في وجود مضادات أوكسدة مانحة للهيدروجين [25]. في اختبار كسح الجذر الحر DPPH، تتفاعل مضادات الأوكسدة مع DPPH وتحوّله إلى ثنائي فينيل بيكريل هيدرازين الأصفر. يتم تقييم إرجاع جذر DPPH بالمركبات المضادة للأوكسدة عن طريق انخفاض الامتصاصية عند 517nm [13].

في هذه الدراسة، تم تحديد الفعالية المضادة للأوكسدة للمركبات التي تم اختبارها باستخدام الجذر الحر المستقر 2، 2-ثنائي فينيل-1 بيكريل هيدرازيل (DPPH) وفقاً لطريقة Blois [13] مع بعض التعديلات.

حضرت تراكيز مختلفة من العينات المدروسة (0-100µg/mL) وتم إضافة 1mL من كل منها إلى 1mL من محلول ميثانولي لـ DPPH[•] (0.004%) [23,19]، ثم مزج وخلط المزيج السابق بخلاط الأنابيب (Vortex). تركت هذه الخلائط لمدة 30-180 دقيقة في درجة حرارة الغرفة وفي الظلام. بعد ذلك تم قياس الانخفاض في الامتصاصية عند طول الموجة 517 nm. تم التعبير عن النشاط الكاسح للجذور الحرة DPPH[•] بحساب النسبة المئوية لتثبيط الأكسدة في البداية (t=0) وبعد زمن تفاعل معين (t) من المعادلة التالية.

$$\text{النسبة المئوية لتثبيط الأكسدة} = (A_0 - A_1) / A_0 \times 100$$

حيث A_0 و A_1 توافقان على التوالي الامتصاصية عند طول الموجة 517 nm للجذر DPPH[•] في غياب ووجود مضادات الأكسدة.

4.2. تحديد IC₅₀: يعبر التركيز الفعال IC₅₀ عن التركيز المضاد للأكسدة اللازم لتثبيط 50% من جذور DPPH[•] [27]. وقد تم إدخال هذه المعامل من قبل Brand-Williams ومعاونيه [15]. تشير قيمة IC₅₀ الأكثر انخفاضاً إلى فعالية مضادة للأكسدة أكبر. تم تحديد قيم IC₅₀ للعينات المدروسة من المخطط البياني المعبر عن النسبة المئوية للتثبيط وتراكيز العينة.

3. معالجة المعطيات: أنجزت كل التجارب بثلاثة تكرارات، وقد تم التعبير عن المعطيات كمتوسط ± الانحراف المعياري. قيمت الاختلافات باستعمال برنامج التحليل الإحصائي (ANOVA). تعتبر الاختلافات معنوية عند P<0.05.

4. النتائج والمناقشة (Results and discussion):

1.4 تحضير الأنيليدات: تم تحضير الأنيليدات بمرودود جيد على شكل مواد صلبة، و تم التأكد من بنيتها من خلال التحاليل الطيفية المختلفة [21، 22].

2. 4. قياس الفعالية المضادة للأكسدة بطريقة DPPH[•]: تم استعمال DPPH[•] على نطاق واسع كجذر حر لتقييم المواد المرجعة وكاشف لتقدير تثبيط الجذور الحرة للمركبات [28، 29]. في طريقة DPPH[•] ينشأ من التفاعل الكيميائي انتقال إلكترون أو ذرة هيدروجين من مضاد الأكسدة إلى الجذر الحر DPPH[•] فيصبح متعادلاً [30]. في شكله الجذري، يمتص الجذر DPPH[•] عند 517 nm، وعند إرجاعه بمضادات الأكسدة، تنخفض امتصاصيته نتيجة لتشكيله DPPH-H غير الجذري [13].

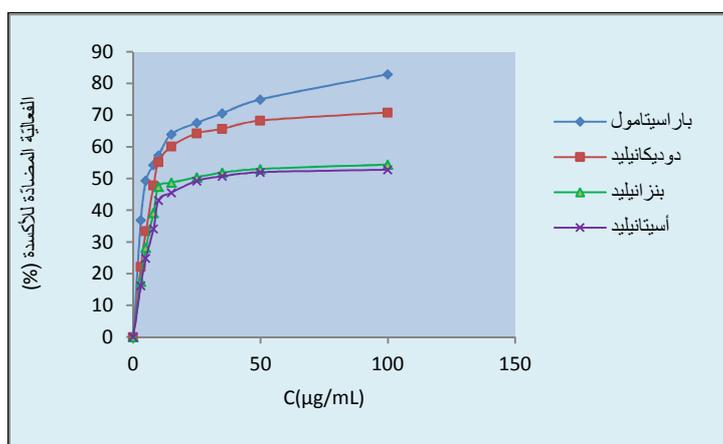
في هذا البحث، قمنا بقياس الفعالية المضادة للأكسدة للمركبات المختبرة 1-4 من خلال تحديد قدرتها على كبح وتثبيط الجذر الحر DPPH[•] بطريقة لونية [19، 23]، وكذلك تأثير التركيز، زمن التفاعل والبدائل على هذه الفعالية. تم استخدام حمض الأسكوربيك (فيتامين C)، BHA و BHT كمضادة أكسدة مرجعية.

3.4. تأثير التركيز: نتائج نشاط كسح الجذر DPPH[•] للأنيليدات 1-4 المدروسة في تراكيز مختلفة بعد 180 دقيقة مبينة في الجدول (1).

الجدول 1. النشاط المضاد للأوكسدة (%) للباراسيتامول ومشتقات الأنيليد في تراكيز مختلفة.

التركيز C (µg/mL)	0	3	5	8	10	15	25	35	50	100
الباراسيتامول 1	0	36,8 2± 0,20	49,3 6±0, 1	54,23±1 ,03	57,3±0, 61	63,98±0 ,29	67,56±0 ,62	70,56±0 ,59	74,96±0 ,67	82,92±0 ,56
الدوكانيليد 2	0	22,1 9± 0,97	33,4 5±0, 45	47,83±0 ,55	55,23±0 ,41	60,16±0 ,53	64,25±0 ,63	65,65±0 ,76	68,27±0 ,55	70,84±0 ,64
البنزانييليد 3	0	17,5 4± 0,9	28,1 5±0, 67	39,18±0 ,73	47,42±1 ,37	48,71±0 ,59	50,37±0 ,59	51,85±0 ,19	53,02±0 ,29	54,43±0 ,67
الأسيتانييليد 4	0	16,2 5± 0,98	24,8 7±0, 47	34,11±0 ,55	43,14±0 ,52	45,54±0 ,50	49,26±0 ,44	50,71±0 ,53	51,99±0 ,1	52,77±0 ,1

كما هو مبين في الشكل (2)، أظهرت مشتقات الأنيليد 1-4 مقدرتها على كسح الجذور الحرة DPPH. وقد لوحظ أن الفعالية المضادة للأوكسدة تعتمد على التركيز، حيث تزداد بازدياد تركيز الأنيليدات المختبرة. قد يكون هذا النشاط راجعاً إلى وجود N-H في جزء الأميد، والذي قد يمنح الهيدروجين إلى الجذر DPPH مما يرجعه إلى نوع غير تفاعلي [31]. بمقارنة النتائج، نلاحظ أن الباراسيتامول 1 هو الأكثر فعالية في كسح الجذر الحر بينما الأسيتانييليد 4 هو الأقل فعالية.



الشكل 2. النشاط المضاد للأوكسدة لمشتقات الأنيليد في تراكيز مختلفة.

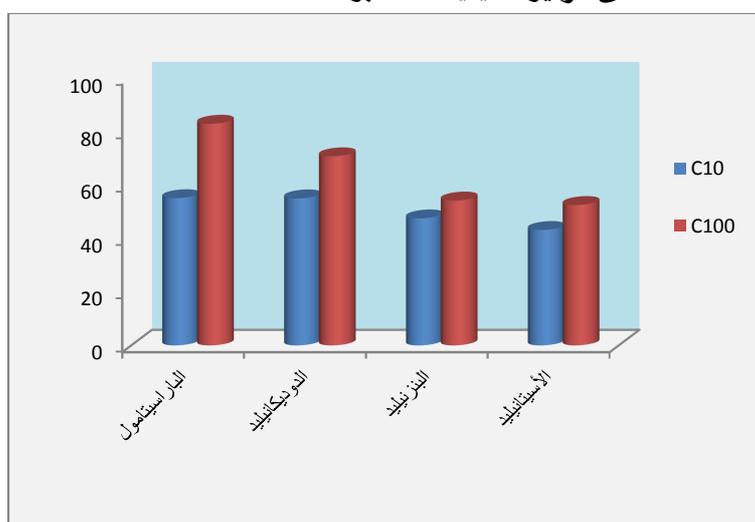
لدراسة تأثير التركيز وللمقارنة استعملنا تركيزين مختلفين $C=10 \mu\text{g/mL}$ و $C=100 \mu\text{g/mL}$ لكل أنيليد

بعد 180 دقيقة. والنتائج التي تم الحصول عليها مبينة في الجدول (2).

الجدول 2 النشاط المضاد للأوكسدة (%) للباراسيتامول ومشتقات الأنيليد في التركيزين $C=10 \mu\text{g/mL}$ و $C=100 \mu\text{g/mL}$.

التركيز ($\mu\text{g/mL}$)	الباراسيتامول 1	الدوديكانيليد 2	البنزنييليد 3	الأسيتانيليد 4
$C=10$	$57,3 \pm 0,61$	$55,23 \pm 0,41$	$47,42 \pm 1,37$	$43,1 \pm 0,52$
$C=100$	$82,92 \pm 0,56$	$70,84 \pm 0,64$	$54,43 \pm 0,67$	$52,77 \pm 0,1$

يظهر الشكل (3) بوضوح تأثير التركيز على الفعالية المضادة للأوكسدة لمشتقات الأنيليد، حيث أنها تزداد بزيادة تركيزها. كما أن الباراسيتامول هو الأكثر فعالية مقارنة بجميع الأنيليدات الأخرى. يمكن أن نستنتج أن قدرة إرجاع الجذر DPPH[•] تعتمد على تركيز الأنيليد المختبر.

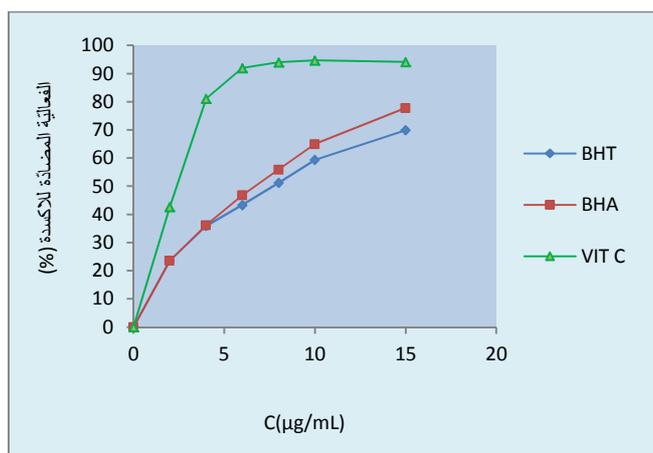


الشكل 3. نسبة تثبيط الجذور الحرة DPPH[•] لمشتقات الأنيليد في التركيزين $C=10 \mu\text{g/mL}$ و $C=100 \mu\text{g/mL}$

نتائج نشاط الكسح الجذري لمضادات الأوكسدة المرجعية BHA، BHT و فيتامين C في تراكيز مختلفة (0-15 $\mu\text{g/mL}$) موضحة في الجدول (3).

الجدول 3. النشاط المضاد للأوكسدة (%) لمضادات الأوكسدة المرجعية في تراكيز مختلفة.

التركيز ($\mu\text{g/mL}$)	0	2	4	6	8	10	15
BHT	0	$23,66 \pm 0,94$	$35,9 \pm 0,41$	$43,32 \pm 0,1$	$51,24 \pm 0,16$	$59,36 \pm 0,16$	$69,9 \pm 0,1$
BHA	0	$23,57 \pm 1,77$	$36,17 \pm 1,09$	$46,79 \pm 0,94$	$55,9 \pm 0,4$	$65 \pm 0,16$	$77,79 \pm 0,1$
فيتامين C	0	$42,63 \pm 0,28$	$81,07 \pm 0,18$	$91,96 \pm 0,46$	$94,03 \pm 0,48$	$94,69 \pm 0,73$	$94,14 \pm 0,94$



الشكل 4.

النشاط المضاد للأوكسدة للمركبات المرجعية (BHT، BHA، فيتامين C) في التراكيز 0-15 µg/mL.

من خلال الشكل (4) نلاحظ أنّ المركبات المرجعية تملك نشاطا مضادا للأوكسدة مرتفعا وأنّ الفيتامين C هو المركب الأكثر نشاطا. فيما يتعلق بالبنية الجزيئية، فإن قوة الكسح الكبيرة لمضادات الأوكسدة المرجعية تعود بشكل رئيسي إلى وجود مجموعات الهيدروكسيل في بنيتها على حلقة الفينيل، وبالتالي يمكنها منح ذرة الهيدروجين لجذر DPPH [16].

بالمقارنة مع مشتقات الأنيليد، نلاحظ أنّه عند التراكيز المنخفضة (0-15 µg/mL) تظهر مضادات الأوكسدة المرجعية نشاطا (70-94%) أعلى من الأنيليدات 1-4 (46-64%). كما يمكن ملاحظة أن القدرة المضادة للأوكسدة للباراسيتامول 1 والأنيليد 2 ذي السلسلة الدهنية قريبة من تلك التي يملكها BHT و BHA ولكنها أقل قدرة مقارنة بفيتامين C.

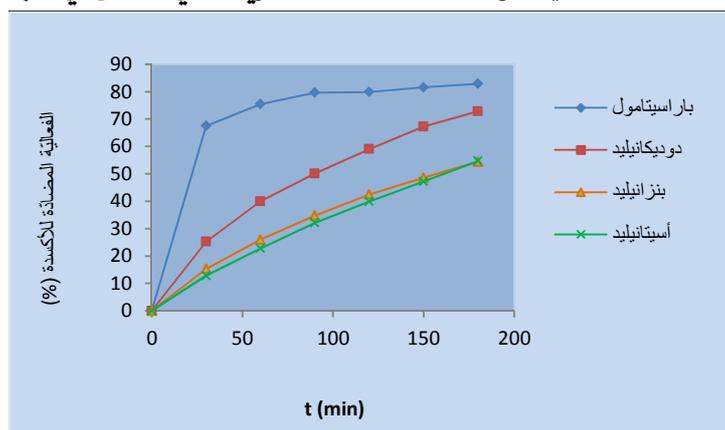
4.4. تأثير زمن التفاعل: زمن التفاعل هو معيار مهم في تقييم النشاط المضاد للأوكسدة [7]. في هذه الدراسة، تابعنا التفاعل الحراري لمشتقات الأنيليد 1-4 مع الحفاظ على تراكيزها ثابتة (C=100 µg/mL) لمدة 180 دقيقة. نتائج نشاط كسح الجذر DPPH للأنيليدات في أزمنة مختلفة موضحة في الجدول (4).

الجدول 4. النشاط المضاد للأوكسدة (%) للباراسيتامول ومشتقات الأنيليد في أزمنة مختلفة.

الزمن (min) t	0	30	60	90	120	150	180
الباراسيتامول 1	0	67,52±1,32	75,44±1,38	79,63±0,40	79,87±0,39	81,54±0,15	82,92±0,56
الدوديكانيليد 2	0	25,2±0,30	39,99±0,15	50,1±0,39	59±0,15	67,21±1,03	70,84±0,64
البنزينيليد 3	0	15,32±0,26	26,01±0,59	34,77±0,31	42,49±0,31	48,61±0,11	54,43±0,67
الأسيتانيليد 4	0	12,82±0,11	22,75±0,23	32,12±0,74	39,92±0,86	47,2±0,31	52,77±0,1

تظهر النتائج أنه وفقا لزمن التفاعل المستعمل، تم الحصول على نشاط مختلف للأنيليدات. في الزمن 0-30 min: لاحظنا أنّ للأنيليدات الثلاثة (الدوديكانيليد 2، البنزينيليد 3 والأسيتانيليد 4) نشاط تثبيط للأوكسدة منخفضا نسبياً مقارنة بالباراسيتامول 1.

عند زمن $t=180 \text{ min}$ لاحظنا وجود نسبة أعلى لتثبيط $DPPH^{\bullet}$ في جميع الأنيليدات المختبرة، وهي أكثر أهمية في الأنيليد ذي السلسلة الطويلة 2 وتقترب من الباراسيتامول 1 والذي له أعلى نشاط مضاد للأوكسدة. من الشكل 5 ومقارنة بالزمن $t=30 \text{ min}$ ، نلاحظ أنّ فعالية تثبيط الـ $DPPH^{\bullet}$ عند $t=180 \text{ min}$ أصبحت بالتقريب أكبر بـ 4 مرات لكل من البنزانيلايد 3 والأسيتانيلايد 4، والدوديكانيليد ذي السلسلة الطويلة 2 أكبر بـ 3 مرات. في حين أنّ فعالية البراسيتامول أصبحت ثابتة تقريبا وهي الأعلى في تثبيط $DPPH^{\bullet}$.



الشكل 5.

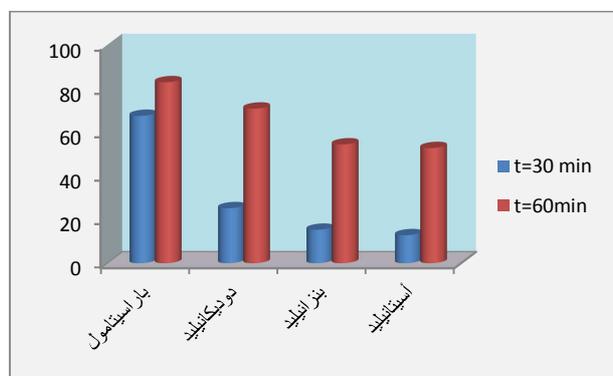
النشاط المضاد للأوكسدة لمشتقات الأنيليد في أزمنة مختلفة عند $C=100 \mu\text{g/mL}$

لدراسة تأثير زمن التفاعل وللمقارنة استعملنا زمنين مختلفين $t=30 \text{ min}$ و $t=180 \text{ min}$ لكل مركب

وهذا عند التركيز $C=100 \mu\text{g/mL}$ والنتائج مبينة في الجدول (5).

الجدول 5. النشاط المضاد للأوكسدة (%) للباراسيتامول ومشتقات الأنيليد في الزمنين $t=30 \text{ min}$ و $t=180 \text{ min}$.

الزمن (min) t	الباراسيتامول 1	الدوديكانيليد 2	البنزانيلايد 3	الأسيتانيلايد 4
t=30min	67,52±1,32	25,2±0,30	15,32±0,26	12,82±0,11
t=180min	82,92±0,56	70,84±0,64	54,43±0,67	52,77±0,1



الشكل 6.

نشاط تثبيط الجذور الحرة $DPPH^{\bullet}$ للباراسيتامول 1 والأنيليدات 2-4 في الزمنين $t=30 \text{ min}$ و $t=180 \text{ min}$

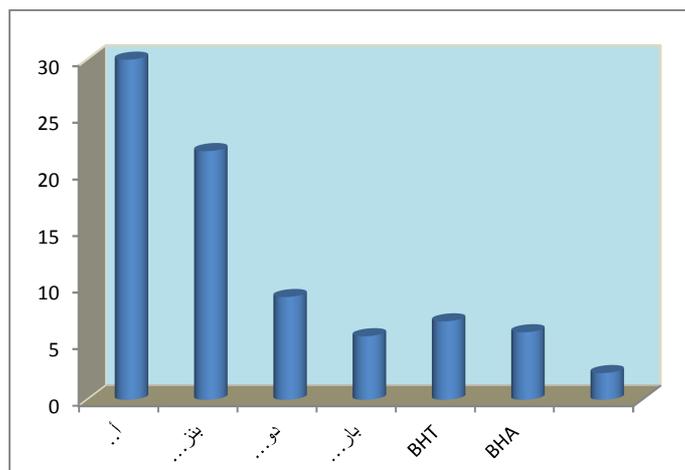
تظهر النتائج بوضوح أنّ زمن التفاعل له تأثير كبير على النشاط المضاد للأوكسدة لمشتقات الأنيليد المختبرة حيث تزداد الفعالية من خلال إطالة مدة التفاعل، وأنّ الپاراسيتامول هو أفضل مضاد أكسدة مقارنة بجميع الأنيليدات الأخرى. يمكن أن نستنتج أن قدرة إرجاع الأنيليدات تعتمد على زمن تفاعلها مع DPPH.

5.4. تأثير البدائل

أعطى حساب قيم IC₅₀ النتائج الموضحة في الجدول 6 والشكل 7، حيث نلاحظ أنّ قدرة الأنيليدات المختبرة 2-4 أقل من قدرة مضادات الأوكسدة المرجعية، كما أنّ الپاراسيتامول 1 هو الأعلى نشاطاً من حيث قدرته المضادة للأوكسدة مقارنة بالأنيليدات الأخرى، بينما الأستينيليد 4 هو الأقل نشاطاً.

الجدول 6. قيم IC₅₀ (µg/mL) للأنيليدات ومضادات الأوكسدة المرجعية.

المركبات	فيتامين C	BHA	BHT	الپاراسيتامول 1	الدوديكانيليد 2	البزنيليد 3	الأستينيليد 4
قيم IC ₅₀ (µg/mL)	2,36±0,11	5,95±0,1	6,91±0,57	5,6±0,9	9,05±0,41	22±1,35	30±0,72



الشكل 7. قيم IC₅₀ للأنيليدات ومضادات الأوكسدة المرجعية.

إنّ تطبيق مبدأ "بنية-فعالية" واستنادا إلى قيم IC₅₀ للأنيليدات ومضادات الأوكسدة المرجعية المختبرة يمكن أن نستنتج أنّ:

- مضادات الأوكسدة المرجعية أقوى نشاطا مقارنة بالأنيليدات. ففي الواقع يكون منح الهيدروجينات الفينولية في مضادات الأوكسدة المرجعية والپاراسيتامول 1 أكثر سهولة ويؤدي إلى استقرار الجذور عن طريق ظاهرة الرتين، بينما بنيت الأنيليدات الأخرى 2-4 لا تظهر إلا هيدروجينا واحدا قابلا للمنع وهو هيدروجين الأميد CO-NH-. وعلى الرغم من أنّ الجذر المتولد في ذرة الأزوت يتم تثبيته من قبل مجموعات الفينيل والكربونيل إلا أنّ منح هذا الهيدروجين يكون صعبا نسبيا [32].

• يحتوي الباراسيتامول في نفس الوقت على هيدروجين فينولي وهيدروجين الأמיד ووجود مجموعة الفينول على وظيفة الأמיד يزيد من نشاطه المضاد للأكسدة، وهو قريب من نشاط مضادات الأكسدة المرجعية، وبالتالي فإنّ النشاط المضادّ للأكسدة الواضح للباراسيتامول من بين الأنيليدات التي تمّ فحصها يعود إلى إزالة البروتون من مجموعة الهيدروكسيل بواسطة الجذر DPPH.

• في الدوديكانيليد 2 (بمجموعة undecyl) تأثير السلسلة الكربونية الطويلة المحبة للدهون تجلّي واضحاً مقارنة بالبنزانيليد3(بمجموعة فينيل) والأسيتانيليد 4(بمجموعة الميثيل). وبالتالي فإنّ إدخال سلسلة ألكيل طويلة على مجموعة الكربونيل يحسّن النشاط المضادّ للأكسدة. على العكس من ذلك، فإنّ إدخال فينيل أو ميثيل على مجموعة الكربونيل يقلّل من هذا النشاط.

تشير هذه النتائج أنّ النشاط المضادّ للأكسدة للأنيليدات ذو صلة بطبيعة البدائل المرتبطة بمجموعة الأמיד فيما يتعلّق بإمكانية تثبيت الجذور الحرّة؛ ويبدو أنّ الاستقرار بالرتين وتأثير الانجذاب للدهون بسبب طول السلسلة هي عوامل فعالة. يمكن أن يعزى النشاط المضادّ للأكسدة للأنيليدات إلى الأنظمة المترافقة التي تحتوي على ذرات الأزوت، والمعروفة أنّها تثبت الجذور الحرّة [32]. هذه الأنظمة المترافقة هي أكثر انتشاراً في الباراسيتامول 1 والدوديكانيليد 2 بالمقارنة مع البنزانيليد 3 والأسيتانيليد 4. ففي هذه المركبات، يتمّ تثبيت الجذر المتشكّل بقوة بواسطة الرتين من خلال مجموعات الفينيل والكربونيل [33].

5. الخلاصة (Conclusion):

على أساس النتائج المتحصّل عليها، يمكن استنتاج أنّ للأنيليدات نشاطاً مضاداً للأكسدة وأنّ التركيز وإطالة زمن التفاعل أمران مهمّان للغاية ويؤثران بشكل كبير على نشاط الكسح الجذري. كما أنّ إدخال بدائل على مجموعة الأמיד يؤدي إلى تحسين هذا النشاط، حيث أنّ وجود مجموعة الفينول في مركب الباراسيتامول أو إدخال سلسلة ألكيل دهنية على الكربونيل في مركب الدوديكانيليد زاد من قدرة تثبيط الجذور الحرّة.

أفادت الدّراسة المنجزة في الحصول على معلومات أكثر فيما يتعلّق بالنشاط المضادّ للأكسدة لمشتقات الأنيليد المدروسة عن طريق التحكم في زمن تفاعلاتها، تراكيذها وبنيتها الكيميائية، كما تشير إلى إمكانية استخدامها كمضادات أكسدة في مجال صناعة الأدوية.

6. المراجع (References):

1. J. Sharifi-Rad, S.M. Hoseini-Alfatemi, A. Miri, M. Sharifi-Rad, L. Soufi, M. Sharifi-Rad, W.N. Setzer, M. Hoseini, M. Sharifi-Rad and M. Rokni, Phytochemical analysis, antioxidant and antibacterial activities of various extracts from leaves and stems of *Chrozophora tinctoria*, *Environmental and Experimental Biology*, 13, pp. 169–175, 2015.
2. NJ Temple. Antioxidants and disease: more questions than answer, *Nutrition Research*, 20, pp. 449–459, 2000.
3. A. Das Sarma, R.A. Mallick and K.A. Ghosh, Free radicals and their role in different clinical conditions: an overview, *Int. J. Pharm. Sci. Res.*, 1, pp. 185–192, 2010
4. S. Sen and R. Chakraborty, The role of antioxidants in human health. In Andreescu S, Hepel M (eds). Oxidative Stress: Diagnostics, Prevention, and Therapy, *ACS Symposium*, 2011.
5. E. Marinova, L. Georgiev, I. Totseva, K. Seizova and T. Milk, Antioxidant activity and mechanism of action of some synthesised phenolic acid amides of aromatic, *Czech J. Food Sci.* 31(1), pp. 5–13, 2013.
6. N. Benkeblia, Free–Radical Scavenging Capacity and Antioxidant Properties of Some Selected Onions (*Allium cepa* L.) and Garlic (*Allium sativum* L.) Extracts, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(5), pp. 753–759, 2005.
7. VD Kancheva, et al., Antiradical and antioxidant activities of new bio–antioxidants. *Biochimie*, 94 (2), pp. 403–415, 2012.
8. K. Rahman , Studies on free radicals, antioxidants, and cofactors, *Clinical Interventions in Aging*, 2, pp. 219-236, 2007
9. M. G. Miguel, Antioxidant activity of medicinal and aromatic plants, *A review Flavour. Fragr. J.*, 25, pp. 291–312, 2010.
10. P. Guinot, A. Lemoine, E. M. Joss, S. Pelegrin, A. Gargadenec, S. Rapior and P. Poucheret, Evaluation of antioxidant and antiproliferative activities of dyeing plants, *Acta Bot. Gallica*, 157, pp. 37–43, 2010.
11. E. Köksal and I. Gülçin, Antioxidant Activity of Cauliflower (*Brassica oleracea* L.), *Turk. J. Agric. For.*, 32, pp. 65-78, 2008, and references therein.
12. J. Lebeau, C. Furman, J. L. Bernier, P. Duriez, E. Teissier, and N. Cotelle, Antioxidant properties of di-tert-butylhydroxylated flavonoids, *Free Rad. Biol. Med.*, 29, pp. 900-912, 2000.
13. M. S. Blois, "Antioxidant determinations by the use of stable free radical", *Nature*, vol. 181, pp. 1199-1200, 1958.
14. P. Molyneux, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH•) for estimating antioxidant activity, *Songklanakarinn J Sci Technol.* 26, pp. 211–219, 2004.
15. W. Brand–Williams, ME Cuvelier, C. Berset. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *LWT - Food Science and Technology*. 28, pp. 25–30, 1995.
16. V. Bondet, W Brand–Williams, C Berset. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using free radical method. *LWT - Food Science and Technology*, 30, pp. 609–615, 1997.
17. N. Kushwaha, RK Saini, SKS Kushwaha Synthesis of some amide derivatives and their biological activity. *Int J Chem Tech Res*, 3(1), pp. 203-209, 2011.

18. NN Farshori, A Ahmad, AU Khan, A Rauf, A facile, one-pot synthesis, characterization and antimicrobial activity of o-hydroxy anilide derivatives and 1-substituted-1,3-dicyclohexylurea analogs of long chain carboxylic acids, *Eur. J. Med. Chem.*, 46(4), pp. 1433-1438, 2011.
19. F. Malki, A. Touati, K. Hamza, S. Moulay, M., Antioxidant activity of a series of amides, *J. Mater. Environ Sci.*, 7(3), pp. 936-941, 2016.
20. B. Narasimhan, R. Narang, V. Judge, R. Ohlan, S. Ohlan, Synthesis, antimicrobial and QSAR studies of substituted anilides, *General Papers*, 15, pp. 112-126, 2007.
21. F. Malki, A. Touati, S. Rahal, S. Moulay, Total synthesis of monocyclic pyrimidinium betaines with fatty alkyl chain, *Asian Chem.*, 23(3), pp. 961-967, 2011
22. F. Malki, A. Touati, S. Moulay and Michel Baltas, Towards Green Synthesis of Fatty Alkanilides, *J. Mater. Environ. Sci.*, JMES, 8 (1), pp. 238-243, 2017.
23. F. Malki, A. Touati and S. Moulay. Comparative Study of Antioxidant Activity of Some Amides, *J. Anal. Pharm. Res.*, 5(3), 00143, pp.1-5, 2017.
24. M. Majewska, M. Skrzycki, M. Podsiad and H. Czczot, Evaluation of antioxidant potential of flavonoids: an in vitro study, *acta poloniae pharmaceutican drug research*, 68, pp. 611-615, 2011.
25. İ Gülçin, E. Kireççi, E. Akkemik, F. Topal and O. Hisar, Antioxidant, antibacterial, and anticandidal activities of an aquatic plant: duckweed (*Lemna minor* L. Lemnaceae), *Turk J. Biol.*, 34, pp. 175-88, 2010.
26. K. Mishra, H. Ojha and NK Chaudhury, Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH• assay: A critical review and results, *Food Chemistry*, 130, pp.1036–1043, 2012.
27. Y. Lu and LY Foo, Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace, *Food Chemistry*, 68, pp.81-85, 2000.
28. DMT Motlhanka, S. Habtemariam, P. Houghton, Free Radical Scavenging Activity of Crude Extracts and 4'-O-24. Methylepigallocatechin, *Is Organic and Bioorganic Chemistry*, 4(1), pp. 1–5. 2014.
29. XJ Duan, WW Zhang, XM Li. Evaluation of antioxidant property of extract obtained from a red alga, *Polysiphonis ureceolta*. *Food Chemistry*, 95, pp. 35–43, 2006.
30. J. Sochor, M. Ryvolova, O. Krystofova, P. Salas, J. Hubalek, V. Adam et al. "Fully Automated Spectrometric Protocols for Determination of Antioxidant Activity: Advantages and Disadvantages, *Molecules*, 15, pp. 8618-8640, 2010.
31. H. Wang, X. D. Gao, G. C. Zhou, L. Cai, and W. B. Yao, In Vitro and in Vivo antioxidant activity of aqueous Extract from *Choerospondias axillaris* fruit, *Food Chem.*, 106, pp. 888-895, 2008.
32. C. Wentrup. *Reactive Molecules: The Neutral Reactive Intermediates in Organic Chemistry*. New York: John Wiley and Sons, 1984.
33. F. Malki, A Touati, S Moulay, et. Evaluation of Antioxidant Activity of Some Mesoionic Pyrimidinium Betaines by Three Different Methods, *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 7(6), pp. 73–377, 2016.

دور تسجيل الحركات العينية أثناء القراءة بالعربية بالابتدائي

د. بن سلطانة جمعية*

الملخص (Abstract): تعدّ الآلية البصرية الركيزة الأساسية لاستقطاب، وترجمة السيل المتواصل من المعلومات المحيطية ولا سيما في المراحل التدريسية؛ حيث يكون لنضج مركباتها الفيزيولوجية فعالية تدّرج متميّز لليونة كسب المعلومات. وتلعب النفضات الحركية الدور الأساسي في تموضع وتنسيق المعلومة على الشبكية. مما أدّانا لإيضاح خصائص سيرورة القراءة بالاعتماد على فروقات قيم النفضات العينية المترجمة لإيقاعات الاستجابات البصرية. سنتطرق بهذا البحث لتشخيص آلية السلوك العيني الحركي أثناء القراءة بالتسجيل الكهروضوئي؛ وفقا للتمرّن اللغوي ذو "الاتجاه اليميني ← اليساري أثناء التعلّم"؛ والتي لنا الأوليّة المحضّة في تطبيقها باللغة العربية ببحوثنا. الهدف الأساسي هو إبراز العلاقة الطردية الترابطية بين تكيّف الجهاز البصري الحركي التمرّن التعليمي، النضج السني، المعامل الخارجي الذي يتمثّل في السطح-البيني حامل النص والنظام التسجيلي الكهروضوئي التخطيطي.

تمت الدراسة "على شريحة تتكوّن من 90 تلميذا من الابتدائي بالجزائر العاصمة، تتوزّع إلى 6 أفواج يحتوي كل منها 15 تلميذا، تترتب بالشكل التصاعدي، وفقا للنضج السني والمستوى السنوي الابتدائي. قام كل تلميذ على انفراد بالتسجيل الكهروضوئي لحركات عينيه أثناء قراءة نص قياسي مثالي بالتقنية الكهروضوئية العينية.

