مجلة العلوم والتكنولوجيا

مجلّة علميّة تكنولوجيّة محكّمة نصف سنويّة

جامعة الجزائر 1

JOURNAL OF SCIENCES AND TECHNOLOGY

Peer _reviewed academic semestrial Journal

المجلد السادس
العدد الأول
جوان 2025
(09)

Volume 06
Issue 01
June 2025
(09)

مجلة العلوم والتكنولوجيا – المجلد السادس – العدد الأول

الرئـــيس الشرفـــي

أ.د. عمار حياهم: مديــر جـامعة الجزائـر1 بن يـوسف بن خدة، الجزائر.

رئـــــيس التحريـــر

أ.د. إسماعيل اروينة

نائب رئيس التحرير

أ.د. عقبة كزار

تصفـيف وإخــراج

رغيس ناهد

مصلحة المنشورات بجامعة الجزائر1.

مجلة العلوم والتكنولوجيا

مجلة أكاديمية علمية تكنولوجية محكمة سداسية.

جـــامعة الجزائـــر 1

بن يوسف بن خدة

المجلد 6العدد01 (09)

جوان2025

مجلة العلوم والتكنولوجيا جامعة الجـزائر1

أول إصدار سنة **2019**

- العنوان : 02 شارع ديدوش مراد ، الجزائر

- البريد الإلكتروني: **ouloumwatechnologia@gmail.com**

jstdz2024@gmail.com

الآراء والأفكـار المعبر عنهـا في المقـالات المنشـورة في المجـلة

لا تلزم إلا أصحـابهـا ولا تعبر عن رأي المجلة

رقم الإيداع القانوني : **19-12**

ر د م م : **2716-7674**

شروط النشر:

1- أن يكون النص باللغة العربية

2- أن يكون مواضيعها في ميادين العلوم والتكنولوجيا.

3- أن يكون البحوث أصلية ، ولم يسبق نشرها.

4- أن تعتمد المنهجية العلمية الأكاديمية المعمول بها في المجلات بالعلمية، بأن تشتمل على:

- الملخص باللغة العربية و الانجليزية.
- المدخل .
- المواد والطرائق.
- النتائج.
- المناقشة.
- الخلاصة.
- قائمة المراجع.
- الكلمات المفتاحية تكون حسب لغة النص الكامل ولغة الملخص وكذلك عنوان البحث.
- تعتمد نظام (APA) توثيق وكتابة المراجع.
- يكتب المتن بخط (Simplified Arabic) بنط .14

توثيق المراجع في النص أو في قائمة المراجع بخط (Simplified Arabic) بنط 12 وأن كلمة al (واخرون and al) تكتب مائلة هكذا ، and al

-أن يعتمد قالب الصفحة بمقياس 24 سم/16 سم.

-أنتكون المرجعيات الكتابية :2سم أعلى الصفحة ، 2 أسفل الصفحة ،2 يمين الصفحة ، 2يسار الصفحة.

أن يلتزم صاحب البحث بالتعديل في الآجال المحددة، في حالة ما إذا طلب منه ذلك

هيأة التحـكيم

إعلام آلي

1-أ.د.عقبة كزاز، كلية العلوم ، جامعة محمد خيضر، بسكرة ، الجزائر.

2-أ.د.عبد الكريم حرز الله جامعة المسيلة كلية العلوم، الجزائر.

3-أ.د.محمد الطيب العسكري ، كلية العلوم ، جامعة عنابة، الجزائر.

4- أ.د.زكرياء توكال ، المدرسة العليا للأساتذة؛ القبة، الجزائر.

5- أ.د.عبد الحق بوبترة، كلية العلوم ، برج بوعريريج، الجزائر.

6- أ.د.هدى البحيصي، كلية العلوم الدقيقة ، جامعة عبد الرحمان ميرة، بجاية ،الجزائر.

7- د.سهام حاكم قصد علي المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر.

بيولوجيا:

1- أ.د.عبد الكريم كاملي؛ المدرسة العليا للأساتذة القبة،الجزائر.

2-أ.د.خنوف الصديق ، كلية العلوم ، جامعة سطيف.

3- أ.د.أحمد عبد الرحمان العوامري ، كلية العلوم، جامعة عين شمس ، مصر.

4- أ.د.عبد الرحمان بغياني، كلية العلوم ، جامعة سطيف، الجزائر.

5- د.ضيف القندوز ، المدرسة العليا للأساتذة، الأغواط، الجزائر.

6- د.سعيد صديقي، المدرسة العليا للأساتذة، الأغواط ، الجزائر

7-أ.د قريشي لعلاوي ، كلية العلوم ، جامعة قسنطينة، الجزائر

8-أ.د.محمد محديد، المدرسة العليا للأساتذة، القبة،الجزائر.

تكنولوجيا:

1-أ.د.نور الدين الباقي ، كلية العلوم أكلي محند أولحاج، البويرة، الجزائر

2-أ.د.سعيد كناي ، كلية العلوم جامعة سعد الله دحلب ، البليدة، الجزائر .

3-أ.د.صلاح صبري عوبية ، رئيس مدينة زويل العلمية؛ مصر.

4-أ.د. محمد يونس الحملاوي ، كلية هندسة الحاسوب جامعة الأزهر ،مصر

5-أ.د.جمال حمادة، كلية المحروقات؛ جامعة امحمّد بوقرة، بومرداس، الجزائر.

6-أ.د.كوثر الكرد ، كلية العلوم ، جامعة الجزائر1 بن يوسف بن خدة ، الجزائر

جيولوجيا:

1-أ.د.حافظ شمس الدين ،كلية العلوم ، جامعة عين الشمس، مصر.

2-أ.د.عبد المجيد صديقي، كلية العلوم، وهران، الجزائر

3-أ.د بوزيد خديجة ، مركز البحث ، بسكرة، الجزائر .

4-أ.د.البشير هني؛ المدرسة العليا للأساتذة؛ القبة، الجزائر.

5- أ.د.زهير عجريد، المدرسة العليا للأساتذة، القبة ، الجزائر.

6-أ.د.فاتن بن مرزوق، المدرسة العليا للأساتذة، القبة ، الجزائر.

الفيزياء:

1-أ.د.عبد الرحمان غزال؛ كلية الفزياء، جامعة هواري بومدين، 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- أ.د.مصطفى أولداش ، المدرسة العليا للأساتذة، القبة، الجزائر.

6- أ.د.رابح لاج ، المدرسة العليا للأساتذة القبة؛ الجزائر.

كيمياء:

1-أ.د.أبوبكر ناجمي ، المدرسة العليا للأساتذة، القبة ، الجزائر.

2-أ.د.عبد العالي غربية، جامعة عباس لغرور، الأغواط، الجزائر.

3-أ.د.عبد الله هلال ، هيئة الطاقة الذرية، مصر.

4-أ.د.جلول بلحادي ، كلية العلوم ، جامعة هواري بومدين، باب الزوار، الجزائر.

رياضيات:

1- أ.د.أبوبكر خالد سعد الله ، المدرسة العليا للأساتذة، القبة ، الجزائر.

2-أ.د.محمد سعيد مولاي ، كلية الرياضيات ، جامعة هواري بومدين، باب الزوار، الجزائر.

3-أ.د.فارس مختاري؛ كلية العلوم؛ جامعة بن يوسف بن خدّة، الجزائر، الجزائر.

4- أ.د.نبيل خلف الله ، كلية العلوم ، جامعة بسكرة ، الجزائر.

5-أ.د.عبد العزيز شوتري؛ المدرسة العليا للأساتذة؛ القبة ، الجزائر.

6- أ.د.صادق بوروبي ، كلية الرياضيات ، جامعة هواري بومدين، باب الزوار، الجزائر.

تـهنئـة

يسعد مجلة العلوم والتكنولوجيا أن تتقدم بأخلص التهاني إلى الأساتذة المنتمين إلى أسرتها العلمية، الذين تمت ترقيتهم إلى درجة أستاذ مميز عام2025 وهم :

1 - أ.د. كمال بداري، كلية العلوم، جامعة المسيلة، الجزائر.

2- أ.د.سعيد كناي ، كلية العلوم، جامعة سعد الله دحلب ، البليدة، الجزائر.

3- أ.د.عبد الكريم كاملي، المدرسة العليا للأساتذة القبة، الجزائر.

4- أ.د. جمال حمادة، كلية المحروقات؛ جامعة امحمّد بوقرة، بومرداس، الجزائر.

5- أ.د.الطاهر حليلات، كلية العلوم، قاصدي مرباح، جامعة ورقلة، الجزائر.

والمجلة إذ تعتز بهذا الفوز المستحق لهؤلاء الأساتذة الكرام الذي ساهموا في انجازها منذ نشأتها فان اعتزازها ممتد إلى كل الفائزين بهذه الدرجة مساهمة في تطوير البحث العلمي والتكنولوجي أساس التطور والازدهار في بلادنا خاصة وفي العالم بصورة عامة .

رئيس تحرير المجلة

أ.د. إسماعيل اروينه

الفهـــــــــــرس

الميدان	عنوان المقال	المؤلف	الصفحة
الافتتاحية	كلمة رئيس التحرير	ا.د. إسماعيل اروينه	09
الإعلام الآلي	تحليل العوامل النفسية والاجتماعية في مجتمع Suomi24 للسرطان عبر الإنترنت	مراد أو صالح مؤمن إبراهيم	10
بيولوجيا	طاقة جسم الانسان و النبض العصبي	زواوي كاميليا	36
تكنولوجيا	التوصيات الغذائية للمصابين بالسمنة المفرطة: مقاربة تعتمد على الذكاء الاصطناعي	هـدى البحيصـي	59
جيولوجيا	بناء أساس متعامد باستخدام خوارزمية "غرام شميدت" ومقارنته مع ادامز مولتن بالنسبة لبلدية أولاد فايت-الجزائر	أبو يوسف يوسف الكرد كوثر	67
فزياء	دراسة تحليلية و رقمية لتأثير التدفق التذبذبي على الحرارة وانتقال الكتلة	محمد دغموم مراد مدرس مليكة احدان عبد الرحمان غزال	79
كيمياء	استخدام المواد الممتزة من المخلفات الزراعية والصناعية في معالجة الملوثات: استدامة بيئية واقتصادية	غربية عبد العالي	97
رياضيات	وجود حلول معادلة ديناميكية لابلاسيانية ثيرموستورية غير محلية نبضية في المقياس الزمني.	قريشي فرحوح	107

الافتتـــاحية

هذه مجلة العلوم والتكنولوجيا الصادرة عن جامعة الجزائر1 بن يوسف بن خدة تطلع علينا بعددها التاسع مزدهرا بما يحمله من بحوث علمية معدة ومراجعة ومحكمة من طرف أساتذة باحثين بالطريقة التي تشترط في المجلات العلمية المصنفة عالميا، وهي الأسلوب الذي اعتمدته منذ نشأتها عام 2019.

والمجلة اذ تشكر خالص الشكر كل أعضاء أسرتها العلمية من كتاب و محررين ومحكمين وتقنيين فإنها تذكر بالميادين التي تتوفر عليها وهي :

الإعلام الآلي، البيولوجيا، التكنولوجيا ، الجيولوجيا، الفزياء، الكمياء والرياضيات بكل شعبها وتخصصاتها وتطبيقاتها ، حيث يحرر النص الكامل باللغة العربية في حين يكون الملخص بالانجليزية والعربية، والملاحظ أن معظم الجامعات الجزائرية قد شاركت في هذه المجلة وكذلك بعض الجامعات العربية و الأروبية وفي هذا العدد نطالع بحثين من جامعتين من أوروبا، دولتي فنلندا وفرنسا ، وقد وصل إلى المجلة بحوث أخرى من السعودية والإمارات العربية المتحدة، تنشر في أعداد قادمة.

أخيرا، فان المجلة تعيد شكرها لكل أعضاء أسرتها العلمية على مجهوداتها الكبيرة لانجاز هذا المشروع العلمي الحضاري الواعد، رغم ما يعترضه من تحديات ، والشكر موصول إلى أ.د.عمار حياهم رئيس جامعة الجزائر1. والى كل الذين وقفوا ولا يزالون مع هذا المشروع العلمي البحثي، بطبيعته وأهميته، في ذات الوقت فان المجلة تدعوا كل المهتمين بالكتابة في هذه الميادين أينما كانوا إلى المشاركة وفق الشروط المعلنة.

رئيس تحرير المجلة

أ.د. إسماعيل اروينه

تحليل العوامل النفسية والاجتماعية في مجتمع Suomi24 للسرطان عبر الإنترنت.

Psychosocial Factor Analysis In Suomi24 Online Cancer Community

مراد أو صالح [1]، مؤمن إبراهيم[2]

[1]University of Oulu, Faculty of Information Technology and Electrical Engineering

PO Box 4500, 90014 Oulu, (FINLAND)
Mourad.Oussalah@oulu.fi،

[2]University of Oulu, Faculty of Information Technology and Electrical Engineering ,

PO Box 4500, 90014 Oulu, (FINLAND)
oussalahmourad42@gmail.com

تاريخ الإرسال: 2025/05/25 تاريخ القبول:2025/05/29 تاريخ النشر: جوان/2025

ملخص

يعد Suomi24 أكبر وسائل التواصل الاجتماعي الفنلندية التي تركز على المواضيع، ويوفر فرصًا ممتازة لدراسة تفاعلات المستخدمين مع مختلف مواضيع النقاش المعاصرة. تركز هذه الورقة البحثية على مجتمع السرطان في Suomi24. باستخدام أدوات معالجة اللغة الطبيعية المبتكرة التي تستفيد من أنطولوجيا جديدة لمطابقة موضوعات النقاش الفنلندية حول السرطان مع المعلومات السياقية المرتبطة بها وتحليل التكرار المشترك القائم على المسافة متعددة المستويات، والذي يأخذ في الاعتبار العلاقات النحوية، يتم طرح تصنيف جديد للعوامل النفسية. يبدأ هذا التصنيف من خلال صياغة مجموعة أولية من الرموز يدويًا لكل فئة، ثم يتم توسيعها من خلال استكشاف العلاقة الدلالية والمعلومات السياقية.

وقد كشف التحليل التصنيفي عن خمسة عوامل نفسية اجتماعية رئيسية، تتكون حسب ترتيب أهميتها من الجوانب الاجتماعية والمالية والعلاجية والمرضية، والجوانب المتعلقة بالوفاة. وهذا يعزز بعض الدراسات السابقة في الدراسات السريرية التي تؤكد على هيمنة العوامل الاجتماعية. من ناحية أخرى، تم طرح منصة مفتوحة وإتاحتها لمساعدة كل من الباحثين والأطباء السريريين على استكشاف وتصور النتائج من مجموعة بيانات Suomi24. يمهد هذا العمل الطريق لمزيد من توصيف المجتمعات الصحية على الإنترنت على نطاق واسع.

الكلمات المفتاحية: التنقيب في النصوص، علم الأنطولوجيا، الصحة، العوامل النفسية والاجتماعية

المؤلف المرسل: مراد أوصالح ، الإيميل المهني: Mourad.Oussalah@oulu.fi

Abstract

Suomi24 is Finland's largest topic-centric social media, providing excellent opportunities to study users' interactions with various contemporary discussion topics. This paper focuses on cancer community in Suomi24. Using innovative natural language processing tools that makes use of a new ontology for matching Finnish cancer discussion topics with the associated contextual information and a multi-level distance-based co-occurrence analysis, which takes into account syntactic relations, a new categorization of psychological factors is put forward. This categorization starts by manually crafting an initial set of tokens for each category, which are then expanded by exploring the semantic relationship and contextual information.

The categorization analysis revealed five main psychosocial factors, which consist, in the order of their importance, of Social, Finance, Treatment, Illness and Death related aspects. This reinforces some previous studies in clinical studies, which stress on the dominance of the social factors. On the other hand, an open platform has been put forward and made available to help both researchers and clinicians to explore and visualize the findings from the Suomi24 dataset. This work paves the way for further characterization of online health communities at wide.

Keywords*:* Text mining, ontology, health, psychosocial factors.

1. مدخل:

إن الزيادة الهائلة في وسائل التواصل الاجتماعي على كل مستويات الفئات السكانية والتخصصات تمهد الطريق لاتجاهات بحثية جديدة في العلوم السلوكية وتكنولوجيا المعلومات والعلوم الصحية. في هذا الأخير، تم الاعتراف على نطاق واسع بوسائل التواصل الاجتماعي من خلال قدرتها على نقل الدعم الاجتماعي للمرضى وأقاربهم/أصدقائهم. على سبيل المثال، استُخدمت وسائل التواصل الاجتماعي لتحليل المشاعر [26]، وفهم تصور المرضى لموضوع معين من قبل المرضى [38]، واستخراج المشاعر الاجتماعية من المحتوى النصي [4]، ورسم خرائط الأدلة المتعلقة بالانتحار [25] والاكتئاب [3، 23، 28]، والمشاعر [34]، وغيرها. في هذا الصدد، يتجلى الدعم الاجتماعي في المقام الأول من خلال أربع فئات متميزة [31-32]: 1) الدعم العاطفي، الذي يساعد المرضى على تلبية احتياجاتهم العاطفية أو العاطفية؛ 2) الدعم التقديري الذي يعزز ثقة المريض في التغلب على التحديات الكامنة؛ الدعم المعلوماتي، الذي يزود المريض بحيل غير متوقعة أو مفيدة من تجارب الآخرين والمجتمع؛ الدعم الشبكي الذي يذكر المريض بالمساعدات المحتملة التي يمكن أن يحصل عليها من المجتمع الذي ينتمي إليه. وقد تم تحديد هذه النتائج من خلال مسح محتوى منصات التواصل الاجتماعي الرئيسية؛ وهي فيسبوك وإنستجرام وتويتر وسناب شات.

1) **موقع Suomi24** [33] هو أكبر موقع تواصل اجتماعي في فنلندا و يركز على المواضيع، كما أنه أحد أكبر منتديات النقاش على الإنترنت في العالم يستعمل لغة غير الإنجليزية [12].ووفقًا لموقع TNS metrix(2013)[1]، يزور 86% من الفنلنديين الذين يستخدمون الإنترنت الموقع كل شهر - على الأقل لمعرفة إجابة عن سؤال بحثوا عنه في جوجل. تنشأ شعبية المنتدى من عدم الكشف عن هوية المحادثات، مما يحفز المستخدمين على الانخراط بحرية في مواضيع النقاش المختلفة التي تشمل الاتجاهات السياسية والسياسات والقضايا الصحية والأخبار والهوايات. يفتح هذا الأمر فرصًا للتطوير المنهجي وتحليل البيانات وأدوات التصور من أجل توصيف المنشورات بالإضافة إلى ديناميكياتها السياقية والاجتماعية والزمنية. وبشكل أكثر تحديدًا، تغطي مجموعة بيانات Suomi24 عقدين من تاريخ المناقشات على الإنترنت وتحتوي على أكثر من ملياري رمز من المناقشات الفنلندية مع ما يقرب من 832.000 مستخدم فريد أسبوعيًا يقضي كل منهم في المتوسط 7 دقائق على المنتدى في كل مرة. وهذا يجعل من مجموعة بيانات Suomi24 مختبرًا ممتازًا لاستكشاف الجمع بين الخصائص اللغوية للنص والسمات الإحصائية لديناميكيات المناقشة مع أسئلة أبحاث العلوم الاجتماعية، مما يفتح آفاقًا فريدة للجمع بين الاتجاهات النوعية والديناميكيات الكمية للتفاعل وعواطف المستخدمين ومشاعرهم، أو استكشاف جوانب مختلفة من الأدلة المتضاربة. ومن الناحية الأكاديمية، يوفر هذا الأمر ميزة واضحة مقارنةً بوسائل التواصل الاجتماعي الأخرى، مثل فيسبوك وتويتر، التي لا يمكن عادةً الحصول على مجموعة كاملة من البيانات لمثل هذا الفحص النقدي. وهذا ما يحفز الاستخدام الحالي لمجموعة البيانات للتحليل الشبيه بالصحة لاستكشاف العوامل النفسية والاجتماعية لمرضى السرطان.

من المعروف أن المناقشات المجهولة على الإنترنت توفر ساحة مهمة لمعالجة المشاكل المتعلقة بالصحة ومشاركتها [10، 31، 32] حيث تحظى كفاءة العلاج والآثار الجانبية والتجارب الشخصية بشعبية كبيرة. وبالفعل، تتم الإشارة إلى الأدوية وجرعاتها وآثارها الجانبية وتوافرها، على سبيل المثال، عند مناقشة تشخيص الأمراض وتطورها. إلى جانب ذلك، غالبًا ما يرتبط انتقاد ممارسات الرعاية الصحية بمحدودية أو عدم كفاية الأدوية أو الإفراط في تناولها وإضفاء الطابع الطبي العلني على حياة الناس. وبشكل عام، تفتحياتات وسائل التواصل الاجتماعي المجهولة الهوية منظورًا للحديث بين الأقران حول ما قد يُعتقد أنه من المحرمات في القضايا الصحية، متجاوزةً الإطار المهني المعتاد للعلاقة بين الطبيب والمريض. من هذا المنظور، يمكن النظر إلى الحديث عن الأدوية ونمط الحياة المرتبط بها كجزء من الساحة التي يتصور فيها الناس مخاوفهم الصحية ويتفاوضون بشأنها مع مدى ملاءمة الممارسات والقيود الحالية. وغالبًا ما يتم تشخيص مرضى السرطان المهددة حياتهم بالقلق والاكتئاب، الأمر الذي يتطلب اهتمامًا خاصًا من المجتمع ككل [18]. غالبًا ما يكون المنتدى مكانًا ممتازًا لنقل هذا الدعم وتسليط الضوء عليه

حيث يحاول المرضى أيضًا توسيع نطاق معرفتهم بالسرطان والتحقق من صحة/دحض المعلومات التي يتلقونها من أخصائي الرعاية الصحية. وقد حدث هذا على نطاق واسع في تهديدات المناقشة في سومي24وفقًا لتحقيقات سابقة [13]. ويشمل ذلك الدعم العاطفي من خلال التعبيرات المختلفة عن الرعاية والاهتمامات التي تساعد في نهاية المطاف على تحسين مزاج المريض، ومشاركة الخبرات والطرق الجديدة التي قد تزيد من وعي المريض وتقديره وشبكة علاقاته الاجتماعية بطريقة تعزز الثقة مع تعزيز العلاقة (الجديدة) القائمة على السمات المشتركة. وبعبارة فضفاضة، يساهم هذا أيضًا، إلى حد ما، في تمكين مجتمع مرضى السرطان عبر الإنترنت.

وتتراوح الأبحاث حول المدونات بين تحديد المدونات [29]، وتحديد مصدر إعادة نشر المدونات [2]، وتحليل الروابط [35]، وتحليل الطنين [37]، وتحليل الشبكات الاجتماعية [1]. كما تم تطوير عدد من الأدوات للمساعدة في تصور جميع أنواع بيانات المدونات، مع التركيز بشكل أساسي على تصور الروابط بين المدونات والمدونين الأفراد، أو ديناميكية مصطلحات الطنين ،أوالموضوعات أو السمات المختارة بمرور الوقت، ومحتوى السببية للمدونات، من بين أمور أخرى، انظر، على سبيل المثال، [14].

على الرغم من وجود تاريخ طويل في تحليل وتصور واستكشاف المناقشات الإنجليزية عبر الإنترنت باستخدام أساليب التنقيب عن النصوص والتعلم الآلي [9، 11-12]، إلا أن التعامل الفعال مع مجموعة بيانات Suomi24 بعيد كل البعد عن أن يكون مهمة سهلة وتم تحديد العديد من التحديات. أولاً، على الرغم من أن المنتدى يشجع المناقشة القائمة على المواضيع، إلا أنه غالبًا ما تحدث محادثة متعلقة بالصحة أو السرطان في مواضيع غير متعلقة بالصحة. ثانيًا، عدم الكشف عن الهوية وغياب مفهوم معرّف المستخدم يجعل أي تحليل شبيه بالشبكة صعبًا ومحدودًا للغاية. ثالثًا، استخدام أدوات معالجة اللغة الطبيعية القياسية محدود للغاية بالنسبة للغة الفنلندية. في الواقع، في حين أن حجم المفردات في اللغة الإنجليزية يميل نحو منحنى لوغاريتمي مع نمو حجم المادة، فمن المعتاد في اللغة الفنلندية أنه مع نمو حجم مجموعة البيانات، يستمر عدد أشكال الكلمات في النمو خطياً. يؤدي هذا إلى ندرة البيانات، وهي مشكلة بالنسبة للعديد من طرق التعلم الآلي التي تعتمد على سبيل المثال على تمثيلات تشبه حقيبة الكلمات للبيانات. علاوة على ذلك، في النصوص العامية، التي تعج بالأخطاء الإملائية والمختصرات والكلمات المخترعة، تكون فائدة التحليل اللغوي محدودة. رابعًا، غالبًا ما يسفر استخدام واجهة برمجة تطبيقات الترجمة مفتوحة المصدر عن استجابات غير مرضية بسبب محدوديتها المتأصلة في كل من النطاق والتراكيب. خامسًا، يعد السرطان من أكثر القضايا الحساسة التي لا يشعر المرضى عمومًا بالراحة في الكتابة عنها بالتفصيل، مما يضيف صعوبة إضافية للباحثين في اكتشاف القرائن المفيدة، وربما تحديد المقاييس المناسبة ذات الصلة بالأطباء السريريين.

تقترح الدراسة الحالية أداة عملية يمكن استخدامها لاستكشاف مجموعة بيانات Suomi24 لتحديد الأنماط المحتملة المرتبطة بالاستفسارات الصحية. يتم التحقيق بشكل خاص في العوامل النفسية والاجتماعية لمرضى السرطان. ولذلك، فإن الأسئلة البحثية الرئيسية التي تم تسليط الضوء عليها في هذه المقالة هي :

1) كيف يمكن تحديد العوامل النفسية والاجتماعية من منتديات المناقشة عبر الإنترنت؟ .
2)كيفية تصميم نهج آلي يحدد هذه العوامل في Suomi24؟.

يعالج الحل المقترح في هذه الورقة البحثية الأسئلة البحثية المذكورة أعلاه التي تقتصر على خطاب مرضى السرطان باستخدام مزيج من تقنيات معالجة اللغة الطبيعية والتحليل الإحصائي والملاحظات الإحصائية السليمة. على وجه الخصوص، تم ابتكار منهجيات أصلية وتنفيذها من أجل [1] جمع مجموعة البيانات ذات الصلة من مجموعة بيانات Suomi24 الشاملة، [2] تحديد فئات العوامل النفسية والاجتماعية الرئيسية، [3] توصيف كل فئة من خلال أنطولوجيا محددة، [4] تقييم مدى كل عامل نفسي اجتماعي في المجموعة،[5] التفاعل مع مجتمع أوسع من خلال بوابة مخصصة لذلك. ومع ذلك، نعتقد أن مثل هذا النهج المطور يمكن استخدامه في نهاية المطاف لاستكشاف أنماط اجتماعية لغوية أخرى من مجموعة بيانات Suomi24. تم تنظيم بقية المقال على النحو التالي. يفصّل القسم 2 من هذه الورقة البحثية إجراءات جمع البيانات، والسمات الرئيسية لمجموعة البيانات ومنهجية المعالجة المسبقة. يتناول القسم 3 تحليل البيانات، والذي يتضمن تحليل مجموعة البيانات وتحديد العوامل النفسية والاجتماعية. يسلط القسم 4 الضوء على تنفيذ المنصة. وأخيرًا، نختتم المقال ونسلط الضوء على العمل المستقبلي.

2. الأساليب:

1.2 سومي 24 والرعاية الصحية:

Suomi24 هو منتدى نقاش يتكون من مناقشات متاحة للجمهور من إنشاء المستخدمين يتم تجميعها حسب المحتوى، مثل الترفيه والهوايات والسفر والصحة. وكونه مجهول الهوية، يمكن للمستخدمين بدء مناقشاتهم أو المساهمة في المناقشات القائمة. في هذه الدراسة، تم استرجاع بيانات المنتدى من قاعدة بيانات منظمة، تم استيعابها من قبل مزود الخدمة. ويمنح ترخيص قاعدة البيانات، وفقًا لاتفاقيات حقوق الطبع والنشر من قبل المنظمة العالمية للملكية الفكرية، الحق في استخدام ونسخ مجموعة البيانات لأغراض تعليمية وتدريسية وبحثية [33]. تحتوي مجموعة البيانات على 352,725 منشورًا في فئة الصحة مقسمة إلى 16 فئة فرعية، وهي "اسأل أسئلتك الصحية"، "تحديد النسل"، "تحديد النسل"، "الوفاة والحداد"، "الأمراض"، "المخدرات والإدمان"، "الصحة العامة"، "الرعاية الصحية"، "خدمات الرعاية الصحية"، "الأدوية"، "صحة الرجال"، "الصحة النفسية والعافية"، "صحة الفم"، "الجراحة التجميلية"،

"الحواس (الأعضاء الحسية)"، "التحكم في الوزن"، و"صحة المرأة". إن توزيع عدد الملاحظات بين الفئات الـ 16 ليس موحدًا، انظر الجدول 1. تحتوي العناوين والمشاركات على 2.6 و75.9 كلمة في المتوسط، على التوالي. القيم الوسيطة لعدد الكلمات هي 2 للعناوين و49 للمنشورات كما هو موضح في الجدول 1. من ناحية أخرى، حاولنا أيضًا تحديد مدى احتواء المنشورات على كلمات غير معروفة. يتم الحصول على هذا الأخير من خلال البحث عن وجود كلمة واحدة في القاموس الفنلندي أو إحدى قواعد بيانات الرسائل النصية القصيرة الفنلندية (على سبيل المثال، Slangi.net، Suomen murteiden sanakirja). ولذلك، إذا لم يتم العثور على كلمة ما في القاموس الفنلندي أو في قاعدتي بيانات الرسائل النصية القصيرة المذكورتين أعلاه، يتم تصنيفها على أنها غير معروفة في الجدول 1.

تكشف مراجعة سلاسل المناقشات المتعلقة بالصحة في Suomi24 الموضحة في الجدول 1 ما يلي:

- هناك طفرة في المناقشات المتعلقة بالأمراض والصحة النفسية/الصحة العقلية/الرفاهية كما يتضح من عدد كبير من المشاركات في هذه المواضيع.

- يستخدم المستخدمون الكتابة المطولة عندما يتعلق الأمر بقضايا الصحة النفسية، ربما لإظهار مشاعرهم وأحاسيسهم مع محاولة إيلاء اهتمام خاص بتجربة المريض ومناقشته. كما أنها تشير إلى الرغبة في مشاركة التجارب.

- وجد أن حدوث الصياغات المجهولة، على الرغم من ضآلتها، أكثر أهمية نسبيًا في موضوع الأمراض وموضوع الطب أكثر من غيرهما. ينشأ أحد تفسيرات هذه الملاحظة من المصطلحات التقنية المستخدمة للأمراض والطب، والتي أدت إلى أخطاء المستخدمين الإملائية الطوعية/غير الطوعية في الصياغة إلى وجود صياغات غير معروفة.

