



تاريخ مجيد وعهد جديد

مجلة



المجلس الأعلى للغة العربية

العلوم و التكنولوجيا

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

العدد
(5)
الخامس



مجلة العلوم و التكنولوجيا

العدد الخامس (5)



Journal



تاريخ مجيد وعهد جديد

of Sciences and Technology

Semestrial Journal of Sciences and Technology Published
by the Higher of the Arabic Language. Algeria

TRIAL
NUMBER
(5)



المجلس الأعلى للغة العربية
الجزائر

العنوان : 52 شارع فرانكلن روزفلت. ص ب 525. ديدوش مراد - الجزائر

الهاتف : 021.23.07.26 - النقال : 0698.98.82.93

www.hcla.dz

مجلة العلوم والتكنولوجيا

مجلة علمية تكنولوجية بحثية محكمة نصف سنوية

تصدر عن المجلس الأعلى للغة العربية بالجزائر

العدد الخامس 2022

الإيداع القانوني

19-12

ر.د.م.م

7674-2716

مسؤول النشر

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

رئيس التحرير

أ.د. إسماعيل رويّنة

نائب رئيس التحرير

أ.د. عقبة كزار

المدقق اللغوي

أ. حسن بهلول

أمين التحرير

أ. أمال روابح

هياة التحرير

الفيزياء:

- 1-أ.د. عبد الرحمان غزال: كلية العلوم جامعة باب الزوار الجزائر.
- 2-أ.د. كمال بداري كلية العلوم جامعة المسيلة. الجزائر.
- 3-أ.د. شالة عبد الواحد كلية العلوم جامعة بسكرة. الجزائر.
- 4-أ.د. علاء الدين بهجت كلية العلوم جامعة الأزهر-مصر.
- 5-د. مصطفى أولداش مدرسة العليا للأساتذة -القبه-الجزائر.

بيولوجيا:

- 1-أ.د. أحمد رفعت عزت: كلية العلوم جامعة عين الشمس -القاهرة-مصر.
- 2-أ.د. خنوف الصديق كلية العلوم جامعة سطيف -الجزائر.
- 3-أ.د. احمد عبد الرحمان العوامري كلية العلوم جامعة عين شمس-مصر.
- 4-أ.د. عبد الرحمان بغياني كلية العلوم جامعة سطيف -الجزائر.
- 5-أ.د. على أحمد يونس كلية العلوم جامعة القاهرة، مصر.
- 6-أ.د. قريشي لعلاوي كلية العلوم جامعة قسنطينة. الجزائر.

كيمياء:

- 1-أ.د. أبو بكر ناجي - المدرسة العليا للأساتذة القبه. الجزائر.
- 2-أ.د. أحمد بوطرفاية كلية العلوم جامعة بسكرة. الجزائر.
- 3-أ.د. عبد الله هلال، هيئة الطاقة الذرية. مصر.
- 4-أ.د. جلول بلحادي كلية العلوم -باب الزوار-الجزائر.

جيولوجيا:

- 1-أ.د. حافظ شمس الدين كلية العلوم جامعة عين الشمس-القاهرة-مصر.
- 2-أ.د. عبد الحميد صديقي كلية العلوم -وهران-الجزائر.
- 3-أ.د. البشير هني المدرسة العليا للأساتذة القبه، الجزائر.
- 4-أ.د. زهير عجيريد المدرسة العليا للأساتذة - القبه-الجزائر.

تكنولوجيا:

- 1-أ.د. نور الدين عبد الباقي كلية العلوم أكلي محند أولحاج -البويرة-الجزائر.
- 2-أ.د. صلاح عوبية صبري رئيس مدينة الزويل العلمية القاهرة -مصر-.
- 3-أ.د. سعيد كناي كلية العلوم جامعة سعد الله دحلب -البليدة - الجزائر.
- 4-أ.د. محمد يونس الحملاوي كلية هندسة الحاسوب جامعة الأزهر؛ مصر.
- 5-أ.د. شوقي محمود سليم؛ كلية الزراعة جامعة عين الشمس-القاهرة. مصر.

رياضيات

- 1-أ.د. أبو بكر خالد سعد الله المدرسة العليا للأساتذة – القبة-الجزائر.
- 2-أ.د. محمد سعيد مولاي كلية الرياضيات جامعة -باب الزوار-الجزائر.
- 3-أ.د. نبيل خلف الله كلية العلوم جامعة بسكرة. الجزائر.
- 4-أ.د. صادق بوروبي كلية الرياضيات جامعة باب الزوار. الجزائر.

إعلام ألي

- 1-أ.د. عقبة كزار كلية العلوم محمد خيضر –بسكرة-الجزائر.
- 2-أ.د. محمد الطيب العسكري كلية العلوم جامعة عنابة. الجزائر.
- 3-أ.د. عبد الحق بويترة كلية العلوم جامعة البرج. الجزائر.
- 4-أ.د. أمين عبد المالك كلية العلوم جامعة سعيدة. الجزائر.

شروط النشر

- تخضع المداخلات 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 آليا بنفس الخطّ بنط 12. في آخر المداخلة.
 - 9- أن يكتب المقال على مقاس 16./24
 - 10- أن تكون المراجعيات 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: oulouwatechnologia@gmail.com
- النّاسوخ: 021 23 07 26
- النّقال: 0698 98 82 93

الفهرس

الصفحة	المؤلف	عنوان المقال
8	أ.د. إسماعيل روينه	كلمة رئيس التحرير
31-10	د. زكرياء توكال	هندسة وكيل الروبوت المتنقل على أساس الوحدات التنافسيّة
48-32	بوعزيز أمال، بن الطاهر أسيا، جيدل صليحة، بن جديّة نسيمه، سايح سميرة، خنوف الصّديق	تقدير المحتوى الفينولي والنشاطية المضادة للأكسدة والمضادة للالتهاب للمستخلص الإيثانولي لثمار العنب الأحمر Vitis vinifera L. أ.
70-49	أ.د. محمد عبد الفتاح دهيم	هندسة الأسطح للمكوّنات الفلزيّة: المعالجة بالتّميع ومشاكله
88-71	د. بولقراق زهير، أ.د. شافعي هشام	تأثير مياه الصّرف الصّناعيّة على نوعيّة مياه وادي بوسلام والمناطق المحيطة به، ولاية سطيف، شمالي شرق الجزائر
97-89	أ. حياة رزقي	إثبات صحّة تخمين Fortune في حالة خاصّة
115-98	أ. زواوي كاميليا	تأثير وشائع ومحوّلات تسلا على فعالية الأجهزة التكنولوجيّة الكهربائيّة الحديثة

125-116	غريّة عبد العالي، شرقي عبد المالك	دراسة ثرموديناميكية لامتزاز صبغة أزرق الميثيلين على سطح مسحوق نوى التمر
---------	--------------------------------------	---

كلمة رئيس التحرير للعدد الخامس

على أنه؛ يُكَلِّفُ المجلس الأعلى للغة العربية على الخصوص بالعمل على ازدهار اللغة العربية وتعميم استعمالها في الميادين العلمية والتكنولوجيا والتشجيع على الترجمة لهذه الغاية.

وعليه فإنني أجدد شكري للسادة الأساتذة الذين كتبوا في هذا العدد أو في غيره من الأعداد وجالوا بنا في مواضيع بحثية في ميادين البيولوجيا، الفيزياء، الكيمياء، الجيولوجيا، الرياضيات، التكنولوجيا، الاعلام الآلي، بأساليب شيقة ولسان عربي مبين كما أقدم خالص شكري للأساتذة المحررين والمحكمين وكل من ساعد في انجاز المجلة وإخراجها للوجود.

لوكوننا حريصون كل الحرص على اتباع الخطوات المطلوبة في انجاز المقالات وغيرها من شروط التصنيف العالمي للمجلات، فإننا نطمح أن هذا العدد أو العدد السادس الذي نحن منه مكون بإنجازه يحصل على تصنيف وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. الذي يفيد الكتاب والمحكمين والمحررين في ميادين عملهم وبذلك نكون قد حققنا الغاية التي ذكرناها في الأعداد السابقة، والله وليّ التوفيق.

رئيس التحرير

أ.د. إسماعيل رويبة

هذا هو العدد الخامس يظهر للوجود في الفصل الأول من عام 2022 بعد حجب العدد الثالث والرابع الخاصين بعام 2021 لظروف تخص الطباعة بعيداً كل البعد عن مسؤولية رئاسة التحرير، ولنا ثقة كبيرة في إدارة المجلس التي ستعالج هذا التأخير، لأن الانتظام في الإصدار شرط من شروط التصنيف العالمي للمجلات.

ونحن إذ نقدّم خالص اعتذارنا للسادة الكتاب والمحررين والمحكمين وكلّ قراء المجلة وأصدقائها ونعدهم ببذل كلّ امكاناتنا لتجنب مثل هذا الخلل، فإننا نقدّم لهم خالص الشكر على تفهمهم لظروفنا وحسن تعاملهم معنا ونطلب منهم المزيد من التعاون في إنجاز هذا المشروع النبيل والمحفوف بالصعوبات لطبيعته وأهميته وبعده الوطني والحضاري.

والجدير بالملاحظة أنّ ما يشجّع على مواصلة العمل للوصول بالمجلة إلى غايتها ويدفع على التّفاؤل بنجاحها وازدهارها. هو توفر العدد الهائل من الكفاءات العلمية من الأساتذة الجامعيين والباحثين في مختلف المجالات العلمية بالجامعات الجزائرية وخارجها، والذين هم على استعداد كامل للتعاون بحرص واهتمام في عملية تعريب العلوم والتكنولوجيا التي هي من صميم مهمة المجلس حيث ينصّ الدستور في مادته الثالثة



هندسة وكيل الروبوت المتنقل على أساس الوحدات التنافسية

د. زكرياء توكال

المدرسة العليا للأساتذة

تاريخ القبول: 25 ماي 2022

تاريخ الإرسال 20 فبراير 2022

الكلمات المفتاحية: العميل، الروبوت المتنقل، البنية الهندسية، السلوك التفاعلي، السلوك الاستراتيجي، السلوك التكتيكي، السلوك التنافسي، الوحدة النمطية، الاضطراب.

الملخص Abstract: في تطبيقات الروبوتات المتعددة، يزداد تعقيد بنية التحكم في الروبوت بشدة بسبب تفاعلاته مع كل من البيئة والروبوتات الأخرى. ولذا فإن هذا النوع من التطبيق يجب اعتباره مجموعة من وكلاء من حيث المعالجة والتواصل والتعاون والتنسيق وصنع القرار، بدلاً من اعتباره منظمة مركزية ومتجانسة، حيث تكون الاستقلالية غير محققة والتفاعلات بين الروبوتات المختلفة معطلة. يسمح هذا النهج بإعادة توزيع عملية صنع القرار، مما يؤدي إلى منظمة ديناميكية وتفاعلية وموزعة. بناءً على هذا النموذج، نقترح نموذجاً لبنية التحكم في الروبوت، والذي يعرض ميزات تداولية وتفاعلية، من أجل مراعاة تفاعلات الروبوت مع البيئة من ناحية، وتأثير هذه التفاعلات على قرارات الروبوتات الأخرى من ناحية أخرى، تعتمد هذه البنية على التجزئة في وحدات سلوك التنافسية. تسمح تفاعلات هذه الوحدات بإعطاء الروبوت سلوكيات تفاعلية وتداولية وهجينة. تم تنفيذ البنية المقترحة بلغة برمجة ++C، باستخدام تقنيات خيوط المعالجة المتعددة تحت نظام التشغيل (Windows). يتم تمثيل كل وحدة إما ككائن تنافسي أو كغلاف لكائنات تنافسية.

Title: Architecture of mobile Robot

Agent Based on Competitive Modules

Abstract: In multi robots applications, the complexity of a robot's control architecture increases strongly due to its interactions with both the environment and the other robots. We believe that this kind of application has to be considered, as a set of processing, communicating and decision-making agents, rather than as a centralized and monolithic organization, where autonomy is underachieved and interactions between the different robots are underemployed. This approach allows a redistribution of the decision-making, leading to a dynamic, reactive and distributed organization. Based on this paradigm, we propose a model of robot control architecture, which exhibits deliberative and reactive features, in order to take into account, on the one hand, the interactions of the robot with the environment, and on the other hand, the impact of these interactions on the decisions of the other robots. This architecture is based on decomposition in modules of competitive behavior. The interactions of these modules allow to endow the robot with reactive, deliberative and hybrid behaviors. The

proposed architecture has been implemented in C++ programming language, using multi-threading techniques under Windows. Each module is represented either as a competitive object or as an encapsulation of competitive objects.

Keywords: Agent, mobile robot, Architecture, **Reactive behaviour, Strategic Behaviour, Tactic Behaviour, , Strategic Behaviour, Competitive Behaviour, Module, Disturbance.**

المدخل Introduction: كما هو معلوم فإن بنى التحكم في الروبوتات المتنقلة هي في الغالب أنظمة معقدة بسبب الضرورة الملحة لضمان تعايشية بين آليات إدارة المعرفة وقيود التفاعل. ومن خلال دراسة الموجود يتضح أن هناك تنوع ملحوظ في الحلول المقترحة لحل مشكلة التحكم في هذه الروبوتات حيث أنها خصصت كل واحدة منها لإنجاز نوع معين من التطبيقات. وعليه، فإن البنى التفاعلية تساعد في دراسة سلوك الروبوت الناشئ من سلوكياته البدائية [4] [3] [2] والتي لا تسمح بتخطيط العمليات ولا تسمح بالتفكير التفصيلي [1]. على العكس من ذلك، فإن البنى التداولية، تضي على الروبوت مهارات التفكير التي تمنحه القدرة على وضع الخطط من أجل بلوغ الهدف.

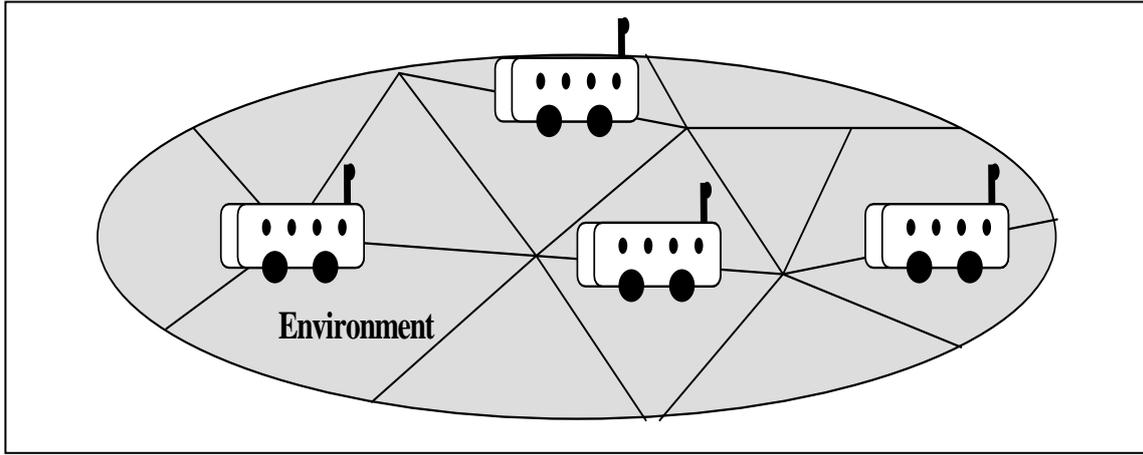
في سياق التطبيقات التي تقحم مجموعة من الروبوتات المتنقلة، يزداد تعقيد بنية ستسمح بنمذجة هذه المنظمة من وجهة نظر محلية (مكون وكيل "الروبوت") ووجهة نظر شاملة (التفاعلات بين الروبوتات) يتضمن بعداً تداولياً وتفاعلياً، من أجل النظر، من ناحية، في تفاعلاته مع البيئة، ومن ناحية أخرى، تأثير هذه التفاعلات على قرارات الروبوتات الأخرى. نظراً لمقدار قيود تطبيق يخص مجموعة من الروبوتات، فإن البنية المقترحة للتحكم تستند إلى مفهوم وحدات السلوك التنافسي يمنح هذه الهندسة الروبوت قدرات التداولية من أجل الثالث، سنقوم بإجراء عملية تقييم للمقترحات الهندسية والخوارزمية التي اعتمدناها من أجل انجاز مهمة الاستكشاف مع ذكر الجوانب الإيجابية والسلبية لهذه الدراسة. ونهني بحثنا بخلاصة عامة نبين فيها أهمية هذا العمل المنجز والآفاق المستقبلية لهذه الدراسة.

1. الهندسة والبنية العامة:

Architecture and General Structure

1.2. هندسة الروبوت المتحرك في التطبيقات المتعددة الروبوتات في هذه الفقرة، سنحاول أن نسلط الضوء على تحديد إطار عمل من أجل تحقيق التحكم في منظمة تضم عدة روبوتات متنقلة تخضع لقيود شديدة: بيئة معروفة جزئياً، اقتران بين خطط مهام الروبوتات (الشكل 1).

التحكم في الروبوت لكون أن الروبوت يتفاعل مع كل من بيئته والروبوتات الأخرى. لذا يجب اعتبار مثل هذا التطبيقات على أنه مجموعة من عمليات صنع القرار والمعالجة والاتصالات، بدلاً من مجموعة مركزية ومتجانسة، حيث يتم ترك مساحة صغيرة للاستقلالية ويتم إعطاء أهمية قليلة للتفاعلات بين الروبوتات المختلفة. يسمح هذا النهج الموجه توجيه نحو الوكيل بإعادة توزيع عملية صنع القرار على المستويات المختلفة للمجموعة مما يؤدي بالتالي إلى منظمة موزعة وديناميكية وتفاعلية. على أساس هذا النموذج، نقترح في هذا البحث المفاهيم التي التفكير في المواقف المعقدة وقدرات تفاعلية من أجل احترام الأجال النهائية. وبشكل أكثر تحديداً، فهو يعتمد على التجزئة في وحدات التنافسية تضمن المهارات المشار إليها سابقاً. تم تنظيم هذا البحث على النحو التالي: في الجزء الأول، سنعرض الهندسة والبنية العامة التي سنتطرق من خلالها إلى وصف الخصائص المطلوبة لهندسة الروبوت المتنقل في سياق متعدد الروبوتات التي تعتمد أساساً على مفهوم وحدات السلوك. أما الجزء الثاني، فنقدم فيه النتائج التي حققناها من حيث التصميم الهندسي ومن حيث نتائج المحاكاة في عملية تطبيق البنية الهندسية المعتمدة (بنية عامل "الروبوت") من أجل إجراء مهمة استكشاف مشتركة بين الروبوتات. في الجزء



الشكل 1: مثال تطبيق في سياق متعدد الروبوتات

(التي تعتبر وكلاء متموقعين) لإدارة الصراعات التي يمكن أن تنشأ بسبب الاضطرابات. كان الهدف هو جدولة عمليات الروبوت المضطرب في الوقت الفعلي، من أجل تقليل انتشار الاضطرابات تجاه الروبوتات الأخرى. لقد درسنا هذه المشكلة تحت قيد الأسبقية بين العمليات التي لا تنتهي إلى نفس خطة العمليات. تم تجسيد هذه الأعمال من خلال الاقتراح والتحقق من صحة نموذج التعاون القائم على آليات التفاوض بين الروبوتات. في هذه الورقة، نقترح مفاهيم تسمح بنمذجة وكيل الروبوت في تنظيم يضم عدة روبوتات. الهدف هو اقتراح نموذج عام للهندسة المعمارية، يدمج البعد التداولي والتفاعلي، من أجل التحكم في كل روبوت، مما سيسمح بالنظر، من ناحية، في مراعاة تفاعلاته مع البيئة، وعلى من ناحية أخرى، تأثير هذه التفاعلات على قرارات الروبوتات الأخرى هدفنا هو تطوير نظام تحكم يمتلك الخصائص التالية:

في مثل هذا السياق، نميز بين نوعين من التفاعل لكل روبوت: التفاعلات مع بيئته ومع الروبوتات الأخرى. في الحالة الأولى، يمكن أن يطرأ على البيئة أحداث غير معروفة مثل ظهور عثرات أو عوائق قد تجبر كل روبوت على اتخاذ سلوك نموذجي يسمح له بالوصول إلى الهدف دون الاصطدام بأي عائق بعائق أو روبوت آخر. في الحالة الثانية، يمكننا التمييز بين عدة أنواع من التفاعل: الوصول إلى الموارد المكانية، ومعالجة الاضطراب المتزامن ومشاركة التفاعل. كمثال على ذلك مجموعة ذكية من الروبوتات تستخدم لاستكشاف بيئة معروفة جزئياً بشكل مثالي من خلال مشاركة المناطق المعروفة. في الحالة الثانية، يمكننا التمييز بين عدة أنواع من التفاعل: الوصول إلى الموارد المكانية، والتزامن في معالجة الاضطراب ومشاركة التفاعل. كمثال نموذجي على ذلك، مجموعة ذكية من الروبوتات تستخدم لاستكشاف بيئة معروفة جزئياً بشكل مثالي من خلال مشاركة المناطق. قمنا بدراسة مشكلة التعاون بين العديد من الروبوتات المتنقلة

المهام، يمكن وضع ذكاء الروبوت في عدة مستويات. الأول يرتبط بالبيئة المحلية للروبوت. وبالتالي، في حالة وجود بيئة غير معروفة، لا غنى عن منح الروبوت سلوكاً ذكياً يسمح له بتجنب العقبات التي يواجهها على مساره. لكي يمكنه من التحكم المباشر في هذا المسار.

يتعلق المستوى الثاني من الذكاء بمتانة المجموعة، والتي تمثل قدرة النظام على إدارة الاضطرابات والأعطال. وبالتالي، يمنح هذا المستوى من الذكاء للروبوت بعض القدرات لتكييف سلوكه في حالة الاضطراب من خلال التعاون مع الروبوتات الأخرى. على سبيل المثال، في بعض الحالات، يمكن أن يؤدي الاضطراب إلى تأخير في تنفيذ العملية وبالتالي فإنه بعض الروبوتات الأخرى في حالة استثنائية. يمكن أن يؤدي مثل هذا الموقف المتناقض إلى انتشار الاضطراب إلى الروبوتات الأخرى، مما يؤدي إلى تجميد المجموعة تمامًا. هذا يجبر الروبوت المضطرب على أن يكون له سلوك تعاوني، مما يسمح له بالتفاوض مع الروبوتات الأخرى على خطة عمليات جديدة. يفرض مثل هذا السلوك على الروبوتات الأخرى تغيير سلوكها، من أجل معالجة طلبات الروبوت المضطرب. علاوة على ذلك، كل روبوت لديه تصور محدود عن المنظمة لأن المعرفة موزعة. وبالتالي، من الضروري تزويد نظام التحكم بآلية تسمح له بإدارة هذه المعرفة الموزعة والجزئية حتى يكون له منطلق شامل متماسك من أجل القيام بإجراءات أكثر دقة.

النمطية: يتم تحقيق نمطية بنيتة التحكم للروبوت المتحرك من خلال التحلل في الوحدات التي يمكن تطويرها وتنفيذها وإدراكها بشكل منفصل. إن القدرة على إعادة التمثيل والتوسيع هما خاصيتان تسمحان لأي نظام قيادة بالتطور من خلال إضافة وظائف جديدة ومنح مرونة التكيف.

التفاعل مع البيئة: من المفترض أن يكون الروبوت المتحرك قادرًا على إدارة الأحداث الخارجية الغير المتزامنة في الوقت الحقيقي من أجل احترام ديناميكيات البيئة. يمكن أن يكون للحدث الخارجي عدة أصول: وجود عقبة غير متوقعة، أو انهيار مفاجئ، أو طلب من روبوت آخر، وما إلى ذلك. يستلزم الوقت الحقيقي قيودا تتعلق بتأخيرات في الرد وعلى تدفق بعض المعلومات. تعتمد هذه القيود على نوع المعدات وطريقة إدارة هذه الأحداث. وبالتالي، يجب أن يتضمن نظام القيادة فكرة الأولوية والعجالة في معالجة الحدث.

السلوكيات الذكية: ينتج الذكاء عن الإدراك والاستدلال والقدرة على العمل. الإدراك يترجم المعلومات المكتسبة إلى معرفة عن البيئة. يُنشئ نظام اتخاذ القرار خطط العمليات التي تصف الإجراءات التي يجب القيام بها من أجل الوصول إلى أهداف المهمة والتفاعل في مواجهة الأحداث غير المتزامنة. يرتبط مقدار الذكاء ارتباطاً وثيقاً بالأنواع المختلفة من البيئات التي يجب أن يتطور فيها الروبوت، بالإضافة إلى درجة صعوبة المهام التي يجب أن يقوم بها. في سياق تطبيق متعدد الروبوتات حيث ترتبط الروبوتات بخطط

(الفضاء الحسي الكامل) ويكون تأخير الرد فيه محدودًا؛

- السلوك التداولي القائم على المعرفة: مثل أن يقوم عامل الروبوت بوضع أو تعديل خطة مهام، اعتمادًا على الغاية المستهدفة والنموذج الذهني للنظام الخاضع للرقابة. يسمح هذا النموذج بتقييم تأثيرات الخطة المعدلة على الروبوت نفسه، وعلى بيئته (الروبوتات الأخرى). علاوة على ذلك، فإن المعلومات تكون شاملة ويتم حفظها في شكل تمثيل للبيئة (مرحلة النمذجة). وأيضا يكون تأخير الرد مرة أخرى محدودًا.

اعتمادًا على دقة وحدة السلوك، يمكن أن تحتوي هذه الوحدة النمطية على سلوك إجرائي (ردود أفعال على المحفز أو المؤثر)، أو سلوك معرفي حيث أن المعرفة يمكن أن تشمل القواعد والاستدلالات، والمعرفة التصريحية أو الإجرائية المعرّبة تكون خاصة بمجال المعرفة للوحدة النمطية. في حالة النظام القائم على القواعد، يمكن أن يعتمد الاستقراء، على نوع السلوك، على محرك الاستدلال القائم على المنطق برتبة +0، أو برتبة 1، أو المنطق الغامض، إلخ.

3.1.2. حالة وحدة السلوك

تتميز الوحدة بحالتها (نشطة، غير نشطة، في انتظار حدث)، مما يضمن بطريقة ما المنافسة بين الوحدات. فتكون نشطة إذا كانت تعالج البيانات، وتكون غير نشطة إذا لم يتم إنشاؤها بعد، وتنتظر حدثًا إذا كانت في وضع الاستعداد. عندما تكون الوحدة نشطة، يمكن أن تتعامل مع رسائلها وطلباتها بعدة طرق:

من أجل تلبية الخصائص الموصوفة سابقًا والضرورية لإعداد نموذج معماري عام لوكيل الروبوت المتنقل، فإننا اعتمدنا مفهوم وحدات السلوك التنافسي الذي جاء ذكره في البحث الأول [7]. هذه الوحدة السلوكية تتلخص فيما يلي:

- مكون يؤمن وظيفة محددة في بنية التحكم لتحقيق الهدف الشامل للمهمة المشتركة بين الروبوتات؛

- تتميز بوظيفتها، ونوعها، وحالتها، وتفاعلها مع الوحدات الأخرى؛

- يمكنها تجميع وحدات سلوك أخرى.

2.1.2 دقة وحدة السلوك

اعتمادًا على مدى تعقيد الوحدة النمطية، يمكن أن يتخذ نشاطها أحد الأشكال الثلاثة التالية:

- السلوك التفاعلي الناتج عن ردة فعل على المؤثر يمكن اعتبارها فورية وبسيطة وذلك باستخدام معلومات جزئية أو كاملة نادرًا ما يتم حفظها. تعتبر عملية التحكم في التغذية الراجعة (تجنب العوائق، متابعة الجدار، إلخ) أو الإجراءات الانعكاسية أمثلة جيدة. تتصرف الوحدة النمطية في هذه الحالة كحالة آلية محدودة بدون إسقاط الإجراءات في المستقبل؛

- السلوك التداولي القائم على قواعد الذكاء الاصطناعي حيث تعتمد الوحدة على استخدام القواعد والإجراءات المحفوظة وتسمى أيضًا عملية اتخاذ القرار، المرتبطة بسياق حالة التطبيق. في هذه الحالة، تستخدم الوحدة البيانات التي تمثل الوضع الحالي للعامل

وخارجية على جانب الوحدة النمطية المستعدة. على سبيل المثال، وحدة تسلسل العملية لعامل "الروبوت" تعتبر نموذجاً في تجميع وحدات السلوك الذي يعتمد على مبدأ تغليف السلوكيات. تستخدم هذه الوحدة النمطية خدمات التفكير ووحدات الاتصال مثل وحدة التنقل، التي تجمع بين الإدراك، والمنطق، وسلوكيات التحرك التي تحتاج إلى قواعد تحكم من أجل تحديد آليات الاتصال بين هذه الوحدات.

6.1.2. السلوك الفوق

من بين جميع وحدات السلوك، يتم تحديد وحدة خاصة تسمى السلوك الفوق أو وحدة الإشراف. تتحمل هذه الوحدة دور تحديد سلوك الروبوت وفقاً لحالته الداخلية ووفقاً لما يحيط به فينتج عن هذا التحديد استدعاء وحدة التفكير، باستخدام القواعد الوصفية.

1.2. البنية العامة لهندسة الروبوت

المتنقل

بالنسبة لتوليف عامل "الروبوت" وتنفيذه، يعتمد نهجنا على طريقة تقسيم المعمارية إلى وحدات سلوك تنافسية، وعلى دمج العناصر في هذه الوحدات [7]. تسمح البنية المقترحة بثلاثة أنواع من التفاعل: التفاعل الانعكاسي والتفاعل التكتيكي والتفاعل الاستراتيجي. يتمحور حول الوحدات الأساسية التالية:

وحدة الإدراك: تسمح بجمع البيانات الواردة من أجهزة الاستشعار المختلفة التي تزود الروبوت المتنقل (عداد المسافات، ومستشعرات الأشعة تحت الحمراء، وأجهزة

-المعالجة الفورية: عند وصول رسالة عاجلة أو حدث قادم من وحدة أخرى، تعمل الوحدة الموجهة على الفور على تنشيط الإجراءات المحفوظة المرتبطة بهذه الرسالة أو الحدث.

- معالجة مؤجلة: عند حدوث رسالة أو حدث عادي، يمكن أن يتأخر العلاج المرتبط به كما هو محدد بواسطة آلية قائمة على الأولوية. مثال على ذلك، خادم الاتصالات المرتبط بوحدة الاتصال هو مثال نموذجي للحالة التي يمكن فيها تنفيذ هذه الآليات حيث أنه ينبغي أن يكون قادراً على النظر في عدة طلبات متزامنة فيحدث نوع من المنافسة التي تمنح لكل وحدة قدرًا معينًا من الاستقلالية التي تسمح للوحدة بالتحكم في معالجة الرسائل المستلمة.

4.1.2. التفاعلات بين وحدات السلوك.

تحتوي وحدة السلوك على واجهة تسمح لها بالتواصل مع الوحدات النمطية الأخرى، من أجل إنجاز مهمتها. يمكن التمييز بين نوعين من الاتصالات في التفاعل بين وحدتين: الأولى تتكون من تبادل الرسائل من خلال صندوق بريد. الثاني يعتمد على تبادل المعرفة عن طريق المشاركة في سبورة مركزية.

5.1.2. تجميع وحدات السلوك.

في بعض المواقف، قد تحتاج وحدة السلوك إلى خبرة العديد من وحدات السلوك الأخرى. ينتج عن هذا تنشيط سلوك واحد أو عدة سلوكيات، والتي سترتبط بتحقيق نشاط واحد. يُنظر إلى آلية التنشيط هذه على أنها خدمة تطلبها وحدة ما. إن استدعاء خدمات الوحدات النمطية الأخرى يرتبط بمعاملات داخلية

بين المشغلات وأجهزة الاستشعار من خلال وظيفة نقل بسيطة (Transfert Function).

وحدة التّنقل: تحكم سلوك العامل "الروبوت" في إنجاز المهام الأوليّة (تحرك من نقطة إلى نقطة). تتمتع بالقدرة على الردّ بمهارة في محيط غير معروف. تتكون كل مهمة من تحديد مسار محسوب غير تصادمي عن طريق استدعاء وحدة التّفكير. تنفذ هذه الوحدة تفاعلاً تكتيكياً، لأنها تسمح بتطوير مسار عبر في الوقت الحقيقي دون تصادم عن طريق الحوسبة على قاعدة معرفيّة، انطلاقاً من معلومات المستشعرات.

- وحدة التّفاوض (السلوك الاستراتيجي): يتم استدعاء وحدة السلوك الاستراتيجي هذه بواسطة وحدة الجدولة في حالة حدوث اضطراب حيث تقوم بتحديد أولويّة العمليّات داخل الروبوت المضطرب. يتم تحديد الأولويّة بعد المداولات حول قاعدة المعرفة القادمة من المعلومات المستخرجة من العملاء "الروبوتات الأخرى". طريقة عملها تعادل السّبورة الموزعة حيث يتم تمثيل كل مصدر معرفة بواسطة وكيل "روبوت" تكون وحدة التّحكم في السّبورة على نفس مستوى الروبوت المضطرب. يتم تفعيل مصادر المعرفة والتّحكم فيها من خلال الأولويّة الديناميكيّة أو الثابتة.

-وحدة المشرف: تحدد هذه الوحدة الفوقيّة -سلوك العامل "الروبوت". حيث أنها تتكفل بإدارة تدفق البيانات، بقدر الاضطرابات. كما أنه تدير الأحداث غير المتزامنة القادمة من البيئة. علاوة على ذلك، فإنها تسمح بتكييف السلوك المناسب من خلال تجميع العديد من

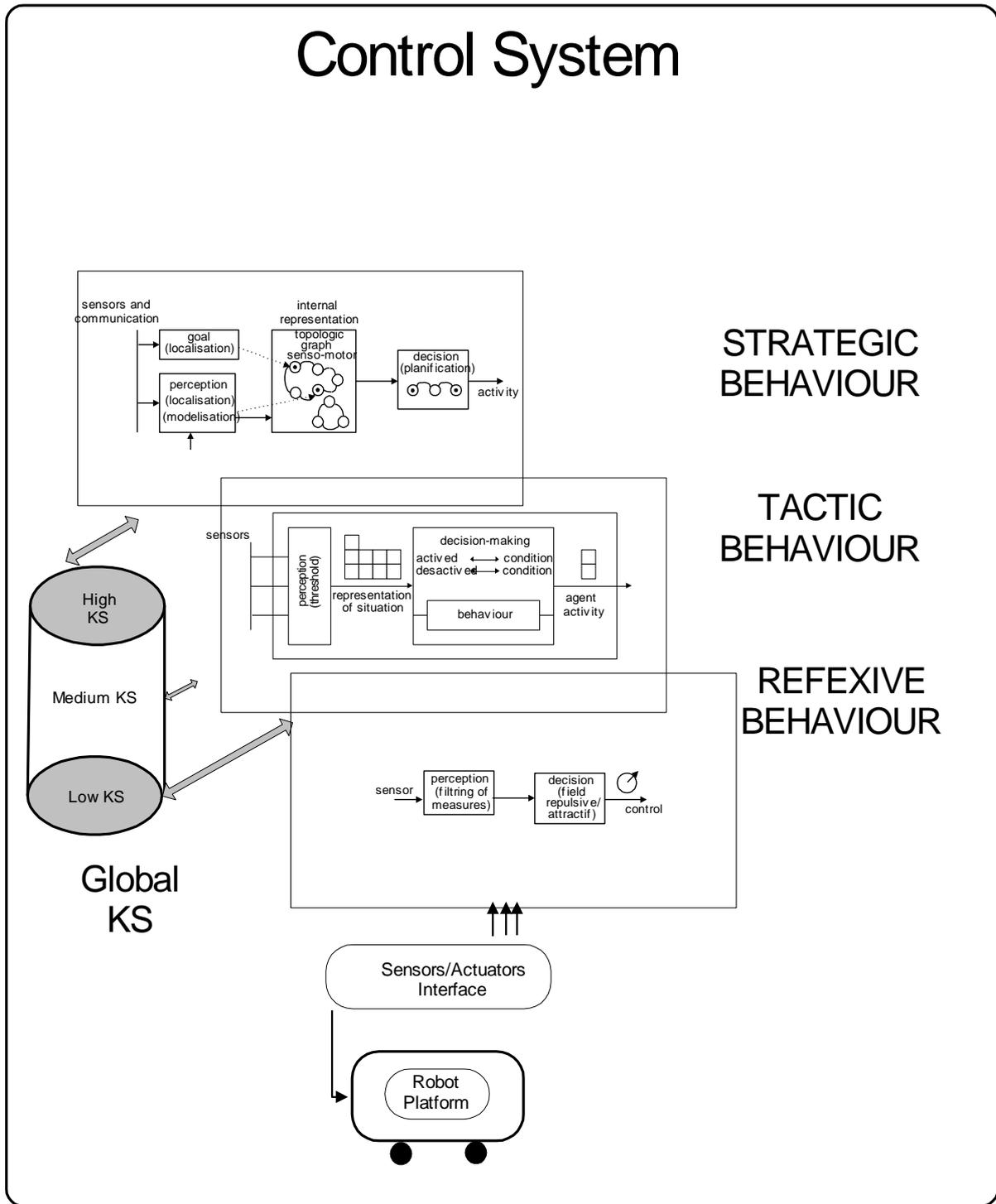
استشعار الموجات فوق الصوتيّة)، وإرسالها إلى وحدة السلوك التّكتيكي.

وحدة الاتّصال: يتم تكليف وحدة الاتصال بين الروبوتات بوضع تركيبة البيانات التي سيتم إرسالها إلى المشرف على وكيل الروبوت، والتّحقق من سلامة التّراكيب البيانيّة المستلمة. يستخدم نموذج اتصال من نوع خادم العميل وحدة الإجراء: تضمن تنفيذ أوامر تحريك الروبوت المتنقل وتمثل مهمتها في إصدار أوامر التّحكم في مشغلات (محركات) الروبوت.

وحدة التّفكير: تمثل مركز اتخاذ القرار للقدرات المختلفة للعامل "الروبوت" وفقاً لوحدة السلوك المشغلة، تحدد هذه الوحدة استجابة مناسبة للوضع الحالي لعامل "الروبوت" وتخضع استجابة الوكيل للدرايّة الفنيّة ونوع دقة وحدة السلوك. في الغالب، يتم استدعاء وحدة التّفكير أثناء التّفاوض الذي يتبع طلباً تم إرساله بواسطة روبوت مضطرب، عبر وحدة الاتصال. أثناء التّنقل مثلاً، يتعين على العامل "الروبوت" تحديد مسار بدون تصادم للانتقال من مكان إلى آخر.

وحدة الأمان: تسمح هذه الوحدة بمنح العامل "الروبوت" أهليّة الاستجابة للمحفزات مثل على شكل سلوك تفاعلي انعكاسي. يؤدّي هذا السلوك الطّبيعي إلى إيقاف طارئ لعامل "الروبوت" عندما يكون الأخير بجوار عقبة غير متوقعة. يؤدّي هذا إلى حدوث تأخير قصير جداً في إنجاز المهمة الحاليّة، بالقدر الذي يحتاجه التّفكير المناسب لإجراء تفاعل انعكاسي. يتم الحصول على هذه الخاصيّة بفضل اتحاد قوي

- وحدات السلوك أمام المواقف الخاصة. وأيضا ضمان تنشيط وحدة السلوك، ونقل التحكم إليها.
- وحدة التسلسل: تحكم الاضطرابات الناتجة عن الجدولة في الوقت الفعلي. تستخدم هذه الوحدة طريقتين: الأولى تتمثل في إعداد جدول قائمة على استكشاف مجريات الأمور، باستخدام المعلومات المحلية المتاحة على مستوى العامل المضطرب. أما الثانية، فتقوم بتنفيذ آلية التفاوض مع العملاء الآخرين، قصد تقليل انتشار الاضطراب إليهم ويتم هذا بإعداد جدول زمني جديد واستدعاء وحدة التفاوض.
- تمتاز هذه العمارة بمزايا واضحة يمكن تلخيصها على النحو التالي:
- ضمان سلوك استراتيجي يظهر خلال مراحل التفاوض
- ضمان مستويين من النموذج التعاوني: تعاون تكتيكي وتعاون استراتيجي.
- تعايش ثلاثة مستويات من التفاعل: رد الفعل، والتكتيك، والاستراتيجي.
- وجود تواصل على محورين متعامدين: الأول أفقي ومرتبطة بالاتصالات بين العملاء. تسترشد هذه الاتصالات ببنية التنظيم لمجموعة الروبوتات، هذه البنية مسؤولة عن مخطط تفاعل النظام. المحور الثاني عمودي ويرتبط بالاتصالات بين الوحدات النمطية لنفس الروبوت، ويعد هذا المحور ضرورياً لأداء نظام موزع على عدة مستويات من التجريد، من أجل التمكن من تقسيم الأحداث عند المدخل (آلية نشر تركيبة واحدة من المعلومات إلى مجموعة من وكلاء السلوكيات)، وعلى العكس من ذلك، لتكون قادراً على دمج سلوكيات المستوى الذري (الأدنى) في سلوكيات عالية المستوى. الشكل التالي يوضح بنية التحكم في النظام.



الشّكل 2: نظام التّحكّم في عامل الرّوبوت

2. الهندسة المحققة

1.3. مقدمة

لبناء نموذج التنفيذ الخاص بهذا العمل، اخترنا حلاً موجهاً نحو مفهوم الكائنات، لسببين رئيسيين:

يقدم النهج الكينوني بعض المزايا الرائعة لتحقيق نظام تحكم قائم على السلوكيات ويسمح على وجه التحديد بتغليف السلوكيات الموروثة من النظام المتبقي. لا يتعين على صاحب البرنامج معرفة تفاصيل كل وحدة سلوك ويمكنه بسهولة تعديلها وتحسينها. علاوة على ذلك، يمكن إنشاء وحدة نمطية جديدة بسهولة باستخدام مبدأ وراثه وحدة موجودة. وبالتالي، تبرز الأهمية من حيث سهولة صيانة مثل هذه الوحدات في حال اعتماد هكذا مفهوم.

السبب الثاني يرتبط بتنفيذ أنظمة متعددة العوامل أو الوكلاء، والتي من أجلها تم تنفيذ غالبية النماذج المفاهيمية والنظرية بفضل العناصر التنافسية. يمكن اعتبار الكائن التنافسي عنصراً أساسياً لتنفيذ الوحدات التنافسية. في نهجنا، يتم تنفيذ الوحدة بشكل طبيعي ككائن، أو تغليف لكائنات تنافسية. تتمتع كل وحدة باستقلالية محدودة، طالما أن أنشطتها لا تقتصر على استقبال وإرسال الرسائل. في الواقع، يجب أن تكون وحدة السلوك المخصصة للتحكم في الروبوت قادرة على التحكم في كل هذه الأنشطة (الإدراك، والاستدلال، والتواصل، ...) ردًا على طلبات الرسائل.

إذا كان مفهوم الوحدة النمطية وإيجابيات مبدأ الموجه كائنات من دواعي تصميم البرمجية وإعادة استخدامها، فإن التنافس والتفاعل اللازمين للسلوكيات المختلفة يحتاجان إلى تنفيذ بعض الآليات. يصبح من الضروري بعد ذلك تحديد وحدات معالجة التي يمكن تنفيذها بشكل مستقل ومتزامن (عملية، مهمة، خيط (thread)...)، للأسباب التالية:

- يتم تقسيم التطبيق إلى عدة وحدات تنافسية يمكن مقارنتها بوحدات المعالجة؛
- يجب أن تكون الوحدات النمطية المختلفة قادرة على التواصل معاً؛
- يجب أن تستجيب الوحدات النمطية للأحداث الخارجية غير المتزامنة؛
- يجب معالجة بعض الطلبات المرسله من الوحدة مع إمكانية حصول تأخير يتوافق مع ديناميكية الروبوت؛
- يجب أن تكون بعض وحدات المعالجة قادرة على العمل على وحدات أخرى (الإنشاء، التعليق، الاستيقاظ، ...) من أجل تحسين موارد النظام؛
- تحتاج وحدات المعالجة إلى جدولة، مع اعتبار معيار الأولوية.
- لا يرتبط عادةً الانقسام إلى وحدات معالجة متوازنة بنموذج الموجه كائنات، ويفرض توزيعاً محدداً للفئات (Class) بين وحدات المعالجة. بشكل عام، يتم تمثيل كل وحدة معالجة بواسطة فئة، يمثل مثلها (Instance) التنفيذ (على سبيل المثال، عملية أو مهمة أو خيط

(Thread)). هناك طريقة أخرى للمتابعة تتمثل في ربط وحدة تنفيذ بكل مثيل لكائن.