تحصّلنا على نتائج ملموسة تجريبيا وإحصائيا منها:

- استكشف من خلالها، أولا: التدرّج الإيجابي من المستوى إلى المستوى الذي يليه لسيرورة الاكتساب اللغوي؛ إثر مقارنة المعالم القياسية العينية الثلاثة المتحصّل عليها.
- استخلص ثانيا: من خلال مقارنة تدرّج القيم مرحلتين رئيسيتين للتّمدرس: تمتاز الأولى بإسقاطات شاسعة متناوبة من صف إلى آخر؛ بين السنوات (1، 2، 3) تمثل المرحلة الشائكة. أمّا المرحلة التي تليها، فهي تميل إلى تعادل القيم بين المستويات (4؛ 5؛ 6)، وتعرف بالمرحلة الإستقرارية.

* اختصاص العلوم العصبية المعرفية والسلوكية، فرع بيولوجيا السلوك؛ مخبر بيولوجيا وفيزيولوجية العضوية؛ معهد البيولوجيا؛

جامعة العلوم والتكنولوجيا باب الزوار. NCC/LBPO/FSB/USTHB mail : d.bensoltana@gmail.com

ومن خلال تحليل النتائج توصلنا إلى الخلاصة التالية:

- (ضرورة ربط تسجيل الحركات العينية أثناء القراءة باللغة العربية)، واتخاذها كفحص دقيق تقنيا يسهم بمعالجة أي محاولة تجريبية يراد بها دراسيا ترقية اكتساب اللغة (مفتاح جودة التعلم).

- التمكن من الإجابة على بعض التساؤلات أو دعم نظريات البحوث العالمية المنكبة بهذا الميدان بنفس التقنية.

- التطرق إلى معالجة هذه التقنية عدة محاور، استخرجنا بها اقتراحات مساهمة في إتقان القراءة بالعربية.

الكلمات المفتاحية (KEYWORDS):

الحركات العينية، القراءة بالعربية، التقنية الكهروضوئية، الآلية البصرية، التعلم، الأشعة تحت الحمراء.

Résumé

La stratégie visuelle constitue l'élément principal pour la réception et l'interprétation du flux incessant d'informations périphériques, en particulier au cours des phases pédagogiques d'où la maturation de ses composantes physiologiques induit une efficacité progressive et distincte de l'élasticité d'acquisition des informations. Les mouvements oculaires saccadiques jouent un rôle clé dans le repositionnement et la coordination des mots sur la rétine. Ce qui nous a incité à révéler les propriétés du processus de lecture se basant sur les différences des tailles oculaires saccadiques relatant rythmiquement les réponses visuelles. Notre recherche consiste à mettre en évidence grâce à l'enregistrement photoélectrique; le déroulement du comportement oculomoteur lors de la lecture arabe en fonction de l'habileté linguistique «dont le sens est de (droite → gauche) lors de l'apprentissage primaire. L'objectif principal étant de valider la relation interdépendante existante entre : l'adaptation du système oculomoteur, l'exercice éducatif, le développement de la maturité, l'entraînement linguistique et ainsi l'interface biotechnologique photoélectrique "support du texte".

L'étude a été menée sur un échantillon de [90] élèves d'une école primaire au centre d'Alger, divisé en [6] groupes équitables en nombre, soit de [15] élèves par groupe, et similaires en fonction de la maturité d'âge et du niveau annuel; l'enregistrement

photoélectrique des mouvements oculaires est effectué aléatoirement pour chaque élève à part pendant sa lecture d'un texte standard. Nous avons obtenu des résultats expérimentaux et statistiques concrets :

Qui ont en premier lieu, validé le progrès entre le niveau scolaire et son succédant ; dans le processus de l'acquisition linguistique via la comparaison des mesures entre les trois paramètres oculaires étudiés. Et ainsi détecté les deux phases principales caractérisant l'apprentissage primaire: «la première phase se distingue par des chutes alternées à grand écart entre les niveaux (1,2 , 3) année ; déterminée par la « phase critique » et la phase secondaire qui se limite par l'égalisation des valeurs des trois niveaux (4 ; 5 ; 6) année ; appelée « la phase de stabilité».

D'après l'analyse de nos résultats nous avons conclu: -La nécessité de relier l'enregistrement des mouvements des yeux au processus de la lecture arabe; et ainsi l'utiliser comme test technique précis ; participant au diagnostic de tout essai expérimental relatif à l'efficacité de la langue « la clé de la performance de l'apprentissage ». -De même nous avons pu répondre aux théories de la recherche spécifiant ce domaine via notre même méthode ; - Comme nous avons traité divers axes, dans lesquels nous avons ressorti des suggestions participant au développement du lexique arabe.

Mots clés: mouvements des yeux, lecture en arabe, technique photoélectrique, vision, apprentissage, rayons infra-rouge.

Abstract

The visual strategy constitutes the main element for the reception and interpretation of the incessant flow of peripheral information, in particular during the pedagogical phases; hence the maturation of its physiological components induces a gradual and distinct efficiency of the elasticity of information acquisition. Saccadic eye movements play a key role in repositioning and coordinating words on the retina. This prompted us to reveal the properties of the reading modality based on the differences in saccadic ocular sizes that rhythmically record visual responses. Our research consists in highlighting the progress of the oculomotor behavior during the Arabic reading by photoelectric recording, according to the linguistic ability whose meaning is (from right → left) during the primary learning. The main objective is to valid the interdependent relationship; existing between: the adaptation

of the oculomotor system, the educational exercise, and the development of maturity, language training, and the photoelectric biotechnological interface 'the support of text'.

The study was conducted on a sample of [90] primary school students in the center of Algiers, divided into [6] equitable number groups; it's [15] pupils per group, and similar according to the maturity of age and annual level. The photoelectric recording of eye movements is done randomly for each student apart, for to reading a standard text.

We have obtained results concrete (experimental or statistic):

Whose; in the first place validated the progress between the grade level and its successor; in the process of linguistic acquisition through the comparison of measurements between the three studied eye parameters. And so detected the two main phases characterizing the primary learning: "the first phase is distinguished by alternating falls with large gap between levels (1; 2; 3) year; determined by the "critical phase" and the secondary phase which is limited by the equalization of the values of the three levels (4; 5; 6) year; called the "stability phase".

From the analysis of our results we concluded: The need to link the recording of eye movements to the process of Arabic reading; and thus use it as a precise technical test; participating in the diagnosis of any experimental essay vising efficiency of the language "the key to the performance of learning". In the same way, we were able to answer the research theories specifying this domain via our same method; As we have treated various axes, in which we have come up suggestions contributing to the development of the Arabic lexicon.

Keywords: movement of the eyes, reading in Arabic, photoelectric, visual strategy, learning, infrared, saccade, vision.

المدخل (Introduction):

تمثل قدرة القراءة الكفاءة الخاصّة التي اكتسبها الشّخص القارئ أثناء تعلّمه، حيث أنها تعتبر نموذجا من نوع خاصّ جدّا، أي أنه المنتج الثّقافي المحض. ودراسة الإدراك الحركي البصري يرمز إلى الآليّات المسيرة (Goettker & al.; 2018) التّحتيّة الإيقاعيّة لها، التي توجّه الإبصار أثناء استقطاب المعلومة.

ورغم أنّ القراءة عبارة عن عمليّة ساريّة عاديّة وجدّيّة في مجتمعاتنا، إلّا أنّ هذا السلوك لا يزال غامضا، (Jarodzka & al; 2017) لأنّ دراسته تتطلّب تطبيق منظور متباين من مستويّات

ترجمة وفهم المعلومات، ولكل مستوى مجال واسع. القراءة تثير السلوك الحركي العيني المرتبط بالقدرات الاستقبالية الموجودة منذ نشأة المولود وسلوك معرفي تتحكم وتدقق فيه التجربة. اقترح قديما 1990 (Crevra)، بأن سرعة القراءة تترقى وفق تدرج السنوات الدراسية ويكون الفارق بنسبة 14 كلمة/دقيقة (ك/د) لكل سنة (تعادل كل كلمة ~ 6 أحرف قياسية) عند قراءة نفس النص. وتختلف القراءة حسب الأطوار التي قد تمر بها الثلاثة:

للتخزين الفكري، للحفظ، للفحص، وللقراءة البليغة. ومهما اختلفت اللغات فإن سرعة القراءة التي تستهدف الفهم هي بمرتبة البزوين لكل قراءة طبيعية. تتطلب سرعة القراءة مدى طويلاً من تخزين قواعد اللغة لكي يتم برمجتها للبالغ (Virgili & al; 2018). إن القراءة هي عبارة عن نشاط معقد لفك رموز الكلمات، يشرف على تسييره عدة مستويات تتراوح بين الاستقطاب الضوئي للكلمة إلى تصور الظواهر المتداخلة لتأشير الرموز لانتقاء المعنى والفهم. ونظراً لأن (75%) إلى (90%) لكل ما يتعلمه التلميذ يأتيه عن طريق البصرية؛ يجب التيقن بأن أي عطب يتخللها سيؤدي حتماً إلى تذبذب القدرة المرادوية لاكتساب التعلم (Noble & McCandliss; 2005).

يقاس التفوق في سيروية ترجمة المعلومة بدرجة الفهم للقراءة. القراءة هي كذلك طريقة لاكتساب اللغة والتواصل وتبادل المعلومات والأفكار. الرموز عادة ما تكون مرئية (مكتوبة أو مطبوعة)؛ ككل اللغات إنه تفاعل معقد.

يستخدم القراء استراتيجيات قراءة مختلفة لفك الشفرة (McNamara, 2012) وفهمها يمكن استخدام نشاط الدماغ لدى الأطفال الصغار والكبار للتنبؤ بمهارات القراءة في المستقبل (Mc Norgan & al; 2011).

إن نماذج القراءة ذات صلة وثيقة بالمرحلة التي يتم خلالها التعلم (Duncan & Al; 2015). إنه ثمة علاقة مشرفة بين عمر الطفل والمرحلة التي يبلغها (Murray & Köhler, ; 1988) و (Bensoltana, 2015).

إحدى التساؤلات الهامة (تكمن في العوامل التي تؤدي إلى إتقان الوظائف البصرية ركيزة ترقية التعلم لدى الأطفال). تتطلب الرؤيا تداخل وتكامل جميع عناصر الأعصاب التشريحية (Buswell, 2002) والفيزيولوجيا السليمة؛ تضم كل من الرسائل البصرية التي تشر على القشرة البصرية والإشراف المحرك المتحكم في العضلات المديرة للعين. الجميع يتناسق لتأدية خطط متخصصة لتوليد المخطط الحركي للنبضة العينية أثناء القراءة (Buser, 1975). والجهاز البصري الحركي المتدخل يسمح لحركة العين ودورانها في كل الاتجاهات؛ بطريقة منسقة ويلعب الدور القيادي في الكشف عن المستهدف واتخاذ القرار. أظهرت معظم الدراسات أنه كلما زاد مقدار الجهد المطلوب للقراءة، كلما قل الفهم وانخفاض الأداء. وكثرت الترددات البصرية. تطرقنا في ذلك تجريبياً إلى البحث في إحدى المستويات التي تتمثل في (تكييف الآلية السلوكية للجهاز الحركي العيني

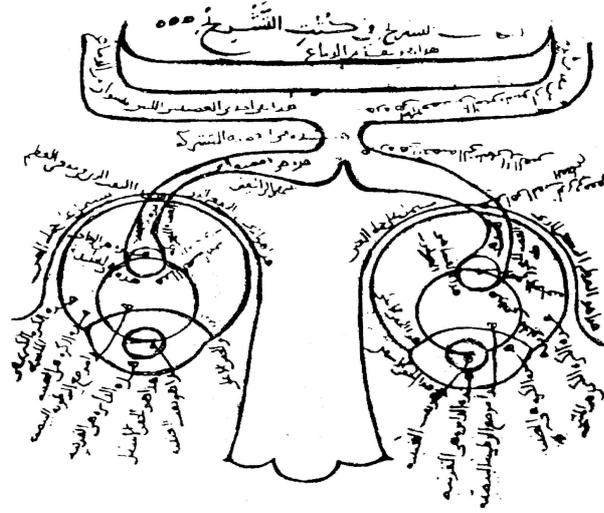
للقراءة)؛ وعلمًا بالترابط الوطيد بين التقاط المعلومة والإدراك البصري المعرفي (Di Stasi & al; 2017)؛ يتركز اهتمامنا على إبراز دور الحث والاعتقاد المتدرج على الجهاز الوظيفي الحركي وفقا للتمرّن على القراءة والنّضج السّني والمستوى الدّراسي بالتّسجيل الكهروضوئي للحركات النّفضيّة العينيّة وتحديد إستراتيجيّة الآليّة البصريّة. اعتمدنا في خطواتنا التّجربيّة على قياس ومقارنة القيم النّاجمة عن طريق متغيّرات "المعالم العينيّة النّفضيّة".

لقد تطرقت دراساتنا للجوانب الرّئيسيّة التي تنسّق التّعلم اللغوي والإدراك البصري المعرفي في الطّور الابتدائي بحيث تتداخل أدوار عدّة مجالات بها (علوم الأعصاب الفيزيولوجيّة، المردوديّة البيداغوجيّة والديداكتيك).

أثبتت نتائجنا العلاقة الارتباطيّة الطّردية بين الدّور الوظيفي للجهاز الحركي العيني وسيرورة التّعلم "هناك إشراف دماغي بصري متواصل لتكليف وترجمة المعلومات". تتمّ ترجمة المعلومات تبعًا لتسلسل ترتيبي بحيث يتدخل "الانتقاء، التّمييز، التعرف والتّعريف..."; وتتناسق الاستجابات العينيّة الحركيّة لتلو تسجيل القراءة بحركات ذات أحجام متفاوتة تسمى النّفضات والتي "ترجم بدقة القفزات العينيّة أثناء التّثبيتات المتتاليّة" (Dieter, 1988).

المواد والطرائق (Materials and Methods):

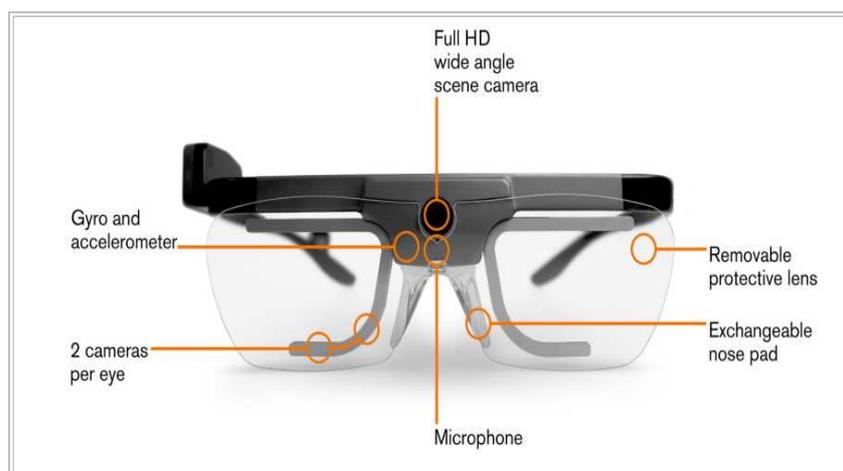
يرجع الفضل الأوّل في دراسة البصريّات إلى العالم ابن الهيثم (1083) الشّكل 01 وللعالم Javal (1878)؛ لاكتشاف النّفضات العينيّة أثناء القراءة. ومنذ ذلك الحين توجّهت الأنظار لهذا المفهوم العلمي وتضاعفت الأبحاث بعدّة جوانب وانتشرت في مختلف الميادين العلميّة أهمّها [دراسة الحركات العينيّة أثناء القراءة]. تميل الأبحاث لمناقشة أفقين: أحدهما اختصّ بتطوير المفاهيم لترقيّة التّقنيّات التّسجيليّة، والآخر للإجابة على التّساؤلات العلميّة للآليات البصريّة المنسّقة للتّعلم أو القراءة.



الجهاز البصري نسخة من البصريّات لابن الهيثم بتاريخ (هـ 1021/411هـ ; Ibn El Haithem)، يوضح رسم تشريح العين واكتشاف التصالب البصري، والأعصاب والنّاحية الأمامية للمخ (Keravel and al; 1989)

لمحة عن تطوّر التقنيّات التسجيلية:

تعاقبت على تطوّر التقنيّات، عدّة إجراءات مثل التّسجيلات البيانيّة التّصويرية (Dodge & Cline; 1901)، تسجيلات سينمائيّة قراقية (Schmidt, 1947). بلغ إتقان هذه التقنيّات قفزة عالية بتطبيق التّسجيل الفوتوغرافي المستمر (Highins & Stultz; 1953)، ذو المبدأ الانعكاس الضّوئي الكهربائي (Rashbass; 1961) أثناء تحركات العين بالتقنيّة الكهرووقراقية. وبلغ تطوّر التقنيّات تقدماً باهراً بابتكار التقنيّة الكهروضوئيّة المعتمّدة على الانكسار القرني (Bouis, 1984) التي تستخدم انكسار الضّوء على قرنيّة العين. تسمح هذه الآلة المجري الزمّي بمعرفة وتحديد أبعاد نظر للقارئ، أي بتتبع سلوك جهازه البصري الحركي بالحفاظ على الظروف التّجريبية المحيطة بالشكل متقاربة للحالات الطّبيعيّة (Baccino & Colombani; 2001). إلى أن توصلت البحوث إلى إبداع التقنيّات الحديثة (Hooge & Andersson; 2016)، منها 'الفيديو-قراق-العيني' (الشكل، 1) والآي ترايكر (الشكل، 2).



الشّكل 1:

توضّح تركيب الآي تريكر (Richter & Ternaux; 2005-2006)



الشّكل 2:

تقنية الفيديو الكهروعيئية: (Holmqvist & Al; 2011).

الجهاز التجريبي للتقنية الكهروضوئية: يتألف من عدّة آلات تتصل ببعضها البعض عن

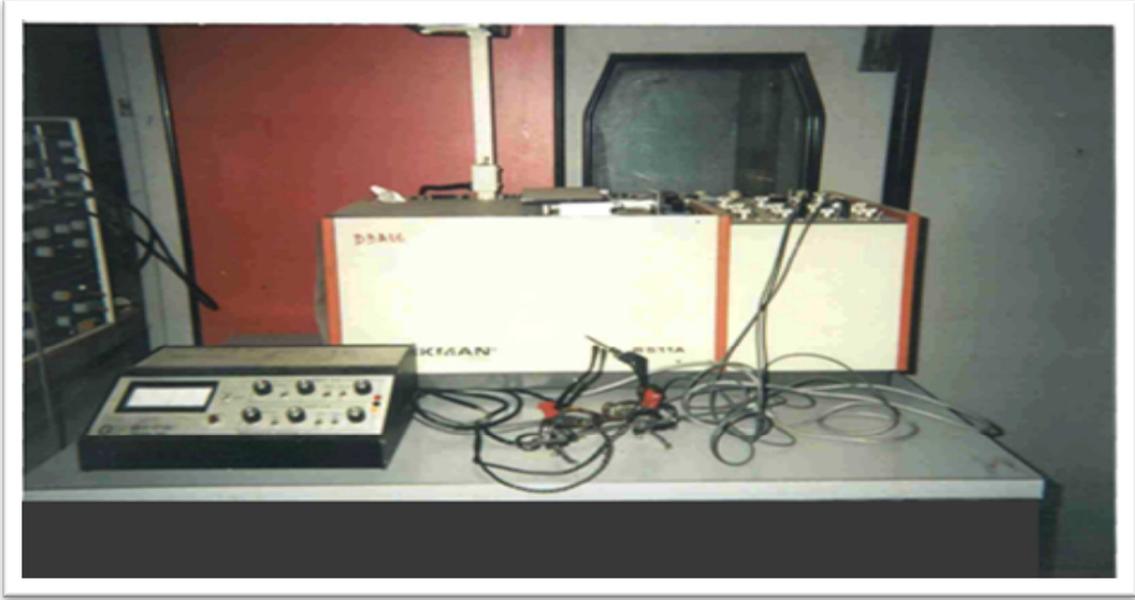
طريق خيوط كهربية موصلة للإشارة نعرضها بالتتالي (الشّكل 3):

- غرفة يوجد بها كرسي متدرج يمكن تحركه، يتوافق مع طاولة يوضع فوقها النّص المحمل بألة تتم بها القراءة.

- الجهاز نمط 'باكمان' تترجم وتسجل به الحركات العينية إلى مخطّطات بيانية تعكس قامات النّفصات العينية.

- جهاز عدسي ضوئي مركب وظيفته تسجيل انعكاس الأشعة أثناء حركة العينين خلال القراءة أفقياً.

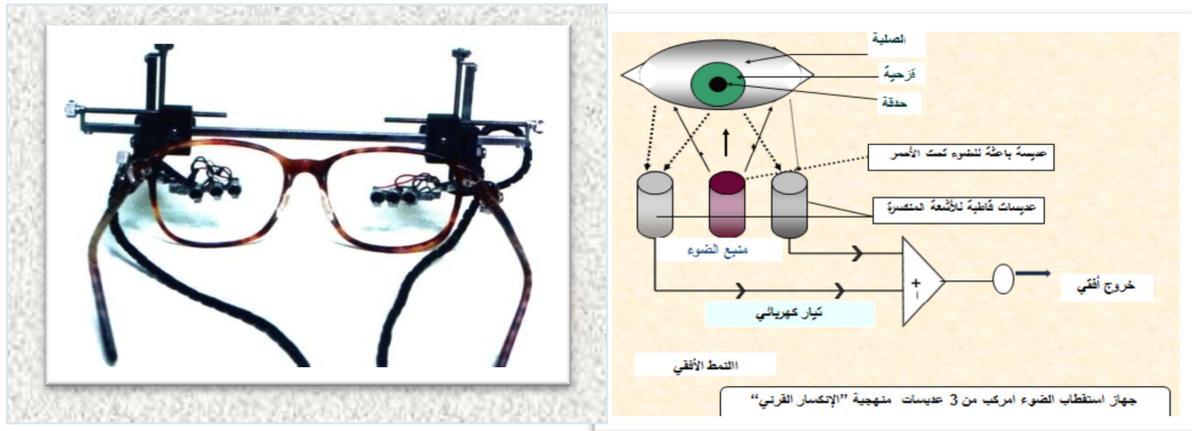
- جهاز المعايرة لإعطاء المعيار المطلوب (أي تراك) نمط 200.



الشكل 3:

عرض مركبات الجهاز الكهروضوئي.

المبدأ التجريبي للتقنية الكهروضوئية: تعتمد التقنية التي أجرينا بها دراستنا على الانكسار القرني وتتألف من ثلاث عديدات مركبة أفقياً على نفس حامل النظارات؛ مهمّة المركبة المركزية منها بث الأشعة تحت-الحمراء بالتوافق مع حدقة العين، بينما مهمة المحيطتين بها، التقاط انعكاسات الأشعة الضوئية أثناء القراءة عبر الحدقة وقزحية العين. لذا تحرك العين يولد تبايناً بانكسارات الأشعة الضوئية التي تعكس سلوك النفضات والتي تترجم بيوكهربائياً [بالمحنيات العينية]. (الشكل 4).



الشكل 4:

العدسات العينية الكهروضوئية الثلاث المركبة على حامل بالنظارة والمبدأ التجريبي لانعكاس الأشعة الضوئية

المراحل التجريبية المحققة عملياً:

- اختيار العينات: تتكون العينة التي قامت بالتجربة من [90] تلميذا؛ قسمت بدورها تصاعدياً إلى [6] أفواج (ف) وفقاً للمستوى والسّن أي بين السّن 1 إلى 6، يحتوي كل فوج منها على [15] فرداً تتراوح السّن بكل فوج بالتوازي مع المستوى من (7 إلى 12) عاماً. بعد القيام بفحص عام لكل التلاميذ، والأخذ كمعيار صحي الأطفال الذين لا يعانون أي عطب عصب-بصري والتحقّق من اليمينيين بصرياً ويدويّاً.

قمنا بالمرحلة التجريبية على عدد أفراد العينة (جدول 1).

تحقيق الدراسة	التوزيع وفق الصفوف			التغيرات التي قامت عليها التجربة	المهمة التجريبية
	90 ت = عدد العينة	القسم	السّن بين		
مسجل المخططات	ف6 إلى ف1 لكل صف [15] تلميذ	1 و 6	7 و 12	إسناداً إلى السّن والقسم الموافق	تأثير تطوّر التعلّم والسّن على الحركات العينية

جدول 1. يمثل إجراء تسجيل الحركات العينية وفقاً للسّن والتعلّم

- إجراء التجربة: تتم التجربة بداخل غرفة، يجلس فيها التلميذ على كرسي يمكن تدرجه للأعلى أو للأسفل ليتوافق مع المنضدة؛ التي يوضع فوقها النص بحامل يبعد بـ [40] سم (القياس الأمثل بدراسة سابقة)، تُركّب على عينيه النظارات التجريبية (الشكل 5). يسلّط ضوء قياسي ثابت ومثبت بسقف الغرفة موجّهاً إلى النص. يقدم للقراءة نص للتّمرن قبل الانطلاق في العملية ليتعود التلميذ على الحقل التجريبي. أعطيت التعليمات للقارئ: 'التزام الصمت' أثناء القراءة لا تحرك رأسك وعند الانتهاء 'اغلق عينيك'؛ كما ننصح مسبقاً أنه سيعيد لنا حكاية القصة (لكي يركز انتباهه).



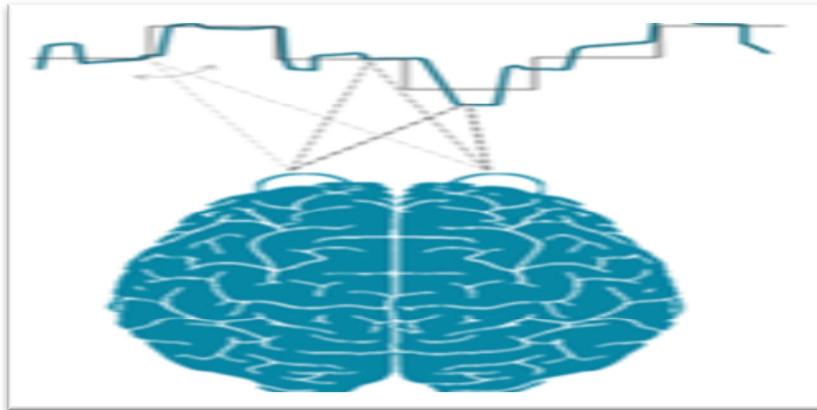
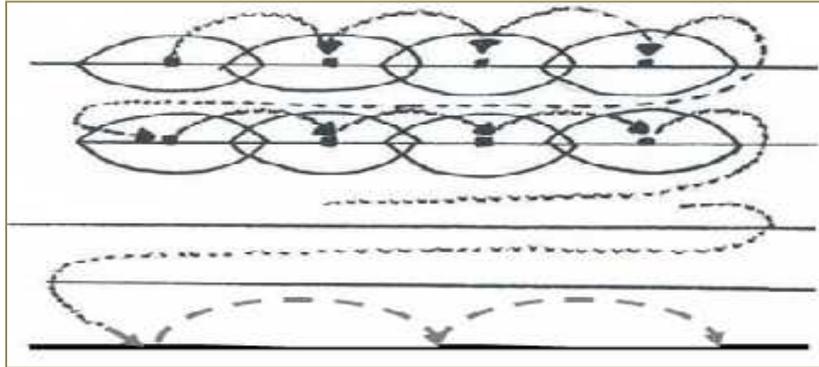
الشكل (5)

توضّح تسجيل القراءة التجريبية للنص بالعدسات الضوئية

- تحضير النصوص: النصان المستحضران لهما محتوى مشوق وهما عبارة عن مقتبسات قصصية بسيطة لها دلالة مختصرة (لا تُعرض إلى صعوبة التشفير حتى لا يؤخذ بالدراسة دور المحتوى)؛ ويمتاز كلاهما ببداية جاذبة، ملفتة للانتباه. إن النصين ثابتي المعايير نص التمرن والنص التجريبي (الشكل 6).

مفهوم الحركات العينية:

تمثل حركات العينين أحسن وسيلة تقتبس بها المعلومة؛ إذ لا تتطلب أي جهد إدراكي شعوري من القارئ؛ كما تتميز باستمرارية وديمومة الحركات الاهتزازية؛ وتعتبر المعيار الحقيقي للترجمة اللحظية (الأنية) والتي تسمح للإبصار بمسح الشكل النص (الشكل 7). هذه الحركات إرادية تعكس وترجم القفزات التي تعرف "بالنفضات العينية" ويتمثل دورها بالإزاحة اللحظية للصور المتعاقبة، المستجابة "إيقاعيا"، لكل توليد حركي؛ ووضعها على البؤرة حيث تَمَرُّز-درجة الرؤيا القصوى- في اللطخة الصفراء بالشبكية. هذه الحركات سريعة ومدتها ذات كمون قصير "الزمن اللازم بين التحريض والإسهام بالحركة". إن أفضل نهج حالي حسب لاكتشاف علامات فورية للتعرف على الكلمات هو تسجيل حركات العين: (Niehorster & al; 2017)

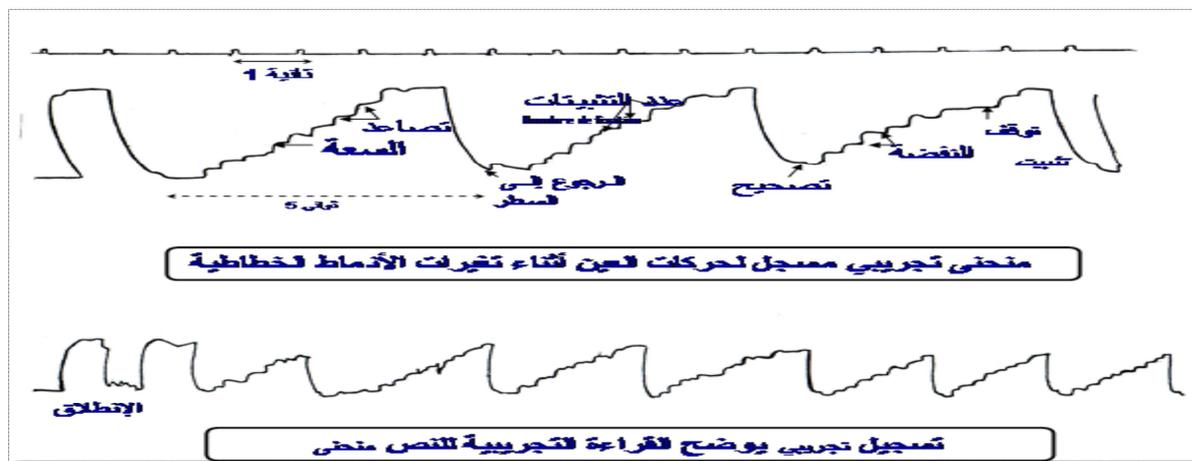


الشكل 7:

رسم يبين سلوك الحركات العينية أثناء القراءة (Levy-Schoen; 1969) يليه مخطط التناسق النسخي بالدماغ

دراسة المنحنيات العينية المسجلة بيوكهربائياً: تحليل الحركات النَّفْضِيَّة العينية تتم عبر التَّسْجِيلَات التَّخْطِيطِيَّة. يعرف المظهر السلوكي للحركات العينية خلال القراءة بالمشح للنص من اليمين ← إلى اليسار بنفضات متتالية. الحركات الأفقيَّة للنظر تُسجَل سُلْمِيَا كخطوات الدَّج (الشَّكْل، 8). والمعالم القياسِيَّة لأحجام النَّفْضَات المستنبطة من الحركات العينية تتمثل على النَّحو الموالِي:

- 1- مدَّة التقاط المعلومة ويرمز لها بمدَّة التحديق أو التثبيت لكل كلمة [م.ت./ك] تقاس (ملم/ثا).
- 2- مدَّة القراءة لكل سطر [م.ق./س] 3- عدد التثبيات [ع ث] يعبر عن عدد التدرجات النَّفْضَات.



الشَّكْل 8:

مخطَّط نموذجي مستنبط من تسجيلات أحد التلاميذ

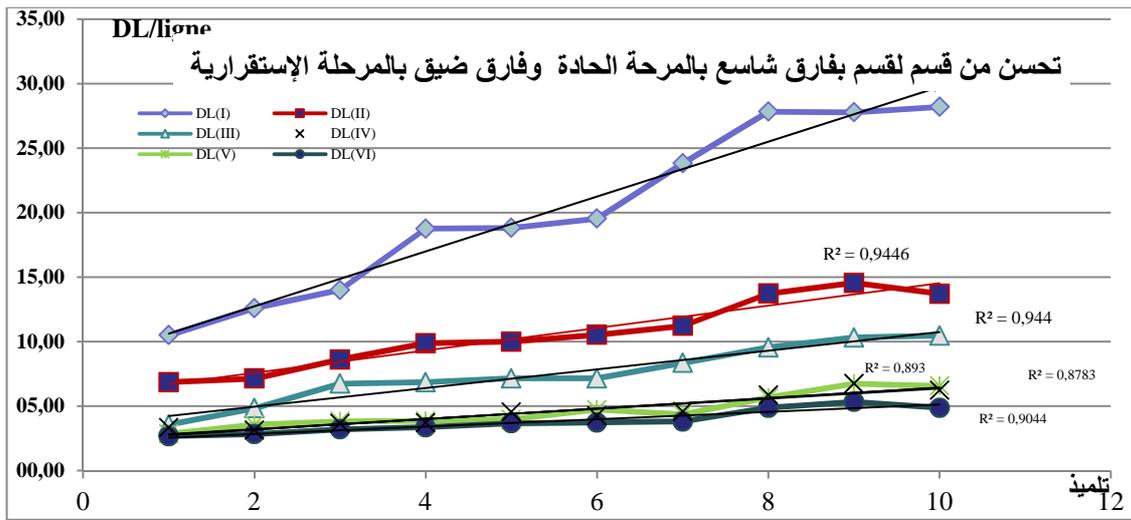
النتائج (RESULTS): بعد حساب المعطيات المحصل عليها بكل تسجيل كهروضوئي وبالمثل حساب معدلات كل فوج؛ تحصلنا فعلا على توقعاتنا؛ حيث تبين التأثير التطوري على المعالم القياسِيَّة العينية الثلاث في التجربة بالتناقص التدريجي (الجدول 2) التابع والرَّسومات البيانيَّة للمعالم الثلاثة: (الصور: 10:11:12).