- على الرغم من أهميته، لم يتم ذكر "السرطان" كموضوع منفصل في منتدى المناقشة الصحية. وهذا ما يجعل البحث عن المناقشة المتعلقة بالسرطان موزعة على عدة مواضيع. على سبيل المثال، توجد الصياغات المتعلقة بالسرطان في مواضيع الأمراض والصحة العامة، والرعاية الصحية والصحة النفسية والرفاهية. هذا لا يعني بشكل بديهي أنه لا يمكن العثور على الصياغة المتعلقة بالسرطان في مكان آخر.

الجدول الأول. إحصائيات مجموعة بيانات SUOMI24 HEALTH

الفئة	#المشاركات	إحصائيات الكلمات	
		متوسطMean	MedianمتوسطU words%
اطرح أسئلتك الصحية	6,012	74.5	57	2.6
تحديد النسل	13,213	58.6	47	2.4
الوفاة والحداد	4,108	94.3	62	2.9
الأمراض	86,035	76.4	52	4.8
المخدرات وإدمانها	34,346	68.6	35	2.8
الصحة العامة	16,415	69.2	49	2.1
الرعاية الصحية	15,461	61.0	34	1.8
خدمات الرعاية الصحية	236	61.5	35	1.7
الأدوية	9,743	52.5	36	3.5
صحة الرجل	4 4,067	55.8	36	2.3
الصحة النفسية والرفاهية	70,017	103.0	66	1.8
صحة الفم	10,959	59.3	43	1.9
الجراحة التجميلية	6,123	55.6	39	3.7
الأعضاء الحسية	8,164	64.5	46	2.1
التحكم في الوزن	49,257	69.1	47	1.6
صحة المرأة	18,569	69.5	55	1.7

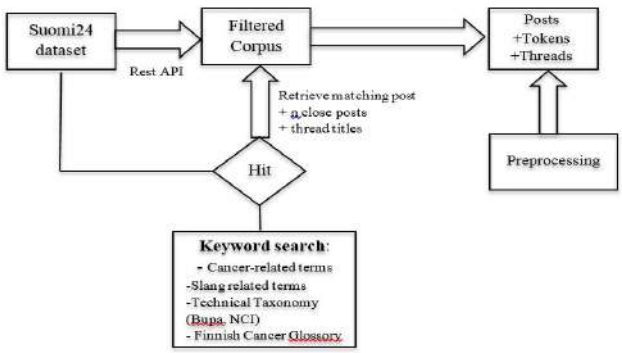
إن غياب المناقشة المتعلقة بالموضوع يسلط الضوء على أهمية البحث المتعلق بالكلمات الرئيسية عبر مجموعة بيانات Suomi24 الصحية بأكملها لتحديد الأنماط الرئيسية التي قد تكون مرتبطة بمرضى السرطان.

3. البيانات:

الخطوة الأولى في منهجيتنا هي جمع مجموعة البيانات المتعلقة بالسرطان من منتدى Suomi24. يوفر المنتدى واجهة برمجة تطبيقات للحصول على منشورات المنتدى من قاعدة البيانات. تم استخدام

طلب HTTP POSTمع معلمة "كلمة رئيسية" لاسترداد المناقشات المقابلة. لهذا الغرض، اخترنا حقيبة من الكلمات الرئيسية التي تشمل:

1. السرطان ومرادفاته كما تم جمعها من القاموس الفنلندي على الإنترنت،
2. المصطلحات العامية المستخدمة للسرطان والأمراض المرتبطة بالسرطان التي تم جمعها من موقع slangui.net
3. قاموس طبي للأمراض المتعلقة بالسرطان مستخرج من موقع Bupa.co.uk (www.bupa.co.uk/health-information/cancer/cancer-terminology) مع ترجمته الفنلندية باستخدام واجهة برمجة تطبيقات الترجمة من Google)
4. قاموس مصطلحات السرطان (8,334 مصطلحًا) من المعهد الوطني للسرطان التابع للمعاهد الوطنية للسرطان (NCI) والذي يغطي الأدوية وأنواع السرطان ومختلف أنواعه السريرية (مصطلحات عالمية، لذا لا حاجة للترجمة) ,
5. معجم مصطلحات السرطان الفنلندي الذي أنشأه البروفيسور تيبو ليلي، متاح في الرابط /https://www.kaikkisyovasta.fi/tietoa-syovasta/syopasanasto
6. تنسيق مجموعة البيانات التي تم إرجاعها هو JSON، في حين تم استخدامفي مكتبة"Python"ijson لتكرار جميع البيانات المتاحة. لذلك، يكون إجراء اختيار مجموعة بيانات البحث على النحو التالي: أولاً، نأخذ في الاعتبار مجموعة البيانات المتعلقة بالصحة بأكملها المشار إليها في القسم 2.1 ونعتبرها مصدرًا واحدًا لمناقشة مرضى السرطان. ثانيًا، نجري بحثًا نصيًا عبر مجموعة بيانات Suomi24 بأكملها عن حقيبة الكلمات المفتاحية المذكورة أعلاه، وكلما تم العثور على تطابق لكلمة مفتاحية واحدة على الأقل، يتم استرجاع المنشور المرتبط واسم الموضوع وخمس مشاركات سابقة للموضوع المطابق وكذلك المشاركات الخمس التالية (شريطة ألا يكون المنشور في موضوع لاحق). إن الدافع وراء الرغبة في استرداد المشاركات السابقة واللاحقة للمشاركة المطابقة مع الموضوع الأساسي هو الحرص على التقاط سياق المناقشة. يتم عرض المخطط العام في الشكل 1.



الشكل1. النهج العام لجمع البيانات

4. المعالجة المسبقة للبيانات:

تهدف مهمة المعالجة المسبقة إلى تحديد حدود المنشورات الفردية ومكوناتها المختلفة (الرموز) مع الأخذ في الاعتبار عددًا كبيرًا من المحتويات وأنماط الكتابة التي قد تكون مضللة والتي قد تتسبب في تجزئة غير مرضية. وهذا يشمل، على سبيل المثال، وجود روابط أو أحرف غير مألوفة أو مسافات في غير محلها أو أحرف ترقيم يمكن أن تؤثر على إجراء المزيد من التحليل. لهذا الغرض، تم تنفيذ المهام التالية لكل منشور في مجموعة بيانات السرطان.

1. يتم تحويل جميع النصوص إلى أحرف/رموز;
2. تتم إضافة مسافة بيضاء بعد كل نقطة إلا إذا لم تكن متوفرة;
3. يتم تحويل أي عدد من أحرف المسافات البيضاء المتتالية إلى حرف أبيض واحد;
4. تتم إزالة جميع عناوين URL مع أي حرف غير مألوف (مثل الأحرف الصينية واليونانية). كما تتم إزالة الأحرف غير المألوفة باستخدام وظائف regex;
5. تتم إزالة الكلمات الوقفية لتقليل قائمة الكلمات المفتاحية. تم استعارة هذه القائمة من UniNE من جامعة نوشاتيل[i] ، بعد التدقيق اليدوي للإبقاء على جميع الصفات ومعلومات الوقت/التاريخ والمصطلحات المتعلقة بالنفي لأهميتها في الاستدلال اللاحق;
6. يتم تنفيذ الترميز لتحديد الرموز الفردية للمشاركات. لا يمكن لمحدد المسافة البيضاء الكلاسيكي أن يعمل في اللغة الفنلندية بسبب البنية المتأصلة في اللغة التي تجمع بين الكلمات الفردية لإنشاء كلمات أكثر طولاً . لذلك، فإن مساهمة محلل اللغة الفنلندية مهم في النهاية لتمييز الصياغة الفردية. لهذا الغرض، نستخدم المحلل اللغوي الفنلندي العميق[ii] الذي تم تطويره في جامعة توركو;
7. تم اعتماد نهج الجذع البسيط. يهدف هذا إلى تحديد جذر/جذع الكلمة لتقليل عدد تصريفات الكلمات، والذي بدوره يقلل من العدد الإجمالي للكلمات/ الرموز المستخدمة لتمثيل الجملة (ما بعد). لهذا الغرض، استخدمنا FinnPos[iii] وهي مجموعة أدوات مفتوحة المصدر لوضع العلامات الصرفية والليماتية للغة الفنلندية.

5. لنتائج

1.5. التحليل الأولي:

لفهم محتوى مجموعة البيانات التي تم جمعها، نقوم بالإبلاغ عن توزيع الكلمات الأكثر شيوعًا في المجموعة التي تمت تصفيتها وتكرار المصطلحات الأكثر حدوثًا في السرطان لتصور مدى التقارب/التكرار مع المصطلحات الأكثر حدوثًا. استُخدمت الخوارزمية 1 الموضحة في الشكل 2 لتحليل تواتر المصطلحات. الجدول 2يظهرملخصا لسمات مجموعة البيانات.

الجدول الثاني. ملخص مجموعة البيانات

Size of dataset	400MB
Number of posts	55500
Number of threads	26052
Number of distinct words	41024
Time frame	2001-2015

في حين أن النتائج معروضة في الجدول 3.

الجدول الثالث. المصطلحات الأكثر شيوعاً والمصطلحات المتعلقة بالسرطان

Most repeated words		Most repeated cancer words	
Word	#number	Word	#number
saa	21862	määrä	3190
mun	7190	isä	1718
mies	7123	kuoli	1447
ihminen	6623	leikkaus	1324
apua	6505	raha	1197
euroa	6409	hoidon	1189
kokemuksia	5886	tauti	1039
tietää	5822	kasvain	345
päivä	5807	kaveri	248
oon	5793	tutkimus	179
nainen	5755	lääkitys	135
osaa	5311	hoito	107

Algorithm 1 repetition detection from Suomi24

```
Input      finnishCancerKeywords, Suomi24 files,
rightTopics=[Health], finnishStopwords, FreqDist
from NLTK
Output          graphs, mostRepeatedwords array,
cancerRepeated array, outputFile
procedure REPETITION DETECTION
    for every file in Suomi24 files do
        items ←file[items]
        for every item in items do
            topics ←item[topics]
            for topic in topics do
                if topic in rightTopics then
                    body ←item[body]
                    if body contains finnishCancerKey-
words then
                        Sentences ←
Divide sentences in TranslatedTweet;
                        Tokens ←Tokenize words in Sen-
tences;
                        totalDist ←FreqDist(words)
                    end if
                end if
            end for
        end for
    end for
    for every item,value in totalDist do
        if item in finnishCancerKeywords then
            cancerRepeated ← [item,value]
        end if
    end for
    mostRepeatedwords ← totalDist[0:12]
    function VISUALIZE
        x-axis ← (mostRepeatedwords,cancerRepeated) items
        x-axis ← (mostRepeatedwords,cancerRepeated) values
        VISUALIZE
    end function
end procedure
```

الشكل 2. خوارزمية الكشف عن مصطلح السرطان المتكرر

وتعليقاً على هذه النتيجة، ينبغي للمرء أن يلاحظ ما يلي:

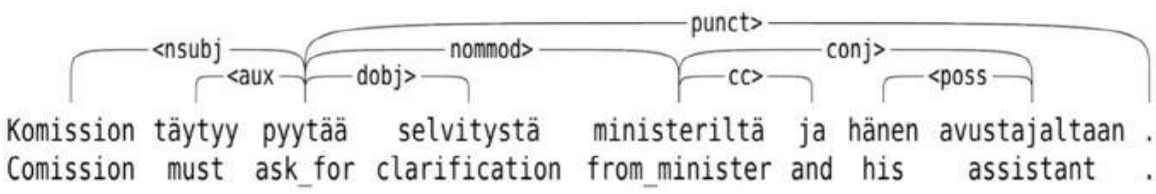
- تم الحصول على النتائج بعد إزالة كلمات التوقف، والتي من شأنها تجاهل المصطلحات الأقل فائدة في الدراسة.
- للتوضيح ، اقتصرنا على المصطلحات الاثني عشر الأكثر تكرارًا في كل فئة (المصطلحات غير المتعلقة بالسرطان والمصطلحات المتعلقة بالسرطان). والدافع وراء ذلك أيضًا هو حقيقة أن المصطلحات المذكورة أعلاه تشكل نصف المصطلحات تقريبًا التي لها ثلاثة تكرارات على الأقل في العينة المحددة.
- ترتبط غالبية المصطلحات غير المتعلقة بالسرطان بالمودة، وأنواع مختلفة من المساعدة (مشاركة الخبرة، والتمويل، والمشورة).
- يسلط الرسم البياني الضوء أيضًا على شبه هيمنة كلمة متعددة الأشكال ("saa")، والتي تترجم فعل "الحصول"، نظرًا لاستخدامها الواسع في اللغة الفنلندية.
- وكما هو متوقع، فإن المصطلحات المتعلقة بالسرطان أقل تواترًا من المصطلحات غير المتعلقة بالسرطان بمعامل لا يقل عن اثنين. إلى جانب ذلك، فإن المصطلحات المتعلقة بالعلاج أقل تواترًا، وهو ما يحفزه السياق المستخدم لتوليد المناقشات حول المصطلحات المتعلقة بالسرطان.
- يسلط خطاب السرطان الضوء على أهمية الجوانب المالية وآثار العلاج والوفاة والمرض والأدوية التي يتناولها.

6. تخطيط الأدلة:

1.6. تحليل التكرار المشترك

تتمثل المرحلة الأولى في تعيين الأدلة في استكشاف التكرارات المشتركة الأكثر شيوعًا في مجموعة البيانات التي تمت تصفيتها كمؤشر على الارتباط بين المصطلحات. وبعبارة أخرى، يفترض هذا الأمر أنه كلما زاد التكرار المشترك بين مصطلحين كلما زاد الارتباط بين هذين المصطلحين.

تم تضمين المزيد من التطوير وظيفة التمييز بين مدى ظهور المصطلحات المتزامنة المتقاربة عن بعضها البعض. وهذا يعكس الفرضية القائلة بأن المصطلحات المتزامنة التي تحدث بالقرب من بعضها البعض في الجملة أو المشاركة تعتبر أكثر أهمية من تلك المصطلحات التي تحدث متباعدة عن بعضها البعض. من ناحية أخرى، لمراعاة العلاقة النحوية بين المصطلحات المتزامنة في التكرار المشترك، تم استخدام شجرة تبعية؛ وبالتحديد، تم استخدام بنك توركو للتبعية (Turku DependencyTreebank) للتعامل مع اللغة الفنلندية. يظهر في الشكل 3 مثال على استخدام شجرة التبعية في توركو.



الشكل 3 مثال على نتيجة شجرة التبعيات توركو

يسمح لنا استخدام الشجرة الإعرابية بالتقاط العلاقة بين الألفاظ حتى لو كانت متباعدة عن بعضها البعض. على سبيل المثال، الفعل وفاعله، وكذلك مكمّله، يستلزم وجود رابط مباشر من الفعل إلى فاعله ومن الفعل ومكمّله. لذلك، نفترض أنه عندما تكون كلمتان، على سبيل المثال، W_1وW_2 مرتبطتين ببعضهما البعض مباشرةً في نظر شجرة المُعرب فإن المسافة بين هاتين الكلمتين تساوي واحدًا حتى لو كانتا متباعدتين عن بعضهما البعض، وإلا فإن المسافة تُحسب بعدد الرموز التي تفصل بين W_1وW_2. بشكل أكثر رسمية، يمكن صياغة ذلك[1] على النحو التالي:

$$d(w_1, w_2) = \begin{cases} 1 & \text{if } w_1 \text{ and } w_2 \text{ are directly linked in the parser} \\ number & \text{of tokens between } w_1 \text{ and } w_2, \text{ otherwise} \end{cases}$$

من منظور تطبيقي، اقتصرنا على خمسة مستويات مختلفة من المسافة: مسافة 1-2 كلمة، أي بجانب بعضها البعض (إما مباشرة أو من خلال بنية شجرة التبعية)، مما يؤدي إلى تأثير قوي على بعضها البعض؛ ومسافة 3-5 كلمات، مما يشير إلى تأثير كبير محتمل على بعضها البعض؛ ومسافة 6-7 كلمات، حيث من المحتمل أن يكون التأثير متوسطًا. وأخيرًا، المستويات من 9-14 كلمة (متباعدة عن بعضها البعض) تشير إلى تأثير بسيط إلى حد ما إلى تأثير منخفض على بعضها البعض، أما المسافة 15+ (أكثر من 15 كلمة متباعدة عن بعضها البعض) فتشير إلى أن التواجد المشترك لا يعتبر له أي تأثير على العلاقة النحوية أو الدلالية أو السببية بين المصطلحين W_1 وW_2. تسلط الخوارزمية 2 (انظر الشكل 4) الضوء على تطبيق نموذج التكرار المشترك القائم على المسافة. يبرز الشكل 5 التكرارات المشتركة للكلمات مع مراعاة المسافات المختلفة. بينما يقدم الجدول 4 تقريرًا عن أهم الأزواج المتشابهة المقابلة للمناقشة العامة والمصطلحات المتعلقة بالسرطان.

الجدول 4. التكرار العام للكلمات المشتركة للمصطلحات المتعلقة بالسرطان وغير المتعلقة بالسرطان

Most repeated words		Most repeated cancer words	
Word	#number	Word	#number
jostain-syystä	1709	maksaa-euroa	251
pari-päivää	1687	hoidot-tietoa	102
pari-viikkoa	1683	hoidot-hoitojen	101
osaa-sanoa	1632	hoidot-tehokkuudesta	101
viikon-päästä	1568	hoidot-varmaa	101
seuraavana-päivänä	1562	äiti-isä	101
päästä-eroon	1474	hoitoa-olemassaolevaa	97
lääkäri-sanoi	1466	hoitoa-tutkimusnäyttöä	97
pitäisi-tehdä	1427	hoidot-Tutkijaryhmän	96
the-and	1411	hoidot-jaotteleminen	96
ottaa-yhteyttä	1186	hoidot-kategorioihin	96
and-the	1168	hoidot-myöntää	96

تكشف قراءة سريعة للنتائج ما يلي:

1. يُظهر التدقيق في الكلمات ذات التكرار الشديد، خارج الخطاب المتعلق بالسرطان، هيمنة الاقتراح التفسيري كما في (jostain-syystä) التي تترجم (لبعض الأسباب) والاقتراحات الزمنية كما في

(pari-viikkoa)،(viikon-pästä)التي تترجم إلى (أسبوعين)، (في أسبوع)، على التوالي. يمكن أيضًا ملاحظة المقترحات الشرطية في (pitäsi-tehda) التي تترجم إلى (يجب أن - تجعل). يتم إبراز المقترحات الشبيهة بالتوصية في الزوج (ottaa - yhteytt)، الذي يترجم إلى (خذ - اتصل).

2. على الرغم من شبه هيمنة اللغة الفنلندية، إلا أن بعض المصطلحات الإنجليزية لا توجد العديد من الصياغات الإنجليزية التي تبرر هيمنة التعبير المحدد (the) وتعبير العطف (and) .

3. هناك تكرار واحد مشترك أكثر ارتباطًا بالبيئة السريرية ,(lääkäri – sanoi)، وهو ترجمة لـ (طبيب - قال)، مما يشير إلى الاهتمام الكبير لمستخدمي المجتمع بطلب مشورة الطبيب وتوصياته من وجهات نظر الخبرة الأخرى.

4. يشير التدقيق في الخطاب المرتبط بالسرطان إلى هيمنة الجانب المالي حيث يبحث المستخدمون/المريض عن تكاليف العلاج إما بشكل مباشر أو غير مباشر كما في (maksaa-eur).وترتبط المفردات التالية التي تتشارك في التكرار بنوع العلاج وفعاليته (انظر، جميع الأزواج مع كلمة hoidot). يلاحظ المرء أيضًا ظهور القضايا المتعلقة بالأسرة في (äiti-isä)، ترجمة لعلاقة (الأم-الأب).

5. يسلط ما سبق الضوء على أهمية آثار العلاج والتكلفة المالية والمشكلات العائلية كعوامل مهيمنة في خطاب السرطان. بينما يُظهر الخطاب غير المتعلق بالسرطان أهمية المشورة السريرية في المجتمع الصحي في Suomi24 بحثًا عن أقوال الأطباء وتأكيداتهم. من ناحية أخرى، تشير هيمنة التعبيرات الشرطية والتوصيات إلى أهمية هياكل الجدل وسيناريوهات سرد القصص حيث يحاول المستخدمون بناء حجج للرد على قلق المريض/المستخدم أو من خلال مشاركة تجربة شخصية.

6. يُظهر تحليل نتائج الشكل 6 التفاوت الكبير في قيم التكرار بين المصطلحات التي تتشارك في التواجد على المسافة 1 (أو أحيانًا المسافة 2) وتلك التي تتشارك في التواجد على مسافات أعلى (3-5، 6-8، 9-14، 15+) بمقدار يزيد عن 100! وهذا يشير إلى أن التكرارات المشتركة التي تحدث على مسافة أكثر من 2 غير مهمة إحصائيًا عند مقارنتها بتلك التي تحدث على مسافة 1 أو 2.

Algorithm 2 co-occurrence detection and topic from Suomi24

```
Input: Finnish Cancer Keywords, Suomi24 files, Right Topics, Finnish Stopwords, topics Keywords, database Access Keys
Output: wordCount[topics,wordDistance,isComment,keywords], database
procedure SUOMI24 ANALYSIS
    for every file in Suomi24 files do
        items ←file[items]
        for every item in items do
            topics ←item[topics]
            body ←item[body]
            for sentence in body and comments do
                for word in sentence do
                    if length of word>2 and length of the next word>2 then
                        wordCount ←word cooccurrence
                        if distance between words<3 then
                            wordCount[wordDistance] ←"1-2"
                        else if distance between words<6 then
                            wordCount[wordDistance] ←"3-5"
                        else if distance between words<9 then
                            wordCount[wordDistance] ←"6-8"
                        else if distance between words<15 then
                            wordCount[wordDistance] ←"8-14"
                        else
                            wordCount[wordDistance] ←"15+"
                        end if
                        if word in deathList[] then
                            increment keywords["death"]
                        else if word in illnessList[] then
                            increment keywords["illness"]
                        else if word in treatmentList[] then
                            increment keywords["treatment"]
                        else if word in socialList[] then
                            increment keywords["social"]
                        else if word in financialList[] then
                            increment keywords["financial"]
                        end if
                        wordCount[keywords] ←keywords
                    end if
                    if inComments then
                        wordCount[isComment] ← inComments
                    else if inBody then
                        wordCount[isComment] ← inTopic
                    end if
                    wordCount[topics] ←topics
                    DATABASE ← wordCount[topics,wordDistance,isComment,keywords]
                end for
            end for
        end for
    end for
end procedure
```

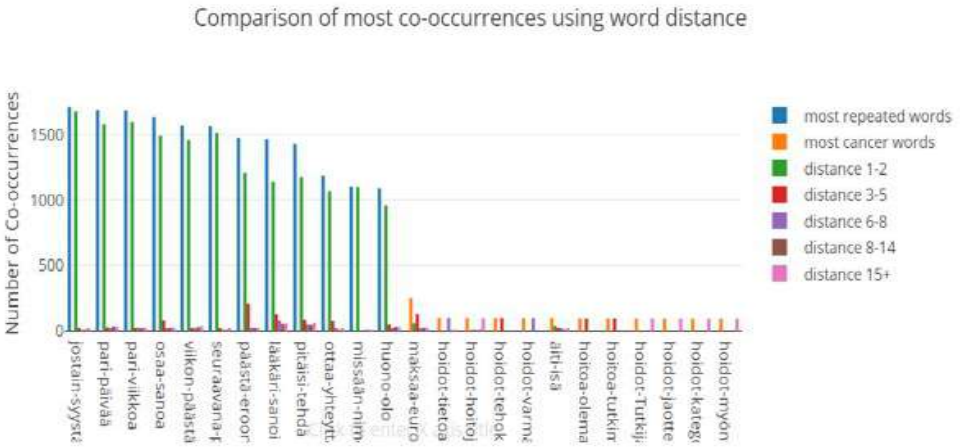
الشكل 4. الكشف عن التكرار المشترك ونمذجة الموضوع

7. تصنيف العوامل النفسية والاجتماعية:

1.7العقلانية

في هذه الدراسة، تم تصنيف العوامل النفسية والاجتماعية إلى خمس فئات: المالية ، والمرض، والعلاج، والاجتماعية، والوفاة. ويستند الدافع وراء هذا التصنيف إلى التفكير المنطقي ودراسة الأدبيات والتحليل اليدوي للبيانات. في الواقع، من البديهي أن مرضى السرطان يتوقعون الموت كنهاية نهائية سواء على المدى القصير أو المتوسط. بالإضافة إلى ذلك، فإن نوع المرض وفعالية العلاج والتكلفة المرتبطة به (التكلفة السريرية والتكلفة المتعلقة بالأسرة) وكذلك الحياة الاجتماعية للمريض هي بطبيعة الحال ذات أهمية قصوى لأي مريض سرطان. ثانيًا، أبلغت الدراسات السابقة عن العوامل السريرية والنفسية الاجتماعية المرتبطة باضطرابات القلق والاكتئاب لدى مرضى سرطان الثدي وغيرهم من مرضى السرطان [15]. وقد حدد المؤلفون ثلاثة أنواع من العوامل النفسية والاجتماعية المرتبطة بها: الدعم الاجتماعي، والعلاقة الأسرية، وحل النزاعات. كان القلق والاكتئاب لدى مريضات سرطان الثدي شائعًا عادةً في بيئات ذات علاقات أسرية ضعيفة، مما ساهم أيضًا في زيادة الألم والإرهاق [7]. وهذا يؤكد أهمية العوامل الاجتماعية كجزء من العوامل النفسية والاجتماعية لمرضى السرطان. أشارت الدراسات في [27] إلى أن المزيد من الدعم الاجتماعي كان مرتبطًا بانخفاض معدل الإصابة بالسرطان والوفيات الناجمة عنه، وفترة أطول من الشفاء من المرض والبقاء على قيد الحياة، مما يثير أهمية عوامل العلاج والمرض والوفاة. وبالمثل، وجد بيترز وآخرون [24] أن عدد الروابط الاجتماعية والعزلة الاجتماعية المتمرسة كانت مرتبطة بالإصابة بالسرطان والوفيات الناجمة عن السرطان. وقد وجد Mofattوآخرون [19] أن بداية الإصابة بالسرطان وعلاجه ومسار المرض مرتبط بالضغوط المالية بين المرضى، والتي تم تحديدها على أنها حاجة كبيرة لم تتم تلبيتها. وهذا يؤكد أهمية العوامل المالية كجزء من المظلة الشاملة للعوامل النفسية والاجتماعية. ثالثًا، كشف التدقيق اليدوي في العديد من منشورات Suomi24 عن أن نجاح العلاج المحتمل وفشله (الوفاة) يظهران بين مواضيع النقاش الساخنة. وبالمثل، عادةً ما يرتبط المرض والعلاج بالمحادثات المتعلقة بالسرطان، حيث يسعى الأشخاص عادةً إلى التثقيف أو دعم الأقران أو المشورة للتغلب على مرضهم والتحديات المرتبطة به [8]. تُظهر تكاليف الوقت والنفقات من الجيب العبء المالي الكبير الذي يتحمله المرضى عادة، وغالبًا ما يكونون بموارد محدودة، ويعتمدون على أفراد الأسرة أو الأصدقاء [22]، مما يعزز دور القضايا المالية كجزء من العوامل النفسية والاجتماعية الرئيسية. رابعًا، إن تحليل تواتر المصطلحات والتكرار المشترك الذي تم إجراؤه في القسم السابق يدعم بلا شك التصنيف أعلاه للعوامل النفسية الاجتماعية. وبالفعل، يكشف التكرار البسيط لمصطلحات خطاب السرطان عن هيمنة الجوانب المالية وآثار العلاج والوفاة والقضايا المتعلقة بالمرض (أو المرض). بينما يبرز الخطاب غير المتعلق بالسرطان هيمنة العوامل الاجتماعية. في الواقع، كانت العلاقات الأسرية، على سبيل المثال، من بين الكلمات الأكثر تواترًا في الشكل 5. إلى جانب ذلك، فإن وفرة

التعبيرات الجدلية والسرد القصصي، التي تساعد على مشاركة سرد القصص وبناء عبارات مقنعة بطريقة تجيب على مخاوف المريض، تشهد على أهمية الدعم النفسي/ الاجتماعي.



الشكل 5. المدرج التكراري للمصطلحات الأكثر تزامنًا ومقارنتها مع المصطلحات المتعلقة بالسرطان مع المسافة

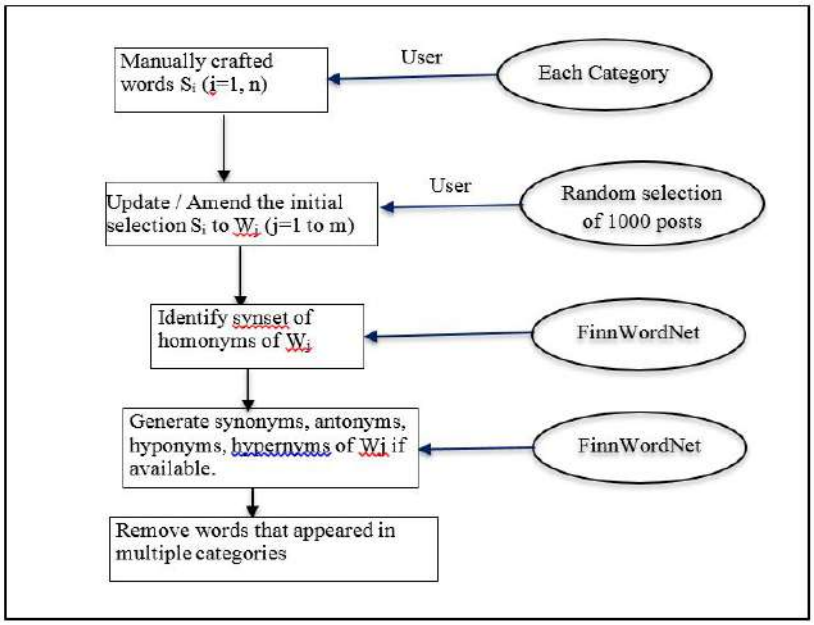
8. التوصيف الأنطولوجي للفئات

استلهامًا من التقنيات المستخدمة في بعض أبحاث الكشف عن خطاب الكراهية (انظر، على سبيل المثال، ورقة مراجعة Schmidt و Wiegand[30])، فإن الفكرة المستخدمة لبناء الأنطولوجيا المتعلقة بكل فئة هي التالية. أولاً، نبدأ بعدد محدود من الكلمات المصاغة يدويًا والمخصصة لكل فئة بناءً على فهمنا للمعنى اللغوي والسياقي لكل فئة. ثانيًا، نُجري تحقيقًا يدويًا في مجموعة عشوائية مختارة عشوائيًا لحوالي 1000 مشاركة من مجموعة البيانات المجمعة. والهدف من هذا التحقيق هو تنقيح الكلمات التي تمت صياغتها يدويًا لكل فئة من خلال تعديل أو إضافة كلمات إضافية وجدنا أنها ذات صلة بفئة معينة بعد قراءة المنشور (المنشورات)، حيث يحدث غالبًا أن العديد من المصطلحات التي تم تحديدها من خلال مراجعة المنشور تكون أقل ارتباطًا من الناحية اللغوية والدلالية بالمعنى الفعلي للفئة. من ناحية أخرى، نظرًا لأن العديد من الكلمات المتجانسة ناتجة عن مرحلة التدقيق اليدوي والتدقيق اللاحق العشوائي، فإننا نعيد النظر في كل كلمة متجانسة ونعيّن المعنى المقابل (synset) الذي يتطابق بشكل أفضل مع الفئة التي تم تسطيرها. استخدمنا شبكة FinnWordNet، التي قدمتها جامعة هلسنكي كجزء من مشروع FIN-Clarn [6] لتوليد مجموعات المترادفات المرتبطة. يتم إجراء هذه العملية بشكل مستقل من قبل ثلاثة من الناطقين باللغة الفنلندية من أجل القضاء على أي تحيز أو تعارض أو استبعاد بعض الأحداث المثيرة للاهتمام. ثالثًا، باستخدام قاعدة البيانات المعجمية (الفنلندية) WordNet، تم إنشاء نظام آلي لإضافة

مجموعة من المترادفات والمتضادات والمرادفات الإضافية والمرادفات المفرطة لكل كلمة من فئة معينة كلما توفرت.إذا تبين أن الكلمة التي تم إنشاؤها حديثًا (مترادف، أو متضاد أو مرادف افتراضي أو مرادف فرعي أو تشعبي) تنتمي إلى أكثر من فئة واحدة، يتم حذفها بشكل منهجي. على الرغم من أن هذا المنطق بديهي ومبتكر في نهجه لتوليد مجموعة كبيرة بشكل معقول من الكلمات ذات الصلة لكل فئة، إلا أن له أيضًا حدوده كما سيتم تسليط الضوء عليه لاحقًا. يظهر الهيكل العام لبناء الأنطولوجيا في الشكل 6.