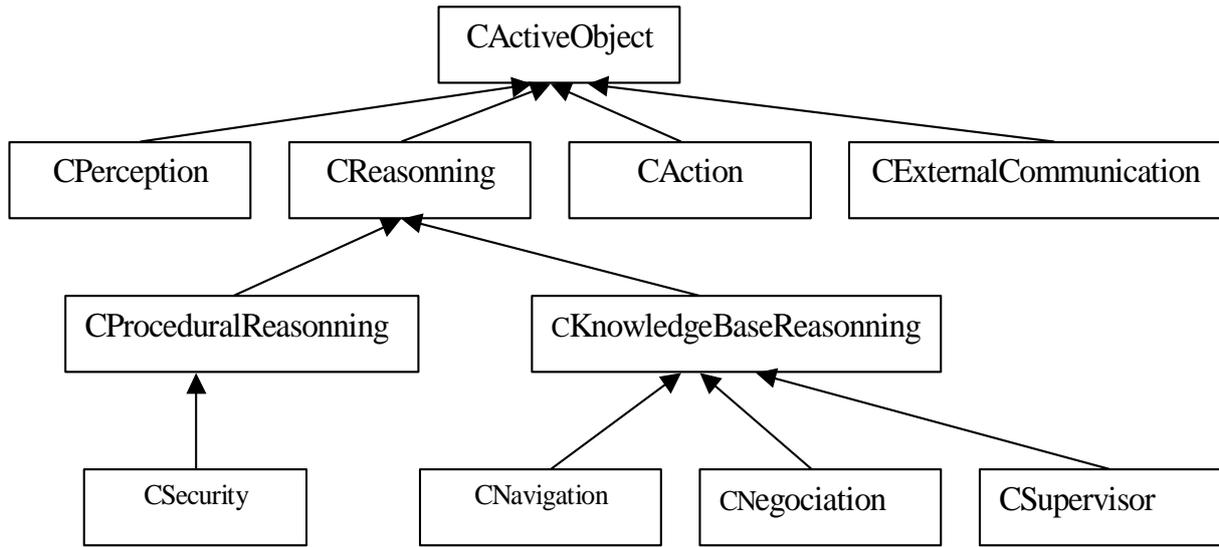
أدت المعايير السابقة (موجه كائنات والمنافسة) إلى اختيار جهاز حاسوبي كأساس للأجهزة، واستخدام نظام تشغيل متعدد المهام (Windows) حيث يتم تنفيذ طبقة الكائن في ++ C في الواقع، يمنح Windows بعض التسهيلات لإدارة خيوط المعالجة المتعددة، ويحتوي النواة الخاصة به على الآليات التي تسمح بإدارة التنافس والتزامن والاتصال بين وحدات النظام. تعد نواة (kernel) نظام التشغيل Windows مسؤولة عن جدولة الخيوط التنفيذية (مقاطعة أو استباق الخيوط ذات الأولوية الأعلى)، ومزامنة العملية، وإدارة استثناءات الأجهزة. هناك بعض كائنات النواة kernel يتم تصديرها على مستوى المستخدم (API) ويتم التعامل مع نوعين من الكائنات: كائنات الإرسال وكائنات التحكم، هذه الأخيرة تتحكم في كائنات الإرسال من أجل إرسال عمليات النظام ومزامنتها (أجهزة ضبط الوقت، والأحداث، والاستبعاد المتبادل، والإشارة (Semaphore)، والخيوط). تتحكم كائنات التحكم في عمليات النواة دون التأثير على كائنات الإرسال (استدعاء الإجراء

غير المتزامن والمقاطعات والعملية وملفات التشخيص).

يستخدم نموذج عامل الروبوت الذي سيعرض في الفقرة التالية آليات خيوط المعالجة المتعددة التي يوفرها نظام التشغيل (Windows). تقوم هذه المهام بتنفيذ الوحدات النمطية للهندسة المعمارية ويتم تنفيذها في الغالب في خيط تنفيذي الذي يوفره Windows. يتيح ذلك استخدام آليات الوقت الحقيقي المرتبطة به، مما يسمح بتخصيص مستويات الأولوية التي يتولى نظام التشغيل المسؤولية عنها، أو مقاطعتها أو مزامنتها مع الإشارات. تكون الاتصالات بين الوحدات غير متزامنة، وذلك باستخدام الرسائل. في هذا التنفيذ، ويتم توزيع وكلاء الروبوت على محطات منفصلة.

2.3. نموذج الفئة

في منهجنا، يتم تنفيذ الوحدات باستخدام كائنات تعتبر عناصر نشطة مستقلة. إن فكرة المهمة أو العملية أو الخيط، التي تتدخل لتنفيذ مفهوم تنافس المعالجات، لا تنتج من نموذج موجه كائنات. جميع الكائنات (الملموسة أو المجردة) التي تشارك في بنية وكيل "الروبوت" هي أمثلة لفئات ++ C. الشكل التالي يظهر تمثيل التنظيم الهرمي للفئات الرئيسية.



الشكل 3: التسلسل الهرمي للفئة المعمارية لعامل "الروبوت"

- كائن (مثل لفئة (CSecurity) التي تعتبر الفئة الفرعية لفئة الفرعية لـ ((CKnowledgeBaseReasoning) الذي يصف سلوك العميل أثناء مرحلة نشاط الرد الانعكاسي.

- كائن (مثل من فئة (CSupervisor) التي تعتبر الفئة الفرعية لفئة الفرعية لـ ((CKnowledgeBaseReasoning) الذي يصف السلوك الفوقي لعميل "الروبوت"

- الكائنات التي تصف وحدات السلوك الأساسية لعميل "الروبوت" (الإدراك، الإجراء، والاتصال الخارجي).

فيما يتعلق بالتفكير، فإن الفئات الأكثر عمومية هي:

- ((CKnowledgeBaseReasoning)، التي تصف الوحدات الإجرائية. تستخدم وحدة الأمان معالجة إشارة لمراقبة

يحتوي كل مثل لفئة (CActiveObject) (كائنات نشطة) على واجهة اتصال على شكل مثل فئة (CInternal Communication) تسمح هذه الفئة بتنفيذ آلية من نوع خادم-عميل للاتصال بين الكائنات النشطة. تصف فئة (CActiveObject) السلوك والإجابة على الطلبات التي يتم إرسالها إليها بواسطة كائن نشط آخر. وفيما يخص تطبيقنا، يعتبر عامل "الروبوت" مثل من فئة (CAgentRobot) يتكون كل مثل لـ (CAgentRobot) من:

- كائن (مثل لفئة (CNavigation) التي تعتبر الفئة الفرعية لفئة ((CKnowledgeBaseReasoning) حيث يصف سلوك الوكيل أثناء مرحلة التنقل.

- كائن (مثل لفئة (CNegotiation) التي تعتبر الفئة الفرعية لفئة الفرعية لـ ((CKnowledgeBaseReasoning) الذي يصف سلوك العميل أثناء مرحلة التفاوض.

• وحدات الاستشعار ووحدة محاكاة قيادة الروبوت؛
 • وحدة المعاينة؛
 • أرشفة وحدة مهمة كل روبوت.
 يتكون التطبيق الذي تم تحقيقه من استكشاف منطقة بواسطة العديد من الروبوتات. يتم تقديم خطط العمليات إلى الروبوتات عند بدء تشغيل التطبيق بواسطة روبوت رائد، وقد تظهر عمليات اقتران بين مختلف الروبوتات. قد تظهر قيود الأسبقية بين العمليات المخصصة للروبوتات، وبالتالي، فإن أي تأخير في تنفيذ عملية ما يمكن أن يؤدي إلى تعارض مع روبوت آخر. يعتبر نموذج تطوّر بيئة أي من الروبوتات غير معروف في بداية المهمة. من أجل محاكاة حدوث اضطراب أثناء تقدم خطة تشغيل مهام الروبوت، قمنا بمحاكاة ظهور العوائق على مسار الروبوت. في هذه الحالة يكون سلوك الروبوت، الذي يعد بالضرورة من نوع تجنب العقبات، سيؤدي إلى تأخير في خطة المهام المسندة للروبوت العالق، وبالتالي يحصل تعارض أو نزاع. من أجل التحقق من صحة وحدة سلوك التفاوض، قمنا بتنفيذ سيناريوهات مختلفة، تمثل الحالات المختلفة لعميل "الروبوت"، مما سمح لنا باستخراج ظاهرة المظهر.

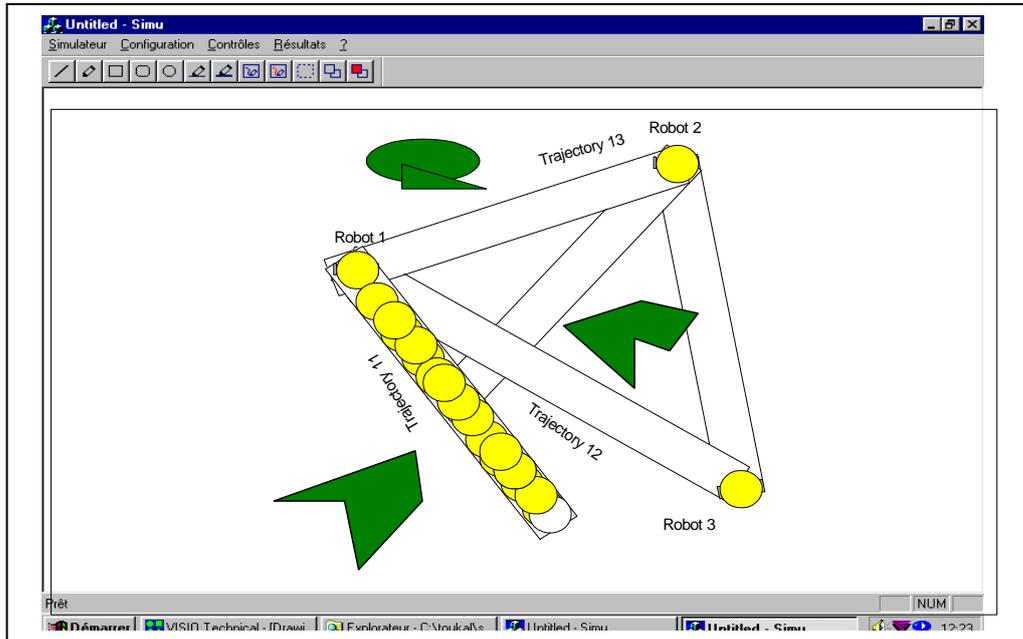
وجود عوائق أو عقبات بجوار الروبوت وإحداث عملية التوقف المنعكس.
 - (CKnowledgeBaseReasoning)، التي تنفذ الوحدات المرتكزة على المعرفة. تستخدم وحدة التنقل فئة (CKnowledgeBaseReasoning) للاستدلال على قاعدة قواعد المنطق الغامض للتحكم في تنقل الروبوت. بالطريقة نفسها، تستخدم وحدة التفاوض فئة (CKnowledgeBaseReasoning) لإعادة جدولة العمليات، بدءًا من قاعدة المعرفة القائمة على استكشاف مجريات الأمور.

3.3. منصة محاكاة متعدد الروبوتات

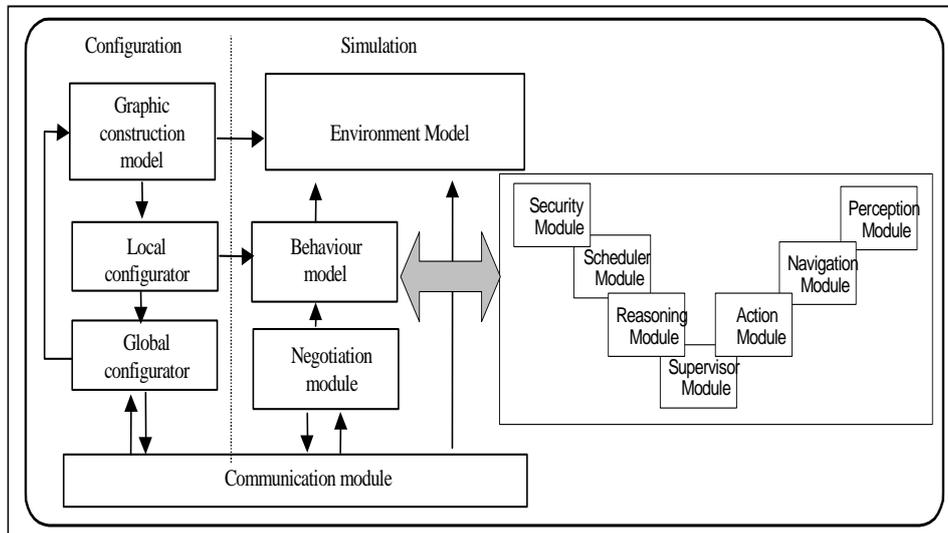
لتنفيذ النماذج الموصوفة سابقًا والتحقق من صحتها، تم تطوير منصة محاكاة (الشكل 4). بفضل بيئة المحاكاة المصاغة في بيئة Microsoft Visual c++، من الممكن تحديد مهام كل روبوت، لتصوير ودراسة سلوك الروبوتات. تتكون بيئة المحاكاة من الوحدات التالية:

- وحدة تخزين الكائنات: العوائق، الروبوتات، الخصائص، والبيانات المرتبطة بها؛
- وحدة إدخال وتعديل البيانات؛

الشكل 5. شاشة محاكاة: روبوت، عقبة، ومسارات



يظهر الشكل التالي ملخص منصة المحاكاة المعتمدة من اجل تنفيذ خوارزميات التفاوض القائمة على طرق الاستكشاف (Heuristics) التي سنبينها في البحث المقبل لأنها تحتاج إلى بحث مستقل.



الشكل 6. ملخص نظام المحاكاة

للتحقق من نموذج التعاون المقدم في الفصل السابق، ندرس في هذا الجزء اثنين من

1.3 . تحقيق نموذج التعاون المقترح

$P'eik$: الاضطراب الناتج في الوكيل k

بسبب الاضطراب المصدري الذي حدث في

خطة عمليات الوكيل i

$Epik$: الأجل النهائي للأسبقيّة للعمليات k

في خطة الوكيل i وهذا يخص العمليات من

نوع سابق.

$Teik$: مدة تنفيذ العملية k لخطة الوكيل.

$CPInjm$: قيد الأسبقيّة بين العملية ذات

الترتيب n (من نوع سابق) للوكيل i وعمليات

ذات الترتيب m للوكيل i (من نوع لاحق)

قيد الأسبقيّة: تخضع عمليتان لقيد

الأسبقيّة إذا كان لا يسمح البدء في تنفيذ

إحدهما حتى يكتمل تنفيذ الأخرى. غالبًا ما

يتم تمثيل علاقات الأسبقيّة بين العمليات في

شكل رسم بياني موجه غير دوري حيث تمثل

العقد العمليات وتمثل الحواف علاقات

الأسبقيّة.

السيناريوهات الخاصة بمجموعة من الروبوتات التي تعمل على إظهار الجوانب المختلفة للنموذج المقترح (الجدولة المحلية، والجدولة مع التفاوض وقيود نشر متعددة). يتعلق التطبيق الذي يتم تنفيذه باستكشاف المناطق وذلك بمشاركة مجموعة من الروبوتات. بالنسبة لكل سيناريو، يتم عرض النتائج التي تم الحصول عليها ثم تحليلها من أجل إظهار الاهتمام بالنتيجة المقترح. أخيرًا، نحدد بعض وجهات النظر لتعميم النتيجة. ولكن قبل عرض السيناريو سنقوم بتقديم بعض التعريفات الأساسية لفهم سيناريو الاضطراب الذي يحدث على مستوى أي وكيل من وكلاء المجموعة.

1.1.3.3. تعريفات

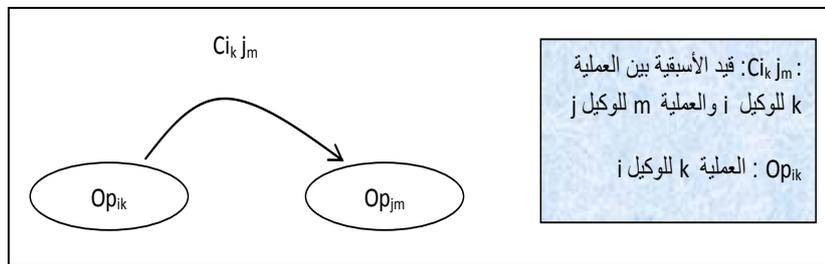
$Opiz$: تمثل العملية z للوكيل i

$Peiz$: اضطراب حدث أثناء تنفيذ العملية z

للكيل i ، حيث يتم تقييم تأثيره على هذا

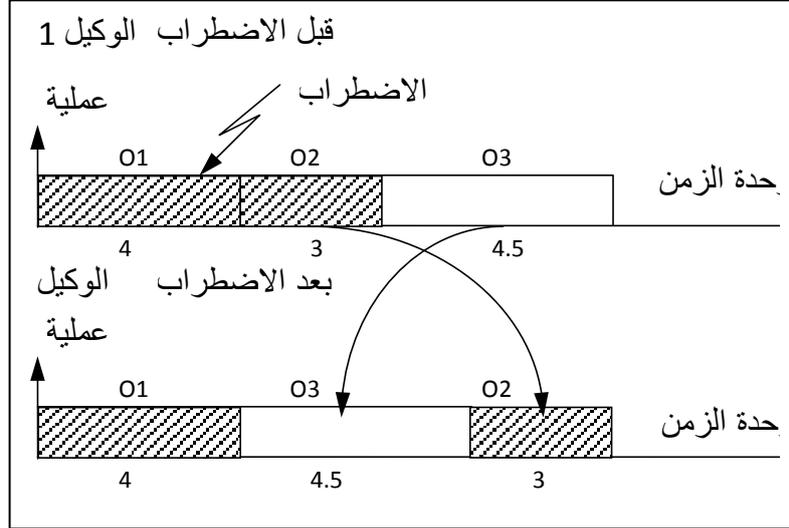
الوكيل من خلال حساب Re_i الذي يمثل

التأخر الزمني الناتج في خطة عمل الوكيل.

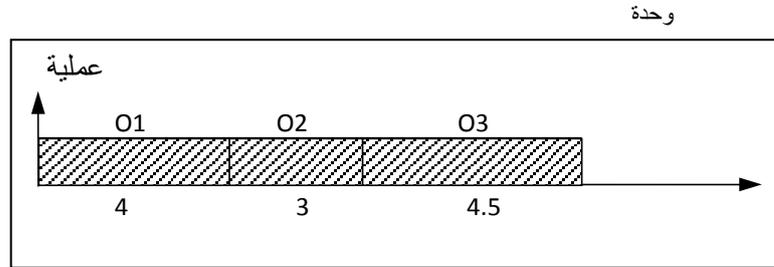


الشكل 7: قيد الأسبقيّة

في حال حدوث اضطراب يسبب تأخيرا في مدة انجاز عملية ما لوكيل ما فإن النظام يتخذ قرارا وذلك من خلال قيام بإجراء يسمح بتحريك عملية (من بين عمليات الخطة المسندة للوكيل) ذات المرتبة "i"، إلى المرتبة "j" كما يظهر في المثال التالي:

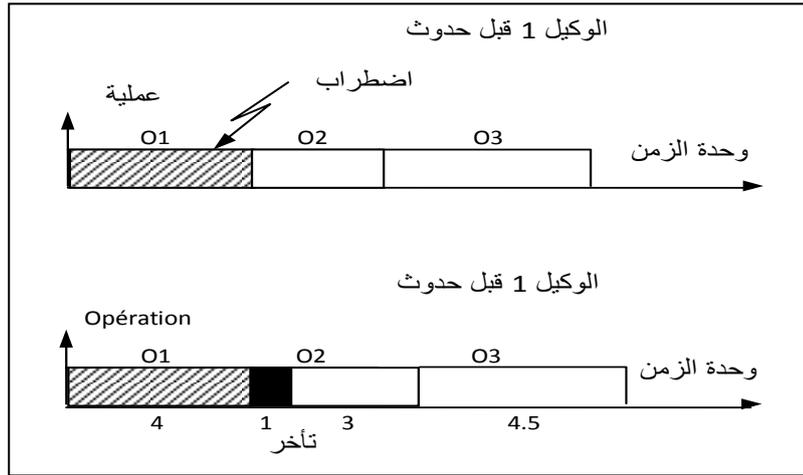


في المثال الموضَّح في الشكل 2.5، كان على الوكيل 1 في البداية إجراء العمليات 1 و 2 و 3 بالترتيب. وبعد حدوث اضطراب أثناء أداء العملية 1، يتخذ الوكيل قرار تنفيذ العملية 3 قبل العملية 2. **الحالة الطبيعية:** في وقت معين، يُقال إن الوكيل "i" يوجد في حالة طبيعية إذا تم تنفيذ جميع العمليات التي سبقت هذه اللحظة دون حدوث اضطراب .



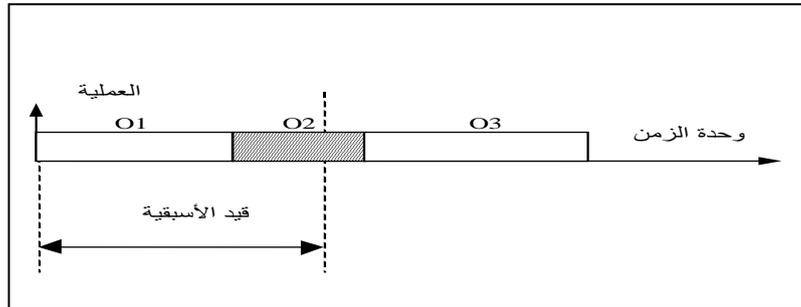
الشكل 9: حالة عادية لخطة عمليات

الحالة الاستثنائية: يكون الوكيل i في حالة استثناء إذا حدث اضطراب أثناء تنفيذ إحدى عملياته، كما هو في الشكل التالي.



الشكل 10: حالة استثنائية لخطة عمليات

الأجل النهائي للأسبقية: يحدّد إجمالي الفاصل الزمني المسموح به لتنفيذ عملية من نوع "سابق" في خطة العمليات لوكيل ما. يبدأ هذا الفاصل الزمني من وقت بدء نشاط المهمة الكاملة المسندة للتنظيم. وبالتالي فالعملية (من نوع لاحق) التابعة لوكيل آخر والمرتبطة بالأولى، يبدأ الوكيل المسئول عنها في تنفيذها، مباشرة بعد انتهاء الأجل.



الشكل 11: أجل الأسبقية

(1) سيناريو علاج مشكلة الجدولة محلياً

في السيناريو الأول، تتكون المنظمة هنا من أربعة وكلاء كل وكيل يمثل ربوت متحرك حيث تظهر خطط عمليات كل واحد منها كما هو في الشكل 7، يتعرض الوكيل 1 لاضطراب Pe11 مما يؤدي إلى تأخير $R = 20$ يؤدي هذا الاضطراب إلى قيام وكيل 1 بإعادة ترتيب عمليات خطته محلياً. وخطة العمليات الجديدة التي تم الحصول عليها بهذه الطريقة موضحة في نفس الشكل.

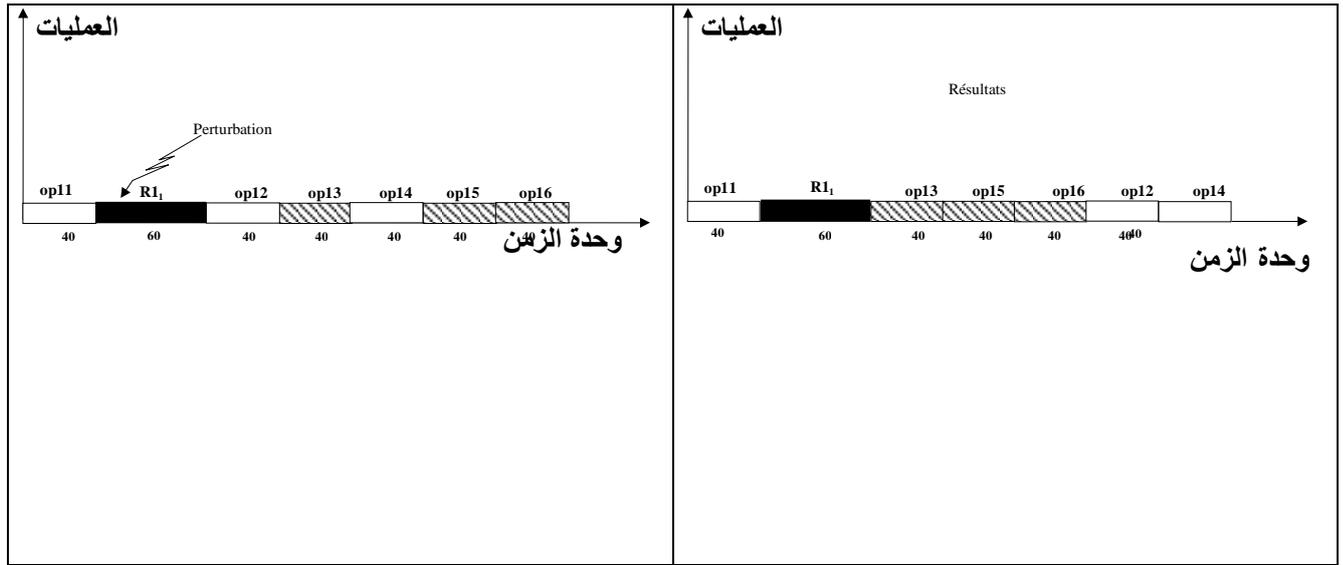


الشكل 12: خطة العمليات بعد إعادة الجدولة محليًا

2) سيناريو علاج مشكلة الجدولة توافقيا

يشكل هذا السيناريو كما هو في الشكل 8 تغييرًا بالنسبة للسيناريو السابق حيث يتم فقط تغيير قيمة التأخير الناتج عن الاضطراب Pe11. على عكس من السيناريو السابق، تؤدي قيمة التأخير إلى قيام الوكيل 1 بإعادة ترتيب خطته من خلال حلّ منسق وتوافقي.





الشكل 13: خطة العمليات بعد إعادة الجدولة توافقيا

الخوارزمية الاستكشافية من أجل تمثيل حالات مختلفة لعامل الروبوت. الأول منها يتعلق بحالة تقتضي حلا محليا دون اللجوء إلى تبادل المعلومات بين الوكلاء، أما الثاني يمثل حالة من الحل التفاوضي الذي يستند إلى تبادل المعلومات بين الوكلاء المتضررين من الاضطراب الزمني الحاصل. هذا الأخير، أدى إلى استخراج ظاهرة الانبثاق (Emergence). من بين التطبيقات المثيرة للاهتمام في المستقبل المنظور، يمكننا إقحام قيود جديدة إضافة إلى قيود الأسبقية بين العمليات من خلال دمج معايير متعددة في وحدات التفاوض والجدولة. ويمكن أيضا دراسة إمكانية إدراج آلية التعلم (Learning Mechanism) من أجل إبراز سلوكيات انبثاقية معينة للمجموعة.

المراجع (References)

[1] [Anderson, 1990] T. L. ANDERSON and M. DONATH. *Animal behavior as a paradigm for developing robot autonomy*. *Robotics and autonomous systems*, 6(1-2)

الخلاصة:

لقد اقترحنا في هذه الورقة نموذجا عاما للهندسة المعمارية لوكيل الروبوت، في سياق تطبيق متعدد الروبوتات، الذي يفرض حدوث تفاعل قوي بين العملاء. تظهر بنية السلوك المعتمدة على الوحدة النمطية ثلاثة مستويات من التفاعل: ردة الفعل الانعكاسي، والتكتيكي، والاستراتيجي. فالمستوى الاستراتيجي، الذي يبرز من خلال مرحلة مفاوضات وكلاء الروبوتات، يسمح بظهور سلوك شامل قوي للمجموعة. يعتمد هذا السلوك على رؤيتين: محلية (عميل الروبوت)، وشامل (عملاء الروبوتات الآخرين). لتنفيذ هذه البنية، تم تعيين كل وحدة سلوك ككائن نشط تنافسي وتم استخدام هذا النموذج من الهندسة البرمجية للقيام بعملية استكشاف منطقة بواسطة العديد من الروبوتات عن طريق تصميم نظام محاكاة. لغرض التحقق من وحدات السلوك الخاصة بالروبوت، ولا سيما وحدة التفاوض، قمنا بتنفيذ سيناريوهات مختلفة وتطبيق

- : 145-168, June 1990.
- [2] [Brooks, 1991] R.A. BROOKS, *Intelligence without representation*. Artificial intelligence, vol. 47, 1991, pp. 139-159.
- [3] [Cuervo, 1998] J. CUERVO, Une architecture de contrôle et de commande pour la conduite d'un robot mobile autonome: architecture de commande orientée comportements. Thèse de doctorat de l'université d'Evry Val d'Essonne France, 1998.
- [4]: [Ferber, 1995] J.Ferber, *Les systèmes multi-agents : vers une intelligence collective*, InterEditions, ISBN : 2-72-96-0572-X.
- [5] [Hentout, 2008] A. Hentout, B. Bouzouia, Z. Toukal .*Multi-agent Architecture Model for Driving Mobile Manipulator Robots*. The International Journal of Advanced Robotic Systems, Vol. 5, No. 3 (2008), ISSN 1729-8806, pp. 257-268
- [6] [Hentout, 2008] A. Hentout, B. Bouzouia; Z. Toukal. *Modeling of Agent-based Architecture for Driving Mobile Manipulator Robots*. The 2008 IEEE SMC International Conference on Distributed Human-Machine Systems (DHMS 2008), March 9–12, 2008, Athens, Greece.
- [7] [Toukal, 2008] Z. Toukal. *Multi-behavioral structure for scheduling tasks within a flexible industrial production cell*. مجلة العلوم والتكنولوجيا، العدد الأول، 2019

تقدير المحتوى الفينولي والنشاطية المضادة للأكسدة والمضادة للالتهاب للمستخلص الإيثانولي

لثمار العنب الأحمر. *Vitis vinifera* L.

أ. بوعزيز أمال، بن الطاهر آسيا، جبدل صليحة، بن جدية نسيم، سايح سميرة، خنوف الصديق.

المخبر العلاجي الطبيعي المطبق على الأمراض المزمنة، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة فرحات

عباس سطيف 1، سطيف، الجزائر

تاريخ القبول: 18 جانفي 2022

تاريخ الإرسال: 13 ديسمبر 2021

إزاحة جذري (DPPH و ABTS) واختبار استخلاص الحديد واختبار بيتا كاروتين/حمض اللينوليك. يملك المستخلص تأثيرا إزاحيا لجذري (DPPH و ABTS) حيث قيمة $IC_{50}=0.65\pm 0.02$ ملغ/مل و 0.17 ± 0.009 ملغ/مل على التوالي، في حين قدر استخلاص الحديد للمستخلص بـ $IC_{50}=3.56\pm 0.08$ ملغ/مل، أما فيما يتعلق باختبار بيتا كاروتين/حمض اللينوليك فقدرت النشاطية المضادة للأكسدة بـ $31.80\pm 0.16\%$. وكانت النشاطية المضادة للالتهاب مخبريا بتثبيط تخريب البروتين متوسطة عند التركيزين 1 و 0.125 ملغ/مل فقد قدرت نسبة التثبيط بـ 42.63% و 44.26% على التوالي مقارنة مع الشاهد الأسبرين (97%).

الكلمات المفتاحية: *Vitis* Key words

vinifera، عديدات الفينول، النشاطية المضادة للأكسدة، النشاطية المضادة للالتهاب.

الملخص ABSTRACT: تهدف هذه الدراسة إلى تقدير المحتوى الفينولي والنشاطية المضادة للأكسدة والمضادة للالتهاب للمستخلص الإيثانولي لثمار العنب الأحمر من نوع (*Vitis vinifera*)، حيث قدرت النسبة المئوية لمردود الاستخلاص بـ 15.13% ، في حين قدر المحتوى الفينولي بـ 75.78 ± 0.22 ملغ مكافئ لحمض الغاليك/غ من الوزن الجاف للمستخلص، كما أظهرت النتائج أنّ مستخلص العنب يحتوي على الفلافونويدات والديباغ بقيمة قدرت بـ 0.29 ± 0.04 ملغ مكافئ للكرستين/غ من الوزن الجاف للمستخلص و 53.65 ± 1.03 ملغ مكافئ لحمض التانيك/غ من الوزن الجاف للمستخلص على التوالي. تم قياس النشاطية المضادة للأكسدة باستعمال أربعة اختبارات وهي: اختبار

Abstract: The aim of this study was to evaluate the phenolic content and the antioxidant and the antiinflammatory activities of ethanolic extract of red grapes (*Vitis vinifera*). The extraction yield was 15.13%, while the phenolic content was 75.78 ± 0.22 mg gallic acid equivalent / g dry weight of extract. The obtained results about flavonoïds and tannins contents showed that the extract contained 0.29 ± 0.04 mg quercetin equivalent /g dry weight of extract and 53.65 ± 1.03 mg tannic acid equivalent /g dry weight of extract, respectively. The antioxidant activity was evaluated using four tests: DPPH and ABTS radical scavenging activities, iron chelating activity, and β -carotene bleaching test. The scavenger effect of the grapes extract against the two

radicals DPPH and ABTS showed IC_{50} values of 0.65 ± 0.02 mg/ml and 0.17 ± 0.009 mg/ml respectively. While the iron chelating effect of the extract was estimated at 3.56 ± 0.08 mg/ml. Concerning the inhibition of lipid peroxidation, the β -carotene/ linoleic acid test indicated that the inhibition percentage was $31.80 \pm 0.16\%$. The *in vitro* anti-inflammatory activity was evaluated using the inhibition of proteins denaturation revealed a moderate inhibition at 0.125 and 1mg /ml concentrations with values of 42.63% and 44.26% successively compared to the aspirin (97%).

Key words: *Vitis vinifera*, Polyphenols, Antioxidant activity, Antiinflammatory activity.

المدخل Introduction:

ترتبط الوظائف الفيزيولوجية للجسم بتفاعلات الأكسدة والإرجاع التي تؤدي إلى إنتاج الأنواع الأكسجينية والنيتروجينية النشطة ومضادات الأكسدة الطبيعية. ففي حالة التوازن بين هاتين الأخيرتين يصبح كل منهما مفيدا للوظيفة الخلوية وكذا الاستجابة المناعية ولكن في حالة عدم الاتزان بينهما يؤدي إلى الإجهاد التأكسدي وأضرار خلوية عديدة وتأثيرها الأساسي الذي يكمن في احتوائها على الفينولات خاصة الفلافونويدات التي تلعب دورا كبيرا في علاج الأمراض المرتبطة بالإجهاد التأكسدي بالإضافة إلى تغيير وظيفة مجموعة كبيرة من الأنظمة الخلوية (Valco وآخرون 2007). ولذلك ازداد الاهتمام بدراسة النباتات الطبية والمواد الغذائية ذات الأصل النباتي منها الفواكه والخضرات ذات الاستعمال اليومي الواسع في مجال البحوث الصيدلانية، لسهولة الحصول عليها وكلفتها المنخفضة وخصائصها العلاجية المتعددة باعتبارها كثيرة الاستعمال في مختلف المجتمعات، ولكونها أيضا أكثر أمانا وفعالية مقارنة بالعقاقير المصنعة.

ولذلك ارتأينا في هذه الدراسة تقدير المحتوى الفينولي والنشاطية المضادة للأكسدة والنشاطية المضادة للتهاب للمستخلص الإيثانولي للعنب الأحمر (*Vitis vinifera*) والتي تعتبر من الفواكه الغنية بالمركبات الفينولية مما جعلها مهمة في علاج العديد من الأمراض كالتهابات، الأمراض العصبية وبعض الأمراض

والتي تمس الليبيدات والبروتينات و(ADN) والسكريات مسببة بذلك العديد من الأمراض كالسرطان والسكري والربو والشيخوخة المبكرة وأمراض القلب والأوعية الدموية والتهابات (Ozen وآخرون، 2009; Tusevski وآخرون 2014).

داخلية أم خارجية المنشأ إنزيمية أو غير إنزيمية، خاصة مضادات الأكسدة الطبيعية التي شهدت اهتماما كبيرا في الآونة الأخيرة المرتبطة بالإجهاد التأكسدي لذلك قمنا بدراسة المستخلص الإيثانولي للعنب الأحمر بتقدير كمية عديدات الفينول والفلافونويدات والديباغ، والنشاطية المضادة للأكسدة والمضادة للتهاب له.

المواد والطرائق Materials and methods العينة النباتية

تم شراء ثمار العنب الأحمر (*Vitis vinifera*) من محل تجاري بولاية سطيف شمال شرق الجزائر في شهر نوفمبر 2018، حيث تم التعرف عليها من قبل الأستاذة وفاء نويوة بكلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة سطيف 1، تم تنظيف ثمار العنب وغسلها بالماء المقطر ثم طحنها بواسطة خلاط كهربائي.

طريقة تحضير المستخلص الإيثانولي:

باتباع طريقة (Markham, 1982) يتم إضافة 1 كغ من الثمار المطحونة إلى 5 لتر من المحلول الإيثانولي المائي (20/80: حجم/حجم) لاستخلاص المركبات الفينولية، ثم يحضن المستخلص لمدة 5 أيام في الظلام مع الرج كل 24 ساعة في درجة حرارة المختبر. يرشح الخليط

بكمية الفلافونويدات المتواجدة في كل تركيز. ويعبر عن النتائج بالملي غرام مكافئ للكرستين لكل غرام من الوزن المستخلص.

التقدير الكمي للدبّاغ

تم تقدير كمية الدبّاغ الموجودة في المستخلص بالاعتماد على خاصية ترسيب الهيموغلوبين الذي يتميز به الدبّاغ (Charzouli وآخرون، 1999). توضع 500 ميكرو لتر من المستخلص في أنابيب الاختبار ثم تضاف إليها 500 ميكرو لتر من الدم المخفف (امتصاصيته تساوي 1.6) وترج الأنابيب ثم تحضن لمدة 20 دقيقة في درجة حرارة المختبر، بعد ذلك يتم إجراء عملية الطرد المركزي لمدة 10 دقائق (4000 دورة / دقيقة)، يتم قراءة امتصاصية الجزء الطافي عند طول الموجة 576 نانو متر و يتم التعبير عن النتائج بالملي غرام مكافئ لحمض التانيك لكل غرام من وزن المستخلص.

دراسة النشاطية المضادة للأكسدة لثمار

العنب الأحمر

التأثير الإزاحي لجذر DPPH

تم تقدير التأثير الإزاحي لجذر DPPH (DPPH-2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) حسب (Hanato) وآخرين (1998) وتتلخص الطريقة في إضافة 500 ميكرو لتر من محلول (DPPH) الميثانولي إلى 250 ميكرو لتر من المستخلص وترج الأنابيب بشكل خفيف، وتحضن في الظلام في درجة حرارة المختبر لمدة 30 دقيقة ثم تقاس الامتصاصية على طول الموجة 517 نانومتر مقارنة مع الشاهد BHT (Butylated hydroxytoluene) الذي يحتوي

المنقوع بواسطة ورق الترشيح ثم تبخر الرشاحة المتحصّل عليها بجهاز التبخير الدوراني (Rotavapor) بدرجة حرارة 45° ثم تجفف للحصول على المستخلص الإيثانولي التقدير الكمي لعديدات الفينول الكلية

تم تقدير عديدات الفينول الكلية في هذا المستخلص بواسطة كاشف Follin (Ciocalteu Reagent) حسب طريقة Li وآخرون (2007). وتتلخص الطريقة فيما يلي: يمزج 100 ميكرو لتر من المستخلص المذاب في الماء المقطر مع 500 ميكرو لتر من كاشف (Follin Ciocalteu) (مخفف 10 مرات) ثم ترج الأنابيب تحضن في درجة حرارة المختبر لمدة 4 دقائق بعدها يضاف 400 ميكرو لتر من كربونات الصوديوم (7.5%) وترج الأنابيب وتحضن لمدة 90 دقيقة، ثم تقاس امتصاصية المحلول الناتج في طول الموجة 765 نانومتر بواسطة جهاز قياس المطياف الضوئي ويكون الامتصاص مرتبطاً بكمية عديدات الفينول المتواجدة في كل تركيز. يعبر عن النتائج بالمليغرام مكافئ لحمض الغاليك لكل غرام من وزن المستخلص الجاف.

التقدير الكمي للفلافونويدات

تم تحديد كمية الفلافونويدات بطريقة التفاعل مع كلوريد الألومنيوم (Bahorum وآخرون، 1996). يضاف 0.5 مل من محلول $AlCl_3$ بتركيز 2% المذاب في الميثانول النقي إلى 0.5 مل من المستخلص المذاب في الماء المقطر، ترج الأنابيب ثم تحضن لمدة 10 دقائق في الظلام وتقرأ الامتصاصية عند طول الموجة 430 نانو متر وتكون الامتصاصية مرتبطة

المخبر على الأقل لمدة 16 ساعة. ثم يخفف هذا المحلول بالميثانول للحصول على امتصاصية بقيمة 0.7 عند طول الموجة 734 نانومتر. تضاف 1 مل من المحلول الميثانولي لـ ABTS إلى 50 ميكرو لتر من مختلف تراكيز المستخلص ويستعمل BHT كمعيار للمقارنة، بعد الحضانة في درجة حرارة الغرفة وفي الظلام لمدة 30، تقاس الامتصاصية في طول الموجة 734 نانومتر مقارنة مع الشاهد الذي يحتوي على كل مواد التفاعل ما عدا المستخلص، تحسب نسبة تثبيط الجذر الحر ABTS (I%) بنفس طريقة DPPH.

اختبار استخلاص الحديد

تقاس قدرة المستخلصات على استخلاص الحديد بمتابعة تثبيط تشكيل المعقد- Fe^{2+} Ferrosine بعد حضانة المستخلصات مع الحديد ثنائي التكافؤ حسب طريقة Decker و Welch (1990). يضاف إلى 250 ميكرو لتر من التراكيز المختلفة للمستخلص 50 ميكرو لتر من $FeCl_2$ (0.6 ميلي مولار) و 450 ميكرو لتر ميثانول وبعد رج الخليط وتركه في درجة حرارة المختبر لمدة 5 دقائق، تضاف 50 ميكرو لتر من Ferrosine (5 ميلي مولار) إلى وسط التفاعل، ثم يرج ثانية ويترك لفترة حضانة تدوم 10 دقائق في درجة حرارة المخبر، يسمح هذا التفاعل بتكوين المركب Ferrosine- Fe^{2+} ذي اللون الأحمر والذي يمتص في طول الموجة 562 نانومتر. تمت مقارنة النتائج باستعمال EDTA كشاهد.

اختبار بيتا كاروتين/حمض اللينوليك:

على جميع مواد التفاعل ما عدا المستخلص. ويتم حساب نسبة تثبيط نشاط جذر (DPPH) (I%) بواسطة مستخلص (Vitis) *vinifera* باستعمال العلاقة التالية:

$$I\% = \frac{A_{الشاهد} - A_{العينة}}{A_{الشاهد}} * 100$$

حيث: I%: نسبة إزاحة الجذر الحر A والشاهد: امتصاصية الشاهد الذي يحتوي على جميع المتفاعلات ما عدا المادة المختبرة وA العينة: امتصاصية العينة في وجود المادة المختبرة.