العامل	السَّن / القسم	7I/	8II/	9III /	10IV/	11V/	12VI/
القيم القياسِيَّة للنفضات	مدَّة التحديق لقراءة كل كلمة:ملم/	1349	665	537	313	299	278
العينية	مدَّة قراءة كل سطر/ثا	21.19	12.05	8.71	5.03	4.71	4.31
	عدد التحديق لكل سطر (ع.ت)	14.93	15.57	13.78	12.14	11.43	11.07

جدول 2:

يبرز النَّتَاج النَّاجمة عن تأثير تطوُّر التَّعَلُّم تصاعديا على المعالم العينية الثلاثة أثناء قراءة النَّص

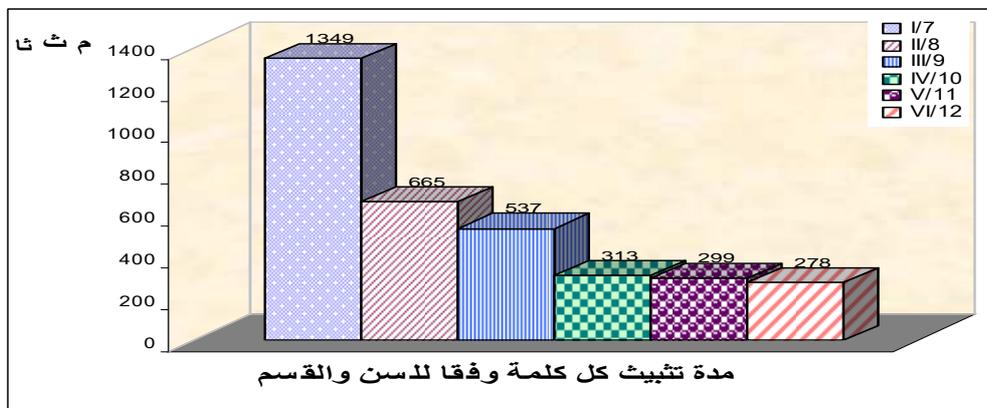
تفسير نتائج تسجيل القراءة وفق المستوى والسّن بالتسجيل التقني الكهروضوئي لعشرة تلاميذ: تعتبر هذه الطريقة أكثر دقة وإثباتاً؛ طالما أنها تعتمد على تقييم إحصائي للنفقات المتدرجة التي تعكس الاستجابات البصرية والاختلافات في المعلمات القياسية التي تمثل المتغيرات التابعة لها (الشكل 10). نأخذ بعين الاعتبار في المقارنة بين القيم المعلم الزمني الذي يعكس مدة القراءة وفي الوقت نفسه المتغير المستقل (التلميذ) الذي تتغير قيمته حسب العمر (ث).

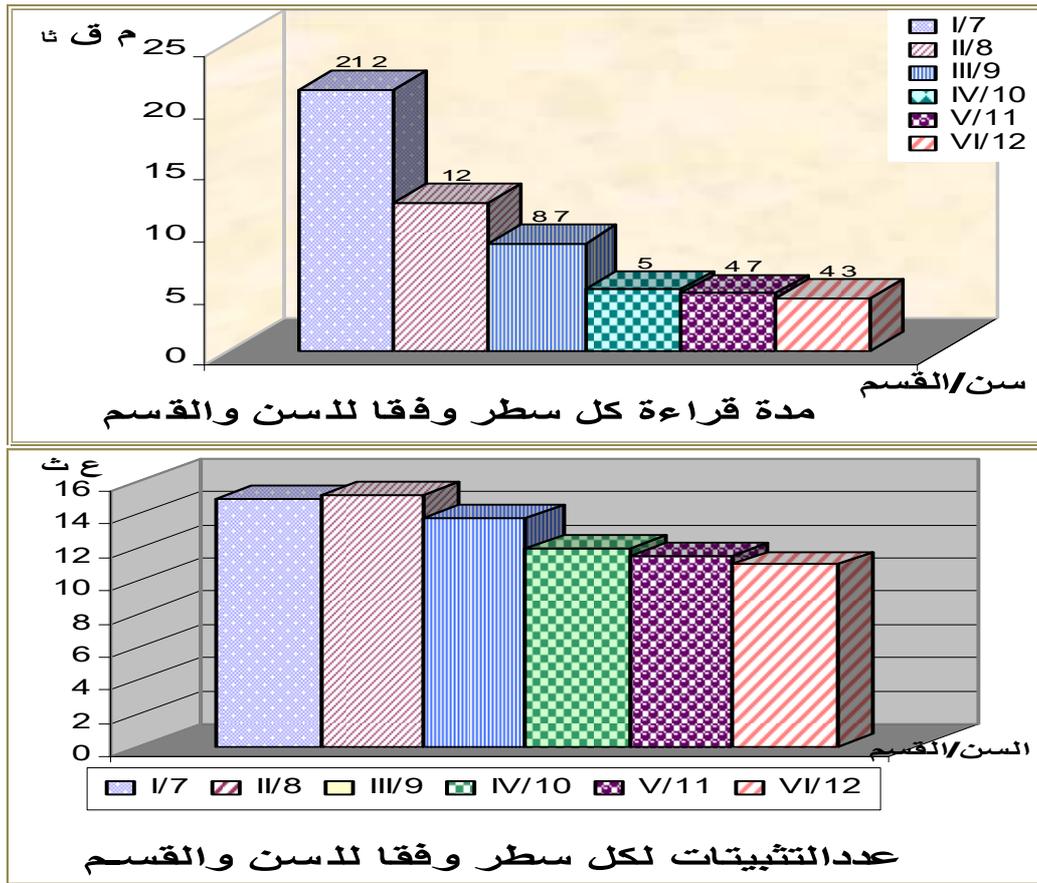


الشكل 10:

الرسم البياني ث: توضيح تفصيلي ل [10] تلاميذ بكل صف يبين انتشار القيم حسب كل فرد وفق المستويات.

الاستنباط: التمثيل البياني للمنحنيات يبين تأثير التعلّم على المعالم القياسية العينية الثلاث وفقاً للمستوى والسّن.





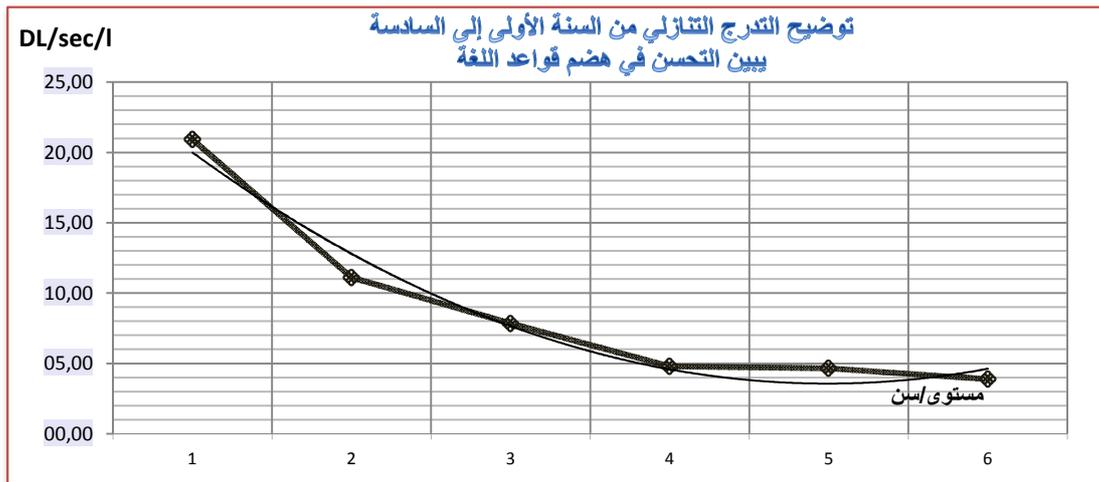
التمثيل البياني للمنحنيات الثلاث (صور: 9؛ 10؛ 11) يبين تأثير التعلّم على المعالم القياسية العينية وفقاً للسن والمستوى. حيث يتجلى جيداً تطابق الثلاث أقسام ويتجلى جيداً في المرحلة الإستقرارية. التعليق: يتضح جيداً التحسن الدراسي في المنحنين الأول والثاني، حيث ثمت مسقط كبير من القسم (1) إلى القسم (2)، يليه حوالي (2/1) معامل القفزة من القسم (2) إلى القسم (3) إلى القسم (4)؛ والذي يمثل المرحلة الحرجة أما الميزة الأساسية للمرحلة التي تليها (هي التفاوت التدريجي على شكل استوائي في المستويات اللاحقة) كما نلاحظ بالمثل تناقص متدرج بمنحنى عدد التثبيتات ولكن بالشكل أقل وضوحاً من المنحنين السابقين. الدراسة الإحصائية:

لفحص تأثير التمرن في التعلّم والاعتیاد البصري على الثوابت القياسية طُبّقنا اختبارين: أولاً اختبار 'فischer' ثم لتحديد درجة ارتباطهما 'معامل الارتباط'® والنتائج (بجدول 3) حققت ذلك.

المتغير			المتغير			المتغير			
م ث ك	م ق أ	ع ث أ	م ث ك	م ق أ	ع ث أ	م ث ك	م ق أ	ع ث أ	
-0,95	-0,96	-0,96	معامل الربط ®	6,69	49,98	62,72	Fc فيشر حسابي: فح		
سالِب	سالِب	سالِب	الميل	3,25	3,25	3,25	Ft فيشر نظري 0,05 بالفا=		

جدول (3): يمثّل نتائج التحليل التغيّري باختبار فيشر "فح" واختبار معامل الارتباط بين المتغيرات [ر] وفقاً لتأثيرها على المعالم القياسية العينية الثلاثة.

التفسير: إن حساب القيم والفحص الإحصائي حقاً توقعاتنا؛ حيث أجاب التحليل بدلالة عالية؛ لقد ترتب عن مقارنة المعدلات لكل الأقسام ازدياد في سرعة الاستيعاب، كما تحقق من الدراسة الطولية على أن هناك تطوّراً متناسقاً يؤكد وجود العلاقة الطردية الوطيدة بين المعالم القياسية العينية الثلاثة من ناحية والنضج والارتقاء في التعلّم، زيادة عن مرونة الجهاز البصري" من ناحية أخرى (الرسم البياني د).



الرسم البياني د:

يبرز تأثير تطوّر التمرّن اللغوي والنضج السنّي على المعلم القياسي مدّة القراءة بالتقنية الكهروضوئية

- الاستنتاج: النتيجة الإحصائية حققت التباين التدرجي وفق النضج السنّي والمستوى الدراسي الذي يتوازى مع التّحكّم الآلي البصري والتمرّن اللغوي.

المناقشة (Discussion)

من خلال التّمثيل البياني يستنتج انقسام التّعليم إلى مرحلتين:

المرحلة الحرجة: "التي تتفاوت قيمها بانخفاضات كبيرة بالأقسام [1، 2، 3] التي تمثّل المرحلة العويصة للاستيعاب اللغوي والتي تتوافق مع النضج التّدرسي الاعتيادي المتوافق مع السنين [7، 8، 9]".

مرحلة الاستقرار: "التي تتقارب قيمها بالمستويات [4، 5، 6]. والتي تتوافق مع بلوغ {10، 11، 12}"

سنين.

مما يؤكد اقتراحات كافة التجارب والخبرات العلمية العالمية؛ التي أثبتت أن الاستناد على المضمون اللغوي ينخفض مع زيادة الكفاءة في القراءة، وبالمثل تظهر الاختلافات أثناء ذلك في المهارة مبكراً حسب اقتراح (Morais، 1994). إن الأطفال الصغار ما قبل سنّ التّمدرس لا يملكون مراقبة حسيّة حركيّة جيدة؛ وذلك لانعدام دافع الانتباه لمهمة محددة بشكل مستمر؛ الذي لفت اهتمامنا لربط آليّة التّعلّم باستراتيجيّة حركات العين (Hessels & al; 2018). دراستنا تؤكد أن التّحكّم في التّعلّم ينحصر بين اللحظة التي يكتسب فيها الطّفل "سلوك القارئ" واللحظة التي يتمكّن فيها تحقيق المرونة (Russel، 1990). فقد بينت الإحصائيات أن الفشل في تعلّم القراءة عند الأطفال يصعب التغلّب عليه ويقلّل من فرص النّجاح في السّنات المقبلة. لذا أبرزنا طرائق المسح العيني أثناء القراءة بالعربيّة عند تلاميذ المدارس عبر التّسجيل لإثبات أهميّة تناسق التّفضات الحركيّة بسيرورة القراءة والمهارات التّعليميّة.

إنّ النّتائج التّجريبية مرضية سواء بالتحليل البياني أو بالإحصائي؛ حيث يُرهن التّناقص التّدرجي للقيم وفقاً للمستوى والسّن (Niehorster, & Hessels; 2017) كما أنّ الانتقال من قسم إلى آخر يتميز بفروقات متفاوتة تتناسب مع المرحلة التّعليميّة. ولذلك، من الواضح أنّ التّدريب تبعاً للنضج عامل أساسي لا ينبغي إغفاله (Laving, 1997). لقد أثبتا Köhler & Murray (1988) سابقاً باللاتينية؛ أنّ مع النّضج السّني يتوازي بكلّ حالة يقترن فيها تحسن القارئ. بالمثل إن "مدّة القراءة" بأبحاثنا وبأبحاث (Bataillard & al; 1984) عند الأطفال المتدربين باللغة اللاتينية تتناقص تدريجياً بالتسلسل مع تصاعد المستوي والسّن. استنتجت نتائجنا كذلك أن المرحلة الإستقراريّة تضبط خلال السّنة العاشرة كما أثبتت صحّة ذلك دراسات (Taylor، 1964)، (Spragins، 1976)، (Lesevre، 1976). وقد تجلّى عند كافة التّلاميذ في دراستنا؛ بأنّ قابليّة تمرن (تحريك العين) نجمت من الاعتياد على التّدريب؛ فقد بلغت الغاية بالسّنة الدّراسيّة السّادسة؛ حيث استثبتت قيمة مدّة التّثبيت إلى [278] مل/ثا (القيمة المثلى عالمياً). بالمثل اتّضح كذلك دور تكرار المعلومة في التّعرف السّريع على الكلمات. فلا بد لبلوغ الذروة بالتّعلّم تصميم التّركيبات القاعدية للغة وتخزينها في أحد مراكز الذاكرة الفكريّة المرسخة للبصمات.

نجيب كذلك بمقارنتنا بالعربيّة مع اللاتينية على تساؤل الباحث (Lesevre 1976) فيما يخصّ التّحريك البصري هل هناك مركبة عصبية فيزيولوجية فطرية مختصة موجّهة لسيرورة النّظر أثناء القراءة...؟" بأنّ تحريض اتجاه المركبة البصريّة يتوقّف على المسار اللغوي الذي بدوره يُكسب عبر "كفاءات القراءة الموجّهة"؟.

لقد أثبتنا بنتائجنا أغلب اقتراحات الدّراسيّة العالميّة باللغات الأخرى (Geeraerts, Hessels & al; 2019) إنها نقطة انطلاق للبحوث التّجريبية بواسطة التّسجيل الكهروضوئي باللغة العربيّة! والقيم

المستنتجة ستكون مراجع يعتمد عليها للتحقيق بأبحاث مقبلة. واستخلصنا الدور القيم للتقنية الكهروضوئية في فحص أو تصحيح أي فرضية.

الخلاصة (Conclusion): يمكن تلخيص ما توصلنا إليه من دراستنا هذه فيما يلي:

1- من خلال دراستنا هذه أبرزنا العلاقة الطردية للتعلم والنضج والدور التمريني المتتالي للحركات العينية إنها آلية لحلقة ارتباطيه انعكاسية لتحسين كفاءة الاستراتيجية العينية. استطعنا اقتباس مرحلتين مسيرتين للتعليم. كما لاحظنا التقارب بين نتائجنا وبين نتائج الدراسات الأورو بية والأمريكية (Levy-schoen, 1983).

2- بناء على النتائج المتوصل إليها يمكن القول أن الآلية البصرية تتمتع بدقة عالية لتزويدنا بالقياسات المثلى. ونستنبط إذاً أنه من الممكن تصور آلية عصب فيزيولوجية مصممة فطرياً تحسن أو تعيق الثلم الاتجاهي اللغوي بالإضافة إلى التدريب الدراسي. وهذا يفتح المجال لدراسة مقارنة معمقة [الإزالة تأثير العامل للثقافي]: حيث إن الدور القيادي للغة العربية في "التوجه التدرجي اليميني اليساري"، تمكن من تحديد المهارات اليمينية العينية. إذ ترسخ المهارات الجانبية بتعيين اللغة للاتجاه الملازم لها والتي بدورها تولد مسارات اعتياد القراءة.

3- يمكن الاعتماد على هذه المنهجية لتشخيص وتطوير مبادئ قواعد اللغة ونماذج تحسين القراءة. لذا يجب علينا أن نتفحص بدقة بالغة الوظيفة البصرية المكلفة بالدور الرئيس لمهمة القراءة والكتابة. إن 80% من مجمل مهمة التعلم خلال الاثني عشر عاماً دراسياً؛ يرتكز عمله على الرؤية (Association of Quebec optometrists, 2001) وتطور غير لائق للكفاءات البصرية بما في ذلك المطابقة، حركات النفضات المتناوبة والمتلاحقة، والتنسيق بين العينين وتجهيز المعلومات البصرية: وهي أكثر الأسباب شيوعاً لصعوبات القدرة البصرية والتعلم المدرسي.

4- وأظهرت الدراسات أن ما يقرب من 21% من الأطفال تظهر واحدة أو عدة من مشاكل بصرية. أخيراً ننضم إلى العلماء الأمريكية (Orfield & Orfield, 2001): نظراً إلى النتائج التي توصلنا إليها لصياغة ما يلي: "أنه حقاً يجب التقارب بين الأشخاص المتورطين في الميدان البيداغوجي، والسيرورة الإدراكية البصرية" ومن الضروري رعاية الأطفال بالاكشاف المبكر قبل انطلاق التعليم لأن صحة العين تحسن الأداء الأكاديمي. "فتسجيل سيرورة القراءة بالحركات العينية لها دور في استنباط مفاهيم الإبصار" ومؤشركاف لاستكشاف معطيات المردود البيداغوجي وخاصة باستعمال التقنيات الحديثة.

المراجع (References bibliographiques):

- Association of Quebec optometrists, (2001). Eye movements during reading. Web Kinesiology, *Improving learning*: site: Perso.Wanadoo.Fr/kinesio_web/enseign.html-7 t.
- Baccino T & Colombani T; (2001). The analysis of eye movements on the web, quoted by VOM HOFE A. (Ed.), *The interactions of the human system, perspectives and psycho-ergonomic research*, Hermès Paris.
- Bataillard D, Strubel AM & Eber M; (1984). Strategy of eye movements during reading. *Neurophysiol., Rev. Oto-neuro-ophthalic*, Hop. Neurol., Strasbourg, 1-10.
- Bensoltana D, (2015). International Conference, Applications of various photoelectric techniques based on reflected light in visual exploration through the reading process, Colloquium on Laser Light and its Applications (COLUMA 2015), 13, 14 and 15 September, Faculty of Physics, USTHB, Algiers.
- Bouis C, (1984). Quick and accurate eye movement measurement derivative (monocular version), NAC eye Mark, Germany
- Buser P, 1975. *Functional Neurophysiology IV*, Hermann Collections, 236-241 p447.
- Buswell GT, (2002). An experimental study of the eye-voice span in reading, cited by K. O'Regan and Duckman- *Supplementary Educational Manographers*, Univ. of Chicago.
- Carver R P; (1990). *Reading rate: a review of research and theory*. Boston: *Academic Press*. ISBN 978-0-12-162420-0.
- Di Stasi LL, Díaz-Piedra C, Ruiz-Rabelo JF, Rieiro H & Sanchez Carrion JM ; (2017). Quantification du coût cognitif des chirurgies laparo-endoscopiques à site unique: indices basés sur le regard. *Applied Ergonomics*, 65, 168-74. doi.org/10.1016/j.apergo.2017.06.008
- Dieter H, (1988.) 'On the history of eye movement recording' in: *Eye movement research: physiological and psychological aspects*, Toronto: CJ Hogrefe, 37-51.
- Dodge R & Cline T.S; (1901.) The angle of velocity of eye movements *psychol., Rev., USA*, 8, 145-157.
- Duncan LG, McGeown SP, Griffiths YM, Stothard SE & Dobai; A; 2015. "Adolescent reading skill and engagement with digital and traditional literacies as predictors of reading comprehension" (PDF). *British Journal of Psychology*. 107 (2): 209–238. doi:10.1111/bjop.12134. PMID 26094956.
- Geeraerts SB, Hessels RS, S. Van der Stigchel S, Huijding J & Endendijk JJ; 2019. Individual differences in visual attention and self-regulation: a multi-method longitudinal study from childhood to childhood. *Journal of Experimental, Child Psychology*, 180, pages 104 à 112.
- Goettker A, Braun DI, Alexander C, Schütz AS & Gegenfurtner KR; (2018). Performing saccadic eye movement's affects perception of velocity, *PNAS* 27 Feb, 115 (9) 2240-2245; *first publication on February 13*, <https://doi.org/10.1073/pnas.1704799115>.

-Hessels RS , Niehorster DC, Nyström M, Andersson R & Hooge ITC; 2018. Is the eye-movement field confused about fixations and saccades? A survey of 124 researchers. *Royal Society Open Science*, 5 (8), 180502.

-Highins GC & Stultz KF; 1953. Frequency and amplitude of ocular tremor. *J. Opt. Soc. Amer.*, 43 (12): 1136-1140. <https://doi.org/10.1364/JOSA.43.001136>.

-Holmqvist K, Nyström M, Andersson R, Dewhurst R, Jarodzka H & Van de Weijer J; (2011). Eye tracking: A complete guide on methods and measures. Oxford : *Oxford University Press*.

-Hooge MI & Andersson R; (2016). Pupil size influences the eye-tracker signal during saccades. *Vision Research*, Volume 121, April 2016, Pages 95-103. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2016.01.009>

-Ibn el haythem, (411/م 1021/هـ). The treatise of Ibn al-Haytham was translated into Latin, except for the first four chapters, perhaps by Gerard of Cremona, and circulated in manuscript form under the title *Deperspectiva* , ed. reprod. By David C. Lindberg (New York-London: Johnson Reprint Corporation, 1972).

-Jarodzka H & Brand-Gruwel S; (2017). Tracking the reading eye: towards a model of real-world; Reading, The Authors Journal of Computer Assisted Learning Published by John Wiley & Sons Ltd Journal of Computer Assisted Learning, 33, 193–201. doi: 10.1111/jcal.12189.

-Javal E, (1878). Original works: Essay on the physiology of reading, *Annals of Oculostics*, 82, 243-253.

-Laving F, 1997. Interactions between semantic context and visual factors. The vision of the children. {File: // A: \ the vision of infants}.

-Lesevre N, (1976). "Exploration eye movements" .Comparative electro-culographic study of normal children and dyslexic children, Paris, 1964, thesis partially publish in electro-oculography and reading, *newsletter of Audiophonol.*, Association Fanco-Comtoise of Audiophonol., Besançon, 39-109

-Lévy-Schoen A, (1969). Technical for studying eye movements. Paris : Dunod.

Levy-Schoen A, (1983). Measuring eye movements why? Group Regard, psychol. experimental, CNRS, ParisV., EPHE, *Human work*, 46, (1), 3-9.

- Luna B, Velanova K & Geier CF; (2008). Development of eye-movement control. *Brain Cogn.*; 68: 293-308.

McNamara DS, 2012. Reading comprehension strategies: theories, interventions and technologies, New York, États-Unis : *Psychology Press*.

- McNorgan C, Alvarez A, Bhullar A, Gayda J & Booth JR; 2011. "Prediction of reading skill several years later depends on age and brain region: implications for developmental models of reading". *The Journal of Neuroscience*. 31 (26): 9641–8. doi:10.1523/JNEUROSCI.0334-11.2011. [PMC 3147303](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21715629/). PMID 21715629. CS1 maint: Multiple names: authors list ([link](#)).

-Morais J, (1994). The conditions of learning to read. (File: // A: \ Learning to read and sign language - Gwënola Paranthoën), 6-18.

-Murray J & Köhler, (1988). *Quarterly Journal of Experimental Psychology. A Human Experimental of Psychol.*, England, 40,4,693-718. English coden: QJEAD.

-Noble KG & McCandliss BD; (2005). "Reading development and impairment: behavioral, social, and neurobiological factors". *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*. 26 (5): 370–8. doi:10.1097/00004703-200510000-00006. PMID 16222178.

-Niehorster DC, Cornelissen THW, Holmqvist K, Hooge, ITC & Hessels RS; (2017). What to expect from your remote observer when participants are not restricted. *Behavioral research methods*, 50(1), 213-227. <http://dx.doi.org/10.3758/s13428-017-0863-0>.

-Orfield G & Orfield O, (2001). Vision and Learning, Children's Vision, American Novelties, Congress, Univ., Harvard, USA. quoted by J.P. Lagacé: from: *optométry*, 72, n°: 6. {file: A //: Vision% 20of% 20Children% 20new% 20 American%}, 10p.

-Rashbass, 1961. The study of eye movements, rev. techniques and knowledge. In Levy-schoen, (1969), *Sci Collection of Behavior*, Ed., Dunod, Paris, 261p: The relationship ship-between saccadic and smooth tracking eye-movements. *J. of physiology*. 159, 326-338.

-Richter A & Ternaux M ; (2005-2006). The techniques. *Techniques for recording eye movements*.

-Russel, (1988). Quoted by Downing and Fijalkov (1990): The Conditions of Learning to Read, Adapting Strategies to Reading Objectives: {Learning to Read and Language signs- Gwënola Paranthoën}, 5-18.

-Schmidt MA, (1947). An experimental study in the psychol. of reading, chicago, 126p.

-Spragins AB, Lefton LA & Fisher DF; (1976). Eye movements while reading and searching spatially transformed text: A developmental examination, *Memory and cognition*, 4, 16-42.

-Taylor EA, 1965. Eye movements in teaching: facts and fallacies, *Amer. Educ. Res., J.*, 3, 187- 202.

-Virgili G; Acosta R; Bentley SA; Giacomelli G, Allcock C & Evans JR; (2018). "Reading aids for adults with low vision". *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 4: CD003303. ISSN 1469-493X. doi:10.1002/14651858.CD003303.pub4. PMC 6494537. PMID 29664159.

تقييم الانحراف المركزي الظاهري لأرضية بالشبكات العصبية الاصطناعية انطلاقاً من استجابة ديناميكية غير خطية

د. اسماعيل دربال¹ - أ. د. نورالدين بورحلة²،
د. فراح كحلوش³ - د. عبد الله لعريبي⁴

المخلص (Abstract): تستند دراسات الهشاشة الزلزالية للمنشآت القائمة بشكل أساسي على حالة الهيكل. ولكي نتمكن من تقييم حالة المقاومة واستقرار المنشأ بشكل صحيح، يجب تحديد بدرجة مناسبة من الدقة الخصائص الفيزيائية والميكانيكية والكتلية للمواد، وكذلك خصائص المرونة، وإخماد هيكل المنشأ المراد تقييمه. ويُعد تحديد مركز الكتلة والصلابة للأرضيات أمراً ضرورياً لتصنيف انتظامها في المستوي وكذلك للتحليل الزلزالي للهيكل. وفي كثير من الأحيان، لا تتوفر المخططات والمعلومات اللازمة لتحديد الانحرافات المركزية للأرضيات، خاصة للمباني القديمة.

إن الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تطوير إجراء يعتمد على الشبكات العصبية الاصطناعية لتقييم الانحراف المركزي للمستوى. تستعمل الإزاحات على جانبي الأرضية كمدخل لنماذج الشبكات العصبية الاصطناعية وإزاحات مركز الكتلة ومركز الصلابة كمنخرج. وهكذا وبحساب هندسي بسيط يمكننا الحصول على الانحراف المركزي الحقيقي وربما استنتاج اللامركزية العرضية. فيما بعد، تستخدم هذه الطريقة لتقييم تغير الانحراف المركزي الظاهري عندما يتعرض الهيكل لتشوّه كبير غير خطي. وهذا مفيد بشكل خاص لدراسة سلوك المباني المجهزة بمسجلات الاهتزازات والمعروضة للزلازل بهدف تقييم تأثير تغير الانحراف المركزي أثناء الاهتزازات العنيفة.

الكلمات المفتاحية: Keywords: الانحراف المركزي، الالتواء، تصميم زلزالي، الشبكات العصبية، شبكة الإلمان اللاخطية.

Résumé : Les études de vulnérabilité sismiques des constructions existantes se basent essentiellement sur l'état de la structure. Pour pouvoir évaluer correctement l'état de résistance et de stabilité d'un ouvrage, les propriétés physiques et mécaniques des matériaux ainsi que les caractéristiques élastiques, massiques et d'amortissement de la structure de

¹ جامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا، باب الزّوار، الجزائر.

² المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات بالحراش، الجزائر.

³ المدرسة الوطنية العليا للأشغال العمومية بالقبة، الجزائر.

⁴ المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات بالحراش، الجزائر.

l'ouvrage à expertiser doivent être déterminées à un degré de précision approprié. La détermination du centre de masse et de rigidité des planchers est primordiale pour la classification de leurs régularités en plan ainsi que pour l'analyse sismique de la structure. Souvent, les plans et les informations nécessaires pour la détermination des excentricités des planchers ne sont pas disponibles surtout pour les anciens édifices.

L'objectif principal de cette étude est de développer une procédure basée sur les réseaux de neurones artificiels (RNA) pour l'évaluation de l'excentricité de niveau. Les déplacements sur les deux côtés du plancher sont utilisés comme une entrée pour les modèles de RNA, et les déplacements du centre de masse et du centre de rigidité comme une sortie. Ainsi par un simple calcul géométrique on peut obtenir l'excentricité réelle et déduire éventuellement l'excentricité accidentelle. Par la suite cette méthode a été utilisée pour évaluer la variation de l'excentricité apparente lorsque la structure subit une grande déformation non linéaire. Ceci est particulièrement utile pour étudier le comportement des bâtiments instrumentés soumis à des séismes réels dans le but d'évaluer l'effet de la variation de l'excentricité pendant un fort mouvement du sol.

Mots clés: excentricité, torsion, conception parasismique, réseaux de neurones, réseau d'Elman, non linéarité.

1. **المدخل (Introduction):** يُعدّ الالتواء عاملاً مهمًا يميّز السلوك العام للبناء. وتُدخّل القوانين المتعلقة بالمقاومة للزلازل (Codes parasismiques) عزمين للالتواء ناتجين عن الانحرافات المركزية المحسوبة والعرضية. ويهدف إدخال الانحراف المركزي العرضي، إلى الأخذ بعين الاعتبار جميع الارتبايات (Incertitudes) والأخطاء في تقييم الخصائص الهندسية والميكانيكية للعناصر الهيكلية والانهيار العشوائي للعناصر غير الهيكلية. ويشمل الانحراف المركزي العرضي أيضًا التغير المكاني للأحمال الدائمة، والتوزيع غير المعتدل (Distribution défavorable) لأحمال التشغيل أو حتى الاهتزازات الالتوائية التي تسببها الحركة الدورانية للأساسات. ونظرًا للطبيعة العشوائية لهذه الوسائط، من الصعب جدًا بل من المستحيل تقييم الانحراف المركزي العرضي بطريقة قطعية. وفي هذا السياق، تم إجراء العديد من الدراسات بهدف تحديد تأثير الالتواء الناتج عن الانحراف المركزي العرضي بدقة أكبر.

وتم كذلك تقييم الآثار المُركّبة الدّورانيّة للزلازل على الانحراف المركزي العرضي، في دراسة حاولت فصل هذه المُركّبة بالنّسبة للعوامل الأخرى، وأظهرت أنّ القيمة المقترحة (0.05b) ليست كافية لشروط تصميم المباني ذات التردّدات المنخفضة للالتواء [1].

قدّمت دراسة أخرى كيميّة لتحديد الجهود التي يسببها الالتواء النّاجم عن الانحراف المركزي العرضي انطلاقاً من التّسجيلات على المباني المجهزة (Bâtiments instrumentés) تحت تحريض (Sollicitation) زلزالي حقيقي.

أظهرت نتائج هذه الدّراسة، أنّ الالتواء العرضي الذي حدّده قانون البنيات الموحد (Uniform Bulding Code) يتوافق جيداً مع مُركّبة الالتواء في الحركات المسجلة [2].

من جهة أخرى، تم استخدام لأول مرة مقارنة مختلفة تعتمد على طريقة الشبكات العصبية الاصطناعية (Réseaux de Neurones Artificiels) لتقدير مستوى الانحراف المركزي العرضي في مبنى متناظر [3].

ثم توسعت هذه الطّريقة لتقييم مستوى الانحراف المركزي، انطلاقاً من بيانات المخرجات في المجال الزّمني غير الخطّي [4].

وفي نفس الاتجاه، أظهر إجراء آخر، باستخدام نفس طريقة الشبكات العصبية المقرونة بمحاكاة مونت كارلو (Monte Carlo)، فعاليته في تحديد الانحراف المركزي العرضي للهياكل المكوّنة من طابق واحد [5].

الهدف من هذه المقالة ذو شقين، الأول هو تحديد موقع مركز الكتلة ومركز الصّلاب، وبالتالي التّحديد الكميّ للانحراف المركزي الكلي للمباني انطلاقاً من استجابة ديناميكية باستخدام شبكة عصبية من نوع إلمان (Elman). ويمكن الحصول على الانحراف المركزي العرضي في حالة توافر الخصائص الهندسية والميكانيكية للهيكلي. والهدف الثاني هو استخدام هذا النموذج لتقييم التّغير في الانحراف المركزي للمبنى؛ انطلاقاً من استجابة ديناميكية غير خطيّة.