9. تقييم الفئات في مجموعة البيانات المجمعة

بعد توليد الأنطولوجيا المرتبطة بكل فئة من فئات العوامل النفسية والاجتماعية، نود تقييم حدوث كل فئة في مجموعة البيانات المجمعة بشكل عام.



الشكل 6. الهيكل العام لتوليد أنطولوجيا الفئات النفسية والاجتماعية

لهذا الغرض، نظرًا لأن أنطولوجيا كل فئة تتكون من مجموعة من المصطلحات التي تم إنشاؤها من خلال عملية الشكل 6، فإن مطابقة سلسلة بسيطة ستمكننا من تحديد مدى التطابق في مجموعة البيانات الإجمالية. ومع ذلك، يجب إيلاء عناية خاصة لتلك المصطلحات المتجانسة التي يتم تمثيلها من خلال مجموعات مترادفات خاصة بها. في مثل هذه الحالات، يتم اتخاذ خطوة إضافية لمعرفة ما إذا كانت هناك مطابقة للحواس أيضًا أم لا. وبالتالي، هناك حاجة إلى وجود آلية لتحديد المجموعة المترادفة الصحيحة لكلمة مترادفة معينة في المنشور. لهذا الغرض، تم تصميم آلية جديدة تستخدم نهج التشابه الدلالي. بشكل أكثر تحديدًا، بالنظر إلى المنشور P، الذي تم ترميزه على أنه

$$P = < T_1, T_2, \ldots, T_m >$$

لنفترض، على سبيل المثال، دون فقدان العمومية، أن T_2هي الكلمة الهدف التي يسعى المرء إلى تحديد مجموعة synset المرتبطة بها.

1. هناك نهج أعمى لا يستكشف العلاقة النحوية الكاملة للجملة التي تحتها خط والتي تحتوي على T_2ولكنه جذاب من الناحية الحسابية يتكون من (i) حساب التشابه الدلالي لـ T_2مع أول مصطلح يقع بجواره والذي يوجد له مثل هذا التشابه الدلالي باستخدام، على سبيل المثال، تشابه شبكة كلماتWu وSim_{WP}(Palmer [36]، ثم (ii)استرجاع المجموعة المتزامنة لـ T_2 التي تنتج درجة التشابه هذه. بعبارة أخرى، يتلخص ذلك فيما يلي:

If $Sim_{WP}(T_1, T_2)$ exists then retrieves synset (T_2)
else If $Sim_{WP}(T_2, T_3)$ exists then retrieves synset (T_2)
else If $Sim_{WP}(T_2, T_4)$ exists then retrieves synset (T_2)
Etc.

إن الحدس الكامن وراء هذا المنطق هو أن درجة التشابه الدلالي لشبكة الكلمات بين كلمتين T_iوT_j تنتج دائمًا أقصى درجة يمكن تحقيقها عند النظر في جميع مجموعات متلازمات T_iوT_j. وبالتالي، تتوافق مجموعة المترادفات التي تمإنشاؤها مع المعنى الأكثر توافقًا مع الكلمة التالية في المنشور. وهذا يجسد إلى حد كبير المعنى الصحيح للكلمة الهدف في الجملة التي تحتها خط. يتم وصف التنفيذ الخوارزمي للخوارزمية السابقة في الخوارزمية 3.

Algorithm 3: Synset identification of homonym target word in the post

Input: 1. homonym word W_k
2. Post sequence: $W_1, W_2, .., W_k, W_{k+1}, .., W_n$
Output: Synset W_k^t
t=k
0: If $Sim_{WP}(W_{k-1}, W_t)$ existsReturn synset W_k^t of W_k
Else If $Sim_{WP}(W_t, W_{k+1})$ existsReturn synset W_k^t of W_k
Else k = k +1 GOTO 0
END

بعد ذلك، بمجرد الانتهاء من عملية مطابقة الكلمات المتجانسة مع المنشور في المنشور، يتحول التقييم الكلي إلى عملية مطابقة سلسلة بسيطة كنسبة من حدوث كل عامل في مجموعة البيانات المجمعة بأكملها. يتم تنفيذ ذلك باستخدام منهجية بسيطة قائمة على مطابقة الكلمات. بشكل أكثر رسمية، بالنظر

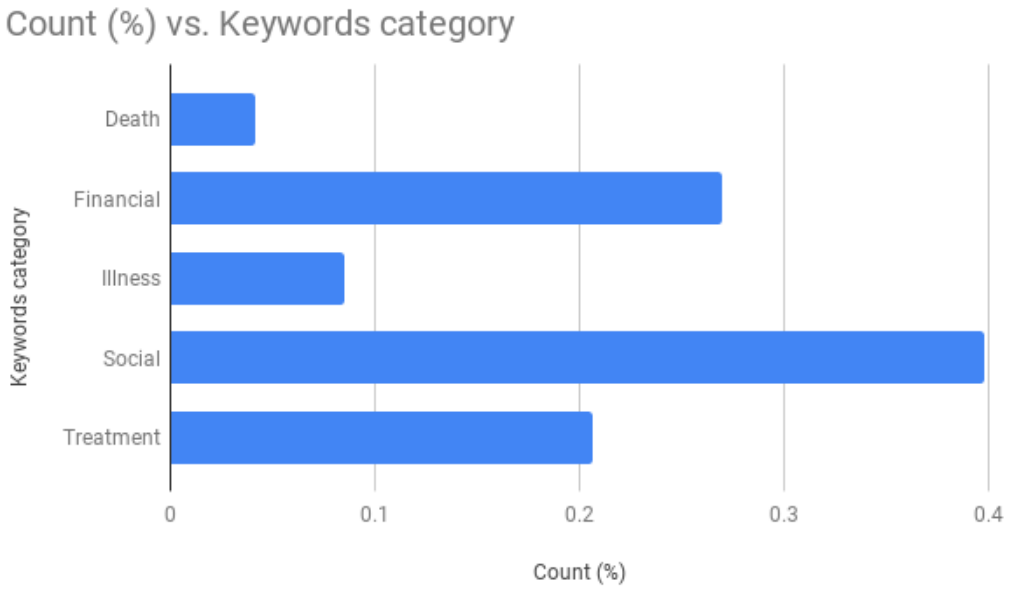
إلى الفئة i^{th} من العامل النفسي الاجتماعي (المرض، والعلاج، والاجتماعي، والمالي، والوفاة)، يتم حساب النسبة المرتبطة بها p_i على النحو التالي:

$$p_i = \frac{1}{c}\sum_j \left|\lambda_{C_i \cap Post_j}\right|, \qquad (2)$$

$$\lambda_{C_i \cap Post_j} = \begin{cases} 1 \text{ if } C_i \cap Post_j \neq 0 \\ 0, \text{ otherwise} \end{cases} \qquad (3)$$

حيث يشير c إلى عامل التطبيع، $Post_j$ إلى مجموعة الرموز المرتبطة بالمنشور j^{th} من مجموعة البيانات، بينما يشير C_i إلى جميع الصياغات (الرموز) التي يمكن ربطها بالفئة النفسية والاجتماعية i^{th}. يتم إجراء المجموع في التعبير أعلاه على جميع المشاركات الواردة في مجموعة البيانات.

يوضح الشكل 7 قوة كل عامل من العوامل النفسية والاجتماعية الخمسة.

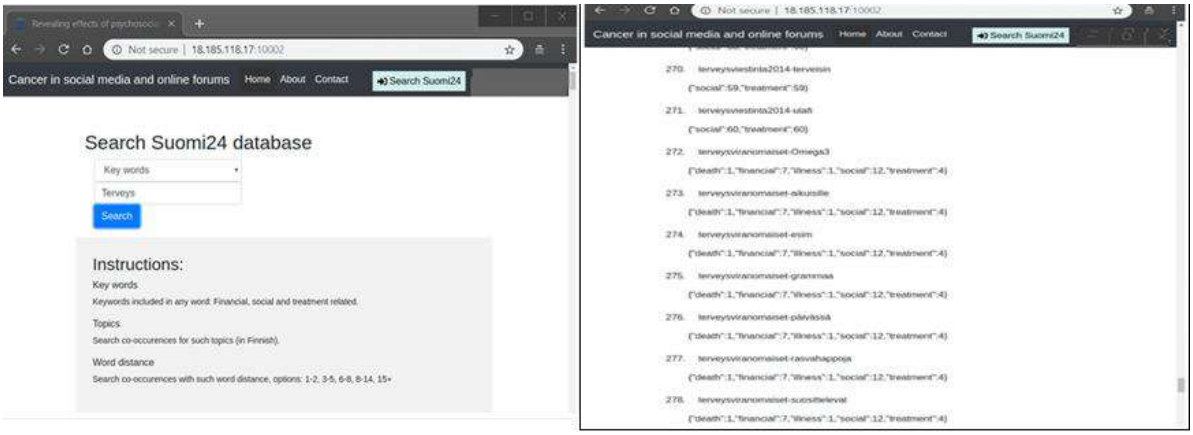


الشكل 7. النسبة المئوية لتصنيف العوامل النفسية والاجتماعية

تُظهر النتائج هيمنة العوامل الاجتماعية تليها المشاكل المالية والمشاكل المتعلقة بالعلاج. ومن البديهي أن مرضى السرطان يعانون من العديد من المخاوف مثل كيفية تعامل أزواجهم أو أطفالهم مع المرض بعد إصابتهم بالسرطان، في حين أن العبء المالي قد ينشأ بسبب الخوف من فقدان الراتب بسبب المرض، أو احتمال خفض الراتب. يرتبط هذا أيضًا بشكل إيجابي مع نتائج أبحاث أخرى. على سبيل المثال، يؤكد كل من McFarland وHolland[16] وFalisi وآخرون [7] على ميل مرضى السرطان إلى بناء حياة اجتماعية تتغلب على الآثار النفسية للعلاج والمرض، في حين ينشأ العبء المالي بشكل طبيعي كتكلفة ضمنية إما للعلاج أو للتكاليف المتعلقة بالأسرة.

10. تنفيذ النظام:

لتمكين حل مرن يستكشف مجموعة بيانات Suomi24، بالإضافة إلى توفير تجربة مستخدم كافية، قمنا بتنفيذ تطبيق ويب مدعوم بقاعدة بيانات خلفية. وكمنصة، تم استخدام خادم ApacheHTTP Server كمنصة، بينما تم اختيار Firebase لقاعدة البيانات الخلفية. تمت كتابة التطبيق بشكل أساسي بلغة JavaScript مع مكتبة React. يتيح استخدام تطبيق الويب سهولة الوصول، ويمكّن كلاً من الأطباء والباحثين الأكاديميين من اختبار فرضيات بحثية مختلفة واكتساب رؤى مهمة فيما يتعلق بسلوك مرضى السرطان كما هو موضح في منتدى مناقشة Suomi24. يُظهر الشكل 10 واجهة مستخدم لتطبيق الويب مع استعلام، حيث "Terveys"، والتي تعني "الصحة"، هي أحد الموضوعات الفرعية في مناقشات Suomi24. وتظهر نتيجة الاستعلام في نفس الرسم البياني، حيث يتم عرض التكرارات المشتركة وجميع الموضوعات الفرعية التي حدثت في المناقشات المكتشفة، مع إحصاء عدد مرات حدوثها.



الشكل 8. واجهة البحث من تطبيق الويب.

إلى اليسار: واجهة البحث من تطبيق الويب. إلى اليمين: نتيجة البحث لمثال الاستعلام

1.10. تصور الآثار في حال *thread* والعوامل النفسية والاجتماعية

إلى جانب ذلك، تم تصميم واجهة أيضًا من أجل تصور تأثيرات البيانات الوصفية الأخرى لمجموعة بيانات Suomi24 لكل مصطلح (متكرر بشكل كبير) من المصطلحات المشتركة (المتداولة بشكل متكرر). وهذا يشمل، على سبيل المثال، سلاسل المناقشة (المواضيع) التي تتكرر فيها هذه المصطلحات بشكل مشترك، وتباين المسافة بين الكلمات المتشابهة بين المصطلحات المتشابهة، والعوامل الاجتماعية النفسية والاجتماعية التي تم تحديدها عبر مختلف المنشورات التي تتكرر فيها المصطلحات. يوضح الشكل 11 لقطة من قاعدة البيانات النارية مع مثال واحد. وتتضمن الوظائف الأخرى ما إذا كانت

المصطلحات المتداخلة قد حدثت في عنوان الموضوع أو المواضيع الفرعية أو في نص المنشور فقط، والفترة الزمنية وما إذا كان اسم المستخدم الخاص بالمؤلف متاحًا.

11. مناقشات

على الرغم من جاذبية التحليل المذكور أعلاه بسبب استقلاليته الكاملة وقدرته على استيعاب المعرفة الخبيرة من حيث الوصف الأنطولوجي لمختلف المفاهيم المتعلقة بالصحة التي تم بحثها خلال هذه الدراسة، إلا أنه لا يخلو من قيود متأصلة.

أولاً، كما هو الحال في معظم تقنيات تحليل البيانات، تتأثر النتيجة بالقيود الجوهرية لتقنيات التنقيب عن النصوص. ويشمل ذلك [1] تأثيرات تطبيع الكلمات، والتي قد تلغي بعض العناصر المهمة في تراكيب الجمل وتجعل مخرجات المحلل التحليلي غير صحيحة؛ [2] تأثيرات الكلمات المركبة، والتي لا يحددها المحلل التحليلي أحيانًا على هذا النحو، مما يؤثر بشكل تافه على أداء مهمة استرجاع المعلومات؛ [3] وجود تعبيرات متعددة اللغات، حيث توجد في كثير من الأحيان تعبيرات إنجليزية وسويدية في مجموعة بيانات Suomi24، مما يجعل مخرجات المحلل التحليلي ضعيفة جدًا في بعض الأحيان.

ثانيًا، يمثل التعامل مع اللغة الفنلندية صعوبة إضافية بمعنى أن الأدوات الموجودة، بما في ذلك أدوات التحليل وأدوات تطبيع الكلمات وشبكة FinnWordNet الفنلندية لا تزال غير مستقرة مقارنةً بأدوات اللغة الإنجليزية. يؤثر هذا بشكل بديهي على دقة النتائج أيضًا. ولذلك، فإن ناتج تفكيك معنى الكلمات للكلمات المتجانسة، على سبيل المثال، يخضع لعدم استقرار شبكة FinnWordNet وحساب درجة التشابه الدلالي اللاحق. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن الترادف المتجانس يؤثر إلى حد كبير على جزء صغير فقط من كلمات أنطولوجيا الفئات، مما يحد من نطاق هذا القيد على نتائج التقييم.

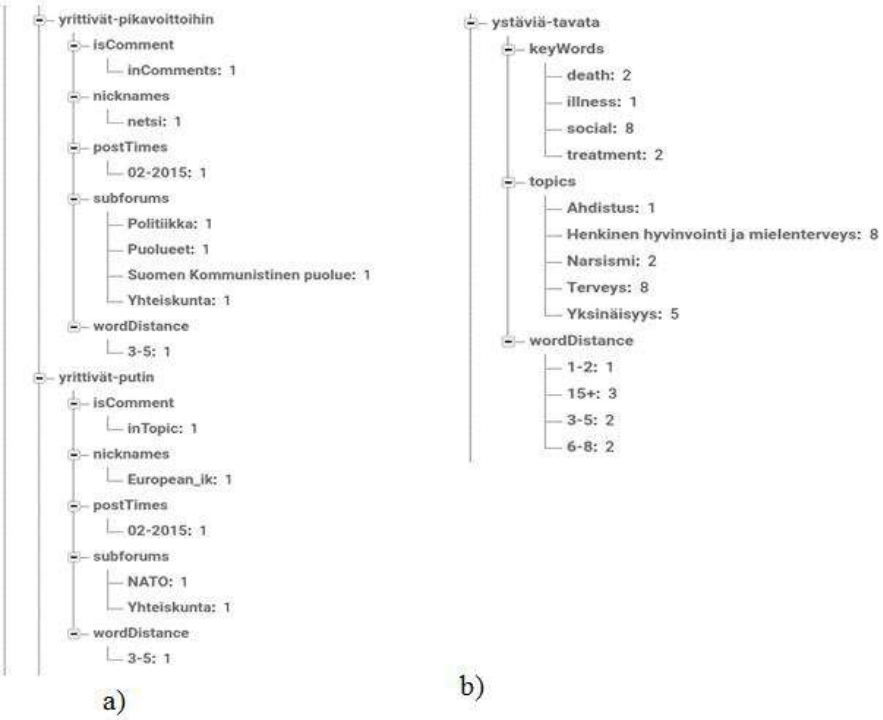
ثالثًا، يخضع استخدام الصياغة اليدوية الأولية للتصميم الأولي للأنطولوجيا التصميمية الأولية المرتبطة بكل فئة بشكل بديهي للحكم الذاتي للمؤلفين المسؤولين عن التسمية اليدوية وفقًا لفهمهم لنطاق كل فئة. إلى جانب ذلك، فإن الغموض المتأصل المرتبط بالتفسير اللغوي البشري يجعل من الصعب جدًا تجنب الصياغة المتداخلة التي يمكن أن تنتمي بطبيعة الحال إلى أكثر من فئة واحدة.

رابعا، إن اللجوء إلى اختيار عشوائي للمشاركات لإضافة/تعديل الصياغة الأولية يخضع لطبيعة العشوائية التي تتسم بها تلك المشاركات. على الرغم من أن اللجوء إلى القراءة اليدوية للمشاركات يمكّننا من اكتشاف تعابير اصطلاحية جديدة استخدمها المستخدمون كان من المستحيل استنتاجها باستخدام تفسيرات لغوية بسيطة لنطاق الفئات فقط، إلا أن مدى هذه الصياغة الاصطلاحية بعيد عن أن يكون

شاملاً. وبالفعل، قد يتم التغاضي عن العديد من الصياغات المهمة الصادرة عن المصطلحات المحلية التي تصف جانباً من جوانب المالية أو العوامل الاجتماعية، على سبيل المثال.وبالتالي، لا يُستبعد أن يؤدي التدقيق اليدوي الإضافي للمشاركات إلى مزيد من التوسع في خطاب أنطولوجيا الفئات. ومع ذلك، فإننا نعترف أنه على عكس التدوين المصغر، فإن مدى هذه المصطلحات ليس وفيرًا في Suomi24. ويتفق هذا أيضًا مع بعض الدراسات الأخرى ذات الصلة التي شملت مجموعة Suomi24 كجزء من مشروع "عقول المواطنين الفنلنديين" التابع لأكاديمية فنلندا [17].

خامسًا، تكشف نتيجة المرحلة الأولى والثانية في بناء الأنطولوجيا عن وجود عدة صياغات تنتمي إلى نفس الكلمة الجذرية، ولكنها تنتمي إلى فئات مختلفة. وبناءً على ذلك، فإن مثل هذه الصياغات من شأنها أن تستحث نفس الترادفات والمرادفات الزائدة، مما يؤدي إلى إلغاء هذه الكلمات كجزء من البناء الأنطولوجي الكلي. وبالمثل، وبغض النظر عما إذا كانت الكلمات المذكورة أعلاه جزءًا من نفس تصريف الكلمة أم لا، فإن استخدام علاقة الترادف والترادف المفرط قد يؤدي أيضًا إلى كلمات تم تعيينها بالفعل إلى فئات أخرى.

سادسًا، يمكن أيضًا التشكيك في فكرة الحذف المنهجي للكلمات التي تنتمي إلى فئات متميزة كجزء من منهجية التصميم. في الواقع، على الرغم من أن هذا الأمر يتوقع أن يقلل من التداخل المحتمل بين هذه الفئات، والذي بدوره يزيد من إمكانية تمييزها، إلا أنه يمكن أن يؤدي إلى التقليل من شأن تكرارها. وبعبارة فضفاضة، فإن تأثير هذا التقليل من أهمية هذا التقليل ليس مهمًا لأن الهدف الأساسي هو بالأحرى فهم مدى الاختلافات الموجودة بين تكرارات هذه الفئات في مجموعة المواد بدلاً من التقدير الدقيق لحدوث كل فئة على حدة.



الشكل 9. عينة من المخرجات على قاعدة البيانات (Firebase)

الخلاصة:

توفر هذه الورقة البحثية منصة مفتوحة لتحليل البيانات الصحية لـ Suomi24 من أجل تحديد العوامل النفسية والاجتماعية المرتبطة بمرضى السرطان. تستفيد المنهجية من المعالجة المبتكرة للغة الطبيعية المبتكرة التي تستدعي بناء أنطولوجيا جديدة لكل من جمع البيانات وتصنيفها بالإضافة إلى تحليل التكرار المشترك متعدد المستويات بطريقة تحدد قوة الكلمات المتزامنة. من ناحية أخرى، تم طرح تصنيف للعوامل النفسية والاجتماعية مستوحى من تحليل العوامل النفسية والاجتماعية في الدراسات الطبية ذات الصلة، وتم طرح تصنيف للعوامل النفسية والاجتماعية والتحقيق فيها. وتعزز النتائج بعض النتائج السابقة في الدراسات السريرية المتعلقة بهيمنة العوامل الاجتماعية. تم طرح منصة مفتوحة لمساعدة الباحثين والأطباء السريريين على حد سواء. يمهد العمل الطريق لمزيد من التحقيق في البيانات النصية الطبية من أجل ربط النتائج بسجلات المرضى كما هي مسجلة في السجل الطبي الإلكتروني. إلى جانب ذلك، يسلط التحليل الضوء أيضًا على التحدي المتمثل في استيعاب أدوات البرمجة اللغوية العصبية القياسية للغة الفنلندية حيث يلزم بذل المزيد من العمل من أجل مطابقة أداء الأدوات في النص الإنجليزي. على وجه الخصوص، يمكن استخدام مفهوم الحجة النصية وتلخيص النص، استمرارًا لعملنا في [20، 21]، لضمان بعض الاتساق والتماسك المتأصل في المخرجات النصية.

Référence :

1. Adamic L.A., and Adar E. (2003). Friends and neighbors on the Web. *Social Networks*, 25(3), 211-230
2. Adar E., and Adamic L.A. (2006). Tracking Information Epidemics in Blogspace. In: *Proceedings of Web Intelligence*, Compiegne.
3. Akay A., Dragomir A., Erlandsson B.E., and Akay M. (2016). Assessing antidepressants using intelligent data monitoring and mining of online fora, IEEE J. Biomed. Health Informat., 20(4), 977-986.
4. Bao S., Xu S., Zhang L., Yan R., Su Z., Han D., Yu Y. (2012). Mining social emotions from affective text, *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, 24(9), 1658-1670.
5. Falisi A.L., et al. (2017). Social media for breast cancer survivors: a literature review. *J Cancer Surviv*, vol.11, 808–821.
6. FinnWordNet (2019), http://www.ling.helsinki.fi/en/lt/research/finnwordnet/
7. Garssen B. (2002). Psycho-oncology and cancer: linking psychosocial factors with cancer development. *Annals of Oncology*, 13(4), 171-175.
8. Helgeson V.S., Cohen S., Schulz R., Yasko J. (1990). Education and peer discussion group interventions and adjustment to breast cancer. *Archives of General Psychiatry*, 56(4), 340-347.
9. Kohonen, T., Kaski, S., Lagus, K., Salojäarvi, J., Honkela, J., Paatero, V., and Saarela, A. (2000). Self organization of a massive text document collection. *Transactions on Neural Networks. Special Issue on Neural Networks for Data Mining and Knowledge Discovery*, 11(3), 574-585.
10. Kummervold P. E., Gammon D., Bergvik S., Johnsen J.K., Hasvold T., Rosenvinge J.H. (2002). Social support in a wired world: use of online mental health forums in Norway. *Nord. J Psychiatry*, 56(1), 59-65.
11. Lagus K. M., Pantzar M., Ruckenstein M., and Ylisiurua M.. (2016), *Suomi24 – Muodonantoa Aineistolle.* Technical Report, University of Helsinki.
12. Lagus K.H., Pantzar M., Ruckenstein M.S., Ylisiurua M.J. (2016). Suomi24 - Muodonantoa aineistolle (Suomi24 - Giving shape to the data set), in: *Proceedings of the Valtiotieteellisen tieekunnan julkaisuja Workshop*, Helsinki.
13. Lagus K., Ruckenstein M., Juvonen A., and Rajani C. (2018). Medicine Radar – A tool for exploring online health discussions, *Proceedings of the Digital Humanities in the Nordic Countries, CEUR Workshop*, Vol. 2084, 460-468.
14. Lento T., Welser H.T., Gu L., and Smith M. (2006). The Ties that Blog: Examining the Relationship Between Social Ties and Continued Participation in the Wallop Weblogging System, In: *Proceedings of the third annual workshop on the weblogging Ecosystem: Aggregation, Analysis, and Dynamics.*Edinburgh, Scottland.
15. Lueboonthavatchai P. (2017). Prevalence and psychosocial factors of anxiety and depression in breast cancer patients. *Journal-Medical Association of Thailand*, 90(10), 2164.
16. McFarland D.C., Holland J.C. (2016). The management of psychosocial issues in oncology. *Clinical Advances in Hematology & Oncology*, vol.14, 999–1009.
17. Mindscapes (2019). Citizen Mindscapes Project. https://blogs.helsinki.fi/citizenmindscapes/
18. Mitchell A.J., Chan M., Bhatti H., Halton M., Grassi L., Johansen C., Meader N. (2011). Prevalence of depression, anxiety, and adjustment disorder in oncological,

haematological, and palliative-care settings: A meta-analysis of 94 interview-based studies. *The Lancet Oncology*, 12(2), 160–174.
19. Moffatt S., Noble E., White M. (2017). Addressing the Financial Consequences of Cancer: Qualitative Evaluation of a Welfare Rights Advice Service. *PLoS ONE* 7(8): e42979. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042979
20. Mohamed M., and Oussalah M. (2020), SRL-ESA-TextSum. A Text Summarization Approach Based on Semantic Role Labeling and Explicit Semantic Analysis, *Information Processing and Management*, https://doi.org/10.1016/j.ipm.2019.04.003
21. Mohamed M., and Oussalah M. (2019). A Hybrid Approach for Paraphrase Identification Based on Knowledge-enriched Semantic Heuristics, *Language Resources and Evaluation*, https://doi.org/10.1007/s10579-019-09466-4
22. Northouse L., Williams A.L., Given B.,, McCorkle R. (2012). Psychosocial care for family caregivers of patients with cancer. *Journal of Clinical Oncology*, 30(11), 1227-1234.
23. Nguyen T., Phung D., Dao B., Venkatesh S., Berk M. (2014), Affective and content analysis of online depression communities, *IEEE Trans. Affective Comput.*, 5(3), 217-226.
24. Peters M.E, Goedendorp M.M., Verhagen S.A., Van-Der-Graaf W.T., Bleijenberg G. (2014). Exploring the contribution of psychosocial factors to fatigue in patients with advanced incurable cancer. *Psycho□Oncology*, 23(7), 773-779.
25. Ren F., Kang X., Quan C. (2016). Examining accumulated emotional traits in suicide blogs with an emotion topic model, *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 20(5), 1384-1396.
26. Rodrigues R.G., Das Dores R.M., Camilo-Junior C.G., Rosa T.C. (2016). SentiHealth-Cancer: A sentiment analysis tool to help detecting mood of patients in online social networks, *International Journal of Medical Informatics* 85(1), 80-95.
27. Reynolds P., and Kaplan G.A. (1990). Social connections and risk for cancer: prospective evidence from the Alameda County Study. *Behavioral Medicine*, 16(3), 101-110.
28. Saha B., Nguyen T., Phung D., and Venkatesh S. (2016). A framework for classifying online mental health related communities with an interest in depression, IEEE J. Biomed. Health Informat., 20(4), 1008-1015.
29. Salvetti F., and Nicolov N. (2006). Weblog Classification for Fast Splog Filtering: A URL Language Model Segmentation Approach, In: *Proceedings of HLT-NAACL 2006: Human Language Technology Conference.*New York City, USA.
30. Schmidt A., and Wiegand M. (2017). A survey on hate speech detection using natural language processing. In *Proceedings of the Fifth International Workshop on Natural Language Processing for Social Media*. Association for Computational Linguistics, Valencia, Spain, 1–10
31. Sheldon C.R., Mermelstein R., Kamarck T., and Hoberman H. R. (1985). Measuring the Functional Components of Social Support. In Social Support: Theory, Research, and Applications, edited by I.G. Sarason and B.R. Sarason. Boston: Martinus Nijhoff, 73-94.
32. Suler J. (2004), The online disinhibition effect. *Cyberpsychol Behav*, 7(3), 321–326.
33. Suomi24 (2019). Suomi24 dataset corpus, available at http://metashare.csc.fi/repository/download/b4db73da85ce11e4912c005056be118ea699d93902fa49d69b0f4d1e692dd5f1Archived by WebCite at http://www.webcitation.org/6oeEAXcAo.