وتقاس القدرة المضادة للأكسدة بتحديد معامل C_{50} وهو نسبة تركيز المستخلص المسؤول عن تثبيط 50% من جذر (DPPH) والذي يحسب من خلال منحنى نسب التثبيط I% بدلالة تراكيز المستخلص ويعبر عنها بالميكروغرام /مل وتقارن النتائج المتحصل عليها بالمنحنى العياري لـ (BHT) والقيم الأقل من C_{50} تمثل التأثير الإزاحي الأكبر للمستخلص المعين.

اختبار إزاحة جذر ABTS

تم استعمال اختبار (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic)ABTS الذي يعتبر أيضا من أكثر الطرق استعمالا لتحديد التأثير الإزاحي للمستخلصات النباتية وقد تم اتباع طريقة (Re وآخرون، 1999). يتم أولا تحضير جذر ABTS بمزج محلول ABTS (7 ميلي مول / لتر) ومحلول Potassium persulfate (2.45 ميلي مول / لتر)، يحضن المحلول المحضّر في مكان مظلم في درجة حرارة

دراسة النشاطية المضادة للأكسدة للأنثبات:

تمت دراسة النشاطية المضادة للأكسدة للأنثبات للمستخلص الإيثانولي لثمار العنب الأحمر *Vitis vinifera* باستخدام تقنية تثبيط تخريب البروتين مخبريا التي تمت دراستها وفقا لـ Akkouche وآخرون (2012) مع بعض التعديلات. بعد غسل البيض الطازج وتنظيفه يتم تكسيه لفصل بياض البيض عن الصفار. يتم قياس حجم بياض البيض باستخدام أنبوب اختبار مدرج ويضاف له محلول Tris HCl (pH=6.8 والتركيز =20 ميلي مول) للحصول على محلول مخفف 1/100 ثم نقوم بالرج الخفيف للمحلول لمدة 10 دقائق وبعد ذلك بترشيحه بواسطة قماش ثم نقوم بتوزيع أحجام متساوية على الأنابيب المحتوية على المستخلص بتركيز مختلفة أو الشاهد الموجب الأسبرين ليم حضاها لمدة 15 دقيقة في درجة حرارة 74°، بعد تبريد العينات يتم قياس الامتصاصية عند 650 نانو متر. تم حساب نسبة تثبيط تخريب البروتين لمستخلص العنب الأحمر كالتالي:

$$100 * \frac{A - A_{\text{العينة}}}{A_{\text{الشاهد}}} = \text{AA}\%$$

التحليل الإحصائي

كل القيم المتحصل عليها تم التعبير عنها بالمتوسط الحسابي (M) ± الانحراف المعياري (SD). وحللت النتائج إحصائيا عن طريق اختبار Student وكذلك اختبار (One-way analyse) Anova متبوعا باختبار Dunnet. لمقارنة قيم المستخلص مع الشواهد، اعتبر الفرق إحصائيا ذو معنى عند الدلالة 5%

قدرت النشاطية المضادة للأكسدة في هذا الاختبار بقياس نسبة تثبيط تشكل جذر البيروكسيد والمواد العضوية الطيارة الناتجة عن أكسدة حمض اللينوليك. باستعمال طريقة Dapkevicius وآخرون (1998). تمت إذابة 0.5 ميلي غرام من بيتا كاروتين في 1 ميليلتر من الكلوروفورم ثم تضاف 25 ميكرو لتر من حمض اللينوليك و 200 ميلي غرام من Tween 40 وترج وتم تبخير الكلوروفورم كليا في درجة حرارة 40° باستعمال جهاز التبخير الدوراني ثم تضاف 100 مل الماء المقطر المشبع بالأكسجين إلى الخليط مع الرج جيدا. في الأخير يوضع 2500 ميكرو لتر من الخليط المحضر سابقا لبيتا كاروتين في أنابيب الاختبار المحتوية سابقا على 350 ميكرو لتر من المستخلص المحضر بتركيز 2 مغ /مل أو من BHT كمشاهد موجب ومع مذيبيات المستخلصات النباتية كشواهد سالبة (ماء مقطر + الميثانول). يحضن المزيج في درجة حرارة المختبر وفي الظلام ثم تقرا امتصاصية المحاليل عند طول الموجة 490 نانو متر وذلك خلال الأزمنة 0 ساعة، 1 ساعة، ساعتين، 4 ساعات، 6 ساعة، 24 ساعة. تقارن النشاطية المضادة للأكسدة لمستخلص ثمار العنب الأحمر مع BHT والشواهد السالبة، ويتم حساب هذه النشاطية حسب العلاقة التالية:

$$100 * \frac{A_{\text{الشاهد}}}{A_{\text{العينة}}} = \text{AA}\%$$

حيث: AA: النشاطية المضادة للأكسدة و A العينة: امتصاصية العينة و A_{الشاهد}: امتصاصية الشاهد

الفينول الكلية حيث قدرت بـ 0.22 ± 75.78 ملغ مكافئ لحمض الغاليك/ غ من الوزن الجاف للمستخلص. تختلف هذه النتائج عن النتائج المتحصل عليها من طرف Doshi وآخرون (2006) حيث قدرت عديدات الفينول الكلية في المستخلص الميثانولي لـ *Vitis vinifera* بـ 0.48 ± 57.66 ملغ مكافئ لحمض الغاليك/ غ من الوزن الجاف للمستخلص، أما في الدراسة التي قامت بها Zeghad وآخرون (2019) على نفس النوع فقدرت عديدات الفينول الكلية في المستخلص الميثانولي بـ 0.17 ± 23.06 ملغ مكافئ لحمض الغاليك/ غ من الوزن الجاف للمستخلص.

تقدير الفلافونويدات

تم استعمال طريقة $AlCl_3$ لتقدير الفلافونويدات وهي من أكثر الطرق انتشارا وذلك باستعمال منحى العيارية للكروستين الذي استعمل كشاهد موجب وتعتمد هذه الطريقة على تشكل معقد فلافونويد-أيون الألمنيوم والذي يملك امتصاصية عظمى عند طول الموجة 430 نانومتر. يتم التعبير على محتوى الفلافونويدات بعدد الملي غرامات المكافئة للكروستين لكل غرام من الوزن الجاف للمستخلص حيث بينت النتائج أن مستخلص العنب الأحمر يحتوي على كمية من الفلافونويدات قدرت بـ 0.04 ± 0.29 ملغ مكافئ للكروستين/ غ من الوزن الجاف للمستخلص. و تعتبر هذه الكمية قليلة مقارنة مع النتائج المتحصل عليها في الدراسة التي قام بها Doshi وآخرون (2006) على *Vitis vinifera* حيث قدرت كمية الفلافونويدات الموجودة في

أي أن معامل التحديد $P < 0.05$ ، كما استعمل برنامج Graphpad prism v.5.0 في رسم المنحنيات و التحليلات الإحصائية.

النتائج والمناقشة Results and discussion

مردود الاستخلاص

تم تحضير المستخلص من ثمار العنب الأحمر *Vitis vinifera* عن طريق مزيج من الإيثانول و الماء (20/80: حجم/حجم) للحصول على المركبات الفينولية، حيث أظهر المستخلص الإيثانولي المائي الخام مردود قدر بـ 15.13% ويرتبط مردود الاستخلاص عموما بطريقة وشروط الاستخلاص، قطبية المذيب، مدة الاستخلاص، التقنية المستعملة في التجفيف ودرجة الحرارة، نسبة العينة بالنسبة للمحلول، التركيب الكيميائي للنبات (Gonga وآخرون، 2014).

تقدير عديدات الفينول الكلية

تم استعمال طريقة Folin-ciocalteau لتقدير عديدات الفينول الكلية باستعمال حمض الغاليك كشاهد و التي تعتبر أفضل طريقة لتمييزها بالسهولة و الفعالية (Li وآخرون، 2007) حيث تعطي المركبات الفينولية اللون الأزرق بارتباطها مع حمض-Phosphomolybdc

phosphotungastic (Folin-ciocalteau) الذي يتم قياس امتصاصيته في طول الموجة 765 نانومتر. يتم التعبير عن المحتوى الفينولي بعدد الملي غرامات المكافئة لحمض الغاليك لكل غرام من الوزن الجاف للمستخلص. أظهرت النتائج غنى المستخلص الإيثانولي بعديدات

سابقا كنوعيّة المذيب أساسا، بالإضافة إلى العوامل البيئيّة (Gonga وآخرون، 2014).

دراسة النشّاطيّة المضادّة للأكسدة مخبريّا
دراسة قدرة المستخلص على إزاحة جذر

DPPH

استعمل في هذه الطّريقة DPPH كجذر حر مستقر نسبيا بهدف تقدير التّأثير الإزاحي للمستخلص، وذلك ينعكس من خلال تغير اللون البنفسجي الداكن إلى اللون الأصفر عند إرجاعه بواسطة مضادّات الأكسدة والتي تمنحه إلكترونات أو ذرّة هيدروجين، وبذلك تعمل كمزيجات للجذور الحرّة، ويترجم هذا التّغير في اللون بانخفاض الامتصاصيّة الضوئيّة المرتبطة بارتفاع تركيز المستخلص والتي يتم قياسها عند طول الموجة 517 نانومتر (Saoudi وآخرون، 2020)، واستعمل في هذه الدّراسة BHT كشاهد. من التّنتائج المتحصّل عليها من اختبار DPPH والموضحة في الشّكل 1 نلاحظ أن كلاً من المستخلص والشّاهد لهما القدرة على إزاحة جذر DPPH بشكل يتوافق مع التّركيز حيث بلغت نسبة إزاحة جذر DPPH عند التّركيز 2 ملغ / مل 98.55% بالنّسبة لـ BHT و 79.65% لمستخلص العنب عند نفس التّركيز. كما أظهرت التّنتائج أن مستخلص *Vitis vinifera* له تأثير إزاحي لجذر DPPH معتدل مقارنة مع القدرة الإزاحيّة للشّاهد حيث قدرت IC_{50} بـ 0.02 ± 0.65 مل/مل، وهذا راجع لغناه بالمركّبات الفينوليّة بينما يملك BHT نشاطيّة مضادّة للأكسدة عالية حيث قدرت IC_{50} بـ 0.001 ± 0.01 مل/مل. يعود التّأثير الإزاحي للمستخلص الإيثانولي

المستخلص الميثانولي بـ 0.77 ± 3.09 ملغ مكافئ للككتشين/ غ من الوزن الجافّ للمستخلص، في حين قدرت في دراسات أخرى قامت بها Djenidi وآخرون (2019) بـ 0.02 ± 0.63 ملغ مكافئ للكركستين/ غ من الوزن الجافّ للمستخلص.

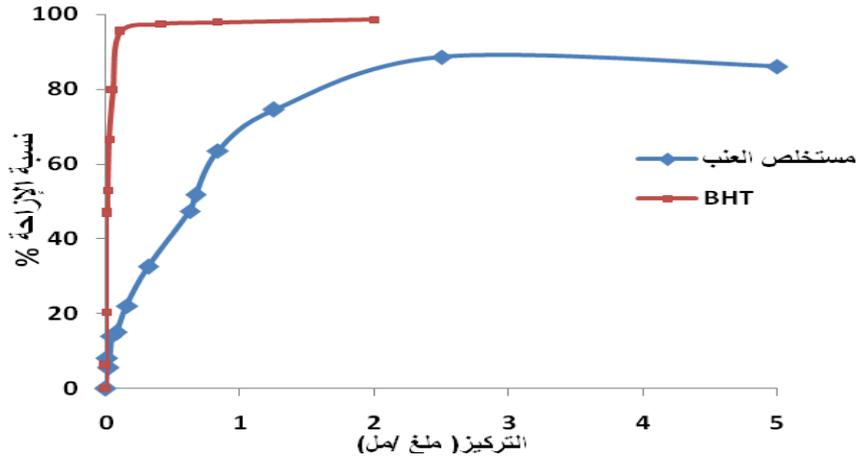
غالبا ما يكون من الصّعب المقارنة بين التّنتائج المتحصّل عليها في هذه الدّراسة ونتائج الدّراسات السّابقة، حيث يعود سبب هذا الاختلاف في كميّة عديدات الفينول الكليّة والفلافونويدات إلى نوعيّة المذيب، اختلاف الأصناف، الطّريقة المستعملة في الاستخلاص، مرحلة نضج الثمار، وقت الجني، العوامل البيئيّة، الخصائص الوراثيّة (Sraavanthi وGangadhar وآخرون، 2015).

تقدير الدّباغ

قدّرت كميّة الدّباغ الكليّة بالاعتماد على ترسيب الهيموغلوبين ويعبّر عن التّنتائج بعدد الملي غرامات المكافئة لحمض التّانيك لكل غرام من الوزن الجافّ للمستخلص. قدرت كميّة الدّباغ بـ 1.03 ± 53.65 ملغ مكافئ لحمض التّانيك/غرام من الوزن الجافّ للمستخلص. وتختلف هذه التّنتائج عن التّنتائج المتحصّل عليها في الدّراسة التي قام بها Bordiga وآخرون (2011)، حيث قدرت بـ 36.0 ملغ مكافئ لحمض التّانيك/ غ من الوزن الجافّ، في حين قدرت في المستخلص الميثانولي بـ 0.07 ± 4.99 ميكروغرام مكافئ لحمض التّانيك/ ميلي غرام من الوزن الجافّ للمستخلص، وذلك في دراسة قامت بها Djenidi وآخرون (2019) ويمكن أن يرجع هذا الاختلاف إلى الأسباب المذكورة

للأكسدة حيث لهذه المركبات القدرة على منح الإلكترونات أو ذرات الهيدروجين للتخلص من الجذور الحرة (Bentahar وآخرون، 2016).

للغالب لغناه بالمركبات الفينولية ، حيث بينت عدة دراسات سابقة العلاقة الطردية بين المحتوى الفينولي و النشاط المضاد



تعرف طريقة ABTS مثل طريقة DPPH باستعمالاتها الكثيرة في تقدير التأثير الإزاحي للجذور الحرة والقدرة المضادة للأكسدة لمختلف المستخلصات الطبيعية. فهو اختبار جيد لتحديد قدرة المركبات المضادة للأكسدة على منح الهيدروجين ويعتبر هذا الجذر أقل استقراراً من DPPH ويتميز ABTS باللون الأزرق المخضر وعند إضافة المركبات المراد دراسة نشاطيتها تقل شدة اللون إلى أن يختفي ويرتبط ذلك بقدرة هذه المركبات على منح الهيدروجين وعموما تستعمل هذه الطريقة بكثرة في تحديد التأثير المضاد للأكسدة للمستخلصات الطبيعية لأن جذر ABTS يمتلك امتصاصية قصوى عند طول الموجة 734 نانومتر. في حين أنّ أغلب المستخلصات لا تمتص عند طول هذه الموجة بالإضافة إلى أنّها صالحة لكل من الأنظمة المحبة للماء والدهون (Bouaziz و

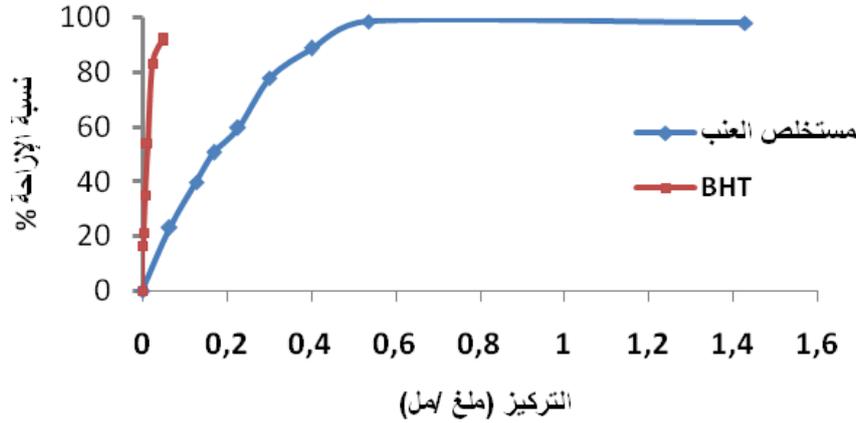
شكل 1: التأثير الإزاحي لثمار العنب الأحمر *Vitis vinifera* و BHT لجذر DPPH. كل قيمة تمثل الوسيط الحسابي لثلاثة قياسات \pm الانحراف المعياري (SD \pm M).

أظهرت النتائج التي قامت بها Zeghad وآخرون (2019) أن القدرة الإزاحية لجذر DPPH للمستخلص الميثانولي لثمار العنب الأحمر قدرت بـ $IC_{50} = 0.001 \pm 0.27$ ملغ/مل، في حين قدرت IC_{50} للمستخلص الميثانولي للعنب في دراسة أخرى قامت بها Djenidi وآخرون (2019) بـ 0.00 ± 0.74 ملغ/مل. وهي قيمة مقارنة للقيمة المتحصل عليها في دراستنا الحالية.

دراسة قدرة المستخلص على إزاحة جذر ABTS

أسرع عند الشاهد BHT حيث قدرت نسبة إزاحة جذور ABTS بـ 91.57% بالنسبة لـ BHT عند أعلى تركيز له 0.04 ملغ / مل بينما قدرت نسبة إزاحة جذور ABTS لمستخلص العنب بـ 98.03% عند أعلى التركيز له 1.42 ملغ / مل .

آخرون، 2015). من النتائج المتحصّل عليها ترجمت القراءات في صورة منحنى خطّي لنسبة التثبيط (1%) بدلالة تراكيز مختلفة. الشكل 2 يظهر أن كلاً من المستخلص الإيثانولي للعنب الأحمر والشاهد لهما قدرة على إزاحة جذور ABTS بشكل يتوافق مع تركيزهما لكن بنسبة



القيمة المسجلة للمستخلص الإيثانولي المستعمل في دراستنا وبالتالي المستخلص الميثانولي لـ *Vitis vinifera* يملك قدرة إزاحيّة لجذر ABTS أكبر من المستخلص الإيثانولي. ويعود سبب اختلاف نتائج قدرة المستخلص على إزاحة جذري DPPH وABTS أساساً إلى نوعيّة المذيب، طريقة الاستخلاص والتقنيّة المستعملة، مرحلة نضج وجني الثمار، منطقة زراعة العينة، الظروف المناخية (Zeghad وآخرون، 2019).

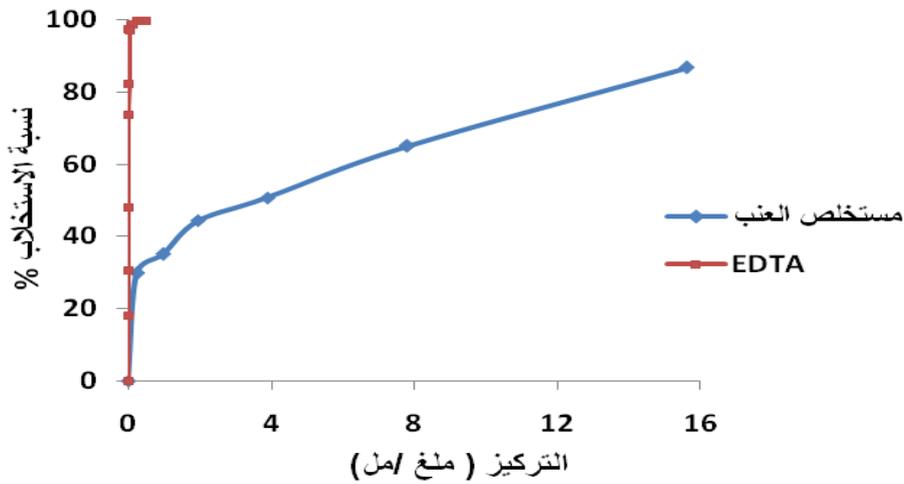
قدرة المستخلص على استخلاص الحديد

تعتبر أيونات Fe^{2+} الموجودة بشكل حرّ كعوامل فعالة في أكسدة الدهون بسبب نشاطيتها العاليّة وإنتاج الجذور الحرّة خاصة جذر الهيدروكسيل وفقاً لتفاعل Fenton بوجود بيروكسيد الهيدروجين وهذا الأخير

شكل 2: التأثير الإزاحي لثمار العنب الأحمر *Vitis vinifera* (A) و BHT (B) لجذر ABTS كل قيمة تمثّل الوسيط الحسابي لثلاثة قياسات \pm الانحراف المعياري (SD \pm M).

تم حساب قيم IC_{50} من المنحنيات الخطيّة لنسب التثبيط بدلالة التراكيز المختلفة حيث أظهر المستخلص الإيثانولي لـ *Vitis vinifera* قدرة إزاحيّة قدرت IC_{50} بـ 0.009 ± 0.17 ملغ/مل، وبالمقارنة مع قيمة الـ BHT تبين أن المستخلص يملك قدرة إزاحيّة أقل من الشاهد الذي قدرت قيمته الإزاحيّة بـ $IC_{50} = 0.0003 \pm 0.01$ ملغ/مل، بفارق معتبر ($P \leq 0.01$). أظهرت النتائج التي قامت بها Zeghad وآخرون (2019) على المستخلص الميثانولي لثمار *Vitis vinifera* أن له قدرة إزاحيّة لجذر ABTS قدرت بـ 0.003 ± 0.040 ملغ/مل وهذه القيمة أقل من

Fe^{2+} ممّا يؤدي إلى انخفاض في اللون الأحمر للمعقد. يسمح قياس نسبة انخفاض اللون بتقدير نشاطية استخلاص الحديد لمختلف المركبات (Rajapakse وآخرون، 2005). يتبين من خلال هذه الدراسة والموضحة في الشكل 3 أنّ مستخلص الإيثانولي لـ *Vitis vinifera* له قدرة على تثبيط تشكّل المركب Ferrozine- Fe^{2+} بشكل يتناسب طرديًا مع التركيز لكن بنسبة أقل من الشاهد الموجب EDTA.



شكل 3: استخلاص أيونات الحديد من قبل مستخلص ثمار العنب الأحمر *Vitis vinifera* و EDTA بدلالة التركيز. كل قيمة تمثل الوسيط الحسابي لثلاثة قياسات \pm الانحراف المعياري (SD \pm M). كما أظهر المستخلص الإيثانولي للعنب الأحمر فعالية متوسطة في استخلاص الحديد بقيمة IC_{50} تساوي 3.56 ± 0.08 ملغ/مل والتي هي أقل من IC_{50} الشاهد EDTA والتي قدرت بـ 0.0005 ± 0.003 ملغ/مل. تتوافق هذه النتائج مع ما أوردته Djenidi وآخرون (2019) حيث وجد أنّ المستخلص الميثانولي لثمار العنب الأسود يمتلك قدرة استخلاصية تقدر بـ

اختبار بيتا كاروتين / حمض اللينوليك

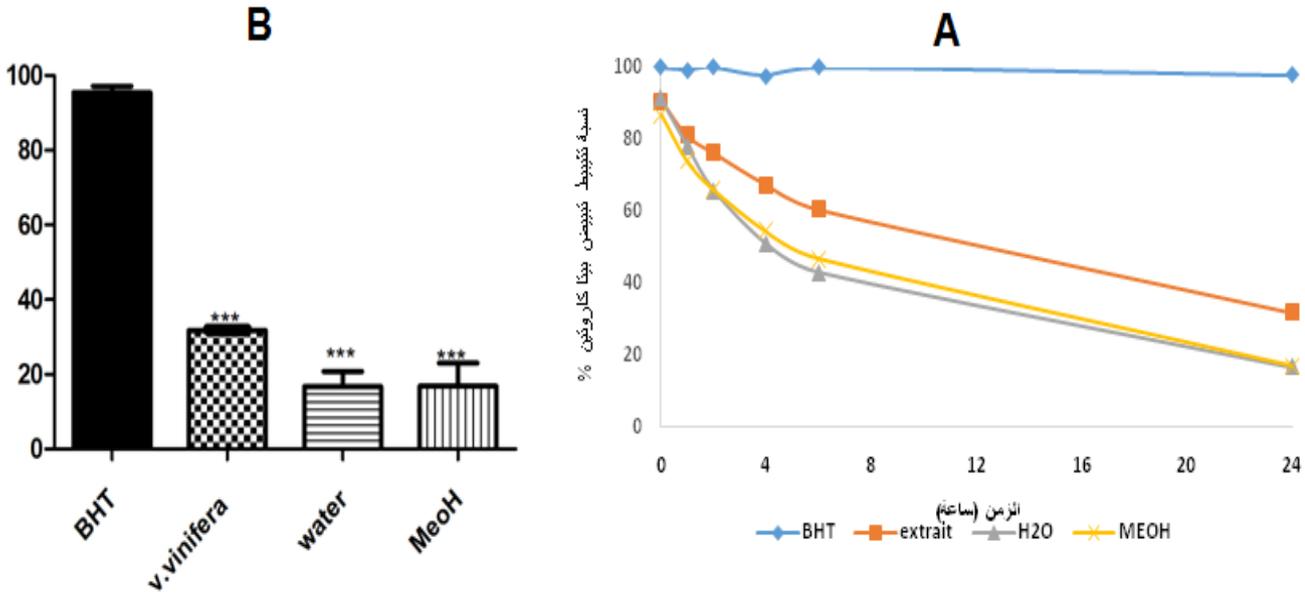
يتمّ تحديد القدرة المضادة للأكسدة عن طريق اختبار بيتا كاروتين / حمض اللينوليك بقياس تثبيط المستخلصات النباتية وكذا جذور الهيدروبيروكسيد الناتجة من أكسدة

يتفكك إلى جذور Alcoxy و Peroxy ممّا يزيد من عملية فوق أكسدة الليبيدات (Wang وآخرون، 2009) لذلك فالمركبات الفعالة المزيحة لأيونات الحديد بإمكانها أن تؤمن الحماية من الأضرار التأكسدية وذلك عبر استخلاصها لهذه الأيونات. يشكل مركب الـ Ferrozine معقدًا مع أيونات الحديد المرجعة (Fe^{2+}) وفي وجود عوامل أخرى ملتقطة للحديد ينقص تشكيل المعقد (Ferozine-)

كما أظهر المستخلص الإيثانولي للعنب الأحمر فعالية متوسطة في استخلاص الحديد بقيمة IC_{50} تساوي 3.56 ± 0.08 ملغ/مل والتي هي أقل من IC_{50} الشاهد EDTA والتي قدرت بـ 0.0005 ± 0.003 ملغ/مل. تتوافق هذه النتائج مع ما أوردته Djenidi وآخرون (2019) حيث وجد أنّ المستخلص الميثانولي لثمار العنب الأسود يمتلك قدرة استخلاصية تقدر بـ

اختبار تبييض بيتا كاروتين. مضادات الأكسدة التي تحتوي على ذرات الهيدروجين يمكن أن تحيد الجذور الحرة المشتقة من حمض اللينوليك وبالتالي تمنع أكسدة وتبييض بيتا كاروتين (Sarikurcu وآخرون، 2015). يوضح الشكل 4 النتائج المتحصّل عليها.

حمض اللينوليك وقد استخدم هذا الاختبار لقياس تثبيط أكسدة الليبيدات العشائية بوجود المركبات المضادة للأكسدة (Mata وآخرون، 2007). تعتمد هذه الطريقة على اختفاء اللون البرتقالي، حيث أن نقل ذرة الهيدروجين تمنع أكسدة الليبيدات وهو أساس



بنسبة تقدر بـ 31.80% مقارنة مع الشاهد الموجب الذي أظهر قدرة تثبيطية عالية قدرت بـ 97.61%، وقد يرجع ذلك إلى وجود عديدات الفينول التي تمتلك فعلاً إزاحياً اتجاه الجذور الليبيدية وتمنع أكسدتها. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه Rockenbach وآخرون (2011) حيث وجد أن المستخلص الميثانولي لصنفي *Merlot* و *Cabernet Sauvignon* يمتلكان قدرة تثبيطية بنسبة تقدر بـ 35.56% و 34.38% على التوالي.

دراسة النشاطية المضادة للالتهاب مخبرياً

تخرّب البروتين هو ظاهرة يفقد من خلالها البروتين تركيبه الثلاثي الأبعاد أو الثانوي، بعد

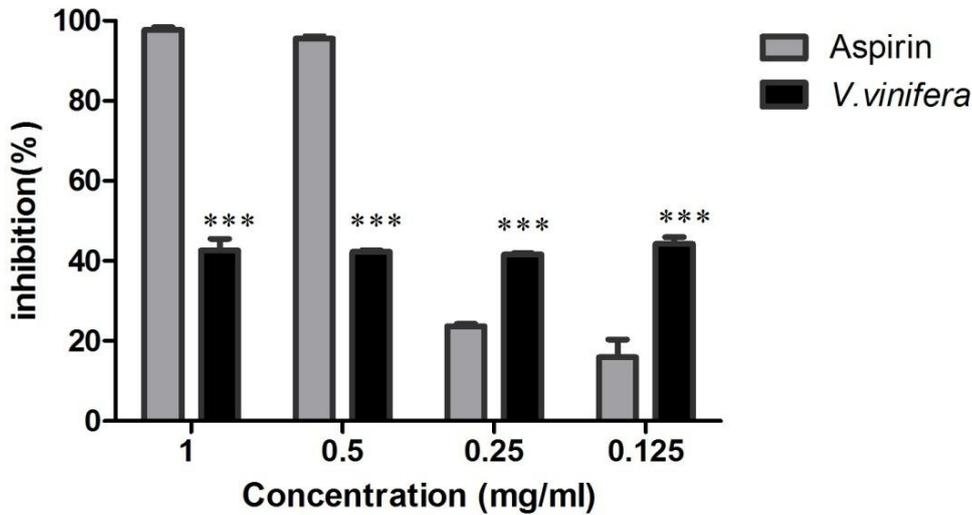
شكل 4: قدرة المستخلص الإيثانولي للعنب الأحمر على تثبيط تبييض بيتا كاروتين بدلالة الزمن مقارنة مع BHT كشاهد موجب والميثانول والماء كشواهد سالبة (A)؛ نسب تثبيط المستخلصات والشواهد BHT، الميثانول، الماء لأكسدة بيتا كاروتين بعد 24 ساعة. تمثل كل قيمة الوسيط الحسابي لثلاث قياسات ± الانحراف المعياري (SD±M)، (***) $P \leq 0.001$.

من النتائج المتحصّل عليها في شكل 4، يتضح أن المستخلص الإيثانولي لثمار *Vitis vinifera* له تأثير تثبيطي معتدل على بيتا كاروتين مقارنة مع BHT، حيث أن المستخلص الإيثانولي يملك قدرة تثبيطية لنواتج الأكسدة

44.26% مقارنة مع الشاهد الأسبرين الذي يعتبر مضاد التهاب غير ستيرويدي مصنع والذي أظهر نسبة تثبيط تخريب ألومين البيض في تركيز 0.125 ملغ/مل أقل والتي قدرت بـ 15.93%. من خلال شكل 5 نجد أن للمستخلص الإيثانولي قدرة متوسطة على حماية تخريب البروتين عند التركيز 1 ملغ/مل مقارنة بالأسبرين (97%) عند نفس التركيز. في حين وجدت Chandra و Srividya (2015) في دراستهما أن المستخلص الميثانولي لثمار *Vitis vinifera* له القدرة على حماية البروتين في تركيز 100 ميكروغرام/مل والتي قدرت بـ 46% وهو ما يتوافق مع دراستنا الحالية.

تعرضه للحرارة إلى عامل معدي أو مادة كيميائية (Adrach وآخرون، 2011). وربما تنطوي آليات تمسخ البروتين على تغيير الروابط الهيدروستاتيكية، الهيدروجينية، الكارهة للماء، والروابط ثنائية الكبريت في الماء (Karthik وآخرون، 2013). يعد تخريب البروتين أحد أسباب العديد من الأمراض الالتهابية في الواقع فإن تغير طبيعة بروتينات الأنسجة هو أحد أسباب أمراض المناعة الذاتية مثل التهاب المفاصل وقد تكون سببا في إنتاج مستضدات ذاتية (Umapathy وآخرون، 2010).

أظهرت النتائج أن لمستخلص *Vitis vinifera* قدرة عالية في حماية البروتين من التخريب الحراري في تركيز 0.125 ملغ/مل قدرت بـ



شكل 5: نسبة تثبيط مستخلص *Vitis vinifera* لتخريب بروتين ألومين البيض مقارنة

مع الأسبرين. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن مستخلص الإيثانولي للعنب الأحمر يحتوي على نسبة عالية من المركبات الفينولية الكلية التي يمكن أن تساهم في مجال الأغذية الوظيفية، حيث قدمت هذه الدراسة أفقاً لاستخدامات جديدة

مع الأسبرين. تمثل كل قيمة الوسيط الحسابي لثلاث قياسات \pm الانحراف المعياري (SD \pm M)، (*** P \leq 0.001).

الخاتمة Conclusion

على مستخلصات العنب لإيجاد الآلية الدقيقة لخصائصه الدوائية.

المراجع References

1. Adrach VM., Ajay Kumar P , Kavitha
2. D , Aurag K B. 2011 . Anti denaturation and antioxidant activity of *Annon cherimola in vitro*. *International Journal of Pharma and Bio Science*, 2 (2): 1-
3. Akkouche Z, Aissat L, Madani K.2012. Effect of Heat on Egg White Proteins. *International Conference on Applied Life Sciences*, 407-413.
4. Bahorun T, Gressier B, Troitin F, Brunet C, Dine T, Luyckx .1996. Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittelforschung*, 46: 1086-1089.
5. Bentahar A, Khennouf S, Bouaziz A, Baghiani A, Dahamna S, Amira S, Arrar L.2016. Polyphenols content and antioxidant activities of selected Algerian plants used for gastro-duodenal ulcers. *Der Pharma Chemica*, 8(12):88-99.

محتملة للعنب الأحمر، ولا سيما دوره في الوقاية من الأمراض المضادة للالتهابات والأمراض المرتبطة بالإجهاد التأكسدي. ورغم هذا يبقى هناك حاجة إلى مزيد من الدراسات

6. Bordiga M, Travaglia F , Locatelli M, Coisson J, Arlorio M. 2011. Characterization of polymeric skin and seed proanthocyanidins during ripening in six *Vitis vinifera* L. cv. *Food Chem*, 127: 180-187.
7. Bouaziz A, Khennouf S, Abu zarga M, Abdalla S, Baghiani A, Charef N .2015. Phytochemical analysis, hypotensive effect and antioxidant properties of *Myrtus communis* L. growing in Algeria. *Asian Pac J Trop Biomed*, 5: 19-28.
8. Dapkevicius A, Venskutonis R, Van Beek T A, Linssen JPH.1998. Antioxidant activity of extracts obtained by different isolation procedures from some aromatic herbs grown in Lithuania. *J Sci Food Agric*, 77: 140-146.
9. Decker EA and Welch B.1990. Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *J Agric Food Chem*, 38: 674-677.

10. Djenidi H, Khennouf S, Bouaziz A. 2020 Antioxidant activity and phenolic content of commonly consumed fruits and vegetables in Algeria. *Progress in Nutrition*, 22: (1): 224-235.
11. Doshi P, Adsule P, Banerjee k. 2006. Phenolic composition and antioxidant activity in grapevine parts and berries (*Vitis vinifera* L.) cv. Kishmish Chorny (Sharad Seedless) during maturation. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(s): 1-9.
12. Gharzouli K, Khennouf S, Amira S, Gharzouli A. 1999. Effects of aqueous extracts from *Quercus ilex* L. root bark, *Punica granatum* L. fruit peel and *Artemisia herba-alba* Asso leaves on ethanol-induced gastric damage in rats. *Phytother Res*, 13: 42-45.
13. Gong H, Liu W, Zhou X. 2014. Analysis of essential oils of *Origanum Vulgare* from six production areas of China and Pakistan. *Rev Bras Farmacogn*, 24: 25-32.
14. Hanato T, Kagawa H, Yasuhara T, Okuda T. 1998. Two new flavonoids and other constituents in licorice root: Their relative astringency and radical scavenging effects. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, 2090–2097.
15. Karthik K, Bharath R P, Venu Priya, R, Sunil Kumar K, Ranjith Singh B, Rathore A. 2013. Evaluation of anti-inflammatory activity of *canthium parviflorum* by in-vitro method. *Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology*, 2320–3471.
16. Li HB, Cheng KW, Wong CC, Fan KW, Chen F, Jiang Y. 2007. Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food chem*, 102: 771-776.
17. Markham K R. Techniques of Flavonoid Identification, London Academic Press, Chap. 1 and 2, 1982, p. 113.
18. Mata Bilbao M L, Andres-Lacueva C, Jauregui O, Lamuela-Raventos R M. 2007. Determination of flavonoids in a Citrus fruit extract by LC-DAD and LCMS. *Food Chem*. 101: 1742-1747.

19. Ozen T.2009. Investigation of antioxidant properties of *Nasturtium officinale* (watercress) leaf extracts. *Acta Pol Pharm* ,66:187-93.
20. Rajapakse N, Mendis E, Byun H.G and Kim S.K. 2005. Purification and *in vitro* antioxidative effects of giant squid muscle peptides on free radical-mediated oxidative systems. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 16: 562– 569.
21. Re R., Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M., Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio. Med*, 26(9-10): 1231– 1237.
22. Rockenbach I I, Rodrigues E, Gonzaga L V, Caliar V, Genovese M I, Gonçalves A E, Fett R.2011. Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L.) widely produced in Brazil. *Food Chem*, 127(1): 174-179.
23. Saoudi S, Khennouf S, Mayouf N, Amira S, Dahamna S, Hosni K, Phytochemical Screening and *in vivo* and *in vitro* evaluation of antioxidant capacity of *Fargaria ananassa*, *Prunus armeniaca* and *Prunus persica* fruits growing in Algeria. *Progress in Nutrition*, 2020; 22 (1): 236-252.
24. Sarikurkcu C, Tepe B, Sefa Kocak M , Cemil Uren M.2015. Metal concentration and antioxidant activity of edible mushrooms from Turkey. *Food Chem*, 15(175):549-55.
25. Sravanthi j, Ganga dhar Rao S. Antioxidative studies in *Moringa oleifera* Lam.2015. *Annals of Phytomedicine*,3: 101-105.
26. Srividya N and Chandra M.2015.. *In vitro* anti-inflammatory activity of some common fruits of west coast of india.2015. *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, 4 (11): 1999-2006.
27. Tusevski O, Kostovska A, Iloska A, Trajkovska L, Simic S G. 2014. Phenolic production and antioxidant properties of some Macedonian medicinal plants .*Open Life Sciences*, 9 (9): 888– 900.
28. Umapathy E, Ndebia E J, Meeme A, Adam B, Menziwa P, Nkeh-

- Chungag B N, Iputo J E.2010. An experimental evaluation of *Albuca setosa* aqueous extract on membrane stabilization, protein denaturation and white blood cell migration during acute inflammation. *J. Med. Plants Res*, 4:789–795.
29. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin M T, Mazur M, Telser J. 2007. Free radical and antioxidants in normal physiological function and human disease. *The international Journal of biochemistry & Cell biology*, 39 (1):44-84.
30. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT D, Mazur M, Telser J. 2007. Free radical and antioxidants in normal physiological function and human disease. *The international Journal of biochemistry & Cell biology*, 39 (1) :44-84.
31. Wang T, Jonsdottir R, Olafsdottir G. 2009. Total phenolic compounds, radical scavenging and metal chelation of extracts from *Icelandic seaweeds*. *Food Chemistry*, 116: 240-248.
32. Zeghad N, Ahmed E, Belkhiri A, Heyden Y V, Demeyer K. 2019. Antioxidant activity of *Vitis vinifera*, *Punica granatum*, *Citrus aurantium* and *Opuntia ficus indica* fruits cultivated in Algeria. *Helijon*, 5: 01575-015761

هندسة الأسطح للمكوّنات الفلزيّة: المعالجة بالتّمبيع ومشاكله

أ.د. محمد عبد الفتاح دهيم

قسم هندسة التّعددين والفلزات، كليّة الهندسة، جامعة أسيوط، أسيوط - مصر

تاريخ القبول: 20 ماي 2022

تاريخ الإرسال: 5 فيفري 2022

المعالجة، وخصوصاً الأشكال الهندسيّة المعقّدة، مثل التّروس. هذه المشكلات تأثيرها متبادل ويؤثر في بعضه البعض، على سبيل المثال، التّحتت مفيد لانتقال المادّة والحرارة. واستخدام درجات حرارة منخفضة للعمليات مثل عمليّة التّرددة سيعطي تشوّه قرب الصّفّر أثناء المعالجة الحراريّة للتّروس، مثلاً. يجب حسن استغلال قوة التّقسّيّة (الطّش) للطبقات المميّعة. التّمذجة والمحاكاة ستساعد في التّحكم في هذه المشاكل والسّيطرة عليها.

الملخص (Abstract): توفر تقنيات هندسة الأسطح طريقة فعّالة لتحسين الخواصّ السّطحيّة للفلزات والسبائك مثل: مقاومة البري، الصّلادة، ومقاومة التّآكل. يوفر التّصنيع المميّع لتقنيات المعالجة هذه مميزات كثيرة مثل: الانتقال الممتاز للمادّة والحرارة والاتّصال الفعال بين الغاز والحبيبات الصّلبة. يعاني مثل هذا التّصنيع من بعض المشاكل. تم مراجعة هذه المشاكل وفحصها ومناقشتها مع التّركيز على تحتت الحبيبات، تكتل الحبيبات، عمليّات انتقال المادّة والحرارة، وتشوّه الأشكال

الكلمات المفتاحيّة (Keywords):

هندسة الأسطح، الطبقات المميّعة، التّكتل، التّحتت، انتقال المادّة والحرارة، تشوّه التّروس.

Abstract: Surface engineering techniques provide an effective way for improving surface properties of metals and alloys such as wear resistance, hardness and corrosion resistance. Fluidized processing of such treatment techniques offers many advantages like excellent heat and mass transfer and intimate gas-solid contacting. Such processing suffers from some problems. These problems are investigated and discussed with a focus on particle attrition, particle agglomeration, heat and mass transfer and distortion of different treated shapes particularly complicated geometries such as gears. These problems are of mutual effect and interrelated, e.g. the attrition of fluidized particles is beneficial to heat and mass transfer processes. The use of low process-temperature such as in nitriding will give near zero distortion in heat treating **gears for example. The fluidized bed quenching power should be exploited properly. Modeling and simulation will help to control such problems.**

المدخل (Introduction): الاختيار المناسب

للمواد الهندسية (م ه) يعد جانباً مهماً في التصميم الميكانيكي. نحن في حاجة إلى تطوير

(م ه) بخواص محسنة وخواص جديدة. بل، نحن في حاجة إلى مواد جديدة لكثرة تنوع الاستعمالات والتطبيقات. لهذا فإن تنوع المواد وخواصها ضروري. عمليات المعالجة الحرارية (م ح) وهندسة الأسطح (ه س) تعتبر أدوات فعالة للوصول إلى المطلوب. عمليات (م ح) تغطي عمليات مثل التلدين (annealing)، التقيسية (quenching)، والتلطيف (tempering)، والمعالجات الحرارية الكيميائية والمعالجات الحرارية الميكانيكية. تتكون عملية (م ح) من التسخين، حفظها عند درجة حرارة معينة، ثم تبريدها بمعدل معين. عملية (م ح) للصلب تعتبر العملية السائدة، وعندنا مجال واسع ومتنوع لخواص متغيرة لأنواع هائلة من الصلب. عملية (ه س) يمكن تعريفها بأنها عملية لتغيير الخواص السطحية للمواد الفلزية أو تغطيتها بطبقة لتحسين خواصها حيث تلعب دوراً هاماً في علم الاحتكاك. تقنيات (ه س) تكون لتصميم سطح وقلب المادة (المادة الحاملة أو الركيزة) معاً لتكوين نظام له وظائفه (الأداء الوظيفي / لتناسب الاستخدام المطلوب). عملية (ه س) مجال و أفق مفتوح لحل كافة المشكلات التي تواجه متطلبات اختيار وتصميم المواد للطرق المختلفة لهندسة الأسطح و التغطية بطبقة (الطلاء) والتي تخضع لتطورات مستمرة و سريعة [1-6]. وتعتبر عملية تكوين السبائك السطحية إحدى عمليات (ه س) المهمة [7].