2. المواد والطرائق (Materials and methods):

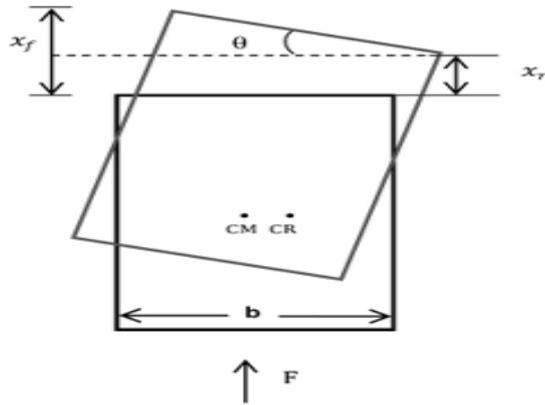
الفكرة الأساسيّة لهذا البحث هي تحديد الانحراف المركزي انطلاقاً من الاستجابة الديناميكية للمبنى على مستوى الطّابق، أي تحديد الإزاحات (Déplacements) من الجانب المرن والصّلب. إذا اعتبرنا المبنى غير المتناظر المبين في الشكل 1، تحت إثارة زلزالية (Excitation sismique)، يمكن التعبير عن الحركة الدّورانيّة للأرضية بدلالة إزاحات الأطراف على النّحو التالي:

$$(1) \quad \theta = \frac{(X_f - X_r)}{b}$$

حيث:

θ هي إشارة التّغير لزاوية دوران الأرضية ؛

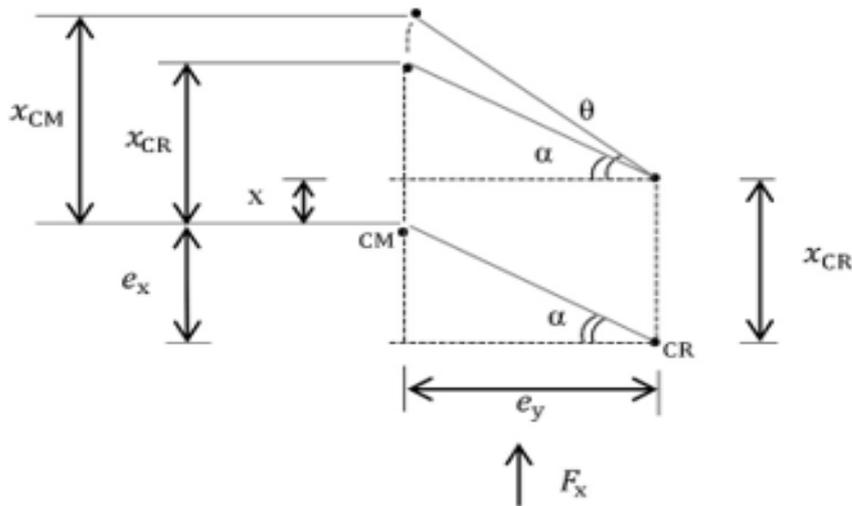
x_f و x_r هما إشارات الإزاحة لنقطتين، إحداهما تقع على الجانب الصلب والأخرى على الجانب المرن من الأرضية، على التوالي ؛
 b هو بُعد المبنى المتعامد مع اتجاه الإثارة.



الشكل 1:

نموذج هيكلي ذو انحراف مركزي

في اتجاه واحد.



الشكل 2:

إزاحة

مركزي الكتلة

والصلابة خلال استجابة مقترنة (Réponse couplée).

من الشكل 2 لدينا:

 α : الزاوية بين الخط الأفقي والخط الذي يربط مركز الكتلة بمركز الصلابة. θ : زاوية دوران الأرضية. e_x : الانحراف المركزي في الاتجاه x . e_y : الانحراف المركزي في الاتجاه y . x_{CM} : إزاحة مركز الكتلة. x_{CR} : إزاحة مركز الصلابة.

x : المسافة بين الموضع الابتدائي لمركز الكتلة وموضع مركز الصلابة بعد الإزاحة.

يمكننا أن نكتب:

$$(2) \quad \alpha = \frac{X_{CR} - X}{e}$$

$$(3) \quad (\alpha + \theta) = \frac{X_{CM} - X}{e}$$

نستبدل (2) في (3) ونحصل على:

$$(4) \quad e = \frac{X_{CM} - X_{CR}}{\theta}$$

ولتحديد قيمة الانحراف المركزي e انطلاقاً من هذه الصيغة، يجب أن نعرف: زاوية الدوران θ ،
إزاحة مركز الكتلة وإزاحة مركز الصلابة.

x_f و x_r هما استجابتان هيكليتان يمكن قياسهما مباشرة على طابق مبنى عند تجارب الاهتزازات في الظروف المحيطة (Vibrations ambiantes) أو عند التسجيل أثناء الإثارة الزلزالية الفعلية. من ناحية أخرى، تُحدد إزاحة مركز الكتلة وإزاحة مركز الصلابة باستخدام تقنية الشبكات العصبية الاصطناعية (RNA).

1.2 إعداد الشبكات العصبية الاصطناعية: إن الشبكات العصبية الاصطناعية مستوحاة من علم الأحياء وتمثل نموذجاً رياضياً لعمل العصبون البيولوجي. والفكرة هي تقديم بيانات المدخلات والمخرجات للشبكات العصبية الاصطناعية، وجعلها تتعلم العلاقة بين الاثنين من خلال عملية تسمى التعلّم (Apprentissage).

ويتمثل هذا الأخير في تقليل الخطأ عن طريق ضبط (Ajustement) وسائط النموذج. وتقدم الشبكات العصبية الاصطناعية بديلاً للنمذجة الرياضية. وتكمن ميزتها في قدرتها على التعميم.

1.1.2 تصميم الشبكات وقواعد البيانات: يجب علينا بناء نموذجين للشبكات العصبية، أحدهما للتنبؤ باستجابة (إزاحة) مركز الكتلة، والثاني للتنبؤ بإزاحة مركز الصلابة. وتبين أن الشبكات العصبية من نوع إلمان (Elman) مناسبة جداً للتنبؤ الدقيق للإزاحتين [5].

إن اختيار بنية (Architecture) أو تصنيف (Typologie) الشبكة العصبية من حيث الطبقات المخفية وأعداد العصبونات يتم عادة بالخبرة الناتجة عن الأعمال السابقة وعن طريق التلمس (Tâtonnement) بتغيير عدد الطبقات والعصبونات حتى نصل للدقة المطلوبة مع تجنب التعلّم الزائد (Sur-apprentissage).

وبعد عدة تكرارات (Itérations)، فإن الشبكات التي أعطت أحسن النتائج تتكون من طبقتين مخفيتين من 21 عصبون للنموذج الذي يكشف إزاحة مركز الكتلة (CM)، وطبقتين مخفيتين من 17 عصبون للنموذج الذي يكشف إزاحة مركز الصلابة (CR).

إنَّ عَصْبُونَاتِ الطَّبَقَةِ المَخْفِيَّةِ لها دالة التَّحْوِيلِ (Fonction de transfert) من نوع سيني قصبي (Sigmoïde tangentielle). ودالة التَّحْوِيلِ في عَصْبُونَاتِ طبقة المخرج هي من النَّوعِ الخَطِّيِّ. وتنقسم قاعدة البيانات إلى قسمين، أحدهما للتَّعَلُّمِ والآخر للاختبار (test) والتَّحَقُّقِ من الصَّحَّةِ (Validation).

استخدامنا نموذج رقمي بالعناصر المحدودة (Eléments finis) لإنشاء قاعدة بيانات التَّعَلُّمِ لنموذجي الشَّبَكَاتِ العَصْبِيَّةِ. واستعملنا إشارات الإزاحة على الجانبين المرن والصلب كمدخلات في نموذجي الشَّبَكَاتِ العَصْبِيَّةِ، وإشارة إزاحة مركز الكتلة (CM) كمخرج مرغوب من نموذج الشَّبَكَة العَصْبِيَّةِ الذي يتنبأ بإزاحة مركز الكتلة (CM) واستخدمت إشارة إزاحة مركز الصَّلابة (CR) كمخرج مرغوب من نموذج الشَّبَكَة العَصْبِيَّةِ الذي يتنبأ بإزاحة مركز الصَّلابة (CR).

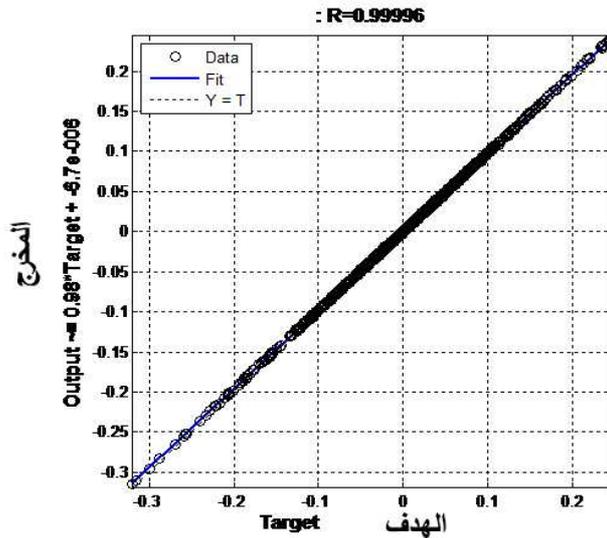
2.1.2 تعلم الشَّبَكَاتِ العَصْبِيَّةِ: التَّعَلُّمُ هو مرحلة من مراحل إنشاء الشَّبَكَة العَصْبِيَّةِ يتمُّ خلالها تعديل سلوك الشَّبَكَة حتى نحصل على السلوك المطلوب. ولتحقيق ذلك أجرينا العديد من التجارب بواسطة الخوارزميات المختلفة المتاحة في (MATLAB) [6]، ولاحظنا أن خوارزمية لوفامبرغ - ماركارث (Levenberg-Marquardt) لها أسرع تقارب (Convergence). إن دالة الأداء (Fonction de performance) المستخدمة لتعلم الشَّبَكَة العَصْبِيَّةِ هي متوسط الخطأ المربع (Erreur quadratique moyenne). ولتجنب التَّعَلُّمِ الزائد للشبكة، استخدمنا طريقة الإغلاق المبكر.

ويتمُّ تقديم أمر الإدخال بالكامل (Ordre d'entrée entier) إلى الشَّبَكَة، وحساب مخرجاتها ومقارنتها بالأمر المستهدف (Ordre de cible) لإنتاج الأمر بالخطأ (Ordre d'erreur). وفي كل مرة، يتمُّ الانتشار العكسي (Rétropropagation) للخطأ لإيجاد تدرجات الأخطاء (Gradients des erreurs) لكل وزن واستقطاب. ثم يتمُّ استخدام هذا التدرج لتحديث الأوزان مع وظيفة التَّعَلُّمِ للانتشار العكسي.

3.1.2 اختبار الشَّبَكَاتِ والتَّحَقُّقِ من صحتها: إن تقييم فعالية النماذج المقترحة يتمُّ على أساس إمكانات الشَّبَكَة لمحاكاة العلاقة بشكل تام بين إشارات الإدخال لإزاحة الجوانب المرنة والصلبة، والإشارة المستهدفة لإزاحة مركز الكتلة (CM) أو إزاحة مركز الصَّلابة (CR) للأرضية. وبعد تكوين الشَّبَكَة العَصْبِيَّةِ بشكل كامل، يتمُّ فحصها باستخدام إشارة لا تنتمي إلى مجموعة التَّعَلُّمِ.

ولاختبار فعالية النماذج للشبكة العصبية، يتمُّ إنشاء قاعدة بيانات عن طريق تغيير العديد من الوسائط في النماذج الرقمية بالعناصر المحدودة (الانحراف المركزي، الإثارة، أبعاد العناصر المقاومة، مواقع CM و CR وعدد الطوابق). وتم استخدام 11 نموذجاً رقمياً لاختبار الشَّبَكَاتِ العَصْبِيَّةِ والتَّحَقُّقِ منها. ومن أجل التَّحَقُّقِ من جودة الشَّبَكَاتِ العَصْبِيَّةِ الاصطناعية،

يتم تمرير جميع البيانات المستخدمة في الاختبار والتحقق من صحتها من خلال الشبكة لإجراء انحدار خطي (Régression linéaire) بين مخرجات الشبكة والأهداف المقابلة. وعلى سبيل المثال، قدّمنا فقط نتائج التحقق من صحة النموذج 2.

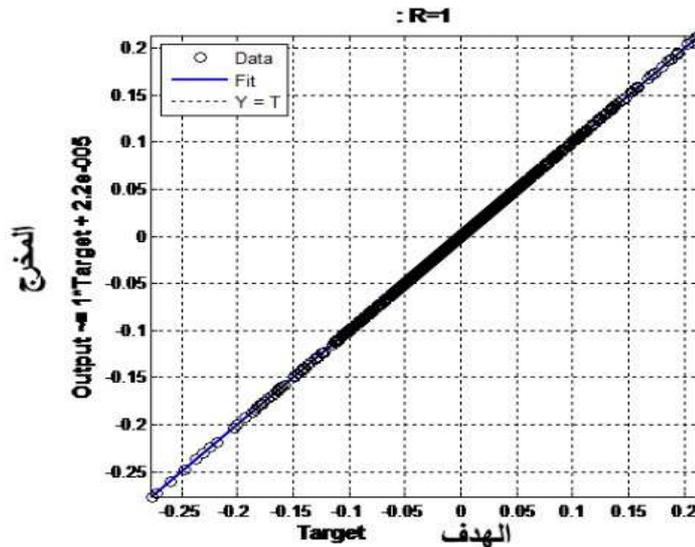


الشكل 3:

الانحدار الخطي بين إشارة

المخرج x_{CM}

(output) وإشارة الهدف للنموذج 2.



الشكل 4:

الانحدار الخطي بين إشارة المخرج x_{CR} (output) وإشارة الهدف للنموذج 2.

بالنسبة لنتائج التحقق من صحة شبكات التنبؤ لحالات إزاحات مركز الكتلة ومركز الصلابة (الشكلان 3 و4)، فإن خطوط التكيف (Lignes d'adaptation) تتطابق عملياً مع الخط المائل، ومعامل الارتباط (Coefficient de corrélation) قريب جداً من الوحدة، مما يعني أن الشبكات العصبية تعطي تنبؤات دقيقة جداً لإزاحات مركز الكتلة ومركز الصلابة.

3. **النتائج (Results):** بناءً على نتائج الاختبار والتحقق من الصحة، يتبين أنه عندما يكون موضع مركز الكتلة أو الصلابة في المحاكاة قريباً من موضع مركز الكتلة أو الصلابة في التعلّم، فإن دقة الشبكة تكون أفضل.

ومن جهة أخرى، فإن الخطأ يزداد عندما يكون موضع مركز الكتلة أو الصلابة قريباً من منتصف الأرضية في مرحلة التعلّم، وبعيداً من المنتصف في المحاكاة. وفي المقابل، عندما يكون موضع مركز الكتلة أو الصلابة بعيداً عن منتصف الأرضية في مرحلة التعلّم، وأقرب إلى الوسط في المحاكاة، يقل الخطأ. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن دقة النموذج قليلة الحساسية لعدد الطوابق.

يتراوح الخطأ النسبي في الانحراف المركزي المحسوب للتكوينات (Configurations) المختلفة بين 0 و20٪. وفي المقابل، فإن النسبة بين الخطأ المطلق في الانحراف المركزي و b (بعد المبني العمودي على الإثارة)، والمعطاة بـ:
$$e_e = \frac{\text{erreur absolue}}{b}$$
 ، لا تتجاوز 3.15٪.

4. **المناقشة (Discussion):** عندما تقوم بعض العناصر المقاومة من الهيكل بولوج (Incursion) غير متجانس في مجال ما بعد المرونة (Post-élastique) ، فإنها تحدث تغييرات في صلابة خطوط الدعامات (Files de contreventement) وبالتالي يتغير مركز الصلابة في تلك الأثناء. لهذا السبب، يتبين أنه من المفيد تقييم تغير الانحراف المركزي بدءاً من بيانات المخرج فقط في المجال الزمني، عندما يتعرض الهيكل لتشوهات (Déformations) كبيرة غير خطية.

يعتمد الانحراف المركزي الهيكلي على قيمة الفرق في مستوى القوة بين العناصر الجانبية المقاومة على الجانب المرن والصلب من الهيكل. كما يعتمد كذلك على توزيع عتبات المقاومة لعناصر الهيكل. ولهذا الأسباب، يصعب جداً تحديد تغير الانحراف المركزي الناتج عن السلوك غير الخطي. لا توجد حالياً طريقة للتحديد الكمي لهذا التغير في الانحراف المركزي بشكل دقيق.

ومن أجل اختبار كفاءة نموذج الشبكات العصبية للحالة غير الخطية، تم تطوير نموذج رقمي بالعناصر المحدودة متناظر في البداية وتوزيع مقاومة غير منتظم.

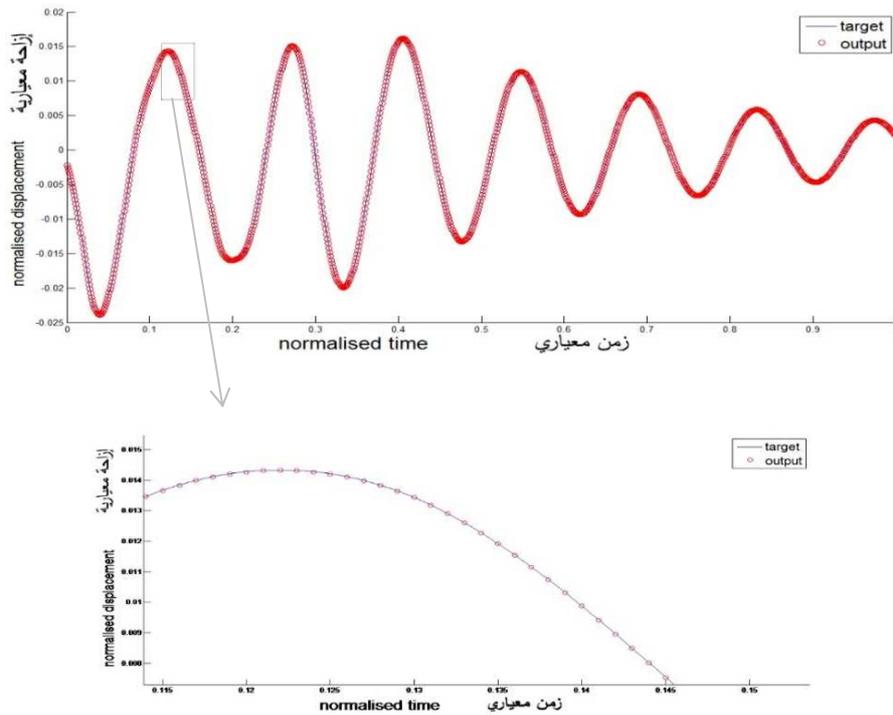
وتم وضع أربعة روابط ذات قانون سلوك مرنوليدن (Comportement elastoplastique) بنموذج البطء لُون (Modèle hystérésis de Wen) في أطراف الأعمدة. ثم نُضع نموذج الهيكل

إلى مخطط التسارع (Accélérogramme) الذي يُحدث داخل الأعمدة من جانب واحد ولوجات في المجال غير الخطي.

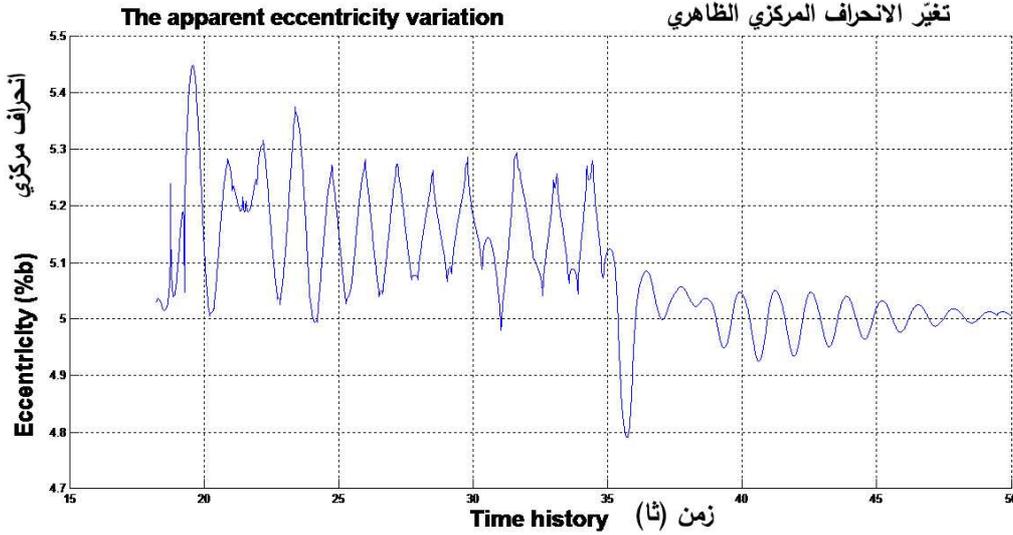
وتؤدي هذه الوضعية إلى توزيع الصلابة بشكل غير متناظر مؤقتًا وبالتالي إلى تغيير في الانحراف المركزي. وهكذا تنشأ الحركات الدورانية في التّموذج وتصبح الحركة الإجمالية للأرضية مقترنة. ويتمّ استخدام إزاحة النقطتين على حواف الأرضية كمدخل في الشبكتين للتنبؤ باستجابات مراكز الكتلة والصلابة.

وقبل تحديد الانحراف المركزي، تُقيم فعالية نموذج RNA على أساس قدرته على إعادة إنتاج الإشارات المستهدفة بدقة. وعلى سبيل التوضيح، يُرسم جزء من التطور عبر الزمن للإزاحة التي تنبأت بها الشبكة العصبية في نفس الوقت مع إشارة الهدف في الشكل 5.

وكما هو موضّح في الشكل 5، تتوافق جيدًا الإشارتان، حتى أثناء الاستجابة غير الخطية.



الشكل 5: إشارة مخرج الشبكة والإشارة المرغوبة.



الشكل 6: التغير في الانحراف المركزي الظاهري.

إن الانحراف المركزي الظاهري اللحظي الذي تنبأ به نموذج RNA انطلاقاً من استجابة ديناميكية غير خطية مبين في الشكل 6.

ويمكن تفسير هذا التغير في الانحراف المركزي على أنه مؤشر اقتران لاستجابة الأرضية، وهو ناشئ عن تغير صلابة العناصر في جانب واحد من الهيكل، مما يسبب حركة دورانية تستمر على الرغم من عودة الصلابة إلى قيمتها الأولية ويصبح الهيكل متناظراً.

في هذه الدراسة، بلغ الانحراف المركزي الظاهري 5,45%b كما هو مبين في الشكل 6.

5. الخلاصة (Conclusion):

يمكن تلخيص ما توصلنا إليه من هذه الدراسة في مايلي:

1- إن تحديد الانحراف المركزي الكلي الحقيقي لهيكل قائم له أهمية كبيرة بالنسبة لدراسات التقوية (Renforcement) أو الهشاشة الزلزالية (Vulnérabilité sismique).

2- من الصعب جداً التقييم بشكل واضح ودقيق لهذا الانحراف المركزي الكلي للمنشآت التي لا تتوفر فيها المعلومات الكاملة عن الخصائص الهندسية والميكانيكية.

3- في هذا العمل، تم اقتراح إجراء لتحديد الانحراف المركزي انطلاقاً من استجابة ديناميكية لهيكل متعدد الطوابق. ويستدعي هذا الإجراء تقنية الشبكة العصبية للتنبؤ باستجابة مركز الكتلة والصلابة ومن ثم الانحراف المركزي الكلي. ولا يتطلب هذا الإجراء سوى تسجيلين للإزاحة على جانبيين متطرفين من المبنى. وهذان التسجيلان يتم استخدامهما كشعاع المدخل (Vecteur d'entrée) للشبكات العصبية وعند المخرج نحصل على إزاحات مركز الكتلة والصلابة.

- 4- أظهرت دراسة الحساسية (Etude de sensibilité) أن دقة نموذج الشبكة العصبية تكون أفضل عندما يكون موضع مركز الكتلة أو الصلابة أثناء التعلّم قريبا من موضع مركز الكتلة أو الصلابة في المحاكاة.
- ويمكن، أثناء الإثارة الزلزالية الشديدة، أن تقترن الاستجابة الديناميكية غير الخطية للهيكل المتناظر بعد الولوج في مجال ما بعد المرونة للعناصر الهيكلية بطريقة غير منتظمة.
- ولقد تم استخدام نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية RNA للكشف عن الانحرافات المركزية المؤقتة الناتجة.
- 5- من الناحية العملية، يمكن استخدام هذه التقنية لدراسة سلوك المباني المجهزة بمسجلات الاهتزازات والمعرضة للزلازل من أجل تقييم تأثير الانحراف المركزي أثناء زلزال قوي أو أثناء تجارب الاهتزازات المحيطة للهياكل المتناظرة وغير المتناظرة على حد سواء.

المراجع (References):

- H. Shakib and R.Z. Tohidi. Evaluation of accidental eccentricity in buildings due to rotational component of earthquake. Journal of Earthquake Engineering, Vol. 6, No. 4, (2002).
- J.C. De La Llera and A. K. Chopra. Evaluation of code-accidental torsion provisions using earthquake records from three nominally symmetric- plan buildings. SMIP92 Seminar on Seismological and Engineering Implications of Recent Strong-Motion Data, p. 4-1 - 4-16, (1992).
- N. Bourahla and T. Boukhamacha. Extraction of accidental eccentricity parameters from ambient vibration records using artificial neural networks. Proceedings of the International Conference on Experimental Vibration Analysis for Civil Engineering Structures, France, October (2005).
- N. Bourahla, T. Boukhamacha and S. Taфраout, Detection of the eccentricity variation in nonlinear response using artificial neural networks, First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, Switzerland, (2006)
- [5] M. Badaoui, A. Chateaneuf, E. Fournely, N. Bourahla and M. Bensaïbi. Evaluation of accidental eccentricity for buildings by artificial neural networks. Structural Engineering and Mechanics, Vol. 41, No. 4, (2012).
- [6] M.H. Beale, M.T. Hagan, H.B. Demuth. Neural network toolbox™ user's guide, the math works, R(2012)b.

نشأة رواسب الكاولين المتكوّنة على صخور المتحوّلة غير المتجانسة تمازيرت، الشقفة والحاج علي (شمال شرق الجزائر) - نموذجاً.

(2-1) بوقفة مشاطي⁽²⁻¹⁾ - لعموري بشير⁽²⁻¹⁾
(2) بوعبسة لخضر⁽¹⁾ - نتالي فاجل⁽²⁾

(1) مختبر الجيوديناميك والموارد الطبيعية (LGRN)، جامعة بادجي مختار، 23000 عنابة - الجزائر.

(2) مختبر الطين والجيوكيمياء و البيئات الرسوبية (AGEs) قسم الجيولوجيا، جامعة لياج، مقاطعة أغورا، 14

B-4000 Liège –Belgium، Allée du six Août

Genesis of kaolin deposits developed on a heterogeneous metamorphic basement: Example of Tamazert, Chekfa and Hadj Ali (NE Algeria).

BOUKOFFA M^(1,2) ; LAMOURI B^(1,2) ; BOUABSA L⁽¹⁾ ; FAGEL N⁽²⁾

(1) Laboratoire de Géodynamique et Ressources Naturelles (LGRN), Université Badji Mokhtar, 23000 Annaba–Algérie.

(2) UR Argile, Géochimie et Environnements Sédimentaires (AGEs). Département de Géologie, Université de Liège. Quartier Agora, 14 Allée du six Août, B-4000 Liège –Belgique.

الملخص (Abstract): تتشكل مرتفعات منطقة القبائل الصغرى (شمال شرق الجزائر) من صخور القاعدة المتحوّلة غير المتجانسة. هذه الصخور تأثرت بالتغيرات المناخية في عصر الميوسين (Miocène) وهذا ما أدى إلى تطور عملية التجوية الكيميائية. التي أدت إلى تكوين معاطف الكاولينيت متمثلة في مناجم: تمازيرت، الشقفة والحاج علي. وقد تم تحليل ناتج عملية التجوية والصخرة الأم معدنياً بواسطة حيود الأشعة السينية (DRX) وكيميائياً باستعمال الطيف الدرّي المنبعث ICP-AES للعناصر الأساسية وتوصيلة البلازما المزدوجة ICP-MS للعناصر الثانوية. التركيب المعدني في المناجم الثلاثة يتكون من الكاولينيت (20 إلى 78%)، الكوارتز (05 إلى 23%) والمسكوفيت (8 إلى 61%)، كما توجد معادن أخرى مثل (الكورايت، الفلدسبات)، لكن بكميات ضئيلة.

الدراسة الجيوكيميائية للعناصر الأساسية لنواتج التجوية بينت التحلل الجزئي للعناصر التالّية SiO_2 , CaO , MgO و إقصاء كلي لعنصر Na_2O ، مما أدى إلى زيادة تركيز البوتاسيوم والألومنيوم Al_2O_3 و K_2O وأن نسبة Fe_2O_3 تتغير من موقع إلى آخر. بعض العناصر الثانوية (Cr, Zr, Ba, Sr, V, Nb, Rb, U) تستعمل للتمييز بين أصول الكاولينيت الناتجة عن التغيرات المتيورولوجية (altération météorique) أو التجوية بالمحاليل الساخنة (altération hydrothermale). كذلك فإن أطيف العناصر النادرة (REE) تدل على إثراء كلي لناتج التجوية في المواقع الثلاثة. تعتبر العناصر النادرة الخفيفة (LREE) بمعدل عام 33 ppm ثرية في كل

العينات مقارنة بالعناصر التآدرة الثقيلة (HREE) بمعدل 2.5 ppm. الاستثناء السلي لعنصر europium (Eu) يخص كل العينات. أما نسبة (La/Yb) المعدلة بواسطة الكوندرت (C1) المسماة (La/Yb)_N ضعيفة (8.37- 20.98) مقارنة بالصخرة الأم (22)، باستثناء بعض العينات في موقع الحاج علي (27 < (La/Yb)_N < 25). نتائج التحاليل المعدنية والكيميائية والتقييم الجيوكيميائي والملاحظات الميدانية، بينت علاقة النشأة بين مناجم الكاولينيت الثلاثة (تمازيرت، الشقفة والحاج علي). هذه المناجم ذات أصول مختلفة حدث لها تجوية خارجية وداخلية (hypogène و supergène) مع أسبقية التجوية الخارجية (supergène). الكلمات المفتاحية: جيوكيمياء، التجوية الكيميائية، القبائل الصغرى، الكاولن، منجم، الجزائر.

Abstract:

Chemical weathering of heterogeneous rocks of Lesser Kabylia massif (NE Algeria), are influenced by climatic disturbances during the Miocene. This chemical weathering led to the development of kaolin deposits, such as in (Tamazert, Chekfa and Haj Ali). The products of weathering and the fresh rock were subject to mineralogical analysis by X-ray diffraction and chemically by inductively coupled plasma spectrometry (ICP/AES) for detecting major elements, and (ICP/MS) for determining trace elements. Mineralogical composition of weathering product in the three studied sites, showed the dominance of kaolinite (20% à 78%), beside quartz (5% à 23%) and illite/muscovite (8% à 61%). Other accessory minerals such as chlorite, plagioclase, feldspars are also present, but in small quantities. The geochemical evaluation of major and trace elements in the weathering product, shows leaching of (SiO₂, CaO, MgO and Na₂O) and enrichment of K₂O and Al₂O₃. However, behavior of Fe₂O₃, is different from one site to another. Trace elements have been enriched in the majority of samples of the three profiles. Some trace elements (Cr, Zr, Ba, Sr, V, Nb, Rb, and U) are used to discriminate the hypogen or supergen origin of kaolin. The REE show enrichment in the weathering product of the three profiles, LREE are more enriched in most samples, relatively to HREE. The significant negative anomaly of europium (Eu) characterizes all samples. The (La / Yb)_N is slightly compared to the parent rock with the exception of some samples of Haj Ali site, where it show high concentrations. Field observations and mineralogical- geochemical studies, show that the kaolin deposits of (Tamazert, Chekfa and

Haj Ali) are genetically linked, and having a mixed origin (hypogene and supergene), with the predominance of supergene origin in most studied samples.

Keywords: Geochemistry, Chemical weathering, Kaolin, Lesser Kabylie, Deposit, Algeria.

1-المدخل (Introduction): تخضع الصّخور العلويّة للقشرة القاريّة لعمليات تجويّة مختلفة (فيزيائيّة وكيميائيّة) ويعتبر مناخ المنطقة المعنيّة بالدراسة متغيرا مهما في عمليّة التجويّة. بالإضافة إلى عوامل أخرى أكثر محليّة، كطوبوغرافيّة المنطقة والمكونات المعدنية وكيمياء الصّخور المتواجدة في منطقة الدّراسة. هذه العوامل مجتمعة تؤثر على درجة تجويّة الصّخور ونواتجها (Nesbitt et Young, 1982 ; White et Blum, 1995)

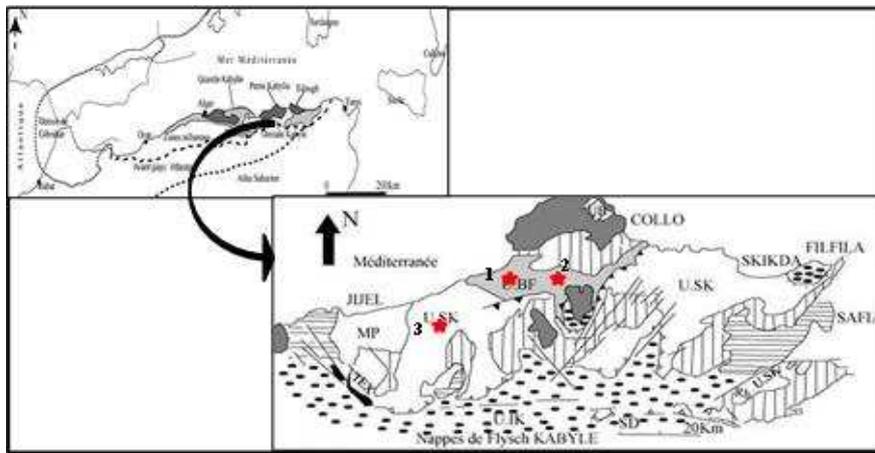
تؤدي عمليّة التجويّة الكيميائيّة إلى تحلل المعادن الأوليّة للصخرة الأم، وتتراكم نواتج التجويّة عليها حيث يتم انتقال جزء من نواتج التجويّة نحو البحار والمحيطات (Windom, 1976) أما الجزء الأكبر منها فتضل فوق الصّخرة الأم (*in situ*) حيث تتكون معاطف التجويّة. في أثناء التجويّة الكيميائيّة تقصى العناصر القلويّة والقلويات الأرضيّة بكل سهولة من المعادن الأوليّة (Nesbitt et al., 1997; Nesbitt et Markovics, 1992; Nesbitt et Wilson, 1992; 1980). وعلى العكس تبقى العناصر الكيميائيّة التي تشكل المعادن المقاومة ثابتة (Nesbitt et Markovics, 1997). يتمّ بقاء العناصر مثل الألومنيوم والحديد والتيتانيوم Al, Fe et Ti في ناتج التجويّة وتختلط مع عناصر أخرى لتكوين معادن ثانويّة. وقد سبقت الإشارة إلى سلوك العناصر النادرة (REE) أثناء عمليّة التجويّة في بحوث كثيرة (Nesbitt, 1997; Duddy, 1980; Banfield et Eggleton, 1989; Marsh, 1991; Price et al., 1991; Cagianelli et al., 1992; Nesbitt et Wilson, 1992; Braun et al., 1993, 1998; Mongelli, 1993; Boulagne et Colin, 1994; Condie et al., 1995; Nesbitt et Markovics, 1997; Hill et al., 2000), عموما، تتحرك العناصر النادرة في أثناء عمليّة التجويّة الكيميائيّة، ويتغير إعادة توزيعها حسب طبيعة التجويّة وشدتها.