34. Tai C.H., Tan Z.H., and Chang Y.S. (2016). Systematical approach for detecting the intention and intensity of feelings on social network, IEEE J. Biomed. Health Informat., 20(4), 987-995.
35. Thelwall M. (2004), *Link Analysis: An Information Science Approach*. Academic Press
36. Wu Z., and Palmer M. (1994). Verbs semantics and lexical selection, In: *Proceedings of the 32nd annual meeting on Association for Computational Linguistic*s, 133-138.
37. Yi J. (2005), Detecting buzz from time-sequenced document streams. In *Proceedings of the IEEE conference on eTechnology, e-Commerce and e-Service*, (EEE '05), 347-352.
38. Zhang L., Hall M., Bastola D. (2018). Utilizing Twitter data for analysis of chemotherapy", *International Journal of Medical Informatics,* 120, 92-100.

1. http://members.unine.ch/jacques.savoy/clef/
2. http://turkunlp.github.io/Finnish-dep-parser /
3. https://github.com/mpsilfve/FinnPos

طاقة جسم الانسان و النبض العصبي

Human body energy and the nerve impulse

زواوي كاميليا [1]،

[1] قسم العلوم و الهندسة ، جامعة Uni 24K ستراسبورغ (فرنسا)، Kamilyazouaoui15@gmail.com

تاريخ الإرسال: 2025/04/22 تاريخ القبول:2025/06/01 تاريخ النشر: جوان/2025

الملخص:Abstract

نحاول في هذا المقال المرجعي في كهربية الاعصاب، توضيح مناطق تمركز الطاقة داخل جسم الانسان، وتقديم نظرة للتطورات التي أدت إلى المفهوم الحالي لإمكانية الفعل كظاهرة كهربائية وتوضيح وظائف الخلايا العصبية ومهام الدافع العصبي ونقل الموجات العصبية .

في بداية مقالنا هذا تم التطرق الى الأنظمة البيولوجية، ووصف الخلية العصبية وأجزائها، مبرزا المهام التي تؤديها في أجزاء مختلفة من جسم الانسان، وأنواع العمل لديها، ونقل الإشارات الخلوية، وتحديد الخصائص الكهروكيميائية التي يمكن أن تختلف حسب حجم جسم الخلايا العصبية.

لقد قدمنا في المقال وصفا لمفهوم الازدواج في التفاعلات الحية و التذكير بخصائص الطاقة وتمركزها وإعطاء أمثلة عن مفهوم الميتابوليزم(الايض)، مبرزا حاجيات الخلية من الطاقة ومواد البناء الأساسية.

كما حاولنا أن نعطي شرحا مبسطا عن الجهاز العصبي عند الانسان وتميزه بعدة سبل تسهل انتقال المعلومات والاحساسات الى الدماغ، الذي بدوره يقوم بارسال أوامر وتعليمات لعضلات الجسم المختلفة، لتتجاوب مع تلك المعلومات وتسلك هذه الأوامر سبلا غير التي سلكتها المعلومات الواصلة للدماغ، كما وضحنا كذلك مكونات الجهاز العصبي واختصاصه بتنظيم العديد من وظائف الجسم الداخلية.

وفي الأخير تطرقنا الى شرح مميزات الخلايا العصبية عند ارسالها أوتلقيها رسائل، فانها بذلك تنقل نبضات كهربائية على طول محاورها، التي تتم تغطيتها بغلاف المايلين متعدد الطبقات، مما يسرع من انتقال الإشارات الكهربائية على طول المحوار العصبي، وتؤكد على أهميتها في اكتساب فهم أكمل لطبيعة الدافع العصبي، وآلية انتشارها على طول الليف العصبي، وعلاقة مضخة الصوديوم و البوتاسيوم، بعودة الدافع العصبي الى كمون الراحة، وتستحق هذه النماذج مزيدًا من الاهتمام في أبحاث علم الأعصاب، وتوضيح هاته المفاهيم، حيثتساعد في معالجة وحل عدد من الأسئلة في علم الأحياء والأعصاب الأساسي والتطبيقي، التي ظلت حتى الان موضع اهتمام و دراسة بحثية.

المؤلف المرسل: زواوي كاميليا ، الإيميل المهني: Kamilyazouaoui15@gmail.com

الكلمات المفتاحية: الطاقة، نبض العصب، كمون العمل، العصبون، الإشارات الكهربائية.

Abstract:

In this reference article on neuroelectronic, we attempt to clarify the areas of energy concentration within the human body, provide insight into the developments that led to the current concept of action potential as an electrical phenomenon, and clarify the functions of neurons, the functions of nerve impulses, and the transmission of nerve waves.

The beginning of this article touched on biological systems, describing the neuron and its parts, highlighting the tasks they perform in different parts of the human body, their types of work, the transmission of cellular signals, and identifying the electrochemical properties that can vary depending on the size of the neuron cell body.

In this article, we described the concept of duality in living interactions, recalled the characteristics of energy and its concentration, and provided examples of the concept of metabolism, highlighting the cell's need for energy and basic building materials.

We also attempted to provide a simplified explanation of the human nervous system and its distinctions in several ways that facilitate the transmission of information and sensations to the brain, which in turn sends commands and instructions to the body's various muscles, so that they respond to this information and follow these commands in ways different from those taken by the information reaching the brain. We also explained the components of the nervous system and its role in regulating many of the body's internal functions.

Finally, we addressed the characteristics of neurons when sending or receiving messages. They transmit electrical impulses along their axons, which are covered by a multi-layered myelin sheath, accelerating the transmission of electrical signals along the axon. This emphasizes their importance in gaining a more complete understanding of the nature of nerve impulses, the mechanism of their propagation along the nerve fiber, and the relationship between nerve impulses and impulses. The sodium-potassium pump, with the return of the nerve impulse to the resting potential, and these models deserve more attention in neuroscience research, and the clarification of these concepts, as they help address and solve a number of questions in basic and applied biology and neuroscience, which have remained the subject of interest and research study until now.

solve a number of questions in basic and applied neurobiology, which have so far been at our fingertips.

Keywords: energy, nerve impulse, action potentials, neuron, electrical signals

المدخل Introduction

يتطلب مسار العمليات الحياتية في جسم الإنسان طاقة ، من أجل فهم أساسي لظاهرة الصحة و الآليات الأساسية لحدوث خلل في انتاج الخلايا للطاقة و توزيعها في الجسم حسب الحاجةوتقوم هذه الخلايا بعدة أنواع من العمل لغرض الحفاظ على حياتها وضمان بقائها، يمكن تقسيم هذه الأعمال إلى ثلاثة أنواع :

ا- **العمل الميكانيكي** : وهو التغير في الموضع أو الإتجاه بحيث يؤدي هذا العمل إلى تحرك الكائن الحي أو الخلية ضد قوى الجاذبية أو الإحتكاك ومن أمثلة هذا العمل تقلص العضلات عند الجري .

ب- **العمل الكهربائي أوالنقل الفعال**: وهو إنتقال الجزيئات أو الأيونات عبر الغشاء البلازمي ضد التدرج .

ج- **العمل الكيميائي** : وهوالعمل الذي يؤدي إلى تكوين الروابط الكيميائية لغرض بناء المركبات التي تحتاجها الخلايا، مثل عمليات بناء البروتينات ، السكريات ، الدهون(دوناتو، اليساندرا، 2019). [6]

الأنظمة البيولوجية

الأنظمة البيولوجية عبارة عن شبكة معقدة من الكيانات ذات الصلة بيولوجيا، يمتد التنظيم البيولوجي على عدة مقاييس ويتم تحديده بناء على هياكل مختلفة اعتمادا على طبيعة النظام، أمثلة على النظم البيولوجية على نطاق واسع هي تجمعات الكائنات الحية، على مقياس الأعضاء والأنسجة في الثديات والحيوانات الأخرى، نجد على سبيل المثال الجهاز الدوري والجهاز التنفسي والجهاز العصبي، من المقياس الصغير أن تشمل أمثلة الأنظمة البيولوجية بالمناظير النانوية الخلايا والعضيات والمجمعات الجزيئية والمسارات التنظيمية، حيث لا ينبغي الخلط بين النظام البيولوجي والنظام الحي، مثل الكائن الحي، ان المحاكاة والتقليد يضعانك في موقف القوة والحيوية والنشاط الذي تتمتع بهم القدوة المختارة لك ان المحاكاة والتقليد تفيد بخلق الامكانية ولا يمكن ان يتم ذلك بطريقة سريعة ونشطة الا من خلال الفيزيولوجيا انها أداة التغيير السريعة عبر إدارة الجسد الا انه أيضا يوجد مدخل اخر يفيد كذلك في عملية التغيير نحو الأفضل، انه التحكم بالطاقة إذا أردنا ان نعيش كما ينبغي فعلينا الاهتمام كثيرا بأمر طاقتنا، فالطاقة هي حياة، والحياة زمن وحياتك طاقة وزمن، والزمن موجود دائما وبشكل متساوي بين كل البشر، والذي ينقصنا هو الطاقة والتحكم بها، ان الطاقة المشغل الأساسي لكل النشاطات على الأرض، والطاقة هي قوة محركة تولد النشاط والحيوية والحماس اللازمين لانجاز المهام والحصول على النتائج المرغوبة ان الطاقة هي الكيمياء الحيوية داخل جسدك وإذا عمت هذه الكيمياء الفوضى، فان الدماغ سيصبح ضعيفا في أدائه مما سيؤثر علىالجسم بأكمله ان الحصول على النشاط والحيوية يتطلب نظام غذائي يمدك بأفضل واعلى طاقة ممكنة التي تعمل على تقوية جسدك ليكون داعم حقيقي لعقلك وافكارك

ومشـاعرك، يتم التنظيم البيولـوجي على عدة مقـاييس و يتم تحديده بناء على هيـاكل مختلفة اعتمادا على معرفة النظـام،(واو موجيانو، و اخرون 2018)[11] .

ان الدراسات الحديثة تؤكد على ان الجسم يحتوي على 114 مركز محدد تتجمع أو تتمركز الطاقة فيها بشكل أكبر من المناطق الأخرى ، وتسمى بالشاكرات (CHAKRAS)، والتي تعني العجلة الدائرة ، وهو الشكل الذي تكونه مراكز الطاقة هذه داخل الجسم، وللجسم سبعة مراكز(شكرات)أساسية للطاقة بالجسم و هي :

1- **العجز**(توجد بين العصعص وسرة البطن ، وهي منطقة أسفل الظهر)،

2 – **الجذر** (منطقة العصعص)،

3– **البلعوم**،

4 – **القلب**،

5 – **السرة**،

6 - **العين الثالثة** (توجد بين الحاجبين)،

7- **التاج**،

لهذه المراكز وظائف اتصال باثني عشر مساراً داخل الجسد ودور هذه المسارات هو إيصال الطاقة إلى كل جزء من أجزاء الجسم على شكلأنماط اهتزازية ، وعرفت منذ القدم هذه المراكز بالتحديد. (اميمة السلوم ، 2019).[1]

و يأتي بحثنا هذا لالقاء الضوء على علاقة طاقة الجسم بطبيعة النبض العصبي او ما يعرف بالدفعة(impulse) العصبية او كمون العملaction petential ، (Carolyn L powell and al,2021;Xinvu Wang and al, 2024)[13,27] و لمحاولة الإجابة على التساؤلات التالية :

1- ما علاقة طاقة الجسم بالنبض العصبي ؟

2- كيف يمكن توليد النبض العصبي؟

3- ماهو سبب انتشار النبض العصبي على طول المحوار العصبي (Axone) ؟

و لمعالجة هذه التساؤلات تطرقنا للنقاط التي لها علاقة بالموضوع و التي تكمن فيما يلي:

5.الطاقة

ان الجسم آلة معقدة، حيث يدخل الطعام اليه ويخرج طاقة. فرغم قدرته على استخلاص الجلوكوز من جميع العناصر الغذائية الكبرى ، إلا أن الجسم يفضل استخدام الكربوهيدرات كمصدر للطاقة.

جميع المغذيات الكبرى يمكن أن تكون مصدرًا للطاقة، والدهون في الواقع تحتوي على أكبر قدر منه. لكن الدهون والبروتينات تستغرق وقتا أطول بكثير للتحلل، لذا يفضل الجسم الكربوهيدرات.

لا يستطيع الدماغ استخدام الدهون مباشرة كمصدر للطاقة، و يستخدم البروتين كملاذ أخير نظرًا لوظائفه الأكثر أهمية كمحفز للتفاعلات الكيميائية، رسخت صناعة الحمية الغذائية هذا الاعتقاد الخاطئ بأن جميع الكربوهيدرات ضارة.

الكربوهيدرات البسيطة، مثل السكر المكرر، تعالَج بسرعة كبيرة، مما يؤدي إلى ارتفاع كبير في الطاقة ثم انخفاض حاد، أما الكربوهيدرات المعقدة، مثل الأرز البني، فتتحلل ببطء أكبر، مما يؤدي إلى إطلاق تدريجي ومستدام للطاقة.

حتى في حال عدم توفر الكربوهيدرات، سيستمر الجسم في العمل بتحويل الدهون والبروتينات إلى طاقة، تستغرق هذه العملية وقتا أطول، ولهذا السبب غالبًا ما يشعر متبعو حمية الكيتو [حمية شائعة لإنقاص الوزن منخفضة الكربوهيدرات وعالية الدهون] بالخمول.

ويضيف أن وقت تناول الطعام يلعب دورًا أيضًا في مستويات الطاقة طوال اليوم، "على سبيل المثال، قد يؤدي عدم تناول وجبة الإفطار إلى الخمول [الإرهاق]، إذ لا يتوفر للجسم مصدر طاقة فوري، تظهر الأبحاث أن تناول خمس وجبات صغيرة يوميًا، بدلًا من ثلاث وجبات كبيرة، يوفر طاقة أكثر استدامة طوال اليوم."

1.5/ انفاق الطاقة

يستهلك الجسم حوالي 8700 كيلوجول يوميًا ليبقى على قيد الحياة، إن الدماغ يستهلك الجزء الأكبر من هذا الرقم مقارنةً بأي عضو آخر، ثم تأخذ الأجهزة الوظيفية، مثل الجهاز القلبي الوعائي والجهاز الهضمي، نصيبها، بينما تقلل أجهزة الصيانة التي تُصلح الخلايا أو تنتجها من الطاقة المتاحة، بينما يستهلك الجهاز المناعي بعض الطاقة للوقاية من الأمراض - وأكثر من ذلك بكثير لمكافحة العدوى، ثم يتم تخزين أي طاقة غير مستخدمة على شكل دهون في الجسم لاستخدامها عند الحاجة الى وقود إضافي.

يؤثر النشاط البدني على استهلاك الطاقة، على سبيل المثال، يحرق الجري لمسافة خمسة كيلومترات ما بين 1300 و1500 كيلوجول لدى شخص متوسط الطول والوزن، فإذا كان النشاط البدني يحرق الطاقة، فلماذا يوصي الخبراء بممارسة الرياضة لزيادة مستويات الطاقة؟.

على المدى القصير، يستهلك التمرين الطاقة، وقد يشعر الجسم بالتعب بعده، أما على المدى الطويل، فيعلّم التمرين الجسم استخدام الطاقة بكفاءة أكبر، مع مرور الوقت، يبدأ الجسم في استخدام طاقة أقل للقيام بالأنشطة اليومية العادية، مما يجعلك تشعر بنشاط أكبر، قد يستغرق هذا التأثير من أسبوعين إلى شهرين، حسب نوع التمرين وتكراره.

2.5/ مفهوم الطاقة الحرة: تسمى كذلك بطاقة (جبس) الحرة نسبة إلى العالم **(Gibbs William)** ويرمز لها بالحرف G .

كما تم الإشارة إليه سابقا يصعب قياس الكمية الكلية للطاقة الحرة لذلك يلجأ إلى **قياس التغير في الطاقة الحرةΔG**حيث : ΔGلتفاعل ما ($A \rightarrow B$) هو الفرق بين طاقة النواتج وطاقة المواد المتفاعلة :

$$\Delta G = G_B - G_A$$

3.5/ كيفية قياس التغير في الطاقة الحرة ΔG

لقياس التغير في الطاقة الحرة نميز حالتين :

- إذا كانت**ΔG**سالبة ($G_A < G_B$) فإن التفاعل تلقائيا ويسمى تفاعل ناشر.
- إذا كانت**ΔG**موجبة ($G_A > G_B$) فإن التفاعل لا يسير تلقائيا (ماص) .

ملاحظة : تسير التفاعلات تلقائيا نحو الحالة الأقل طاقة حرة(طاقة النواتج تكون ذات طاقة أقل من طاقة مواد التفاعل).

4.5/ التغير في الطاقة الحرة القياسيΔG^0:يعتمد التغير في الطاقة الحرةΔG لتفاعل ما على نوع وتركيز المواد المتفاعلة والناتجة والشروط التجريبية من حرارة و PH (نيلسون دفيد، كوكس، م. ميكائيل2013).[10]

لنأخذ مثالا يوضح هذا بحيث نفترض التفاعل التالي : $A + B \rightarrow C + D$

يحدد التغير في الطاقة الحرة بالقانون التالي : $\Delta G = \Delta G^0 + RT\ln\frac{[C][D]}{[A][B]}$التغير في الطاقة القياسي.

R : ثابت الغازات ، : **T**درجة الحرارة المطلقة ، **Ln** : اللوغاريتم النيبيري ، **Keq**:ثابت الإتزان للتفاعل.

عند الإتزان تكون :$\Delta G0=$ و$Keq=\frac{[C][D]}{[A][B]}$

بعد التعويض نتحصل على-$\Delta G^0 =$ $\Delta G^0 = - RTLnKeq$:

$$2,3RTlogKeq \rightarrow Keq=10^{-\Delta G^0/2.3RT}$$

إذا إعتبرنا أن درجة الحرارة 25^0 تصبح : $T=273+25=298$ ، وبتعويض قيمة $R=1,98\times10^{-3}$ نتحصل على:

$$Keq=10^{-\Delta G^0/1.36} \quad \text{و} \quad \Delta G^0 = -1.36 \log Keq$$

من خلال هذا القانون يمكن حساب التغير في الطاقة الحرة القياسي وذلك عند تحديد ثابت الإتزان Keq للتفاعل :

حالة التفاعل	ΔG^0(KJ/mol)	Keq
تلقائي (ناشر)	-23	104
تلقائي (ناشر)	-11	10^2
اتزان	0	10^0=1
غير تلقائي (ماص)	11	10^{-2}
غير تلقائي (ماص)	23	10^{-4}

جدول (1) يبين العلاقة بين keq و ΔG^0

5.5/ مفهوم الإزدواج في التفاعلات الحية couplées Réactions

تسير العديد من التفاعلات الحيوية الأساسية ضد الإتجاه التلقائي ($\Delta G0$)< (من أمثلة هذه التفاعلات عملية تصنيع المركبات الكبيرة).

تتم هذه التفاعلات غير التلقائية (الماصة للطاقة) عن طريق الازدواج مع تفاعلات تلقائية (ناشرة للطاقة) .

يمكننا تحديد الإتجاه التلقائي لزوج من التفاعلات الحيوية عن طريق حساب محصلة المعادلتين وجمع الطاقة في كلا التفاعلين .

يلاحظ أن محصلة الطاقة تكو ن سالبة مما يدل على أن محصلة التفاعلين تعطي تفاعل ناشر للطاقة.

6.5/ المركبات الغنية بالطاقة: تنقسم الكائنات الحية من حيث مصدر الطاقة إلى ضوئية وكيميائية حيث تستمد الأولى طاقتها من الشمس في حين تستمد الثانية طاقتها من المركبات الكيمائية، وبالرغم من هذا الإختلاف في مصدر الطاقة إلا أنها تشترك كلها في إنتاج صور محددة من الطاقة الكيميائية (تشترك كلها في إنتاج نفس النوع من المركبات الغنية بالطاقة) . أهم هذه الصور نجد المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة والمساعدات الإنزيمية المرجعة (دوناتو، اليساندرا، 2019).[6]

هنـاك العـديد من المـركـبـات الغنية بالطـاقـة منها ما يـعـرف **بأن هيدريد الفوسفوريك** مثل (**ATP** و **ADP**) ومركبات **الإينولفوسفات** (**PEP**)) (phosphoénolpyruvate و**الأسيل فوسفات** (مثل: **ثنائي فوسفوجليسيريك (1,3DPG**(diphosphoglycerate)) .

ومركبات قوانيدينوفوسفات مثل :**الفوسفات كرياتين**(**PC**))phosphate (créatine كما تشمل المركبات الغنية بالطاقة مركبات **الأستر الكبريتية** (مثل)AcetylCoa .

ملاحظة: تحرر المركبات الغنية بالطاقة عند إماهتها طاقة أكبر من المركبات الأيضية العادية (مثل الجلوكوز) ، وتتميز المركبات الغنية بالطاقة بكون أنها مستقرة في حين أنها لا تخزن لفترات طويلة.

7.5/ موقعATP بين المركبات الغنية بالطاقة :

بالرغم من وجود العديد من المركبات التي تحرر طاقة أكبر مما تحرره جزيئةATP إلا أن هذه الأخيرة تعتبر أهم المركبات الأساسية الغنية بالطاقة وذلك راجع لكون أنATP يحتل موقعا وسطيا بين المركبات الغنية جدا بالطاقة مثل (PEP،3,1 DPG، PC)وباقي المركبات الأخرى ذات الطاقة المنخفضة .

هذا الموقع الهام يمكن جزيء ال:ADP من إستقبال الفوسفات والطاقة من المركبات ذات الطاقة العالية لتكوينATP، كما يمكن لجزيئة ATPأن تتخلى عن الفوسفات والطاقة لصالح المركبات ذات الطاقة المنخفضة (وهي أغلب المركبات)يمكن إعتبار الزوج (ADP/ATP) كنظام مستقبل ومعطي وسطي خاصة مع العديد من الإنزيمات التي تنشط تفاعلات الإزدواج (بار جوزاف، و اخرون 2003).[2]

8.5/ أنواع المركبات الغنية بالطاقة

1 . **أنهيدريد حمض الفوسفوريك،** مثل:ATP, ADP , GTP, GDP وغيرها من النيكليوتيدات ثلاثية وثنائية الفوسفات والنيكليوتيدات السكرية مثل :UDP- glucoseوثنائي الفوسفاتppi**.**

2 . **أنهيدريد حمض الفوسفوريك والكربوكسيل،** مثل : **DPG**

3.**مركبات الإينول فوسفات،** مثل:**PEP**

4 . **مركبات قوانيدين فوسفات،** مثل: الفوسفات كرياتين و أرجينين فوسفات.

5 . **النيكليوتيدات الحلقية،** مثل:**AMP**الحلقي و**GMP**الحلقي.

6 . **إسترات الـARN:مع الأحماض الأمينية:** وهو ما يعرف بتنشيط الأحماض الأمينية ونقلها لتصنيع البروتين (طاقة التحلل تعادل تقريبا تلك الناتجة عن تحلل**ATP**) **.**

7.**مركبات ثيول إستر**، مثل**CoA Acetyl**: و .**CoA Succinyl**

8. **المرافقات الإنزيمية البيريدينية،** مثل**NADH**: و . **NADPH**

9 . **مركبات أخرى،** مثل : النيكليوتيدات السكرية ومركبات **(SAM) (S-AdenosylMethionine) .**

ΔG^0 (KJ/mol)	إسم المركب
-62	Phosphoenolpyruvate (PEP)
-49	Diphosphoglycerate (1,3-DPG)
-43	Phosphocréatine (PC)
-33	Pyrophosphate
-32	Phospho-arginine
-32	ATP→(AMP+PPi)
-32	
-30	Acetyl → A
-21	ATP → (ADP+PPi)
-14	Glucose,1-phosphate
-9	Glucose,6-phosphate
	Glycerol,3-phosphate

جدول (2) يبين أنواع المركبات الغنية بالطاقة

ملاحظة : يقوم الـ ATP :بدور فعال في جعل التفاعلات الماصة (غير التلقائية) ممكنة وذلك عن طريق توفير الطاقة اللازمة لحدوثها.

مثال: ليكن لدينا التفاعل التالي: (A→B) ،

التغير في الطاقة الحرة القياسي لهذا التفاعل= ΔG (mol/08Kcal,4

عند درجة حرارة 25 درجة مئوية . نقوم بحساب ثابت الإتزان $Keq=10^{-\Delta G0/2,3RT}=10^{-}$

$\Delta G0/1,36=10^{-4,08/1,36}=10^{-3}$ لدينا من ناحية أخرى 1 1000 = [A] [B] =Keq : هذه القيمة تدل على أن هذا التفاعل مستحيل لأن تركيز النواتج أقل بكثير من تركيز مواد التفاعل . لحدوث هذا التفاعل يجب توفير طاقة عن طريق حدوث إزدواج مع تفاعل إماهة (تحلل) .

$A \rightarrow B \ (\Delta G^0 = 4,08Kcal/mol)$ .....(1)

$ATP \rightarrow ADP + Pi \ (\Delta G^0 = -7,3Kcal/mol)$ .....(2)

$A+ATP \rightarrow B+ADP+Pi \ (\Delta G^0 = -3,22Kcal/mol)$.....(3)

$Keq=10^{-\Delta G0/2,3RT}=10^{-(-3,22)/1,36}=10^{2,36}= 233,15$

$$Keq = \frac{[B][ADP][Pi]}{[A][ATP]} \rightarrow \frac{[B]}{[A]} = \frac{[ATP]}{[ADP][Pi]} \times Keq = \frac{[ATP]}{[ADP][Pi]} \times 233,15 \; / \frac{[ATP]}{[ADP][Pi]} = 500 \rightarrow \frac{[B]}{[A]}$$

$$= 500 \times 233,15 = 116575$$

أي عند الإتزان يكون تركيز B أكثر بكثير من تركيز A مما يدل على أن التفاعل تام تقريبا.

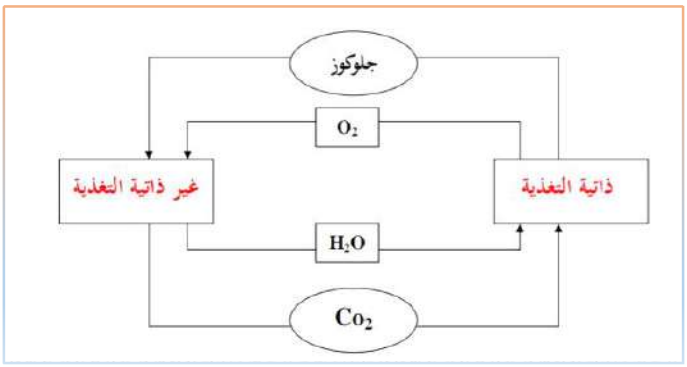
مفهوم الميتابوليزم: الميتابوليزم كلمة أتت من الإغريقية والتي تعني التحول أو التغير، يعرف الميتابوليزم على أنه مجموع التحولات الكيميائية التي تحدث داخل الكائنات الحية والضرورية للحفاظ على حياتنا.

تتم التفاعلات الكيميائية داخل الخلايا الحية بشكل منظم ومنسق وغالبا ما تتم هذه التفاعلات في صورة سلسلة مفتوحة أو حلقة (دورة) ويتم التداخل بين هذه السلاسل والدورات لينتج عن ذلك شبكة معقدة جدا من التفاعلات الحيوية، يسمى الميتابوليزم باللغة العربية الإستقلاب أو الأيض(ج . بيرنستوك، و آخرون 2009).[4]

ملاحظات:

1. رغم الإختلاف الكبير بين الكائنات الحية من حيث الحجم والشكل والوظائف التي تقوم بها الا أنها جميعا تشترك في الكثير من الدورات الإستقلابية الأساسية.

2. يمكن تقسيم الكائنات الحية من حيث مصدر الطاقة (كيفية حصولها على الطاقة) إلى قسمين ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية ، كما يمكن تقسيمها حسب إحتياجها للأوكسجين إلى قسمين كائنات هوائية وكائنات غير هوائية (يعمل الأوكسجين كمستقبل للإلكترونات لإنتاج الطاقة) .



شكل (1) تخطيطي يبين كيفية تبادل مختلف الجزيئات الحيوية بين الكائنات الحية ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية

طرق الهدم وطرق البناء: يمكن تقسيم التفاعلات الحيوية التي تحدث داخل الخلايا الحية إلى قسمين أساسيين هما :

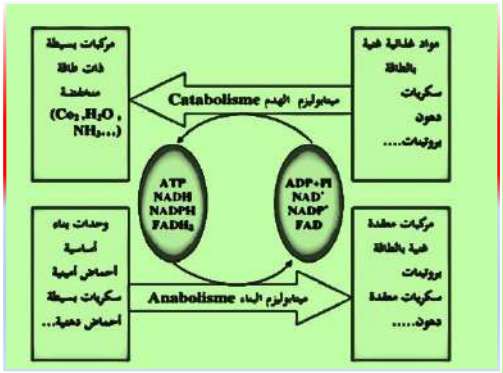
(**ميتابوليزم الهدم- Catabolisme**) و (**ميتابوليزم البناء- Anabolisme**).

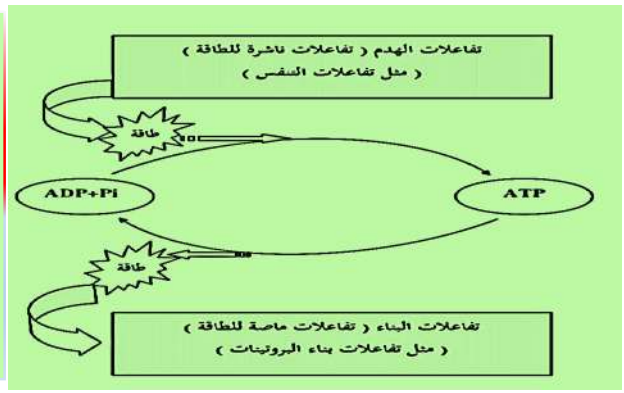
أ) **ميتابوليزم الهدمCatabolisme:** يشمل كل التفاعلات التي تؤدي إلى أكسدة وتفكك الجزيئات الغذائية (سكريات، دهون، بروتينات...) إلى مركبات بسيطة (حمض اللبن، الإيثانول، Co2 .....) .

ينتج عن هذه العملية طاقة على شكلATP، كما يمكن أن تظهر على شكل إلكترونات محمولة على المرفقات الإنزيمية$NADP^+$, NAD^+ .

ب) الايض **البنائي** : **Anabolisme** يشمل كل التفاعلات التي تؤدي إلى بناء المركبات التي تحتاجها الخلية إبتداءا من المركبات البسيطة، من بين المركبات التي يتم بناؤها (البروتينات ، السكريات المعقدة ...).

تفاعلات البناء هي تفاعلات (ماصة للطاقة) لذلكفانها تحتاج إلى إمداد مستمر من الطاقة لتكوين الروابط الجديدة ، يوفر الـ : ATP جزء كبير من هذه الطاقة كما يمكن لـ: NADPHأن يوفر جزء من تلك الطاقة(جون ووكر و آخرون 1997؛ كازاو ياماداو آخرون 2006. [5،8]





شكل (2) تخطيطي يوضح كيفية إنتقال الطاقة بين تفاعلات الهدم وتفاعلات البناءشكل (3) تخطيطي يوضح درجة التداخل بين ميتابوليزم الهدم و ميتابوليزم البناء

تنظيم الميتابوليزم: يتم تنظيم الميتابوليزم بطريقة محكمة ودقيقة وسريعة التكيف حيث يتم هدم المركبات بالقدر اللازم لسد حاجيات الخلية من الطاقة ومواد البناء الأساسية، بينما يتم تخزين الفائض لإعادة إستعماله عند الحاجة.