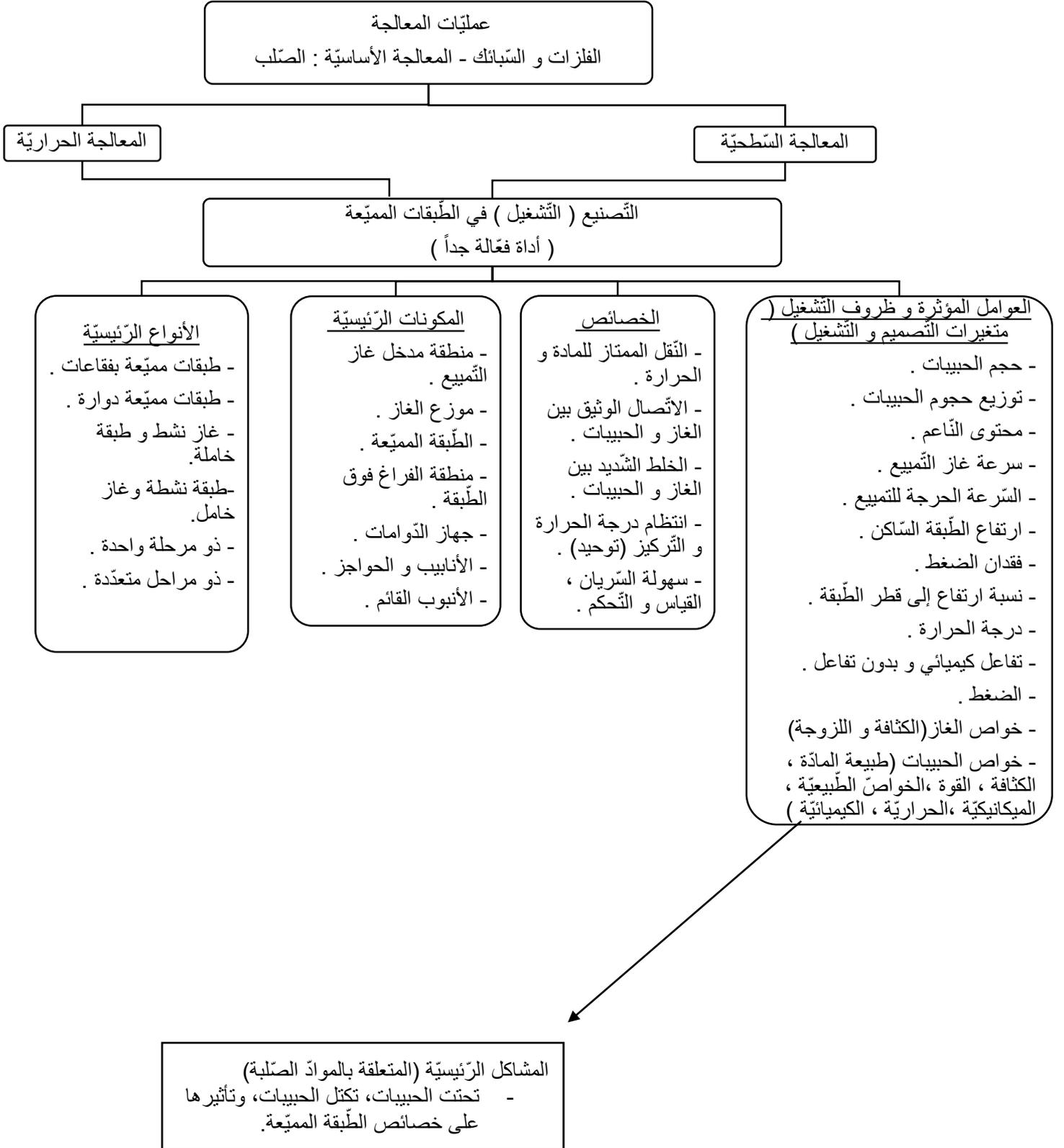
الخواص السطحية تعتبر هامة للعمر
الوظيفي للقطع الهندسية الفلزية.

يعتبر التآكل / البري / البلى، والكلل من بين
أكثر الآليات أهمية والتي تؤدي إلى تدهور المواد
والتي تؤدي في النهاية إلى سقوط المكونات في
الخدمة. نحن في حاجة إلى طبقة سطحية
صلبة، مقاومة للبري والتآكل من خلال تقنيات
(ه س). هذه التقنيات تستخدم في صناعة
السيارات، الطائرات، المحركات النفاثة،
الصواريخ، الإلكترونيات، الأجهزة الطبية،
المنسوجات، البتروكيماويات، كيميائية،
القوالب والمصبوبات، أدوات الماكينات،
والصناعات الإنشائية. المواد تشمل الفلزات و
السبائك، البوليمرات، الخزفيات، الزجاج،
المواد المركبة، المواد النانوية، المواد الحيوية،
... إلخ. [3].

عملية (ه س) الحرارية الكيميائية (التغير
في التركيب الكيميائي عند درجات حرارة
مرتفعة) تشمل تفاعل سطح المادة مع مكون
(أو أكثر) من الجو المحيط مثل صلادة السطح
الخارجي بواسطة الكربنة والتتردة لقطع

الصلب. التصنيع الحراري ل (ه س) في
الطبقات المميعة يعتبر جذاب جداً لخصائص
انتقال الحرارة الممتازة، بالإضافة إلى التحسن
الكبير في انتقال المادة. تعتبر تقنية فعالة وهي
الأكثر مناسبة لطلاء المادة الركيزة (الترسيب
الفيزيائي بالبخار PVD، الترسيب الكيميائي
بالبخار CVD)، تعديل تركيب المادة الركيزة و
تعديل التركيب الكيميائي وهيكلة المادة الركيزة
[8-13]. تعتبر تقنية الطبقة المميعة أداة
فعالة جداً لمعالجة الفلزات والسبائك ببدائل
النظام المتعددة، كما هو موضح في شكل (1)،
ليناسب كل الأنظمة والشروط والحالات
لأفضل الخواص.

لتطبيق تقنية الطبقات المميعة، في عمليات
هندسة الأسطح الحرارية الكيميائية (ه س ك
ح) ، تقابلنا بعض المشكلات. هذا البحث
يراجع ويناقش هذه التقنية ومشاكلها مثل
ظواهر التحت والتكتل، انتقال المادة والحرارة،
وتشوّه الأجزاء الهندسية المعالجة وخصوصاً
الأشكال المعقدة أثناء عمليات التصنيع مثل
عمليات المعالجة الحرارية.



شكل (1): متغيرات تقنية الطبقات المميعة لمعالجة الفلزات والسبائك.

1- المعالجة السطحية الحرارية

الكيميائية (ه س ك ح) للفلزات والسبائك هذه العملية جزء من (ه س) وتشمل الانتشار الحراري لإدخال ذرات الفلز أو غير الفلز في سطح المادة لتعديل كيميائية السطح والبنية المجهرية لهذا السطح. والتي تعرف بعملية (ه س ك ح) عند درجات حرارة منخفضة تستخدم للحفاظ على بعض الخصائص المرغوبة مثل قوة منع التآكل للصلب الذي لا يصدأ. عملية (ه س ك ح) عند درجة حرارة منخفضة للصلب الذي لا يصدأ الأوستينيتي يمكن إجراؤها بكفاءة شديدة في أفران طبقات مميعة [1، 8، 14، 15].

عملية (ه س ك ح) تجري في وسط جامد، سائل، أو غاز. غالباً يتضمن الآلية تحلل الجامد، السائل أو الغاز وانفصال جزيئات الغاز لتكوين الذرات الناشئة، امتصاص الذرات ثم انتشارها في الهيكل (شبكة) الفلزي، تفاعلها مع المادة الركيزة لتعديل طور أو تكوين طور جديد. العمليات الأساسية تشمل التتردة، الكربنة و ما ينتج عن تجمعها. عمليات (ه س ك ح) تشمل عمليات أخرى مثل البورنده (بورون)، الألمنة (ألومنيوم)، الكرمنة (كروميوم) Chromizing، وغير ذلك.

التتردة هي عملية (ه س ك ح) الأساسية وعملية فيريتيك نيتروكربنة تمثل العملية

الرئيسية لتقنية تعديل السطح. تتمخض العملية عن إدخال النيتروجين في سطح الصلب ومازال في حالة الفيريتيك. يبلغ سمك الطبقة المعدلة قرابة 200-300 ميكروميتير ويمكن أن تصل إلى 600 ميكروميتير [1].

يكتسب السطح زيادة في الصلادة، مقاومة البري، وتحسن في مقاومة التآكل وزيادة في عمر الكلل. تقنيات التتردة المتاحة هي [16، 17]:

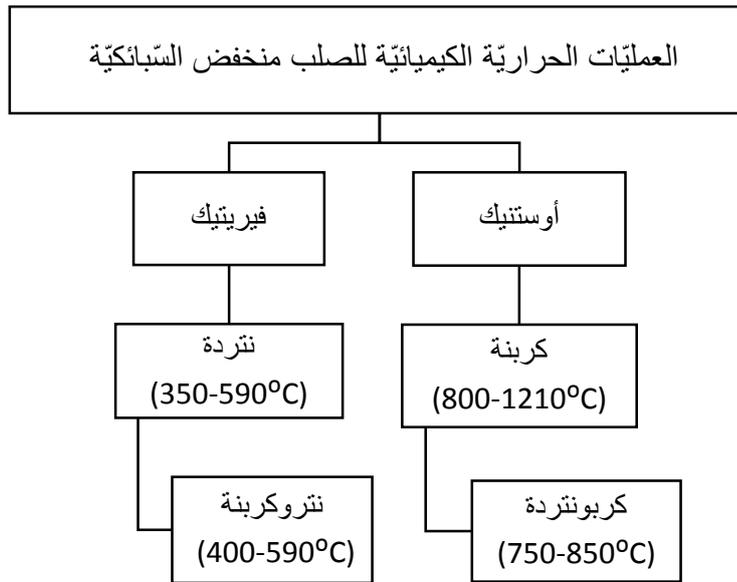
التتردة بالغاز (550 – 580 درجة مئوية) وتنفذ على أفضل صورة في الطبقات المميعة، نتردة الأملاح السائلة (حمام ملح مصهور 565 درجة مئوية)، نتردة أيون البلازما، نتردة الليزر و نتردة غرس أيون الشعاع. تطبق التتردة بصفة عامة في الصلب الكربوني، الصلب منخفض السبائك، صلب العدة، الصلب الذي لا يصدأ والحديد الزهر. التتردة تطبق أيضاً في الفلزات والسبائك غير الحديدية مثل: Ti، Zr، Mo، W، Ta، Nb، Al. في عملية النيتروكربنة (النيتروكربنة الفيترية) يتم إدخال النيتروجين والكربون لسطح الصلب في حالة الفيريت عند درجة حرارة 500-580 درجة مئوية. التصنيف العام لعمليات (ه س ك ح) و الذي يشمل نيتروجين و/ أو كربون موضح في شكل (2) [18].

الكربنة هي إثراء للطبقات السطحية من الصلب أو أي سبائك أخرى بالكربون عند

ساعات. البورنדה تحسن مقاومة البري، وتحسن مقاومة التآكل ومقاومة الأكسدة عند درجة حرارة تصل إلى 850 درجة مئوية. في حالة الكرملة (من الكروميوم) فإن الطبقة السطحية للسبيكة يتم إثراؤها بالكوروميوم. وعمليات الانتشار مثل الكرملة يمكن إجراؤها بطبقة (عبوات المسحوق)، الحمام الملحي أو الطبقات المميعة. الكرملة عادة ما تدمج في معالجة من خطوتين مع التتردة، التتروكربنة أو البورنדה. يوفر الانتشار الكيميائي الحراري مجموعة متنوعة من تقنيات تعديل السطح و التي تتطور باستمرار معتمدة على حجم القطعة المعالجة و هيكلها، التركيب الكيميائي للمادة، متطلبات الأداء (الخدمة العملية)، و اقتصاديات العملية [8].

درجات حرارة مرتفعة نسبياً تبلغ 900-950 درجة مئوية. الكربونتردة هي عملية حيث يضاف مصدر النيتروجين إلى الغلاف الجوي الكربوني وينتج عنه إضافة الكربون والنيتروجين إلى سطح السبيكة، مع عدم الخلط بينها وبين النيتروكربنة. عادة ما تكون العملية من خطوتين يتم إجراؤها عند درجة حرارة 800 – 940 درجة مئوية في بيئة من الكربون و النيتروجين و يعقبها عملية تقسية (طش). لتحسين المتانة، يتبع التقسية بخطوة أخرى عند درجة حرارة منخفضة (التلطيف) لإزالة الإجهادات.

في عملية البورنדה (من البورون) فإن الطبقة السطحية للمادة تكون مشبعة بالبورون. في حالة الصلب يتم إجراؤها عند درجة حرارة 840 – 1050 درجة مئوية لمدة تصل إلى عشر



شكل (2) : عمليات المعالجة الحرارية الكيميائية المتضمنة للنيتروجين و الكربون .

2- المعالجة الحراريّة الكيميائيّة لأسطح

الفلزات والسبائك عند درجات حرارة

منخفضة:

عمليات (ه س ك ح) مثل التّرددة و الكربنة تستخدم في تقسيّة (زيادة صلادة) الصّلب الكربوني، الصّلب منخفض السبائكّيّة، صلب العدة و ذلك عند درجة حرارة 500 – 580 درجة مئويّة لمدة حوالي 36 ساعة (نتردة البلازما). عندما نقوم بنتردة الصّلب الذي لا يصدأ عند نفس درجات الحرارة والوقت فإننا نحصل على نتائج غير مرضيّة. الصّلب الذي لا يصدأ له مقاومة عاليّة للتآكل و ذلك لوجود الكروميوم (لتكون طبقة غنيّة بالكروميوم مستمرة خاملة على سطح الصّلب). نسبة الكروميوم لا تقل 10.5 % نسبة وزنيّة ذاتية في حالة جامدة. ولكن لها مقاومة ضعيفة للبري و الكلل. وإذا احتجنا إلى زيادة مقاومة ضد البري والكلل، فيجب حدوثه دون نقصان مقاومة التآكل. عند نتردة الصّلب الذي لا يصدأ فإن السطح المعالج يعاني من نقصان مقاومة التآكل نظراً لترسب كروميوم نتريد (Cr / Cr2 N). يمكن إنتاج سطح معالج عالي الصلادة للصلب الذي لا يصدأ بنفس القدرة العاليّة لمقاومة التآكل أو أعلى منها مقارنة بالصّلب الذي لا يصدأ الغير معالج إذا كانت درجة حرارة المعالجة عاليّة كفايّة لتنشيط انتشار ذرات النّيروجين و الكربون و منخفضة كفايّة لتجنب انتشار معتبر للكروميوم بما

يحافظ على نسبة الكروميوم دون تغيير في حالة الذوبان للجامد \ ذوبان في حالة جامدة (Solid solution) [8، 14، 19، 20]. التّرددة بالبلازما، زرع الأيونات، و التّرددة في طور الغاز يمثله الطّرق (التّقنيات) الثلاث المستخدمة لإنتاج طبقة أوستنيت ممتدة مشبعة بالنّيروجين. هناك دراسة [20] على الصّلب 316 L صلب لا يصدأ أوستنيتي للتّرددة في طور الغاز عند درجات حرارة منخفضة. المعلوم أن الأنواع الثلاثة الرّئيسيّة للصلب الذي لا يصدأ هي: الأوستنيتي، المارتزيتي، الفريتي، إضافة إلى النّوع المزدوج والنّوع الذي يزداد صلادة بالتّرسيب. الكروميوم هو المكون الرّئيسي لمقاومة التآكل في الصّلب الذي لا يصدأ.

ترسيب نتريد الكروميوم / كريد الكروميوم يستهلك ذرات الكروميوم في كتلة (شبكة) الصّلب. بالتّالي تنخفض نسبة الكروم الذائب الجامد و تنخفض مقاومة التآكل في هذه المنطقة (ظاهرة التّحسس) و تبلغ درجة الحرارة المستخدمة في عمليات (ه س ك ح) ذو الحرارة المنخفضة 300 – 450 درجة مئويّة. للحفاظ على مقاومة التآكل للصلب الأوستنيتي الذي لا يصدأ فإن عمليات (ه س ك ح) يجب أن تتم عند درجة حرارة أقل من 450 درجة مئويّة للتّرددة وأقل من 500 درجة مئويّة للكربنة. عمليات (ه س ك ح) عند درجات الحرارة المنخفضة للصلب الأوستنيتي الذي لا يصدأ تعتبر الأكثر أهميّة والأكثر دراسة (نتردة عند

والحرارة. خصائص الطبقات المميعة وتطبيقاتها لهذه العمليات تم مناقشتها وتحليلها من قبل عدة مؤلفين [8-13] على أساس أنها التقنية الأكثر فعالية. تعتبر مناسبة جداً لطلاء (التغطية بطبقة) الركيزة (الجسم الرئيسي للينة)، تعديل التركيب المجري للركيزة، وتعديل التركيب الكيميائي والتركيب المجري للركيزة. إن عمليات الترددة و الكربنة و العملية الهجين (إدخال النيتروجين و الكربون معاً في نفس الوقت في منطقة السطح من العينة) يمكن إجراؤها و فحصها في أفران طبقات مميعة عند الشروط المختلفة للعملية [9، 12، 15 - 17، 23 - 33]. يتزايد استخدام تقنية الطبقات المميعة في صناعة المعالجة الحرارية لارتفاع كفاءة الطاقة، زيادة التجانس الحراري و انخفاض وقت المعالجة [34]. مميزات الطبقات المميعة تشمل أيضاً دقة أكثر في تحكم العمليات ومرونة أكثر [35].

4.2 - المعالجة السطحية الحرارية

الكيميائية المميعة:

إن الصلب الأوستيني الذي لا يصدأ يعتبر أكثر أنواع الصلب استخداماً لمقاومته الممتازة للتآكل وخصائصه الجيدة للتشكيل، ولكن في نفس الوقت منخفض الصلادة وذو مقاومة ضعيفة للبري. المحاولات لزيادة صلادة السطح ومقاومة البري بالمعالجة السطحية أدت إلى تدهور مقاومة التآكل لنقص الكروم في الطبقة المصددة عندما تجري العملية في درجة حرارة 500 درجة مئوية. تجري المعالجة عند درجة

درجة حرارة منخفضة يتبعها كربنة عند درجة حرارة منخفضة). ونحصل على أسطح ذات صلادة عالية ومقاومة كبيرة للبري والتآكل (تحسين خواص الأسطح الاحتكاكية للصلب الأوستيني الذي لا يصدأ). إذن، فمن الممكن تحسين صلادة السطح للصلب الأوستيني الذي لا يصدأ دون تدهور مقاومة التآكل المرتفعة. عمليات (ه س ك ح) للصلب الأوستيني الذي لا يصدأ عند 400 - 450 درجة مئوية ينتج درجة صلابة للطور الأوستيني الممتد دون ترسيب كبريد الكروميوم/ نترويد الكروميوم [14، 21، 22]. عملية مختلطة (نتردة و كربنة مشتركين) [16] تم تطويرها في عملية واحدة بإدخال النيتروجين و الكربون في وقت واحد في شبكة الأوستينيت لتكوين منطقة مصددة تشتمل على طبقة نيتروجينية ممتدة للأوستينيت على قمة طبقة أوستينيت كربونية ممتدة. طبقة المعالجة الهجين أكبر سمكاً، أكثر صلادة و لها مقاومة أفضل للتآكل من الطبقات المنفردة. من الترددة أو الكربنة (تحت نفس الظروف) بما يعني وجود بعض التأثيرات التآزرية بين النيتروجين والكربون.

3- هندسة الأسطح المميعة للفلزات

والسبائك عند درجات الحرارة المنخفضة:

4.1 - عام:

إن استخدام أفران الطبقات المميعة في عمليات المعالجة، سواء كانت معالجة حرارية و/ أو هندسة الأسطح توفر عدة مميزات خصوصاً الخصائص الممتازة لانتقال المادة

تستخدم طبقات من مسحوقا نشطا تشمل أنظمة مثل غاز نشط كيميائياً مع طبقة من المواد الخاملة (غاز نشط كيميائياً CAG، و طبقة خاملة كيميائياً CIB) و طبقة نشطة كيميائياً CAB و غاز خامل كيميائياً CAG [41] ، [42] . العمليات المتضمنة تشمل الكربونتردة، النتروكربنة، الكربنة، البرنده، ... إلخ . طريقة الطبقة المميعة الجديدة التي تستخدم مسحوقا نشطا كيميائياً لتكوين سطح يسمح بالانتشار على أجزاء من صلب التراكيبات، وصلب العدة [41]. يمكن استخدامه لعمليات (ه س ك ح) المختلفة.

الطلاء وترسيب طبقة رقيقة (فيلم): توجد عمليات للطلاء وترسيب بالطبقات المميعة مثل الترسيب الفيزيائي بالبخار (PVD) والترسيب الكيميائي بالبخار CVD [10]. الطلاء بالطبقة المميعة، يشمل على سبيل المثال، الطلاء بالألومنيوم بواسطة (CVD) [2، 14] على صلب الأوستيني الذي لا يصدأ. في هذه العملية فإن الطلاء بالألومنيوم على الصلب الأوستيني الذي لا يصدأ يزيد المقاومة للبري والتآكل (تتكون طبقة سطحية من أكسيد الألومنيوم Al_2O_3) كذلك الطلاء في الطبقات المميعة للأجزاء المعدنية ببودرة البلاستيك الحراري (PVC or Nylon) [43]. طبقة البلاستيك تحمي ضد التآكل والتأثيرات البيئية. يطبق على أسطح الرفاصات في صناعة السفن. يمكن أن يكزن الطلاء بأنواع أخرى من البلاستيك (Thermosets) تتصلب بالحرارة،

حرارة منخفضة أقل من 500 درجة مئوية (400 – 500 درجة مئوية). التتردة (لانتشار النيتروجين، عند درجة حرارة أقل 450 درجة مئوية) والكربنة (لانتشار الكربون، عند درجة حرارة أقل 500 درجة مئوية) يمكن إجراؤها بكفاءة في أفران الطبقات المميعة عند درجة حرارة منخفضة [15، 27، 36، 37] لإنتاج أجزاء مقاومة للبري و التآكل. العمليات المتضمنة هنا التتردة الكربنة، التتردة-الكربنة معاً (معالجة هجين) ، التتردة الكربنة على التوالي (متعاقبة) . الطبقات المميعة هي الأكثر فعالية في تنفيذ العمليات. الطبقة الناتجة في استخدام الطبقات المميعة عند 450 درجة مئوية [38] لمعالجة L 316 صلب لا يصدأ ليست منتظمة السمك عند نفس شروط المعالجة. يزداد سمك الطبقة بزيادة وقت المعالجة. يلي التتردة والكربنة عملية الوريدنج [39]. تم دراسة الكربنة بالطبقات المميعة للصلب الملبد (صلب مسحوق عند درجات حرارة عالية) لفحص الخواص الميكانيكية و قوة السنفرة عند درجة حرارة 850 – 950 درجة مئوية [40].

4.3 – طبقة بمسحوق نشط، طلاء

وترسيب طبقة رقيقة (فيلم)، ونمذجة رياضية:

طبقة بمسحوق نشط: كما ذكرنا من قبل فإن تقنية الطبقات المميعة لها خصائص جذابة للاستخدام الفعال في عمليا (ه س ك ح) [34]. هناك طرق طبقات مميعة جديدة

الحرارة، عمق الطبقة المنتrede، ونسبة الأمونيا [46]. تم الحصول على قيم للصلادة (HV) في المدى 300 – 400 MPa. وكان مصدر الكربون هو الميثان CH₄، و مصدر النيتروجين هو الامونيا NH₃ (كربونتردة في الطبقات المميعة). خواص الطبقة المميعة تعتبر مناسبة جداً لهذا التطبيق.

النمذجة الرياضية لعملية الكربنة في الطبقات المميعة والتي بنيت على الديناميكا الحرارية وحركيات الكربنة، تم تطويرها للصلب منخفض السبائك [45]. الطبقات المميعة لها معدلات مرتفعة لانتقال المادة والحرارة. بني النموذج على قانون للانتشار الثاني لفكس (Fick's Law). والعملية التي تسمى (ه س ك ح) الجديدة للصلب في الطبقات المميعة [44] في مسحوقاً نشطاً كيميائياً مميعة بغاز حامل كيميائياً تم محاكته بالحاسب بواسطة نموذج عددي. نتائج CFD (ديناميكا الموائع الحسابة، د م ح) من محاكاة الحاسب تشمل توزيع درجات الحرارة وتوزيع كتلة غاز التمييع على مدى جدران العينات الموضوعة في الطبقات المميعة. النتائج كانت لعملية كربنة يتبعها فحص البنية المجهرية وقياس الصلادة للطبقة المكمربة المتكونة على صلب كربوني غير سبائي C22. ويمكن الحصول على تمييع الطبقة بالطريقة التقليدية بواسطة الغاز أو بالاهتزاز الميكانيكي [41].

Thermoplastic تلين بالحرارة). وعندنا أيضاً التغطية (الطلاء) بالنحاس البودرة وقطع حديد الزهر [44]. يوجد عملية طبقات مميعة جديدة هي (ه س ك ح) في نظام مسحوقاً نشطاً كيميائياً [45] مع غاز حامل كيميائياً. في مثل هذه الأنظمة توجد عمليات: كربنة، نيتروكربنة، كربونتردة، ألمنة، برندة، وغير ذلك. المحاكاة بالحاسب لهذه الأنظمة للصلب (كربنة C22 صلب كربوني) تعطي توزيع درجة الحرارة وتوزيع كتلة غاز التمييع على طول جدران العينة في الطبقة المميعة.

النمذجة الرياضية: النمذجة الرياضية والظروف المثلى لعملية الكربنة في الطبقات المميعة لصلب 1C 25 تم أخذها في الاعتبار لدراسة [46] تأثير عوامل ومتغيرات العملية [47] هذه المتغيرات تشمل درجة الحرارة، نسبة الأمونيا في وسط الكربنة، ... إلخ. تم الحصول على صلب له صلادة مرتفعة جداً ومقاومة للبري عن التفسية التقليدية والتلطيف (tempering) [40]. النمذجة الرياضية لعمليات (ه س ك ح) للطبقات المميعة ضرورة لتصميم العمليات والمحاكاة، ودراسة تأثير المتغيرات التقنية المختلفة. نمذجة عملية كربنة الصلب في الطبقات المميعة تستخدم في تصميم العمليات والتحكم في متغيرات العملية [48، 49] (كربنة صلبة مقود السيارة). النمذجة الرياضية المبنية على التجارب لعملية الكربنة في الطبقات المميعة في الصلب 1C 25 تم تطويرها لاختبار ثلاث متغيرات: درجة

4- المشاكل التي تواجه التشغيل

بالتَمييع لهندسة أسطح الفلزات والسبائك:

المشكلات المحتملة التي تواجه مناولة الأجزاء الهندسيّة بالتَمييع تتركز في أربع: تحت الحبيبات المميّعة، ظاهرة تكتل الحبيبات وفقدان التَمييع، عمليّات انتقال المادّة والحرارة، وتشوّه الأشكال المعقّدة، مثل التّروس، أثناء عمليّات المعالجة الحراريّة.

1.5 - ظاهرة تحت الحبيبات المميّعة:

برغم الخصائص الممتازة لنظم الطّبقات المميّعة، إلا إنها تعاني من بعض المشاكل التي لا مفر منها مثل تحت الحبيبات المميّعة. وظاهرة التّحتت هذه تؤدي إلى تدهور أحجام الحبيبات بفعل تأثير القوى الفيزيائيّة، الميكانيكيّة، الحراريّة، والكيميائيّة. ينتج عن هذا التّحتت نقصان في حجم الحبيبات، تغير في توزيع حجوم الحبيبات وتكون ناعم (تراب) بحجم أقل من 45 ميكروميتر. التّغير في حجم الحبيبات يؤثر على أهم عامل في التّصميم في نظم الطّبقات المميّعة ألا وهو السّرعَة الحرّجَة في التَمييع. كذلك يؤثر على هيدروديناميكا الطّبقة وعلى عمليّات الانتقال (انتقال المادّة والحرارة) [50]. تحت الحبيبات وما يعقبها من تغيرات يزيد من معامل انتقال الحرارة وبالتالي معدّل انتقال الحرارة [51] والسّلوك الحراري للطبقة. وهذا سيؤثر على أداء العمليّات التي تجري في الطّبقات المميّعة مثل عمليّات المعالجة الحراريّة وهندسة الأسطح.

2.5 - تكتل (كلعكة) الحبيبات :

الظاهرة الأخرى هي تكتل الحبيبات وتأثيرها ومشكلة انعدام التَمييع جزئياً/ كلياً. هذا التكتل قد يكون نتيجة وجود مركبات أملاح فلزيّة ذو درجة انصهار منخفضة أو قوى جاذبة ومجمعة للحبيبات (قوة فاندرول) والتي تسود في حجم حبيبات أقل من 100 ميكروميتر و خصوصاً أحجام أقل من 45 ميكروميتر التي تنتج من عمليّة التّحتت. القوى الرّابطة للحبيبات مثل قوة فاندرول القوى الكهروستاتيكيّة تعتبر الأسباب الرّئيسيّة لضعف عمليّة التَمييع لهذه المساحيق النّاعمة. الأداء الحراري للطبقات المميّعة يتدهور كثيراً في حالة فقدان التَمييع جزئياً/ كلياً وبالتالي تؤثر كثيراً بالسّلب على عمليّات (ه س ك ح) وخصوصاً الأشكال المعقّدة مثل التّروس.

3.5 - عمليّات الانتقال :

المشكلة مع انتقال المادّة والحرارة تتلخص في تنوع وكثرة الظروف والشّروط والحالات بما ينتج عنه تعدد وتشعب العلاقات التجريبيّة. وتزداد حدة المشكلة عندما تتغير ظروف التَمييع وهيدروديناميكا الطّبقة نتيجة ظواهر التّحتت والكلعكة. تأثير عدم انتظام معدّلات نقل الحرارة قد يسبب تشوّه في الأشكال الهندسيّة المعالجة. تأثير عدم انتظام معدّلات انتقال المادّة قد يسبب عدم انتظام تركيب وسمك طبقة الغطاء. كذلك فإن المشكلة أيضاً اعتماد عمليّات الانتقال هذه بشدة على متغيرات التَمييع وهيدروديناميكا الطّبقة [53]. وبالتالي فإن الفهم الدّقيق و العميق لعمليّات

الكربونتردة، والتي تتم عند درجة حرارة أعلى من 900 درجة مئوية، لزيادة صلادة سطح التروس، ولكن في المقابل فإن التردد تتم عند درجة حرارة 400 - 650 درجة مئوية مما يجعلها تبدو كعملية خالية من التشوه [60]. الإقلال من تشوه التروس إلى الحد الأدنى أثناء عمليات المعالجة الحرارية [61] يمكن الحصول عليه بالانضباط الدقيق والتحكم الصارم والعمليات الحرارية التي هي أساس التشوه. يمكن إطالة العمر التشغيلي للتروس بتقليل التشوه إلى الحد الأدنى أثناء عملية المعالجة الحرارية [56]. من المنتظر عدم وجود حدة العملية الحرارية (الصدمة الحرارية) مع عملية التردد لحدوثها عند درجات حرارة منخفضة. والمعلوم أن العمليات الحرارية تظهر عملية التشوه الخفي.

المناقشة (Discussion): تطبيق تقنية

الطبقات المميعة في عمليات (ه س ك ح) يعطي مميزات كثيرة مما يجعل أفران الطبقات المميعة الأكثر كفاءة في تنفيذ هذه العمليات. بالرغم من هذه المميزات، فإن الطبقات المميعة تعاني من بعض المشاكل مما قد يجعلها أقل كفاءة في تنفيذ العمليات. هذه المشاكل موضحة في الجدول المرفق، الذي يبين أنها مترابطة ومتداخلة. وهذه المشاكل هي تحت الحبيبات، تكتل الحبيبات، انتقال المادة والحرارة، وتشوه القطع المعالجة وخصوصاً الأشكال المعقدة.

الانتقال مهم جداً لتصميم و تشغيل نظم الطبقات المميعة وكفاءة أدائها [54]. التغيرات في معدلات انتقال المادة و الحرارة نتيجة التحت و التكتل يمكن أن يؤثر تأثيراً جسيماً على أداء عمليات (ه س ك ح) [51، 55].

4.5. تشوه الأشكال المعقدة أثناء عمليات

التصنيع مثل المعالجة الحرارية :

غالباً ما يتم تشوه في الأشكال المعقدة مثل التروس (تغير في الشكل والمقاسات) أثناء عمليات التصنيع وخصوصاً عمليات المعالجة الحرارية [56]. هناك عوامل كثيرة تؤثر في تشوه التروس [57]. وتشمل هذه العوامل: المتغيرات المرتبطة بعملية المعالجة الحرارية، والمرتبطة بالأجزاء المعرضة للتشوه. المفروض أن خصائص انتقال الحرارة الممتازة للطبقات المميعة تمنع حدوث التشوه أو على الأقل تجعله قرب الصفر. ولكن هذا ليس الحال دائماً. أحياناً، يصيب خصائص انتقال الحرارة بعض الضعف أو الضرر لتغير هيدروديناميكا الطبقة نتيجة لتأثير تحت الحبيبات [54]. كذلك الكلكعة/ فقدان التميع جزئياً أو كلياً، يمكن أن تؤدي إلى تغيرات حادة (جسيمة) في خواص الطبقة [58، 59]. هذه التأثيرات تسبب تغيرات في الخواص الحرارية في الطبقة، مما يؤدي إلى بعض التشوه البسيط (درجة التشوه حسب حدة التغيرات الحرارية). وبالتالي فإن دقة وحدة التحكم في الحرارة مطلوب في العمليات الحرارية للطبقات المميعة للحد من/ أو تجنب التشوه. تستخدم عملية الكرينة أو

جدول 1 : المشاكل التي تواجه التّشغيل المميع لهندسة الأسطح في مجال الفلزات و السبائك

المشكلة / الخاصية	تعريف المشكلة	التأثيرات	نهج الحل
1- تحت الحبيبات	تدهور حجم الحبيبات	نقصان حجم الحبيبات، زيادة في عدد الحبيبات، تغير في توزيع حجوم الحبيبات، زيادة في المحتوى من الناعم.	لا بد منه (لا يمكن منعه) ، التّحكم فيه من خلال الفحص الكمي ونماذج رياضية أساسية معقدة .
2- تكتل الحبيبات	التصاق الحبيبات مع بعضها البعض لتكوين كتل أكبر.	فقدان التّميع جزئياً أو كلياً، إحلال مادة الطبقة.	استخدام درجة حرارة منخفضة، استخدام الطّفلة لتغليف الحبيبات، تجنب المركبات القلوية منخفضة الانصهار، تجنب استخدام الحبيبات الناعمة و الناعمة جداً، التّحكم من خلال استخدام النماذج الرياضية.
3- انتقال المادة والحرارة	زيادة / نقصان في كفاءة انتقال المادة والحرارة بسبب التّحت / التكتل.	زيادة في معدّلات انتقال المادة و الحرارة بسبب التّحت و نقصان بسبب التكتل.	استخدام سرعات عالية للتمّيع، الخلط الشّديد للحبيبات، التّحكم من خلال النّمدجة الرياضية.
4- تشوّه الأشكال المعالجة، خصوصاً الأشكال المعقدة	تغير في الشّكل والمقاسات.	انخفاض في كفاءة التّشغيل، وتأثيره على العمر التّشغيلي للقطع.	استخدام درجات حرارة منخفضة للتقسية (الطّش) تدرج حراري مناسب، التّحكم من خلال النّمدجة الرياضية، وتوفير معدّلات عالية لانتقال الحرارة.

كمثال لتحتت النّافورة (أعلى الموزع) ،
توجد علاقة تجريبية كما هي في المعادلة رقم
(1):

$$\eta = 7.81 \times 10^{-7} \alpha$$

$$\beta d_h^{1.131} U_{hj}^{0.55} (\rho_j U_{hj}^2)^{1.635} \left(\frac{U_g - U_{mf}}{U_{mf}} \right)^{0.494}$$

(1)

حيث η تمثل كفاءة الطّحن (سطح
الحبيبات الجديد الذي تولد نتيجة التّحتت
لكل كتلة من غاز التّحتت)، α ، β عوامل
تجريبية: α تعبر عن تأثير خواص الحبيبة
(معامل المواد الصّلبة)، β تعبر عن شكل
الفتحة (معامل الشّكل)، d_h قطر الفتحة في
الموزع، U_{hj} سرعة الغاز خلال فتحة الموزع،
 ρ_j كثافة المائع، U_g سرعة الغاز، U_{mf}
السّعة الحرجة للتمّيع .

وهناك معادلة أخرى تعطي معدّل التّحتت
والمكون من التّحتت الناتج من تأثير الفقاعات
والتّحتت الناتج من النّوافير أعلى الموزع، وهذه
المعادلة هي رقم (2) [65]:

$$R_t = K_1 \left[\gamma (U - U_{mf}) \cdot \frac{W}{D} \right] +$$

$$K_2 [n_{or} \cdot d_{or}^2 \cdot U_{or}^2]$$

(2)

حيث K_1 ، K_2 ثوابت معدّل التّحتت و دالة
لخواص الحبيبات، $K_1 \approx 10^{-5}$ للمواد

مشكلة التّحتت لا مفر منها ولكنه من
الممكن التّحكم فيها في حالات معينة خلال
الدّراسة الكميّة الشّاملة والقياس والفحص
بالاشتراك مع نمذجة رياضية أساسية معقدة
شاملة. التّحكم سيكون صعباً مع المواد
الضعيفة سهلة التّففت. تتدرج حدة تحتت
الحبيبات من الأقل إلى الأشد حدة كالاتي:
درجة حرارة الغرفة، درجات حرارة عالية،
حدوث تفاعل كيميائي. وبالتالي فإن أشد
الظروف لحدوث تحتت الحبيبات (معدّلات
تحتت عالية) هي: درجات حرارة عالية مع
حدوث تفاعل كيميائي بالإضافة إلى سرعات
تمّيع عالية، درجة عالية من خلط الحبيبات
والغاز، وكذلك خواص مواد الحبيبات ووجود
حواجز داخلية وأجهزة دوامات ونوافير الموزع.
و كل هذا يجعل التّحكم في التّحتت صعب
جداً [49، 62، 63]

بالنسبة للنّموذج الرياضيّة، فكانت هناك
محاولات كثيرة لوصف ومحاكاة واستنتاج
عملية التّحتت بعلاقات كثيرة ونماذج رياضية
كنهج وطريق للتحكم في عملية التّحتت. بعض
النّماذج تعتبر التّحتت عند نقاط مختلفة من
أنظمة التّميع (طبقات مميعة بفقاعات،
طبقات مميعة دوارة): الموزع، النّوافير بعد
الموزع، جهاز الدّوامات و مصدات و حواجز،
الطبقة المميعة، خطوط النّقل، عمود ترتفع
فيه الحبيبات المميعة عند سرعات عالية... إلخ
[64].

الحرارة المرتفعة والتوصية باستخدام أقل درجات حرارة ممكنة. الثالث بتجنب وجود مركبات أملاح قلووية ذات درجة حرارة انصهار منخفضة وأي مواد لاصقة (لزجة) والتي تعتمد على النظام الحراري لأفران الطبقات المميعة و طبيعة الحبيبات المميعة التي لا تتفاعل. الرابع هو التشغيل عند سرعات غاز عالية ودرجة خلط عنيفة للحبيبات المميعة إن كان في الإمكان. هذه الأربعة احتياطات (المحظورات) يمكن أن تؤدي إلى الحد الأدنى من استبدال مادة الطبقة [68]. الفحص الحسابي لظاهرة تكتل الطبقات المميعة بواسطة تقنية CFD-DEM/PBM (ديناميكا الموائع الحسابية - طريقة العناصر (الحبيبات) المنفصلة / نموذج اتران جموع الحبيبات) يكون مناسب فقط في المراحل الأولى (المبكرة) للتكتل [58]. إن آلية ومنع التكتل / عدم حدوث التمييع أثناء اختزال خامات الحديد في الطبقات المميعة تم مناقشته [59]. ونحن بحاجة لخواص انتقال حرارة ممتازة للطبقات المميعة لتكون خطوات وعمليات حرارية سريعة ودقيقة. في حالة وجود عدم كفاية لهذه الخواص محلياً / كلياً فإن ذلك يسبب مشاكل حرارية مما يؤثر على كفاءة العملية. معامل انتقال الحرارة و بالتالي معدل انتقال الحرارة يزيد بنقصان حجم الحبيبات و شدة خلط الحبيبات [69]. هيدروديناميكا الطبقة وقوة انتقال الحرارة تتأثر بشدة بظواهر التكتل والتكتل.

الضعيفة، و 10^{-6} للمواد الصلبة، و 10^{-7} للحبيبات الصلبة جداً، $K2 = 10^{-5}$ لحبيبات الرمل، و W وزن الطبقة، و D قطر الطبقة، d_{or} قطر الفتحة، U_{or} سرعة الفتحة، n_{or} عدد الفتحات، U سرعة التمييع، U_{mf} السرعة الحرجة للتمييع، γ معدل غاز الفقاعات و هي دالة عدد أرشيميدس، معادلة (3) [65]:

$$\gamma = 2.27 Ar^{-0.21}, \quad Ar = d_p^3 (\rho_p - \rho) \rho g / \mu^2 \quad (3)$$

حيث d_p قطر الحبيبات، ρ_p كثافة الحبيبات، ρ كثافة الغاز، g عجلة الجاذبية، μ لزوجة الغاز. وهناك نماذج رياضية أخرى لتحت الحبيبات [66، 67] تم تطويرها لتحسين فهم تحت النوافير من الموزع واستنتاج توزيع حجوم الحبيبات في نظم الطبقات المميعة مع التغيير في ظروف التشغيل. بالنسبة لمشاكل التصاق الحبيبات وتكتلها، فيحدث هذا الالتصاق والتكتل بما يعطي أحجام كبيرة يجعل الغاز والفقاعات غير قادرة على حملها وبالتالي تفقد الطبقة خاصية التمييع وكافة مميزاتها. هذه المشاكل تمتد إلى التشغيل وقد تؤدي إلى توقف خط الإنتاج وكذلك مشاكل اقتصادية. يمكن الوصول إلى التحكم في عملية التكتل عبر 4 طرق. الأول بتجنب استخدام الحبيبات الناعمة في الطبقة (أقل من 100 ميكرومتر وبالأخص أقل من 45 ميكرومتر). الثاني تجنب التشغيل عند درجات

اختزال التشوه الكامن (تشوه قرب الصفر) بسبب التشغيل عند درجات حرارة منخفضة. وللحصول على تشوه قرب الصفر نحتاج إلى درجات حرارة منخفضة متحدة مع معدلات حرارية سريعة (تسخين وتبريد) وكذلك تجانس حراري تام كما يضمن ذلك التشغيل في طبقات مميعة. كما نحتاج أيضاً خطوات معالجة حرارية تحت التحكم (دقيقة وحادة). متغيرات الطبقة المميعة مثل: سرعة عالية لغاز التميع، وأحجام حبيبات صغيرة نسبياً، يجب أن يتم اختيارها بعناية. كذلك الاستخدام الجيد لقوة التقيسية (الطش) للطبقات المميعة [72] والتي تعتمد على حجم الحبيبات، مادة الحبيبات، تركيب غاز التميع، سرعة غاز التميع، درجة حرارة الطبقة، وطريقة ترتيب الأجزاء المعالجة في الطبقة. المشكلة الرئيسية في المعالجة الحرارية هي مشكلة التحكم في التشوه وخصوصاً المرتبطة بعملية التقيسية (الطش). العوامل المختلفة التي تؤثر على تشوه التقيسية والشخ في الصلب تشمل سلوك تحول الأطوار في الصلب، كمية الأوستونيت المتبقية، وسط التقيسية واختيار الطريقة، حدة التقيسية، وانتظام التقيسية على القطعة. هذا التحكم يكون من خلال استخدام CFD في تصميم نظام التقيسية [73]. والتحكم في تشوه المعالجة الحرارية مهم ويمكن للتشوه أن يكون حد أدنى بالتحكم في الانحدار/ التدرج مثل التدرج الحراري.