الهدف من هذا العمل هو التعرف على أصول ثلاثة من رواسب الكاولن في الشّمال الشرقي الجزائريّ. هذه الرّواسب مرتبطة مكانيا ونشأة مع التكوين التحولي لمرتفعات القبائل الصّغرى. وتهدف الدّراسة إلى بحث إعادة توزيع العناصر الثّانويّة (العناصر نادرة) كدليل لأصول السّوائل في التجويّة.

2. الإطار الجغرافي:

رواسب الكاولن في ثلاثة مناجم تقع في الشّمال الشرقي الجزائريّ (الشّكل 1)، يقع منجم تمازيرت على بعد 17 كلم شمال مدينة الميليّة (غرب جيجل). يبعد منجم الحاج علي، 14 كلم عن مدينة عين قشرة (غرب سكيكدة). في حين يقع منجم الشّقفة على بعد 23 كلم شرق جيجل.

من الناحية الجيولوجية، تعتبر هذه المناجم تابعة لمرتفعات القبائل الصغرى التي تمتد على طول سواحل البحر الأبيض المتوسط حوالي 150 كلم بين منطقة جيجل من الغرب إلى مرتفعات جبل فيلقة (سكيدة) من الشرق، مع امتداد شمال-جنوب 50 كلم. تعتبر كتلة جبال القبائل الصغرى هي الأضخم من بين الكتل الأخرى المشكلة للساحل الجزائري (الشكل 1). الخصائص التكتونية الكبيرة لهذه المنطقة تمت دراستها من قبل (Bouillin, 1977). تقع مناجم تمازيرت، الشقفة و الحاج علي بالتحديد في وحدة بني فرقان. هذه الوحدة تتكون من تراكم ثلاث وحدات فرعية متوضعة من الأعلى الى الأسفل كالآتي. الباراغنييس (paragneiss) للوحدة الفرعية العلوية، تتقاطع بواسطة قواطع (filons) الأمفيبوليت (amphibolites)، الوحدة الفرعية الوسطى ميتا بيليتية، (métapélitique) الوحدة الفرعية السفلية تتكون من تتابع الميتا بليت و عدسات البيروكسينيت، غرانيت و اللبنييت (leptynite). هذه الوحدة مغطاة من ناحية الشمال بمكونات النوميديا، الأولغوميوسين القبائلي (OMK) و الأوليستوستروم دو فليش (olistostromes de flyshs).



الشكل 1:

الموقع الجيولوجي والهيكل لكتلة القبائل الصغرى في المنطقة المغاربية الداخلية (D.M Durand, 1969; J. M. Vila, 1980). (1) تمازيرت (2) الحاج علي (3) الشقفة

Fig.1. Geological and structural position of the lesser kabylian massif in internal Maghreb

: Tamazert, (2): Hadj Ali; (3): Chekfa area (D.M Durand, 1969; J. M. Vila, 1980). (1)

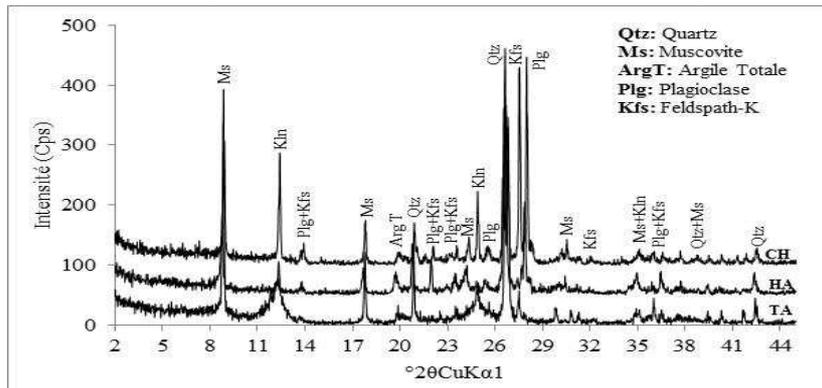
3.المواد والطرائق (Materials and methods):

تم جمع العينات المستخدمة في هذه الدراسة من مناجم الكاولن الواقعة شمال شرق الجزائر. تمازيرت (06 عينات)، الشقفة (03 عينات) والحاج علي (05 عينات) حسب خط شمال-جنوب. تمت التحاليل الكيميائية في مركز البحث (CRPG -CNRS Nancy, France). والتحليل المعدني في مختبر الطين، الجيوكيمياء والبيئات الرسوبية بجامعة لياج (بلجيكا) (Argiles, Géochimie et Environnements sédimentaires, AGeS). التحاليل المعدنية لمختلف العينات تمت بواسطة

مطياف من نوع (Bruker D8 Advance) يستعمل إشعاع (Cu K α 1, λ = 1.5418)، التحاليل المعدنية الكليّة والجزئية (Fraction < 2 μ m) في نفس الشّروط المعتادة (2 θ - 45°, 40kv, 30mA). تحاليل العينات الجزئية أجريت على ثلاث مراحل: طبيعيّة، معالجة بالإيثيلان جليكول ومسخنة عند درجة حرارة 500 لمدة أربع ساعات (500°C, EG, N). فيما يخص العناصر الكيميائية الثّانوية فقد تم معايرتها (normalisation) بواسطة الكوندريت (C1).

4.النتائج (Results):

4.1.النتائج المعدنية: بيّنت الدّراسات المعدنية أنّ المكوّن الأساسي الناتج عن عمليّة التّجوية في المناجم الثّلاثة يتكون: الكاولينيت، الكوارتز و المוסكوفيت (الشّكل 2). النّسب المئوية للمعادن جد متغيرة؛ الكاولينيت من 20 إلى 78%. المוסكوفيت، من 8 إلى 61%. الكوارتز، من 5 إلى 23%. المعادن الثّانوية متمثلة في الفلدسبار البوتاسي والبلاجيوكلاز توجد بنسبة معتبرة في مناجم الشّقفة والحاج علي، وعلى شكل بقايا في بعض عينات منجم تمازيرت. أمّا معادن السماكتيت (smectites) والكورايت (chlorite) فهي موجودة بنسب ضئيلة جدًا (< 1%) في معظم عينات الكاولينيت.



الشّكل 2. أنماط مسحوق XRD للعينات في ثلاثة مواقع التي تمت دراستها، Ta: Tamazert، Ch: Chekfa، Ha and حاج علي. (كوارتز: Qtz، كاولينيت: Kln، ميسكوفيت: Ms، طين كلي: Tc، فلديسبات: Kfs، بلاجيوكلاز: Plg).

Fig 2. Powder XRD patterns of three studied site, Ta: Tamazert; Ch: Chekfa and Ha: Hadji Ali. (Qtz: Quartz, Kln: Kaolinite, Ms: Muscovite, Tc: Total clay, Kfs: K-feldspar, Plg: Plagioclase).

4.2.النتائج (Results):

نتائج التّحليل الكيميائي موضحة في الجدول رقم 1، وتبين وجود اختلافات معتبرة ومتوافقة مع التركيبة المعدنية في كل العينات. نسبة SiO₂ أكبر من 60% في معظم العينات. Al₂O₃ يتراوح بين 19 و 34%. والسلوك الكيميائي لهذه العناصر يبرز وجود كوارتز حر في ناتج التجوية. وتبلغ نسبة Fe₂O₃ 0.26 و 0.77% وهي ضعيفة مقارنة بما هو موجود في الصّخرة اللّام. أما MnO، CaO، P₂O₅، Na₂O فهي غائبة كلياً نتيجة لعمليّة الرّشح (lessivage)، مستويات K₂O منخفضة

لأنها مرتبطة بالأليت (illite) و / أو المسكوفيت (muscovite) في جميع العينات المدروسة. نسبة K_2O مرتفعة في بعض العينات نتيجة لوجود بقايا الفلدسبار البوتاسي في حالة جيدة (Domingez et Murray, 1999). في العينات المستنفدة تتراوح ما بين (1.7 إلى 3.1%) نتيجة انخفاض وفرة المعادن الغنية الفلدسبار البوتاسي في الصخرة الأم (1967, Ronov et al., Roualdes, 1974). يتم إثراء TiO_2 بشكل منهجي في منتجات التجوية مقارنة بالصخور الأصلية؛ حيث يرتبط كل من Th و U سلبًا، ولوحظ وجود إثراء في Th ونضوب في U في المنتجات المتغيرة في المواقع الثلاثة التي تمت دراستها.

نتائج تحاليل العناصر الثانوية مبينة في الجدول 2، هذه النتائج تبين زيادة نسبة هذه العناصر في ناتج التجوية. نسبة Ba، تتراوح ما بين (169ppm و 430ppm)؛ (Sr) $31ppm < Sr$ ، (Zr) $208ppm < Zr < 300ppm < 97ppm$ ، (Hf) $6ppm < Hf < 8ppm$. في هذه الدراسة لم يتم تحليل الكبريت (S). تحتوي العينة C1 من موقع الشقفة على نسبة عالية من Sr (أكثر من 400 ppm) ، لكن نسبه من (Zr)، (Cr) و (V) منخفضة من (9 ppm ، 74 ppm ، 6 ppm و ppm) مقارنة بالعينات الأخرى. قد تكون نسبة Cr و (V) العالية (14 ppm إلى 20 ppm)، (15 ppm و 27 ppm) في العينات الأخرى من المواقع التي تمت دراستها ، باستثناء العينة C1 بسبب تدهور عدسات البيروكسينيت (lenticles de pyroxinites).

نتائج تحاليل العناصر الأرضية الثانوية في الصخرة الأم ومنتجات التجوية في (الجدول 2). تمت معايرة هذه القيم مقارنة بقيم الكوندريت CI (McDonough and Sun, 1995). (الشكل 3أ، 3ب، 3ج) تمثل الأطياف الطبيعية REE لعينات الكاولين من كل موقع. جميع عينات الكاولين تظهر أطياف REE مماثلة. تتميز أطياف LREE بثراء قوي (enrichissement) مقارنة بـ HREE، والعناصر الأرضية النادرة الخفيفة LREE قوية $[5.7 < (La / Sm)_N < 3.1]$ مقارنة بمنحدرات $HREE[0.3 < Tb / (Eu / Eu^*) < 0.2]$. من المحتمل أن الشذوذ السلبي لعنصر Eu في المواقع الثلاثة، يرجع إلى الثراء النسبي للعناصر النادرة الأخرى باستثناء Eu بسبب العمليات الثانوية الكبيرة المصاحبة لتدمير معادن البلاجيوكلاز (plagioclases). حقيقة أن الأروبيوم (Eu) لم يتم إثراؤه خلال هذه العملية مما يوحي بهجرة هذا العنصر (Eu) أثناء عملية التجوية. ويشير الانخفاض في نسبة REE في العينات من موقع تمازيرت ، الشقفة وبعض عينات من الحاج علي إلى أن العناصر النادرة الخفيفة LREE لا يتم تثبيتها بشكل مفضل على الطين أثناء عملية التجوية ، وأن العناصر الأرضية النادرة الثقيلة HREE يتم ثراؤها بشكل تفضيلي في العينات. في العينات (H1 و H2 و H3) الواقعة أسفل منجم الحاج علي، نلاحظ زيادة في نسبة $(La / Yb)_N$ مما يشير إلى تثبيت LREE على هذه العينات أثناء التجوية (Ronov et al., 1967 ; Roaldest, 1973 ; Nesbitt, 1979 ; Duddy, 1980, Braun et al., 1990).

من أجل إظهار إعادة التوزيع النسبي للعناصر الثانوية وREE التي تميز أصل ونشأة نواتج التجوية، يتم معايرة محتوى كل عنصر من خلال محتواه المقابل له في الصخرة الأصل. يوضح الشكل (4) إثراء أو استنفاد العناصر في منتجات التجوية في المواقع الثلاثة. الجدول 1. التركيب الكيميائي للعناصر الرئيسية (في %) من ثلاثة مواقع مدروسة.

Table 1. Chemical composition of the major elements (in %) of the three studied sites.

	Tamazert									Hadj Ali					
	M	1	2	3	4	5	6	1	2	H3	4	5	1	2	3
SiO ₂	7.4 2	9.00	4.55	3.28	4.51	1.07	8.72	6.28	1.25	4.57	1.40	5.74	5.65	8.40	8.77
Al ₂ O ₃	1.4 3	6.38	1.39	2.50	1.79	5.60	4.02	0.16	3.6	2.38	3.0	0.72	9.97	0.11	8.60
Fe ₂ O ₃	.55	.70	.77	.57	.72	.26	.26	.85	.25	.90	.35	.94	.81	.38	.36
MnO	.00	.00	.00	.00	.00	.00	l.d	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00
MgO	.17	.42	.46	.33	.39	.23	.22	.69	.72	.63	.72	.62	.22	.34	.35
CaO	.56	l.d	.16	.05	.04	.05	.03	.08	.39	.09	.19	.16	.58	.03	.04
Na ₂ O	.28	.04	.56	.23	.24	.09	.07	.23	.46	.37	.04	.91	.31	.12	.33
K ₂ O	.12	.96	.35	.49	.12	.90	.67	.21	.19	.37	.65	.34	.69	.09	.47
TiO ₂	.15	.56	.48	.37	.39	.50	.60	.48	.45	.36	.44	.47	.17	.39	.34
P ₂ O ₅	.23	.07	.04	.06	.04	.05	.04	l.d	l.d	l.d	l.d	.04	.39	.04	.06
Pf	.86	.74	.42	.57	.93	.76	3.86	.65	.98	.39	.23	.32	.45	.02	.70
(Ti + Fe)	.70	.26	.25	.94	.11	.76	.86	.33	.7	.26	.79	.41	.98	.77	.70
(Cr + Nb)	2.5	5.2	2.6	5.5	2.84	5.00	8.4	0.9	8.77	7.04	7.66	9.00	1.1	4.00	5.7

	3														
(Ba + Sr)	3.00	32.3	67.7	26.5	37.0	02.1	02.8	69.1	29.2	01.4	75.1	97.3	57	39.1	27.1
(Ce + Y + La)	0.6	79.6	64.1	57.5	08.2	81.4	59.3	81.1	68.6	59.6	80.5	04.5	4.5	40.2	65.3
(La/Yb) _N	2.06	5.28	.37	6.62	0.98	.43	4.76	6.03	6.27	5.48	5.08	6.19	0.4	0.2	0.14

l.d: detection limit; Pf: loss on ignition; RM: parent rock

حد الكشف: l.d: الخسارة الناتجة عن الاشتعال, Pf: صخرة الأم, RM:

الجدول 2. تركيز العناصر الثانوية (جزء في المليون) من العناصر في الثلاثة مواقع المدروسة

Table 2. Concentration of traces elements (in ppm) of the three studied sites.

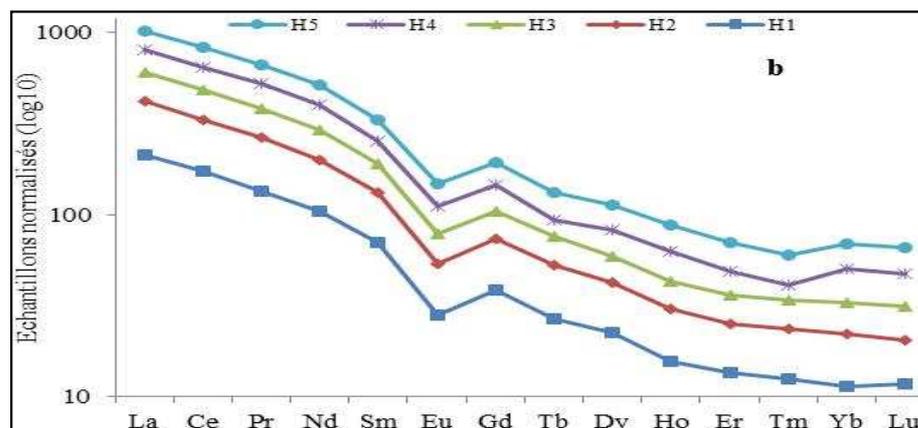
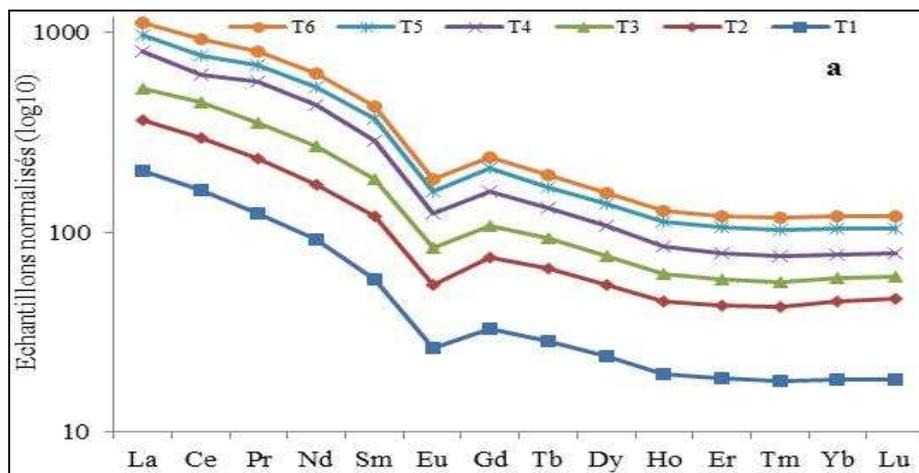
	Tamazert			Hadj Ali						Chekfa					
	M	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3
Ba	9.0	01	97	30	53	57	69	13	96	75	53	06	42	94	67
Be	.16	.68	.73	.00	.68	.68	.05	.83	.32	.46	.11	.03	.21	.49	.34
Ce	1.1	9.9	2.5	2.5	02	6.6	6.3	06	7.3	4.2	7.6	11	7.3	9.7	01
Co	.50	0.5	6.5	.91	.84	.71	.79	.36	.30	.34	.21	.70	.75	.07	.95
Cr	2.6	9.1	7.5	5.1	3.4	9.2	9.6	0.0	8.77	7.6	8.03	8.8	.5	4.4	3.5
Cu	6.8	l.d	l.d	l.d	l.d	l.d	l.d	.7	l.d	l.d	l.d	l.d	l.d	0.2	.1
Dy	.99	.05	.91	.48	.77	.02	.72	.47	.03	.36	.66	.11	.33	.05	.46
Er	.97	.08	.03	.52	.49	.35	.37	.24	.93	.87	.05	.62	.20	.00	.13
Eu	.31	.53	.66	.65	.43	.13	.43	.62	.48	.46	.88	.15	.52	.11	.31
Gd	.54	.80	.66	.87	0.7	.83	.11	.87	.23	.39	.43	0.2	.79	.02	.06
Hf															

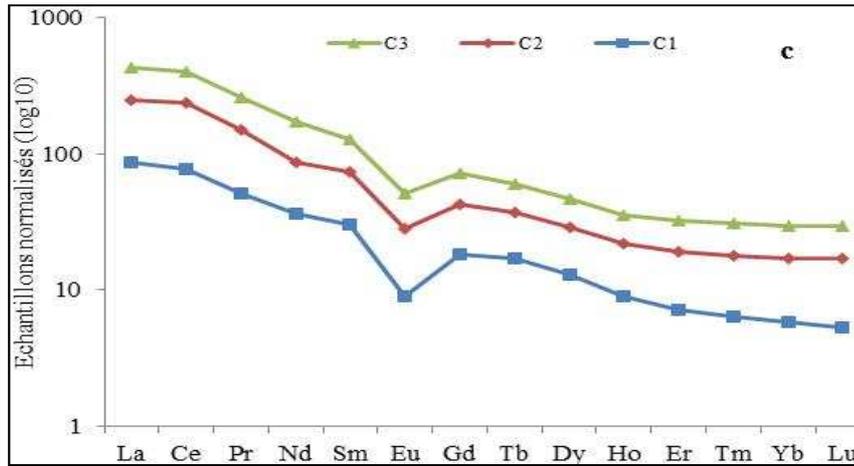
	.96	.14	.11	.21	.00	.10	.95	.25	.87	.41	.76	.25	.49	.58	.95
Ho	.51	.11	.46	.93	.32	.53	.86	.88	.83	.71	.13	.40	.51	.72	.77
La	2.8	8.0	8.1	8.9	6.3	8.7	7.8	0.5	8.6	5.1	6.15	2.0	0.4	8.8	1.9
Lu	.07	.46	.72	.34	.45	.67	.39	.30	.22	.27	.41	.46	.13	.30	.31
Mo	.53	l.d	l.d	l.d	l.d	l.d	.68	.63							
Nb	.93	6.1	5.1	0.4	.44	5.8	8.8	0.9	0.02	.44	.63	0.2	1.6	0.6	2.2
Nd	5.3	2.9	8.8	3.9	6.6	7.7	3.5	9.0	5.12	2.0	0.11	4.2	7.1	3.7	9.6
Ni	.2	.5	.0	.6	l.d	.1	.1	.4	.56	0.3	1.45	.6	.9	.2	.7
Pb	3.9	56	6.1	18	4.9	4.9	0.7	2.2	1.43	0.4	2.93	4.6	4.1	9.2	8.5
Pr	.98	1.9	0.2	1.5	0.8	1.4	1.1	2.9	2.42	1.1	3.32	3.9	.85	.30	0.7
Rb	27	28	11	15	15	1.8	4.8	33	34	36	43	27	83	25	77
Sb	.52	.13	.43	.52	.73	.36	.31	.37	.67	.67	.88	.79	.53	.77	.86
Sm	.75	.88	.69	.90	5.5	2.5	.26	0.7	.63	.82	.57	2.3	.63	.77	.31
Sr	4.0	1.3	0.7	6.5	4.0	5.1	3.8	6.1	3.21	6.4	2.10	1.3	15	5.1	0.1
Ta	.39	.28	.96	.40	.41	.67	.92	.26	.01	.98	.77	.21	.23	.76	.98
Tb	.82	.07	.39	.02	.51	.43	.87	.11	.98	.87	.64	.51	.64	.74	.84
Th	4.9	7.7	6.1	5.3	4.4	7.3	6.3	9.2	9.22	9.7	0.4	0.4	2.6	6.3	4.7
Tm	.11	.46	.61	.35	.51	.70	.38	.31	.28	.26	.18	.49	.16	.29	.32
U	.15	.72	.87	.05	.57	.52	.39	.26	.2	.08	.98	.62	.67	.57	.36
V	.0	5.0	2.9	1.2	1.5	3.7	1.9	7.0	6.93	5.5	5.33	8.2	.1	8.0	5.2
Y															

	6.7	1.7	3.5	6.1	9.9	6.1	5.2	4.6	2.65	0.3	6.7	1.5	6.8	1.7	2.4
Yb	.58	.14	.55	.34	.16	.59	.58	.94	.82	.77	.46	.21	.00	.92	.08
Zr	11	50	08	12	61	97	95	79	54	31	43	66	3.7	76	00
(La/Sm) _N		.40	.93	.92	.27	.09	.08	.71	.04	.13	.82	.22	.40	.73	.04
(Tb/Yb) _N		.33	.3	.42	.47	.39	.33	.57	.53	.49	.26	.47	.64	.38	.41
(Eu/Eu*) _N		.19	.18	.2	.18	.19	.19	.18	.18	.19	.2	.19	.12	.19	.18

(La / Sm) N: slope of normalized light rare earths; (Tb / Yb) N: slope of standardized heavy rare earths.

(La / Sm)_N: منحدر العناصر النادرة الخفيفة : (Tb / Yb)_N: منحدر العناصر النادرة الثقيلة.





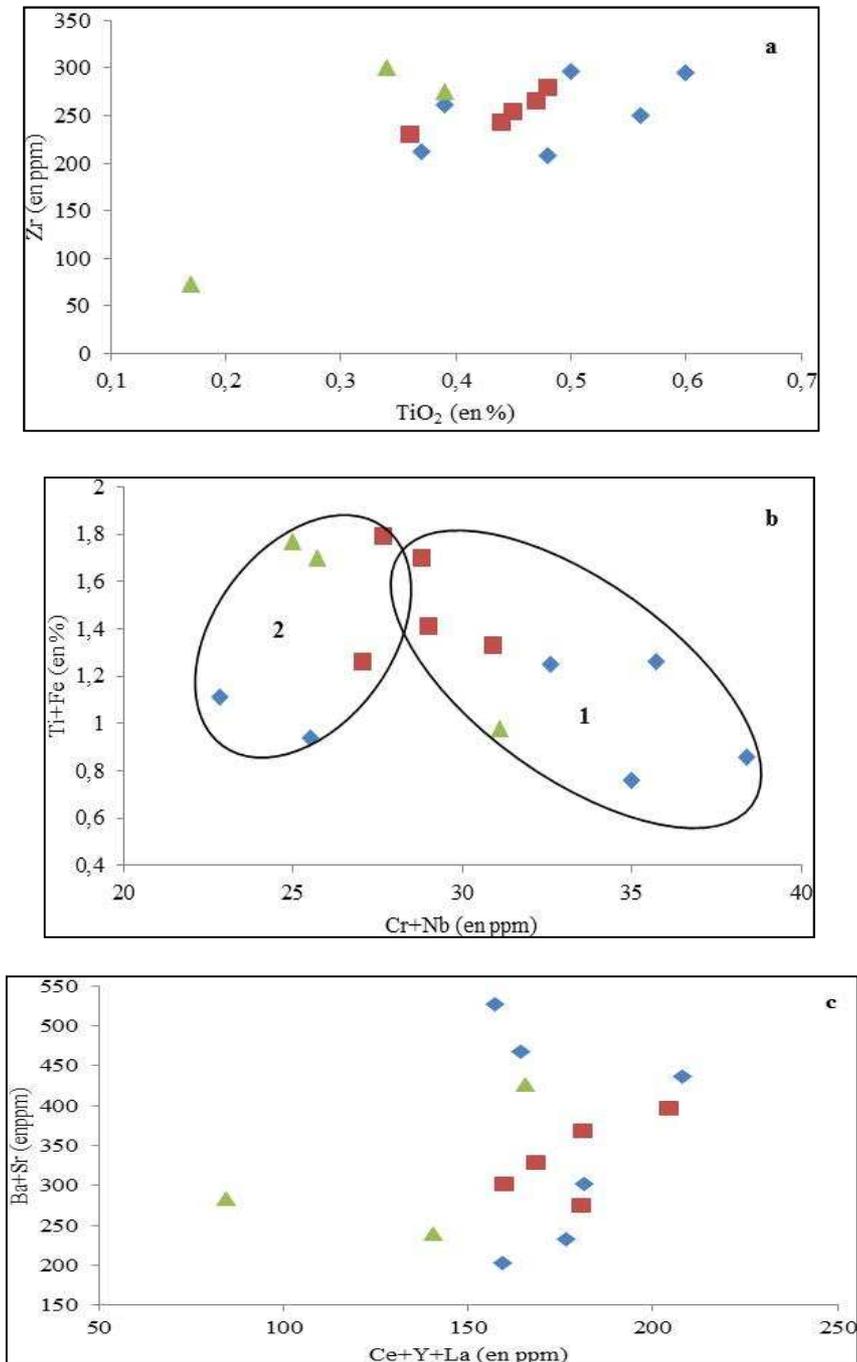
الشكل 3.

أطياف REE معايرة إلى الكوندريت CI. (أ): موقع تمزيرت ، (ب): موقع الشقفة ، (ج): موقع حاج علي.

Fig 3. REE patterns normalized to the chondrite CI. (a): Tamazert site, (b): Chekfa site, (c): Hadj Ali site.

5 المناقشة (Discussion): ناقش عدد من المؤلفين أصل رواسب الكاولين (Cravero et al., 2010 ; Parsapoor et al., 2009 ; Marfil et al., 2005 ; Dill et al., 1997) معدن الكاولينيت الناتج من التجوية بالمياه الباطنية الساخنة يُظهر ثراء في S و Ba و Sr، بينما يميل Cr و Nb و Ti و REE إلى التركيز في الكاولينيت المتكون من عمليات التجوية الخارجية (Dill et al., 1997). العناصر الرئيسية لا تعطي أية فكرة عن أصل التجوية. لوحظت عملية إثراء في Al_2O_3 ، ونقص شديد في العناصر القلوية والقلوية الأرضية. محتويات K_2O و Na_2O مرتفعة في مواقع الشقفة والحاج على مقارنة مع تلك الموجودة في تمازيرت. ويؤكد وجود بقايا الفلسبار والبلاجيوكلاز (Dominguez et Murray, 1999)، الذي أكدته DRX هذه الملاحظة. تظهر العناصر الثانوية التوزيع نفسه في نواتج التجوية في المواقع الثلاثة، (Duddy.1980) et (Nesbitt.1979) (Ronov et al., 1967) أظهروا أن عناصر REE مجزأة أثناء عملية التجوية مع إثراء LREE في ناتج التجوية مقارنة بـ HREE (Dill et al., 1997) استخدموا بعض العناصر الثانوية للتمييز بين الأصل الداخلي للنشأة (hypogène) والأصل الخارجي للنشأة (supergène) لظاهرة الكولنة (kaolinisation): العلاقات بين SO_3 و (P_2O_5) ؛ $(Zr vs TiO_2)$ ؛ $(Cr + Nb vs TiO_2 + Fe_2O_3)$ ؛ و $(Ba + Sr vs Ce + Y + La)$ تم اقتراحهما كعلاقات تمييزية. يتم إثراء Sr و Ba في أثناء التجوية بالمياه الباطنية الساخنة، بينما تتركز عناصر Cr و Nb و Ti و REE في أثناء التجوية الخارجية. أما تركيزات $(Zr vs Ti)$ و $(Cr + Nb)$ و $(Ti + Fe)$ و $(Ce + Y + La)$ ونسبة $(Ba + Sr)$ لعينات الكاولين من المواقع الثلاثة (الشكل 4) ولا تظهر اختلافات كبيرة، هذا يشير إلى أن رواسب الكاولين في المناطق الثلاث المدروسة تأتي من نفس العملية الجيولوجية. تشير محتويات $(Ti + Fe)$ و $(Sr + Ba)$ نفس المنشأ (Dill et al., 1997). ومع ذلك، فإن

وجود تركيز عالٍ من (Cr + Nb) و (Ce + Y + La) في غالبية العينات يشير إلى وجود أصل غالب للتجوّية الخارجيّة للكاولينيت.

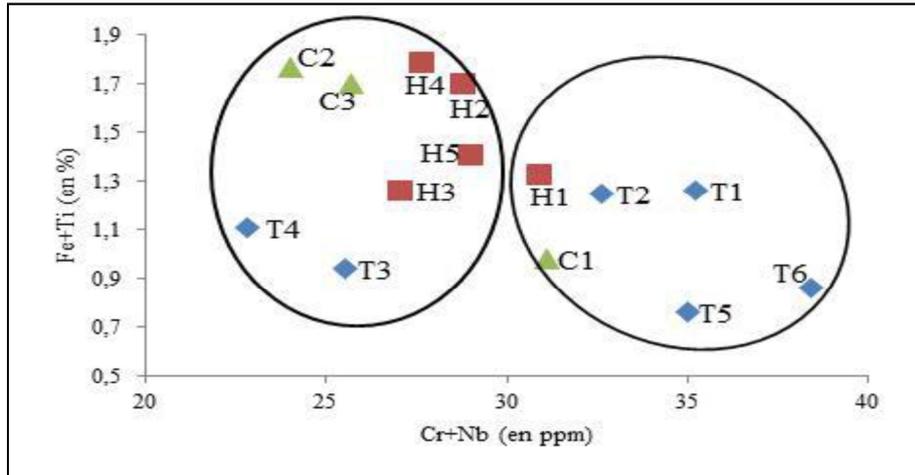


الشّكل 4. مخطّطات توزيع العناصر الثّانويّة في ثلاثة مواقع تمت دراستها.
■ عينات تمزيرت، ▲ عينات شقمة، ■ عينات حاج علي.

Fig.4. Distribution diagrams of trace elements in three studied sites

■ Tamazert samples, ▲ Chekfa samples, ■ Hadj Ali samples

(الشكل 5)، يوضّح أن العينات T1 و T2 و T5 و T6 هي من أصل خارجي النشأة بينما T3 و T4 وجميع عينات الحاج علي هي من أصل مختلط باستثناء H5 العينة ذي أصل سطحي (supergène) العينات من موقع الشّقفة هي من أصل مختلط باستثناء العينة C1 التي لها أصل داخلي النشأة (hypogène). في الواقع، يمكن إطلاق التيتانيوم من معدن أولي (مثل البيوتيت) من الصخرة الأم أثناء عملية الكولنة. تم استخدام محتوى Ti في الكاولينيت للتمييز بين العمليتين (Dill et al.1997) لأنه يتصرف كعنصر ثابت في الظروف السطحية، Zr هو أيضا مؤشر جيد لدرجة تغير صخور المصدر. يمكن ربط التركيز الأعلى للعناصر (Ba، Sr، Rb، V، Cr، Zr) بحركة منخفضة في أثناء عملية الكولنة (Briand et al.1985؛ Vidal.1998). نتيجة لذلك، تشير عينات الكاولن ذات المحتوى العالي من Ti و Zr إلى بيئة تكوين سطحية (Marfil et al.2005). تمت مقارنة بين رواسب الكاولن ذات الأصل الداخلي بالرواسب ذات المنشأ الخارجي (Cravero et al.2010). في الرواسب الداخلية العناصر S و Sr و Pb و V و P₂O₅ و LREE تكون أكثر وفرة، في حين أن Fe₂O₃ و Y و Rb و U و Zr و HREE هي الغالبة في الرواسب الخارجية النشأة.



الشكل 5. مخطّط ثنائي (Ti + Fe) مقابل (Cr + Nb)

Fig.5. Binary diagram (Ti + Fe) vs (Cr + Nb)

6. الخلاصة (Conclusion):

يمكن تلخيص ما توصلنا إليه من خلال دراستنا هذه في مايلي:
نشأت مناجم الكاولين (تمازيرت، الشّقفة و الحاج علي) الواقعة في الشّمال الشرقي للجزائر في سياق جيولوجي معقد، غير متجانس نتيجة التّحولات التّكتونية و التّقلبات المناخية التي عرفها حوض البحر المتوسط في حقبة الميوسن (Miocène). هذه العوامل أدت الى تطور عملية التّجوية الكيميائية للصخور الغنية بالفلسبار (Feldspars) إلى تكوين رواسب الكاولن. يظهر التوصيف المعدني لنواتج التّغير للمواقع الثلاثة التي شملتها الدّراسة تشابها في التركيب المعدني. الكاولينيت والكوارتز والإيليت / المسكوفيت هي المعادن الرئيسيّة، مرتبطة بالكلوريت والفلسبارات البوتاسيّة

والبلاجيوكلاز، لذلك يعتبر هذا الكاولن غير نقي. تختلف نسبة الكاولينيت وفقاً لشدة التجوية في كل موقع. تُظهر الدراسة الجيوكيميائية للعناصر الرئيسية ترشيح العناصر القلوية والقلوية الأرضية باستثناء K التي يتم الاحتفاظ به في منتج التجوية بسبب وجود الإليت. يتم إثراء غالبية العناصر النادرة في منتج التجوية مقارنة بالصخرة الأم. العناصر الثانوية (Cr, Rb, V, Y, Nb, U, Sr, Zr, Pb) إضافة للعناصر الأرضية النادرة (REE) تجعل من الممكن تحديد أصل نشأة رواسب الكاولين. يُظهر سلوك العناصر الكيميائية أصلاً مختلطاً بين التجوية الخارجية والتجوية بواسطة المياه الباطنية الساخنة، مع أفضلية للتجوية الخارجية. تستكمل هذه الدراسة بإجراء تحاليل النظائر المستقرة للأكسجين والهيدروجين لتأكيد هذا الأصل.