لوحظ أن أغلب الكائنات الحية تقوم بتخزين المواد المنتجة للطاقة من سكريات ودهون لإستعمالها عند الحاجة، لكنها عادة لا تقوم بتخزين البروتينات والأحماض النووية، تعيش الكائنات الحية في بيئة متقلبة وغير مستقرة كما أن الكائن الحي يمكن أن يتحول من حالة الراحة إلى حالة النشاط الأقصى في فترة زمنية وجيزة ، هذا التحول الفيزيولوجي يتطلب تغير سريع في الميتابوليزم لتوفير الطاقة اللازمة لهذا النشاط(ر.ل فاييشو آخرون(1969).[7]

نستنتج ان الطعام الذي يتناوله الانسان بمختلف اشكاله بروتينات، دهون، كربوهيدرات)، ينتج بعض الايض طاقة، يستعملها الجسم في نشاطاته الحيوية، و من ذلك نجد ان الجهاز العصبي يستعمل هاته الطاقة في نشاطاته، وعلى راسها النبض العصبي، الذي هو عبار على تغيرات كهروكيميائية.

الجهاز العصبي

يعتبر الجهاز العصبي من أهم أجهزة الإنسان وهو المسؤول عن إحساسه بالمتغيرات البيئية حوله من ضوء وحرارة وحركة عن طريق النهايات العصبية أو أعضاء الحس الخاصة كالعين والأنف، بالإضافة إلى أنه الجهاز المسؤول عن تنظيم العملياتالحيوية اللازمة وذلك بالتعاون مع جهاز الغدد الصم، وينقسم الجهاز العصبي إلى قسمين اساسيين هما الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي المحيطي(تورتوراو آخرون، .2016[3]

يشكل المخ الجزء الأساسي في الجهاز العصبي المركزي فهو المسؤول عن تنظيم مختلف الوظائف التي تقوم بها باقي الأعضاء الأخرى كالحركة والإحساس وغيره ، وتقسم قشرة المخ وظيفيا إلى ثلاثة أقسام أساسية قسم يتحكم في حركات الجسم وقسم يتحكم في وظائف الإحساس وقسم ثالث يتحكم في الوظائف الحسية الحركية.

مكونات الجهاز العصبي(Nervous System)

يقسم الجهاز العصبي إلى قسمين أساسيين هما:

1- الجهاز العصبي المركزي(CNS) Central nervoussysteme

ويشمل الدماغ والحبل الشوكي، ويتحكم الدماغ في معظم وظائف الجسم، بما في ذلك الادراك و الحركة والشعور والفكر والكلام والذاكرة، حيث يرتبط الحبل الشوكي بالدماغ في جذع الدماغ ويتم حمايته بالفقرات التي تشكل العمود الفقري.

2-الجهاز العصبي المحيطي(PNS) Périphérique nerveussysteme

يقسم الجهاز العصبي المركزي بدوره إلى قسمين هما : **المخ** و**النخاع الشوكي** ، كما يقسم الجهاز العصبي المحيطي بدوره إلى:

-الجهاز العصبي الطرفي الجسمي (الإرادي) والجهاز العصبي الطرفي المحيطي (الذاتي اللإرادي) (معهد brain،2011).[9]

جهد العمل، النبض العصبي

يحدث جهد الفعل عندما تكون الخلية العصبية في حالة الإثارة أثناء إجراء النبضات العصبية. في هذه الحالة، يتم فتح قنوات الصوديوم وإغلاق قنوات البوتاسيوم، ينتج عن هذا تدفق هائل من أيونات الصوديوم داخل الخلايا مما يؤدي إلى توصيل النبضات العصبية.

الاستقطاب هو الحالة التي يكون فيها الغشاء مشحونً الحالة، أثناء الاستقطاب، يكون الغشاء في حالة راحة محتملة، ان تركيز أيونات الصوديوم يزيد بحوالي 16 مرة خارج المحور العصبي عن تركيزه في الداخل. في المقابل، فإن تركيز أيونات البوتاسيوم يكون 25 مرة داخل المحور العصبي أكثر من الخارج تُعرف حالة الاستقطاب أيضا باسم "الحالة غير المحفزة أو غير الموصلة"، نظرا للاختلاف في تركيز الأيونات داخل الغشاء وخارجه، يتم إنشاء تدرج محتمل يتراوح بين -20-200 مللي فولت) في حالة البشر، يكون التدرج المحتمل في حالة الاستقطاب تقريًا -70 مللي فولت).

في حالة الاستقطاب يكون الغشاء المحوري أكثر بدلا من أيونات الصوديوم، نفاذ الأيونات البوتاسيومً ونتيجة لذلك، يتسبب في الانتشار السريع لأيونات البوتاسيوم[24] (Nino wili and al, 2022).

في حالة الراحة، تصبح إمكانات الغشاء مشحونة كهربائيًا سالًبا بسبب حركة أيونات البوتاسيوم موجبة الشحنة خارج الخلية ووجود بروتينات سلبية كهربائية في الفضاء داخل الخلايا.

نزع الاستقطاب حاف عتبة يبلغ حوالي -55 مللي فولت يسبب تغييرا في إمكانات الغشاء. يجب أن يكون منبه يشير إلى حالة محتملة متدرجة لأن العتبة قويا بدرجة كافية لتغيير إمكانات غشاء الراحة إلى إمكانات غشاء العمل .ينتج عن هذا تناوب في السلبية الكهربية للغشاء لأن التحفيز يتسبب في تدفق أيونات الصوديوم (أيونات موجبة للكهرباء) بمقدار 10 مرات أكثر من حالة الراحة. لهذا، يتم فتح قنوات الصوديوم ذات الجهد الكهربائي. تعتمد حالة إمكانية الإجراء على طريقة "الكل أو لا شيء" ولها احتمالان :

- إذا لم يكن الحافز أكثر من قيمة العتبة، فلن يكون هناك حالة محتملة للعمل عبر طول المحوار العصبي.
- إذا كان المنبه أكثر من قيمة العتبة، فإنه سيولد دفعة عصبية تنتقل عبر كامل طول المحوار العصبي.

عودة الاستقطاب: إنها حالة يتم خلالها استعادة التوازن الكهربائي داخل وخارج الغشاء المحوري. بسبب التركيز العالي لأيونات الصوديوم داخل الأكسوبالزم، ستفتح قنوات البوتاسيوم. أثناء حالة عودة الاستقطاب، يحدث تدفق أيونات البوتاسيوم عبر قناة البوتاسيوم. نتيجة لفتح القنوات ذات الجهد الكهربائي البوتاسيوم، سيتم إغلاق قنوات الصوديوم ذات الجهد الكهربائي. وبالتالي، لن تتحرك أيونات الصوديوم داخل الغشاء. لذلك، تساعد إعادة الاستقطاب في الحفاظ على حالة الغشاء الأصلية المحتملة أو استعادتها .حتى تغلق قنوات البوتاسيوم، فإن عدد أيونات البوتاسيوم التي تحركت عبر الغشاء يكفي لاستعادة حالة الاستقطابالأولية.[21] (Kashmira Dey and al,2021)نتيجة لذلك، يصبح الغشاء مفرط الاستقطاب ولديه فرق محتمل قدره -90 مللي فولت[23](Naomi E Leydman and al ,2024).

فترة الحرارية: المرحلة المقاومة للحرارة هي فترة وجيزة بعد انتقال النبضات العصبية بنجاح. خلال هذه الفترة، يعد الغشاء نفسه لتوصيل الحافز الثاني بعد استعادة حالة الراحة الأصلية. يستمر لمدة 2 مللي

ثانية فقط .خلال ذلك، تسمح مضخة الصوديوم ATPase بإعادة التوزيع الأصليلأيونات الصوديوم والبوتاسيوم. تساعد مضخة ATPase للصوديوم والبوتاسيوم، التي يتم تشغيلها باستخدامATP ، على استعادة حالة الغشاء السكون لتوصيل النبضة العصبية الثانية للمنبهات الأخرى. يتسبب في حركة الأيونات ضد التدرج التركيزي. مقابل كل اثنين من أيونات البوتاسيوم التي تحرك استجابةً داخل الخلية، يتم نقل ثالثة أيونات الصوديوم إلى الخارج. تتطلب هذه العملية ATP لأن حركة الأيونات تتعارض مع تدرج تركيز عال الأيونات.

المشابك: تُعرف عملية انتقال النبضة العصبية من خلية عصبية إلى أخرى، بعد الوصول إلى الطرف المشبكي للمحوار العصبي، باسم نقاط الاشتباك العصبي.

يتضمن انتقال النبضات العصبية عن طريق المشابك التفاعل بين النهاية المحورية لعصب واحد (العصبون قبل المشبكي) إلى التغصنات في عصبون آخر(عصبون ما بعد المشبكي)، هناك مسافة بين العصبون ما قبل المشبكي والعصبون ما بعد المشبكي والذي يعرف بالشق المشبكي أو الفجوة المشبكية، بعد الانتقال من خلية عصبية إلى أخرى، يولد الدافع العصبي استجابة معينة بعد الوصول إلى الموقع المستهدف، إذا كانت الفجوة المشبكية بطريقة ما لا تسمح بمرور النبضات العصبية، فلن يحدث انتقال النبضات العصبية وبالتالي تتطلب الاستجابة أيضا.

أنواع المشابك: هناك نوعان من نقاط الاشتباك العصبي :**المشابك الكهربائية** و **المشابك الكيميائية**.

1/ المشابك الكهربائية: يتم توصيل اثنين من الخلايا العصبية من خلال بروتينات القناة لنقل نبضة عصبية، ينتقل الدافع العصبي عبر غشاء المحوار العصبي في شكل إشارة كهربائية، تنتقل الإشارة في شكل أيونات وبالتالي فهي أسرع بكثير من المشابك الكيميائية.

في المشابك الكهربائية، تبلغ الفجوة المشبكية حوالي 2.0 نانومتر والتي تفضل أيضا توصيل النبضات العصبية بشكل أسرع،

2/ المشابك الكيميائية: يحدث توصيل النبضات العصبية من خلالالإشارات الكيميائية، هذه الإشارات الكيميائية هي نواقل عصبية، في هذا النوع من توصيل النبضات العصبية، تكون الفجوة المشبكية أكبر من المشابك الكهربائية وهي حوالي 10-20 نانومتر. نتيجة لذلك، يكون انتقال النبضات العصبية أبطأ من المشابك الكهربائية .الجهاز العصبي المركزي والنبضات العصبية تساعد الخلايا العصبية في نقل الإشارات على شكل نبضات عصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى أجزاء الجسم المحيطية،الخلايا العصبية هي شبكة معقدة من الألياف التي تنقل المعلومات من نهاية محور عصبون إلى تغصن خلية عصبية أخرى، تصل الإشارة أخيرا إلى الخلية المستهدفة حيث تظهر استجابةفي إجراء النبضات العصبية

يلعب المحور العصبي دورا رئيسًيا في العملية من خلال إرسال إشارات في شكل نبضات عصبية عبر نقاط الاشتباك العصبي إلى الخلايا المستهدفة، العصبون مسؤول عن نقل الإشارات إلى ثلاث خلايا مستهدفة :**عضلة ، السدادة، خلية عصبية أخرى** وهذا يؤدي إلى تقلص العضلات وإفرازها بواسطة الغدد ويساعد الخلايا العصبية على نقل جهد الفعل.

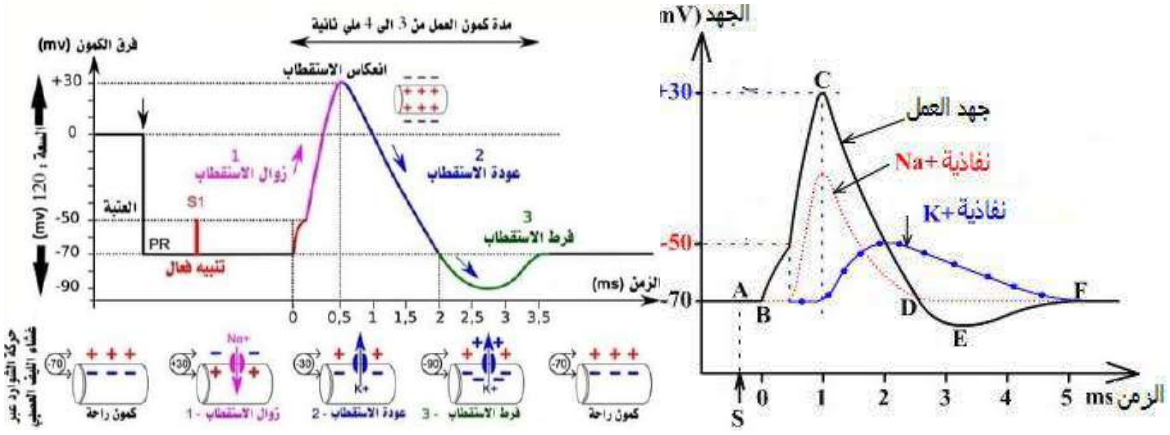
العوامل المؤثرة في سرعة النبضات العصبية(سرعة انتقال جهد الفعل)

فيما يلي بعض العوامل الرئيسية التي تؤثر على سرعة النبض العصبي :**غمد المايلين، قطر محور عصبي، درجة الحرارة،**

1/ غمد المايلين: يوجد غمد المايلين حول الخلايا العصبية ويعمل كعازل كهربائي. بسبب هذا الغمد، لا يتم تشكيل جهد فعل على سطح العصبون. يحتوي غمد الميالين هذا على فجوات منتظمة، حيث لا يكون موجودا تسمى عقد رانفييه، يمكن أن يتشكل جهد الفعل عند هذه الفجوات وسوف يقفز الدافع من عقدة إلى أخرى عن طريق التوصيل الملحي، يمكن أن يكون هذا عاملا لزيادة سرعة النبضات العصبية من حوالي 30-1 م / إلى 90-1 م / ث.

2/ قطر المحوار العصبي: كلما زاد قطر المحور العصبي، زادت سرعة النبضات العصبية أيضا. وذلك لأنمحورا أكبر يقلل من تسرب الأيونات من المحور العصبي. هذا يساعد في الحفاظ على إمكانات الغشاء وبالتالي يفضل نبضات عصبية أسرع.

3/درجة الحرارة: تسبب درجة الحرارة تغيرات في معدل انتشار الأيونات عبر غشاء العصبون. ترتبط درجة الحرارة ارتباطا مباشرابنقل النبضات العصبية، إذا كانت درجة الحرارة أعلى، فسيكون معدل انتشار أيونات الصوديوم والبوتاسيوم مرتفًعا وسيصبح محور الاستقطاب سريعا مما يؤدي إلى توصيل نبضات عصبية أسرع،وبالتالي، فإن النبضة العصبية هي طريقة مهمة لتوصيل الإشارات لإثارة استجابة في أجزاء الجسم الرئيسية بسبب المنبه القوي. أي إلهاء في هذه العملية يمكن أن يكون له آثار وخيمة على الجسم.



منحنى يوضح جهد العمل منحنى يوضح المراحل الثلاثة لكمون العمل

نستنتج ان كيفية توليد النبض العصبي(كمون العمل)، تكون كما يلي :

عندما تتحفز الخلية العصبية، تتغير كهربيتها من كمون الراحة 70- مليفولط نحو 0مليفولط، نتيجة لانفتاح قنوات الصوديوم و البوتاسيوم في الغشاء، حيث تصل الى زوال الاستقطاب، و يستمر هذا التغير الى ان تصل كهربيتها الى 30+مليفولط ، حيث تغلق قنوات الصوديوم و البوتاسيوم التي فتحت، لينعكس هذا التغير بالعودة نحو الصفر مرة أخرى، و يستمر الى ان يصل الى 90-مليفولطو هو ما يسمى فرط الاستقطاب[12.14](Ben J Tickner and al 2022, Christian bengs,2024)

ثم تتدخل مضخات الصوديوم و البوتاسيوم فيعود هذا التغير الكهروكيميائي الى حالة الراحة.

انتقال السيال العصبي (النبض العصبي)

أاالسيال العصبي : هو عبارة عن رسالة ذات طبيعة كهروكيميائية , تترجم إليه المؤثرات المختلفة في الجسم إحداث استجابة معينة، إن عملية انتقال السيال العصبي تتضمن مرحلتين و هما:

- انتقال السيال العصبي على طول العصبون (محور الخلية العصبية.)
- انتقال كيميائي للسيال من خلية لأخرى عبرالتشابك العصبي أو التشابكات العصبية (النقل المتواصل أو المستمر).

باانتقال الإشارة العصبية :يفصل غشاء الخلية العصبية بين وسطين؛ أولهما: السائل الخلوي، وثانيهما: السائل الموجود خارج الخلية، ويتفاوت الوسطان في نوع العناصر الموجودة وتركيزها، و يمكن تقسيم الخلايا العصبية تبعالوظائفها إلى ثلاثة أنواع رئيسية وهي:

1-**الخلايا العصبية الحسية (الموردة):** وظيفتها نقل الإشارات العصبية من خارج الجسم إلى داخله.

2-**الخلايا العصبية الحركية (المصدرة)** : وظيفتها نقل الإشارات العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى الأجهزة والأعضاء الخاصة بالحركة.

3- **الخلايا العصبية الداخلية**: وظيفتها الربط بين الخلايا العصبية الموردة والمصدرة، ويفصل غشاء الخلية العصبية بين شحنتين كهربائيتين متضادتين، الأولى شحنة موجبة، وتوجد على السطح الخارجي، والثانية شحنة سالبة، وتوجد على السطح الداخلي، لذلك يوصف غشاء الخلية بأنه يعاني فرقا في الجهد الكهربائي أيً فرقاً في الشحنة.

جاتوصيل النبضات(الانتشار)

يمكن أن يكون توصيل النبضات فيما يلي :

1-التوصيل المستمر

يحدث التوصيل المستمر للاندفاع العصبي في المحاور غير النخاعية. ينتقل جهد الفعل على طول المحور العصبي بالكامل. ومن ثم ، يتم أخذ المزيد من الوقت في توليد ثم نقل النبضات العصبية أثناء جهد الفعل .يتطلب التوصيل المستمر المزيد من الطاقة لنقل النبضات وهي عملية أبطأ (حوالي

1.0 م / ث)، يؤخر عملية توصيل الإشاراتلأنه يستخدم عدًدا أكبر من القنوات الأيونية لتغيير حالة الراحة للخلايا العصبية.

2-التوصيل المملحي

يعتبر التحمل أسرع من التوصيل المستمر ويحدث في الخلايا العصبية النخاعية. في الخلايا العصبية النخاعية ، توجد الأغلفة النخاعية.بين هذه الأغماد النخاعية ، تُعرف الفجوات غير الملقحة حالًيا باسم عقد رانفييه. ينتشر الدافع العصبي عن طريق القفز من عقدة في Ranvier إلى التي تليها.

هذا يجعل عملية النبض العصبي أسرع حيث لا ينتقل الدافع العصبي بطول المحور العصبي بالكامل ، (يحدث هذا في حالة التوصيل المستمر).

النبضة العصبية تنتقل بسرعة 100 م / ث في التوصيل الملحي.، إن عدد القنوات المستخدمة في التوصيل الملحي أقل من التوصيل المستمر بسبب عدم حدوث تأخير في النبضات العصبية، يستخدم هذا النمط من نقل النبضات العصبية طاقة أقل أيضا.

إذا كنت تعتبر المحور العصبي بم ثابة سلك أو حلقة كهربائية، والنبضات العصبية التي تنتقل على طول المحور العصبي كتيار، والجسيمات المشحونة (أيونات الصوديوم والبوتاسيوم) كجسيمات إلكترونية، فيمكن فهم العملية بسهولة تامة. نظرا لأن تدفق التيار في السلك يحدث عند جهد معين فقط، فإن توصيل النبضات العصبية بالمثل يحدث عندما يكون للمحفز قيمة عتبة قصوى تبلغ -55 ملي فولت، هذا ضروري لتغيير حالة الغشاء الساكن لإمكانية عمل الغشاء، عندما يحتوي الجهد على العدد المطلوب من جسيمات الإلكترون، فإنه يقوم بتوصيل التيار. وبالمثل، في حالة التوصيل النبضي العصبي، يجب أن يكون للخلايا العصبية المنبه قيمة عتبة للتسبب في حركة الأيونات عبر طول المحور العصبي (لإجراء النبضات العصبية) عن طريق فتح القنوات الأيونية ذات الجهد الكهربائي.

جاعملية انتقال النبضات العصبية

فيما يلي المراحل لنقل النبضات العصبية :**الاستقطاب، نزع الاستقطاب، عودة الاستقطاب، فترة الحرارية، تشابك عصبي** .

قبل الخوض في تفاصيل عملية انتقال النبضات العصبية، أولا نناقش الإجراء واستراحة الحالات المحتملة، يستريح غشاء المحتملة يشير احتمال غشاء الراحة إلى الحالة غير المثارة للخلية العصبية في حالة الراحة عندما لا يتم إجراء أي نبضة عصبية. إمكانات غشاء الراحة للخلية العصبية هي- 70 مللي فولت، إنها حالة ثابتة ويتم إغلاق قنوات الصوديوم والبوتاسيوم خلال هذه الحالة مع الحفاظ على تركيز عال من أيونات الصوديوم بالخارج وتركيز عالي لأيونات البوتاسيوم داخل الخلية.

يرجع فرق الجهد الكهربائي إلى الأسباب الأتية:

1-يكون السائل الخلوي في عنصرا غنيا بعنصر البوتاسيوم، وفقيراً الصوديوم، بعكس السائل الموجود خارج الخلية. وذرات البوتاسيوم والصوديوم بطبيعتها متعادلة كهربياً.

2-توجد أيونات البوتاسيوم (K^+) في السائل الخلوي بتركيز يزيد 30+ ضعفا عن تركيزها في السائل الموجود خارج الخلية، في حين ينقص تركيز أيونات الصوديوم (Na^+) في السائل الخلوي من(10- 15) مرة عن تركيزها في السائل الموجود خارج الخلية.

3- تمتلئ الخلية العصبية بالمواد العضوية (مثل البروتينات) التي توجد على هيئة أيونات ذات شحنة سالبة.

4- يتميز غشاء الخلية العصبية بنفاذيته للبوتاسيوم حتى يسمح بتسرب كمية من أيونات البوتاسيوم من داخل الخلية إلى خارجها، في حين تستطيع أيونات الصوديوم الدخول إلى الخلية.

5- تستطيع أيونات المركبات العضوية (السالبة) أن ترافق أيونات البوتاسيوم (الموجبة)، نظرا إلى كبر أوزانها الجزيئية، الألمر الذيً يمنع خروجها من فتحات الغشاء الخلوي .

6-تستقر أيونات البوتاسيوم المتسربة على السطح الخارجي للغشاء الخلوي لكونها منجذبة منِ قبل الأيونات العضوية سالبة الشحنة داخل الغشاء الخلوي، والباقية داخل الخلية فيكتسب الغشاء الخلوي شحنة موجبة على سطحه الخارجي.

7- ينتج عن توزيع الشحنات على جانبي الغشاء الخلوي حالة من الاستقطاب الكهربائي (Polarisation)الأمر الذي يولد فرقا فيً الجهد الكهربي(Différence Potentiel Electrical) على جانبي الغشاء الخلوي يتكون السيال العصبي عند وصول مؤثر يؤدي إلى تغيير مقدار الجهد الكهربائي على جانبي غشاء العصبون.

سجلنا خصائص وصول الإشارة إلى الخلية المستهدفة حيث تظهر استجابة في إجراء النبضات العصبية ونميز مايلي:

-المحوار العصبي يساعد في انتشار النبضات العصبية للخلية المستهدفة

- التشعبات في استقبال الإشارات من نهايات محوار عصبي

-إنهاء(Axon) يعمل كمرسل لإشارات.

و يمكن التذكير بالمعطيات التالية :

يحيط العصبون غشاء بلازمي يفصل مكونات السيتوبلازم عن السائل بين الخلوي المحيط به و نميز به مايلي :

أ) يكون العصبون في حالة استقطاب عندما يكون السطح الداخلي للغشاء البلازمي يحمل شحنة سالبة والسطح الخارجي يحمل شحنة موجبة

ب) وجود فرق الجهد على جانبي الغشاء مقداره (70-) ملي فولت يسمى بجهد الراحة (حالة الراحة) وهي حالة وجود فرق في الجهد الكهربائي (70-) على جانبي غشاء العصبون حيث يكون مشحون من الداخل بشحنة سالبة ومن الخارج بشحنة موجبة .

ج) تتوزع الأيونات على جانبي الغشاء بصورة غير متساوية، حيث تتركز أيونات الصوديوم "موجبة الشحنة (Na^+) "والكلوريد "سالبة الشحنة(CL^-) " خارج العصبون، في حين تتركز أيونات البوتاسيوم "موجبة الشحنة(A^+)"وبروتينات أخرى كبيرة الحجم "سالبة الشحنة " داخل العصبون.

د) يؤدي اختلاف توزيع الأيونات داخل العصبون وخارجه بجعل الغشاء البلازمي في حالة " استقطاب " أي أن داخل الغشاء البلازمي يكون سالب وخارجه موجب .

و) يؤدي هذا الاختلاف في تراكيز الأيونات إلى توليد فرق جهد كهربائي بين داخل الغشاء البلازمي وخارجه تسمى هذه العملية بجهد الراحة (70-)ملي فولت .

ه) تستهلك الخلايا العصبية كمية هائلة من الطاقة، للمحافظة على فرق الجهدالكهربائي، ثابتا فهي تنقل الأيونات الموجبة إلى خارج الخلية، وبهذه الطريقة تحافظ هذه الخلايا على بقاء شحنة موجبة خارج الخلية، والشحنة الكلية داخل الخلية سالبة باستمرار وعند تنبيه خلية عصبية بمؤثر خارجي(مثل رؤية خطرأو شم رائحة)، فإن هذا التنبيه سرعان ما ينتقل عبر الخلية العصبية وحتى نهاية محورها، و يكون انتقال الإشارة العصبية مصحوبا بالتغيرات الآتية :

1-يحدث تنبيه الخلية تغيراً بتغيرات أخرى في نفاذية الخلية لأيونات هذا التغير مصحوباً الصوديوم والبوتاسيوم الموجبة.

2-عند تغير فرق الجهد من(65- إلى 50-) ملي فولت، تفتح قنوات خاصة (Voltage Dependent Sodium Channels)، تمكن أيونات الصوديوم من التدفق إلى داخل الخلية، مؤدية إلى زيادة كمية الشحنة الموجبة داخل الخلية وزيادة الشحنة السالبة خارجها، ويصبح للحظة وقتية داخل الخلية موجبا بالقياس إلى خارجها، وهو ما يطلقً عليه "زوال االستقطاب"(Depolarisation) (Soumya Bhattacharyya and al,2021) [25]

3-فإذا ما بلغ فرق الجهد 40+ملي فولت، فإن قنوات الصوديوم غلق، ثم يتوقف دخول أيونات الصوديوم إلى داخل الخلية، وعندئذٍ ومنَ فتح قنوات خاصة تسمح بخروج أيونات البوتاسيوم إلى خارج الخلية، معيدة الاستقطاب ثانية إلى الخلية.) (Repolarisation

4-على الرغم من أن التغيرات الموضعية في نفاذية غشاء الخلية تتجاوز اللحظات الوجيزة، فإنها تسبب تغيرات مماثلة في المنطقةً الهادئة المجاورة للمنطقة المنبهة، وهكذا ينتقل فعل الجهد من منطقة إلى منطقة تليها حتى نهاية محور الخلية العصبية.

5-يطلق على موجات زوال الاستقطاب، وإعادته عبر محور الخلية فعل الجهد المحور (Axonal action Potentiel)وهو المسؤول عن نقل الاشارة العصبية من مكان صدورها إلى المكان المراد توصيلها إليه.

نستنتج ان التنبيه يحدث في منطقة معينة تسمى (منطقة التنبيه)، و هي التي تحدث فيها التغيرات الكهروكيميائية، المعروفة بالنبضة العصبية او كمون العمل، و عندما يصل هذا التغير الى زوال الاستقطاب، فانه يحفز (ينبه) المنطقة المجاورة، ليحدث لها ما حدث في منطقة التنبيه بالضبط، و عندما يصل التغير في المنطقة المجاورة الأولى الى زوال الاستقطاب، فانه يحدث في المنطقة المجاورة الثانية ماحدث للمنطقة المجاورة الأولى، و هكذا الى ان يصل هذا النبض الى المركز العصبي ليترجم هناك الى حس او حركة مثلا.

الخلاصة (Conclusion)

في هذا المقال المرجعي حاولنا معالجة الاستفسارات الثلاث التي طرحناها في بداية بحثنا، و من خلاله توصلنا الى الخلاصة العامة التالية:

مما سبق نستنتج ان الطعام الذي يتناوله الانسان بمختلف اشكاله (بروتينات، دهون، كربوهيدرات)، ينتج بعض الايض طاقة، يستعملها الجسم في نشاطاته الحيوية، ومن ذلك نجد ان الجهاز العصبي يستعمل هاته الطاقة في نشاطاته، وعلى راسها النبض العصبي، الذي هو عبار على تغيرات كهروكيميائية.

نستنتج أن توليد النبض العصبي" كمون العمل"، تكون كما يلي :

عندما تتحفز الخلية العصبية، تتغير كهربيتها من كمون الراحة 70-مليفولط نحو 0 مليفولط، نتيجة لانفتاح قنوات الصوديوم و البوتاسيوم في الغشاء، حيث تصل الى زوال الاستقطاب، و يستمر هذا التغير الى ان تصل كهربيتها الى 30+ مليفولط ، حيث تغلق قنوات الصوديوم و البوتاسيوم التي فتحت، لينعكس هذا التغير بالعودة نحو الصفر مرة أخرى، و يستمر الى ان يصل الى 90- مليفولط ، ثم تتدخل مضخات الصوديوم و البوتاسيوم فيعود هذا التغير الكهروكيميائي الى حالة الراحة.

كما أننا لاحضنا ان التنبيه يحدث في مكان معين يسمى (منطقة التنبيه)، وهي التي تحدث فيها التغيرات الكهروكيميائية، المعروفة بالنبضة العصبية او كمون العمل، وعندما يصل هذا التغير الى زوال الاستقطاب، فانه يحفز(ينبه) المنطقة المجاورة، ليحدث لها ما حدث في منطقة التنبيه بالضبط، وعندما يصل التغير في المنطقة المجاورة الأولى الى زوال الاستقطاب، فانه يحدث في المنطقة المجاورة الثانية ماحدث للمنطقة المجاورة الأولى، و هكذا الى ان يصل هذا النبض الى المركز العصبي ليترجم هناك الى حس او حركة مثلا.