الخلاصة (Conclusion):

خصائص انتقال المادة الممتازة للطبقات المميعة لها أهمية كبرى خصوصاً في عمليات التغطية بطبقة مثل التغطية الفيزيائية بالبخار (دون تفاعل كيميائي) PVD، والتغطية الكيميائية بالبخار (بتفاعل كيميائي) CVD، هذا بالاتحاد مع الخواص الحرارية الممتازة. ذلك يعطينا طبقة تغطية (طلاء) منتظمة السمك والتركيب. غير ذلك سيعطي طلاء غير منتظم السمك والتركيب بالإضافة إلى عيوب أخرى.

يعتمد التشوه في الأشكال المعالجة، وخصوصاً الأشكال المعقدة، على عدة عوامل مثل مدى تعقد الشكل المعالج، متغيرات ومراحل عملية المعالجة الحرارية وخصوصاً العمليات الحرارية منها، وكذلك تحول الأطوار. كل هذا يسهم في حدوث التشوه. وهناك برنامج حاسب آلي تجاري DANTE [70] لفحص ودراسة بعض أمثلة من عيوب المعالجة الحرارية. هذه العيوب تكون غالباً بسبب الإجهادات الحرارية الشديدة وإجهادات تحول الأطوار. هناك ضرورة لنمذجة المعالجة الحرارية لتصميم التروس للإقلال من احتمال حدوث عيوب المعالجة الحرارية [70]. النمذجة والمحاكاة على الحاسب الآلي للمعالجة الحرارية للتروس للتنبؤ بالتشوه سيساعد في الإقلال من التشوه [71]. بالرغم من التغير البسيط نسبياً في المقاسات أثناء التردد، فإن التردد يمكن اعتبارها عملية خالية من التشوه [1]. عملية التردد تؤدي إلى

المميزة للتميع. وقد تؤدي إلى تعطل خط الإنتاج وخسارة اقتصادية فادحة. عمليات انتقال المادة والحرارة قد تتضرر كثيراً نتيجة ظواهر التحت والتكتل. مشكلة التحكم في التشوه للأجزاء الهندسية المعالجة يجب أن تحل خلال المحاكاة بالحاسب الآلي، والتحليل والتصميم. عملية التقيسة عند درجات حرارة منخفضة (مثل عملية النترية) يمكن أن تعطي تشوه قرب الصفر. الدراسة الكمية الشاملة والنمذجة والمحاكاة باستخدام الحاسب هي الطريق للتحكم وحل المشكلات شريطه أن تكون النمذجة أساسية نظرية.

المراجع (References):

1. F.Czerwinski, 2012. Thermochemical treatment of metals, Ch. 5 from the book: Heat treatment- conventional and novel applications, Intech., pp.73-112.
2. P. Dearnley, 2017. Introduction to surface engineering, 1st. ed., Cambridge University press.
3. K.N.Strafford, 2018. *Surface Engineering: processes and applications*. Routledge.
4. I.Hutchings and P. Shipway, 2017. Tribology, 2nd. ed., Elsevier Ltd., pp. 237-281.
5. S.A.Meguid, ed., 1990. Surface engineering, 1st ed., Springer Science.

المشكلات التي تواجه التشغيل المميع لهندسة الأسطح للمكونات الفلزية يمكن أن تكون خطيرة جداً. المشكلات التي تم التركيز عليها هي: تحت الحبيبات المميعة، تكتل الحبيبات، عمليات انتقال المادة والحرارة وتشوه الأشكال الهندسية المعقدة أثناء عملية التصنيع (مثلاً تصنيع التروس). هذه المشكلات تأثيرها متبادل فيما بينها، نواتج ظاهرة التحت تؤدي إلى تغير هيدروديناميكا الطبقة وبالتالي كفاءة الأداء. كذلك تحسن كثيراً في انتقال الحرارة. ظاهرة التكتل قد تؤدي إلى فقدان التميع جزئياً / كلياً وبالتالي فقدان الخواص

6. O. O. Abegunde, E Akinlabi O. P. Oladijo , S. Akinlabi, A. U. Ude, 2019. AIMS Material Science, 6(2), 174.
7. S. S.Hosmani, P.Kuppusami, R. K. Goyal, 2014. An introduction of surface alloying of metals, Springer.
8. E.J.Mittemeijer, & M.A.J.Somers, 2015. Eds.) Thermochemical surface engineering of steels. Woodhead Publishing. (Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering; No. 62).
9. W.M.Gao,L.Kong and P.D.Hodgson, 2014. Fluidized bed heat treating equipment, ASM Handbook, Vol.4B, steel heat treating technologies, ASM International.

10. C. Vahlas, B. Caussat, P. Serp and G. N. Angelopoulos, 2006. *Materials Science & Engineering R: Reports*, 53(1-2),1.
11. D.N.Tsipas and Y. Flitris, J. *Material Science*, 2000, 35(21),pp 5493-5496.
12. T. L. Christiansen and M. A. J. Somers, 2019. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, 580, p. 012016
16. A.Triwiyanto, 2010. hybrid process of low temperature nitriding-caburizing for austenitic stainless steel, M.Sc. degree, International Islamic University, Malaysia.
17. A.Baclea, S.Dobrovici & N.Cazacu, 2008. *The Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science*, 31(1), pp. 98-102.
18. Y.Wei, 2013. Simulation, optimization and development of thermochemical diffusion processes. *Doctor of Philosophy Thesis, Worcester Polytechnic Institute*.
19. R.P.Cardoso, M. Mafra & S.F.Brunatto, 2016. Low-temperature Thermochemical Treatments of Stainless Steels—An Introduction. Ch.4 in: *Plasma Science and Technology-Progress in Physical States and Chemical Reactions*, IntechOpen, pp.107-130
20. D. Wu, 2013. Low temperature gas-phase nitriding and nitrocarburizing of 316L
13. K.Funatani, *La Metallurgia italiana*, 2006, 2, pp.67-73.
14. A. Triwiyanto, P. Husain, E. Haruman and M. Ismail, 2012. Ch.14 in the book: *Corrosion Resistance*, Intec., pp.317-338.
15. E.Haruman, Y.Sun, A.Triwiyanto, Y.H.P. Manurung and E.Y. Adesta, 2011. *J.Mater.Eng. and performance*, 21(3), pp. 385-394.
- Austenitic stainless steels, Ph.D. Thesis Case Western Reserve University).
21. A.Triwiyanto, P.Hussain, & M.C.Ismail, 2013. Microstructure and nanoindentation characterization of low temperature hybrid treated layer on austenitic stainless steel. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing, Vol. 46, No. 1, p. 012043.
22. A.Triwiyanto, P.Hussain, & M.C.Ismail, 2011. Elemental analysis of treated layers on stainless steel after low temperature hybrid thermochemical treatments, *National Postgraduate Conference*, IEEE, pp. 1-4.
23. M.S.Adenan, S.U.Zainal, & E.Haruman, 2019. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), pp. 5845-5849.
24. A. Karl and C. Beamer, 2016. *Intern. J. Materials and Manufacturing*, 9(3), pp.679-684.

25. J.L.Dossett and G.E.Totten, 2014. Heat Treating of irons and steels: vol.4D, ASM Handbook, Heat treated high alloy steels, ASM International.
26. E. Haruman, Y. Sun, A. Triwiyanto, Y. H. P. Manurung and E. Y. Adesta, 2011. High Temp.Mater. Proc., 30(1-2), pp.23-29.
29. E.Haruman, Y.Sun, H.Malik, A.G.E.Sutjipto, S.Mridha, & K.Widi, 2006. Low temperature fluidized bed nitriding of austenitic stainless steel. In *Solid State Phenomena*, Trans Tech Publications Ltd., Vol. 118, pp. 125-130.
30. E.Boztepe, A.C.Alves, E.Ariza, L.A.Rocha, N,Cansever, & F.Toptan, 2018. *Surface and Coatings Technology*, 334, pp.116-123.
31. R.Karadas, O.Celik, & H.Cimenoglu, 2011. Low temperature nitriding of a martensitic stainless steel. In *Defect and Diffusion Forum*, Trans Tech Publications Ltd., Vol. 312, pp. 994-999.
32. D.Pye, 2003. *Practical nitriding and ferritic nitrocarburizing*. ASM international, Chs.1&10.
33. M.I.Neacsu & S.Dobrovici, 2017. Mathematical Modeling and Optimization of Fluidized Layer Carbonitriding Process for 1C 25 Steel. In *Advanced Materials*
27. D.Fabijanac, G.Kelly, J.Long, & P.Hodgson, 2005. A nitrocarburising and low-temperature chromising duplex surface treatment. In *Materials forum*,IMEA, Vol. 29, pp. 77-82.
28. A. Triwiyanto, E. Haruman, M. Bin Sudin, S. Mridha and P. Hussain, J. 2011. Applied Sciences, 11, 1536-1542. *Research*), Trans. Tech Publications Ltd., Vol. 1143, pp. 180-187.
34. T.Babul & N.Kucharieva, 2014. *International Journal of Microstructure and Materials Properties*, 9(1), pp.50-59.
35. H.Bodhanwalla & M.Ramachandran, 2017. REST, J. on Emerging Trends on Modeling and Manufacturing, 3(1), pp.17-20.
36. Anon., 2017. Nitriding in fluidized bed reactors at low temperatures, Heat Treating Society, ASM International, March.
37. E.Haruman, Y.Sun, A.Triwiyanto, Y.H.Manurung, & E.Y.Adesta, 2012. *Journal of materials engineering and performance*, 21(3), pp.388-394.
38. A.Triwiyanto, P.Husain, E.Haruman, & M.Ismail, 2012. Low temperature thermochemical treatments of austenitic stainless steel without impairing its corrosion resistance in *Corrosion resistance*, INTECH, Ch.14, pp. 318-336.

39. M.Kulka, 2019. Current trends in boriding: Techniques: Springer Nature, Switzerland.
40. M.Marin, F.Potecaşu, E.Drugescu, O.Potecaşu & P.Alexandru, 2011. *The Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati. Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science, 34(3)*, pp.53-57.
43. From the 23rd.IFHTSE Congress, Georgia,USA, ASM International.
44. T.P.Anh, & H.P.T.Thanh, 2020. Application of Fluidized Power Coating for Propellers. In *CIGOS, Innovation for Sustainable Infrastructure*, Springer, Singapore, pp 355-360.
45. W.S. Aboud, 2015. Intern.J. new techniques in science and engineering, 2(2), pp.48-52.
46. T.Babul, A.Ciski & P.Oleszczak, 2014. *Advanced Materials Research*, Trans Tech Publications Ltd., Vol. 902, pp. 82-87.
47. D.Dragomir, L.Druga, & L.Adomnica, 2006. The mathematical modeling of the fluidized bed carburizing. *Tratamente Termice siin Ingineria Suprafetelo ISSN, 1221, 5678*, in the 1st. intern conf. on mathematical modeling and computer simulation of metal technologies, pp.132-139.
41. A.Ciski, T.Babul, K.Lankiewicz, Z.Obuchowicz & P.Šuchmann, 2014. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 62(2)*, pp.81-87.
42. A.Ciski, T. Babul, K. Lankiewicz, J. Nižňanská and P.Šuchmann, 2016. Procds.
48. M.I.Neacşu, S.Dobrovici, 2016. Annals of the University Dunarea de Jos of Galati: Fascicle IX, Metallurgy & Materials Science. Vol. 34 Issue 3, p.14-15. 5p.
49. M.Szota & J.Jasinski, 2010. Modeling carbonizing process in fluidized bed. In *EPJ Web of Conferences*, EDP Sciences, Vol. 6, p. 19001
50. J.Jasinski, M.Szota & L.Jeziorski, 2008. *Archives of Materials Science and engineering, 32(2)*, pp.103-108
51. C.L.Lin, & M.Y.Wey, 2005. *Korean Journal of Chemical Engineering, 22(1)*, pp.154-160.
52. F.Ronsse, 2006. *Modelling heat and mass transfer in fluidised bed coating processes*, Doctoral dissertation (Ph.D. thesis), Ghent University, Belgium.
53. K. Marnani, A. Bück, S. Antonyuk, B. van Wachem, D. Thévenin, & J. Tomas, 2019, MDPI, *Processes, 7(1)*, 35.

54. H. Taofeeq & M. Al-Dahhan, 2018. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 122, pp, 229-251.
55. A.V. Patil, 2015. Heat transfer in gas-solid fluidized beds, Ph.D. thesis, Eindhoven University of Technology Tule.
56. F. Scala, 2011. *Mass transfer around active particles in fluidized beds*. Ch. 25 in book: mass transfer in multiphase systems and its applications, INTECH Open Access Publisher, pp.571-592.
57. N.F.Guterres, Rusnald & A.Widodo, 2017. Gear distortion analysis due to heat treatment process. In *AIP Conference Proceedings*, AIP Publishing LLC., Vol. 1788, No. 1, p. 030038
58. D.H.Herring, & G.D.Lindell, 2004. Reducing distortion in heat-treated gears. *Gear Solutions*, pp. 27-35.
59. S.Hasanpoor, Z.Mansourpour & N.Mostoufi, 2020. *Engineering Computations*, <https://doi.org/10.1108/EC-06-2020-0310>
60. Y.Zhong, J.Gao, Z.Guo & Z.Wang, 2017. Mechanism and prevention of agglomeration/defluidization during fluidized-bed reduction of iron ore. In *Iron Ores and Iron Oxide Materials*. IntechOpen 68488.
61. E.Rolinski, 2016. Distortion Engineering Of Gears, Hot Seat, Gearsolutions, pp.28-29. <https://gearsolutions.com/departments/hot-seat-distortion-engineering-of-gears/>
62. M.Suliteanu, 1996. Minimizing gear distortion during heat treating. *Gear Technology*, 13(2), pp.15-19.
63. D.Wu, F.Wu & Y.Li, 2017. *AIChE Journal*, 63(3), pp.914-920.
64. P.Lettieri & D.Macri, 2016. *KONA Powder and Particle Journal*, vol.33(0), pp.86-108.
65. J.McMillan, C.Briens, F.Berruti & E.Chan, 2007. *Powder technology*, 175(3), pp.133-141.
66. H.Zhang, J.Degrève, J.Baeyens & S.Y.Wu, 2016. *Powder Technology*, 287, pp 1-11.
67. J.Y.Kim, 2020. *Jet attrition characteristics of chemical looping oxygen carriers and CO2 sorbents*, Doctoral dissertation (Ph.D. thesis), University of British Columbia.
68. F.Fulchini, 2020. *Particle Attrition in Circulating Fluidised Beds System*, Doctoral dissertation (Ph.D. thesis), University of Leeds.
69. M.Bartels, W.Lin, J.Nijenhuis, F.Kapteijn & J.R.Van Ommen 2008. *Progress in energy and combustion science*, 34(5), pp.633-666.

70. O.S.Ali, 2013. Hydrodynamic and Heat Transfer Simulation of Fluidized Bed Using CFD. *Nuclear Reactor Thermal Hydraulics and Other Applications* Ch.6, IntechOpen, p.155.
71. Z.Li, B.L.Ferguson, A.Freborg, R.Goldstein, J.Jackowski, V.Nemkov, & G.Fett., 2016. *Therm Process. Gear Solut*, 2, pp.50-58.
72. I.Janzen, 2009. *Modeling of heat-treating processes for transmission gears* (Doctoral dissertation, Worcester Polytechnic Institute.
73. W.Gao, L.Kong & P. Hodgson, 2013. Fluidized-bed quenching. *ASM Handbook, Volume 4A, Steel Heat Treating Fundamentals and Processes*, pp.238-244.
74. L.D.C.Canale, & G.E.Totten, 2005. *International Journal of Materials and Product Technology* (IGMPT), 24(1-4), pp.4-52.

تأثير مياه الصّرف الصّناعيّة على

نوعيّة مياه وادي بوسلام

والمناطق المحيطة به،

ولاية سطيف، شمالي شرق الجزائر

د. زهير بولقراقير، أ.د. هشام شافعي

تأثير مياه الصّرف الصّناعيّة على نوعيّة مياه وادي بوسلام والمناطق المحيطة به،

ولاية سطيف، شمالي شرق الجزائر

Impact of industrial effluents on the water quality of Boussellam valley and surrounding areas, Setif, Northeastern Algeria.

د. بولقراقير زهير¹، أ.د. شافعي هشام²

1-كلية علوم الطّبيعة والحياة، جامعة فرحات عباس-سطيف.

2-مخبر الموارد المائيّة والتّنمية المستدامة، كلية علوم الأرض، جامعة باجي مختار-عنابة.

تاريخ القبول: 29 مارس 2022

تاريخ الإرسال: 17 فيفري 2022

الملخص (Abstract)

يعدّ التلوّث ظاهرة عالميّة تصيب اليابسة والماء والهواء. حيث يشكّل تلوّث المياه خطورة كبيرة وتحديًا عالميًا يهدّد باستمرار الحياة على الأرض لما للمياه من دور فعّال في الحياة اليوميّة. ينتج تلوّث المياه عن عدّة أسباب يمكن تلخيصها في ثلاثة أنواع: التلوّث الناتج عن النّفائيات المنزليّة والتي ترتبط بالنّشاط اليومي للإنسان كالصّرف الصّحّي وغيره. النّوع الثّاني من التلوّث يمكن ربطه بالنّشاط الفلاحي حيث تستعمل كثير من الأسمدة والمبيدات الزراعيّة والتي تختلط بالمياه السّطحيّة أو الجوفيّة فتؤدي إلى تلوّثها. النّوع الثّالث هو التلوّث الناتج عن النّشاط الصّناعي وما ينتج عنه من نفايات صلبة وسائلة والتي كثيرا ما ترمى في محيط النّشاط دون أي علاج أو إعادة تدوير. لا تمثل الجزائر استثناءً بالنّسبة لهذه الظاهرة،

حيث تعاني مناطق كثيرة منها، من بينها المنطقة التي قمنا بدراستها وهي منطقة سهل بوسلام بولاية سطيف. يمثّل سهل بوسلام الجزء الأكبر من حوض بوسلام المنبع، حيث يتوسّطه وادي بوسلام والذي يمثّل الرّافد الرّئيسي في الحوض. هذا الوادي يتعرض إلى كارثة بيئيّة حيث يعتبر مفرغا للنفايات بكل أنواعها منها المرتبطة بالنّشاط اليومي للإنسان والفلاحي وكذا الصّناعي، مما عرض مياهه للتلوّث وتغير لونها للأسود خاصّة في فترة الجفاف. حيث أن أغلب النّفائيات التي تلوّث مياه واد بوسلام مصدرها مدينة سطيف والمنطقة الصّناعيّة والنّشاط الفلاحي على طول الوادي الذي يصب في سد عين زادة. هذا الأخير، يعتبر المصدر الرّئيسي لمياه الشّرب في المنطقة التي تحتضن ما يقارب المليون نسمة. لقد قمنا بهذا العمل لمحاولة تحديد مدى تأثير واد بوسلام بالتلوّث الصّناعي

Abstract

Pollution is a global phenomenon affecting land, water and air. Water pollution is a major threat and a global challenge that threatens the persistence of life on earth, because as water plays an active role in daily life. Water pollution results from several causes that can be summarized in three types: domestic pollution which is related to the human daily activity such as the waste water and others. The second type of pollution can be linked to the agricultural activity, where many fertilizers and pesticides are used, mixed with surface or groundwater, leading to contamination. The third type is pollution from industrial activity and the resulting solid and liquid wastes, which are often dumped into the surrounding areas without any treatment or recycling. Algeria is no exception to this phenomenon. Many areas have been contaminated, including the area we studied, which is the Boussellam plain region in the state of Setif. The Boussellam plain represents the major part of the Boussellam Basin, where is mediated by the Boussellam valley, which is the main tributary of the basin. This valley is considered as a zone of evacuation of the various solid and liquid waste which are

الناتج أساسا من نشاط المنطقة الصناعيّة وتأثيره على المحيط المجاور وذلك عبر دراسة تطوّر أربع عناصر وهي الكادميوم، والنحاس، والرصاص، والزّئبق في مرحلتي المياه المرتفعة والمنخفضة خلال سنتي 2014 و2016.
الكلمات المفتاحيّة: Key-words: وادي بوسلام، ماء، تلوث صناعي، معادن ثقيلة، سطيف.

(الشكل 1). يمثل حوض بوسلام المنبع الفرعي 35٪ من مساحة حوض بوسلام الأكبر، الذي يمتد على الهضاب العليا بمساحة 1785 كم² على جزء من أراضي ولاية سطيف الواقعة في شمال شرق الجزائر رمزها: 06 15 حسب وكالة الأحواض الهيدروغرافية الجزائرية، حيث يبلغ طول وادي بوسلام 65 كم.

يستقبل حوض وادي بوسلام حوالي 764 مليون متر مكعب في السنة ما يمثل إمكانات مائية كاملة مهمة، لأنه بعد التبخر يتبقى فقط 190 مليون متر مكعب في السنة. 80٪ من هذه الكمية يمثل الماء القابل للاستغلال، بينما في الواقع لا يتم استغلال سوى فقط 60 مليون متر مكعب في السنة حيث يتم تقسيمه كالتالي: حوالي 70٪ لإمداد السكان بمياه الشرب، 18٪ للزراعة والباقي 12٪ للصناعة [2].

واحدة من المشاكل الرئيسية التي تهدد سهل بوسلام بمخاطر التلوث هي مياه الصرف الصناعي للمنطقة الصناعية لولاية سطيف وكذا بعض النشاطات ذات الطابع الصناعي مثل الطرقات والمواد الطبية والمتاجر التي تخلف وراءها معادن ثقيلة مثل الصناعات الغذائية ومرآب تصليح السيارات ... الخ الهدف من هذه الدراسة هو تحديد مصادر التلوث لبعض العناصر الصناعية وتحديد الكاديوم، والنحاس، الرصاص، والزنك وتطورها، وكذلك الإجراءات التي يجب الالتزام بها للحفاظ على جودة المياه في هذه المنطقة التي تمثل واحدة من الأراضي الخصبة في الجزائر التي تتميز بنشاط زراعي واسع وخاصة الحبوب.

related to the human daily activity also to agricultural and industrial activities. This exposed its water to pollution and changed its color to black, especially during the drought period. Most of the waste that pollutes the water of Bousellam valley comes from the city of Sétif and from the industrial area and agricultural activity along the valley that drains into the Ain Zada dam. This dam is the main source of drinking water in the region with nearly one million people We've done this work to try to determine the extent to which -the Bousellam valley was affected by the industrial pollution resulting mainly from industrial activity and its impact on the surrounding area. And that's through studying the evolution of four elements: cadmium, copper, lead, and zinc in the high and low water stages in 2014 and 2016.

Keywords : Bousellam valley, Water, Industrial pollution, Sétif.

1- المدخل (Introduction)

يغطي سهل بوسلام المنبع الذي يمثل موضوع الدراسة غالبية الجزء العلوي لحوض وادي بوسلام الأكبر، يحد شرقا وغربا بالحدود الطبيعية لحوض المنبع وشمالا بالحدود الإدارية الشمالية لبلديتي سطيف وعين أرنات ومن الجنوب بالحدود الإدارية الجنوبية لبلديات تكستار وعين تاغروت وقجال

تنتشر على مساحة 1066.28 كم² أو 59.73٪ وتعلق بالسّهول الواسعة التي تمتد على ضفتي الوادي حتى سد عين زاده. يمكن التحليل المورفولوجي للمنطقة من تقييم عدد من المعلومات الهامة التي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالطبيعة الجيولوجية الصخرية وتضاريس الحوض. يتميز حوض وادي بوسلام المنبع بشكل ممدود مما يسمح للمياه الناتجة عن التساقط أن تستغرق وقتاً أطول للوصول إلى المنفذ. بحيث خاصية (زمن التركيز) تتطلب 27.19 ساعة، وهي مدة مهمة لتقييم الفيضانات. كما أن متوسط الارتفاع هو 1000 متر، مما يعطي الحوض المنبع مظهرًا متكافئًا (قوي الشكل). كثافة الصّرف هي 3.03 كم / كم² مما يؤدي إلى جريان سريع إلى حد ما خاصة وأن الحوض يتميز بتضاريس قوية : 250 م > الكثافة المميزة > 500 م. يتميز مناخ حوض بوسلام المنبع بتساقط معتدل يختلف من منطقة لأخرى وكذلك من سنة لأخرى حيث أنه مرتفع في الشّمال ومنخفض في الجنوب. تبعا للتضاريس ودرجات الحرارة التي تختلف قليلا بين مركز منطقة الدّراسة وشمالها وجنوبها، دراسة المؤشرات المناخية تؤكد أن منطقة الدّراسة تنتهي إلى المنطقة شبه الجافة حيث تتأثر بمناخ البحر الأبيض المتوسط الرّطب الذي يتميز بالتيارات الباردة في الشّتاء والمناخ الصّحراوي ذو التيارات الدافئة في الصّيف.

قام العديد من الباحثين بتطوير أساليب مختلفة حول قضايا مماثلة وجميعها توصلت إلى نفس الاستنتاجات والتي نشرت في عدة مجلات [1]، [3]، [4]، [5]، [6]، [7]، [8]، [9]، [11]، [12]، تتناول هذه الدّراسات المختلفة حالات تلوث المياه في الأحواض ذات نفس الطّابع الاجتماعي والاقتصادي والبيئي.

II- المواد والطرائق (Materials and methods)

الموقع الجغرافي ووصف منطقة الدّراسة:

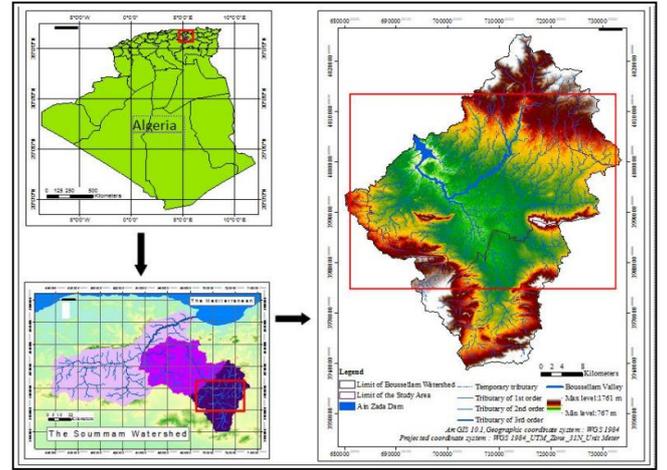
وادي بوسلام هو الرّافد الرئيسي لوادي الصّومام بطول 150 كم ومساحة 5010 كم² ينقسم إلى أربعة أحواض فرعية: بوسلام المنبع (C: 15 06 = S 1785 كم²) بوسلام الأوسط (C: 15 07 = S 1234 كم²) بوسلام المعين (C: 15 08 = S 930 كم²) و بوسلام المصب (C: 15 09 = S 1061 كم²).

متوسط ارتفاع حوض بوسلام المنبع هو حوالي 1000 م. قطاع الارتفاع الذي يتجاوز 1300 م هو صغير جدًا في الحوض (0.57٪)، يتوافق مع الجبل الواقع في شمال الحوض: جبل مقرس (1737 م). مناطق الارتفاع بين 1200 و1600 م تغطي مساحة 151 كم² أو حوالي 8.47٪ من المنطقة الإجمالية حيث تتواجد السّفوح الجنوبية لمرتفعات مقرس مجونس ، مترونا ، تارماونت ، منقروجبالي أيسيل. أما قطاع الارتفاعات من 1000 إلى 1200 م تغطي مساحة 557.15 كم²، أو 31.21٪ من المساحة الكلية وتخص السّهول المرتفعة في الشّمال والجنوب. أخيرًا قطاع الارتفاع الذي يتراوح بين 800 متر و1000 متر

مختبرات الجزائرية للمياه (ADE) بسكيدة و سطيف للفترات أفريل 2014 ، أكتوبر 2016 و أفريل 2016. الخصائص الفيزيائية والكيميائية (pH و درجة الحرارة و الملوحة) تم قياسها في الموقع. تم أخذ العينات من 15 بئرا في السهل و 6 محطات على طول

وادي بوسلام من أجل تقييم التأثير الذي قد يكون موجودا بين الوادي و السهل.

تم إنتاج الخرائط في مخبر الجيولوجيا في كلية العلوم بجامعة تونس 2015 و في مخبر الموارد المائية والتنمية المستدامة (REDD) قسم الجيولوجيا بجامعة-عنابة في 2017 على أساس صور الأقمار الصناعية الرقمية (DTM) و (GDM) التي تمت معالجتها في برنامج ArcGis.



الشكل 1. الموقع الجغرافي لحوض وادي بوسلام المنبع

أخذ العينات:

تم أخذ عينات هذه الدراسة من وادي و آبار سهل بوسلام المنبع على أربع فترات للحصول على فكرة عن التطور السنوي و الموسمي للعناصر الثقيلة الأربعة الكاديوم، النحاس، الرصاص، و الزنك و ذلك من أجل دراسة التلوث الصناعي لوادي بوسلام و المنطقة المحيطة (الشكل 2)، حيث تم إجراء تحاليل كيميائية خلال فترة المياه المنخفضة و المياه المرتفعة بين عامي 2014 و 2016 ، أجريت هذه التحليلات في مختبر معهد علوم و تكنولوجيا المياه بقابس (ISSTEG) و في مختبر كلية العلوم قابس في تونس في فترة أكتوبر 2014 ، و في

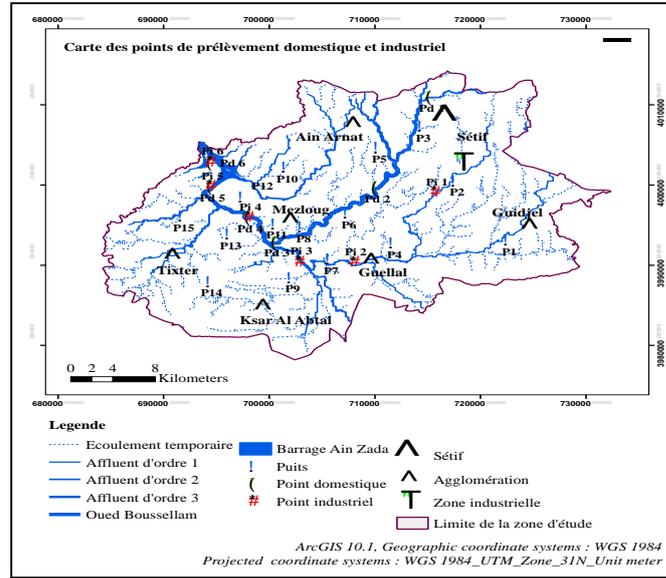
Table 2. The sampling points in the Boussellam plain.

Water point (wells)	X (m)	Y (m)	Z (m)
P1 (Witness)	722771,57	3993150,06	951
P2	717816,53	4000502,71	969
P3	714619,72	4007295,92	1065
P4	711902,44	3992750,46	918
P5	710463,68	4004658,56	981
P6	707586,76	3996505,79	938
P7	705908,43	3990752,46	869
P8	703290,35	3994748,46	911
P9	702232,11	3988434,78	910
P10	701752,59	4002181,03	944
P11	700713,63	3995148,07	902
P12	697676,67	3998504,71	870
P13	696397,94	3993869,34	890
P14	694559,78	3987955,26	938
P15	691922,42	3996107,11	906

Geographic coordinate system: WGS 1984

Coordinate projection system: WGS 1984_UTM_31_N_Unit Meter

الشكل 2. الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



بالنسبة للبئر P1 إلى 73 درجة فرنسيّة في أبريل 2016 بالنسبة للبئر P8 ما يعطي مظهر الماء العسر (من 30 إلى 40 مغ/ل) إلى الماء العسر جدا (+ 40 مغ/ل) كذلك الناقلية المحسوبة تتراوح بين 900 ميكروسيمنس/سم و1600 ميكروسيمنس/سم، مما يسمح لنا بتصنيف الماء في فئة المياه الجيدة للري حسب تصنيف ويلكوكس.

السحّات الكيميائية:

تحليل تركيب الأيونات الرئيسيّة وتوزيعاتها في مخطط بييريجعل من الممكن التمييز بين ثلاث سحّات كيميائيّة رئيسيّة وهي كلوريد الكالسيوم وبيكربونات الكالسيوم وكبريتات المغنيسيوم باستثناء البئر رقم P9 والتي هي كبريتات الكالسيوم (الشكل 3).

الخصائص الفيزيائيّة والكيميائيّة درجة

الحرارة والرّقم الهيدروجيني pH:

تتراوح درجات حرارة المياه في غالبية الآبار بين 17 و 24 درجة مئويّة، وهذا يختلف حسب الفترة التي تم فيها القياس حيث سجلت القيم الدّنيا في فترة المياه المنخفضة (أكتوبر 2014 و 2016) كما تراوحت قيم pH بين 6.8 و 7.5 مع اختلاف طفيف من نقطة إلى أخرى ومن فترة لأخرى.

الملوحة:

تتراوح درجة ملوحة الماء بين 600 مغ/ل و 1200 مغ/ل لجميع نقاط المياه وعلى مدى الفترات الأربع حيث يبقى ضمن معايير مياه الصّالحة للشرب (> 3000 مغ/ل) وصلابة الماء تصل إلى 35 درجة فرنسيّة في أكتوبر 2014

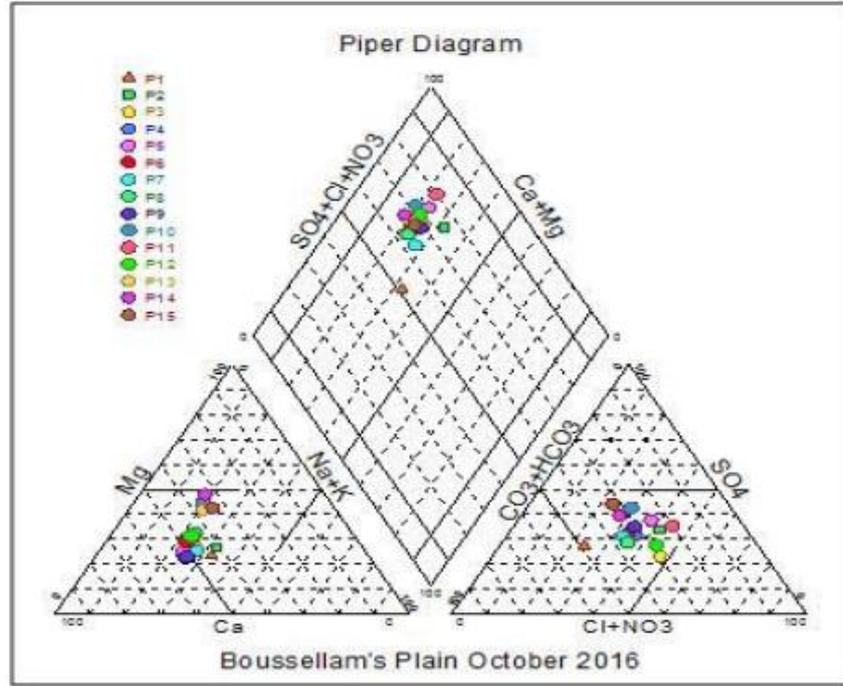
تأثير مياه الصرف الصناعي على

نوعية مياه وادي بوسلام

والمناطق المحيطة به،

ولاية سطيف، شمالي شرق الجزائر

د. زهير بولقراقر، أ.د. هشام شافعي



الشكل 03: التمثيل البياني للسحنات الكيميائية- بيبر

السحنات الثالثة هي سحنات كبريتات المغنيسيوم التي تميز الآبار P10، P13، و P14 و P15 التي تغطي الجزء الغربي من السهل. يمكن تفسير المحتويات العالية من الكبريتات والمغنيسيوم من خلال التبادل الكاتيوني بين تكوينات الجبس والدولوميت وكذلك بسبب إذابة الأسمدة المحتوية على هذين العنصرين مثل ملح إبسوم (Epsom) الذي يشكل مصدر المغنيسيوم والكبريتات. بئر واحد فقط والذي هو (P9) يتميز بسحنات كبريتات الكالسيوم و قد يكون هذا بسبب انحلال الجبس الموجود محليا في المنطقة.

هذه السحنات الكيميائية عثر عليها في فترة المياه المنخفضة في أكتوبر 2016 وهي لا تختلف كثيرا عن الفترات الأخرى من أبريل

تم العثور على سحنات كلوريد الكالسيوم في الآبار P2، P3، P4، P5 و P11 و P12 و التي تقع في الجزء الشمالي والشرقي من منطقة الدراسة. هذا التمعدن يمكن تفسيره بوجود التكوينات الغرينية الملحية لأواخر العصر الثلاثي وبدايات العصر الرباعي وهي مارل الجبس، الدولوميت الترياسي والسينوماني، فضلا عن تلوث هذه المياه بمياه وادي بوسلام الذي يحتوي على مكونات أعلى من الكلوريد، بينما سحنات بيكربونات الكالسيوم موجودة في الآبار P1 و P6 و P7 و P8 والتي تقع في وسط السهل. هذا التمعدن هو بالتأكيد بسبب تشكيلات الكربونات المتاخمة لترسبات الطباشير والحجر الجيري الطباشيري. نوعية

2014، أكتوبر 2014 و أبريل 2016 مع ذلك فإن الاختلافات الطفيفة يمكن تفسيرها من خلال تخفيف تراكيز مياه السهل بتساقط الأمطار وذوبان التكوينات والتشكيلات التي تعود للعصر الرباعي مثل المتبخرات المكلورة والجبس وكذا التلوث الآتي من وادي بوسلام الذي يمثل مصدراً حقيقياً للتلوث خاصة بالنسبة للآبار القريبة من مجراه.

III- النتائج و المناقشة (Results and discussion)

الكادميوم (Cd) :

معدن الكادميوم هو مكون طبيعي للصخور والتربة ترتبط خاماته بخامات الزنك والرصاص، كما أنه موجود في الماء والغلاف الجوي للتجمعات الحضرية وبلوث النباتات والأنسجة الحيوانية، يوجد بكميات كبيرة في المنتجات الغذائية (المأكولات البحرية ومنتجات الألبان والحبوب واللحوم والنبيد) وبكميات كبيرة في دخان السجائر (1 إلى 2 ميكروغرام لكل سيجارة). يتواجد هذا العنصر بكثرة في الاستخدامات الصناعية للكادميوم: سبائك اللحام ، وبطاريات التخزين ، والكابلات الكهربائية ، والأسمدة (السوبر فوسفات) ، والأصباغ ، والدهانات ، والورنيشات ، وفي الصناعة النووية كوسيط للنيوترونات.

التطور السنوي لمستوى الكادميوم في مياه وادي بوسلام:

يوضح تفسير منحنيات تطور مستوى تركيز الكادميوم في مياه وادي بوسلام مستويات عالية جداً تتجاوز المعايير الجزائرية لمياه الشرب (<0.003 مغ/ل) التي تتراوح قيمها بين

(0.006 مغ/ل) في المحطتين Pi4 و Pi5 في أكتوبر 2014 و (0.015 مغ/ل) في المحطات Pi1 و Pi4 في أبريل 2016.

لاحظنا أيضاً تغيراً سنوياً في تراكيز الكادميوم بين عامي 2014 و 2016 مثال: Pi1 (0.013 مغ/ل) و Pi4 (0.011 مغ/ل) و Pi6 (0.011 مغ/ل) في أبريل 2014 بينما في نفس المحطات تم تسجيل Pi1 (0.015 مغ/ل) و Pi4 (0.015 مغ/ل) و Pi6 (0.012 مغ/ل) في شهر أبريل 2016، ظل هذا الوضع كما هو بالنسبة لفترة المياه المنخفضة (شهر أكتوبر). يمكننا تقسيم تطور الكادميوم في الوادي إلى قسمين: القسم الأول يمتد من المنطقة الصناعية المتواجدة بالقرب من وادي فتيسة أحد الروافد الرئيسية لوادي بوسلام إلى غاية نقطة التقائهما، في هذه المنطقة تم أخذ عينات من المحطات الثلاث الأولى Pi1 و Pi2 و Pi3 ، بينما يبدأ الجزء الثاني من نقطة مصب الرافد في الوادي حتى سد عين زاده حيث تم أخذ العينات من المحطات Pi4 و Pi5 و Pi6.

بالنسبة للمنطقة الأولى، يفسر الانخفاض في تركيز الكادميوم في المحطات Pi2 (0.012 مغ/ل) و Pi3 (0.012 مغ/ل) مقارنة ب Pi1 (0.015 مغ/ل) بسبب نزول جزيئات الكادميوم إلى عمق الوادي ولالتقاء مياه الوادي بمياه رافد فتيسة. في الجزء الثاني نلاحظ الزيادة المفاجئة في مستويات الكادميوم خاصة في محطة Pi4 (0.015 مغ/ل) في شهر أبريل 2016. تقع هذه المحطة بعد منطقة الالتقاء بوادي بوسلام حيث مدينة سطيف. وهذا يجعل من الممكن التأكيد على أن مياه وادي

بوسلام تتعرض للتلوث بأنواع صناعية من مدينة سطيف، مثل تحويل البلاستيك ومصانع الطوب والصناعات الكيماوية والمنسوجات والأصباغ دون معالجة. يظل هذا الوضع على حاله خلال العامين 2104 و2016 (الشكل 4).

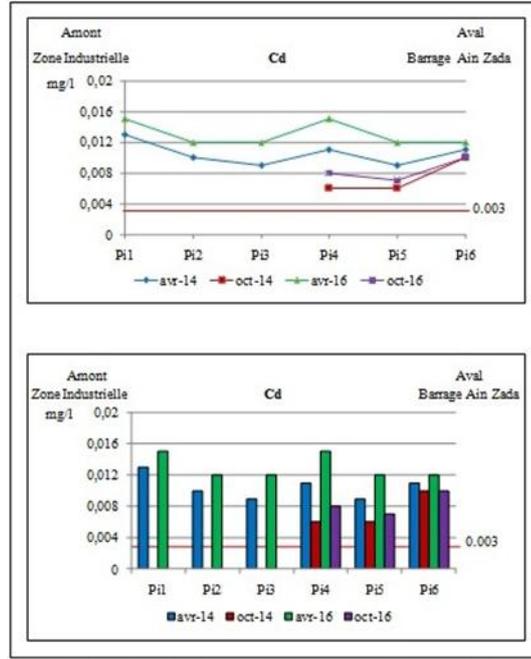
التطور الموسمي لمستويات الكادميوم:

تقييم التطور الموسمي لمستوى تركيز الكادميوم في وادي بوسلام صعب للغاية لأن مياه الوادي تنفذ خلال فترة المياه المنخفضة ولا يتبقى سوى مياه الرافد الرئيسي، وهي مياه وادي بوسلام. لذلك، لا يمكن أخذ عينات من المحطات Pi1 و Pi2 و Pi3، النتائج المسجلة في المحطات الثلاث الأخيرة Pi4 و Pi5 و Pi6 خلال فترات المياه المنخفضة أقل مقارنة بتلك الخاصة بالمياه المرتفعة ولكنها لا تزال أعلى من المعايير (0.003 مغ/ل) مع مثال المحطة Pi5 (0.006 مغ/ل) أكتوبر 2014 و Pi5 (0.007 مغ/ل) في أكتوبر 2106. في نفس النقطة، تجدر الإشارة إلى التراكيز Pi5 (0.009 مغ/ل) في

أبريل 2014 و Pi5 (0.012 مغ/ل) في أبريل 2016، ويرجع سبب ذلك إلى نضوب مياه الروافد المحملة بهذا العنصر وخاصة رافد قلال الذي يمر بالمنطقة الصناعية وكذلك ترسب الجزيئات المعلقة للمياه في قاع الوادي.