المراجع (References):

- 1- Bariand, P., Cesbron F & Geffroy J.,(1985). Les minéraux: leurs gisements, leurs associations. Edit. BRGM, France. 490pp.
- 2- Braun, J.J., Pagel M., Herbillon A & Rosin C.,1993. Mobilization and redistribution of Rees and Thorium in syenitic profile-a mass balance study. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **57**(18), 4419-4434.
- 3- Braun, J.J., Viers J., Dupre B., Polve M., Ndam J & Muller J.P.,1998. Solid/liquid REE fractionation in the lateritic system of Goyoum, east Cameroon: the implication for the present dynamics of the soil covers of the humid tropical regions. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **62**(2), 273-299.
- 4- Banfield, J.F & Eggleton R.A.,(1989). Apatite replacement and rare earth mobilization, fractionation, and fixation during weathering. *Clay Mineral*, **37**, 113-127.
- 5- Bouillin, J.P., 1977. Géologie Alpine de la petite Kabylie dans la region de Collo et d'El Milia (Algérie) *Thèse doctorat, Univ Pet M. Curie*. 511p.
- 6- Boulagne, B & Colin F.,(1994). Rare-earth element mobility during conversion of nepheline syenite into lateritic bauxite at Passa-Quatro, Minas-Gerais, Brazil. *Appl. Geochem*, **9**(6), 701-711.
- 7- Condie, K.C., Dengate J & Cullers R.L.,(1995). Behavior of rare-earth elements in a paleoweathering profile on granodiorite in the front range, Colorado, USA. *Geochim. Cosmochim. Acta* **59**(2), 279-294.
- 8- Caggianelli, A., Fiore S., Mongelli G & Salvemini A.,(1992). Redistribution in the clay fraction of pelites from the southern Apennines, Italy. *Chem. Geol.* **99**(4), 253-263.
- 9- Cravero, F., Marfil S & Maiza P., (2010). Statistical analysis of geochemical data: A tool: to discriminate between kaolin deposits of hypogene and supergen origin. Patagonia, Argentina. *Clay Minerals*, 183-196.
- 10- Dominguez, E & Murray H.H.,(1999). The Lote 8 kaolin deposit, Santa Cruz Province, Argentina.In: Kodama H., Mermut A.R., Torrence J.K. (Eds), Genesis and paper industrial applications. Clay for Our Future. Proc.11th Int. Clay Conf., Ottawa, Canada 1997 ICC97 Organizing Committee, Ottawa, Canada, PP 57-64.
- 11- Duddy, I. R.,(1980). Re-distribution and fractionation of rare earth and other elements in weathering profile. *Chem. Geol*, **30**, 363-381.
- 12- Fagel, N., André L & Debrabant P., 1996. Multiple seawater-derived geochemical signatures in Indian oceanic pelagic clays. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 61, No. 5, pp. 989-1008, (1997).
- 13- Justin, E. B., 2012. Review of rare earth element concentrations in oil shales of the Eocene Green River Formation. USGS. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia: 2012.
- 14- Hill, I.G., Worden R.H & Meighan I.G.,(2000). Yttrium: the immobility-mobility transition during basaltic weathering. *Geology* **28**(10), 923-926.
- 15- Mahdjoub, Y.,(1991). Cinématique des déformations et évolution P, T anté-alpines et alpines en Petite Kabylie (Algérie Nord orientale): un modèle d'évolution du domaine tellien interne. *Thèse-es-Science USTHB*. Alger. 196p.

- 16- Marfil, S.A., Maiza P.J., Cardellach E & Corbella M., (2005). Origin of kaolin deposits in the "Los Menucos", Río Negro Province, Argentina. *Clay Minerals*, **40**, 283-293.
- 17- Marsh, J.S.,(1991). Ree fractionation and Ce anomalies in weathered karoo dolerite. *Chem. Geol.* **90**(3-4), 189-194.
- 18- Mongelli, G.,1993. Ree and other trace elemnts in a granitic weathering profile from Serre, Southern Italy. *Chem. Geol.* **103** (1-4), 253-273.
- 19- McDonough, W.F., Sun S.S., 1995. The composition of the earth. *Chem. Geol.* **120**, 223-225.
- 20- Nesbitt, H.W., Markovics G. & Price R.C.,(1980). Chemical processes affecting alkalis and alkaline earth during continental weathering. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **44**, 1659-1666.
- 21- Nesbitt, H.W., Young G.M.,1982. Early Proterozoic climate and plate motion inferred from major element chemistry of lutites. *Nature*, **299**, 715-717.
- 22- Nesbitt, H.W., Wilson R. E.,(1992). Recent chemical weathering of basalts. *Am. J. Sci.* **292**(10), 740-777.
- 23- Nesbitt H.W., Makovics G.,(1997). Weathering of granodioritic crust, long-term storage of elements in weathering profiles, and petrogenesis of silicatic sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **44**, 1653-1670.
- 24- White, A.F., Blaun A.E.,(1995). Effect of climate on chemical weathering in watersheds. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **59**,1729-1747.
- 25- Windom, H.L.,(1976). Lithogeneous materials in marine sediments. In: *Chemical Oceanograpy*, vol.5 (eds. J. P Riley and R. Chester). Academic Press, pp. 103-135;
- 26- Parsapoor, A., Kahlili M & Mackinzadeh H.A. (2009). The behaviour of trace and rare earth elements (REE) during hydrothermal alteration in the Rangan area (central Iran). *Journal of Asian Earth Sciences*, **34**, 123-134.
- 27- Price, R.C., Gray C.M., Wilson R.E., Frey F. A & Taylor S.R.,(1991). The effects of weathering on rare-earth element, Yand Baabundances in tertiary basalts from southeastern Australia. *Chem. Geol.* **93**(34è), 245-265.
- 28- Roaldset, E.(1973)., Rare earth elements in quaternary clays of the Numedal area, southern Norway, *Lithos*, **6**, 349-372.
- 29- Ronov, A. B., Balashov Y. A & Migdisov A. A.,(1967). Geochemistry of the rare earths in the sedimentary cycle. *Geochem. Int.* **4**, 1-17.
- 29- Taylor, S.R., McLennan S.M., (1985). The Continental Crust: Its Composition and Evolution. Blackwell.
- 30- Vidal, P.,(1998). Géochimie. Série geosciences. Dunod, Paris. 190 pp.

الخصائص الميكانيكية ومقاومة التآكل لطلاء النيكل المدعم بجزيئات ثنائي أكسيد التيتانيوم TiO₂ والمحضر بتقنية الترسيب الكهربائي باستخدام التيار النبضي

أ. عامر مكاوي - أ. صياد شهيناز - أ. عبد الواحد شالة¹

الملخص (Abstract): تضمن البحث تأثير التردد (f) ودورة العمل (DC) للتيار المستخدم لتصنيع طلاء النيكل المدعم بثنائي أكسيد التيتانيوم Ni-TiO₂ على سطح فولاذي باستعمال تقنية التحليل الكهربائي. تم فحص خصائص الطلاء باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (SEM)، الأشعة السينية (XRD)، اختبار الصلابة واختبار التآكل. تم تحليل مكونات الطلاء بواسطة تحليل الأشعة السينية المشتتة للطاقة (EDX). احتوى السطح المطلي على 16.30% Ti و 35.48% O. كشفت دراسات XRD عن الاتجاه المفضل [111]. زادت الصلابة من 560.4HV من أجل الطلاء Ni-TiO₂ (DC = 75%، F = 10Hz) إلى 645.7HV لطلاء Ni-TiO₂ (DC = 25%، F = 10Hz). تم تقييم مقاومة التآكل للعينات المحضرة بواسطة دراسات الاستقطاب (Potentiodynamic) في محلول كلوريد الصوديوم 3.5%. حيث بينت النتائج انخفاض كثافة التآكل مع زيادة إدماج TiO₂ في مصفوفة طلاء النيكل. توفر طبقات الطلاء المركبة Ni-TiO₂ (DC = 25%، F = 10Hz) سطحًا موحدًا ودرجة عالية من الصلابة ومقاومة عالية للتآكل.

الكلمات المفتاحية (keyword):

طلاء النيكل، أكسيد التيتانيوم، التآكل، الترسيب الكهربائي، التيار النبضي

Mechanical and corrosion resistance properties of TiO₂ nanoparticles reinforced Ni coating by pulse current electro deposition

Abstract:

The study included the effect of the frequency (F) and the DC cycle of the current used to manufacture Ni-TiO₂ nickel-coated nickel plating on a steel surface using electrolysis technique. The coating properties were examined using a scanning electron microscope (SEM), hardness test, corrosion test, and the coating components were analyzed by EDX analysis. The coated surface contained 16.30% Ti and 35.48% O. XRD studies revealed the preferred trend [111]. The rigidity of HV 560.4 for Ni-TiO₂ coating increased F = 10Hz (DC = 75%) to HV 645.7 for Ni-TiO₂ coating F = 10Hz (DC = 25%). The corrosion resistance of the

¹ مخبر فيزياء الشرائح الرقيقة وتطبيقاتها، جامعة محمد خيضر، 07000 بسكرة، الجزائر

samples prepared by Potentiodynamic Studies in 3.5% sodium chloride solution was evaluated. The results showed a decrease in the density of corrosion with increasing TiO₂ incorporation in the nickel coating matrix. Ni-TiO₂ composite coatings (F = 10Hz, DC = 25%) provide a uniform surface, a high degree of hardness and high corrosion resistance.

Key words: Nickel coating, titanium oxide, corrosion, electrodeposition, pulse current.

المدخل (Introduction): يحتل الطلاء المركب للنّيكال اهتماما كبيرا من حيث تطبيقاته وذلك

بسبب خصائصه الميكانيكية الجيدة ومقاومته للتآكل [1، 2]، و غالباً ما يعتبر الترسيب الكهربائي من أهم الطرق لإعداد الطلاء المركب من حيث الجانبين الاقتصادي والتجاري [3]، حيث يمكن الحصول بواسطته على الطلاء المركب للنّيكال مع بعض أنواع المواد، مثل المعادن والسيراميك وأشباه الموصلات [4، 5]، والتي يؤدي إدماجها عادة إلى تحسين البنية المجهرية للطلاء المركب المصنوع من مادة النيكل بما في ذلك تغيير حجم البلورات، وتغيير النسيج وتشكيل بنية حبوب متساوية دقيقة [6]. تم تصنيع مجموعة متنوعة من الطلاء المركب، منها Ni-Al₂O₃ [7]، Ni-TiO₂ [8]، Ni-ZrO₂ [9]، Ni-Si [10] و Ni-SiC [11]. يعتبر الطلاء المتحصل عليه باستخدام التيار الكهربائي النبضي ذو خصائص ميكانيكية وجودة أعلى مقارنة بالتيار الكهربائي المستمر [12، 13]. تم تحضير الطلاء المركب للنّيكال (Ni-Al₂O₃، Ni-SiC و Ni-ZrO₂) حيث لوحظ زيادة كمية الجزيئات المدمجة في الطلاء في الترسيب الكهربائي النبضي والنّبضي العكسي مقارنة بالتيار المباشر [14]. تم استخدام تقنية مقاومة التآكل للطلاء W-Ni المحضر باستخدام التيار المستمر والنّبضي [15، 16]. وقد ناقش H.F. Guo L.M. Chang, M.Z. An, S.Y. Shi [17، 18] البنية المجهرية للطلاء المركب Al₂O₃-Ni-Co المحضر باستخدام التيار الكهربائي المستمر والنّبضي العكسي. تم ادماج جزيئات TiO₂ في الطلاء Ni-Co، وقد تم الاطلاع على بنيته المجهرية ومقاومته للتآكل [19]. تم دمج كميات مختلفة من جزيئات TiO₂ في طلاء Ni-P-TiO₂ الذي تم ترسيبه على فولاذ منخفض الكربون [20]. تم استخدام التيار النبضي للحصول على الطلاء المركب Ni-W-CNT فلوحظ التوزيع المنتظم للكربون في الطلاء مع زيادة كميته [21]. كما تم إعداد الطلاء المركب Ni-W-La₂O₃ باستخدام التيار المستمر. إضافة La₂O₃ أدت إلى تحسين البنية المجهرية للطلاء Ni-W وتوفير توزيع عنصري منتظم [22].

في هذا المقال، تم إنتاج الطلاء المركب Ni / nano-TiO₂ من خلال تطبيق تقنية التيار الكهربائي النبضي (PC). تم الاطلاع على مورفولوجيتها السطحية باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح وبنيته بواسطة جهاز انعراج الأشعة السينية XRD. كما أجريت قياسات صلابة على العينات المنتجة. تم تقييم خصائص مقاومة التآكل باستخدام القياسات الكهروكيميائية في محلول كلوريد الصوديوم 3.5 %.

المواد والطرائق (Materials and methods):

1- التحضير للطلاء: تم استخدام صفيحة فولاذ ككاثود وصفيحة نقيّة من النيكل كأنود. قبل الطلاء بالكهرباء تم تنعيم صفيحة الفولاذ بواسطة ورق تنعيم بعدة تدرجات، بعدها يتم اخضاعها للصقل الالكتروليني محلول يحتوي على 0.375 مول / لتر من NaOH و0.472 مول / لتر من Na_2CO_3 ثم وضعت في محلول لحمض كلور الهيدروجين (10%). تم استخدام الماء المقطر لتنظيف العينة بعد كل خطوة. تم تلخيص الشروط التجريبية ومكونات المحلول المستخدم في عملية التحليل الكهربائي في الجدول 1.

الجدول 1 الشروط التجريبية ومكونات حمام الطلاء.

Bath composition (g/l)	$NiCl_2 \cdot H_2O$	23.77
	NH_4Cl	21.4
	H_3BO_3	18.54
	TiO_2	20
Current density	(A/dm^2)	4
Pulse Duty Cycle	(%)	75 ، 50 ، 25
Frequency	(Hz)	100 ، 10 ، 1
pH		4 – 4.5
Time	(min)	30
Temperature	(°C)	50
TiO_2 grain size	(nm)	50~

2- اختبارات الطلاء: تم تحديد بنية الطلاء بواسطة قياسات حيود الأشعة السينية (XRD) باستخدام جهاز من نوع BRUKER D8 ADVANCE بإشعاع $Cu \kappa\alpha$ ($\lambda = 1.5418 \text{ \AA}$). تم أخذ انعكاسات الانكسار عند درجة حرارة الغرفة وتم أخذ قيم زاوية الانعراج (2θ) بين 20 و90 درجة. تم حساب حجم البلورات باستخدام معادلة (Scherrer) [23].

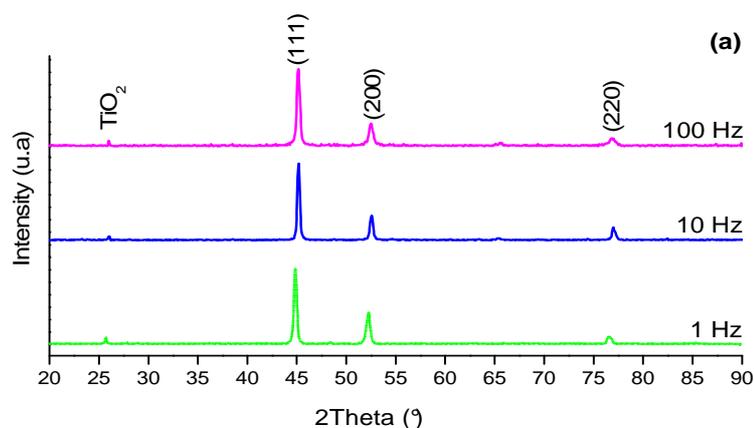
$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

حيث D هو الحجم البلوري، λ هو طول موجة الإشعاع (1.5418 \AA)، β هو عرض الذروة المصحح عند نصف أقصى كثافة و θ هو الموضع الزاوي. استخدم المجهر الإلكتروني الماسح (JSM-7600 F FSEM) لمشاهدة البنية المجهرية والتعرف على مكوناتها. أجريت اختبارات الصلادة باستخدام جهاز Wolpert Wilson Instruments 402UD في درجة حرارة الغرفة. تم استخدام جهاز PGZ 301 potentiostat لدراسة التآكل والقياسات الكهروكيميائية باستخدام ثلاثة أقطاب

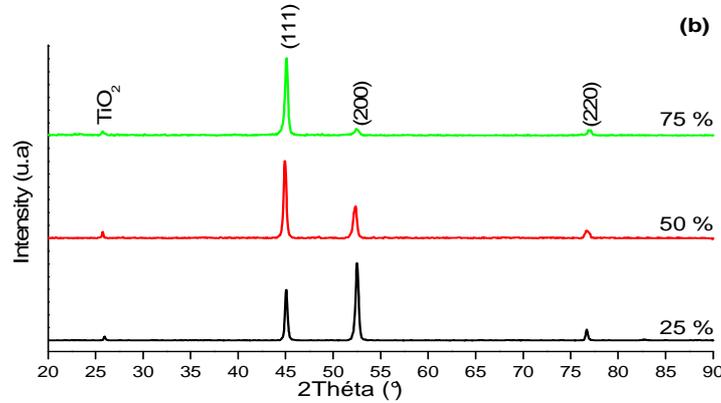
قياسية. أجريت القياسات في خلية ذات حجم 250 مل في محلول كلوريد الصوديوم 3.5 % في درجة حرارة الغرفة.

النتائج والمناقشة (Results and discussion): كان الطلاء المحضر على صفيحة الفولاذ ذو التصاق ممتاز حيث اثبت ذلك باستخدام تقنية التبريد المفاجئ.

1- اختبار انعراج الأشعة السينية: تظهر نماذج XRD للأغشية المركبة Ni-TiO₂ في الصورة (1) يوضح تحليل أنماط XRD، التي تم إعدادها باستخدام طريقة التحليل الكهربائي، أن غالبية خطوط الانعراج يمكن إرجاعها إلى النيكل [24] Ni. كما لوحظت ذروات صغيرة بين 25° و 27° وهي لجزيئات TiO₂ [25]. أظهرت الأغشية المركبة Ni-TiO₂ أربع قمم فقط هي (111) و (200) و (220) و (TiO₂) هي أعلى قمة تم رصدها. أظهر الطلاء في الصورة (1) بوضوح أن الكثافة النسبية للذروة (200) كانت كبيرة جدًا، حيث لوحظ أنه عند تخفيض دورة عمل التيار يتم دمج المزيد من جزيئات أكسيد التيتانيوم في الطلاء المركب، وهذا يقلل نمو بلورات النيكل في الاتجاه (111)، ومنه يمكن القول أن الاتجاه المفضل للنمو يتغير من (111) إلى (200) + (220) في دورات العمل الدنيا.

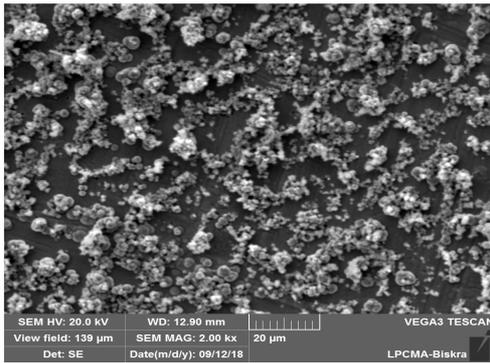


الصورة (1.a) منحنيات انعراج الأشعة السينية للعينات المحضرة بدورة العمل 50 %.

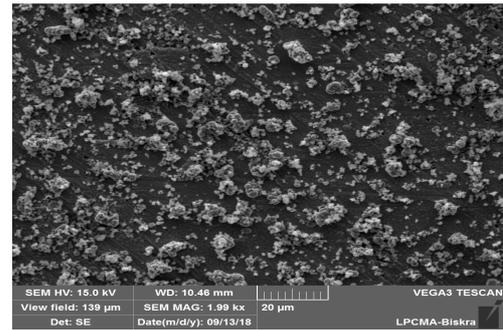


الصورة (b.1) منحنيات انعراج الأشعة السينية للعينات المحضرة بتردد 10 Hz تمّ حساب حجم البلورات للعينات باستخدام علاقة (Scherrer)؛ حيث كانت له القيم للعينات بتردد 1 Hz ، 10 Hz ، 100 Hz ، دورة عمل 25% و 75% على الترتيب 24 nm ، 20 nm ، 26 nm ، 18 nm و 27 nm .

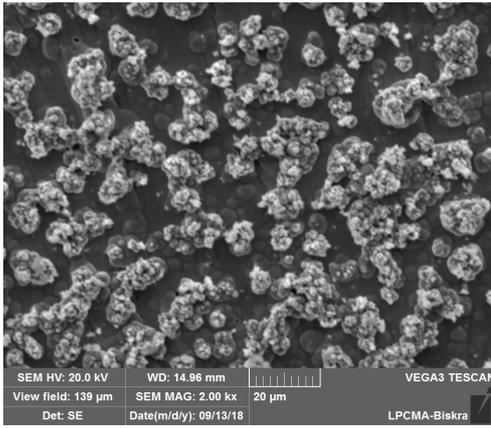
2- مورفولوجيا السطح وتكوين الطلاء: تظهر الصورة (2) مورفولوجية السطح للعينات التي تم الحصول عليها تحت ظروف مختلفة. وقد كانت الحبيبات المكونة للطلاء كروية الشكل على سطح كل الطلاء. وجد أن سطح الطلاء المحضر في شروط دورة العمل المنخفضة (25 %) والتردد المتوسط (10 Hz) تمتلك حبيباتها شكلا كرويا بحجم أصغر. بالإضافة الى هذا تظهر هذه الصورة أن جزيئات ثنائي أكسيد التيتانيوم TiO₂ موزعة بشكل منتظم في مصفوفة النيكل Ni.



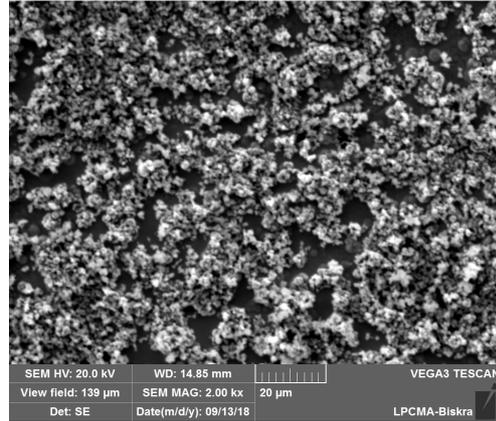
الصورة (2.a) صور المجهر الإلكتروني الماسح
: DC = 50 % , f = 1 Hz



الصورة (2.b) صور المجهر الإلكتروني الماسح: DC = 50 % , f = 10 Hz



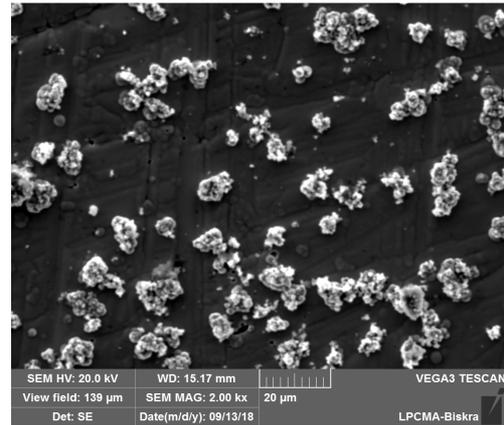
الصّورة (2.c) صور المجهر الالكتروني الماسح:
DC = 50 % ,f = 100 Hz



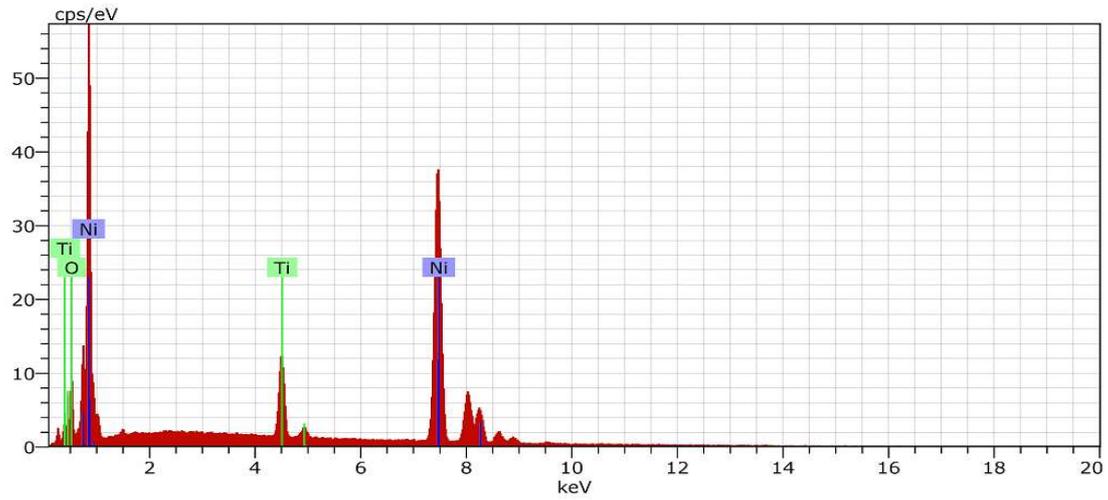
الصّورة (2.d) صور المجهر الالكتروني الماسح:
DC = 25 % ,f = 10 Hz

الصّورة (2.e) صور المجهر الالكتروني الماسح: .

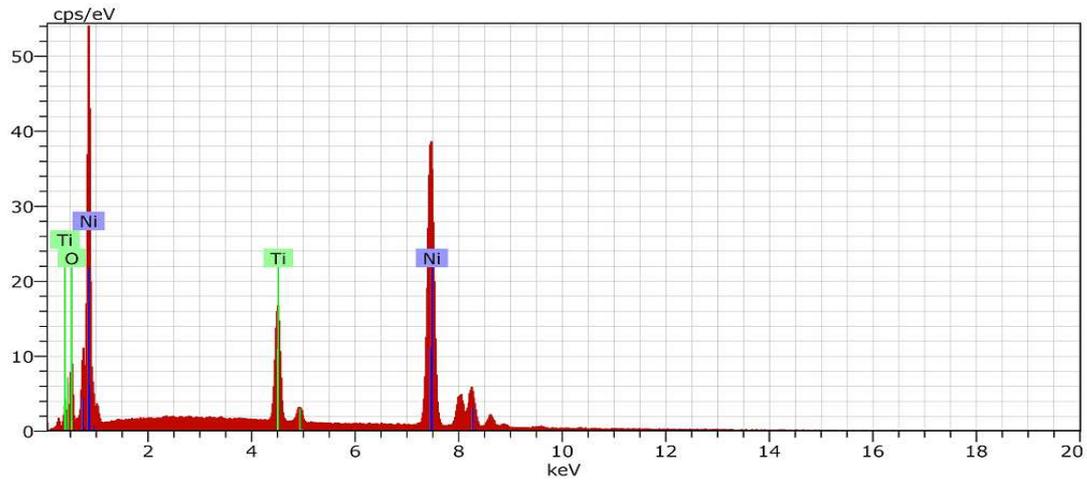
DC = 75 % ,f = 10 Hz



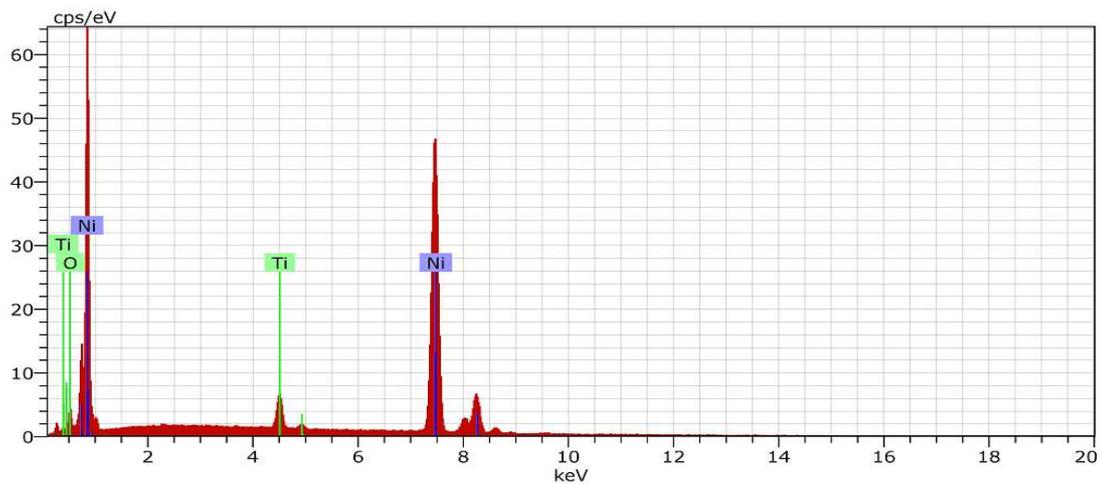
يتمّ توضيح أطياف EDAX للكشف الكهربائي في الصّورة (3). يعطي تحليل EDAX النّسبة المئويّة للعناصر الموجودة في الطّلاء المركّب Ni-TiO₂ (الجدول 2). يكشف تحليل EDAX أنّ محتوى الأكسجين أقلّ من مثيله في TiO₂. ربما تكون بعض جسيمات TiO₂ السّطحيّة قد خضعت "للإرجاع المحفز" إلى Ti بواسطة ثنائي الهيدروجين H₂ الذي تم تكوينه عند الكاثود؛ ومع ذلك ، يحتوي الطّلاء بالجملة على جسيمات TiO₂.



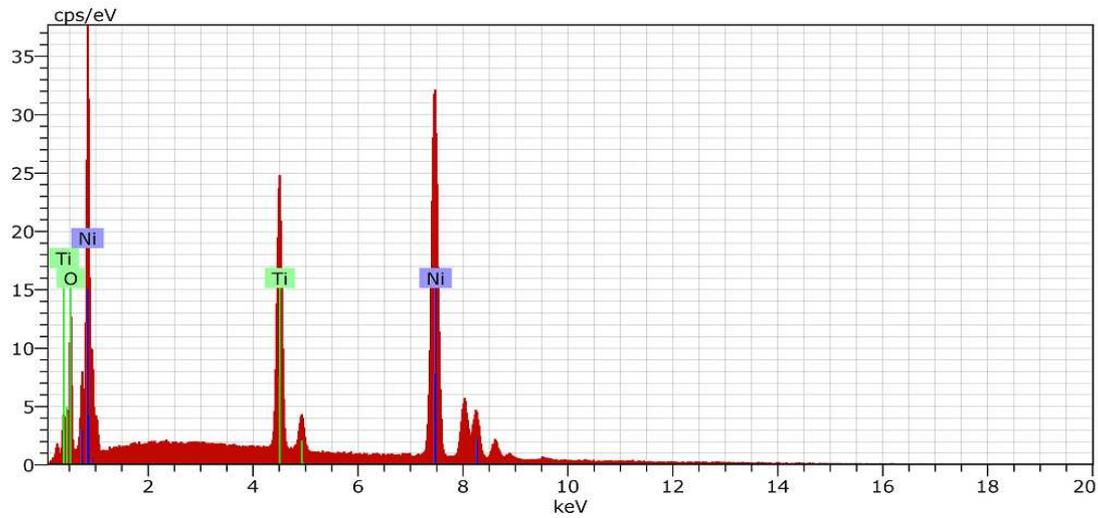
الصورة (3.a) أطياف EDAX من أجل: $DC = 50 \%$, $f = 1 \text{ Hz}$.



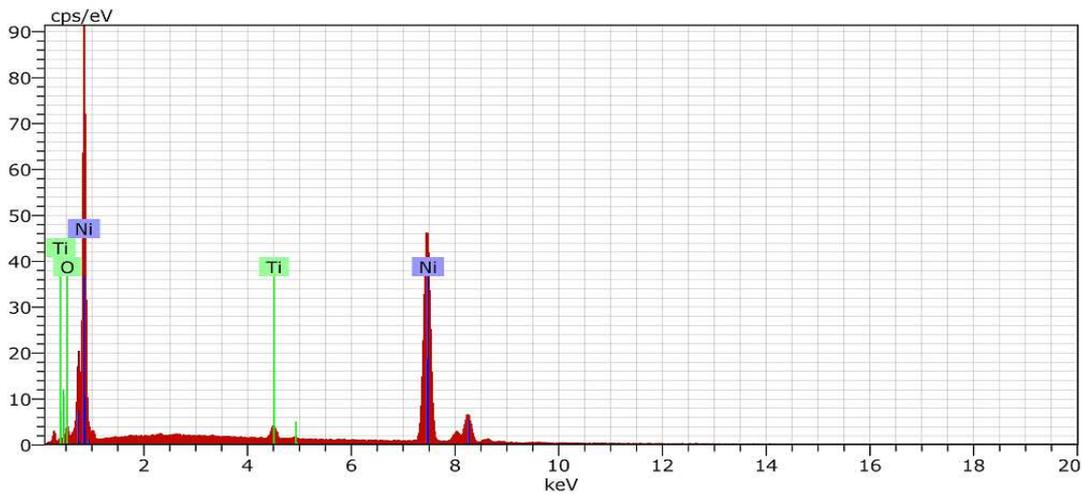
الصورة (3.b) أطياف EDAX من أجل: $DC = 50 \%$, $f = 10 \text{ Hz}$.



الصورة (3.c) أطياف EDAX من أجل: $DC = 50 \%$, $f = 100 \text{ Hz}$.



الصّورة (3.d) أطياف EDAX من أجل : DC = 25 % ,f = 10 Hz .



الصّورة (3.e) أطياف EDAX من أجل : DC = 75 % ,f = 10 Hz .