المراجع :References

-العربية

1-ميمة السلوم، 2019، التخاطر و علم الطاقة ، دمشق- سوريا .

2- بار جوزاف، جيربر ج ك، ليبي تي رينالدي،(2003) الاكتشاف الحسابي للوحدات الجينية و الشبكات التنظيمية (21)، ص 1337-1342 .

3-تورتورا ، جي جي ، ديريكسون، ب. (2016)، "مبادئ علم التشريح و علم وظائف الأعضاء " (15)، ص 1248 .

4-ج.بيرنستوك، ب. براكشيو، م . ب زيمارمان ه، أ. فرخراتسكي" (2009) الجهاز العصبي : نظرة عامة ، (32) ص (19-29).

5-جون ووكر ، بول بوير ، جينسسكو ، "الكيمياء في بريطانيا "،/ الاكاديمية السويدية للعلوم و جامعة أوكسفورد (1997) السويد – اوكسفورد.

6- دوناتو، اليساندرا (2019)، تجزئة الخلايا العصبية، معهد كوينزلاند برين – أستراليا).

7- ر.ل فاييش، ل.ف اغليستون، ش . أ كرابس (1969)، حالة الأكسدة و الاختزال في فوسفات النيكوتيناميد و الادينين ثنائي النوكليوتيد في سيتوبلازم كبد الفئران ، مجلة الكيمياء الحيوية (2019)، و.م.أ ، المجلد رقم 115، ص 609-619 .

8-كازاو يامادا، نوبومازا هارا، توموكو شيباتا، هارومي أوزاكو، ميكاكو توشيبا(2006)، القياس المتزامن للنيكوتيناميد الأدينين ثنائي النوكليوتيد و المركبات ذات الصلة بالكروماتوجرافيا السائلة / قياس التأين بالرش الكهربائي بالترادف ، و.م.أ ، المجلد رقم 352 ، ص 282-285 .

9- معهد BRAIN(2010)، عمل الجينات في الدماغ ، بيثيسدا- ميريلاند(و.م.أ)، منشوررقم 5475-10 .

10- نيلسون دفيد، كوكس، م. ميكائيل(2013) مبادئ الكيمياء الحيوية، نيويورك، الطبعة السادسة، ص 502.

11- واو موجيانو، أ.بينسو،ر.باردیني، أي هو ، بوليتانو-اس دي كارلو(2018) (نمذجة التعقيد البيولوجي باستخدام لغة وصف نظام (BiSDL))، (إيطاليا)، ص(713-717) .

-الأجنبية

12-Ben J Tickner, Vladimir V Zhivonitko(2022): Advancinghomogeneouscatalysis for parahydrogen-derivedhyperpolarization and its NMR application.chem Sci.2022 Mar 22;13(17):4670-4696.

13-Carolyn L powell, Angus M Brown(2021): A classic experiment revisited: membrane permeability changes during the action potential. Adv physiol Educ. 2021 Mar 1;45(1):178-181.

14-Christian Bengs(2024):Hyperpolarisation Criteria in magnetic resonance.JMagn Reson.2024 Mar:360:107631.

15-delia du toit (2023), university of the Witwatersrand Johannesburg.

16-Elaine N. Marieb,Katja Hoehn(2014);Human Anatomy and Physiology, sanfrancisco ,california, pearson education journal.

17-Geoffrey R Tanner, Anastasios V Tzingounis(2022): The mammalian nodal action potential: new data bring new perspectives. Adv physiol Educ. 2022 Dec 1;46(4):693-702.

18-Georgios kimourtzis, Natasha Rangwani,…(2024): Prostaglandin E2 depolarises sensory axons in vitro in an AN01 and Nav1.8 dependent manner. Sci Rep. 2024 Jul 29;14(1): 17360.
19-Harvey F.Lodish, H.berk, A.kaiser, Monty Krieger, Anthony Bretscher, A.Ploegh, H.Amon, (2000) Molecular cell biology, Seventh edition,New York, W.H. Freeman and company, p 695
20-John squire (2019) , muscle contraction group, school of physiology , Uk university-bristol, Uk.
21-Kashmira Dey, shubhajit Roy Chowdhury(2021): inverse neurovascular coupling and associated spreading depolarization models for traumatic brain injury. Annu int conf IEEE Eng Med Biol Soc. 2021 Nov:2021:4242-4248.
22-Kathy Parisi, James A Mckenna, Rohan Lowe,…(2024): Hyperpolarisation of mitochondrial membranes is a critical component of the antifungal mechanism of the plant defensin, ppdef1.J Fungi (Basel).2024 jan 7;10(1):54.
23-Naomi E Leydman, Philip L Norcott(2024):Aldoximes enable proton-relayed NMR hyperpolarization. Chem Commun (Camb). 2024 sep 5;60(72):9764.
24-Nino wili, janhenrikardenikjaer-larsen, Gunnar jaschke (2022):reverse dynamic nuclear polarisation for indirect detection of nuclear spins close to unpaired electrons. Magnreson (Gott).2022 aug 10;3(2):161-168.
25-Soumya Bhattacharyya, Basudeb Dasgupta(2021): fast flavor depolarization of supernova neutrinos.Phys REV Lett.2021 feb 12;126(6):061302.
26-Xinvu Wang, Julian Landaw, Zhilin Qu(2024):Intracellular ion accumulation in the genesis of complex action potential dynamics under cardiac diseases. Phys Rev E.2024 Feb;109(2-1):024410.
27-Xueyong Wang, Murad Nawaz,…(2022): The role of action potential changes in depolarization-induced failure of excitation contraction coupling in mouse skeletal muscle.Elife.2022 Jan 5:11:e71588.
28-Yingyu Lu, Yongerchen,…(2023): Monotropien inhibits colitis associated cancer through VDR/JAK1/STAT1 regulation of macrophage polarization.

التوصيات الغذائية للمصابين بالسمنة المفرطة:
مقاربة تعتمد على الذكاء الاصطناعي

Dietary recommendations for the obese: An Artificial Intelligence Approach

هدى البحيصي [1]،

[1] جامعة بجاية، كلية العلوم الدقيقة

مختبر المعلوماتية الطبية والبيئات الذكية والديناميكية(LIMED)

(الجزائر)، **Houda.elbouhissi@gmail.com**

تاريخ الإرسال: 2025/03/15 تاريخ القبول:2025/05/24 تاريخ النشر: جوان/2025

ملخص:

تُستخدم أنظمة التوصية لتوفير عوامل (أفلام، موسيقى، مقالات، وصفات طعام، إلخ) مصممة خصيصًا لتناسب خيارات المستخدمين وهي قادرة على التقرب من اهتمامات المستخدم بمصدر معين تماشيا مع معلوماته الشخصية وما تم تتبعه من قبل مستخدمين آخرين مشابهين. في هذه الورقة البحثية، نقترح نظام توصية غذائية للأشخاص الذين يعانون من السمنة المفرطة. هذا النظام يعتمد أساسا على تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي وتقنية التصفية التعاونية، والتي تتمثل في إيجاد المعلومات التي تتماشى مع اختيارات المستخدم باستغلال تقديرات الأشخاص الآخرين. هدفنا هو اقتراح وصفات أو أطعمة للمستخدم الذي يعاني من السمنة أو زيادة الوزن كحمية غذائية، مع الأخذ بعين الاعتبار مؤشر كتلة الجسم وكذا السوابق الغذائية. بالإضافة إلى ذلك، نحن نقدم" نظام توصية صحي للسمنة"، وهو مكمل غذائي جديد يعتمد على المعرفة والمعلومات، مع دمج تقنيات التعلم الآلي مثل ك-أقرب جيران (KNN) k-nearest neighbors =، والتي يمكن استخدامها لتصنيف المستخدمين ومساعدتهم على البحث على الأطعمة ذات الصلة التي يتم تتبعها حسب السعرات الحرارية التي يتناولونها. على وجه الخصوص، نقوم بإنشاء برنامج HFR (Healthy Food Recommendation)، الذي نقدم فكرته العامة في هذا العمل، باستخدام بيانات وتحليلها، وأخيرًا الحصول على نتائج دقيقة وذات صلة. التقييم الأولي للبرنامج المقترح أظهر نتائج جيدة إلى حد ما، حيث بلغت دقة صحة المقترحات حوالي 75%.

الكلمات المفتاحية: البند، IMC، تعلم الآلة، KNN، SR، التصفية التعاونية، HFR، كاجل، الذكاء الاصطناعي.

المؤلف المرسل: هدى البحيصي ، الإيميل المهني: **Houda.elbouhissi@gmail.com**

Abstract :

Recommendation systems are used to provide items (movies, music, articles, recipes, etc.) designed to suit users' preferences. They can estimate a user's interest in a particular resource based on information and what has been tracked by another similar user. In this research paper, we are interested in developing a recommended system based on collaborative filtering, which consists in finding information that satisfies the user using other people's ratings. Our goal is to recommend recipes or foods that the user considers enjoyable for the user, and that are also dietary for obese or overweight people, considering their BMI as well as their dietary history. In addition, we are introducing Healthy Food Recommendation, a new dietary supplement based on knowledge and information, incorporating machine learning techniques such as KNN, which can be used to categorize users and help them find relevant foods that are tracked by their calorie intake. We implement Healthy Food Recommendation (HFR), whose general idea we present in this work, using two datasets, analyzing them, and finally obtaining accurate and relevant results. The evaluation of our system showed fairly good results, with an accuracy of 75%.

Keywords: Item ,IMC , Machine Learning, KNN, SR, Collaborative filtering, HFR, kaggel, Artificial intelligence.

المدخل Introduction

في العقد الأخير، تغّير نمط حياة السكان بشكل كامل. انتقلنا من تغذية صحية وعضوية إلى تغذية غير صحية وسريعة، بالإضافة إلى انخفاض النشاط للجنسين بسبب انتشار التكنولوجيا، حيث أصبح الناس أكثر فأكثر خمولاً، مما أدى إلى أضرار كبيرة على صحتنا.وفقًا لمنظمة الصحة العالمية، بحلول عام 2030، ستكون السمنة المفرطة من أصل 10 أسباب رئيسية مؤدية للوفاة [Who, 2025]. من الملاحظ أن السمنة قد وصلت إلى مستويات وبائية عديدة في الجزائر وحدها حيث تضاعف عدد الأشخاص المصابين بالسمنة منذ عام 2015.وفقًا لأحدث دراسة قامت بها منظمة الصحة العالمية، فإن معدل السمنة وزيادة الوزن وصل إلى 63.3% لدى النساء و48.3% لدى الرجال، كما أنها تنتشر لتطال الأطفال أيضًا. وبالتالي، في العالم، يبلغ عدد البالغين الذين يعانون من زيادة الوزن أكثر من 1.9 مليار شخص، منهم 650 مليونًا يعانون من السمنة.

تُعرَّف السمنة عادة بأنها زيادة غير طبيعية في محتوى الجسم من الدهون. ويرجع ذلك بشكل أساسي إلى سوء التعليم الغذائي [Fruh, 2017]، وتظل من بين العوامل التي تساهم في ظهور مرض السكري، وأمراض القلب والأوعية الدموية والشرايين، وسرطانات الكبد والثدي لدى النساء... إلخ .المعيار الدولي الحالي لقياس السمنة هو مؤشر كتلة الجسم (BMI) والذي يُحسب عن طريق قسمة الوزن (بالحجم

بالكيلوغرام) على مربع الطول (بالمتر). كما يمكن أن تسهم زيادة الوزن والسمنة في ظهور الاكتئاب والأمراض النفسية.

ومن أجل مواجهة تطور هذا المرض متعدد العوامل، ولتحقيق إدارة أفضل للحالة الصحة للأشخاص الذين يعانون من هذا المرض؛ أصبح من الضروري علاج زيادة الوزن والسمنة للحفاظ على صحة الأشخاص المعنيين. ولتحقيق ذلك، تم التفكير في تطوير أداة تمكن من تقديم توصيات يومية بوجبات على شكل وصفات مع تحديد القيمة الحرارية المناسبة لكل شخص.

أنظمة التوصيات تعددت استعمالاتها مؤخرا مع كثرة المعلومات والوسائط وشملت عدة مجالات منها الصحة، المواصلات، مواقع التواصل الاجتماعي و كذا مجالات أخرى [El Bouhissi et *al.*, 2023] . هذه الأنظمة هي أدوات تعتمد على الذكاء الاصطناعي وتحلل تفضيلات المستخدم وسلوكياته وبياناته لتقديم اقتراحات مخصصة [El Bouhissi, 2023].

كما أننا نشهد اليوم وباءً حقيقيًا من السمنة التي تؤثر على البالغين وكذلك الأطفال. نظرًا للعواقب والمضاعفات التي تسّببها هذه السمنة لهم، والوضع الاجتماعي الهش لبعض الأشخاص الذي لا يتيح لهم الوصول إلى متابعة مع أخصائي تغذية، قمنا بدراسة إمكانية تنفيذ تطبيق رقمي يمكن أن يساعد الأشخاص يوميًا علىاختيار النظام الغذائي المناسب وفقًا لحالتهم الصحية.

لاحظنا أن غالبية الأعمال القائمة على التوصية الغذائية تستخدم بشكل عام التصفية التعاونيةأولاً . والنهجان الآخران الأكثر شيوعًا هما النهج القائم على المحتوى والنهج الهجين. ومع ذلك، فإن استخدام تقنيات التصفية التعاونية يمكن أن يؤدي إلى مشكلة البداية الباردة للمستخدم، والتي يمكن أن تؤثر على المستخدمين الجدد، وكذلك العناصر الجديدة، حيث لا يمكن التوصية بهذه الأخيرة دون أن يتم تقييمها من قبل بعض المستخدمين.

بعد دراسة عدد من الأعمال الهامة في هذا المجال [Brink et *al.*, 2022] [BR et *al.*, 2024] [Halder et *al.*, 2024] [Johnson et *al.*, 2022] [Jung *and* Chung, 2016] [Rehman et *al.*, 2017] ، لاحظنا أن التصفية الأكثر استخداماً هي التصفية التعاونية، لأنها الأنسب في مجال توصيات الرعاية الصحية. لهذا السبب، قررنا استخدام التصفية التعاونية وتحسينها باستعمال تقنيات الذكاء الاصطناعي من أجل استيعابها في منهجنا المقترح للحصول على أفضل النتائج.

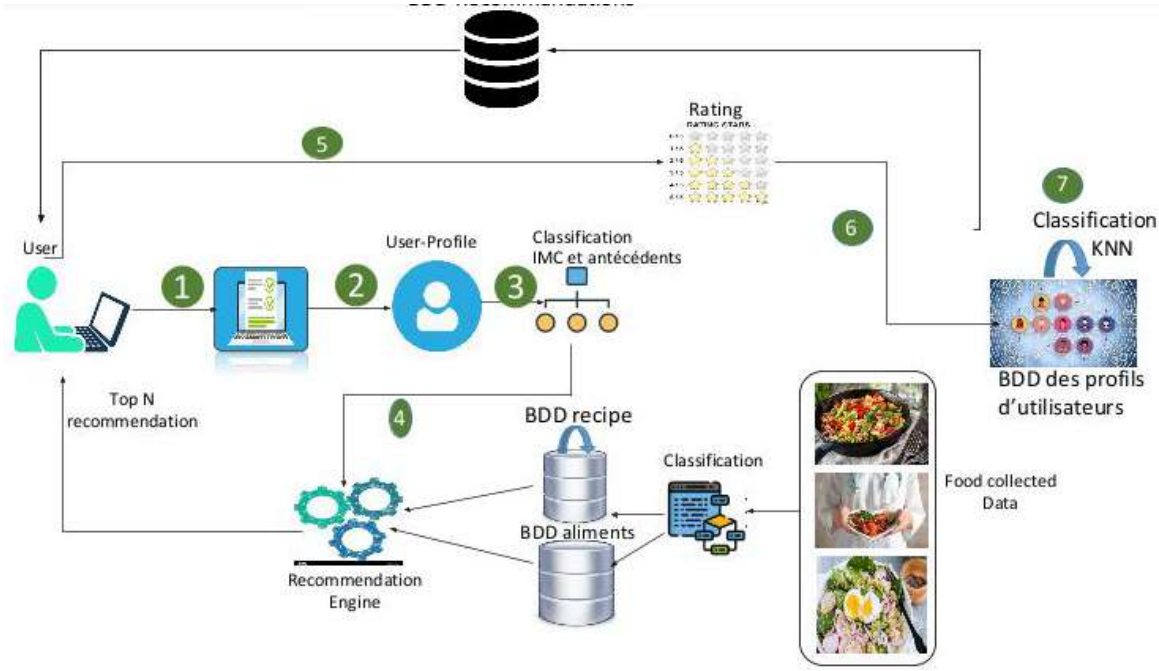
المساهمات التي يقدمها هذا البحث هي كاللاتي:

- اقتراح نموذج جديد للتوصية يعتمد على ملف المستخدم، تاريخه، والمحتوى (باستخدام النهج التعاوني) .
- استخدام معارف المستخدم لتسريع عملية التوصية. اقتراح أداة توفر متابعة للأشخاص الذين يعانون من زيادة الوزن والسمنة

سنقدم فيما يلي، النظام المقترح ومراحله بالتفصيل وكذا النتائج المتحصل عليها التي سيتم مناقشتها لإبراز أهمية النظام المقترح. وفي الأخير سنكمل هذه الورقة بخاتمة ملخصة.

المواد والطرائق Materials and Methodology

في هذا الفصل نقدم منهجنا لإنشاء نظام توصية متخصص في الرعاية الصحية، موضح في الشكل، لمساعدة الأشخاص الذين يعانون من زيادة الوزن و/أو السمنة على إدارة تغذيتهم بشكل أفضل في حياتهم اليومية باستخدام التصفية التعاونية المستندة إلى المستخدم.



الشكل 1: هندسة نظام التوصية المقترح

النظام المقترح يمر بعدة مراحل بداية من ادخال المعلومات الشخصية للمستخدم الى غاية التوصية ويعتمد على خوارزمية KNN لتجميع الملفات الشخصية الأكثر تشابه ًا، والوصفات الغذائية بناًء على سعراتها الحرارية.

فيما يلي، سنقدم مراحل النظام المقترح بالتفصيل.

- إنشاء الملف الشخصي للمستخدم: هذه المرحلة تعبر بوابة النظام وتحظى بأهمية خاصة. في هذه المرحلة، يتم إنشاء الملف الشخصي للمستخدم بمساعدة المعلومات المجمعة من نموذج التسجيل في المنصة الذي يحتوي على الاسم، واللقب، والعمر، والوزن، والطول، والتاريخ الطبي كبيانات صريحة وصحيحة، بالإضافة إلى مؤشر كتلة الجسم كبيانات ضمنية يتم حسابها مباشرة باستخدام

وزن وطول المستخدم. بعد إنشاء الملف، يتم تخزينه مباشرة في قاعدة بيانات المستخدمين، من أجل التوصية.

- البحث عن ملفات مشابهة: الخطوة الثانية تتعلق بالعثور على ملف مشابه لذلك الذي تم إنشاؤه في الخطوة السابقة، وذلك من خلال مقارنته بجميع الملفات المجاورة الموجودة في قاعدة البيانات استنادًا إلى حسابات التشابه. يتم ذلك بمساعدة التقييمات التي تم منحها بالفعل من قبل كل مستخدم للوصفات التي تم الاطلاع عليها سابقًا، وهذا يعني أن تقييمات المستخدمين تعتبر كتعليقات صريحة، والتقييم الضمني باستخدام الطابع الزمني الذي يمثل وقت الاطلاع على وصفة أو غذاء من قبل المستخدم، وكذلك مؤشرات كتلة الجسم الخاصة بهم وأمراضهم. هذه المرحلة تسمح بتوفير الوقت لإصدار النتائج مباشرة دون مواصلة المراحل المتبقية ويجعل التوصية أسرع من حيث البحث.

- التصنيف: التصنيف يعتبر واحد من تقنيات التعلم تحت الإشراف، التي تسمح بالتنبؤ بفئة النقاط المنفصلة التي تم تصنيفها مسبقًا بهدف تصنيفها في عدد معين من الفئات أو المجموعات. لهذا الغرض، انتقينا خوارزمية KNN كما هو موضح في الشكل [Halder et *al.*, 2024]، لأن البيانات كلها مصنفة. هذه الخوارزمية هي الأكثر ملاءمة لنموذجنا من حيث حجم مجموعة البيانات، ومن حيث الاستجابة لاحتياجاتنا. بالإضافة الى ذلك تعتبر من أبسط وأقوى خوارزميات التعلم الآلي تحت الإشراف.

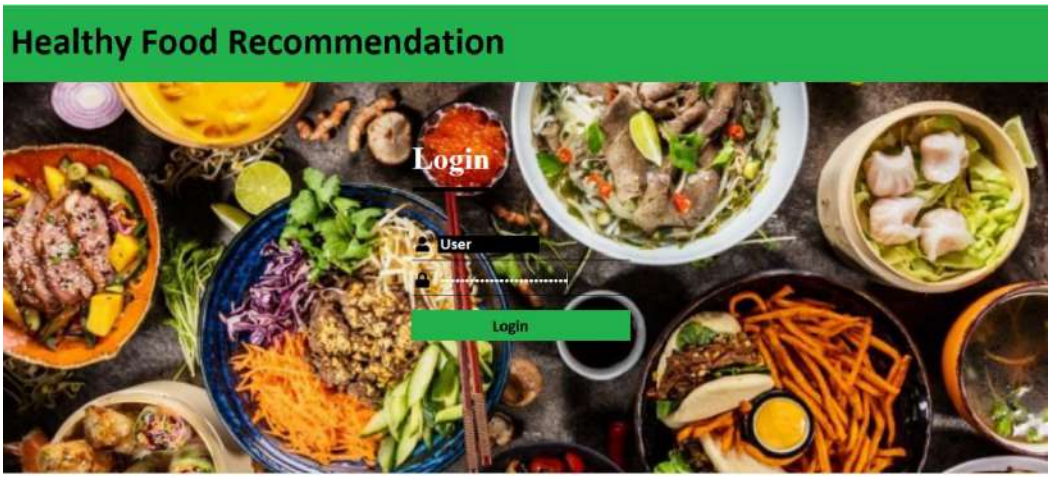
تقوم خوارزمية KNN بتطوير دالة تتنبأ بدقة بالمخرجات استنادًا إلى المتغيرات المدخلة (تلك التي تم إدخالها فعليا من قبل المستخدمين) ، من أجل تصنيف المستخدمين بناءً على مؤشر كتلة الجسم، والتاريخ المرضي، واختياراتهم. هذه الخطوة تسمح بتقليل مساحة الملفات الشخصية من خلال تجميعها. تستخدم هذه الطريقة بشكل أساسي من اجل إيجاد تشابه لمقارنة المستخدمين في فضاء الخصائص، وعدد الجيران الذي يؤثر على التصنيف. ان مرحلة التصنيف جد مهمة في تفعيل النظام المقترح حيث إنها تسمح بتوفير الوقت وتسريع عملية التوصية، وذلك من خلال تجميع المستخدمين الذين لديهم اهتمامات مشابهة في نفس المجموعات لتجنب مقارنة كل مستخدم جديد مع جميع المستخدمين في النظام. في الواقع، هناك عدة طرق لحساب التشابه بين متجهين، والطريقة التي اخترناها هي تشابه جيب التمام.

- التوصية: في البداية، يتلقى محرك التوصية معلومات مدخلة من ملف المستخدم، بما في ذلك مؤشر كتلة الجسم والأمراض، من أجل تصنيفه حسب أنواع السمنة، ثم يعيد له التوصيات المناسبة لهذه المعايير. يقوم المستخدم بتقييم الوصفة التي تم اقتراحها له. يتم تسجيل هذه الخطوة بعد ذلك

فـي قاعـدة بيانـات ملفـات المسـتخدمين، ثـم تُسـتخدم لحسـاب التشـابه بـين هـذا المسـتخدم مـع المستخدمين الذين تم تصنيفهم بالفعل من أجل إجراء تصنيف. بعد مقارنة الملف الجديد القادم مع الملفات المسجلة بالفعل، سيتم ربط المستخدم بملف آخر أو فئة تم الحكم عليها بأنها أقرب جار، باستخدام KNN وقياس تشابه جيب التمام. ستتدخل قاعدة بيانات التوصيات بعد ذلك من خلال تخصيص نفس التوصيات التي تم تعيينها مسبقاً لملفاته المماثلة. نظام التوصية سيقوم في النهاية بتوصية أطباق ووصفات صحية ومتوازنة بناءً على ما يناسبه بشكل أفضل.

النتائج

من أجل تفعيل التوصيات واقتراح الأطعمة الصحية والغذائية للمستخدمين، اعتمدنا التعلم تحت الإشراف حيث يتم إجراء عملية التصنيف على مجموعة المستخدمين ويمكن تصنيفهموفقاً لنوع السمنة لديهم. لإنشاء النظام المقترح، استخدمنا قاعدتي بيانات من أجل التوصية بوصفات كاملة وكذلك أطعمة غذائية متكاملة [Food and their calories, 2025] [Epicurious, 2025]. قاعدة البيانات الأولى عبارة عن مجموعة متنوعة من الأطعمة (حوالي 560) وسعراتها الحرارية حسب الحصة التي يتم حساب سعراتها الحرارية. أما القاعدة الثانية تضم بيانات الوصفات التي تحتوي على أكثر من 20,000 وصفة صحية، مع معلومات غذائية ومحتوى السعرات الحرارية والفئة المخصصة لها والمكونات.



الشكل 2: تطبيق الويب للنظام المقترح

الشكل 2 يمثل تطبيق واب للنظام المقترح بواجهة سهلة الاستعمال تسمح للمستخدم ادراج المعلومات الضرورية بكل سلاسة. هذا التطبيق تم انشاءه بلغة البرمجة بايثون و المكتبات المتوفرة لديها لتسهيل استخدام تقنيات تعلم الألة.

تبلغ نسبة الدقة 75% في التصنيف الثنائي. هذا يعني أن مصنف المستخدمين لدينا يقوم بعمل ممتاز في تحديد المستخدمين الذين يعانون من السمنة. لقد تمكنا من الحصول على توصيات غذائية مخصصة متبوعة بمعلومات لأي شخص يعاني من السمنة المفرطة أو زيادة الوزن.

باستخدام نظامنا، واستنادًا إلى معلومات كل مستخدم مثل مؤشر كتلة الجسم والتاريخ المرضي، بالإضافة إلى تفضيلاته باستخدام تقييمات المستخدمين.

المناقشة Discussion

لقد قمنا بعمليات مختلفة بطريقة عشوائية وقارنا النتائج المتحصل عليها مع أنظمة أخرى حديثة والنتائج كانت مقبولة لحد ما.

في حالة التصنيف المتعدد، يكون الأداء من حيث الدقة 89% والاستدعاء 83%، وبناءً على هذا الأخير، حصلنا على 83% من حيث المقياس المختار، وهو درجة F1. وهذا يعطي عموما دقة بنسبة 75%. هذه النتيجة مقبولة ومرضية لنموذج مع بيانات قليلة.

```
print("Accuracy du modele est :",accuracy)
```

```
Accuracy ( 75%  دقة النموذج هي:
```

وبالتالي، فإن هذا الأخير هو الأنسب لنموذجنا، حيث يعطي نتيجة دقيقة، وقبل كل شيء، جيدة لحد ما.

الخلاصة Conclusion

نتيجة لأنماط الحياة غير الصحية والإجهاد والعادات الغذائية غير الصحية، تتزايد مشكلة السمنة/زيادة الوزن في جميع أنحاء العالم. لذا، ومع ظهور التكنولوجيا وإضفاء الطابع الديمقراطي عليها، اخترنا حلًا رقميًا آليًا، لأن هناك حاجة إلى توفير مراقبة غذائية للمرضى الذين لن يحتاجوا إلى السفر أو إنفاق المال. يعتمد النهج المقترح على التوصية بالوصفات والأطعمة الصحية متبوعة بقيمها الحرارية، باستخدام مفاهيم أنظمة التوصية وقياسات التشابه وكذا مجموعة من المعطيات المأخوذة من موقع" كاجل". وقد أظهرت النتائج الأولية أن النظام المقترح يحقق دقة تصل إلى 75%، مع تحسن طفيف عن الأنظمة الحالية.

بالنسبة للعمل المستقبلي، سنعمل على تحسين نظامنا لاقتراح وصفات متوازنة لمرضى السرطان، حيث أن التغذية جزء لا يتجزأ من متابعتهم الطبية والعلاج الكيميائي.

Références:

BR, P., Kumari, D., Manikanta, B., Chandana, A. P., & Aditya, Y. L. S. (2024). Personalized Diet Recommendation System Using Machine Learning. Phani and Aditya, YLS, Personalized Diet Recommendation System Using Machine Learning (February 02, 2024).

Brink, S. M., Wortelboer, H. M., Emmelot, C. H., Visscher, T. L. S., & van Wietmarschen, H. A. (2022). Developing a Personalized Integrative Obesity-Coaching Program: A Systems Health Perspective. International journal of environmental research and public health, 19(2), 882. https://doi.org/10.3390/ijerph19020882.

El Bouhissi, H. (2023). Recommendation Systems. In Encyclopedia of Data Science and Machine Learning (pp. 2839-2855). IGI Global.

El Bouhissi, H., Adel, M., Ketam, A., & Salem, A. B. M. (2021, March). Towards an Efficient Knowledge-based Recommendation System. In IntelITSIS (pp. 38-49).

Epicurious : recipes with rating and nutrition. https://www.kaggle.com/datasets/hugodarwood/epirecipes. Last access January 2025.

Food and their calories : https://www.kaggle.com/datasets/vaishnavivenkatesan/food-and-their-calories. Last access January 2025.

Fruh S. M. (2017). Obesity: Risk factors, complications, and strategies for sustainable long-term weight management. Journal of the American Association of Nurse Practitioners, 29(S1), S3–S14. https://doi.org/10.1002/2327-6924.12510.

Halder, R. K., Uddin, M. N., Uddin, M. A., Aryal, S., & Khraisat, A. (2024). Enhancing K-nearest neighbor algorithm: a comprehensive review and performance analysis of modifications. *Journal of Big Data*, *11*(1), 113.

Johnson, V. R., Washington, T. B., Chhabria, S., Wang, E. H. C., Czepiel, K., Reyes, K. J. C., & Stanford, F. C. (2022). Food as medicine for obesity treatment and management. Clinical therapeutics, 44(5), 671-681.

Jung, H., & Chung, K. (2016). Knowledge-based dietary nutrition recommendation for obese management. *Information Technology and Management*, *17*, 29-42.

Leipold, N., Madenach, M., Schäfer, H., Lurz, M., Terzimehic, N., Groh, G., Böhm, M., Gedrich, K., & Krcmar, H. (2018). Nutrilize a Personalized Nutrition Recommender System: an Enable Study. HealthRecSys@RecSys.

Rehman, F., Khalid, O., Bilal, K., & Madani, S. A. (2017). Diet-right: A smart food recommendation system. KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS), 11(6), 2910-2925.