التأثير على مياه سهل بوسلام:

ينتهي المطاف بمخلفات الكادميوم من الصناعات بشكل أساسي في التربة. تأتي هذه التدفقات على سبيل المثال من إنتاج الزنك والأسمدة الصناعية الحيوية، ويمكن أيضا إطلاق الكادميوم في الهواء أثناء احتراق النفايات المنزلية وعند حرق الوقود الأحفوري. بفضل تطبيق قواعد السلامة يدخل القليل من الكادميوم الآن إلى المياه أثناء تصريف النفايات أو مياه الصرف الصحي من الأفراد أو الصناعات.



الشكل 04. التطور السنوي والموسمي لمستويات الكاديوم في مياه وادي بوسلام (2016/2014) التطور السنوي لمستوى النحاس في مياه

وادي بوسلام:

يُظهر تحليل وتفسير نتائج تحاليل مستوى تركيز النحاس في مياه الوادي أن تراكيز هذا العنصر منخفضة جدًا مقارنة بالمعايير الجزائرية لمياه الشرب (> 2 مغ/ل) حيث تم تسجيل مستويات أقل إذ تنحصر ما بين (0.18 مغ/ل) في المحطة Pi5 في أكتوبر 2014 و (0.35 مغ/ل) في المحطة Pi1 في أبريل 2016. إن التطور السنوي لمستويات تركيز النحاس بين عامي 2014 و 2016 واضح جدًا حيث نلاحظ زيادة في هذا العنصر في العام 2016 مقارنة بالعام 2014، ونفس الوضع على سبيل المثال بالنسبة للمحطات Pi1 (0.23 مغ/ل) و Pi3 (0.2 مغ/ل) و Pi5 (0.27 مغ/ل) في أبريل 2014. حيث تصبح النتائج أعلى في أبريل 2016 (Pi1 0.35 مغ/ل) و (Pi3 0.27 مغ/ل) و (Pi5 0.34 مغ/ل).

النحاس (Cu) :

يتواجد النحاس بكميات قليلة على شكله الطبيعي في قشرة الأرض، وهو ضروري لتنمية جميع أشكال الحياة، ويستخدمه البشر بشكل أساسي على شكل معدن. النحاس النقي هو أحد المعادن الوحيدة الملونة مع الذهب والأوزميوم. إذ يظهر على أسطحه الجديدة صبغة أو بريق معدني بلون سمك السلمون الوردي - هذا "المعدن الأحمر" الذي له قيمة في صناعة الذهب والمجوهرات. يشار إليه أحيانًا بالنحاس الأحمر على عكس النحاس الأصفر (سبائك النحاس والزنك) الذي يطلق عليه اسم "النحاس الأصفر"، له ناقلية كهربائية وحرارية عالية بشكل خاص ما يمنحه مجموعة متنوعة من الاستخدامات. كما أنه يستخدم كمادة بناء ويستخدم في تكوين العديد من السبائك.

المنخفضة كانت أقل مقارنة بفترة المياه المرتفعة (في العام 2014 أو في العام 2016) لا تزال التراكيز ضمن المعايير (2 مغ/ل) على سبيل المثال المحطة Pi4 (0.2 مغ/ل) في أكتوبر 2014 و Pi4 (0.22 مغ/ل) في أكتوبر 2016. في نفس النقطة Pi4 التراكيز هي (0.26 مغ/ل) في أبريل 2014 و Pi4 (0.33 مغ/ل) في أبريل 2016 بسبب نزوب مياه الروافد المحملة بهذا العنصر وخاصة رافد قلال الذي يمر عبر المنطقة الصناعيّة. كما تجدر الإشارة إلى ترسب الجسيمات العالقة في قاع وادي بوسلام.

التأثير على مياه سهل بوسلام:

أظهرت الدراسة أن تراكيز النحاس منخفضة للغاية وتتراوح ما بين 0.18 مغ/ل و 0.35 مغ/ل بالنسبة للفترات الأربع مقارنة بالمعايير الجزائرية لمياه الشرب (2 مغ/ل)، يمكن القول أن عنصر النحاس لا يمثل حاليًا أي خطر على مياه سهل بوسلام، رغم ذلك، فإن الاحتياطات ضرورية للحفاظ على الموارد المائية من خطر هذا العنصر المضر بالصحة الذي يزداد سنويًا ولو بكميات قليلة جدًا. ترسب الجزيئات على كل الضفتين (على حافة السهل المحادية للوادي) بواسطة الطين الملوثة بالنحاس بسبب تصريف مياه الصرف الصحي. أما المستويات الموجودة في الهواء فتنتج بشكل أساسي عن احتراق الوقود الأحفوري حيث يبقى النحاس في الهواء لفترة طويلة قبل أن يستقر في الأرض بفعل تساقط الأمطار.

ينقسم تطوّر مستوى النحاس في مياه وادي بوسلام إلى قسمين كما هو الحال بالنسبة للكاديوم. الأولى قبل منطقة التقاء رافد فتيسة ووادي بوسلام أين توجد المحطات الثلاث الأولى Pi1 و Pi2 و Pi3 والثانية من نقطة الاتصال بين الواديين إلى سد عين زادة حيث المحطات Pi4 و Pi5 و Pi6. بالنسبة للجزء الأول من الوادي، نلاحظ انخفاض التراكيز في المحطات Pi2 (0.2 مغ/ل) و Pi3 (0.2 مغ/ل) مقارنة بالنقطة Pi1 (0.23 مغ/ل)، وربما يرجع ذلك إلى تخفيف مياه رافد قلال بمياه روافد فتيسة و الروافد الأخرى وترسبات جزيئات النحاس المعلقة في قاع الوادي. في الجزء الثاني، تتضح الزيادة في المستوى في المحطة Pi4 (0.33 مغ/ل) في أبريل 2016، كما قيل سابقًا، الموجودة بعد منطقة التداخل بين وادي بوسلام ورافده وادي فتيسة. وتعزى هذه الزيادة إلى كثرة الأنشطة الصناعيّة في مدينة سطيف. لكنها تبقى دائمًا ضمن المعايير المسموح بها بالنسبة للفترات الأربع (الشكل 5).

التطوّر الموسمي لمحتوى النحاس:

مثل عنصر الكاديوم، فإن دراسة التطوّر الموسمي لمحتويات النحاس في وادي بوسلام صعب للغاية لأن روافد وادي بوسلام تجف خلال فترة المياه المنخفضة (أكتوبر) ومنها رافد فتيسة حيث أجريت التحاليل في المحطات Pi1 و Pi2 و Pi3 ولا يتبقى سوى مياه المجرى الرئيسي.

النتائج التي تم الحصول عليها في المحطات الثلاث الأخرى Pi4 و Pi5 و Pi6 خلال فترة المياه

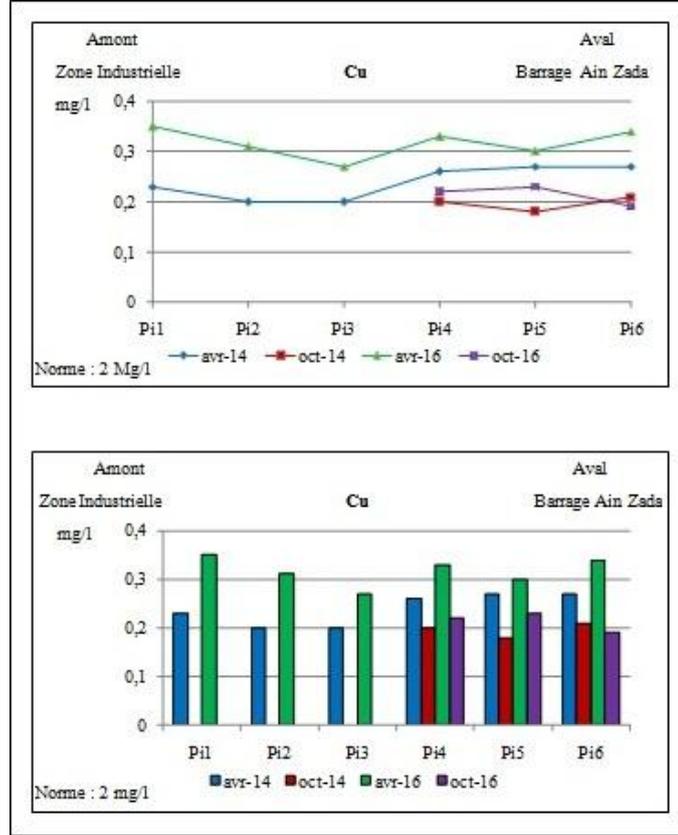
تأثير مياه الصرف الصناعي على

نوعية مياه وادي بوسلام

والمناطق المحيطة به،

ولاية سطيف، شمالي شرق الجزائر

د. زهير بولقراقر، أ.د. هشام شافعي



الشكل 05. التطور السنوي والموسمي لمستويات النحاس في مياه وادي بوسلام (2016/2014)

الماء مثل (PbSO₄، PbCO₃) ، بينما مركبات

الرصاص الهالوجينية (الكلوريدات ،

البروميدات) أو أسيتات الرصاص أكثر قابلية

للذوبان [10].

التطور السنوي لمحتوى الرصاص في مياه

وادي بوسلام:

يوضح تحليل وتفسير نتائج نسب الرصاص

في مياه وادي بوسلام أن التراكيز عالية جدًا

وتتجاوز كثيرا المعايير الجزائرية لمياه الشرب (<

0.01 مغ/ل)، حيث تم تسجيل مستويات أعلى

تتراوح بين (0.21 مغ/ل) في المحطة Pi5 في

أكتوبر 2014 و (0.83 مغ/ل) في المحطة Pi4 في

الرصاص (Pb) :

الرصاص مكون طبيعي ، يتوزع على

نطاق واسع في القشرة الأرضية حيث يقدر

تركيزه ب 13 ميليغرام لكل كيلوغرام. التربة

الحمضية بشكل عام أقل غنى بالرصاص من

التربة القلوية ، كما يتواجد أيضا على شكل

كربونات ، فوسفات ، وخاصة الكبريتيد.

تحتوي مياه البحر على متوسط 3.03

ميكروغرام لكل لتر من الرصاص في المناطق

الساحلية ، ويمكن أن تحتوي المياه السطحية

على نسبة تزيد ب 10 مرات. معظم مركبات

الرصاص غير العضوية ليست قابلة للذوبان في

تركيز الرصاص، يمكننا ربطها بالنفايات الناتجة عن إنشاء الطرقات والنقل البري ووجود منشآت صناعية.

التطور الموسمي لمحتوى الرصاص:

من الصعب إجراء دراسة للتطور الموسمي لمستويات الرصاص في مياه وادي بوسلام على مدار العام لأن الجزء الأول منه سوف ينضب خلال فترة المياه المنخفضة. لذلك فإن الدراسة ستشمل فقط المحطات الثلاث الأخيرة فقط. بشكل عام، فإن التراكيز ترتفع خلال فترات المياه المرتفعة وهذا سواء بالنسبة للعام 2014 أو 2016 اللذين تتراوح مستويهما في أبريل 2014 بين 0.75 مغ/ل و 0.83 مغ/ل، بينما تتراوح في أكتوبر 2014 بين 0.22 مغ/ل و 0.33 مغ/ل لنفس المحطات، مع ذلك تبقى التراكيز فوق المعايير المسموح بها 0.01 مغ/ل (الشكل 6).

التأثير على مياه سهل بوسلام:

ترتبط مياه سهل بوسلام ارتباطاً وثيقاً بمياه الوادي، وعندما تكون مستويات الرصاص في هذه الأخيرة خارج المعايير المسموح بها، فإنها تعرض جودة مياه السهل للخطر. وفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها، فإن الآبار الثلاثة الموجودة على ضفتي الوادي تحتوي على تراكيز منخفضة جداً P11 (0.006 مغ/ل) و P12 (0.003 مغ/ل) و P13 (0.003 مغ/ل) في أكتوبر 2014 ويعود ذلك على الأرجح إلى نوع الصخور التي لا تسمح بمرور الرصاص أو نزول جزيئاته إلى قاع الآبار.

أفريل 2016. التطور السنوي لمستويات الرصاص بين عامي 2014 و 2016 واضح للغاية حيث تلاحظ زيادة في هذا العنصر في عام 2016 مقارنة بعام 2014. و نفس الوضعية على سبيل المثال في المحطات Pi1 (0.68 مغ/ل) و Pi3 (0.70 مغ/ل) و Pi5 (0.65 مغ/ل) في أفريل 2014. هذه النتائج ارتفعت أكثر في شهر أفريل 2016 Pi1 (0.76 مغ/ل) و Pi3 (0.72 مغ/ل) و Pi5 (0.76 مغ/ل) باستثناء المحطة Pi2 (0.68 مغ/ل) حيث سجل انخفاضاً عام 2016 (0.66 مغ/ل). لقراءة أفضل لتطور الرصاص في وادي بوسلام من المنبع إلى المصب (سد عين زاده)، اعتمدنا نفس التقسيم الخاص بالعنصرين السابقين حيث تقسم المنطقة إلى قسمين رئيسيين: الجزء الأول يبدأ من المنطقة الصناعية إلى منطقة التقاء رافد فتيسة مع وادي بوسلام. والثاني من هذه النقطة إلى سد عين زاده. يتم تثبيت المحطات الثلاث الأولى في الجزء الأول والمحطات الثلاث الأخرى في الجزء الثاني.

في المنطقة الأولى، لاحظنا زيادة في مستويات الرصاص في المحطات Pi3 (0.7 مغ/ل) مقارنة بالمحطة Pi1 (0.68 مغ/ل) و Pi2 (0.68 مغ/ل) في أفريل 2014 و Pi3 (0.72 مغ/ل) مقارنة بمحطة Pi2 (0.66 مغ/ل) في أفريل 2016. هذه المحطة موجودة مباشرة بعد منطقة التقاء مياه رافد فتيسة ورافد قللال، والتي تظهر بعض التلوث من وادي فتيسة مما يرفع

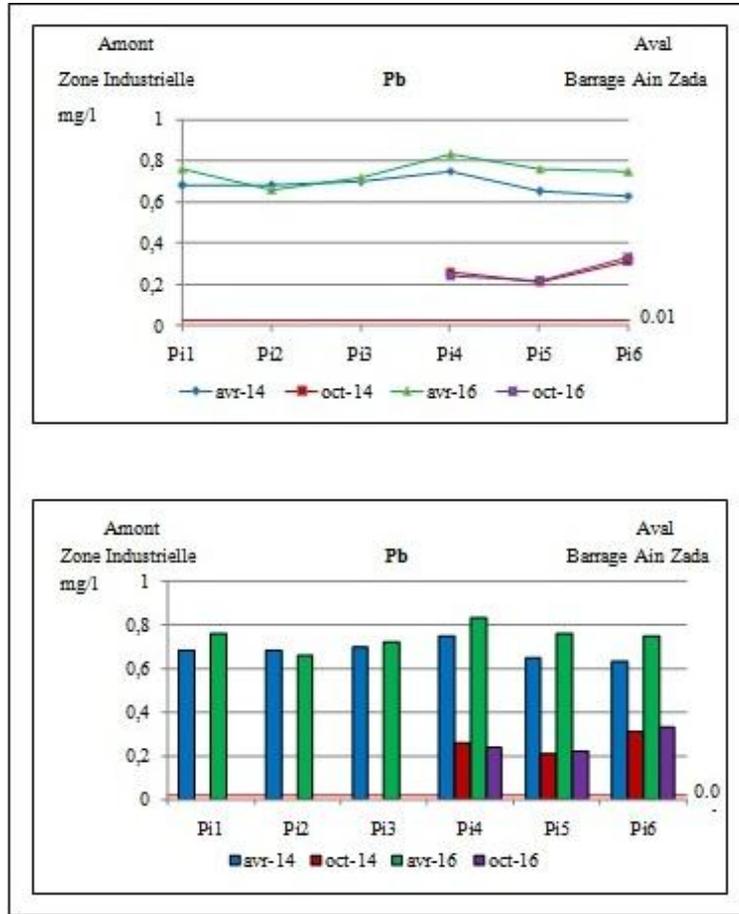
تأثير مياه الصرف الصناعي على

نوعية مياه وادي بوسلام

والمناطق المحيطة به،

ولاية سطيف، شمالي شرق الجزائر

د. زهير بولقراقر، أ.د. هشام شافعي



الشكل 06. التطور السنوي والموسمي لمستويات الرصاص في مياه وادي بوسلام (2016/2014)

الرقم الهيدروجيني المنخفض على محتوى أعلى

للزنك.

التطور السنوي لمحتوى الزنك:

توضّح القراءة العامة لمنحنيات تطوّر

مستوى الزنك أن جميع النّقاط تقع ضمن

المعايير المسموح بها (> 3 مغ/ل) وفقاً لمعايير

مياه الشّرب الجزائرية، حيث تم تسجيل قيمة

قصوى (0.21 مغ/ل) في المحطة Pi4 في أفريل

2016، وعلى الرّغم من القيم المنخفضة

الزنك (Zn):

يوجد الزنك في الصّخور بشكل عام في شكل

كبريتيدات. أوفر خام هو كبريتيد الزنك الذي

يحتوي أيضاً على الحديد والكادميوم والمنغنيز

والزّرنخ.

في الماء، تكون قابلية ذوبان كلوريد الزنك

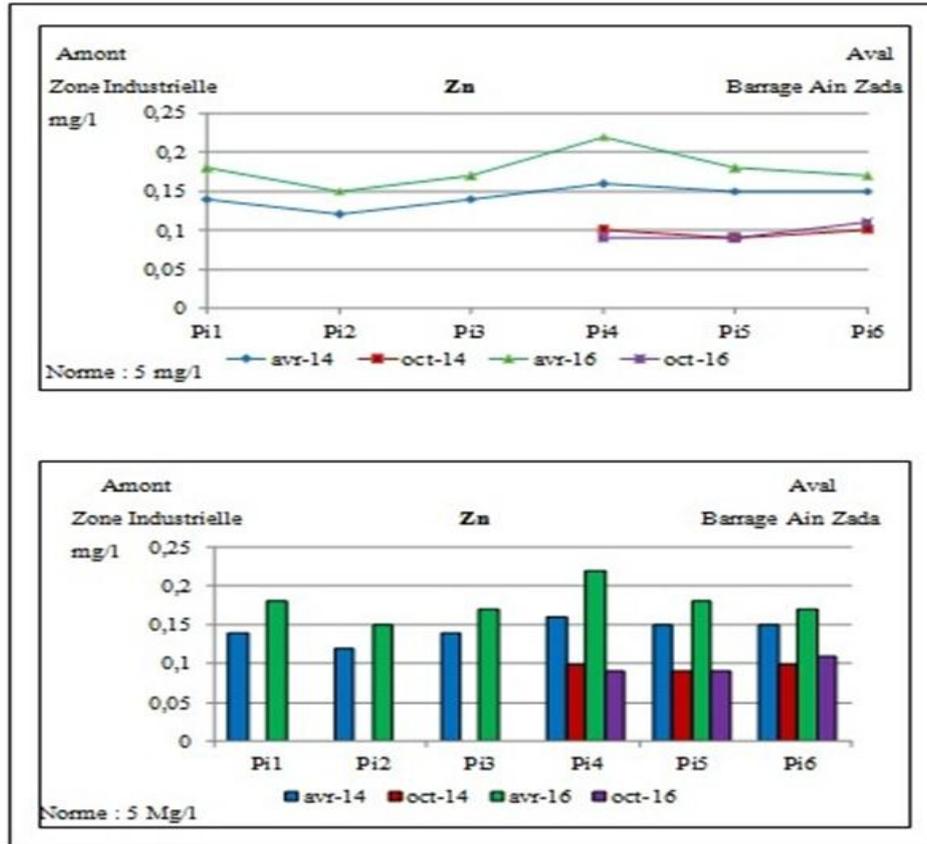
والكبريتات عالية، ويؤدي تحللها إلى انخفاض

في درجة الحموضة لذلك تحتوي المياه ذات

الثاني ممثلا بباقي الوادي حتى سد عين زاده حيث تم وضع المحطات Pi4 و Pi5 و Pi6. في الحالة الأولى، هناك انخفاض طفيف أو زيادة في مستويات التلوث حيث تختلف الوضعية من محطة لأخرى وهذا ناتج إما عن تجميع مياه الوادي بمياه رافد قلال أو بقاء الجزيئات معلقة في قاع الوادي. مثال Pi1 (0.15 مغ/ل) مقارنة بـ (0.18 مغ/ل) في أبريل 2016 أو عن طريق تلوث مياه الوادي بواسطة رافد فتيسة على مستوى المحطة Pi3 (0.17 مغ/ل) مقارنة بـ Pi2 (0.15 مغ/ل) عام 2016.

وعدم وجود خطر على جودة المياه في هذا الوقت ، نسجل تطورا سنويا بين 2014 و 2016 خاصة خلال فترة المياه المرتفعة (أفريل)، مثال المحطات Pi1 (0.14 مغ/ل) و Pi2 (0.12 مغ/ل) و Pi4 (0.16 مغ/ل) في أفريل 2014 ونفس المحطات Pi1 (0.18 مغ/ل) ، Pi2 (0.15 مغ/ل) و Pi4 (0.22 مغ/ل) في أبريل 2016.

يمكن تقسيم تطوّر الزنك على طول مسار الوادي إلى قسمين: الأول من المنطقة الصناعيّة إلى منطقة التقاء رافد فتيسة بوادي بوسلام ممثلا بالمحطات Pi1 و Pi2 و Pi3 ؛ و



الشكل 07. التطور السنوي والموسمي لمستويات الزنك في مياه وادي بوسلام (2016/2014)

في المنطقة الثنائية، تم تسجيل زيادة واضحة للغاية، وكانت قيمتها القصوى في المحطة Pi4 (0.22 مغ/ل) في أبريل 2016. تقع هذه المحطة بعد منطقة اتحاد رافد فتيسة مع المجرى الرئيسي لوادي بوسلام، مما يدل على أن وادي بوسلام يحتوي على محتوى لا يستهان به ويمكن تفسيره بإخلاء مياه الصرف الصناعي من مدينة سطيف وكذلك النفايات من أعمال محدّدة (محلات صغيرة، إلخ).

التطور الموسمي لمحتوى الزنك:

من الصعب جداً إجراء مقارنة للتطور الموسمي بين المياه المنخفضة والمرتفعة لأن روافد وادي بوسلام تجف أثناء المياه المنخفضة، مثل روافد قلال وفتيسة حيث تقع المنطقة الصناعية والمحطات الثلاث الأولى Pi1 ، Pi2 ، Pi3. تم إجراء التحليلات فقط للمحطات الأخرى Pi4 و Pi5 و Pi6 وكانت النتائج في فترة المياه المنخفضة ضعيفة مقارنة بفترة المياه المرتفعة وهي متطابقة تقريباً بالنسبة لسنتي 2014 أو 2016 وتتراوح بين 0.9 مغ/ل و 0.11 مغ/ل (الشكل 7).

التأثير على مياه سهل بوسلام:

مستويات الزنك منخفضة للغاية، فهي تتراوح بين 0.09 مغ/ل و 0.22 مغ/ل مقارنة بالمعايير الجزائرية لمياه الشرب (3 مغ/ل) للفترات الأربع. لذلك فإن عنصر الزنك لا يمثل أي خطر محتمل ولكن يجب اتخاذ الاحتياطات الضرورية للحفاظ على الموارد المائية من أي تلوث محتمل لهذا المعدن الثقيل والذي يتطور سنوياً على الرغم من تركيزه المنخفض جداً.

IV – خاتمة (Conclusion)

بعد تفسير وتحليل منحنيات التطور لمحتويات المياه من المعادن الثقيلة المختلفة وعلى وجه الخصوص الكاديوم والنحاس والرصاص والزنك نلاحظ ما يلي:

- إن تركيز هذه العناصر في تطور سنوي واضح بسبب زيادة مياه الصرف الصحي والنفايات الصناعية والمبيدات في وادي بوسلام؛
- يرتفع تركيز العناصر الأربعة عادة في فترة المياه المرتفعة، ويرجع ذلك أساساً إلى ترسب هذه العناصر في قاع الوادي خلال فترة المياه المنخفضة؛
- تفوق تراكيز الكاديوم والرصاص إلى حد كبير المعايير الجزائرية لمياه الشرب؛
- تظل تراكيز النحاس والزنك ضمن المعايير الجزائرية لمياه الشرب على الرغم من تطورها السنوي؛
- المصدران الرئيسيان للتلوث الصناعي هما المنطقة الصناعية في سطيف والنفايات الصناعية لمدينة سطيف.
- بناءً على هذه الملاحظات، يمكن اقتراح التوصيات التالية بشكل عاجل:
- إعادة تأهيل وادي بوسلام ومياه الصرف الصحي والصناعي التي تصب فيه.
- تطوير حلول لاستعادة وإعادة تطوير المخلفات الصلبة والسائلة من مصادر تسربها وخاصة مدينة سطيف والمنطقة الصناعية؛
- تركيب محطات لمعالجة مياه الصرف الصحي والصناعي في المناطق الحضرية والصناعية؛

من الضروري جدا حماية هذه المنطقة التي تعتبر واحدة من أغنى سهول الجزائر، المعروفة بزراعتها الواسعة خاصة زراعة الحبوب.

• استخدام الأسمدة ومنتجات الصحة النباتية بطريقة عقلانية والاعتماد أكثر استخدام الأسمدة الطبيعية؛
• مراقبة استخدام مياه الوادي والمياه الجوفية بأبار معرفة، لأن نضوب المياه يؤدي إلى زيادة تركيز وتمعدن المياه؛

المراجع (References):

[1] Bahroun S, Kherici Bousnoubra H. (2011). Evaluation de l'indice de pollution organique dans les eaux naturelles, cas de la région d'El Tarf (Nord-Est Algérien). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, N° 09, p 171-178.

<http://lab.univ-biskra.dz/Larhyss/images/pdf/Journal09/14.bahroun.pdf>

[2] Boulgueraguer Z, Chaffai H, Djorfi S, Lakaichi A, Bahroune S. 2014. Contribution à la gestion des ressources en eau dans le sous bassin versant amont de l'oued Bousselam. 3^{ème} Colloque International-Ressources en Eau & Changement Climatique en Région Méditerranéenne." Eau-Climat 2014", p 21-23 Octobre, Hammamet, Tunisie.

[3] Derwich E, Beziane Z, Benaabidate L, Belghyti D. 2008. Evaluation de la qualité des eaux de surface des Oueds Fès et Sebou utilisées

en agriculture maraîchère au Maroc. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, N° 07, 59-77.

http://lab.univ-biskra.dz/Larhyss/images/pdf/Journal07/5_derwich

[4] El Addouli J, Chlauoui A, Berrahou A, Chafi A, Ennabili A, Karrouch L. 2009. Influence des des eaux usées utilisées en irrigation, sur la qualité des eaux de l'oued Bouishak –région de Menknes (Centre-Sud du Maroc) Revu. Microbiol. Ind. San et Environn. Vol 3, N° 1, p. 56-75.

[5] Guasmi I, Djabri L, Hani A, Lamouroux C. 2006. Pollution des eaux de l'oued -Medjerda par les nutriments. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, N° 05, 113-119. <http://lab.univ-biskra.dz/Larhyss/images/pdf/Journal05/10.guasmi.pdf>

[6] Hassoune M, Bouzidi A, Koulali Y, Hadarbach D. 2006. Effets des rejets liquides domestiques et industriels sur la qualité des eaux souterraines au nord

de la ville de Settat (Maroc). Bull. Inst. Sci, Rabat, Section Sciences de la vie (28), 61-71.

[7] **Hazourli S, Boudiba L, Ziat M.** 2007. Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El Hadjar, Annaba. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, N° 06, 45-55.

<http://lab.univ-biskra.dz/Larhyss/images/pdf/Journal>

[8] **Makhoukh M, Sbaa M, Berrahou A, Van Clooster M.** 2011. Contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya (Maroc oriental). Larhyss Journal, N° 09, 149-169. <http://lab.univ-biskra.dz/Larhyss/images/pdf/Journal>

[9] **Mounjid J, Cohen N, Fadlaoui S, Belhouari A, Oubraim S.** 2014. Contribution a l'évaluation de la qualité Physico-chimique du cours d'eau Merzeg (Periurbain de Casablanca, Maroc). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, N° 18, 31-51.

<http://lab.univbiskra.dz/Larhyss/images/pdf/JOUR>

NALN%C2%B018/3.Mounjid_et_al.VF.pdf

[10] **Pichard A.** 2003 . PLOMB ET SES DÉRIVÉS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. ERIS-DRC-01-25590-ETSC-

APi/SD –N°00df257.doc ;

https://www.isere.gouv.fr/content/download/32797/244022/file/annexe_C12_Fiche_tox_Plomb.pdf

[11] **Thorburn PJ, Biggs JS, Weier KL, Keating BA.** 2003. Nitrate in groundwaters of intensive agricultural areas in coastal Northeastern Australia. Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 94, Issue 1, 49-58.

[https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00018-X](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00018-X)

[12] **Zouggaghe F, Mouni L, Tafer M.** 2014. Qualité biologique du réseau hydrographique du bassin versant de la Soummam (Nord de l'Algérie). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, N° 17, 21-33. http://lab.univ-biskra.dz/Larhyss/images/pdf/JOURNALN%017/2.Zouggaghe-et-al_French.pdf

إثبات صحّة تخمين Fortune في حالة خاصّة

A proof of Fortune's conjecture correctness in a particular case

أ. حياة رزقي

تاريخ القبول: 17 أبريل 2022

تاريخ الإرسال: 6 نوفمبر 2021

المُلخَص (Abstract)

يُعتبر تخمين Fortune الذي يُنسب لصاحبه عالم الاجتماع والانثروبولوجيا زينلندي الجنسيّة *Reo Franklin Fortune* (27 مارس 1903 م - 25 نوفمبر 1979 م)، من أبرز التخمينات الرياضياتيّة التي لا تزال دون حلّ إلى يومنا هذا، رغم أنه يبدو تخمينًا بسيطًا يخصّ الأرقام المحظوظة أو ما يسمّى (The fortunate numbers) (وهي تختلف عن الأعداد المحظوظة The lucky numbers). إنّه تخمين حول الأعداد الأوّليّة، فحواه كالتالي: "لقد توقّع *Reo F. Fortune* أنّ جميع الأرقام المحظوظة هي أعداد أوّليّة."

وبتاريخ 30 سبتمبر 2020م، أقرّ الباحث في

علم الحساب (*Neil James Alexander*)

Sloane أنّ جميع الأرقام المحظوظة التي عُثِر

عليها (يدويًا أو باستخدام الحواسيب الآليّة

عاليّة الدقّة) حتّى هذا التاريخ، هي أعداد أوّليّة

بالفعل و من غير المحتمل أن لا تكون الأرقام

المحظوظة كلّها أعدادا أوّليّة (انظر آخر مرجع

من مراجع هذه المقالة)، كما لم يتمّ إيجاد أي

مثال مضادّ (حتى السّاعة) يُفنّد صحّة تخمين

Fortune.

الهدف من هذه المقالة هو إثبات صحّة

تخمين Fortune في حالة خاصّة، من خلال

دراسة العلاقة بين هذا التخمين و المجالات

المفتوحة من الشّكل $[P_n + a_{n+k}, P_n + a_{n+k+1}]$

حيث P_n هو جداء الـ n أعداد الأوّليّة $(a_i)_{1 \leq i \leq n}$

الأولى و $k \neq 0$ عدد طبيعي، وسيكون ذلك

اعتمادًا على بضع متراجحات رياضيّة تحقّقها

الأرقام المحظوظة.

الكلمات المفتاحيّة Key-words : تخمين

Fortune، الأرقام المحظوظة، النّظريّة

الأساسيّة للحساب، الأعداد الأوّليّة.

Abstract

Fortune's conjecture, which is attributed to its owner the Zealander social anthropologist **Reo Franklin Fortune** (March 27, 1903 - November 25, 1979), is one of the most prominent mathematical conjecture about prime numbers. Its gist is:

"**Reo F. Fortune** predicted that all fortunate numbers are primes".

On September 30, 2020, *Neil James Alexander Sloane* declared that all the fortunate numbers found (manually or using high-resolution automated computers) to date are indeed prime numbers, it is unlikely that they are not all prime numbers and no counterexample has been found (to this day) to disprove the correctness of this conjecture.

The aim of this article is to prove the correctness of *Fortune's* conjecture in a special case by studying the relationship between this conjecture and the intervals $]P_n + a_{n+k}, P_n + a_{n+k+1}[$, where P_n is n^{th} prime factorial, n and k are two positive integers, and this will be based on a few mathematical inequalities that the fortunate numbers fulfil.

Keywords: *Fortune's* conjecture, fortunate numbers, the fundamental

conjectures that is still unsolved to this day, although it appears to be a simple conjecture regarding the so-called fortunate numbers (which are different from the lucky numbers). It's a theorem of Arithmetic, prime numbers, prime factorial.

1. المدخل Introduction

قبل الولوج إلى موضوع المقالة، نشير إلى أنه من المثير للإعجاب والاستغراب في آن واحد، أن يكون صاحب هذا التخمين هو عالم اجتماع، ولا علاقة له بالرياضيات. جاء في [Go] أن تخمين *Fortune* قد ظهر لأول مرة في النسخة المطبوعة لـ [G] وكان ذلك عام 1980م (بعد وفاة *Reo F. Fortune*)، ثم تمت مناقشته بمزيدٍ من التفصيل والتحليل في [Gu].

إن جميع الرياضياتيين الذين يستهويهم البحث عن حلٍ لتخمين *Fortune*، تُصادفهم عقبات وصعوبات كبيرة، بسبب قلّة بلّ ندرة مراجع الرياضيات التي تتناول الحديث عن هذا التخمين.

وبالرغم من ذلك، نهدف من خلال هذا العمل، إلى أن نوجد مرجعاً جديداً مهمّاً (هذه المقالة العلمية) باللغة العربية، يتناول هذا التخمين بكل تفاصيله والملاحظات التي تتعلق به، حتى تصبح هذه المقالة مرجعاً أساسياً لكل من يبتغي الإلمام بما يتعلق بتخمين *Fortune* أو الإبحار والغوص أكثر في هذا الموضوع.

تتكوّن هذه المقالة من أربعة أجزاء رئيسية، ابتداءً من المدخل وهو مقدمة عامة، ثمّ فقرة تمهيدية نتبى فيها الرموز الرياضية الضرورية لخوض موضوع المقالة. بعد ذلك سنتطرق لمختلف المتراجحات (المتباينات) الرياضية التي تحقّقها الأرقام المحظوظة وقد تمّ إثباتها في المرجع الرئيسي $I_{n,k} =]P_n + a_{n+k}, P_n + a_{n+k+1}[$ اختصاراً للكتابة.

2. الأرقام المحظوظة

تعريف

من أجل كل عدد طبيعي n غير معدوم، نسبيّ الرقم المحظوظ (F_n fortunate number) ذا المرتبة n ، وهو تعريف أصغر عدد طبيعي m ، $m \geq 2$ بحيث يكون العدد الطبيعي $m + P_n$ أولياً.

نتيجة

من أجل كل عدد طبيعي n غير معدوم، الرقم المحظوظ ذو المرتبة n : F_n هو عدد فردي.

قيم بعض الأرقام المحظوظة.

سنعطي فيما يلي قائمة الأرقام المحظوظة العشرين الأولى [R]، وكلها أعداد أولية:

[R]. وفي فقرة موالية، سنبرهن على قضية أساسية في هذه المقالة، مفادها أنّ المجالات من الشكل $]P_n + a_{n+k}, P_n + a_{n+k+1}[$ سابقة الذكر لا تشمل أي عدد أولي عندما يكون $a_{n+k+1} < a_{n+1}^2$ ، وهو ما سيقودنا إلى النتيجة التالية: إذا كان الرقم المحظوظ ذو المرتبة n أصغر تماماً من a_{n+1}^2 ، فإنّه حتماً عدد أولي، ممّا يعني صحّة تخمين Fortune في حالة $a_{n+k+1} < a_{n+1}^2$.

وتتمّة لهذه القضية، سنقدّم أمثلة مضادة تثبت أنّ المجال المفتوح $]P_n + a_{n+k}, P_n + a_{n+k+1}[$ قد يشمل أعداداً أولية في حالة $a_{n+k} > a_{n+1}^2$.

وسنهي المقالة بخاتمة نوجز فيها مختلف النتائج التي تم التوصل إليها في هذه المقالة، وكذا الآفاق التي نتوق إلى بلوغها مستقبلاً بغية الإسهام في التوصل لحلّ نهائي لتخمين Fortune.

ترميز

من أجل كل عددين طبيعيين n و k غير معدومين، سنرمز في كل ما سيأتي، ب a_n للعدد الأولي رقم n وب $P_n = a_1.a_2...a_n$ لجداء ال n الأعداد الأولية الأولى، كما سنضع

n	F_n
1	3
2	5
3	7
4	13
5	23
6	17
7	19
8	23
9	37
10	61
11	67
12	61
13	71
14	47
15	107
16	59
17	61
18	109
19	89
20	103

المتراجحة الثانية: $F_n \leq 1 + P_n$ ، من أجل

كل عدد طبيعي n غير معدوم.

المتراجحة الثالثة: إذا تحققت المتراجحة

$$F_n < a_{n+1}^2 \text{ فإن } F_n \text{ أولي.}$$

قضية 1

ليكن n عددا طبيعيا غير معدوم. عندئذ

فإن المجال المفتوح $I_{n,1}$ لا يحتوي على أي

عدد أولي.

إثبات:

3. المواد والطرائق Materials and

methods

1.3 متراجحات رياضية تحقّقها الأرقام

المحظوظة

في هذه الفقرة، سنقوم بسرد بضع

متراجحات تحقّقها الأرقام المحظوظة، و

جميعها مذكورة مع الإثبات في المرجع الرئيسي

لهذه المقالة، ألا وهو [R].

المتراجحة الأولى: $a_{n+1} \leq F_n$ ، من أجل كل

عدد طبيعي n غير معدوم.

لنفرض جدلاً (بالخلف) أنه يوجد على الأقل عدد أولي x في المجال المفتوح $I_{n,1}$. عندئذ يكون:

حيث $x = x' + P_n$ ، $a_{n+1} < x' < a_{n+2}$ ، إذن x' غير أولي لأنه محصور تماماً بين عددين أوليين متتابعين.

ومنه، بحسب النظرية الأساسية للحساب (The fundamental theorem of Arithmetic) [K],[M]

فإن x' يكتب على الشكل:

$$x' = a_1^{\beta_1} \cdot a_2^{\beta_2} \dots a_n^{\beta_n} \cdot a_{n+1}^{\beta_{n+1}}$$

حيث $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{n+1}$ هي أعداد طبيعية.

ولكن، من كون $x = x' + P_n$ أولياً

و $P_n = a_1 \cdot a_2 \dots a_n$ ينتج حتماً أن:

$$\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = 0$$

وبالتالي: $x' = a_{n+1}^{\beta_{n+1}}$.

وينتج من المسلمة الشهيرة *Bertrand's*

postulate (Ra) أن:

$$x' = a_{n+1}^{\beta_{n+1}} < a_{n+2} < 2 \cdot a_{n+1}$$

وعليه، يكون: $\beta_{n+1} \in \{0, 1\}$.

إن الحالة $\beta_{n+1} = 1$ مرفوضة، لأنه في هذه

الحالة، يكون: $a_{n+1} = x'$ (عدد أولي)

وهذا يناقض كون x' غير أولي.

إذن تبقى فقط الحالة $\beta_{n+1} = 0$ ، وهنا يصبح لدينا: $x' = 1$ ، وهذا تناقض لأن x' محصور تماماً بين عددين أوليين متتابعين.

وهكذا، توصلنا إلى تناقض، إذن: المجال المفتوح $I_{n,1}$ لا يحتوي على أي عدد أولي.

قضية 2 (تعميم للقضية السابقة):

ليكن n عدداً طبيعياً مثبتاً غير معدوم، و ليكن k عدداً طبيعياً غير معدوم بحيث:

$$a_{n+k+1} < a_{n+1}^2$$

عندئذ فإن المجال المفتوح $I_{n,k}$ لا يحتوي على أي عدد أولي.

إثبات:

لنفرض جدلاً (بالخلف) أنه يوجد على

الأقل عدد أولي x في المجال المفتوح $I_{n,k}$.

عندئذ يكون:

حيث $x = x' + P_n$ ، $a_{n+k} < x' < a_{n+k+1}$ ، إذن x'

غير أولي لأنه محصور تماماً بين عددين أوليين

متتابعين.

ومنه، بحسب النظرية الأساسية للحساب،

فإن x' يكتب على الشكل:

$$x' = a_1^{\beta_1} \cdot a_2^{\beta_2} \dots a_n^{\beta_n} \cdot a_{n+1}^{\beta_{n+1}} \dots a_{n+k}^{\beta_{n+k}}$$

حيث $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{n+k}$ هي أعداد طبيعية.

ولكن، من كون $x = x' + P_n$ أولياً و

$P_n = a_1 \cdot a_2 \dots a_n$ ينتج حتماً أن:

$$\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = 0$$

إذن الحالتان السابقتان مرفوضتان أيضا،
وبالتالي، لا يوجد أي عدد أولي x في المجال
المفتوح $I_{n,k}$.

4. النتائج Results

$$\forall i = \overline{n+1, n+k}: a_i^{\beta_i} \leq x' = a_{n+1}^{\beta_{n+1}} a_{n+2}^{\beta_{n+2}} \dots a_{n+k}^{\beta_{n+k}} < a_{n+k+1} < a_{n+1}^2 \leq a_i^2$$

نستخلص من القضيتين السابقتين
(قضية 1 و قضية 2) أن المجالات المفتوحة
من الشكل $[P_n + a_{n+k+1}, P_n + a_{n+k}]$ لا
تحتوي أي عدد أولي عندما يكون: $a_{n+k+1} < a_{n+1}^2$ ،
حيث $k \neq 0$ و $n \neq 0$ عددان طبيعيين.

النتيجة 2 (إثبات صحة تخمين Fortune

في حالة $F_n < a_{n+1}^2$)

تمنحنا النتيجة 1 نتيجة أخرى، ألا وهي

صحة تخمين Fortune في حالة $F_n < a_{n+1}^2$ و
قد تم إثبات صحة هذا التخمين في هذه الحالة
باستخدام طريقة أخرى في [R]:

إثبات صحة تخمين Fortune في حالة

$F_n < a_{n+1}^2$: بفرض $F_n < a_{n+1}^2$ ، ولنثبت أن
العدد F_n أولي.

لكون العدد الطبيعي a_{n+1}^2 غير أولي، تنتج

$$\exists j \in \{n+1, n+2, \dots, n+k\}: \beta_j = 1, \beta_i = 0, \forall i = \overline{n+1, n+k}, i \neq j$$

الحالة 1.

يوجد عدد طبيعي $k \neq 0$ ، بحيث:

$$a_{n+1} \leq a_{n+k} \leq F_n \leq a_{n+k+1} < a_{n+1}^2$$

موضح في الشكل (1).