الجدول (2) تحليل EDAX للعَيّنات المحضّرة

Deposit	Elements	Amount of nanocomposite $\pm 0.1(\%)$
f= 1Hz, DC= 50%	Ni	62.72
	Ti	13.40
	O	23.88
f= 10Hz, DC= 50%	Ni	59.56
	Ti	15.74
	O	24.70

f= 100Hz, DC= 50%	Ni	85.86
	Ti	5.15
	O	8.99
f= 10Hz, DC= 25%	Ni	48.21
	Ti	16.30
	O	35.48
F= 10Hz, DC= 75%	Ni	90.11
	Ti	2.84
	O	7.05

3- اختبار الصلابة: تم تحديد صلابة العينات المحضرة بواسطة الجهاز (Wilson Instruments model 402UD test). تم قياس الصلابة في عدة أماكن مختلفة وتم الحصول على متوسط الصلابة.

من أجل تمييز التأثيرات المتزامنة للتردد ودورة العمل على الصلابة، تم قياس صلابة خمس عينات: ثلاث منها حضرت بدورة عمل ثابتة (50%) وترددات مختلفة (1.10Hz و 100) واثنان بتردد ثابت (10Hz) ودورة عمل مختلفة (25 و 75%). في كثافة تيار ثابتة ($4A.dm^{-2}$). وتبين الصورة (4) والجدول (3) تغير قيم الصلابة للعينات المحضرة بتغير تردد النبضة ودورة العمل. حيث تم الحصول على الحد الأقصى للصلابة (645.7 HV) عند الشروط من تردد 10 Hz ودورة عمل 25%. والذي ثبت في اختبارات سابقة أنه تم دمج أكبر قدر من جزيئات TiO_2 في مصفوفة النيكل Ni و التي أسهمت في إعطاء صلابة أعلى للطلاء. ترجع الزيادة في الصلابة إلى:

(أ) تأثير تشتت جزيئات TiO_2 في تقوية الطلاء.

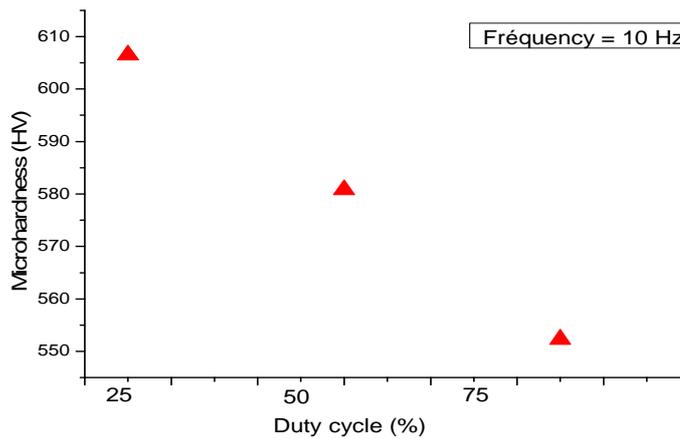
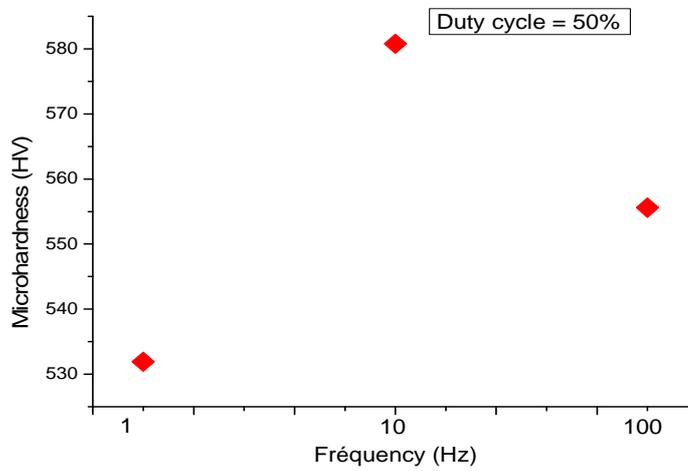
(ب) الجسيمات النانوية TiO_2 في الطلاء المركب تعوق حركة الانخلاعات وانزلاق الحبيبات في مصفوفة النيكل.

(ت) الجسيمات النانوية في الطلاء يحد من نمو الحجم البلوري كما اثبت ذلك في اختبارات سابقة.

كان المركب (DC = 25, F = 10Hz) إذا حجم حبيبي أكثر دقة مما تسبب في انخفاض المسامية للطلاء وبنية مدمجة أكبر.

الجدول (3) قيم الصّلابة للعينات المحضرة.

Deposit	Microhardness(HV)
f= 1Hz, DC= 50%	596.7
f= 10Hz, DC= 50%	613.6
f= 100Hz, DC= 50%	575.3
f= 10Hz, DC= 25%	645.7
f= 10Hz, DC= 75%	560.4

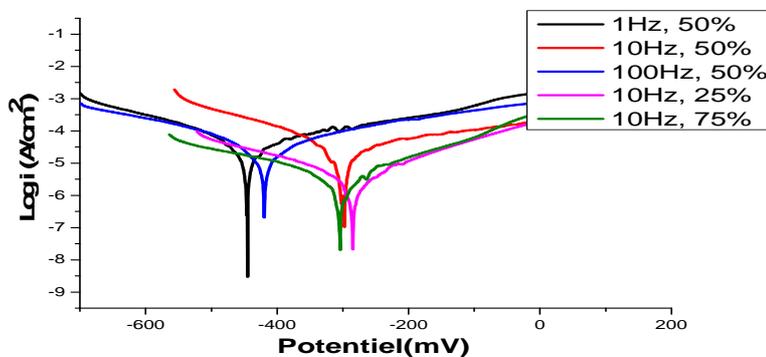


الصّورة (4) تأثير التردد ودورة العمل للتيار على الصّلابة.

4- اختبار المقاومة ضد التآكل: تم تقييم مقاومة التآكل للعينات في محلول كلوريد الصوديوم 3.5 % بتقنية كهروكيميائية. تم تسجيل النتائج المتحصّل عليها من فرق جهد التآكل (E_{corr}) وكثافة تيار التآكل (I_{corr}) المحسوبة باستخدام مخططات (Tafel) كما في الجدول (4).
الجدول (4) قيم فرق جهد (E_{corr}) وكثافة تيار التآكل (I_{corr}) للعينات المحضرة

Sample	E_{corr} (mV)	I_{corr} (mA/cm ²)
f= 1Hz, DC= 50%	-444.71	0.068
f= 10Hz, DC= 50%	-300.36	0.047
f= 100Hz, DC= 50%	-421.31	0.060
f= 10Hz, DC= 25%	-285.69	0.040
f= 10Hz, DC= 75%	-305.24	0.050

الصورة (5) تعرض منحنيات الاستقطاب التي تم الحصول عليها بتقنية الاستقطاب (potentiodynamic) لمختلف العينات. كما يتبين من الشكل والجدول:
1. تنخفض كثافة التيار للتآكل (I_{corr}) مع زيادة التردد، وبالتالي يقل معدل التآكل [28]. التردد المثالي لمعدل منخفض من التآكل هو 10 هرتز.
2. تكون قيم فرق الكمون للتآكل (E_{corr}) أقل سلبية في كل مرة يتم فيها زيادة التردد إلى 10 هرتز؛ فوق هذه القيمة عند 100 هرتز لوحظ زيادة في سلبية فرق كمون التآكل.
3. زيادة في كثافة تيار التآكل (I_{corr}) مع الزيادة في دورة العمل (RC). وبالتالي فإن معدل التآكل يزيد [29]. دورة العمل المثلى (RC) لمعدل تآكل منخفض هي 25 %.
4. تكون قيم فرق كمون التآكل (E_{corr}) أكثر سلبية في كل مرة يتم فيها زيادة دورة العمل (RC)



الصورة (5) منحنيات الاستقطاب لمختلف العينات.

الخلاصة (Conclusion): من خلال دراستنا هذه توصلنا إلى الخلاصة التالية:

- تؤدي زيادة التردد إلى زيادة اندماج جزيئات ثنائي أكسيد التيتانيوم TiO_2 في الطلاء؛ حيث وجد أن الحد الأمثل للتردد هو 10 هرتز.
 - زيادة دورة العمل تقلل من اندماج جزيئات ثنائي أكسيد التيتانيوم TiO_2 في الطلاء؛ حيث كانت القيمة المثلى لدورة العمل هي 25 %.
 - أوضحت النتائج أن زيادة اندماج جزيئات ثنائي أكسيد التيتانيوم TiO_2 في الطلاء يؤدي إلى انخفاض الحجم الحبيبي البلوري مما يجعل للطلاء بنية متراصة فيؤدي ذلك بالنتيجة إلى زيادة صلابته ورفع مقاومته للتآكل.
- نستنتج مما سبق أن القيم المناسبة للحصول على أفضل الخصائص والجودة للطلاء هي:

$$DC = 25 \%, F = 10 \text{ Hz}$$

المراجع (References)

- [1] P.M. Vereecken, I. Shao, P.C. Searso (2000), Particle codeposition in nanocomposite films, *J. Electrochem. Soc.* 147 - 2572–2575.
- [2] N.S. Qu, D. Zhu, K.C. Chan, (2006, Fabrication of Ni-CeO₂ nanocomposite by electrodeposition, *Scr. Mater.* 54 -1421–1425.
- [3] P. Bagheri, M. Farzam, A.B. Mousavi, M. Hosseini, (2010), Ni-TiO₂ nanocomposite coating with high resistance to corrosion and wear, *Surf.Coat. Technol.*, 204, 3804-3810.
- [4] I. Shao, P.M. Vereecken, R.C. Cammarata, P.C. Searson, (2002), Kinetics of particle codeposition of nanocomposites, *J. Electrochem. Soc.* 149, 610-614.
- [5] R.A. Shakoor, R. Kahraman, U.S. Waware, Y. Wang, W. Gao, (2014), Synthesis and properties of electrodeposited Ni-B-CeO₂ composite coatings, *Mater. Des.* 59, 421-429.
- [6] C. Fei, J. Chuanhai, (2014), Influences of Al particles on the microstructure and property of electrodeposited Ni-Al composite coatings, *Appl. Surf. Sci.* 292, 620-625.
- [7] Y.S. Dong, P.H. Lin, H.X. Wang, (2006), Electroplating preparation of Ni-Al₂O₃ graded composite coatings using a rotating cathode, *Surf. Coat. Technol.*, 200, 3633.
- [8] S. Spanou, E.A. Pavlatou, N. Spyrellis, (2009), Ni/nano-TiO₂ composite electrodeposits: Textural and structural modifications, *Electrochim. Acta* 54 , 2547.
- [9] W. Wang, F.Y. Hou, H. Wang, H.T. Guo, (2005), Fabrication and characterization of Ni-ZrO₂ composite nano-coatings by pulse electrodeposition, *Scripta Mater.* 53, 613.
- [10] R.D. Xu, J.L. Wang, L.F. He, Z.C. Guo, (2008), Study on the characteristics of Ni-W-P composite coatings containing nano-SiO₂ and nano-CeO₂ particles, *Surf. Coat. Technol.* 202, 1574.
- [11] H.K. Lee, H.Y. Lee, J.M. Jeon, (2007), Codeposition of micro- and nano-sized SiC particles in the nickel matrix composite coatings obtained by electroplating, *Surf. Coat. Technol.* 201-4711.
- [12] N.S Qu, D Zhu, K.C Chan, W.N Lei, (2003), Pulse electrodeposition of nanocrystalline nickel using ultra narrow pulse width and high peak current density, *Surface and Coatings Technology* 168, 123–128.
- [13] T Song, D.Y Li, (2006), Tribological, mechanical and electrochemical properties of nanocrystalline copper deposits produced by pulse electro-deposition, *Nanotechnology* 17, 65-78.
- [14] T Borkar, S.P Harimkar, (2011), Effect of electrodeposition conditions and reinforcement content on microstructure and tribological properties of nickel composite coatings, *Surface and Coatings Technology* 205, 4124–4134.
- [15] K.R. Sriraman, S. Ganesh Sundara Raman, S.K. Seshadri, (2007), Corrosion behavior of electrodeposited nanocrystalline Ni-W and Ni-Fe-W alloys, *Materials Science and Engineering A* 460–461, 39–45.

- [16] M.D. Obradovic, G.Z. Bosnjakov, R.M. Stevanovic, M.D. Maksimovic, A.R. Despic, (2006), Pulse and direct current plating of Ni–W alloys from ammonia–citrate electrolyte, *Surface and Coatings Technology* 200, 4201-4207.
- [17] L.M. Chang, M.Z. An, S.Y. Shi, (2006), Microstructure and characterization of Ni–Co/Al₂O₃ composite coating by pulse reversal electrodeposit, *Materials Chemistry and Physics* 100, 395-399.
- [18] L.M. Chang, H.F. Guo, M.Z. An, (2008), Electrodeposition of Ni-Co/Al₂O₃ composite coating by pulse reverse method under ultrasonic condition, *Materials Letters* 62, 3313-3315.
- [19] B. Ranjith, G. Paruthimal Kalaigan, (2010), Ni–Co/TiO₂ nanocomposite coating prepared by pulse and pulse reversal methods using acetate bath, *Applied Surface Science* 257, 42–47.
- [20] M. Momenzadeh, S. Sanjabi, (2011), The effect of TiO₂ nanoparticle co-deposition on microstructure and corrosion resistance of electroless Ni–P coating, *Materials and Corrosion* 62, 1–6.
- [21] M. Aliofkhaezai, Sh. Ahangarani, A. Sabour Rouhaghdam, (2010), Effect of the duty cycle of pulsed current on nanocomposite layers formed by pulsed electrodeposition, *Rare Metals* 29 (2), 209-213.
- [22] H. Baolei, L. Xinchun, (2009), Effect of La₂O₃ on microstructure, mechanical and tribological properties of Ni–W coatings, *Chinese Science Bulletin* 54, 4566–4570.
- [23] B.D. Cullity, S.R. Stock, S. Stock, (2001), *Elements of X-ray Diffraction* Fraction, Addison-Wesley, London.
- [24] Huazhi Wang, Xinli Kou, Jie Zhang, Jiangong Li, (2008), Large scale synthesis and characterization of Ni nanoparticles by solution reaction method, *Bulletin of Materials Science* 31, 97-100.
- [25] Power Diffraction File Alphabetical Index, JCPDS-ICDD International Center for Diffraction Data, Swarthmore, USA, (1988), File 21-1272 for anatase, File 21-1276 for rutile.
- [26] S. Kyu Kim, H. Jae Yoo, (1998), Formation of bilayer Ni–SiC composite coating by electrodeposition, *Surface and Coatings Technology* 108–109, 564–569.
- [27] K.H.W. Seah, M. Krishna, V.T. Vijayalakshmi, J. Uchil, (2002), Corrosion behavior of garnet particulate reinforced LM13 Al alloy MMCs, *Corrosion Science* 44, 917–925.
- [28] Q. Li, X. Yang, L. Zhang, J. Wang, B. Chen, (2009), Corrosion resistance and mechanical properties of pulse electrodeposited Ni–TiO₂ composite coating for sintered NdFeB magnet, *J. Alloys Compd.* 482, 339-344.
- [29] M. E. Bahrololoom, R. Sani, (2005), The influence of pulse plating parameters on the hardness and wear resistance of nickel–alumina composite coatings, *Surf. Coat. Technol.* 192, 154-163.

T-set و مسائل ناقصية ذات أسس متغيرة بمعطى قياس

T-set and elliptic problems with variable exponents and measure data

مختاري فارس

قسم الرياضيات و الاعلام الالي - جامعة الجزائر، الجزائر
fares_maths@yahoo.fr, f.mokhtari@univ-alger.dz

تمت ترجمة المقال من الإنجليزية إلى العربية من طرف
ناصر مختار
المدرسة العليا للأساتذة بالقبّة الجزائر - مخبر EDPNL-HM،
المدرسة العليا للأساتذة بالاغواط، الجزائر
nasrimokhtar@gmail.com

6 يناير 2021

ملخص (Abstract): في هذا الورق نثبت وجود حلول ضعيفة لنوع من المسائل الناقصية غير الخطية من الصنف $-\operatorname{div}(\hat{a}(x, u, Du)) = \mu$ حيث μ هو قياس رادون (Radon) المحدود. فضاء الحلول يتطلب ادخال مفهوم T-set (مفهوم T-set تم تقديمه في [8]) و فضاء لوبيغ-سوبولاف (Lebesgue-Sobolev) ذو أسس متغيرة.

كلمات مفتاحية (Keywords): T-set أسس متغيرة، معادلة ناقصية، معطى قياس.
MSC 2000: 35B38، 35J60

1 المدخل (Introduction):

هذا العمل مكرس لدراسة المسائل الناقصية

$$\begin{cases} -\operatorname{div}(\hat{a}(x, u, Du)) = \mu, & \text{في } D'(\Omega) \\ u = 0, & \text{على } \partial\Omega \end{cases} \quad (P)$$

حيث Ω هو جزء مفتوح و محدود من \mathbb{R}^N ($N \geq 2$) ذو حافة لبشيتزية (Lipschitzienne) $\partial\Omega$ ، μ هو القياس المحدود لرادون على Ω ، و $a : \Omega \times \mathbb{R} \times \mathbb{R}^N \rightarrow \mathbb{R}^N$ هو تابع لكارثيودوري (Carathéodory) يحقق، حيثما كان تقريبا $x \in \Omega$ و $u \in \mathbb{R}$ و $\xi \in \mathbb{R}^N$ ، ما يلي:

$$\hat{a}(x, u, \xi)\xi \geq \alpha|\xi|^{p(\cdot)}, \quad \hat{a}(x, u, \xi) = (a_1, \dots, a_N) \quad (1)$$

$$|\hat{a}(x, u, \xi)| \leq \beta \left(h + |u|^{p(\cdot)-1} + |\xi|^{p(\cdot)-1} \right), \quad h \in L^{p'(\cdot)}(\Omega) \quad (2)$$

$$(\hat{a}(x, u, \xi) - \hat{a}(x, u, \xi'))(\xi - \xi') > 0, \quad \xi \neq \xi', \quad (3)$$

حيث الاس المتغير $(1, +\infty) : \bar{\Omega} \rightarrow p(\cdot)$ هو تابع مستمر بحيث:

$$\forall x \in \bar{\Omega} : 1 < p(x) < N, \quad p'(x) = \frac{p(x)}{p(x) - 1}. \quad (4)$$

نعرف العدد

$$p_0 = \frac{(1 - \frac{1}{p^+})N + N}{1 - \frac{1}{p^+} + N}. \quad (5)$$

تستخدم الأسس المتغيرة اليوم في فروع مختلفة من العلوم التطبيقية. في بعض الحالات تقدم نماذج واقعية لدراسة الظواهر الطبيعية في السوائل الكهروإيولوجية (Electrorheological) ([12]، [11])، وتطبيقات مهمة تتعلق بمعالجة الصور [3]. في الحالة $\hat{a}(x, u, \xi) = \hat{a}(\xi)$ حيث الشعاع الذي مركباته هي $|\xi|^{p(\cdot)-2}\xi$ و $p(\cdot)$ تابع مستمر على $\bar{\Omega}$ بحيث $p(\cdot) > 2 - \frac{1}{N}$ نجد أن وجود حل ضعيف u في فضاء سوبولاف المعتاد $W_0^{1,q(\cdot)}(\Omega)$ لمسألة ناقصية بمعطى L^1 على Ω حيث $q(\cdot)$ تابع مستمر يحقق $1 \leq q(x) < \frac{N(p(x)-1)}{N-1}$ لكل $x \in \bar{\Omega}$ تم اثباته في [1].

من أجل $1 < p(\cdot) \leq 2 - \frac{1}{N}$ نجد هذا الاطار ضيق جدا لاحتواء الحلول. في الحالة الثابتة $p(\cdot) = p > 2 - \frac{1}{N}$ يوجد حل ضعيف u للمسألة (P) في الفضاء $W_0^{1,q}(\Omega)$ من أجل كل $q \in [1, \frac{N(p-1)}{N-1})$ وهذا تم اثباته في [2].

راكوتوزن (Rakotoson) [8, 9] أثبت وجود حلول في مجموعة أكثر عمومية يرمز لها $L_0^{1,p}(\Omega)$ حيث $1 < p \leq N$. الغرض من هذا الورق هو الضبط و المعالجة الكاملة للمسألة (P) في مجموعة جديدة $L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ (انظر القسم 3) حيث μ قياس رادون المحدود على Ω و $p(\cdot)$ تابع مستمر حيث $1 < p(x) < N$ من أجل كل $x \in \bar{\Omega}$. كتمثال نموذجي نعتبر الاشكالية النموذجية

$$\begin{cases} -\operatorname{div} (|Du|^{p(x)-2} Du) = \delta, & \text{في } B \\ u = 0, & \text{على } \partial B \end{cases}$$

حيث δ هو قياس رادون عند الاصل و $B = \{x \in \mathbb{R}^N \mid |x| < 1\}$. تمثل الخطوات الرئيسية للإثبات في الحصول على تقديرات قبلية لمتتالية المسائل التقريبية المناسبة ثم بعدها المرور إلى النهاية. هناك نوعان من الصعوبات التي تظهر في معالجة المؤثرات الناقصية غير الخطية $Au = -\operatorname{div}(\hat{a}(x, u, Du))$ بدلا من مؤثر لابلاس مع أسس متغيرة، الأولى هي الحصول على تقديرات قبلية للحل u و التدرج Du ، و الصعوبة الثانية هي المرور إلى النهاية عندما لاخطية A مرتبطة بـ u و Du . في هذه المرحلة الخاصة (27) مطلوبة.

مفاهيم أولية (Preliminaries):

في هذا القسم نذكر أولا ببعض خصائص فضاءات لوبيغ ذات الأسس المتغيرة $L^{p(\cdot)}(\Omega)$. نعرف المجموعة

$$C_+(\bar{\Omega}) = \{v \in C(\bar{\Omega}) \mid v^- = \inf_{x \in \bar{\Omega}} v(x) > 1\}.$$

ليكن $p \in C_+(\bar{\Omega})$ ، نشير بالرمز $L^{p(\cdot)}(\Omega)$ إلى فضاء التتابع f القابلة للقياس على Ω بحيث

$$\rho_{p(\cdot)}(f) = \int_{\Omega} |f(x)|^{p(x)} dx < +\infty.$$

الفضاء $L^{p(\cdot)}(\Omega)$ عند تزويده بالنظم

$$\|f\|_{p(\cdot)} := \|f\|_{L^{p(\cdot)}(\Omega)} = \inf \{ \lambda > 0 \mid \rho(f/\lambda) \leq 1 \}$$

يصح فضاء بناخيا.

وبالإضافة الى ذلك، إذا كان $p^- > 1$ فإن $L^{p(\cdot)}(\Omega)$ انعكاسي وثنوي $L^{p(\cdot)}(\Omega)$ يمكن تعريفه بـ $L^{p(\cdot)}(\Omega)$ حيث $\frac{1}{p(x)} + \frac{1}{p'(x)} = 1$ من أجل كل $u \in L^{p(\cdot)}(\Omega)$ ، $v \in L^{p'(\cdot)}(\Omega)$ حيث $p(x) \in (1, \infty)$ لدينا متباينة هولدر (Hölder)

$$\left| \int_{\Omega} uv dx \right| \leq \left(\frac{1}{p^-} + \frac{1}{p'} \right) \|u\|_{p(\cdot)} \|v\|_{p'(\cdot)} \leq 2 \|u\|_{p(\cdot)} \|v\|_{p'(\cdot)}.$$

بشكل خاص، لكل ثابت $q \in (1, p^-)$

$$\|u\|_{L^q(\Omega)} \leq C \|u\|_{p(\cdot)}.$$

الفضاء البناخي $W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ مع $p \in C_+(\bar{\Omega})$ يعرف بـ

$$W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega) = \left\{ u \in L^{p(\cdot)}(\Omega) \mid |Du| \in L^{p(\cdot)}(\Omega), \quad \partial\Omega \text{ على } u = 0 \right\}$$

مزود بالنظيم $\|\cdot\|_{W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)} : u \mapsto \|Du\|_{p(\cdot)}$

الفضاء $W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ قابل للفصل و انعكاسي بشرط $p^- > 1$.

بما أن $p \in C_+(\bar{\Omega})$ ، متباينة بوانكاريه (Poincaré) محققة (انظر [4]):

$$\|u\|_{p(\cdot)} \leq C \|Du\|_{p(\cdot)}. \quad (6)$$

التوابع الملساء عموما ليست كثيفة في $W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ ، ولكن إذا كان الاس المتغير $p(\cdot)$ هولدر لوغاريتمي مستمر (log-Hölder) بمعنى

$$|p(x) - p(y)| \leq \frac{M}{\ln(|x - y|)} \quad \forall x, y \in \Omega \text{ بحيث } |x - y| \leq 1/2,$$

فان التوابع الملساء كثيفة في $W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$.
التوطئة التالية تستخدم لاحقا

توطئة 2.1 ([6]). إذا كان $u \in L^{p(\cdot)}(\Omega)$ ، (u_n) ، فان العلاقات التالية محققة

$$\begin{aligned} & \|u\|_{p(\cdot)} < 1 \Leftrightarrow \rho(u) < 1 \quad (\rho(u) < 1 \Leftrightarrow \|u\|_{p(\cdot)} < 1) \\ & \min \left(\rho(u)^{\frac{1}{p^+}}; \rho(u)^{\frac{1}{p^-}} \right) < \|u\|_{p(\cdot)} < \max \left(\rho(u)^{\frac{1}{p^+}}; \rho(u)^{\frac{1}{p^-}} \right) \\ & \|u_n - u\|_{p(\cdot)} \rightarrow 0 \Leftrightarrow \rho(u_n - u) \rightarrow 0 \\ & \text{لان } p^+ = \sup_{x \in \bar{\Omega}} p(x) < \infty \end{aligned}$$

نشير الى أن المتباينة التالية

$$\int_{\Omega} |u|^{p(x)} dx \leq C \int_{\Omega} |Du|^{p(x)} dx,$$

ليست محققة عموما (انظر [5] او [4]). لكن، بواسطة التوطئة 2.1 و (6)، يمكن أن نكتب

$$\int_{\Omega} |u|^{p(x)} dx \leq C \max \left\{ \|Du\|_{p(\cdot)}^{p^+}; \|Du\|_{p(\cdot)}^{p^-} \right\}. \quad (7)$$

حيث C ثابت يتعلق بـ Ω .

نعرف أيضا المجموعة $L^{s(\cdot)}(\Omega)$ حيث $s : \bar{\Omega} \rightarrow (0, \infty)$ تابع مستمر بـ

$$L^{s(\cdot)}(\Omega) = \left\{ u : \Omega \rightarrow \mathbb{R} \mid \int_{\Omega} |u|^{s(x)} dx < \infty \right\}.$$

المراجع المحتملة لنظرية فضاءات لوبيغ - سوبولاف ذات الاس المتغير [4]، [5]، [6].

3 نوع ديدي للمجموعات (New type of Sets):

ليكن $L_0(\Omega)$ الذي يرمز الى مجموعة التوابع القابلة للقياس على Ω . من أجل كل تابع $p \in C_+(\Omega)$ نضع

$$\text{Lip}_{p(\cdot)}(\mathbb{R}) = \left\{ T \in W^{1,\infty}(\mathbb{R}) \mid T(0) = 0 \text{ و } T' \in L^p(\mathbb{R}) \right\}.$$

من أجل $k > 0$ إذا وضعنا $T_k(t) = \frac{1}{2}\{|t+k| - |t-k|\}$ حيث $t \in \mathbb{R}$ فاننا نلاحظ أن التوابع T_k ($k > 0$) وقوس الظل \arctan تنتمي الى $\text{Lip}_{p(\cdot)}(\mathbb{R})$.
نعرف

$$L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega) = \left\{ u \in L_0(\Omega) \mid \forall T \in \text{Lip}_{p(\cdot)}(\mathbb{R}), T(u) \in W_0^{1,p^-}(\Omega), \text{ مع} \right. \\ \left. \sup_{k>0} \int_{\Omega} \frac{|DT_k(u)|^{p(x)}}{(1+|T_k(u)|)^{1+\delta}} dx < \infty, \forall \delta > 0 \right\}.$$

نشير الى انه إذا كان $p(x) = p$ من أجل كل $x \in \Omega$ فان $L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ يسمى T-set وهذا في ([8]).
من السهل إثبات أن $L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega) \subset W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ من أجل كل $p \in C_+(\bar{\Omega})$.

فرضية 3.1. إذا كان $v \in L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ فان $Dv(x)$ موجود حيثما كان تقريبا على Ω ، وبالإضافة الى ذلك إذا كان φ تابع من صنف C^1 من \mathbb{R} نحو \mathbb{R} لدينا

$$D(\varphi \circ v)(x) = (\varphi' \circ v)Dv(x) \quad \text{حيثما كان تقريبا على } \Omega \quad (8)$$

من أجل كل $k > 0$ التابع $v^k = T_k(v)$ يحقق

$$Dv^k(x) = \begin{cases} Dv(x), & |v(x)| < k \\ 0, & \text{غير ذلك} \end{cases} \quad \text{حيثما كان تقريبا على } \Omega.$$

الاثبات: انظر [8]
نرمز بـ C_i او C الى ثوابت مختلفة تتعلق فقط ببنية \hat{a} ، μ ، N ، و Ω .

فرضية 3.2. نفرض أن p_0 المعرف في (5)، $s(\cdot)$ و $p(\cdot)$ توابع مستمرة على $\bar{\Omega}$ بحيث

$$\begin{cases} 0 < s(x) < \frac{N(p(x)-1)}{N-p(x)}, \\ 1 < p(x) < N, \end{cases} \quad \forall x \in \bar{\Omega}. \quad (9)$$

إذا كان

$$s^+ < \frac{N(p^- - 1)}{N - p^-} \quad \text{او} \quad p^- > p_0 \quad (10)$$

فانه لدينا

$$L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega) \subset L^{s(\cdot)}(\Omega). \quad (11)$$

الاثبات: نبدأ بالحالة

$$0 < s^+ < \frac{N(p^- - 1)}{N - p^-}. \quad (12)$$

ليكن $v \in L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ و s^+ المعرف في (12)، وليكن $\alpha = 1 - \frac{s^+}{p^*}$ مع $\frac{1}{p^*} < \alpha < 1$ نجد
 من أجل $k > 0$ نجد أن $v^k = T_k(v) \in W_0^{1,p^-}(\Omega)$ بما أن

$$\psi_\alpha(t) = \int_0^t \frac{d\sigma}{(1+|\sigma|)^\alpha}$$

تابع من صنف C^1 و $0 < \psi'_\alpha < 1$ اذن بواسطة (8) نستنتج أن $\psi_\alpha(v^k) \in W_0^{1,p^-}(\Omega)$ بالإضافة الى ذلك باستعمال متباينة بونكاريه نحصل على

$$\|\psi_\alpha(v^k)\|_{L^{p^*}(\Omega)} \leq C_1 \|D\psi_\alpha(v^k)\|_{L^{p^-}(\Omega)}$$

ومنه

$$\int_\Omega |\psi_\alpha(v^k)|^{p^*} dx \leq C_2 \left(\int_\Omega \frac{|Dv^k|^{p^-}}{(1+|v^k|)^{\alpha p^-}} dx \right)^{\frac{p^*}{p^-}}. \quad (13)$$

بملاحظة أن

$$\alpha p^- - 1 = \left(1 - \frac{s^+}{p^*}\right) p^- - 1 = \frac{N-p}{N} \left(\frac{N(p^- - 1)}{N-p^-} - s^+\right) > 0,$$

و أن $v \in L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ و $|\Omega| < \infty$ نجد أن

$$\sup_{k>0} \int_\Omega \frac{|Dv^k|^{p^-}}{(1+|v^k|)^{\alpha p^-}} < \infty \quad (14)$$

وبالتالي من خلال (13) نحصل على

$$\int_\Omega |\psi_\alpha(v^k)|^{p^*} dx \leq C_3, \quad \forall k > 0. \quad (15)$$

الان ليكن $t \in \mathbb{R}$ اذن

$$\begin{aligned} |t|^{1-\alpha} &\leq (1+|t|)^{1-\alpha} \\ &= (1-\alpha)|\psi_\alpha(t)| + 1. \end{aligned} \quad (16)$$

من خلال (16)، نستنتج أن

$$\begin{aligned} \int_\Omega |v^k|^{s^+} &= \int_\Omega |v^k|^{p^*(1-\alpha)} \\ &\leq 2^{p^*-1} (1-\alpha)^{p^*} \int_\Omega |\psi_\alpha(v^k)|^{p^*} + 2^{p^*-1} |\Omega| \end{aligned} \quad (17)$$

بواسطة (15) و (17) نحصل على

$$\int_\Omega |v^k|^{s^+} \leq C_4. \quad (18)$$

حيث C_4 ثابت موجب مستقل عن k .

بجعل $k \rightarrow \infty$ في (18) و من خلال توطئة فاتو (Fatou) يمكننا استنتاج أن

$$\int_\Omega |v|^{s^+} dx \leq C_4.$$

و بالتالي نحصل على $v \in L^{s(\cdot)}(\Omega)$.