WHO: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight. Last access February 2025.

بناء أساس متعامد باستخدام خوارزمية "غرام شميدت" ومقارنته مع ادامز مولتن بالنسبة لبلدية أولاد فايت-الجزائر

Constructing An Orthogonal Foundation Using The Gram-Schmidt Algorithm And Comparing It With Adams-Molten For The Municipality Of Ouled Fayet, Algeria

أبو يوسف يوسف [1]، الكرد كوثر [2]،

[1] قسم الجغرافيا والتخطيط العمراني جامعة هواري بومدين للعلوم والتكنولوجيا (الجزائر)، y.abouyoucef@univ-alger.dz

[2] جامعة الجزائر1، قسم علوم المواد (الجزائر)، k.elkourd@univ-alger.dz

تاريخ الإرسال: 2025/03/23 تاريخ القبول: 2025/05/17 تاريخ النشر: 2025/06/30

الملخـص:

تبحث الدراسة على كشف التغيرات الجغرافية باختلاف الأزمنة وذلك باستخدام خوارزمية جرام-شميدتهي طريقة تُستخدم لإنشاء أساس متعامد من أساس عشوائي في فضاء جداء داخلي ذي بُعد . عند إعطاء أي أساس لفضاء جداء داخلي ، تقوم الخوارزمية بتوليد أساس متعامد من خلال الإسقاط المتتابع وطرح المركبات الموازية للعناصر المختارة سابقًا. علاوة على ذلك، يكشف تحليل الصور عن تباينات في توزيع الألوان، مما يشير الى التغيرات التي لا ترتبط بالضرورة بالتوسع العمراني .اما بالنسبة لطريقة ادامز فهي تعتمد على التدرجات الطيفية والتغيرات الزمنية، مما يجعلها أكثر حساسية للتغيرات في الإضاءة والتقلبات الطيفية .

وكخلاصة فان هذه النتائج تؤكد على أهمية الطرق الرقمية في اظهار وتحليل الصور الفضائية بشكل دقيق وسريع باستعمال برنامج ماتلاب . وعليه ينبغي أن تركز الدراسات المستقبلية على تحسين ظروف التحضير واستخدام تقنيات حسابية متقدمة أخرى للوصول الى ما هو ادق في وقت قياسي.

الكلمات المفتاحية: متجهي فضاء ، داخلي جداء، متعامد أساس، خوارزمية، شميدت غرام عددي إسقاط، استقرار.

المؤلف المرسل: أبو يوسف يوسف ، الإيميل المهني: y.abouyoucef@univ-alger.dz

Abstract:

The study aims to uncover geographical changes over time using the Gram-Schmidt algorithm, a method employed to create an orthogonal basis from a random basis in an inner product space of dimension. Given any basis for an inner product space, the algorithm generates an orthogonal basis through successive projection and subtraction of components parallel to previously selected elements. Additionally, image analysis reveals variations in color distribution, indicating changes unrelated to urban expansion. As for the Adams method, it relies on spectral gradients and temporal changes, making it more sensitive to lighting variations and spectral fluctuations.

In conclusion, these results underscore the importance of digital methods in accurately and swiftly displaying and analyzing satellite images using MATLAB. Therefore, future studies should focus on improving preparation conditions and employing other advanced computational techniques to achieve greater accuracy on time.

Keywords: Gram-Schmidt, algorithm, orthogonal basis, inner product, vector space, projection, numerical stability.

I. المدخل **Introduction**:

تشهد البلديات الحضرية في الجزائر تحولات ديناميكية تحت تأثير النمو الديموغرافي المتسارع والتحضر العفوي، مما يعيد رسم الحدود التقليدية بين المناطق الريفية والحضرية. تطرح هذه التوسعات تحديات كبيرة في مجال التخطيط الحضري، والإدارة المكانية، وتحسين البنية التحتية من خلال نماذج رياضية دقيقة.وتُعد بلدية أولاد فايت مثالًا واضحًا على هذا الظاهرة، حيث تُبرز الحاجة إلى اتباع مناهج تحليلية تعتمد على أدوات رياضية لتقييم اتجاهات النمو الحضري وتحديد مناطق التركيز الديموغرافي. ومن هذا المنطلق، يصبح تطبيق النماذج الرياضية المتقدمة أمرًا ضروريًا للتحكم في ديناميكيات التوسع الحضري وضمان تخطيط مستدام[cartonumerique.blogspot.com] .

II. المواد و الطرائق **Materials and methods**

1.2. الإشكالية :

إلى أي مدى تُتيح المنهجية الرياضية القائمة على مفهوم التعامدية (Orthogonality) تحديدًا دقيقًا لمناطق النمو الديموغرافي السريع وتحليل الديناميكيات الحضرية في بلدية معينة، مقارنةً بنماذج رياضية أخرى؟ وما مدى فعالية هذا النهج في تحليل الاتجاهات الديموغرافية والحضرية، مع ضمان سرعة المعالجة ودقة تحديد النتائج التي يتم إنتاجها رياضيًا؟

2.2.اختيار بلدية أولاد فايت يستند إلى الخصائص التالية [[[cartonumerique.blogspot.com] [hindawi.com] [P Aubin]

1.2.2 موقعها الجغرافي :

تُعتبر أولاد فايت مدينة محيطية ضمن تجمع الجزائر العاصمة، مما جعلها ملاذًا لاستيعاب فائض السكان القادمين من وسط الجزائر العاصمة .

2.2.2 . مميزاتها :

تتمتع بموقع ملائم للتوسع الحضري، إضافة إلى شبكة طرق كثيفة تخدمها بشكل جيد، وهما عاملان رئيسيان يُساهمان في تعزيز الامتداد العمراني .

3.2.2 .إقليم أولاد فايت :

كان في الأصل منطقة شبه ريفية ذات طابع زراعي، لكنه فقد قيمته الزراعية نتيجة تنفيذ مشاريع عمرانية وسكنية مختلفة، ما أدى إلى تحوله إلى مدينة حضرية .

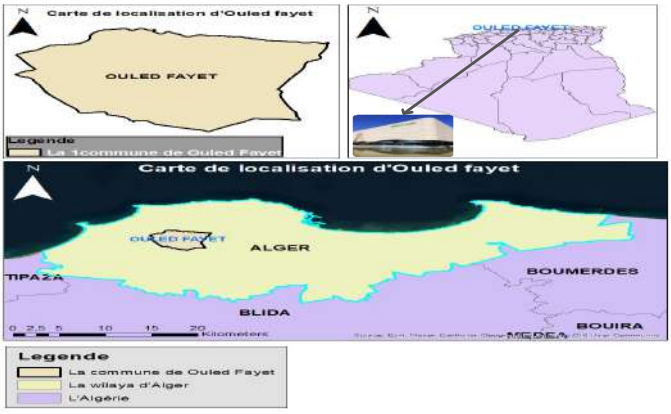
3.2. الموقع الجغرافي لبلدية أولاد فايت :

تُعد أولاد فايت إحدى بلديات ولاية الجزائر، وتقع في الضاحية الغربية للعاصمة الجزائر، على بُعد حوالي 19 كيلومترًا جنوب غرب وسط المدينة. تتمركز عند خط عرض 36°43' شمالًا وخط طول 2°56' شرقًا. تبلغ مساحتها حوالي 18.21 كم²ويُقدر عدد سكانها، وفقًا للإحصاء العام للسكان والإسكان (RGPH) لعام 2008، بنحو 27,593 نسمة .شكل1.

-خط العرض والطول: 36°43' شمالًا و2°56'شرقًا .

-الارتفاع عن مستوى سطح البحر: يتراوح بين 90 و180 مترًا .

- المساحة: حوالي 18.21 كم².



الشكل1. الموقع الجغرافي لبلدية أولاد فايت بالنسبة لولاية الجزائر العاصمة :[[cartonumerique.blogspot.com - hindawi.com - P. Aubin]

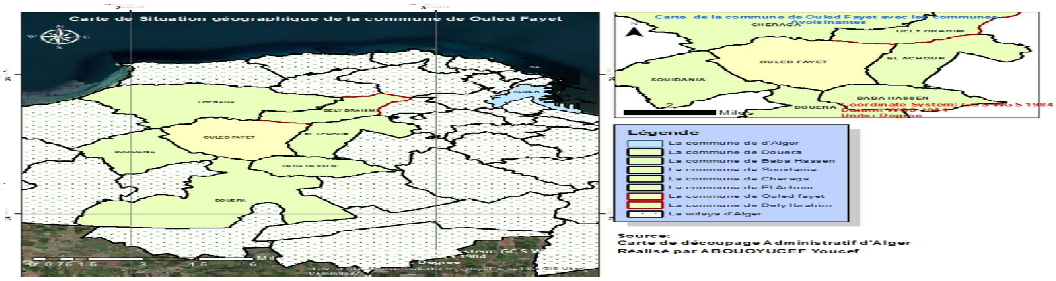
4.2.الحدود الإدارية لبلدية أولاد فايت بالنسبة للبلديات المجاورة: شكل2

-من الشمال : تحدها بلديتا الشراقة ودالي إبراهيم .

-من الشرق : تحدها بلدية العاشور .

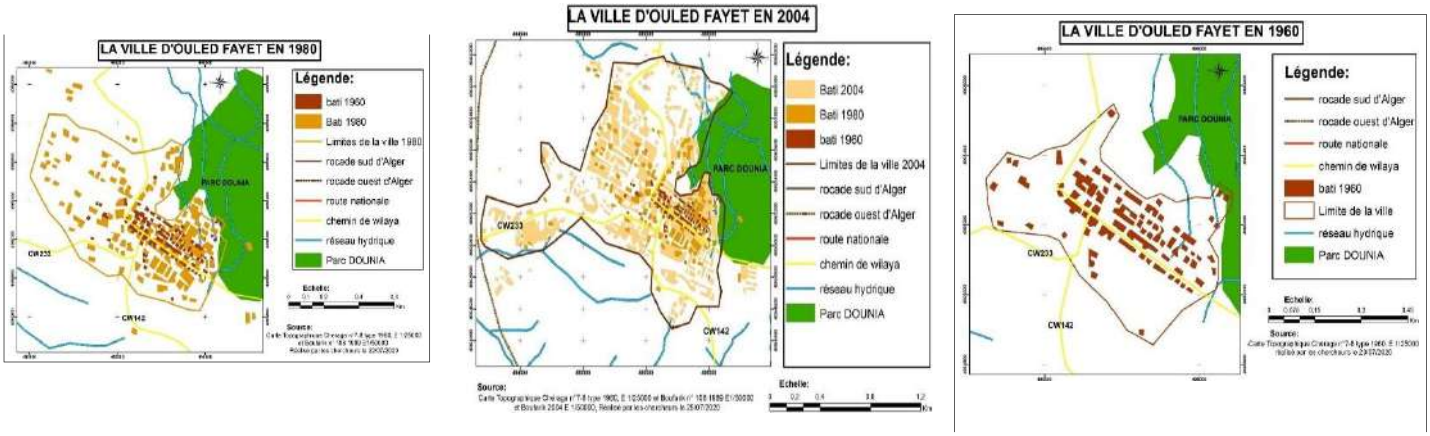
-من الغرب : تحدها بلدية سويدانية .

-من الجنوب : تحدها بلديتا دويرة وبابا حسن.

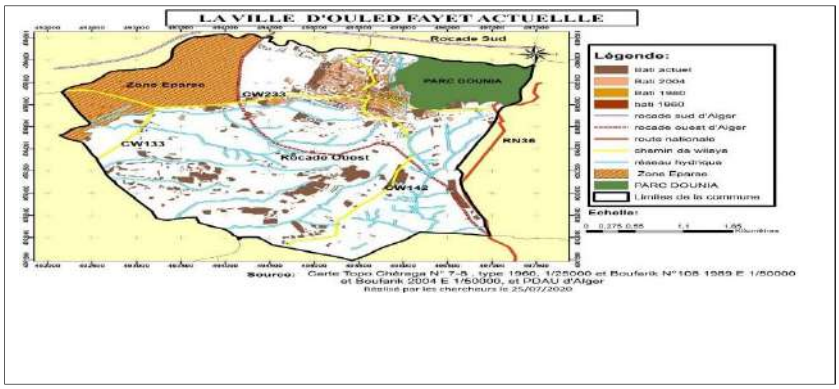


شكل2. الحدود الإدارية لبلدية أولاد فايت بالنسبة للبلديات المجاورة. :[hindawi.com - P. Aubin - cartonumerique.blogspot.com]

5.2. التاريخ الديموغرافي للبلدية فيما يتعلق بالتطور السكاني الشكل3 يمثل بلدية أولاد فايت لمختلف



الازمنة



شكل3.بلدية أولاد فايت في مختلف الأزمنة.[cartonumerique.blogspot.com]

4.2. الدراسة النظرية للطرق الرياضية:

4.2. 1. طريقة آدامز -مولتون:(Adams–Moulton Method)

يتناول هذا القسم طريقة **آدامز -مولتون** من الدرجة الثانية كما وردت في المرجع I[(CHELAB)] وهي من الشكل:

$$y_{n+1} = y_n + 2*h * f_n + 2*h \ f(x_{n+1}, y_{n+1}) \qquad (1)$$

اين h : تمثل الخطوة

$f(x_{n+1},y_{n+1})$: تمثل المعادلة المشتقة عند النقطة n+1

f_n : تمثل المشتقة عند النقطة n

III. صور الاقمار الصناعية:

استخدام صور الأقمار الصناعية من Landsat و USGS [hindawi.com] [P. Aubin] [cartonumerique.blogspot.com]

Google Earth Proوتطبيق المعادلات الرياضية في التحليل الدقيق للنمو العمراني والديمغرافي، مع الاستعانة بتقنيات الكشف الحديثة عن بُعد :

تم استخدام صور الأقمار الصناعية الواردة من مصادر مثل«Landsat ، وUSGS، و Google Earth Pro »لدراسة التوسع العمراني والنمو الديمغرافي في المناطق الحضرية. ومن خلال تطبيق معادلات رياضية متقدمة، تم تحليل البيانات المُجمعة بدقة لتحديد اتجاهات النمو وتوزيع السكان بشكل موضوعي .

بفضل تقنيات الاستشعار عن بُعد، تم الحصول على معلومات تفصيلية حول التغيرات في استخدام الأراضي والمناطق المشغولة، مما ساهم في توجيه سياسات التخطيط العمراني بما يتماشى مع التوجهات المستقبلية المتوقعة. وقد ساعدت هذه الأدوات على اتخاذ قرارات مستنيرة تهدف إلى تحسين استخدام الفضاء العمراني وتطوير البنية التحتية .

1.3.عتبة آدامز (0.45) :Adams threshold

fig.a. Original image 1

fig.b.Original image 2

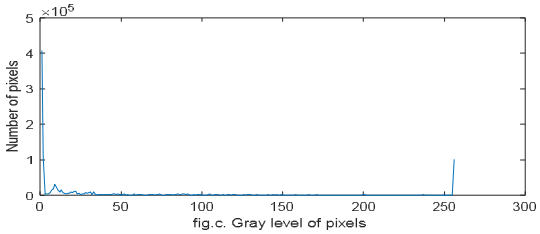


fig.c. Gray level of pixels

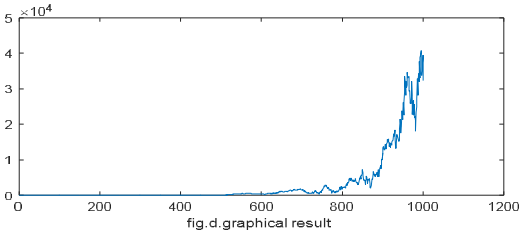


fig.d.graphical result

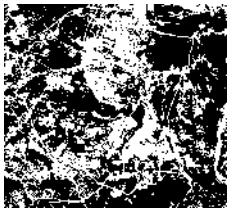


fig.e.Binary detection of adams

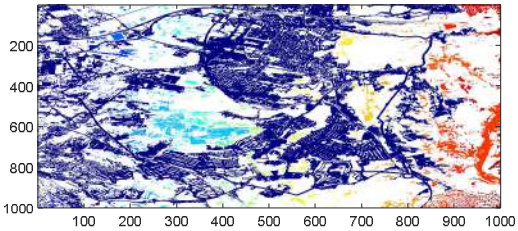


fig.f.Detection in RGB adams

شكل4.نتائج فحص التغيير الزمني لبلدية أولاد فايت باستعمال طريقة ادامز مولتن باستعمال الإشارة الطيفية وعلى الصورة الثانية من خلال الابض والأسود او بالألوان

2.3.تقريب متعددات الحدود المتعامدة باستخدام طريقة غرام- شميت (method of Orthogonal with Gram Smith) :

من الناحية الرياضية، تعني التعامدية (orthogonal) التعمّد، أي تكوين زاوية قائمة. على سبيل المثال، فإن مجموعة المتجهات (x, y, z) في الفضاء ثلاثي الأبعاد تعتبر متعامدة .

يمكن تأطير مفهوم التعامدية بشكل رياضي فيما يتعلق بالمتجهات على النحو التالي:

$$x*y=0;\ x*z=0;\ y*z=0 \qquad (2)$$

أي أن حاصل الضرب النقطي (dot product) لمتجهين متعامدين يساوي صفرًا. في الواقع، تعتبر مجموعة المتجهات(x, y, z) مجموعة متعامدة. وإذا كانت (x, y, z) جميعها متجهات وحدة (unit vectors)، فإن المجموعة (x, y, z)تُسمى مجموعة متجهات متعامدة وموحدة (orthonormal set of vectors).

المتجهات المتعامدة هي خطياً مستقلة(linearly independent) ، ولذلك فإن المجموعة (x, y, z) تمتد لتُغطي فضاء ثلاثي الأبعاد D space [P. Aubin] . بالتالي، يمكن تمثيل أي نقطة في الفضاء من حيث مركباتها في الاتجاهات (x, y, z) أو حتى من حيث المركبات في اتجاهات أي ثلاث متجهات متعامدة). بهذه الطريقة، تُشكّل المجموعة (x, y, z) أساسًا (basis) للفضاء ثلاثي الأبعاد .

3.3. متعددات الحدود المتعامدة:(Orthogonal Polynomials)

مجموعة متعددات الحدود المتعامدة هي متتالية غير منتهية من متعددات الحدود:

$$p_0(x),\ p_1(x),\ p_2(x),\ldots\ p_n(x)$$

حيث إن $p_n(x)$ هو متعدد حدود من الدرجة (n)، وأي حدين من مجموعة متعددات الحدود هذه يكونان متعامدين مع بعضهما البعض، أي أن:

$$\int_a^b f_i(x) f_j(x) dx = 0, for\ i \neq j \qquad (3)$$

تكون مجموعة متعددات الحدود متعامدة واحادية إذا:

$$\int_a^b f_i(x) f_j(x) dx = \partial_ij \qquad (4)$$

المجال [a, b] يُسمّى مجال التعامد(interval of orthogonality) ، وقد يكون غير محدود عند أحد طرفيه أو كليهما .

أي متتالية غير منتهية من كثيرات الحدود{p_n} ، بحيث تكون (p_n) من الدرجة(n) ، تُشكّل أساسًا للفضاء الشعاعي غير المنتهي الأبعاد لجميع كثيرات الحدود. يمكن تحويل مثل هذه المتتالية إلى أساس متعامد باستخدام عملية غرام-شميدت (Gram-Schmidt) أو عملية التعامد، من خلال إسقاط المكونات الخاصة بكل كثير حدود والتي تكون متعامدة على كثيرات الحدود المختارة بالفعل [CHELAB.2020]

4.3. أساس غرام-شميدت :(Gram-Schmidt Basis)

في أي فضاء جداء داخلي(inner product space) ، يمكننا اختيار الأساس المناسب للعمل فيه. في كثير من الأحيان، يُسهّل العمل في أساس متعامد بشكل كبير عمليات الحساب .

فعلى سبيل المثال، إذا كانت S = {v1, v2, . . ., vn} :

تمثل أ ساسًا متعامدًا لفضاء جداء داخلي (V)، فإنه من السهل التعبير عن أي متجه (w in V) كمزيج خطي من المتجهات في (S):

$$w = \frac{\langle w,v1\rangle}{\|v1\|^2}v1 + \frac{\langle w,v2\rangle}{\|v2\|^2}v2 + .. + \frac{\langle w,vn\rangle}{\|vn\|^2}vn \qquad (5)$$

مع إعطاء أساس {u1, u2,. , un}لفضاء منتج داخلي-n بعد V ، تقوم خوارزمية Gram Schmidtببناء أساس متعامد {v1, v2,., vn} لـ:V

Step1 :v1 = u1

Step2: Let v2=u2-proj$_{w1}$ u2=u2-$\frac{\langle u2,v1\rangle}{\|v1\|^2}v1$ (6)

حيث: w1 هو الفضاء الممتد بواسطة v1، و projw1u2 هو الإسقاط المتعامد لـ u2 على w1.

Step3: Let v3= u3- u3-proj$_{w2}$

u3=u3-$\frac{\langle u3,v1\rangle}{\|v1\|^2}v1 - \frac{\langle u3,v2\rangle}{\|v2\|^2}v2,$ (7)

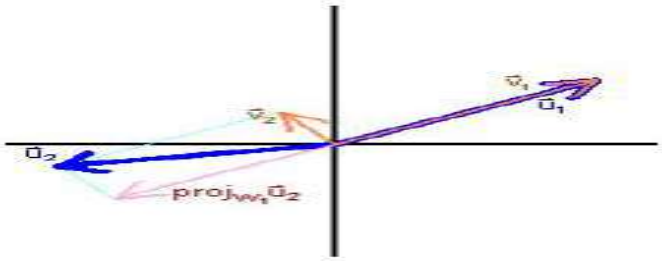
حيث w2 هي المساحة الممتدة بواسطة v1و v2.

Step4: Let v4=u4-proj$_{w3}$.

u4=u4-$\frac{\langle u4,v1\rangle}{\|v1\|^2}v1 - \frac{\langle u4,v2\rangle}{\|v2\|^2}v2 - \frac{\langle u4,v3\rangle}{\|v3\|^2}v3,$ (8)

حيث w3 المساحة الممتدة بواسطة v1 و v2 و v3.

واصل هذه العملية حتى vn. المجموعة المتعامدة المتعامدة {v1, v2, v3.... vn} تتكون من n متجهات مترابطة خطيًا في V وبالتالي تشكل أساسًا متعامدًا لـ V. شكل5



شكل5 .الأساس المتعامد.[CHELAB.2020]

أساس كثيرات الحدود المتعامدة لطريقة جرام-شميت

لتكن (P) و (Q) كثيرتا حدود.نُعرِّف الجداء القياسي على النحو التالي:

$$\langle P,Q\rangle = \int_a^b p(x)Q(x)w(x)dx \qquad (9)$$

حيث :

w، x هي دالة الوزن (Weight Function) المعرفة على المجال [a, b].

يقال إن متعددي حدود من الدرجة m و n على التوالي هما متعامدتان إذا تحقق الشرط التالي:

$$\langle p_m(x), p_n(x)\rangle = 0 \; si \; m \neq n \qquad (10)$$

يمكننا أن نُبيِّن أنه توجد سلسلة من كثيرات الحدود (p0, p1, p2,) من درجة أقل من أو تساوي (k) بحيث:

$$p_n(x) = x^n + p_{n-1}(x) \qquad (11)$$

$$\langle p_n, p_m\rangle = 0 \; , pour \; m \leq n-1$$

تُحقق كثيرات الحدود (p_n) علاقة التكرار إذا:

$$p_n(x) = (x - a_n)p_{n-1} - b_n p_{n-2}(x), pour \; n \geq 2$$

حيث :

$$p_o(x) = 1$$

$$a_n = \frac{\langle x p_{n-1}, p_{n-1}\rangle}{\|p_{n-1}\|^2_2} \qquad (12)$$

$$b_n(x) = \frac{\langle x p_{n-1}, p_{n-2}\rangle}{\|p_{n-2}\|^2_2} \qquad (13)$$

هي عملية (schmidt) لمجموعة متعددة الحدود المتعامدة من الدرجة الأقل أو المساوية لـ (n) :

$$p_o(x) = 1 \; ; \; p_1(x) = (x - a_1) \; ; w(1) = 1 \qquad (14)$$

$$p_i(x) = (x - a_i)p_{i-1}(x) - b_i p_{i-2}(x) \qquad (15)$$

$$i = 2,3, \ldots . k$$

$p(x)=\sum_{i=0}^{k} a_i A_i(x)$

$$\widetilde{p(x)} = \widetilde{a_o}\, p_o(x) + \widetilde{a_1}\,(x)p_o(x) \ldots \ldots + \widetilde{a_k}\,(x)p_k(x) \qquad (16)$$

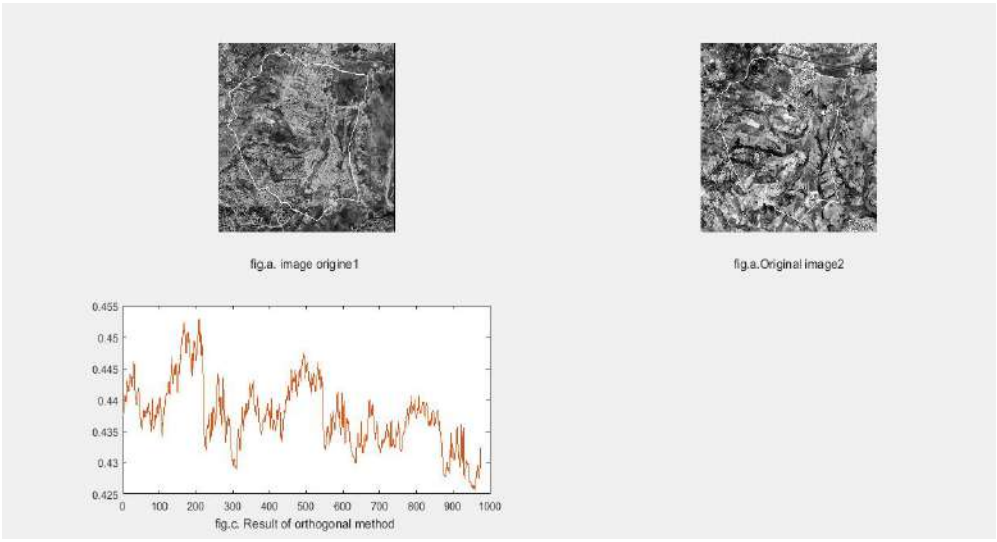
Where: $\widetilde{a_i} = \frac{\sum_{r=0}^{n} w_r f(x_r) p_i(x_r)}{\sum_{r=0}^{n} w_r p_i^2(x_r)}$

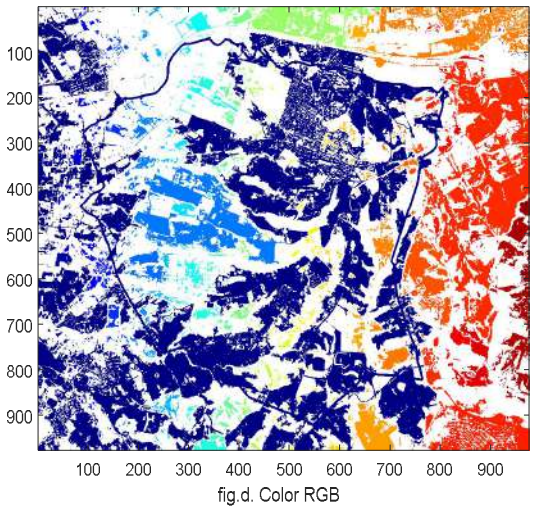
IV. النتائج

عتبة آدامز: 0.45

من خلال الشكل 6 فيمكن ملاحظة التغيير الزمني لبلدية أولاد فايت باستعمال طريقة غرام سميث ، باستعمال التدرج الطيفية وعلى و من خلال اللون الابض والأسود و بالألوان.

```
p0 =

     1

Elapsed time is 5.084555 seconds.

percenth =

  100.0000
```





الشكل6.نتائج فحص التغيير الزمني لبلدية أولاد فايت باستعمال طريقة غرام سميث ، باستعمال التدرج الطيفية وعلى و من خلال اللون الابض والأسود و بالألوان

1.4. مقارنة بين طريقة التعامدية وطريقة آدامز في تحليل التطور العمراني :

1. لمحة عن الطريقتين:

-طريقة التعامدية: تعتمد هذه الطريقة على تحليل رياضي قائم على مفهوم التعامدية، مما يسمح بفصل التغيرات الهيكلية بدقة وتقليل التشويش (الضوضاء) في البيانات .

-طريقة آدامز: تُستخدم هذه الطريقة بشكل أساسي لاستخراج المعلومات من الصور الفضائية، حيث تعتمد على التدرجات الطيفية والتغيرات الزمنية، مما يجعلها أكثر حساسية للتغيرات في الإضاءة والتقلبات الطيفية .

2. تحليل نتائج الطريقتين استنادًا إلى المنحنى :

نتائج طريقة التعامدية :

-المنحنى الناتج باستخدام هذه الطريقة أكثر استقرارًا، حيث تتراوح القيم بين 0.425 و0.455، مما يدل على استخراج دقيق للتغيرات الفعلية دون أن يتأثر بشكل كبير بالتشويش بدقة 100%.

-تعكس التقلبات في المنحنى المناطق التي شهدت تطورًا عمرانيًا ملحوظًا، وليس مجرد تغييرات في الغطاء النباتي أو الإضاءة .

-توفر هذه الطريقة تمييزًا أفضل بين التحولات الطبوغرافية والتغيرات العمرانية الفعلية .

نتائج طريقة آدامز :

تُظهر هذه الطريقة حساسية مفرطة للتغيرات الطيفية، مما يجعلها عرضة للتأثر بالتغيرات في الإضاءة والتأثيرات الموسمية، ما قد يؤدي إلى تفسير خاطئ للتغيرات الطبيعية على أنها تطور عمراني .

- يظهر المنحنى الناتج عن هذه الطريقة بشكل أكثر اضطرابًا، مما يشير إلى زيادة مستوى التشويش أو التغيرات التي لا ترتبط بالضرورة بالتوسع العمراني .

-في بعض المناطق، قد يتم تضخيم التغيرات الطيفية دون أن تعكس بالضرورة زيادة فعلية في التوسع العمراني .

V. الخلاصة conlution :

بعد التطبيق الرياضي على الصور خلال مرحلتين زمنيتين وهما ادام مولتن وطريقة الاعمدة لغرام سميث ، ووفقًا للمنحنى ونتائج الصور المُحللة، اظهرت طريقة التعامدية نتائج أكثر دقة وموثوقية في تحديد التطور العمراني الفعلي بين 2005 و2025 مقارنةً بطريقة آدامز. وعليه ينصح باستكمال استعمال طريقة الاعمدة وتطبيقها على صور متعددة.

وأخيرا وفي المستقبل ندعو الى مقارنة طريقة جرام سميث مع طرق الشبكية للوصول الى نتائج ادق في وقت مثالي.