وبالتالي: $x' = a_{n+1}^{\beta_{n+1}} a_{n+2}^{\beta_{n+2}} \dots a_{n+k}^{\beta_{n+k}}$

إن الأعداد الطبيعية $\beta_{n+1}, \beta_{n+2}, \dots, \beta_{n+k}$
تحقق حتماً: $\beta_i \in \{0, 1\}, \forall i = \overline{n+1, n+k}$ ، و

ذلك لأن:

ومن جهة أخرى، لا يمكن لعددتين مختلفتين
 β_j و β_i من المجموعة $\{\beta_{n+1}, \beta_{n+2}, \dots, \beta_{n+k}\}$
أن يساويا 1 معاً، وإلا لكان لدينا:
 $a_{n+1}^2 \leq a_i a_j \leq x' < a_{n+1}^2$ (وهذا تناقض)
وعليه فإن إحدى الحالتين التاليتين فقط
يمكنها أن تتحقق:

إما

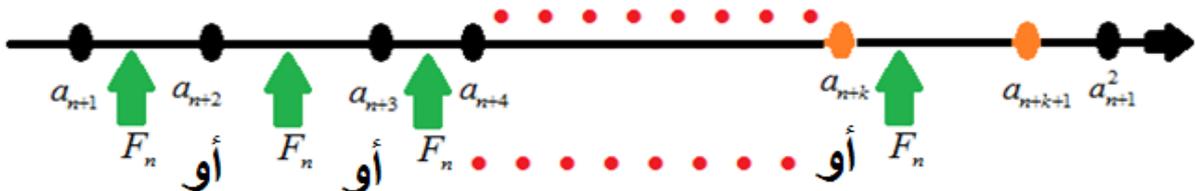
$$(1) \beta_i = 0, \forall i = \overline{n+1, n+k} \text{ وهنا يصبح}$$

لدينا: $x' = 1$ وهذا تناقض لأن x' محصور
تماماً بين عددين أوليين متتابعين.

أو

(2)

وهنا يصبح لدينا: $x' = a_j$ (عدد أولي) و
هذا يناقض فرضية أن x' غير أولي.



الشكل 1.

وبالتالي:

بما أن العدد الطبيعي $P_n + F_n$ أولي و $P_n + a_{n+1} \leq P_n + a_{n+k} \leq P_n + F_n \leq P_n + a_{n+k+1} < P_n + a_{n+1}^2$ أي أن: $(P_n + F_n) \in [P_n + a_{n+k}, P_n + a_{n+k+1}]$ ، فمن القضية (قضية 2) ينتج أن: $F_n = a_{n+k+1}$ أو $F_n = a_{n+k}$ ، ممّا يعني أن F_n أولي، ومنه صحة تخمين *Fortune* في الحالة 1.

الحالة 2.

يوجد عدد طبيعي $k \neq 0$ ، بحيث: $a_{n+1} \leq a_{n+k} \leq F_n < a_{n+1}^2 < a_{n+k+1}$ (كما هو موضح في الشكل 2).



الشكل 2.

$$\forall i = \overline{n+1, n+k}: a_i^{\gamma_i} \leq F_n = a_{n+1}^{\gamma_{n+1}} \cdot a_{n+2}^{\gamma_{n+2}} \dots a_{n+k}^{\gamma_{n+k}} < a_{n+1}^2 \leq a_i^2$$

ومن جهة أخرى، لا يمكن لعددتين مختلفتين

$\{\gamma_{n+1}, \gamma_{n+2}, \dots, \gamma_{n+k}\}$ و γ_j و γ_i من المجموعة

أن يساويا 1 معًا،

وإلا لكان لدينا:

$$\text{(وهذا)} \quad a_{n+1}^2 \leq a_i \cdot a_j \leq F_n < a_{n+1}^2$$

(تناقض)

وعليه فإن إحدى الحالتين التاليتين فقط

يمكنها أن تتحقق:

إمّا

$$(1) \quad \gamma_i = 0, \forall i = \overline{n+1, n+k} \text{ وهنا يصبح}$$

لدينا: $F_n = 1$ وهذا تناقض لأن $F_n \geq 2$

تعريفًا.

أو

باتباع نفس خطوات إثبات قضية 2، لدينا:

$$a_{n+k} \leq F_n < a_{n+1}^2 < a_{n+k+1} \text{ و } F_n + P_n$$

بحسب النظرية الأساسية للحساب، فإن

F_n يكتب على الشكل:

$$F_n = a_1^{\gamma_1} \cdot a_2^{\gamma_2} \dots a_n^{\gamma_n} \cdot a_{n+1}^{\gamma_{n+1}} \dots a_{n+k}^{\gamma_{n+k}}$$

حيث $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_{n+k}$ هي أعداد طبيعية.

ولكن، من كون $F_n + P_n$ أوليًا و

$$P_n = a_1 \cdot a_2 \dots a_n \text{ ينتج حتماً أن:}$$

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_n = 0$$

$$\text{وبالتالي: } F_n = a_{n+1}^{\gamma_{n+1}} \cdot a_{n+2}^{\gamma_{n+2}} \dots a_{n+k}^{\gamma_{n+k}}$$

إنّ الأعداد الطبيعية $\gamma_{n+1}, \gamma_{n+2}, \dots, \gamma_{n+k}$

تحقق حتمًا: $\gamma_i \in \{0, 1\}, \forall i = \overline{n+1, n+k}$ ، و

ذلك لأن:

$$3j \text{ للمجال } \{1, 2, \dots, n+k\}: \gamma_j = 1, \gamma_i = 0, \forall i = \overline{n+1, n+k}, i \neq j \quad (2)$$

، وهنا يصبح لدينا:

من أجل $n=3$ و $k=58$ ، لدينا بالفعل:

$$283 = a_{61} = a_{n+k} > 49 = a_4^2 = a_{n+1}^2$$

$$F_n = a_j \text{ (عدد أولي).}$$

إذن الحالة (2) فقط هي المقبولة وبالتالي،

F_n عدد أولي، ومنه صحّة تخمين *Fortune* في

الحالة 2 أيضا.

إن العدد الأولي 317 ينتمي إلى المجال

$$I_{3,58} =]313, 323[\text{ المفتوح}$$

وللمزيد من الأمثلة المضادة مع الشرح الوافي،

يمكن الاطلاع على المرجع [R].

6. خاتمة **Conclusion** في هذه المقالة،

تم إثبات صحّة تخمين *Fortune* (F_n): الرقم

المحفوظ ذو المرتبة n ، هو عدد أولي) في حالة

$$F_n < a_{n+1}^2.$$

ويبقى إثبات صحّته أو خطئه في حالة

$$F_n \geq a_{n+1}^2 =]P_1 + a_9, P_1 + a_{10}[=]2 + 23, 2 + 29[=]25, 31[$$

السّطور، رغم محاولات حثيثة من باحثين و

هُوّاة في نظريّة الأعداد.

يجدر التنويه هنا إلى أن صاحبة هذه

المقالة، قد نجحت في كتابة برنامج على

الحاسوب، يقوم بإيجاد الأرقام المحفوظة

الأقل من حدّ معيّن (نتيجة محدوديّة قدرة

الحواسيب المستعملة حاليا) وقد كانت

جميعها أعدادا أوليّة بالفعل (انظر ملحق

$$I_{2,14} =]P_2 + a_{16}, P_2 + a_{17}[=]6 + 53, 6 + 59[=]59, 65[\text{ المرجع [R].}$$

نأمل ألا يطول انتظارنا حتى نحصل في

المستقبل القريب على حواسيب بمقدورها

تخطّي أي عدد أو رقم نريد تخطّيه، وبهذا

سنتمكّن من حلّ معضلات عديدة في

5. بعض الأمثلة المضادة، التي تبين

إمكانية وجود أعداد أوليّة في المجالات

$$I_{n,k} =]P_n + a_{n+k}, P_n + a_{n+k+1}[$$

$$: a_{n+k} > a_{n+1}^2$$

المثال المضادّ 1.

من أجل $n=1$ و $k=8$ ، لدينا بالفعل:

$$23 = a_9 = a_{n+k} > 9 = a_2^2 = a_{n+1}^2$$

إن العدد الأولي 29 ينتمي إلى المجال المفتوح

$$I_{1,8} =]25, 31[$$

المثال المضادّ 2.

من أجل $n=2$ و $k=14$ ، لدينا بالفعل:

$$53 = a_{16} = a_{n+k} > 25 = a_3^2 = a_{n+1}^2$$

إن العدد الأولي 61 ينتمي إلى المجال المفتوح

$$I_{2,14} =]59, 65[$$

A proof of *Bertrand's* postulate, Journal of the Indian Mathematical Society, 11, 1919, 181-182.

[R] Rezgui H.

New explorations and remarkable inequalities related to *Fortune's* conjecture and fortunate numbers.

Submitted, March 2022.

[S] Site: <https://oeis.org/A005235>

الرياضيات وقد يكون تخمين *Fortune* هو أحدها.

المراجع References

[G] Gardner M.

Mathematical games, Sci. Amer.

(December 1980) 18-28. (Column based on contributions by R. K. Guy).

[Go] Golomb Solomon W.

The evidence for *Fortune's* conjecture, Mathematics Magazine, 1981, Vol. 54, No. 4, pp. 209-210.

[Gu] Guy Richard K.

Unsolved problems in intuitive Mathematics, Vol. I, Number Theory, Springer, 1981.

[K] Kaluzhnin L. A.

The Fundamental theorem of Arithmetic, ©English translation, Mir Publishers, Moscow, 44 pages, 1979.

[M] Maier E. A.

A proof of the fundamental theorem of Arithmetic, The American Mathematical Monthly, Vol. 71, No. 10, 1964, pp. 1116-1117.

[Ra] Ramanujan S.

تأثير وشائع ومحولات تسلا على فعالية الأجهزة التكنولوجية الكهربائية الحديثة
L'effet des bobines et des transformateurs teslas sur l'efficacité des appareils
technologiques électriques modernes

زواوي كاميليا، قسم الفيزياء والهندسة،

جامعة Uni 24k ستراسبورغ، فرنسا.

البريد الإلكتروني: kamilyazouaoui7@gmail.com

تاريخ القبول: 20 فيفري 2022

تاريخ الإرسال: 24 جانفي 2022

الملخص Abstract

التأثيرات الهامة ملف تسلا ومحولاته على الأجهزة العصرية .
ولتحقيق ذلك اعتمدنا في دراستنا، المواد والطرائق المستعملة في انجاز جهاز وشيعة تسلا الذي ظهر أثناء النهضة الصناعية الحديثة، بما اخترع فيها من أجهزة عصرية ومولدات المصانع والمحركات والتوربينات العملاقة.
وقد أظهرت نتائج الدراسة، أن جهاز وشيعة تسلا قابل لتطويره بشكل كبير، مثل الوشائع الحديثة التي بها فجوة شرارة بسيطة لإثارة التذبذبات في المحول المضبوط، وتستخدم التصميمات الأكثر تطورا مثل الترانزستور أو مفاتيح التأثير أو المذبذبات الإلكترونية ذات الأنبوب المفرغ لتشغيل محول الرنين، نظرا لما له من تأثيرات على الأجهزة العصرية من حيث التنظيم والتصميم.
وكخلاصة لدراستنا، توصلنا الى معرفة مدى تأثير واستخدام وشيعة تسلا لإنتاج كهرباء عالية الجهد، منخفضة التيار الكهربائي وتيار

رغم أن المخترع تسلا قد قدم أعمالا كبيرة وهامة في مجال الطاقة الكهربائية والفيزياء، و ذلك بإنجازه لعدة ابتكارات واختراعات ، قد أصبح لها دور فعال في مجال التكنولوجيا الحديثة ، إلا أن أفكاره العلمية وبعض أعماله ولسبب ما ، لازالت محل دراسة وبحث ، مثل إمكانية الحصول على كهرباء لاسلكية ومحاولة اختراع كاميرا لقراءة الأفكار ، ومنها من رأت التور مثل الحصول على موجات المد الصناعية واختراع آلة الزلازل والوصول الى امكانية البث الحي واختراع جهاز سمي باسمه " وشيعة تسلا " لإنتاج كهرباء عالية الجهد بواسطة تيار كهربائي منخفض ، وتوليد أشعة سينية في نقل الطاقة الكهربائية والاضاءة الفسفورية ، وهنا يتمركز بحثنا هذا لمحاولة توضيح بعض

عالي التردد، للأجهزة التكنولوجية الحديثة التي نستعملها بشكل يومية والضرورية لحياتنا. الكلمات المفتاحية (Keywords): نيكولا تسلا، وشيعة تسلا، الحث الكهرومغناطيسي، الترانزستور، المكثفة.

Abstract

Bien que l'inventeur Tesla ait réalisé de grands et importants travaux dans le domaine de l'énergie électrique et de la physique , en réalisant plusieurs innovations et inventions , ils sont devenus un rôle actif dans le domaine de la technologie moderne , mais ses idées scientifiques et certains de ses travaux , par pour une raison quelconque , font toujours l'objet d'études et de recherches , telles que la possibilité d'obtenir de l'électricité sans fil et d'essayer d'inventer un appareil photo pour lire des idées , y compris ceux qui ont vu la lumière , comme obtenir des raz de marée artificiels , inventer une machine sismique , accéder la possibilité de diffuser en direct , et d'inventer un appareil nommé d'après lui « bobine Tesla » pour produire de l'électricité à haute tension en utilisant un courant électrique faible , et pour générer des rayons X dans la transmission de l'énergie électrique et de l'éclairage au phosphore , et notre recherche ce concentre ici pour essayer de clarifier certains des effets importants de la bobine

et des transformateurs Tesla sur les appareils modernes .

Pour y parvenir , nous nous sommes appuyés , dans notre étude , sur les matériaux et les méthodes utilisées pour la réalisation du dispositif à bobine Tesla apparu lors de la renaissance industrielle moderne , notamment les appareils modernes , les générateurs d'usine , les moteurs et les turbines géantes. Les résultats de l'étude ont montré que le dispositif Tesla est hautement évolutif , comme les bobines modernes avec un petit éclateur pour exciter les oscillations dans le transformateur accordé et des conceptions plus sophistiquées telles que des transistors , des commutateurs à thyristors ou des oscillateurs électroniques à tube à vide sont utilisés pour piloter le transformateur de résonance , en raison de ses effets sur les appareils modernes en termes d'organisation et de conception . Et en conclusion , au cours de notre étude , nous avons découvert l'étendue de l'effet et de l'utilisation de la bobine Tesla pour produire du courant haute tension , basse intensité et haute fréquence , pour les

appareils que nous utilisons

قام تسلا بالعديد من الاختراعات، بما في ذلك "وشيعه تسلا" الذي وضع الأساس للتقنية اللاسلكية المستمرة التي يستخدمها في تكنولوجيا الراديو والأجهزة الكهربائية الحديثة اليوم (علاء الحلبي، 2011) (04)



الشكل (01) وشيعه تسلا (متحف صربيا)

(المجموعة اللولبية الأولية)، مكونا دائرة رنانة مع تردد التذبذب، ويُقدّر هذا التذبذب عادةً من (20-100) كيلو هرتز، والتي تحددها سعة المكثفة وشيعه الحث. تكون المكثفة مشحونة بالجهد اللازم لتفجير الهواء من الفجوة، بحوالي 10 كيلو فولت وذلك بواسطة محوّل ذو خط موصول بالكهرباء متّصل بالفجوة، ويمكن لهذا المحوّل أن يتحمّل وجود دائرة قصيرة بينما لا تزال الفجوة متأينة، أو لأجزاء دقيقة جداً من الثواني حتى يختفي التدفق ذو التردد العالي. وقد وُضع ملف لولبي ثانوي أكثر وضوحاً مع سلك أرقّ وذو لفّات أكثر عن الابتدائي ليعترض بعض الحقول المغناطيسية للملف اللولبي الابتدائي. وقد صمم الملف الثانوي ليحتوي نفس تردد الرنين حيث أن الملف الابتدائي يستخدم فقط السعة الضائعة للملف اللولبي نفسه ولأى " غطاء علوي " يوضع على النهاية العلوية للملف، يحتوي

quotidiennement et nécessaire à notre vie.

Mots clés : Nikola Tesla , Bobine Tesla , Induction électromagnétique , Transistors , Condensateur.

المدخل Introduction

يعمل سلك محوّل (وشيعه) تسلا بطريقة مختلفة بشكل كبير عن المحوّل التقليديّة (ذات اللب الحديدي). ففي المحوّل التقليدي، تُشدّ اللفّات الثنائية بإحكام ويتم تحديد قيمة الجهد الكهربائي المكتسب بنسبة عدد اللفّات في المحوّل. تنجح هذه الطريقة في حالات الجهد الكهربائي العادي ولكن عندما يكون الضّغط الكهربائي عالي فإن العازل الكهربائي بين مجموعتي اللفّات سيتلف بسهولة وهذا ما يمنع المحوّل ذات اللب الحديدي من العمل تحت ضغط كهربائي مرتفع (جهود عالية) بدون تعطل (Michael Simmons, 2016)⁽¹⁰⁾

تطوّر محوّلات تسلا تستخدم محوّل ملف تسلا كمكثفة، والذي خلال تعطلّ الفجوة الشرارية القصيرة، أصبح متّصلاً بلفائف مستديرة وملتفة لمرات قليلة

تكون الارض أو سطح الأرض. يتم ضبط دائرة إل سي الأولية بحيث يتردد صداها على نفس تردد دائرة إل سي الثانوية. تقترن مغناطيسيا للفاثف الابتدائية والثانوية، مما يخلق رنين محوّلات الهواء الثنائية التي تم ضبطها. في السابق وشائع تسلا معزولة النفط كانت في حاجة لعوازل كبيرة وطويلة في

المحطّات ذات الفولت العالي لمنع حدوث تفرّغ في الهواء. لاحقاً وشائع تسلا نشرت حقولها الكهربائية لمسافات كبيرة لمنع الإجهاد الكهربائي العالي في المقام الأول، مما يتيح العمليّة في الهواء الطلق (07) (Carol, 1994)

تصميم اللفائف نفسها ذات الطّاقة العاليّة التي سيتم ذكره لاحقاً على طبقة واحدة ابتدائية وثانوية (Uth Robe)⁽¹²⁾ (1999, وشائع تسلا في العصر الحديث

في تصميم تسلا الأكثر تقدّماً، تتكوّن الدّائرة إل سي الثّانويّة من محوّل لفاثف الهواء الجوهريّة الثّانويّة توضع في سلسلة مع كاشف الموجات الهرتزيّة اللولبيّة. معظم اللفائف الحديثة لا تستخدم سوى لفاثف لولبيّة واحدة تضمّ كلّ من رنان ثانوي وأولي. ثمّ يتمّ توصيل تلك اللفائف للمحطة. والتي تشكّل ' لوحة ' واحدة من مكثّفة، و ' لوحة ' أخرى



الشكل (02) تفرّغ وشيعة تسلا

أو ترانزستور حقلي أو ترانزستورًا ثنائي الأقطاب ذو البوابة المعزولة لتشغيل الشّحنة الكهربائيّة الرئيسيّة. المحوّلات ذات الصّمامات المفرغة عادة ما تعمل بجهد يتراوح ما بين 1,500 إلى 6,000 فولت، بينما تعمل فجوات الإشعاع الرئيسيّة بفولتات رئيسيّة تتراوح ما بين 6,000 إلى 25,000 فولت. كما أن الملفات الرئيسيّة توضع في محوّلات تسلا تُلفّ حول الجزء السفلي فقط من الملف الثّانوي (ويسمّى أحياناً "المرنان")، وهو ما يساعد في إظهار عمل الملف الثّانوي وكأنه مرنان نضّاح. إن المحث الرئيسي والذي يحول الفولتات إلى الجزء

التشغيل الرئيسي

إن الترانزستور الحديث أو الصّمام المفرغ في محوّلات تسلا لا تستخدم فجوة إشعاع رئيسيّة، و عوضاً عن ذلك فالترانزستورات أو الصّمامات المفرغة توفر عمليّة التّضخيم المطلوبة لتوليد التّرددات اللاسلكيّة للدّارة الرئيسيّة. تستخدم محوّلات تسلا الثّابتة أقل فولتات تشغيليّة رئيسيّة والتي تتراوح ما بين 155 إلى 800 فولت، ويستخدم لتحريك اللفات الرئيسيّة إما محوّلًا ثنائي الأقطاب ذو الجسور المفردة أو الزوجيّة،

السفلي من الملف الثانوي مما يوقر دفعات منتظمة، وهناك طاقة إضافية تُحوّل من المحث الرئيسي إلى المحث الثانوي ليرفع السعة الكهربائية خلال كل "دفعه"، حيث يبني المحث الثانوي فولتات تسمى الرنين. غالبًا ما تستخدم دائرة الرّد التصحيحي الكهربائي لتهيئة توقيت مولّد الذبذبة لدرجة الرنين المتصاعد في المحث الثانوي، وهي عملية الضبط الوحيدة بعد الخيار الأول بعد الرفع المعقول للسعة الكهربائية.

تشغيل الوسائط

في حالة وشيعة تسلا ذو الحالة الصلبة ثنائي الرنين (DRSSTC)، فإن التحويل الإلكتروني لوشيعة تسلا ذو الحالة الصلبة يشترك مع الدارة الابتدائية الرنانة لوشيعة تسلا ذو الثغرة الشرارية (فراغ الشرارة الكهربائية). تتكون الدارة الابتدائية الرنانة عن طريق توصيل المكثفة باللفائف الابتدائية للملف، حيث يشكّلان معاً سلسلة من الدارات الكهربائية الرنانة ذات مستحث ومكثفة ويكون ترددها الرنان مقارب لتردد الدارة الثانوية. بسبب وجود دارة رنانة إضافية فإنه من الضروري وجود مُعدّل توليف يدوي آخر أوتوماتيكي (ذاتي). كما يستخدم عادة قاطع كهربائي للتقليل من دورة تشغيل دائرة خدمة لجسور التيارات المتناوبة وذلك لتحسين كفاءة طاقة الذروة، وبالمثل فإن الترانزستور ثنائي القطبية ذو البوابة المعزولة IGBTs أكثر شيوعاً في هذا التطبيق من الترانزستور الحفلي "موسفت" MOSFETs أو الترانزستور ثنائي القطبية نتيجة لتفوقه في معالجة الطاقات

العالية. يمكن مقارنة أداء وشيعة تسلا ذو الحالة الصلبة ثنائي الرنين (DRSSTC) ب وشيعة تسلا متوسط الطاقة ذو الثغرة الشرارية، كما أن كفاءته (تقاس بطول الشرارة مقابل الطاقة المدخلة).

الإرسال والاستقبال اللاسلكي

بإمكان محوّل تسلا أن يستقبل نبضات كهرومغناطيسية من كهرياء الغلاف الجوي وطاقة إشعاعية والطاقة المشعة، بالإضافة إلى البث اللاسلكي العادي. تُلقى الطاقة المشعة وبسرعة شديدة جزيئات صغيرة ذات طاقة كهربية شديدة مع بعض الإشعاعات الأخرى والتي تسقط على الموصل المعزول المرتبط بالمكثفة مما يسبب شحن المكثفة لانهائي، قد يكون المرنان الحلزوني مستثاراً بفعل الصدمة بسبب اضطرابات الطاقة المشعة وليس فقط عند الموجة الأساسية في ربع الموجة، ولكن يستثار بسبب التوافق أيضاً، ومن الممكن استخدام الطريقة الهرتزية لاستثارة مُستقبل محوّل تسلا ولكن بحدود معينة لئلا ينتج عن استخدامها أضرار كبيرة كما يمكن استخدام طرق أخرى مثل طريقة (التأريض) أو طرق توصيل أخرى متعدّدة لاستثارة محوّل تسلا ولكن جميعها ذو أضرار أيضاً. يمكن للدارة الكهربائية الشاحنة أن تُهيأ وتُكَيّف لكي تُمد بالطاقة بواسطة عدة مؤثرات واضطرابات عن بعد. تقوم الاهتزازات (الذبذبات) المتقطعة والعشوائية التي تنتقل عن طريق توصيلها بالمرنان المستقبلي (دائرة الرنين) بشحن مكثفة المستقبلي والاستعانة بالطاقة الكامنة لتأثير أكبر. يمكن استخدام

المحطات الأولى أكبر بكثير من الفولت المستخدم لإنشاء الحقل المغناطيسي، وهذا الجهد (الفولت) العالي يتم ضربه في نسبة لفات المحوّل. وبالتالي، فهي تخزن الطاقة بالفعل، كما يخزن مرنان تسلا الطاقة. يستخدم أيضًا بديل حديث منخفض الطاقة للفائف تسلا لمدّ أجهزة البلازما والأجهزة المشابهة بالطاقة (مارك ج. سيفر، 1996) (05) يمكن أيضًا استخدام وشيعة تسلا لإصدار الموسيقى عن طريق تعديل "معدل الانطلاق" الفعّال للنظام؛ وهو معدّل ومدة اندفاع موجات الراديو الترددية RF بواسطة بيانات ميدي (MIDI) ووحدة تحكم. يتم تحليل بيانات ميدي فعليًا من قبيل أداة تحكم مصغرة والتي يتم تحويلها إلى بيانات من نوع (PWM) "تمائل عرضي النبضة" والتي يمكن إرسالها إلى وشائع تسلا بواسطة وصلة ألياف بصريّة (مارك ج. سيفر، 1996) (06) في العقود الأولى من الراديو، استخدمت معظم أجهزة الراديو العملية لوشائع تسلا في هوائيات الإرسال الخاصة بها. استخدم تسلا نفسه نسخًا أكبر أو أصغر من اختراعه للتحقيق في التآلق والأشعة السينية والراديو والطاقة اللاسلكية والتأثيرات البيولوجية وحتى الطبيعة الكهرومغناطيسية للأرض وكذلك على غلافها الجوي (Marc j.seifer, 1996) (09)

الشكل (03) صور أنواع الترانزستور والمكثفات التي تستعمل في الدارات الالكترونية للأجهزة

الكهربائية

عدة إشعاعات لشحن وتفريغ الموصلات على اعتبار أن الإشعاعات هي اهتزازات كهرومغناطيسية ذات عدة أطوال موجية وجهد أو طاقة تأين. يستعين مستقبل تسلا بالاضطرابات أو المؤثرات لكي يشحن أداة التخزين بالطاقة من مصدر خارجي (طبيعي أو صناعي) ويتحكم بعملية شحن أداة التخزين عن طريق الاضطرابات والمؤثرات (خلال فترات زمنية متتابعة محددة بواسطة هذه المؤثرات والاضطرابات حسب تتابعها ومدتها) (jeff behary 2018) (08) الأجهزة والنماذج التي تستخدم لفائف تسلا

تعتبر لوشائع تسلا هي الشكل القديم (مع لفائف الحثّ أو الإشعال بالشّرر) للجهاز الأحدث المسمى المحوّل الارتدادي الذي يوفر الجهد اللازم لتشغيل أنبوبة أشعة كاثود (القطب السالب) المستخدم في شاشات بعض التلفازات وأجهزة الحاسوب. لفائف التفريغ التّشويشيّة لا تزال مُستخدمة مثل (لفائف الاشتعال) أو لفائف

الإشعال بالشّرر) في نظام الإشعال لمحرك الاحتراق الداخلي. هاتان الأليتان لا تستخدمان الرنين لتجميع الطاقة، غير أن هذه هي الخاصية المميزة لوشائع تسلا. حيث تستخدمان الحثّ " التّنشيط، الإيجابار، الانخفاض الشّديد للمجال المغناطيسي، بحيث يكون الفولت المبدول بواسطة اللفائف في



-المقاومة المتغيرة R1 بقيمة اسمية 50

kOhm. لتجميع ناجح، لا تنس توصيل جهتي اتصال لهذه المقاومة

-وفقًا للرسم التخطيطي، المقاومة R2

بقيمة اسمية 75 أوم، الترانزستور VT1 13007D أو التناظرية السوفيتية بهيكل npn، يمكن البحث عن المبرد لتبريد الترانزستور على الترانزستورات القوية في المعدات المعيبة. -الحجم يؤثر بشكل مباشر على جودة التبريد.

-اللف الأساسي لمحول تسلا، يمكن أن

يكون الموصل أنبوبًا أو سلكًا نحاسيًا بسيطًا بقطر 0.5-1 سم، ويكون الملف مسطحًا أو أسطوانيًا أو مخروطيًا.

-تتكون الدارة الثانوية من ملف، وإذا لزم

الأمر، محطة. نقوم بلف السلك بسلك يبلغ قطره من 0.1 إلى 0.3 مم². يمكن لف السلك حول أنبوب PVC عازل. طول الأنبوب 25-40 سم، وقطره 3-5 سم، يجب أن يلف الملف على الملف: بدون تقاطعات، فجوات. لمنع اللف من الانزلاق والفتك، يوصى بتأمين أقسام الجرح. عدد المنعطفات من 700 إلى 1000.

-بعد اللف، نقوم بعزل الملف الثانوي

بالطلاء أو الورنيش أو أي عازل آخر، هذا سوف يمنع غاسل من دخوله، المحطة الطرفية هي سعة إضافية للدائرة الثانوية المتصلة في سلسلة. إنه غير ضروري للافتات الصغيرة.

انطلاقًا مما سبق يأتي هذا المبحث لاماطة اللثام على بعض الجوانب وشيعة (محول) تسلا والتي نعتبرها اشكالات او استفسارات نذكرها فيما يلي:

- هل يمكن أن نحصل على كهرباء عالية الجهد بواسطة تيار كهربائي منخفض؟
- هل يمكن ضبط موازنة تناسبية في شدة التيار الكهربائي للمولدات مع الأجهزة الكهربائية الحديثة؟

وفي دراستنا المرجعية هذه، استعملنا للوصول الى هدفنا المذكور أعلاه، المواد والطرائق التي نذكرها في العنصر الموالي.

المواد والطرائق Matériels et

méthodes

اختيار الأدوات والأجزاء لإنشاء محول

تسلا

سنبحث عن أجزاء ونختارها لكل من

الوحدات الهيكلية المذكورة أعلاه:

سوف يتطلب مصدر الطاقة جهدًا مستمرًا من 12 إلى 19 فولت. ستعمل بطارية الآلة، أو شاحن الكمبيوتر المحمول، أو محول التدرج لأسفل بجسر الصمام الثنائي مع تيار التيار المستمر.

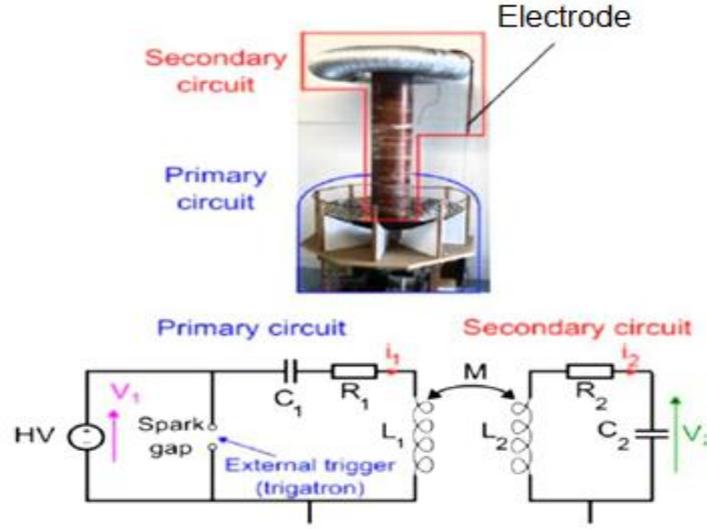
لنجد تفاصيل الدارة الأولية:

لتصفيّة الملف الثانوي، ستحتاج إلى:
 أنبوب بحجم بوصتين، سلك بطول 100
 متر، مع طلاء بالمينا؛ تركيب المواد البلاستيكية
 اثنين بوصة؛ مسامير وصواميل متنوعة،
 غسالات؛ أنبوب نحاسي بطول 3 أمتار.
 لتصنع مكثفة بنفسك، فأنت بحاجة إلى
 الأجزاء التالية:

زجاجات زجاجية، عدة قطع؛ الملح
 الصخري؛ رقائق؛ زيت خاص
 (دار كتب القرن الواحد والعشرين، 2017)⁽⁰²⁾
 ترتيب العمل على النحو التالي
 نقوم بلف الملف الثانوي، لذلك نقوم
 بإصلاح أحد طرفي السلك المجهز في الجزء
 العلوي من الأنبوب ذي البوصتين، ونبدأ
 باللف، ولا نسمح للسلك بالعبور. اللف
 الثانوي ملفوف بإحكام. لإصلاح الملف،
 نستخدم شريط التقيع، والذي يتم جرحه
 بعد 20 لفة.
 نصلح اللف الناتج بإحكام بشريط ونغطي
 المينا بالطلاء.
 لتسهيل اللف، يمكنك عمل جهاز بسيط،
 نقوم بتوصيل الأسلاك، كما هو موضح في
 الشكل (04) أدناه:

- يكفي رفع نهاية الملف 0.5-5 سم.
 - بعد أن قمنا بتجميع جميع الأجزاء
 الضرورية لوشيعه تسلا، نبدأ في تجميع الهيكل
 بأيدينا.
 - البناء والتجميع.
 - نقوم بالتجميع وفقاً لما هو واضح في
 الشكل (04).

- نقوم بتثبيت مصدر الطاقة بشكل
 منفصل. يمكن تجميع الأجزاء عن طريق
 التثبيت، الشيء الرئيسي هو استبعاد ماس
 كهربائي بين جهات الاتصال.
 - عند توصيل الترانزستور، من المهم عدم
 خلط جهات الاتصال.
 - للقيام بذلك، تحقق من الرسم
 التخطيطي.
 - نقوم بربط المبرد بإحكام بجسم.
 - ينشأ مجال مغناطيسي ينقل الطاقة
 الكهربية إلى الملف الثانوي؛ يخلق اللف
 الثانوي دائرة تذبذبية، تتمثل مهمتها في تجميع
 الطاقة، والتي سيتم تخزينها بواسطة الدائرة
 لبعض الوقت.
 توصيات المتخصصين لتنفيذ محوّل طاقة
 متوسط الرّتين بأيديهم:



الشكل (04) جهاز محوّل تسلا بجميع توصيلاته مع مخطط المحوّل على الترانزستور

المجال المغناطيسي المتغير أيضًا عبر الملف $2L$ ويحفز قوة دافعة كهربائية على الملف $2L$. نظرًا لأن $2L$ أطول بحوالي 100 دورة من $1L$ ، فإن الجهد الكهربائي عبر $2L$ أكبر 100 مرة من الجهد عبر $1L$. وبما أن الجهد في $1L$ يكون في حدود 10000 فولت، فسيكون في $2L$ مليون فولت.

يتم نقل الطاقة المغناطيسية المتراكمة في $2L$ كطاقة كهربائية إلى المكثفة $2C$ ، والذي عندما يصل إلى قيم جهد قصوى تبلغ مليون فولت يؤين الهواء، وينتج شرارة ويتم تفريغه فجأة عبر الأرض. يحدث التفريغ ما بين 100 و150 مرة في الثانية.

تسمى دائرة $1LC$ بالرنين لأن الطاقة المتراكمة في المكثفة $1C$ تمر إلى الملف $1L$ والعكس صحيح؛ وهذا يعني حدوث تذبذب يحدث الشيء نفسه في دائرة الطنين $2LC$ ، حيث يتم نقل الطاقة المغناطيسية للملف $2L$ كطاقة كهربائية إلى المكثف $2C$ والعكس

تأكد من إجراء التأريض في اللف الأساسي، يتم الحصول على 7 لفات وفقًا للمخطط، في المرحلة الثانوية -600.

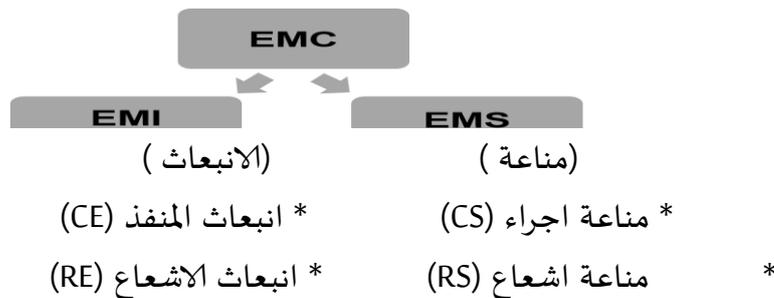
يوصي الخبراء بإجراء الاختبار الأولي للجهاز الناتج في الشارع، ونتيجة لذلك، يجب الحصول على شرارة من التصريفات، والتي يجب أن يتراوح طولها من 10 إلى 15 سم. (رازلاف جون وليلاند أندرسون، 1979) (03)، (تشايلدريس، ديفيد هـ، 1993) (01)

آلية العمل

عندما يتم تشغيل وشيعة تسلا، يقوم مصدر الجهد العالي بشحن المكثفة $1C$. عندما يصل هذا إلى جهد عالي بدرجة كافية، فإنه يقوم بقفزة شرارة في المفتاح S (فجوة شرارة أو انفجار)، مما يؤدي إلى إغلاق دائرة الرنين ثم يتم تفريغ المكثف $1C$ من خلال الملف $1L$ لتوليد مجال مغناطيسي متغير. يمر هذا

2LC. في كل دورة تذبذب، تزداد الطاقة الكهربائية والمغناطيسية المتراكمة في كل دائرة. عندما يكون الجهد الكهربائي عبر C2 مرتفعاً بدرجة كافية، يتم إطلاق الطاقة على شكل برق عن طريق تفريغ C2 على الأرض (https://elektronchic.ru) (13): نختار احدي التجارب التي أنجزت على دائرة محوّلات تسلا ومقارنة مدى فعاليتها وقدرة حدود الانبعاث وحماية الأجهزة عند التداخل المغناطيسي حيث نطرح سؤال كالاتي: ماهي كيفية قمع جزء التوصيل للتداخل الكهرومغناطيسي؟ يمكن تقسيم التوافق الكهرومغناطيسي EMC الى جزأين، مما يعني قدرة الجهاز على الانبعاث والمناعة. هناك العديد من المعايير التي تحدد حدود الانبعاثات EMI والمناعة EMS الأول هو التداخل الكهرومغناطيسي EMI عندما يعمل الجهاز، قد يؤدي الاضطراب إلى تدهور أداء الدارة أو حتى إيقاف تشغيلها. يجب قمع هذا الاضطراب. الجزء الآخر هو القابلية الكهرومغناطيسية EMS مما يعني أنه حتى لو تعرض الجهاز لـ EMI، فيمكنه أيضاً العمل بشكل طبيعي أو لن يسبب مشاكل مثل عطل.

صحيح. وهذا يعني أن تيار رحلة الذهاب والإياب يتم إنتاجه بالتناوب في الدارة. تردد التذبذب الطبيعي في دارة LC الرنين والحث المتبادل عندما تحدث الطاقة الموردة إلى دارات LC بنفس التردد مثل التردد الطبيعي لتذبذب الدارة، يكون نقل الطاقة هو الأمثل، مما ينتج عنه تضخيم أقصى في تيار الدائرة. تُعرف هذه الظاهرة الشائعة في جميع أنظمة التذبذب باسم صدى. تقترن دارات 1LC و 2LC مغناطيسياً، وهي ظاهرة أخرى تسمى الحث المتبادل. من أجل أن يكون نقل الطاقة من دارة 1LC إلى 2LC والعكس صحيحاً على النحو الأمثل، يجب أن تتطابق ترددات التذبذب الطبيعي لكلا الدارتين، كما يجب أن تتطابق أيضاً مع تردد مصدر الجهد العالي. يتم تحقيق ذلك عن طريق ضبط قيم السعة والحث في كلتا الدارتين، بحيث تتوافق ترددات التذبذب مع تردد. عند حدوث ذلك، يتم نقل الطاقة من المصدر بكفاءة إلى دارة 1LC، ومن 1LC إلى



الشكل -05- تصنيف EEM

1. دائرة خارجية مشتركة لـ EMI: هناك

العديد من الطرق لقمع EMI ، مثل مرشح PI أو مرشح خنق الوضع العام. بالإضافة إلى المرشح الخارجي، فإن تخطيط ثنائي الفينيل متعدد الكلور هو أيضًا العامل الذي سيؤثر على نتائج الاختبار. تتناول هذه المقالة مجموعة عوامل التصفية، ويوضح ما يلي بعض الإجراءات المضادة.

- مرشح LC: الغرض الرئيسي من المرشح هو التخلص من الضوضاء غير الضرورية. ترتبط هذه الضوضاء عادةً باضطراب أو انقطاع تيار الحلقة. لذلك، فإن قمع اضطراب التيار هو الغرض الرئيسي لدارة المرشح. تضمن المرشح الشائع المكثفات والمحاثات.

الشكل 6 (أ) هو مرشح تمرير منخفض شائع الاستخدام كمرشح إدخال. وهي تتألف من المكثفات والمحاثات. والغرض الرئيسي هو قمع الضوضاء عالية التردد ومنع الضوضاء عالية التردد من التدفق إلى مصدر الطاقة. أضف مكثفًا إضافيًا إلى مرشح الترددات المنخفضة ليصبح مرشح PI، كما هو موضح في الشكل 6 (ب).

الأجهزة الإلكترونية اللازمة لتلبية مواصفات EMI و EMS مع متطلبات التطبيق المختلفة. مما يعني أن الجهاز يجب أن يتضمن الإجراءات المضادة المقابلة أثناء عملية التصميم، سواء كان يتطلب مكونات خارجية أم لا.

يوضع المعيار المشترك لكل تطبيق مثل:

صناعة المعلومات والاتصالات (ICT - CISPR 22 / 32)، التطبيق الصناعي (CISPR 11)

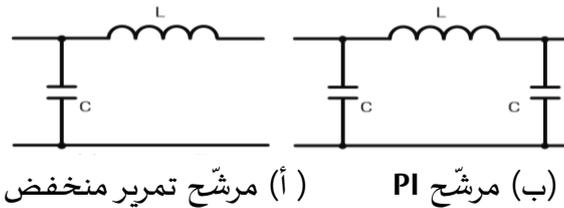
تطبيق السكك الحديدية (EN 50121-3-2)، تطبيق السيارات (CISPR 25).

معظم البلدان لديها متطلبات محددة للتوافق الكهرومغناطيسي. الأجهزة اللازمة لتلبية المتطلبات المقابلة، ويمكن بيعها في بلدان محددة، مثل CE في الاتحاد الأوروبي،

FCC في الولايات المتحدة، BSMI في تايوان، C3 في الصين، VCCI في اليابان، وما إلى ذلك.

أصبحت الدارات الإلكترونية للمنتجات أكثر كثافة وتعقيدًا. لذلك، فإن التداخل الكهرومغناطيسي EMI والحساسية

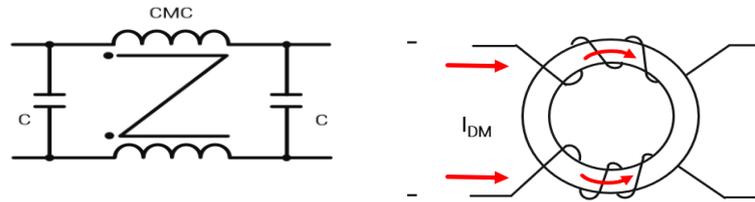
الكهرومغناطيسية EMS أصبحت نقاط بالنسبة للمصمم.



الشكل -06-

- مرشح خنق الوضع الشائع

يتكون مرشح خنق التَّمط الشائع من مكثفتين وخنق نمط شائع، كما هو موضح في الشكل 7 (أ). يتكون هيكل الخانق العادي من ملفين ملفوفين على نفس النواة، وهو ما يشبه محاثين متشابهين. كما هو مبين في الشكل 7 (ب)، عندما يتدفق تيار الوضع الشائع، يزداد التدفق المغناطيسي، وهو ما يعادل زيادة المحاثية. لذلك، ليس من السهل تمرير الوضع الشائع الحالي والضوضاء. عندما يتدفق تيار الوضع التفاضلي، يكون اتجاه التدفق المغناطيسي الناتج عن القلب المغناطيسي معاكسًا، ويتم إلغاء التدفق المغناطيسي، ويمر تيار الوضع التفاضلي مباشرة.