الآن نفرض أن $s^+ \geq \frac{N(p^- - 1)}{N - p^-}$

من خلال (9) واستقرارية $s(\cdot)$ و $p(\cdot)$ على $\bar{\Omega}$ يوجد ثابت $\delta > 0$ بحيث

$$\max_{y \in B(x, \delta) \cap \Omega} s(y) < \min_{y \in B(x, \delta) \cap \Omega} \frac{N(p(y) - 1)}{N - p(y)}, \quad \forall x \in \Omega. \quad (19)$$

بملاحظة أن $\bar{\Omega}$ متراص فإنه بإمكاننا تغطيتها بعدد منته من الكرات $(B_i)_{i=1}^k$. علاوة على ذلك، يوجد ثابت $\tau > 0$ بحيث

$$|\Omega_i| > \tau, \quad \forall i = 1, \dots, N \quad \text{حيث} \quad \Omega_i := B_i \cap \Omega. \quad (20)$$

نعرف

$$s_i^+ = \max_{y \in \Omega_i} \{s(y)\}, \quad p_i^- = \min_{y \in \Omega_i} \{p(y)\}.$$

ليكن $v \in L_0^{1, p(\cdot)}(\Omega)$ ولنفرض أن $s_i^+ < \frac{N(p_i^- - 1)}{N - p_i^-}$

إذا وضعنا $\alpha_i = 1 - \frac{s_i^+}{p_i^-}$ فإن $\frac{1}{p_i^-} < \alpha_i < 1$ ، من خلال الافتراضات على $p^- > p_0$ نجد

$$1 - \alpha_i < 1 - \frac{1}{p_i^-} \leq 1 - \frac{1}{p^+} < \frac{N(p^- - 1)}{N - p^-}.$$

هذا مع (18)، يعطينا

$$\int_{\Omega_i} |v^k|^{1 - \alpha_i} dx \leq |\Omega| + \int_{\Omega} |v^k|^{1 - \frac{1}{p^+}} dx \leq C_5. \quad (21)$$

باستخدام متباينة بوانكاريه-ويرتينغر (Poincaré-Wirtinger)، نحصل على

$$\|\psi_{\alpha_i}(v^k) - \bar{\psi}_{\alpha_i}(v^k)\|_{L^{p_i^-}(\Omega_i)} \leq C_6 \|D\psi_{\alpha_i}(v^k)\|_{L^{p_i^-}(\Omega_i)},$$

حيث

$$\bar{\psi}_{\alpha_i}(v^k) = \frac{1}{|\Omega_i|} \int_{\Omega_i} \psi_{\alpha_i}(v^k).$$

المتباينات (16)، (21) و (20) تضمن لنا أن

$$|\bar{\psi}_{\alpha_i}(v^k)| \leq C_7.$$

وبالتالي، من خلال أن $p_i^- \leq p(x)$ على Ω_i و $\alpha_i p_i^- > 1$ نحصل على

$$\|\psi_{\alpha_i}(v^k)\|_{L^{p_i^-}(\Omega_i)} \leq C_8 + C_6 \|D\psi_{\alpha_i}(v^k)\|_{L^{p_i^-}(\Omega_i)} \leq C_9.$$

الآن، باستخدام نفس الحجج كما كان من قبل محليا، بدلاً من التقدير (17)، نحصل على أنه من أجل كل $i = 1, \dots, k$

$$\int_{\Omega_i} |v^k|^{s_i^+} \leq C_{10} + C_{10} \int_{\Omega_i} |\psi_{\alpha_i}(v^k)|^{p_i} dx \leq C_{11}.$$

باستخدام توطئة فاتو نجد ان

$$\int_{\Omega_i} |v|^{s_i^+} \leq C_{11}, \quad \forall i = 1, \dots, k.$$

اخيراً، بما أن $s(x) \leq s_i^+$ على Ω_i نحصل على النتيجة المطلوبة.

ملاحظة 3.3. لدينا $2 - \frac{1}{N} < p_0 < 2$ من أجل كل تابع $p(\cdot) > 1$.

فرضية 3.4. ليكن $p(\cdot) : \bar{\Omega} \rightarrow (1, N)$ و $q(\cdot) : \bar{\Omega} \rightarrow (0, N/(N-1))$ توابع مستمرة. نفرض أن

$$\max_{x \in \bar{\Omega}} \{q(x)(p(x) - 1)\} < \frac{N(p^- - 1)}{N - 1} \quad \text{أو} \quad p^- > p_0.$$

اذن نجد

$$\int_{\Omega} |Dv|^{q(x)(p(x)-1)} dx < \infty, \quad \forall v \in L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega).$$

الاثبات: ليكن $v \in L^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ و $q(x) \in (0, N/(N-1))$ من أجل كل $x \in \bar{\Omega}$ ، وليكن $s(x) = q(x)(p(x) - 1)$ في خطوة أولى ليكن s^+ ثابت يحقق

$$0 < s^+ < \frac{N(p^- - 1)}{N - 1}. \quad (22)$$

نشير إلى أن (22)، مع (4)، يستلزم أن $s(x) < p^-$ ، الان، من أجل كل $k > 0$ نكتب

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} |Dv^k|^{s(x)} dx &= \int_{\Omega} \frac{|Dv^k|^{s(x)}}{(1 + |v^k|)^{(1+\delta)s(x)/p^-}} (1 + |v^k|)^{(1+\delta)s(x)/p^-} dx \\ &\leq 2 \left\| \frac{|Dv^k|^{s(x)}}{(1 + |v^k|)^{(1+\delta)s(x)/p^-}} \right\|_{\frac{p^-}{s(\cdot)}} \left\| (1 + |v^k|)^{(1+\delta)s(x)/p^-} \right\|_{\frac{p^-}{p^- - s(\cdot)}}. \end{aligned}$$

بما أن

$$\int_{\Omega} \frac{|Dv^k|^{p(x)}}{(1 + |v^k|)^{1+\delta}} dx \leq C, \quad \forall k > 0,$$

اذن من خلال التوطئة 2.1 نحصل على

$$\int_{\Omega} |Dv^k|^{s(x)} dx \leq C_{12} \max \left\{ \left(\int_{\Omega} (1 + |v^k|)^{(1+\delta)\frac{s(x)}{p^- - s(x)}} dx \right)^{\frac{p^- - s^+}{p^-}}; \left(\int_{\Omega} (1 + |v^k|)^{(1+\delta)\frac{s(x)}{p^- - s(x)}} dx \right)^{\frac{p^- - s^-}{p^-}} \right\}. \quad (23)$$

بما أن $0 < s^+ < \frac{N(p^- - 1)}{N - 1}$ فإن $\frac{s(x)}{p^- - s(x)} \leq \frac{s^+}{p^- - s^+} < \frac{N(p^- - 1)}{N - p^-}$ ، اذن يمكننا اختيار $\delta > 0$ بحيث

$$\max_{x \in \bar{\Omega}} \left\{ (1 + \delta) \frac{s(x)}{p^- - s(x)} \right\} = (1 + \delta) \frac{s^+}{p^- - s^+} < \frac{N(p^- - 1)}{N - p^-}. \quad (24)$$

من خلال الفرضية 3.2، (23) و (24)، نجد أن

$$\int_{\Omega} |Dv^k|^{s(x)} dx \leq C_{13}. \quad (25)$$

من الفرضية 3.1، من أجل اي معطي $v \in L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ فان $Dv(x)$ موجود حيثما كان تقريبا في Ω . يجعل $k \rightarrow +\infty$ في (25) و باستخدام توطئة فاتو، نحصل على

$$\int_{\Omega} |Dv|^{s(x)} dx \leq C_{13}.$$

الآن ، نفرض أن $s^+ \geq \frac{N(p^- - 1)}{N-1}$ ، نفس حجة (23) نحصل على $\delta > 0$ يحقق

$$\int_{\Omega} |Dv^k|^{s(x)} dx \leq C_{14} \max \left\{ A_k^{1 - \left(\frac{s(\cdot)}{p(\cdot)}\right)^+}; A_k^{1 - \left(\frac{s(\cdot)}{p(\cdot)}\right)^-} \right\}$$

مع

$$A_k = \int_{\Omega} (1 + |v^k|)^{(1+\delta)\frac{s(x)}{p(x)-s(x)}} \text{ و } (1 + \delta) \frac{s(x)}{p(x) - s(x)} < \frac{N(p(x) - 1)}{N - p(x)}.$$

باستخدام الفرضية 3.2 و من خلال كون $p^- > p_0$ يمكننا استنتاج أن

$$\int_{\Omega} |Dv^k|^{q(x)(p(x)-1)} dx \leq C_{15}.$$

هذا و باستخدام توطئة فاتو، نحصل على

$$\int_{\Omega} |Dv|^{s(x)} dx \leq C_{15}.$$

هذا التقدير يثبت المطلوب.

فرضية 3.5. ليكن $p(\cdot) : \bar{\Omega} \rightarrow (2 - \frac{1}{N}, N)$ تابع مستمر، لدينا

$$L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega) \subset W_0^{1,s(\cdot)}(\Omega)$$

من أجل كل تابع مستمر $s(\cdot) : \bar{\Omega} \rightarrow [1, \infty)$ حيث

$$1 \leq s(x) < \frac{N(p(x) - 1)}{N - 1}, \quad \forall x \in \bar{\Omega}.$$

الاثبات: بما أن $p(x) > 2 - \frac{1}{N}$ لدينا $N(p(x) - 1)/(N - 1) > 1$ من أجل كل $x \in \bar{\Omega}$. ليكن $s(x) \in [1, \frac{N(p(x)-1)}{N-1})$ و $q(x) = s(x)/(p(x) - 1)$ إذن $q(x) \in (0, \frac{N}{N-1})$ و $p^- > 2 - \frac{1}{N} > p_0$ من الفرضية 3.4، من أجل كل $v \in L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ نجد أن

$$\int_{\Omega} |Dv|^{s(x)} dx \leq C_{16}. \quad (26)$$

انتهى الاثبات.

ملاحظة 3.6. في الحالة الثابتة $p(x) = p$ ، الفرض $p > p_0$ محقق من أجل كل $p > 1$.

النتائج الرئيسية (The main Results):

تعريف 4.1. تابع u هو حل ضعيف للمسألة (P) إذا كان $u \in L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ ، $\hat{a}(x, u, Du) \in L^1(\Omega)^N$ ، و من أجل كل $\varphi \in C_0^\infty(\Omega)$ نجد أن

$$\int_{\Omega} \hat{a}(x, u, Du) D\varphi dx = \int_{\Omega} \varphi d\mu.$$

النتيجة الرئيسية هي التالي.

نظرية 4.2. ليكن $\mu \in M(\Omega)$. نفرض أن $p(\cdot) : \bar{\Omega} \rightarrow (1, N)$ تابع مستمر بحيث

$$\frac{p^+ - 1}{p^- - 1} < \frac{N}{N - 1} \quad \text{or} \quad p^- > p_0, \quad (27)$$

و \hat{a} يحقق (1)-(3). فانه، يوجد على الاقل حل ضعيف $u \in L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ للمسألة الناقصية (P). الاثبات يحتاج إلى ثلاث خطوات.

الخطوة 1تقريب.

لتكن (μ_n) متتالية من $C_0^\infty(\Omega)$ تتقارب نحو μ في $D'(\Omega)$ وتحقق التقدير

$$\|\mu_n\|_{L^1(\Omega)} \leq \|\mu\|_{M(\Omega)}, \quad n \geq 1.$$

من أجل $u \in W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ نضع

$$Au = -\operatorname{div}(\hat{a}(x, u, Du)).$$

المؤثر A ينقل $W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ نحو $(W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega))'$ ، وبفضل (2) نجد أن A نصف مستمر (hemicontinuous) بمعنى: من أجل كل u, v, w من $W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ التطبيق $\mathbb{R} \ni \lambda \mapsto \langle A(u + \lambda v), w \rangle$ مستمر. بواسطة (1) والتوطئة 2.1 يمكننا كتابة

$$\begin{aligned} \frac{\langle Au, u \rangle}{\|u\|_{W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)}} &\geq \alpha \frac{\rho_{p(\cdot)}(Du)}{\|u\|_{W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)}} \\ &\geq \alpha \frac{\min \left\{ \|u\|_{W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)}^{p^+}, \|u\|_{W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)}^{p^-} \right\}}{\|u\|_{W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)}}. \end{aligned}$$

هذا يثبت أن A قهري (Coercif).

المؤثر A محدود. في الواقع، إذا كان $u \in W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ نجد أن

$$\begin{aligned} \|Au\|_{(W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega))'} &\leq \sup_{\varphi \in W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega), \|\varphi\| \leq 1} \int_{\Omega} \beta \left(h + |u|^{p(x)-1} + |Du|^{p(x)-1} \right) |D\varphi| dx \\ &\leq 2\beta \left\| \left(h + |u|^{p(\cdot)-1} + |Du|^{p(\cdot)-1} \right) \right\|_{\frac{p(\cdot)}{p(\cdot)-1}}. \end{aligned}$$

من خلال التوطئة 2.1 و (7) نتحصل على النتيجة المطلوبة.

النتيجة المحصل عليها في [7] تؤكد أن A غامر، وبالتالي توجد متتالية $(u_n)_{n \in \mathbb{N}} \subset W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$ تحقق

$$\int_{\Omega} \hat{a}(x, u_n, Du_n) D\varphi = \int_{\Omega} \mu_n \varphi, \quad \forall \varphi \in W_0^{1,p(\cdot)}(\Omega). \quad (28)$$

الخطوة 2تقريب قابلية.

توطئة 4.3. من أجل كل $T \in \operatorname{Lip}_{p(\cdot)}(\mathbb{R})$ ، يوجد ثابت $C = C(T)$ ، بحيث

$$\int_{\Omega} |DT(u_n)|^{p^-} dx \leq C, \quad \forall n \geq 1. \quad (29)$$

$$\int_{\Omega} |DT_k(u_n)|^{p(x)} dx \leq k \frac{\|\mu\|_{M(\Omega)}}{\alpha}, \quad \forall k > 0, \quad (30)$$

و من أجل كل $\delta > 0$ ، يوجد ثابت $C = C(\delta)$ يحقق

$$\int_{\Omega} \frac{|Du_n|^{p(x)}}{(1 + |u_n|)^{1+\delta}} dx \leq C, \quad \forall n \geq 1. \quad (31)$$

الاثبات: ليكن $T \in \text{Lip}_{p(\cdot)}(\mathbb{R})$.
 نعتبر التابع الاختباري $\int_0^{u_n} |T'(t)|^{p^-} dt$ في (28).
 باستعمال قهريّة A ، نحصل على

$$\begin{aligned} & \alpha \int_{\Omega} |Du_n|^{p(x)} |T'(u_n)|^{p^-} dx \\ & \leq \|\mu_n\|_{L^1(\Omega)} \int^{+\infty} |T'(x)|^{p^-} dx \leq C(T). \end{aligned}$$

اذن لدينا (29). إذا اخذنا تابع اختباري في (28)، نحصل على (30).
 من أجل التقدير (31)، نختار $\psi_{\delta}(u_n) = \int_0^{u_n} \frac{d\sigma}{(1+|\sigma|)^{1+\delta}}$ تابع اختباري في (28) وباستعمال (1) نجد

$$\int_{\Omega} \frac{|Du_n|^{p(x)}}{(1+|u_n|)^{1+\delta}} dx \leq \frac{\|\mu\|_{M(\Omega)}}{\delta\alpha}.$$

توطئة 4.4. ليكن $s(\cdot)$ و $p(\cdot)$ معرفين في الفرضية (3.2). إذا كان الافتراض (10) محقق فانه لدينا

$$\int_{\Omega} |u_n|^{s(x)} dx \leq C, \quad \forall n \geq 1. \quad (32)$$

الاثبات: من أجل إثبات (32)، نقوم بتعديل اثبات المبرهنة 3.2. وذلك باستبدال (14) بـ (31). هكذا التوطئة 4.4 تم اثباتها.

توطئة 4.5. ليكن $p(\cdot)$ كما هو مشار اليه في (27) اذن يوجد ثابت $C > 0$ ، بحيث

$$\int_{\Omega} |Du_n|^{q(x)(p(x)-1)} dx \leq C, \quad (33)$$

من أجل بعض التوابع المستمرة $q(\cdot)$ على $\bar{\Omega}$ التي تحقق

$$1 < q(x) < \frac{N}{N-1}, \quad x \in \bar{\Omega} \quad \text{كل من أجل كل}$$

الاثبات: نفرض أن $\frac{p^+-1}{p^-} < \frac{N}{N-1}$ ، اذن يوجد تابع مستمر $q(\cdot)$ على $\bar{\Omega}$ يحقق

$$1 < q(x) < \frac{N}{N-1}, \quad \text{و} \quad q^+(p^+ - 1) < \frac{N(p^- - 1)}{N-1}, \quad (34)$$

بالتالي، يوجد $\delta_1 > 0$ بحيث

$$(1 + \delta_1) \frac{q^+(p^+ - 1)}{p^- - q^+(p^+ - 1)} < \frac{N(p^- - 1)}{N - p^-}. \quad (35)$$

بما أن $1 < p(x) < N$ و $1 < q(x) < N/(N-1)$ ، نجد أن
 $q(x)(p(x) - 1) < \frac{N(p(x)-1)}{N-1}$ و $q(x) < p'(x) = p(x)/(p(x) - 1)$
 ليكن $\delta > 0$ ، باستعمال متباينة هولدر نحصل على

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} |Du_n|^{q(x)(p(x)-1)} dx &= \int_{\Omega} \frac{|Du_n|^{q(x)(p(x)-1)}}{(1+|u_n|)^{(1+\delta)q(x)/p'(x)}} (1+|u_n|)^{(1+\delta)q(x)/p'(x)} dx \\ &\leq 2 \left\| \frac{|Du_n|^{q(x)(p(x)-1)}}{(1+|u_n|)^{(1+\delta)q(x)/p'(x)}} \right\|_{\frac{p(\cdot)}{q(\cdot)}} \left\| (1+|u_n|)^{(1+\delta)q(x)/p'(x)} \right\|_{\frac{p'(\cdot)}{p'(\cdot)-q(\cdot)}}. \end{aligned}$$

من خلال التوطئة 2.1 و التقدير (31) نستنتج أن

$$\int_{\Omega} |Du_n|^{q(x)(p(x)-1)} dx \leq C \max \left\{ B_n^{1-\left(\frac{q(\cdot)}{p'(\cdot)}\right)^+}; B_n^{1-\left(\frac{q(\cdot)}{p'(\cdot)}\right)} \right\}, \quad (36)$$

بحيث

$$B_n = \int_{\Omega} (1 + |u_n|)^{(1+\delta) \frac{q(x)(p(x)-1)}{p(x)-q(x)(p(x)-1)}} dx.$$

من خلال كون $q(\cdot)$ تابع مستمر و $q(x) < N/(N-1)$ ، يمكننا اختيار $\delta_2 > 0$ بحيث

$$\delta_2 < \frac{N(p(x) - q(x)(p(x) - 1))}{q(x)(N - p(x))} - 1 = \frac{p(x)(N - 1)}{q(x)(N - p(x))} \left(\frac{N}{N - 1} - q(x) \right).$$

باخذ $\delta = \min\{\delta_1, \delta_2\}$ نجد أن

$$s(x) = (1 + \delta) \frac{q(x)(p(x) - 1)}{p(x) - q(x)(p(x) - 1)} < \frac{N(p(x) - 1)}{N - p(x)}, \quad \forall x \in \bar{\Omega}. \quad (37)$$

من خلال (35)، نستنتج أن

$$\max_{x \in \bar{\Omega}} s(x) \leq (1 + \delta) \frac{q^+(p^+ - 1)}{p^- - q^+(p^+ - 1)} < \frac{N(p^- - 1)}{N - p^-} = \min_{x \in \bar{\Omega}} \left\{ \frac{N(p(x) - 1)}{N - p(x)} \right\}. \quad (38)$$

الان، من خلال (36)، (37)، (38) و (32) نتحصل على (33).

إذا كان $\frac{p^+ - 1}{p^- - 1} \geq \frac{N}{N-1}$ و $1 < q(x) < \frac{N}{N-1}$ ، يمكننا استعمال الفرض $p > p_0$ ، (36) و (37) للحصول على المطلوب. هكذا تم اثبات التوطئة.

لازمة 4.6 (بخصوص التوطئة 4.4). ليكن $p(\cdot)$ و $q(\cdot)$ المشار اليهما في التوطئة 4.5 و $s(x) = q(x)(p(x) - 1)$ بملاحظة أن (34) تستلزم أن

$$s^+ < \frac{N(p^- - 1)}{N - 1} < \frac{N(p^- - 1)}{N - p^-},$$

من خلال التوطئة 4.4، نجد أن

$$\int_{\Omega} |u_n|^{q(x)(p(x)-1)} dx \leq C. \quad (39)$$

الخطوة 3 للمرور للحد الهادي.

توطئة 4.7. توجد متتالية جزئية (نرمز لها (u_n)) تتقارب حيثما كان تقريبا نحو التابع $u \in L^1(\Omega)$ مع $(|u|^{q(\cdot)(p(\cdot)-1)} \in L^1(\Omega))$ ، مع $p(\cdot)$ و $q(\cdot)$ مشار اليهما في التوطئة 4.5.

الاثبات: نضع $T(u_n) = \arctan(u_n)$. بواسطة (29) المتتالية $(T(u_n))$ تبقى في مجموعة محدودة من $W_0^{1,p}(\Omega)$ ، بالتالي توجد متتالية جزئية (نرمز لها $(T(u_n))$) بحيث

$$T(u_n) \rightarrow w, \quad \Omega \text{ حيثما كان تقريبا في } \Omega \text{ و } L^p(\Omega) \text{ حيثما كان تقريبا في } \Omega. \quad (40)$$

اذن لدينا

$$u_n \rightarrow T^{-1}(w) := u, \quad \Omega \text{ حيثما كان تقريبا في } \Omega. \quad (41)$$

حسب (39)، (41)، و توطئة فاتو نستنتج أن u محدود حيثما كان تقريبا في Ω و $|u|^{q(\cdot)(p(\cdot)-1)} \in L^1(\Omega)$.

توطئة 4.8. لدينا ما يلي

$$Du_n \rightarrow Du, \quad \Omega \text{ حيثما كان تقريبا في } \Omega, \quad (42)$$

الاثبات: بنفس طريقة اثبات الجزء الاول من [10], [التوطئة 3.8], اذن نجد

$$\limsup_{n \rightarrow +\infty} \int_{\Omega_\eta \cap \{|u| \leq k\}} (\widehat{a}(x, u_n, Du_n) - \widehat{a}(x, u_n, DT_k(u)))(Du_n - DT_k(u)) dx = 0 \quad (43)$$

حيث $\{\Omega_\eta = \{x \in \Omega \mid |u_n - u| \leq \varepsilon\}\}$ من أجل كل $n \geq n_\varepsilon$ و $|\Omega/\Omega_\eta| \leq \eta$ و $\varepsilon \in (0, 1)$ و $\eta > 0$. باستدلال كما في [10], نستنتج انه توجد متتالية جزئية $(Du_{n'})$ تتقارب نحو Du حيثما كان تقريبا في $\{\Omega_\eta \cap \{|u| \leq k\}\}$. نضع

$$I_{n,\eta} = \int_{\Omega_\eta \cap \{|u| \leq k\}} |Du_n - Du|^{p^- - 1} dx.$$

حسب (30) و نظرية فيتالي (Vitali)، المتتالية الجزئية $I_{n',\eta}$ تتقارب نحو صفر. بالاضافة الى ذلك، بحجة التناقض نجد أن كل المتتالية تتقارب نحو الصفر. من أجل كل $n, m \geq 1$ نكتب

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} |Du_n - Du_m|^{p^- - 1} dx &= \int_{\Omega_\eta \cap \{|u| \leq k\}} |Du_n - Du_m|^{p^- - 1} dx + \\ &\int_{\Omega/\Omega_\eta} |Du_n - Du_m|^{p^- - 1} dx + \int_{\Omega_\eta \cap \{|u| > k\}} |Du_n - Du_m|^{p^- - 1} dx \\ &\leq C(I_{n,\eta} + I_{m,\eta}) + \int_{\Omega/\Omega_\eta} |Du_n - Du_m|^{p^- - 1} dx + \int_{\Omega_\eta \cap \{|u| > k\}} |Du_n - Du_m|^{p^- - 1} dx \\ &\leq C(I_{n,\eta} + I_{m,\eta}) + \\ &\left(|\{|u| > k\}|^{1 - \frac{1}{q^-}} + |\Omega/\Omega_\eta|^{1 - \frac{1}{q^-}} \right) \left(\int_{\Omega} |Du_n - Du_m|^{q^-(p^- - 1)} \right)^{\frac{1}{q^-}}. \end{aligned} \quad (44)$$

نستعمل التوطئة 4.7، نحصل على

$$|\{|u| > k\}| \leq \frac{C}{k^{q^-(p^- - 1)}}.$$

حسب (44) و (33)، يعني أن

$$\begin{aligned} \int_{\Omega} |Du_n - Du_m|^{p^- - 1} dx \\ \leq C \left(I_{n,\eta} + I_{m,\eta} + k^{-(q^- - 1)(p^- - 1)} + \eta^{1 - \frac{1}{q^-}} \right). \end{aligned}$$

ناخذ $k \rightarrow +\infty$ و $\eta \rightarrow 0$ ، نستنتج أن

$$\lim_{n,m} \int_{\Omega} |Du_n - Du_m|^{p^- - 1} dx = 0.$$

من خلال هذا نستنتج أن (Du_n) هي متتالية لكوشي بالقياس في Ω ، اذن توجد متتالية جزئية نرمز لها (Du_n) و تابع قابل للقياس w بحيث

$$Du_n \rightarrow w, \quad \Omega \text{ حيثما كان تقريبا في } \Omega. \quad (45)$$

حسب (30) و التوطئة 4.7 نحصل على $Du = w$. الاثبات انتهى.

اثبات اللدنظية 4.2.

بفضل (31) يمكننا كتابة

$$\int_{\Omega} \frac{|DT_k(u_n)|^{p(x)}}{(1 + |T_k(u_n)|)^{1+\delta}} dx \leq C$$

ناخذ $n \rightarrow +\infty$ في هذا التقدير، حسب التوطئة 4.7 و (42) نجد أن

$$\sup_{k>0} \int_{\Omega} \frac{|DT_k(u)|^{p(x)}}{(1+|T_k(u)|)^{1+\delta}} dx \leq C \quad (46)$$

ناخذ $n \rightarrow +\infty$ في (29)، نحصل على $T(u) \in W_0^{1,p^-}(\Omega)$. هكذا $u \in L_0^{1,p(\cdot)}(\Omega)$. هذا يثبت النظرية 4.2. نستخدم (2)، (33)، (39)، التوطئة 4.7، (42) و نظرية فيتالي، يمكننا بسهولة المرور الى النهاية في (28). هذا يثبت النظرية 4.2.

المراجع

- [1] M. Bendahmane and P. Wittbold. (2009), Renormalized solutions for nonlinear elliptic equations with variable exponents and L^1 - data. *Nonlinear Analysis TMA* 70 (2), 567-583.
- [2] L. Boccardo, T. Gallouët. (1992), Nonlinear elliptic equations with right hand side measures, *Comm. Partial Differential Equations* 17, 641-655.
- [3] Y. Chen, S. Levine, and M. Rao. (2006), Variable exponent, linear growth functionals in image restoration, *SIAM J. Appl. Math.* 66, 1383-1406.
- [4] L. Diening, P. Hästö, T. Harjulehto and M. Ružička. (2011), *Lebesgue and Sobolev spaces with variable exponents*, Lecture Notes in Mathematics, Springer-Verlag, Berlin.
- [5] X.L. Fan and D. Zhao. (2001), On the spaces $L^{p(\cdot)}(U)$ and $W^{m,p(\cdot)}(U)$, *J. Math. Anal. Appl.* 263, -424-446.
- [6] O. Kováčik, J. Rákosník. (1991), On spaces $L^{p(\cdot)}$ and $W^{1,p(\cdot)}$, *Czechoslovak Math. J.* 41, 592-618.
- [7] J.L. Lions. (1969), *Quelques méthodes de résolution des problèmes aux Limites non linéaires*. Dunod, Paris.
- [8] J. M. Rakotoson. (1993), Generalized solution in a new type of sets for problems with measures as data, *Differential Integral Equations* 6 (1), 27-36.
- [9] J.M. Rakotoson. (1991), Quasilinear elliptic problems with measures as data, *Differential Int. Equ.* 4, 449-457
- [10] J. M. Rakotoson. (1994), T -Sets and Relaxed Solutions for Parabolic Equations, *Journal of Differential Equations*, 458-471.
- [11] Mihailescu, M. and Radulescu, V., A multiplicity. (2006), result for a nonlinear degenerate problem arising in the theory of electrorheological fluids, *Proc. R. Soc. A*, 462 2625-2641.
- [12] M. Ruzicka. (2000), *Electrorheological fluids: modeling and mathematical theory*, Springer, Berlin. *Lecture Notes in Mathematics*, 1748.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
رئاسة الجمهورية
المجلس الأعلى للغة العربية
دعوة للكتابة في موسوعة أعلام الجزائر



إلى من يهمه الأمر،

يعتزم المجلس الأعلى للغة العربية إنجاز (موسوعة الجزائر) التي تؤرّخ للدولة الجزائرية منذ العصر النوميديّ إلى يومنا هذا، وستكون معلّمة كبيرة ترصد مختلف المظاهر التي عرفت الجزائر عبر العصور وتعالج مختلف الميادين، وستكون في مجلّدات ضخمة، وفي صورتها النهائيّة.

وعليه، يروم المجلس الأعلى للغة العربية أن يصدر هذه السّنة المجلّد الأوّل الخاصّ بالأعلام قبل نهاية هذه السّنة. ومن هنا ندعوكم للإسهام في هذا العمل الحضاريّ الذي لا يتحقّق إلا بجهودكم في مساندة المجلس في ما تقترحون من أعلام جزائرية سجّلت بصمات معتبرة، وتحتاج إلى أن تُخلّد في موسوعة الجزائر. ونرجو أن تلتزم قدر الإمكان بالمعايير التّاليّة:

- 1- التّعريف بالعلم/ الشّخصيّة: ويتمثّل في اسمه وكُنيتته ونسبه وبلده.
- 2- نشأته: ويتناول فيها مولده وتكوينه ونبذة عن حياته، وعصره من النّاحية الاجتماعيّة والسّياسيّة.
- 3- نشاطه: العلميّ والسّياسيّ والخيريّ.
- 4- شيوخه: ويتناول فيها بعض الشّيوخ بما في ذلك رحلاته.
- 5- تلاميذه: ويتناول المشهور منها.
- 6- مؤلّفاته: ونذكر المهمّ منها.
- 7- أقوال العلماء والباحثين فيه.
- 8- إذا اعتمدت المصادر، لا تتجاوز أكثر من ثلاثة (3).
- 9- يمكن الكتابة في أكثر من علم على ألاّ يتجاوز عدد الكلمات في كلّ علم 1000 كلمة.
- 10- يرسل المكتوب عبر البريد الإلكترونيّ الخاص بالموسوعة : mawsoua.dz@gmail.com
- 11- الهاتف : 0550809249 - 021 23 07 08

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



رئاسة الجمهورية المجلس الأعلى للغة العربية



إعلان عن جائزة المجلس للغة العربية 2022

يعلن المجلس الأعلى للغة العربية عن تنظيم (جائزة المجلس للغة العربية لسنة 2022) التي تهدف إلى تشجيع الباحثين من داخل الوطن، وتثمين منجزاتهم العلمية والمعرفية والإبداعية، ذات المردود النوعي الهادف إلى إثراء اللغة العربية، والإسهام في نشرها وترقيتها، سواء أكانت هذه الأعمال مؤلفة باللغة العربية، أم مترجمة إليها.

1. شروط الترشح للجائزة:

- أن يقدم العمل باللغة العربية؛
- أن يتوفر العمل على قواعد المنهجية العلمية؛
- أن يكون العمل موثقاً وأصيلاً، وفي مجال الترجمة ترفق نسخة للنص بلغته الأصلية؛
- أن يكون العمل المقدم لا يتجاوز خمسمائة (500) صفحة (مكتوبة بخط simplified arabic حجم 14)؛

- ألا يكون العمل قد نال به صاحبه جائزة أو شهادة علمية؛
- ألا يكون العمل قد نُشر، ويُصحب بتصريح شريفي، يحمل من موقع المجلس؛
- أن يندرج العمل في أحد المجالات المذكورة أدناه؛
- قرارات لجنة التحكيم غير قابلة للطعن؛
- لا ترد الأعمال إلى أصحابها؛ سواء فازت أم لم تفز؛
- لا يحقّ للحائز على جائزة المجلس للغة العربية، أن يتقدم بعمل آخر إلا بعد مرور دورتين من حصوله عليها.
- تعرض الأعمال المرشحة على لجنة تحكيم؛ مكونة من ذوي الاختصاص والذين لا يسمح لهم بالمشاركة في الجائزة.

2. مبلغ الجائزة: حدّد مبلغ الجائزة بـ 2.000.000 دج، يوزّع بمقدار 500.000 دج لكلّ مجال من المجالات

الأربعة التالية:

1/ 2 - جائزة المجلس في علوم اللسان.

2/ 2 - جائزة المجلس في برمجيات الدعم باللغة العربية.

3/ 2 - جائزة المجلس في الترجمة إلى العربية.

- 2/4 - جائزة المجلس في وسائل الإعلام والاتصال والتواصل الاجتماعي باللغة العربية.
- في حالة وجود جائزتين: استحقاقية - تشجيعية؛ يوزع المبلغ المالي في كل مجال من مجالات جائزة المجلس للغة العربية على النحو التالي:
- 70% لجائزة الاستحقاق؛
 - 30% للجائزة التشجيعية.
- وفي حالة حجب جائزة في مجال من المجالات، يمكن للجنة التحكيم أن تقترح جائزة تشجيعية، تقطعها من المجال المحجوب إلى مجال آخر، على ألا تتجاوز قيمتها 50% من مبلغ الجائزة الثانية.
- تنشر الأعمال الفائزة، ضمن منشورات المجلس باستثناء الجائزة التشجيعية التي تُحال على هيئتي تحرير مجلتي: اللغة العربية، ومجلة معالم للترجمة؛ للتداول بشأن إمكانية نشرها في عدد من أعدادهما.
 - تصبح الأعمال الفائزة بجائزة المجلس ملكاً للمجلس، إلا أنه يمكن لمؤلفها استعادة حقوقه بعد انقضاء ثلاث (03) سنوات من نشر العمل.

3. طلب الترشح: يتكون طلب الترشح للجائزة من الوثائق الآتية:

- طلب خطي؛
 - تصريح شريفي بعدم نشر هذا العمل، يحمل من موقع المجلس؛
 - نسخة من وثيقة الهوية (بطاقة التعريف أو رخصة السياقة)؛
 - السيرة العلمية للمشارك؛
 - نسختين/02 من البحث المقدم لنيل الجائزة:
- ❖ النسخة الأولى / مسجلة على قرص؛
- ❖ والنسخة الثانية / توجه عن طريق البريد المسجل، ويكون تاريخ الختم البريدي شاهداً على ذلك.

4. للتذكير؛ إن باب الترشح مفتوح إلى غاية 31 مارس 2022.

للاستفسار: الاتصال بالروابط: الهاتف: 09 07 23 021 /

021 23 88 99.

البريد الإلكتروني: jaizamajless2022@gmail.com

5 - يوجه ملف الترشح إلى العنوان الآتي:

السيد رئيس المجلس الأعلى للغة العربية

شارع فرانكلين روزفلت، الجزائر.

أوص. ب: 575 شارع ديدوش مراد الجزائر العاصمة

(جائزة المجلس للغة العربية 2022).

تم إخراج وطبع بـ:

دار الخلدونية للطباعة والنشر والتوزيع

05، شارع محمد مسعودي القبة القديمة-الجزائر

الهواتف: 021.68.86.49-021.68.86.48-05.42.72.40.22

البريد الإلكتروني: khaldou99_ed@yahoo.fr



Journal

of sciences and technology

Semestrial Journal of Sciences and Technology Recherche Published
by the High Council of the Arabic Language Algeria

Head of publishing:

Pro. SALAH BELAID

Editor in chief

Pro. Ismail Rouina

Associated editor:

M. Abdelkarim Cherifi

Managing editor:

M. Abderrazak Belghit