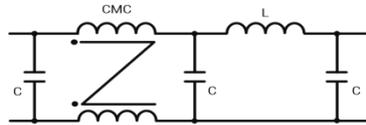
(أ) مرشح الخنق

تقليل التدفق زيادة التدفق

(تقليل L_{DM} ، X_L يمرر) (زيادة L_{CM} ، X_L لا يمرر)

الشكل -07- خنق الوضع المشترك والتدفق المغناطيسي

- مرشح خنق الوضع العام الهجين: مرشح CMC الهجين هو مزيج من مرشح خنق التَّمط الشائع ومرشح PI، يمكن كبح ضوضاء الوضع الشائع بواسطة مرشح الوضع الشائع، يمكن لمرشح نوع PI أن يمنع الضوضاء عالية التردد معًا، يمكن أن يحقق أفضل إخماد للضوضاء.



الشكل -08- مرشح خنق الوضع العام الهجين

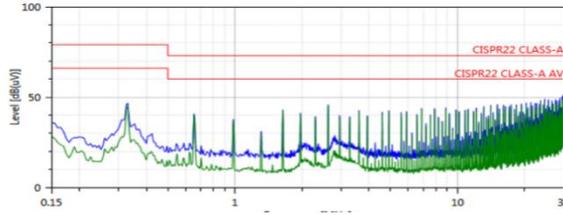
بالنسبة الى منحني شكل موجة الاختبار الممثل ادناه فان محور الفواصل يمثل جودة الاشارة من 1 الى 30 ميغاهرتز ومحور الترتيب من 1 الى 100 فولت يمثل تردد التشغيل وهو مرسوم علي ورق نصف لوغارتمية

النتائج Résultats

ستستخدم الخطوة التالية محولين ومرشحات خارجية مذكورة في الأشكال من 9 الى 14 لإجراء نتيجة الاختبار.

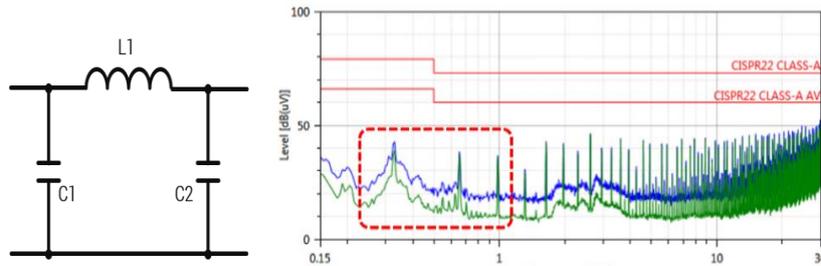
المحوّل 1: يوضح الشّكل 9 شكل موجة الاختبار بدون

جهد المدخل = 24V، الجهد الناتج = 5V، تيار الإخراج = 3A، تردد التشغيل = 350KHz
مرشّح EMI.



الشّكل 9- شكل موجة الاختبار بدون مرشّح EMI

الشّكل 10 (أ) هو مرشّح PI للمحوّل 1. الدّارة الخارجيّة لـ 1C و 2C هي 4.7 uF .
((50V,1210,MLCC))، و 1L هي (TPMA0605S-4R7MN-D) 4.7 uH .



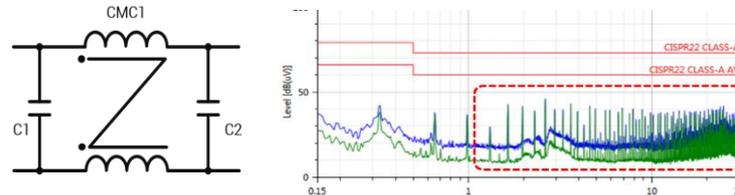
الشّكل 10 (ب) هو شكل موجة الاختبار

مرشّح PI

الشّكل 10- (أ) مرشّح PI للمحوّل 1

الشّكل 10 (ب) هو شكل موجة الاختبار. بالمقارنة مع الشّكل 9، يمكن ملاحظة أن التّردد الرّئيسي والإشارات التّوافقية تتناقص، لكن الإشارة من 1 ميغاهرتز إلى 30 ميغاهرتز ليس لها أي تأثير.

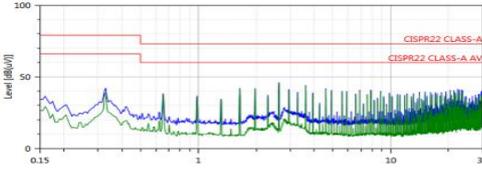
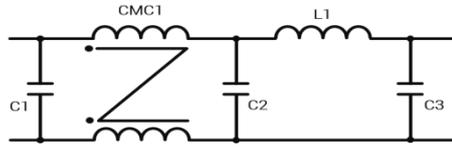
الشّكل 11 (أ) هو مرشّح CMC للمحوّل 1. الدّارة الخارجيّة لـ 1C و 2C هي 4.7 uF،
((50V,1210,MLCC)) و 1CMC هو 16mH (حجم الملف X12X8C_16)



الشّكل 11- (أ) هو مرشّح CMC للمحوّل 1

الشّكل 11 (ب) هو شكل موجة الاختبار. مقارنة بالشّكل 9، يمكن ملاحظة أن التّردد الرّئيسي والإشارات التّوافقية ليس لها أي تأثير، لكن الإشارة من 1 ميغا هرتز إلى 30 ميغا هرتز تتناقص.

الشكل 12 (أ) هو مرشح CMC الهجين للمحول 1. الدائرة الخارجية لـ C1، C2، C هي 3 uF4.7 MLCC، 1210، 50V، و CMC هو 1mH (16 X12X8C L هو 4.7mH). ((TMPA0605S-4R7MN-D

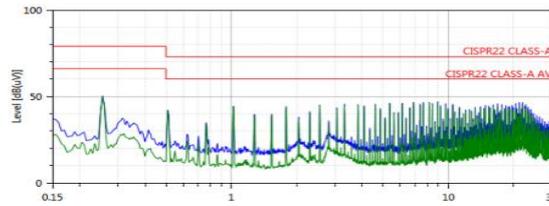


الشكل 12 (ب) شكل موجة الاختبار

الشكل 12- (أ) مرشح CMC الهجين للمحول 1

الشكل 13 (ب) هو شكل موجة الاختبار. بالمقارنة مع الشكل 9، شكل الموجة الإجمالي أخذ في التناقص. المحول 2:

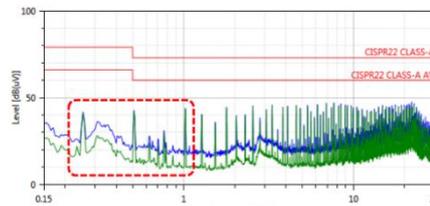
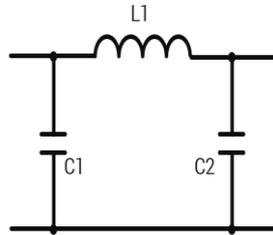
جهد المدخل = 24V، الجهد الناتج: 12V فولت، تيار الإخراج = 5A، تردد التشغيل = 250KHz يوضح الشكل 13 شكل موجة الاختبار بدون مرشح EMI.



الشكل 13 شكل موجة الاختبار بدون مرشح EMI

الشكل 14 (أ) هو مرشح PI للمحول 2. الدائرة الخارجية لـ C1 و C هي 2 و 10mH هي

50V، 1210، MLCC، و L هي 1.5 uH (GSTD6030PE-1R5M)



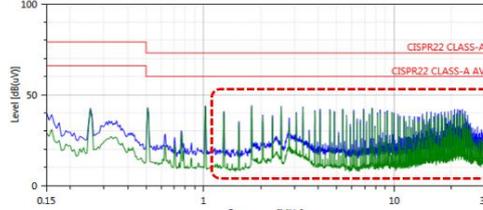
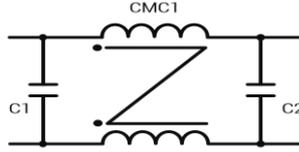
مرشح PI

الشكل 14 (ب) هو شكل موجة الاختبار

الشكل 14 (أ) PI مرشح للمحول 2

الشكل 14 (ب) هو شكل موجة الاختبار، مقارنة بالشكل 13، يمكن ملاحظة أن التردد الرئيسي و الإشارات

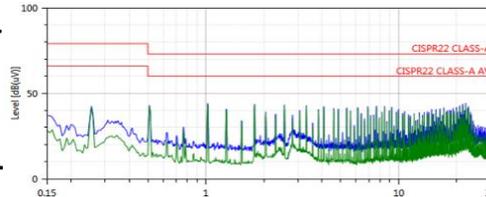
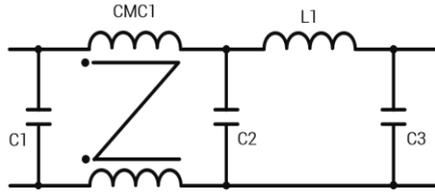
التوافقية تتناقص، لكن الإشارة من 1 ميغاهرتز إلى 30 ميغاهرتز ليس لها أي تأثير. الشكل 15 (أ) هو مرشح CMC للمحول 2. الدارة الخارجية لـ C1 و C2 هي 10uH (50V، 1210، MLC) و 1CMC هو 2.1mH (حجم الملف هو X12X8C)



الشكل 15 (ب) شكل موجة الاختبار

الشكل 15 (أ) مرشح CMC للمحول 2

الشكل 15 (ب) هو شكل موجة الاختبار. مقارنة بالشكل 13، يمكن ملاحظة أن التردد الرئيسي والإشارات التوافقية ليس لها أي تأثير، لكن الإشارة من 1 ميغا هرتز إلى 30 ميغا هرتز تتناقص. الشكل 16 (أ) هو مرشح CMC الهجين للمحول 2. الدائرة الخارجية لـ C1، C2، C3 هي 10uF (MLCC، 1210، 50V) و 1CMC هو 2.1mH، حجم الملف هو (20 L 1X12X8C هو 1.5 uH (GSTD6030PE)-1R5M).



الشكل 16- (ب) شكل موجة الاختبار

الشكل 16- (أ) هو مرشح CMC الهجين للمحول 2

الشكل 16 (ب) هو شكل موجة الاختبار. مقارنة بالشكل 13، شكل الموجة الإجمالي أخذ في

التناقص.

المناقشة Discussion

يوضح الجدول 1 تلخيص نتيجة الاختبار ومساحة التخطيط لاثنين من الملفات. فيما يتعلق بنتيجة الاختبار، فإن مرشحات PI مفيدة بشكل أساسي في قمع التردد الرئيسي والتوافقيات، ولكنها ليست جيدة للإشارات من 1 إلى 30 ميغا هرتز. ومع ذلك، فإن التصميم السهل والأجزاء البسيطة هي ميزة لمرشح PI لذلك، لا يزال مرشح PI شائعاً للتصميم الحالي. يتمتع مرشح CMC بقمع أفضل عند 1 ~ 30 ميغاهرتز، ولكنه محدود بالتردد الرئيسي والتوافقيات. لذلك، فإن الجمع بين المرشحات يصبح مرشح CMC هجيناً، والذي له تأثير قمعي على

الإشارة الإجمالية. لكن العيب هو أنه يأخذ مساحة تخطيط كبيرة وتحتاج إلى الانتباه إلى تتبع ثنائي الفينيل متعدد الكلور.

جدول 1 المقارنة لثلاثة مرشحات

	مرشح PI	CMC	الهجين CMC
الأداء	أداء طبيعي لأنه مفيد في قمع التردد الرئيسي والتوافقيات، ولكن ليست جيدة بالنسبة الى قمع على الاشارات من 1 الى 30 ميغاهرتز.	أداء حسن لأن التردد الرئيسي والاشارات التوافقية ليس لها أي تأثير، لكن الإشارة من 1 ميغا هرتز إلى 30 ميغا هرتز تتناقص	أداء أفضل لأن له تأثير قمعي على الاشارة مع شكل الموجة للإشارة اخذ في التقصان.
مساحة التخطيط	صغير وذات تصميم سهل وأجزائه بسيطة.	عادية ولكنها غير مناسبة بشكل جيد.	كبيرة وتحتاج الى مراقبة ثنائي الفينيل متعدد الكلور.

أي إطالة للتيار الأولي سيؤدي إلى خسارة تناسبية. من أجل الحصول على اختلافات سريعة في قوة التيار، وهو أمر ضروري للاستقرار الفعال، يتم استخدام عدد كبير من التمرجات. نتيجة لهذه الممارسة عيوب مختلفة. هذه هي زيادة التكلفة وانخفاض كفاءة المولد، والمزيد من إهدار الطاقة في تسخين النوى، وكذلك انخفاض ناتج المحوّل، نظراً لعدم استخدام اللب بشكل صحيح، فإن الانعكاسات تكون سريعة جداً. يكون التأثير الاستقرائي أيضاً صغيراً جداً في مراحل معينة، كما سيتضح من التمثيل الرسومي، وقد تكون هناك فترات من التقاعس عن العمل، إذا كانت هناك فترات بين النبضات أو الموجات الحالية اللاحقة. في إنتاج إزاحة للأقطاب في المحوّل، وبالتالي تحفيز التيارات، يكون الحثّ ذا طابع مثالي، ويتم الحفاظ عليه دائماً في أقصى

لظالما كان قمع EMI الخاص بجهاز الطاقة الإلكتروني نقطة ضعف للمصممين. بالنسبة لجزء التداخل الذي تم اجراؤه، يُظهر هذا البحث بعض نتائج الاختبار لثلاثة مرشحات شائعة، ويلخص المزايا والعيوب. يمكن للمستخدمين الرجوع الى نتيجة الاختبار لصقل المرشح المناسب أو ضبطه (Konstruktionspraxis¹ (14)

في المحوّل كما هو مبني في الوقت الحاضر، تنتج التيارات في الدارة الثانوية عن طريق تغيير قوة التيارات الأولية أو المثيرة. إذا اعترفنا بالتناسب فيما يتعلق بنواة الحديد، فإن التأثير الاستقرائي الذي يمارس على الملف الثانوي سيكون متناسباً مع المجموع العددي للتغيرات في قوة التيار المثير لكل وحدة زمنية؛ ومن هنا يترتب على ذلك أنه بالنسبة لتغير معين، فإن

الكهربائي للمولّدات مع الأجهزة الكهربائيّة الحديثة.

-ايصال وإجراء التجارب الكهربائيّة، والإضاءة الفوسفوريّة وتوليد الأشعة السينيّة في نقل الطّاقة الكهربائيّة دون استعمال أي رابطة.

المراجع References

المراجع باللغة العربيّة

- 1-تشايلدريس، ديفيد هـ، (1993) ، "الاختراعات الرّائعة لنيكولا تيسلا" / و.م.أ
 - 2- داركتب القرن الواحد والعشرين ، (2017) جهاز لنقل الكهرباء ، Energy / لبنان
 - 3-(رازلاف جون وليلاند أندرسون، 1979) "د. نيكولا تيسلا بيليوغرافيا" صفحة 237 / كاليفورنيا (و.م.أ)
 - 4-علاء الحلبي ، (2011) الكهرباء الاثريّة نيكولا تسلا و الفصل المخفي من تاريخ الكهرباء / سوريا .
 - 5-مارك ج. سيفر، 1996 () ، "ساحر، حياة وأزمة نيكولا تيسلا" ، صفحة 228 / و.م.أ
 - 6-(مارك ج سيفر، 1996) ، "ساحر، حياة وأزمة نيكولا تيسلا" ، صفحة 472 / و.م.أ
- المراجع باللغة الفرنسيّة
- 7-Dommermuth-Costa / usa. Nikola Tesla: A Spark of Genius Carol, 1994))
- 8- (jeff behary , 2018) Nikola tesla the true wireless / usa.
- 9- (Marc j.seifer , 1996) wizard : the life and times of nikola tesla / usa.

حد له. من المعقول أيضًا أن نفترض أنه من خلال تغيير القطبين، سيتم إهدار طاقة أقل من الانعكاسات. إذا كانت هناك فترات بين النبضات أو الموجات الحاليّة اللاحقة. في إنتاج إزاحة للأقطاب في المحوّل، وبالتالي تحفيز التيارات، يكون الحثّ ذا طابع مثالي، ويتم الحفاظ عليه دائمًا في أقصى حد له. من المعقول أيضًا أن نفترض أنه من خلال تغيير القطبين، سيتم إهدار طاقة أقل من الانعكاسات. إذا كانت هناك فترات بين النبضات أو الموجات الحاليّة اللاحقة. في إنتاج إزاحة للأقطاب في المحوّل، وبالتالي تحفيز التيارات، يكون الحثّ ذا طابع مثالي، ويتم الحفاظ عليه دائمًا في أقصى حد له. من المعقول أيضًا ان نفترض أنه من خلال تغيير القطبين، سيتم اهدار طاقة أقل من الانعكاسات (11)(Mitch 2007).

الخلاصة Conclusion

من خلال هذه الدّراسة التي حاولنا فيها الإجابة على الإشكاليات او الاستفسارات المطروحة من اجل توضيح عملنا هذا، توصلنا الى إجابات يمكن حصرها في الخلاصة التي توضح لنا اهم الخصائص التي جعلت فعاليّة وشائع ومحولات تسلا في الأجهزة الكهربائيّة الحديثة التّاليّة:

- إنتاج كهرباء عاليّة الجهد، منخفضة التيار الكهربّي، وتيّار كهربّي عالي التّردّد .
- إنتاج تيّار كهربّي أعلى من المصادر الصّناعيّة الأخرى عاليّة التّصريف للجهد وآلات الكهرباء وضبط موازنة تناسبية في شدة التيار

- 10 - (Michael w.simmons , 2016)
Nikola tesla: prophet of the modern
technological age/ usa
- 11- The ultimate tesla coil design and
construction guide, tilbury/ usa(
(Mitch 2007
- 12- La france / "Tesla coil". Tesla:
Master of Lightning (1999, (Uth Rober
المواقع الالكترونية
- 13- katushka-tesla-
svoimi.html/elektrotexnika/elektronchic.r
u//: https
- 12 اطلع عليه بتاريخ
جانفي 2022) / روسيا
- 14- 19 اطلع عليها
Konstruktionspraxis1 جانفي 2022) / المانيا
مجلة.

دراسة ترموديناميكية لامتماز صبغة أزرق الميثيلين على سطح مسحوق نوى التمر
Thermodynamic study of the adsorption of methylene blue dye on the surface of
date seeds powder

غريّة عبد العالي¹، شرقي عبد المالك²

1. قسم العلوم التّقنيّة، كليّة التّكنولوجيا، جامعة عمّار ثليجي، الأغواط.
2. المدرسة الوطنيّة متعدّدة التّقنيات، نهج حسين بادي، الحراش، الجزائر.

تاريخ القبول: 3 أفريل 2022

تاريخ الإرسال: 21 سبتمبر 2021

الملخص (Abstract)

و-0.294 كيلوجول مول⁻¹) إلى أن عمليّة امتزاز أزرق الميثيلين على سطح مسحوق نوى التمر تلقائيّة. كما تشير القيمة الموجبة للتغير في الأنتالبيّة ΔH° (07.43 كيلوجول مول⁻¹) إلى أن الامتماز على سطح مسحوق نوى التمر ماص للحرارة. أما القيمة الموجبة للأنتروبيّة ΔS° (37.41 كيلوجول مول⁻¹كلفن⁻¹) فتشير إلى زيادة عشوائيّة الجزيئات الممتزة على السطح أثناء عمليّة الامتماز.

تضمّن موضوع البحث دراسة ترموديناميكية لامتماز مركّب عضوي ملوّث للبيئة: أزرق الميثيلين من محاليل مائيّة على سطح مسحوق نوى التمر. دُرِس تأثير تركيز كتلة المادّة المازّة وتأثير درجة الحرارة على كميّة امتزاز الملوّث على سطح مسحوق نوى التمر. أوضحت النتائج أن نسبة الامتماز تزداد من 21.32 إلى 97.35 (%) بزيادة تركيز كتلة المادّة المازّة، كما تزداد سعة الامتماز بزيادة درجة الحرارة من 298 إلى 328 كلفن، تشير القيم السالبة للتغير في الطّاقة الحرة ΔG° (-0.202، -0.223، -0.249

الكلمات المفتاحيّة Keywords: التّفايات الزراعيّة، نوى التمر، الامتماز، الملوثات العضويّة.

Abstract:

This study included a thermodynamic study of the adsorption of an organic compound polluting the environment such as methylene blue from aqueous indicated that the percent removal of MB increase from 21.32 to 97.35 (%) with the increase of adsorbent dose, also the amount adsorbed increases with the increase in temperature from 298 to 328 K. The negative thermodynamic values of the change in free energy ΔG° (-0.202, -0.223, -0.249 and -0.294 KJ mol⁻¹) indicate that the process is thermodynamically possible and spontaneous. A positive value of the change in enthalpy ΔH° (07.43 KJ mol⁻¹) revealed that the adsorption of MB is endothermic in nature. The positive value of ΔS° (37.41 J mol⁻¹ K⁻¹) indicates an increase in the randomness of molecules adsorbed on a surface during the adsorption process.

Keywords: Agricultural waste, date seeds, adsorption, organic pollutants.

solutions on the surface of date seeds powder. The effect of adsorbent dose and the effect of temperature on the amount adsorbed of this pollutant were studied. Therresults

(Introduction) المدخل

يعد تلوث المياه أحد أخطر التهديدات البيئية التي نواجهها اليوم، فمياه الصرف الصحي والنفايات الصناعية تعدّ أحد أكثر ملوثات المياه. تدخل المواد السامة إلى المسطحات المائية لتذوب فيها، أو تعلق في الماء أو ترسب وهذا يحط من جودة المياه ممّا يؤدي إلى كارثة على النظم البيئية المائية، كما تتسرب الملوثات أيضًا إلى المياه الجوفية فتصبح غير صالحة للاستعمال في أنشطتنا اليومية خصوصًا في الشرب. تعدّ الأصباغ أحد ملوثات المياه التي يمكن التعرف عليها بالعين المجردة، ولإزالتها تستخدم تقنيات معالجة مختلفة للتخلص منها. من بين تقنيات المعالجة، يحتل الامتزاز مكانًا بارزًا في إزالة الأصباغ. أثبت العديد من الباحثين مؤخرًا أنه يمكن استخدام البقايا الصلبة الزراعية الخام كـمتمزات أو كمادة أولية لتحضير الفحم المنشط المصنّف ضمن أفضل المتمزات والمستخدم في العديد من المجالات عوض طرحها إلى البيئة مثل الأوراق والألياف وقشور الفاكهة والبذور، وهذه المواد متوفرة بكميات كبيرة. تعدّ هذه المواد واعدة كونها منخفضة التكلفة لإزالة العديد من الملوثات كالمعادن الثقيلة أو الأصباغ. استخدمت كـمتمزات قشور الفستق¹، الصّبار²، نوى الزيتون³، نوى

المشمش⁴، بقايا الشاي⁵، نوى الكرز⁶، قشور نخيل الزيت⁷، قصب السكر⁸، ألياف القطن⁹، قشور الموز والقهوة¹⁰، المخلفات الزراعية للأرز¹¹، قشور جوز الهند¹²، وحتى الناجمة عن منتجات ثانوية مثل نشارة الخشب¹³. إن استعمال النفايات الزراعية الصلبة في عملية امتزاز الملوثات بجميع أنواعها العضوية واللاعضوية في تزايد مستمر، مما دفع بعدد الكيمائية المسبقة للمواد المازة تعمل على تحسين كفاءة الامتزاز. ووجد أن المواد المازة وعليه تتضح الأهمية الكبرى للتعلم في فهم عملية الامتزاز على مسحوق نوى التمر ودراسة العوامل التي تؤثر على العملية. من أجل ما سبق لجأنا في هذا البحث الى تقصي تأثير تركيز كتلة المادة المازة على قدرة ونسبة امتزاز أزرق الميثيلين وتأثير درجة الحرارة على كفاءة إزالة أزرق الميثيلين من محاليل مائية على سطح مسحوق نوى التمر بالاعتماد على حساب التغير في القيم الترموديناميكية المعيارية: الطاقة الحرة ΔG° ، والأنثالبية ΔH° والانتروبية ΔS° .

2. المواد والطرائق (Materials and methods)

1.2. تحضير المادة المازة:

لتحضير المادة المازة من نوى التمر، جُمعت نوى تمر الغرس من منطقة بسكرة. وإزالة بقايا لحمة التمر والشوائب المتصقة على سطحها غُسِلت بماء الحنفية، ثم جففت في الهواء الطلق تحت أشعة الشمس. سُحقت

من الباحثين إلى البحث عن السبل الملائمة لإزالة الملوثات باستعمال النفايات الزراعية الصلبة من خلال إجراء العديد من الدراسات لتقييم وتحسين تأثيرات العوامل المختلفة مثل زمن الامتزاز، ورقم الهيدروجين ودرجة الحرارة والتراكيز الابتدائية للمتمز وتركيز كتلة المادة المازة. كما أظهرت معظم الدراسات أن

المعالجة حراريا كالفحم المنشط لها كفاءة عالية جدا في إزالة الأصباغ والمعادن الثقيلة من المحاليل المائية بالإضافة إلى تطبيقات أخرى نظرا إلى وفرة المسامات على السطح التي تجعل المساحة السطحية المعرضة للامتزاز كبيرة مما يرفع من كفاءة وانتقائية العملية¹⁴.

يعتبر البحث مواصلة لعمل نُشر سابقا¹⁵، دَرَس امتزاز الملوث العضوي الكاتيوني (أزرق الميثيلين) باستعمال مسحوق نوى التمر كمخلف زراعي محلي متوفر على نطاق واسع في الجزائر. أظهر تحليل بُنى أسطح مسحوق نوى التمر الخام والمعالجة كيميائيا بمحلول هيدروكسيد الصوديوم امتلاك المواد المازة لبنية سطح ووظائف كيميائية تجعلها مهيأة للارتباط بمادة أزرق الميثيلين. بلغت سعة الامتزاز الأعظمية (q_{max}) على مسحوق نوى التمر الخام والمعالج كيميائيا 25.83 و 46.72 مغ غ⁻¹ على التوالي.

دراسة ثرموديناميكية لامتزاز
صبغة أزرق الميثيلين على سطح
مسحوق نوى التمر

أ.غربية عبدالعالي، أ. شرقي عبد المالك

استُخدم أزرق الميثيلين كصبغ ملوث في هذه الدراسة نقاوته: (Fluka-798.5)، صيغته الجزيئية $C_{16}H_{18}N_3SCl$ ، وزنه الجزيئي 319.85 غ مول⁻¹. يُظهر الشكل 1 البنية الكيميائية لأزرق الميثيلين. حُضِرَ محلول من أزرق الميثيلين تركيزه 500 مغ ل⁻¹، كما أُستعملت محاليل مائية من.

النوى ميكانيكيًا بطاحونة القمح ومُرِر المسحوق عبر غربيل للحصول على حبيبات ذات أحجام تتراوح أبعادها من 315 إلى 500 ميكرومتر. غُسل المسحوق بالماء المقطر من أجل إزالة المواد العضوية القابلة للذوبان، ثم فُصل باستعمال ورق الترشيح من نوع: Wattman N° 4، وجُفِّف في فرن كهربائي عند 80 درجة مئوية لمدة 24 ساعة.
2.2. المواد الكيميائية:

كلفن ونخلطه بسرعة دوران قيمتها 50 دورة في الدقيقة. تضبط قيمة الرقم الهيدروجيني للمزيج عند 6 بإضافة محلول مائي تركيزه 0.1 مولاري من حمض الهيدروكلوريك HCl أو هيدروكسيد الصوديوم NaOH. مدة الخلط محددة ببلوغ حالة التوازن، وتعاد نفس التجربة عند درجات حرارة أعلى: 308، 318 و328 كلفن وذلك باتباع نفس الظروف التجريبية أنفة الذكر. تقاس قيمة تركيز أزرق الميثيلين في المحلول بعد تمديدها بمقياس الطيف الضوئي المرئي عند طول موجة =660 λ نانومتر. وتحسب سعة الامتزاز لأزرق الميثيلين عند التوازن (q_e) من العلاقة التالية¹⁶.

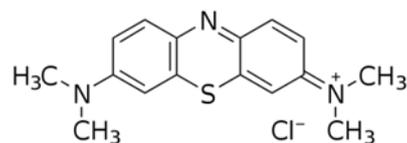
$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{m} \times V \quad (1)$$

حيث:

q_e سعة الامتزاز عند التوازن (مغ غ⁻¹)، C_0 التركيز الابتدائي أي في بداية التجربة للمادة الممتزة في المزيج (مغ ل⁻¹)، C_e التركيز عند التوازن للمادة الممتزة في المزيج (مغ ل⁻¹)، V الحجم الكلي للمحلول (ل) و m كتلة المادة الممتزة (غ).

ولتقييم جدوى عملية الامتزاز نحسب التغيرات في القيم الترموديناميكية التالية: الطاقة الحرة ΔG° ، و الأنثالبيية ΔH° و الأنثروبيية ΔS° عند درجات حرارة مختلفة بالاستعانة بالعلاقات التالية^{17,18}.

حمض الهيدروكلوريك (37)/HCl (Fluka)- و هيدروكسيد الصوديوم (98)/NaOH (Fluka)-، تراكيزها 0.1 مولاري لتعديل قيم رقم الهيدروجين في مزائج التجارب



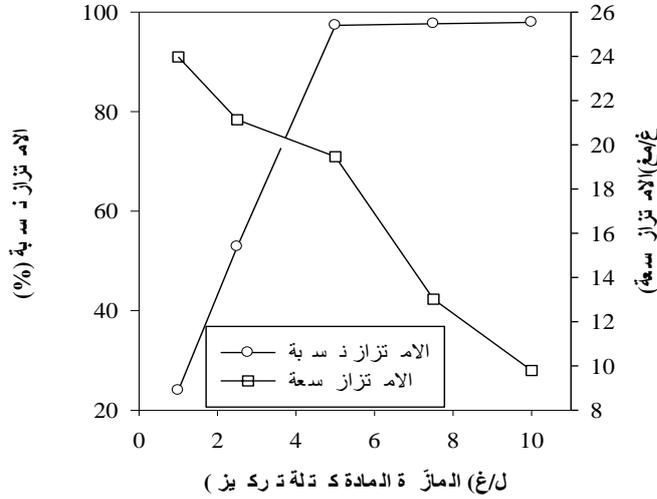
الشكل 1. البنية الكيميائية لأزرق الميثيلين.

3.2. تجارب الامتزاز:

لتقدير تأثير تركيز كتلة المادة الممتزة على قدرة ونسبة امتزاز أزرق الميثيلين، أخذنا أوزانا مختلفة من المادة الممتزة من 0.05 الى 0.5 غ وأضيفت إلى أحجام 50 ملل من محلول أزرق الميثيلين تركيزه 500 مغ ل⁻¹ عند درجة حرارة 298 كلفن، تم الحفاظ على بعض الشروط التجريبية وهذا مواصلة لعمل نُشر سابقا¹⁵ حيث تُبنت قيمة رقم الهيدروجين للمزيج عند 6 وُخلطت بسرعة دوران قيمتها 50 دورة في الدقيقة لمدة 24 ساعة، وهي المدة الكافية لبلوغ حالة التوازن.

فيما يخص دراسة تأثير درجة الحرارة على سعة الامتزاز نمزج في إناء خليط مغلق وبطريقة غير مستمرة كتلة من المادة الممتزة قيمتها 0.25 غ و 50 مل من محلول أزرق الميثيلين تركيزه 500 مغ ل⁻¹، تُبنت درجة حرارة المزيج عند 298

عدد أكبر من المواقع النشطة لامتماز أزرق الميثيلين، نتائج مماثلة لامتماز أزرق الميثيلين تم الحصول عليها في العديد من الدراسات^{19,20,21}.



$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \quad (2)$$

$$\ln(K) = \frac{\Delta S^\circ}{R} - \frac{\Delta H^\circ}{R} \times \frac{1}{T}$$

$$(3)$$

$$K = \frac{C_{ad}}{C_e} \quad (4)$$

حيث:

T: درجة الحرارة (كلفن)؛

R: ثابت الغازات المثالية) جول كالفن⁻¹

مول⁻¹):

الشكل 2. منحنى تأثير تركيز المادة الممازة

على امتماز أزرق الميثيلين.

2.3. تأثير درجة الحرارة:

يُظهر الشكل 3 منحنى التمثيل الخطي للمتغير $\ln(K)$ بدلالة $(1/T)$ والذي من خلاله نقدر قيمتي كل من ΔH° و ΔS° بالاعتماد على معادلة فان ت هوف عند درجات حرارة مختلفة. نتائج القيم الترموديناميكية موضحة في الجدول (1)، تشير النتائج إلى زيادة في قدرة امتماز أزرق الميثيلين من 25.83 إلى 31.35 مغ/غ عند رفع درجة الحرارة من 298 إلى 328 كلفن. وتؤكد القيمة الموجبة للانثالبيّة ΔH° إلى الطّبيعة الماصّة للحرارة لعملية امتماز أزرق الميثيلين على سطح مسحوق نوى التمر وهذا تمّ الإشارة إليه في معظم الدراسات السابقة^{22,23}، بينما حرارة الامتماز المنخفضة

K: ثابت التوازن الترموديناميكي؛

C_{ad} و C_e : كتلة المادة الممتزة بالملغ لكل لتر

وتركيز المحلول (مغ ل⁻¹) عند التوازن على

التوالي.

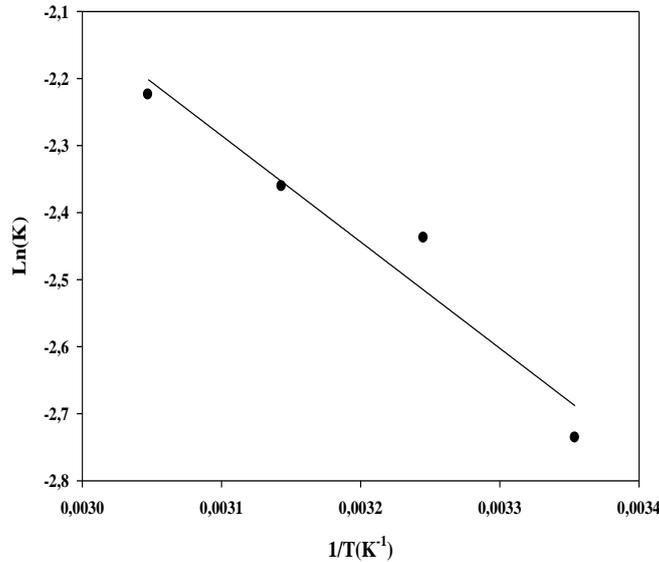
Results and (discussion) المناقشة

1.3. تأثير تركيز المادة الممازة:

تشير العديد من الدراسات إلى أن تركيز كتلة المادة الممازة عامل مهم في عملية الامتماز، من خلاله تظهر فعالية الممتزات وتقدير قدرة كفاءتها لامتماز الأصباغ بأقل كمية من الممتزات من وجهة نظر اقتصادية. من الشكل (2) يُلاحظ أن النسبة المئوية لإزالة أزرق الميثيلين تزداد من 21.32 إلى 97.35(%) بزيادة كتلة المادة الممازة من 1 إلى 10 غ/ل، بينما تتناقص سعة الامتماز من 24.56 إلى 10.12 مغ/غ وهذا يعزى إلى زيادة مساحة سطح المادة الممازة ، وبالتالي توفير

التغيرات في تركيبيّة الممتز^{24,25}. أمّا القيم السالبة للتغير في الطّاقة الحرّة ΔG° (-0.202، -0.223، -0.249 و-0.294 كيلوجول مول⁻¹) فتشير إلى أن امتزاز أزرق الميثيلين على سطح مسحوق نوى التمر ممكنة و تلقائيّة في ظلّ الشّروط والظّروف المطبّقة²⁶.

(07.43 كيلوجول مول⁻¹) تُعزى إلى احتماليّة امتزاز فيزيائي ويستبعد بذلك إمكانيّة وجود امتزاز كيميائي التي تصل قيمة حرارته ما بين 80 و 400 كيلوجول مول⁻¹. القيمة الموجبة للأنتروبيّة ΔS° (37.41 كيلوجول مول⁻¹كلفن⁻¹) تشير إلى زيادة عشوائيّة الجزيئات الممتزة على السطح أثناء عمليّة الامتزاز وقد توجي ببعض



الشكل 3. منحنى التمثيل الخطي لتغير $\ln(K)$ بدلالة $(1/T)$ ، حسب علاقة فان ت هوف.

الجدول 1. القيم الترموديناميكيّة لامتزاز أزرق الميثيلين على سطح مسحوق نوى التمر.

ΔG° (كيلوجول مول ⁻¹)				ΔS° (كيلوجول مول ⁻¹ كلفن ⁻¹) (¹)	ΔH° (كيلوجول مول ⁻¹)
328 كلفن	318 كلفن	308 كلفن	298 كلفن	13.31	07.43
-0.294	-0.249	-0.223	-0.202		
35.1	32.05	30.4	25.83	سعة الامتزاز (مغ/غ)	

الميثيلين على سطح مسحوق نوى التمر كمادّة متاحة بسهولة. تزداد نسبة الامتزاز بزيادة كتلة المادّة المازّة أما سعة الامتزاز فتزداد بزيادة درجة الحرارة على المجال 298–328 كلفن. كما ركّزت الدّراسة على حساب القيم الترموديناميكيّة

4. الخاتمة (Conclusion)

في هذه المقالة، درسنا تأثير تركيز كتلة المادّة المازّة ودرجة الحرارة على سعة امتزاز أزرق

على سطح مسحوق نوى التمر في ظلّ الشّروط المطبّقة. وفي الأخير، نأمل أن تستمرّ الأبحاث في هذا المجال وأن تثمّن نتائج هذا البحث في إزالة الأصباغ من النّفايات السائلة الصّناعيّة نظرا لقلّة تكلفتها وفعاليتها.

المراجع (References)

- [1] Attia A. A., Girgis B. S., Khedr S. A. ., Capacity of activated carbon derived from pistachio shells by H_3PO_4 in the removal of dyes and phenolics, J. Chem. Technol. Biotechnol., 78 (6):611-619 (2003).
- [2] Sakr F., Sennaoui A., Elouardi M., Tamimi M., Assabbane A., Adsorption study of Methylene Blue on biomaterial using cactus, J. Mater. Environ. Sci., 6: 397-406 (2015).
- [3] Aziz A., Ouali M. S., Elandaloussi E., De Menorval L. C., Lindheimer M., Chemically modified olive stone: A low-cost sorbent for heavy metals and basic dyes removal from aqueous solutions, J. Hazard. Mater., 163: 441-447 (2009).
- [4] Belaroui K., Seghier A., Hadjel M., Synthesis of activated carbon based on apricot stones for wastewater treatment, Desalin. Water. Treat., 52: 1422-1433 (2014).

18 (2012).

للامتزاز حيث مكنت علاقة فانث هوف من حساب قيمتي ΔH° و ΔS° حيث اتضح من القيم الموجبة للأنتالبيّة ΔH° و الأنتروبيّة ΔS° أنّ عمليّة الامتزاز ماصّة للحرارة تؤدّي لزيادة عشوائيّة الجزيئات الممتزة على السطح. كما مكنت علاقة جيبس من حساب قيم الطّاقة الحرّة ΔG° عند درجات حرارة مختلفة والتي أظهرت إمكانيّة وتلقائيّة امتزاز أزرق الميثيلين

[5] Malkoc E., Nuhoglu Y., Removal of Ni(II) ions from aqueous solutions using waste of tea factory: Adsorption on a fixed-bed column, J. Hazard., 135: 328-336 (2006).

[6] Rodríguez Arana J. M. R., Mazzoco R. R., Adsorption studies of methylene blue and phenol onto black stone cherries prepared by chemical activation, J. Hazard. Mater. 180: 656-661 (2010).

[7] Tan I., Ahmad A., Hameed B. Adsorption of basic dye using activated carbon prepared from oil palm shell: batch and fixed bed studies, Desalination, 225: 13-28 (2008).

[8] Bhatti H. N., Akhtar N., Saleem N., Adsorptive removal of methylene blue by low-cost Citrus sinensis bagasse: Equilibrium, kinetic and thermodynamic

characterization, Arab J. Sci. Eng, 37: 9-

- [9] Rasheed A. K., Hajira T., Uddin F., Hameed U., Adsorption of Methylene Blue from aqueous solution on the surface of wool fiber and cotton fiber, *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 9: 29 – 35 (2015).
- [10] Getachew T., Hussen A., Rao V. M., Defluoridation of water by activated carbon prepared from banana (*Musa paradisiaca*) peel and coffee (*Coffea arabica*) husk, *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 12 : 1857–1866 (2015).
- [11] Mashhadi S., Javadian H., Ghasemi M., Saleh T. A., Gupta V. K., Microwave-induced H_2SO_4 activation of activated carbon derived from rice agricultural wastes for sorption of methylene blue from aqueous solution, *Desal. Wat. Treat.* 1 – 14 (2016).
- [12] AL-Aoh H. A., Yahya R., Maah M. J., Bin-Abas M. R., Adsorption of methylene blue on activated carbon fiber prepared from coconut husk: isotherm, kinetics and thermodynamics studies, *Desal. Wat. Treat*, 52: 34-36 (2014).
- [13] Abdel-Fattah T. M., Mohamed T. M., Mahmoud E., Somia B., Matthew A., Huff D., James W. L., Sandeep K., Biochar from woody biomass for removing metal contaminants and carbon sequestration, *J. Ind. Eng. Chem*, 22: 103–109 (2015).
- [14] Rafatullah, M., O. Sulaiman, R. Hashim., A. Ahmad.. Adsorption of methylene blue low-cost adsorbents: A review. *Journal of Hazardous Materials* 177(1-3): 70–80 (2010).
- [15] ع. غريية، أ.ر. يدو، ع. شرقي، ع. سلاطينية، ب. ناجي. مجلة العلوم والتكنولوجيا العدد التجريبي (0): السداسي الثاني (2019).
- [16] Rong L. Z., Z. S. Qi. Adsorption of copper and nickel on Na-bentonite, *Proc. Safet. Env. Prot.* 88:62–66 (2010).
- [17] Yao Z. Y., J. H. Qi., L. H. Wang. Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies on the biosorption of Cu (II) onto chestnut shell. *J. Haz. Mater.* 174:137–143 (2010).
- [18] Cardoso F. N., Pinto R. B., Lima E. C., Calvete T., Amavisca C. V., Royer B., Cunha M. L., T. H. M. Fernandes., I. S. Pinto. Removal of remazol Black B textile dye from aqueous solution by adsorption. *Desal.* 269: 92–103 (2011).

[19] Bulut Y., H. Aydın. A kinetics and thermodynamics study of methylene blue adsorption on wheat shells. *Desalin.* 194: 259-267 (2006).

[20] Dorris K. L., L. J. Yu., S. S. Shukla., A. Shukla., J. L. Margrave. Adsorption of Chromium from Aqueous solutions by Maple Sawdust. *J. Hazard. Mater.* 100(1-3): 53–63 (2003).

[21] Abdel-Ghani N. T., M. Hefray., G. A. F. EL-Chaghaby. Removal of Lead from aqueous solution using low cost abundantly available adsorbent. *Int J Environ Sci Technol.* 4(1): 67–73 (2007).

[22] Rytwo G., R. Huterer-Harari., S. Dultz., Y. Gonen., J. Gonen. Adsorption of fast green and erythrosin –B to montmorillonite modified with crystal violet. *Therm. Anal. Calorim.* 84(1): 225-231(2006).

[23] Rytwo G., E. R. Hitzky. Enthalpies of adsorption of methylene blue and crystal violet to montmorillonite. *J. Therm. Anal. Calorim.* 771–751(2003).

[24] Genç-Fuhrman H., J. C. Tjell., D. McConchie. Adsorption of arsenic from water using activated neutralized red mud. *Environ Sci Technol* 38:2428–2434 (2004).

[25] Altundoan H.S, S. Altundoan., F. Tumen., M. Bildik. Arsenic removal from aqueous solutions by adsorption on red mud. *Waste Manag* 20:761–767(2000).

[26] Tewari N., P. Vasudevan., B. K. Guha., Study on biosorption of Cr (VI) by *Mucor hiemalis*, *J. Bioch. Engin.* 23:185–192 (2005).