References

Sites internet :

Aubin.P.1990. *Fuzzy differential inclusions, Problems of Control and Information Theory*, vol. 19, no. 1, pp. 55–67 .

Aubin.P, 1990.A survey of viability theory, *SIAM Journal on Control and Optimization*, vol. 28, no. 4, pp. 749–788.

Berkanr.A and Laallam.Z.2021. *Diagnosis of impurities on Materials Using Numerical Analysis Methods (chebychev & newton methods)*. Memory. University Alger 1.p. 85.

Colombo.G and Křivan.V.1992. Fuzzy differential inclusions and nonprobabilistic likelihood, *Dynamic Systems and Applications*, vol. 1, no. 4, pp. 419–439.

Colombo.G and Křivan.V.1992. Fuzzy differential inclusions and nonprobabilistic likelihood, *Dynamic Systems and Applications*, vol. 1, no. 4, pp. 419–439.

Francisca Cánovas Orvay, M. T. 2012. *Adams Methods: Implementation As Predictor-Corrector Methods.*

Kloeden.E.P . 1991. Remarks on Peano-like theorems for fuzzy differential equations, *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 44, no. 1, pp. 161–163.

https://cartonumerique.blogspot.com/p/imagerie-satellitaire.html?m=0.[consulted]

https://www.hindawi.com/journals/mpe/2013/312328/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=HDW_MRKT_GBL_SUB_ADWO_PAI_DYNA_SPEC_X_X0000_June2021&gclid=EAIaIQobChMIrYbel93Y-QIVuIxoCR2XkQ-KEAAYASAAEgKe1PD_BwE. [consulted]

Memories and Thesis :

CHELABI. O**,** 2020 *, l'interaction entre l'etalement urbain et le reseaude transport cas d'etude de la ville d'ouled fayeT* . master, université des sciences et de la technologie Houari Boumediene.

RAHMANI a.w ,2017,*le plan d'occupation des sols (p.o.s) entre theorie et pratique cas d'etude : pos (au 13) ouled fayet-alger* , master , universite saad dahled – blida institue d'architecture et d'urbanisme.

Official documents :

APC : Assemblée populaire communal.
DHW : Direction d'habitat de la wilaya d'Alger.
Monographie de la commune d'Ouled Fayet 2011, établie par le service statistique.
ONS : office national des statistiques.
PDAU : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme d'Alger 2016.
POS : Plan d'occupation du sol U113 Ouled Fayet 2010.
RGPH : Recensement général de la population et de l'habitat 2008.

دراسة تحليلية و رقمية لتأثير التدفق التذبذبي على الحرارة وانتقال الكتلة

Analytical And Numerical Study Of The Effect Of Oscillatory Flow On Heat And Mass Transfer

محمد دغموم [1]، مراد مدرس [2]، مليكة احدان [3] ، عبد الرحمان غزال[4]

[1] جامعة محمد بوقرة ، بومرداس (الجزائر)، Deghmoum.mohamed@sonatrach.dz

[2] مختبر السوائل الصناعية والقياسات والتطبيقات UDBKM (FIMA) ، عين الدفلى (الجزائر)، mourad.moderres@univ-dbkm.dz

[3] جامعة التكنولوجيا والعلوم هواري بومدين ، مختبر ميكانيكا الموائع النظرية والتطبيقية (الجزائر)، mihdene@yahoo.fr

[4] جامعة التكنولوجيا والعلوم هواري بومدين (الجزائر)، aghezal@usthb.dz

تاريخ الإرسال: 2025/03/23 تاريخ القبول:2025/06/01 تاريخ النشر: 205/06/30

الملخص:

نقدم في هذا العمل دراسة تحليلية مقترنة بحل رقمي للمعادلات التي تحكم التدفقات من النوع التذبذبي. مكنت الدراسة التحليلية من استخلاص تعبيرات تصف المجالات الديناميكية والحرارية لتدفق تذبذبي في مساحة حلقية. تعتمد الدراسة العددية على طريقة الفروق المحدودة باستخدام مخطط ضمني بالكامل.

الكلمات المفتاحية: التدفق المتذبذب، عمليات النقل الحراري،الفروق المحددة، الحقل الحراري .

Abstract:

We present in this work an analytical study coupled with a numerical resolution of the equations governing oscillatory-type flows. The analytical study enabled the derivation of expressions that describe the dynamic and thermal fields of an oscillatory flow in an annular space. The numerical study is based on the finite difference method, utilizing a fully implicit scheme.

Keywords: Oscillating flow, thermal transfers, finite differences, thermal field.

المؤلف المرسل: مراد مدرس ، الإيميل المهني: mohamed@sonatrach.dz

1.مدخل (Introduction)

تمت دراسة مشكلة انتقال الحرارة في التدفقات التذبذبية في العديد من المجالات نظرًا لتواجدها في الظواهر الطبيعية وتطبيقاتها الصناعية المختلفة. نذكرعلى سبيل المثال محركات ستيرلينغ، والمبادلات الحرارية، ونقل منتجات الطاقة، وتكرير النفط، وكذلك في المجال الطبي، وخاصة علاج الأوعية الدموية. نشيرالى الدراسة الأولى حول التدفقات التذبذبية التي قام بها إلى ريتشاردسون وتايلر (Richardson and Tyler 1929)، حيث أظهرا وجود تأثير حلقي على السرعة ودرجة الحرارة من خلال القياسات التجريبية. ويتميز هذا التأثير بوجود سرعة قصوى بالقرب من الجدران وليس في مركز التدفق. اعمال وومرسلي(Womersley 1955)وأوتشيدا (Uchida 1956) أثبتت صحة نتائج ريتشاردسون وآخرين، من خلال تحليل الحركة الجيبية وغير الجيبية للتدفق التذبذبي لسائل غير قابل للضغط في أنبوب أفقي. طور أتابك وتشانغ (Atabek and Chang 1961) حلاً تحليليًا لملامح السرعة في التدفق الصفائحي التذبذبي في أنبوب أسطواني. لقد اعتبروا أن التدفق يتم تأسيسه بسرعة تدفق على شكل مجموع جبري لنبضات الجيب وجيب التمام. بعد ذلك، اجرى زهاو وتشانغ (Zhao and Cheng 1995)دراسات تجريبية وعددية على التدفق الصفائحي للهواء المتذبذب داخل أنبوب أسطواني الذي تم تسخينه بواسطة تدفق حراري منتظم. ومن قياسات درجة الحرارة، في مركز الأنبوب في عدة مواضع محورية وعلى مستوى الجدار الداخلي للسخان،حيث تم تحديد علاقة لمتوسط رقم نسلت حسب التعريف الكلاسيكي بدلالة عدد رينولدز الترددي.

تمت دراسة السريان التذبذبي المزدوج، في هيكل مغلق العلبة تحت تأثير الحرارة وتدفق الكتلة، بواسطة ماسودا وآخرين(Masuda, Yoneya et al. 2002)، وقد قاموا بتقييم تأثير قيم الثلاثة اعداد ذات الصلة مثل عدد رايلي، عدد لويس، ونسبة الطفو على طبيعة السريان.

بالإضافة إلى ذلك، زهاو وآخرون (Zhou and Zebib 1994) تم تحديد بداية النمو البلوري في التدفقات التذبذبية مزدوجة الانتشار عن طريق عملية نقل البخار، حيث تم استنتاج تتناسب السرعة الأفقية على طول الجدران الجانبية الرأسية مع التدفق المذاب وهذا ما سمح للتنبؤ برقم غراشوف الحراري الحرج.

وبالمثل، سوتو ميكا وآخرون (Soto-Meca, Serna et al. 2016) قاموا بتحليل أداء نقل الحرارة والكتلة لسريان مزدوج في تجويف ذو الغطاء متحرك تحت تأثير التدفق التذبذبي. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن النظام التذبذبي يعزز انتقال الحرارة/الكتلة داخل التجويف المربع يصل إلى (14%/38%) على التوالي، فيما يتعلق بالحالة غير النابضة وذلك بسبب تعزيز مجالات إجهاد القص الإضافية.

علاوة على ذلك، زونتول وآخرون (Zontul, Kurtulmuş et al. 2017) قاموا بإجراء دراسة عددية لتعزيز انتقال الحرارة للجريان التذبذبي الصفائحي في قناة متموجة، درجة حرارة جدرانها ثابتة، وتبقى ابعادها الهندسية ثابتة. لقد أظهرت النتائج أن الجريان التذبذبي له مساهمة إيجابية في انتقال الحرارة للشكل الهندسي المدروس.

أبركان وآخرون (Aberkane, Mouderes et al. 2014) قاموا بدراسة تحليلية وعددية لتأثير التدفق التذبذبي النبضي على السلوك الديناميكي لتدفق السوائل حول اسطوانة أفقية في أنبوب أسطواني. لقد مكنت الدراسة التحليلية من إنشاء تعبير نظري يحدد السرعة القصوى كدالة للتردد والطور. كما تم التحقق من صحة النتيجة وتأكيدها عدديا، فهي تبين، من ناحية، أن التأثير الحلقي يزداد مع التردد ويتناقص مع الطور، ومن ناحية أخرى يبدأ تأثير التذبذبات من تردد يتجاوز قيمة 150، تمت مقارنة هذه النتائج أيضًا بحالة التدفق المستوي في أنبوب مستطيل حيث يكون التأثير الحلقي موجودًا فقط في مراحل معينة على عكس الحالة الأسطوانية.

دراسة بن أكشة و اخرون(Benakcha 2008)، مخصصة للتحليل العددي لمعادلات نافيي-ستوكس والمعرفة الشاملة لتطور الأنظمة الديناميكية والحرارية للتدفق التذبذبي لسائل حقيقي بخواص فيزيائية ثابتة في تجويف أسطواني ساخن. لقد استخدم طريقة الفرق المحددة.

حديثًا، زهو وآخرون (Zhu and Bian 2018) قاموا بدراسة سلوك انتقال الكتلة لمحلول CMC السائل غير النيوتوني بتركيز 700 جزء في المليون في خمسة أنابيب ذات جدران موجية متماثلة محوريًا بأحجام مختلفة للتدفق النبضي. وقد تبين أن تأثير انتقال الكتلة يتعزز بزيادة الكسور التذبذبية(P) ، إلى جانب ذلك، تم قياس معدل انتقال الكتلة بالطريقة الكهروكيميائية في نطاق معدل النقاط التذبذبية الأكبر. ولوحظ أن معدل انتقال الكتلة يزداد بزيادة (P) ويصل إلى أقصى معدل انتقال كتلة عند الكسور التذبذبية المثلى P_{opt}. بعد الوصول إلى الكسور التذبذبية المثلى P_{opt}، ينخفض معدل انتقال الكتلة مع زيادة (P).

كشفت الدراسة التي قام بها زهو وآخرون (Zhu and Peng 2019)محاكاة عددية أن دوران حوض حلقي يحتوي على مصهور السيليكون- الجيرمانيوم يثّبط التدفق الشعاعي ويؤثر على استقرار التدفق، حيث يتسبب في انتقاله إلى وضع تذبذبي عند تجاوز عدد رينولدز حراري معين، مع تباين النمط تبعاً لعدد تايلور.

أظهرت دراسة تحليلية أنجزها سوبهانامايان و وآخرون(Sobhnamayan, Sarhaddi et al. 2021)أن التدفق النابض في أنبوب مسامي يتأثر بشكل ملحوظ بعدد دارسي وسعة تدرج الضغط، بينما يقل تأثيره مع زيادة اللزوجة وعدد برانتل والتردد، حيث يصبح التدفق مستقراً عند الترددات العالية(Ω>30) .

هانسداوآخرون(Hansda and Pandit 2023)بينوا من خلال دراسة رقمية أن تقعر وتحدب الجدران الجانبية يؤثران بشكل كبير على أداء الحمل المختلط ثنائي الانتشار، حيث يتحسن نقل الحرارة والكتلة عند انخفاض عدد ريتشاردسون، مع تفوق أحد أشكال التموج (Case-4) في الأداء مقارنةً بالأنماط الأخرى.

استخدمت الدراسة التي أنجزها عليوآخرون(Aly, Alsedias et al. 2023)طريقة ISPH لمحاكاة انتشار الجسيمات الصلبة في جريان نانوسائل أثناء الدوران المزدوج لأسطوانتين دائريتين داخل تجويف. حملت نصف الجسيمات الصلبة قيم T_h و C_hبينما حمل النصف الآخر T_c و T_c. .تميزت الدراسة بمحاكاة الدوران المزدوج مع تأثير أعداد سوريت-دوفور على انتشار الجسيمات. أظهرت النتائج أن التفاعل بين الجسيمات الصلبة وجريان النانوسائل يزداد مع ارتفاع أعداد سوريت/دوفور، بينما يقل بزيادة عدد هارتمان. كما لوحظ أن نصف قطر الأسطوانة يلعب دورًا مهمًا في نقل الحرارة و الكتلة بسبب تغير عدد الجسيمات الصلبة، مع تأثر قيمتي نوسلت وشروود بالعوامل الفيزيائية.

أظهرت دراسة تحليلية أجراها سينغوآخرون(Singh, Hanumantha et al. 2023)أن جريان نانوسائل التيتانيوم المائي التذبذبي بين جدران موصلة وغير موصلة يتأثر بشكل كبير بالتركيز النانوي والمجال المغناطيسي، حيث يؤدي زيادة هذين العاملين إلى إبطاء الجريان وإضعاف المجال المغناطيسي الحثي.

كرولوآخرون ((Krul and Bagchi 2025) تشكل هذه السلسلة من الدراسات تحليلاً متكاملاً لديناميكيات الموائع في الأنظمة البيولوجية والهندسية المعقدة، حيث تناولت أربعة محاور رئيسية: التحليل العددي للتدفق النانوي تحت تأثير الدوران المزدوج للأسطوانات باستخدام طريقة ISPH، وكشف عن تعزيز انتقال الحرارة/الكتلة مع أعداد سوريت-دوفور المرتفعة، دراسة التدفق المغناطيسي النابض لنانوسائل التيتانيوم بين الجدران الموصلة، وأظهرت أن زيادة التركيز النانوي والانتشار المغناطيسي يقللان من سرعة الجريان، التحليل الثنائي (عددي-تحليلي) للجريان النابض مع التركيز على تأثير معامل وومرسلي، حيث ثبت أن القيم α>10 تؤدي لزيادة عدم الاستقرار الحراري بنسبة 35%،بحث تفاعل السائل-هيكل في الأنابيب المرنة اللزجة، وتميز بتحديد ثلاث أنماط للتخلفية (هيستريزيس) وعلاقتها بإزاحة الطور. تجمع هذه الأبحاث بين النمذجة المتقدمة والتحليل الفيزيائي الدقيق، وتقدم رؤى قيمة لتطبيقات في المجالات الطبية والهندسية، خاصة في تصميم الأجهزة الدقيقة وأنظمة التحكم الحراري.

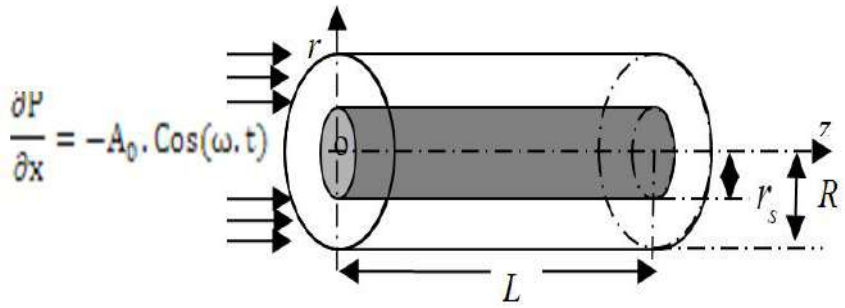
هارماندار وآخرون ((Harmandar and Altınoluk 2024)، تدرس هذه الورقة تصميم مضخة دموية نابضة تعمل بطريقة الطرد المركزي، بهدف التغلب على القيود الحالية في أجهزة القلب والرئة الصناعية المستخدمة في جراحات القلب المفتوح.حيث تُظهر التحليلات المقارنة أن المضخات الدوارة، رغم انتشارها الواسع، تتسبب في أضرار أكبر للعناصر المشكلة للدم مقارنةً بمضخات الطرد المركزي

الأكثر ملاءمة للاستخدام طويل الأمد. ورغم المزايا الفسيولوجية للجريان النابض - الذي يحاكي النبض القلبي الطبيعي ويقلل من الالتهابات المصاحبة - إلا أن الأجهزة الحالية تعاني من محدودية في ضبط تردد النبض ومعدل الجريان، خاصةً في المضخات المركزية. تهدف هذه الدراسة إلى تطوير نموذج أولي لمضخة طرد مركزي قادرة على توفير تدفق دموي نابض قابل للضبط بدقة في كل من التردد ومعدل الجريان، مما قد يحسن الأداء السريري لهذه الأجهزة ويقلل من آثارها الجانبية.

2. الوضعية الاشكالية:

نعتبر التدفق التذبذبي لسائل لزج غير قابل للضغط في أنبوب أسطواني بجدار ثابت الحرارة حيث يوجد أنبوب أسطواني آخر نصف قطره أصغر من قطر الانبوب الأول وله نفس الطول.
يوضع هذا الانبوب أفقيًا على محور التماثل ويتم تسخينه إلى درجة حرارةمعينة.

السائل الذي يدور في الفضاء الحلقي بين الأنبوبين يكون في البداية في حالة سكون في درجة حرارة ثابتة. شكل (1).



الشكل 1: مخطط الدراسة

في اللحظة الابتدائية ينبض المائع عند مدخل الأنبوب على طول محور هذا الأخير مع تدرج الضغط المحوري الدوري.
يتم فرض الشروط الحدية في السرعة ودرجة الحرارة على الجدران الجانبية للأنبوبين وكذلك عند المدخل والمخرج.

1.2. الفرضيات المبسطة:

تتم دراسة سيلان المائع حسب الفرضيات الأَتية:

- التدفق متذبذب، صفائحي، غير قابل للضغط، كامل التطور، موازي لمحور الأنبوب ومتماثل المحور.
- السائل نيوتوني ويفترض أن خواصه الفيزيائية ثابتة؛
- قوى الحجم مهملة؛

- التبدد اللزوجيمهمل؛
- جدران الأنبوب الخارجي عازلة للحرارة.

تتم كتابة معادلة حفظ التدفق في الإحداثيات الأسطوانية على النحو التالي:

$$\frac{\partial u(r,t)}{\partial t} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p(x,t)}{\partial x} + \vartheta\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial u(r,t)}{\partial r}\right)\right] \quad (1)$$

معادلة حفظ الطاقة تكتب على الشكل التالي:

$$\frac{\partial T_n(r,x,t)}{\partial t} + \varepsilon.u(r,t)\frac{\partial T_n(r,x,t)}{\partial x} = k_n\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial T_n(r,x,t)}{\partial r}\right) + \frac{\partial^2 T_n(r,x,t)}{\partial x^2}\right] \quad (2)$$

$$0 < r < R_t \qquad \varepsilon = 1.n = f \text{ : حيث}$$

نقوم بإدخال المتغيرات بدون أبعادالتالية:

$$r^* = \frac{r}{R_t}.\ x^* = \frac{x}{R_t}.\ t^* = \omega t.\ u^* = \frac{u}{\omega R_t}.\ T^*_f = \frac{T - T_f}{T_p - T_f}\ .\ p^* = \frac{p}{\rho\omega^2 {R_t}^2}$$

نحصل على المعادلات بدون أبعادالاتية:

$$\frac{\partial u^*}{\partial t^*} = -\frac{\partial p^*}{\partial x^*} + \frac{1}{\alpha^2}\left[\frac{\partial^2 u^*}{\partial r^{*2}} + \frac{1}{r^*}\frac{\partial u^*}{\partial r^*}\right] \quad (3)$$

$$\frac{\partial T^*_f}{\partial t^*} + u^*\frac{\partial T^*_f}{\partial x^*} = \frac{1}{\alpha^2 Pr}\left[\frac{1}{r^*}\frac{\partial}{\partial r^*}\left(r^*\frac{\partial T^*_f}{\partial r^*}\right) + \frac{\partial^2 T^*_f}{\partial x^{*2}}\right] \quad (4)$$

3- الدراسة التحليلية

بسبب التماثل المحوري للمشكلة، تم تقليص مجال الدراسة إلى المجال المتواجد بين الأنبوب العازل والجسم الصلب المسخن.

مع أخذ المعادلة (3)واعتبار أن المائع يتعرض لتدرج ضغط متذبذب

$$\frac{\partial P^*}{\partial x^*} = -\tilde{A}.\mathrm{Cos}(\omega.t) = \mathrm{Re}(-\tilde{A}.e^{it^*}) \quad (5)$$

يمكن وضع عبارة السرعة الاحدية على الشكل التالي

$$u^*(r^*,t^*) = Re\left(f(r^*).e^{it^*}\right) \quad (6)$$

يكون حل المعادلة التفاضلية المتجانسة على الشكل التالي

$$f^*(r^*) = C_1 I_0(\beta r^*) + C_2 K_0(\beta.r^*) - iA^* \quad (7)$$

حيث:

$$r^* = \frac{R_{obs}}{R_t}, u^* = 0 \quad (8)$$

$$T_f^*(r^*, x^*, t^*) = Re\left(-\gamma^*.x^* + \gamma^* g_f(r^*)e^{it^*} + 1\right) \quad (9)$$

$$r^* = 1, u^* = 0$$

$$\begin{cases} C_1 I_0\left(\beta\frac{R_{obs}}{R_t}\right) + C_2 K_0\left(\beta\frac{R_{obs}}{R_t}\right) - i\tilde{A} = 0 & (10) \\ C_1 I_0(\beta) + C_2 K_0(\beta) - i\tilde{A} = 0 & (11) \end{cases}$$

تساوي C2و C1 وبالتالي فإن الثوابت:

$$C_1 = \left[\frac{i\tilde{A}\left(K_0\left(\beta\frac{R_{obs}}{R_t}\right) - K_0(\beta)\right)}{I_0(\beta).K_0\left(\beta\frac{R_{obs}}{R_t}\right) - K_0(\beta).I_0\left(\beta\frac{R_{obs}}{R_t}\right)}\right] \quad (12)$$

$$C_2 = \left[\frac{i\tilde{A}\left(I_0(\beta) - I_0\left(\beta.\frac{R_{obs}}{R_t}\right)\right)}{I_0(\beta).K_0\left(\beta\frac{R_{obs}}{R_t}\right) - K_0(\beta).I_0\left(\beta\frac{R_{obs}}{R_t}\right)}\right] \quad (13)$$

بما أن قيمة Aغير معروفة فاننا نستعمل قانون السرعة التدفقية:

$$u_{m,max}e^{it^*} = 2\int_{\frac{R_{obs}}{R_t}}^{1} \bar{f}(r^*)\, r^* e^{it^*}\omega.(R_t - R_{obs})dr^* \quad (14)$$

مع اعتبار أن :

$$C_1' = \frac{C_1}{i.\tilde{A}} \text{و} C_2' = \frac{C_2}{i.\tilde{A}} \quad (15)$$

وبعد التكامل نجد أن:

$$i\tilde{A} = \frac{Re_{max}}{2.\alpha^2}\left[\frac{1}{\frac{C_1'}{\beta}\left(I_1(\beta) - I_1\left(\beta\frac{R_{obs}}{R_t}\right)\right) - \frac{C_2'}{\beta}\left(K_1(\beta) - K_1\left(\beta\frac{R_{obs}}{R_t}\right)\right)\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\left(\frac{R_{obs}}{R_t}\right)^2}\right] \quad (16)$$

وبالتالي يتم كتابة عبارة السرعة في الفضاء الحلقي على النحو التالي:

$$u^*(r^*, t^*) = [C_1'.I_0(\beta.r^*) + C_2'.K_0(\beta.r^*) - 1].iA.e^{i.t^*} \quad (17)$$

حتى نتمكن من حل المعادلة (4) نفرض ان شكل الحرارة يكتب على النحو الاتي :

$$T_f^*(r^*, x^*, t^*) = Re\left(-\gamma^*.x^* + \gamma^* g_f(r^*)e^{it^*} + 1\right) \quad (18)$$

مع: $\gamma^* = \frac{R_t}{L_t}$

نحصل على :

$$\frac{\partial^2}{\partial r^{*2}}\overline{g_f} + \frac{1}{r^*}\frac{\partial}{\partial r^*}\overline{g_f} - i.\propto^2 Pr.\overline{g_f} = -\alpha^2.Pr.\bar{f}$$

هي معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية بوجود طرف ثاني، حلها يأخذ الشكل التالي:

$$\bar{g} = A_1 I_0(\delta.r^*) + A_2 K_0(\delta.r^*) - i.C_1 I_0(\beta.r^*) - i.C_2 K_0(\beta.r^*) - \tilde{A} \quad (19)$$

حيث أن:

$$\delta = \beta\sqrt{Pr}$$

باستخدام الشروط الحدية التالية :

$$r^* = \frac{R_{obs}}{R_t} \Rightarrow T^* = 1 \quad (20)$$

$$r^* = 1 \Rightarrow \frac{\partial T^*}{\partial r^*} = 0 \quad (21)$$

وباستخدام الشروط الحدية، نحصل على نظام المعادلات الجبرية التالي:

$$A_1 I_0\left(\delta.\frac{R_{obs}}{R_t}\right) + A_2 K_0\left(\delta.\frac{R_{obs}}{R_t}\right) = i.\left[C_1 I_0\left(\beta.\frac{R_{obs}}{R_t}\right) + C_2 K_0\left(\beta.\frac{R_{obs}}{R_t}\right)\right] + \tilde{A} + \frac{x^*}{e^{i.t^*}} = \psi_1 \quad (22)$$

و كذلك:

$$A_1.\delta.I_1(\delta) - A_2\delta.K_1(\delta) = i.[C_1.\beta.I_1(\beta) - C_2.\beta.K_1(\beta)] = \psi_2 \quad (23)$$

حيث أن:

$$A_1 = \left[\frac{\left(\psi_1.\delta.K_1(\delta) + \psi_2 K_0\left(\delta\frac{R_{obs}}{R_t}\right)\right)}{I_0\left(\delta\frac{R_{obs}}{R_t}\right).\delta.K_1(\delta) + K_0\left(\delta.\frac{R_{obs}}{R_t}\right).\delta.I_1(\delta)}\right] \quad (24)$$

و كذلك:

$$A_2 = \left[\frac{\left(\psi_1.\delta.I_1(\delta) - \psi_2 I_0\left(\delta\frac{R_{obs}}{R_t}\right)\right)}{I_0\left(\delta\frac{R_{obs}}{R_t}\right).\delta.K_1(\delta) + K_0\left(\delta.\frac{R_{obs}}{R_t}\right).\delta.I_1(\delta)}\right] \quad (25)$$

أخيرًا نجد أن شكل درجة الحرارة في الفضاء الحلقي في التدفق المتذبذب يكتب على النحو التالي:

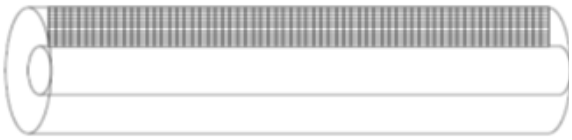
$$T_f^*(r^*, x^*, t^*) = Re\{-\gamma^* x^* + \gamma^*[A_1 I_0(\delta.r^*) + A_2 K_0(\delta.r^*) - i.C_1 I_0(\beta.r^*) - i.C_2 K_0(\beta.r^*) - \tilde{A}]e^{it^*} + 1\} \quad (26)$$

4. الدراسة الرقمية:

تخضع التدفقات غير المستقرة للسوائل غير القابلة للضغط في أي شكل هندسي لمعادلات نافييه-ستوكس التفاضلية الجزئية. هذه المعادلات غير خطية ويصعب الحصول على حل تحليلي لها. مما يستدعي استخدام أساليب النمذجة الرقمية.

يتطلب اختيار طريقة مناسبة لحل مشكلة عددية مراعاة عدة معايير. من ناحية، يجب أن يكون الوقت اللازم لحساب الحل أقصر ما يمكن، ومن ناحية أخرى، يجب أن تكون دقة الحل أكبر ما يمكن .

تعتمد طريقة الحل المختارة على استبدال مجال تغير المعالم rو xبمجموعة من القيم المنفصلة للنقاط، تسمى عقد النظام، والتي تتوافق مع عقد الشبكة المشكلة. تكون الخلايا مربعة. يتم تحديد كل خلية بواسطة الفهرس الذي يشير إلى الموضع على المحور. ولأسباب تناظر الشكل، اقتصرت الدراسة على المجال المحدد بين موضع الجسم والجدران$[R_{obs}/R_t, 1]$. في حين أن العقد الشبكية لا تتطابق مع الحافة الأفقية للجسم الأسطواني.



شكل 2.التمثيل الهندسي للمنطقة المدروسة

لقد تم اختيار طريقة الفوارق المحددة باتباع نموذج ضمني. هذا النموذج يستخدم جداء مصفوفة ثلاثية القطر و شعاع مما يتطلب استعمال طريقة خاصة لإيجاد حل للنظام الجبري المقترح.

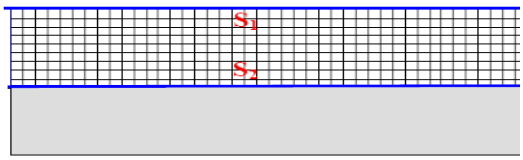
تكتب المعادلة (3) على الشكل التالي

$$\frac{u_i^{n+1} - u_i^n}{\Delta t} = A^*.\cos(t^*) + \frac{1}{Re_\omega}\left[\frac{u_{i+1}^{n+1} - 2.u_i^{n+1} + u_{i-1}^{n+1}}{\Delta r^2} + \frac{1}{r}\frac{u_{i+1}^{n+1} - u_{i-1}^{n+1}}{2.\Delta r}\right]$$

تكتب المعادلة (4) على الشكل التالي :

$$\frac{T_i^{n+1} - T_i^n}{\Delta t} - \gamma.u_i^n = \frac{1}{Re_\omega.Pr}\left[\frac{T_{i+1}^{n+1} - 2.T_i^{n+1} + T_{i-1}^{n+1}}{\Delta r^2} + \frac{1}{r}\frac{T_{i+1}^{n+1} - T_{i-1}^{n+1}}{2.\Delta r}\right]$$

4. الشروط الحدية:



شكل 3. حدود الوسط المدروس

على الجدار S_1

بالقرب من هذا الجدار لدينا شرطان حدوديان، أحدهما مرتبط بالسرعة والآخر بدرجة الحرارة

$$r^* = 1 \Rightarrow u^*(n) = 0 \quad et \quad \frac{\partial T^*}{\partial r^*} = 0 \Rightarrow T_{i+1}^{n+1} = T_{i-1}^{n+1}$$

على الجدار S_2

الشروط الحدية في هذا الجدار تتعلق بالسرعة والحرارة :

$$r^* = \frac{R_{obs}}{R_t} \Rightarrow u^*(1) = 0 \quad et \quad \frac{\partial T^*}{\partial r^*} = 0 \Rightarrow T_{i-1}^{n+1} = T_{i}^{n+1}$$

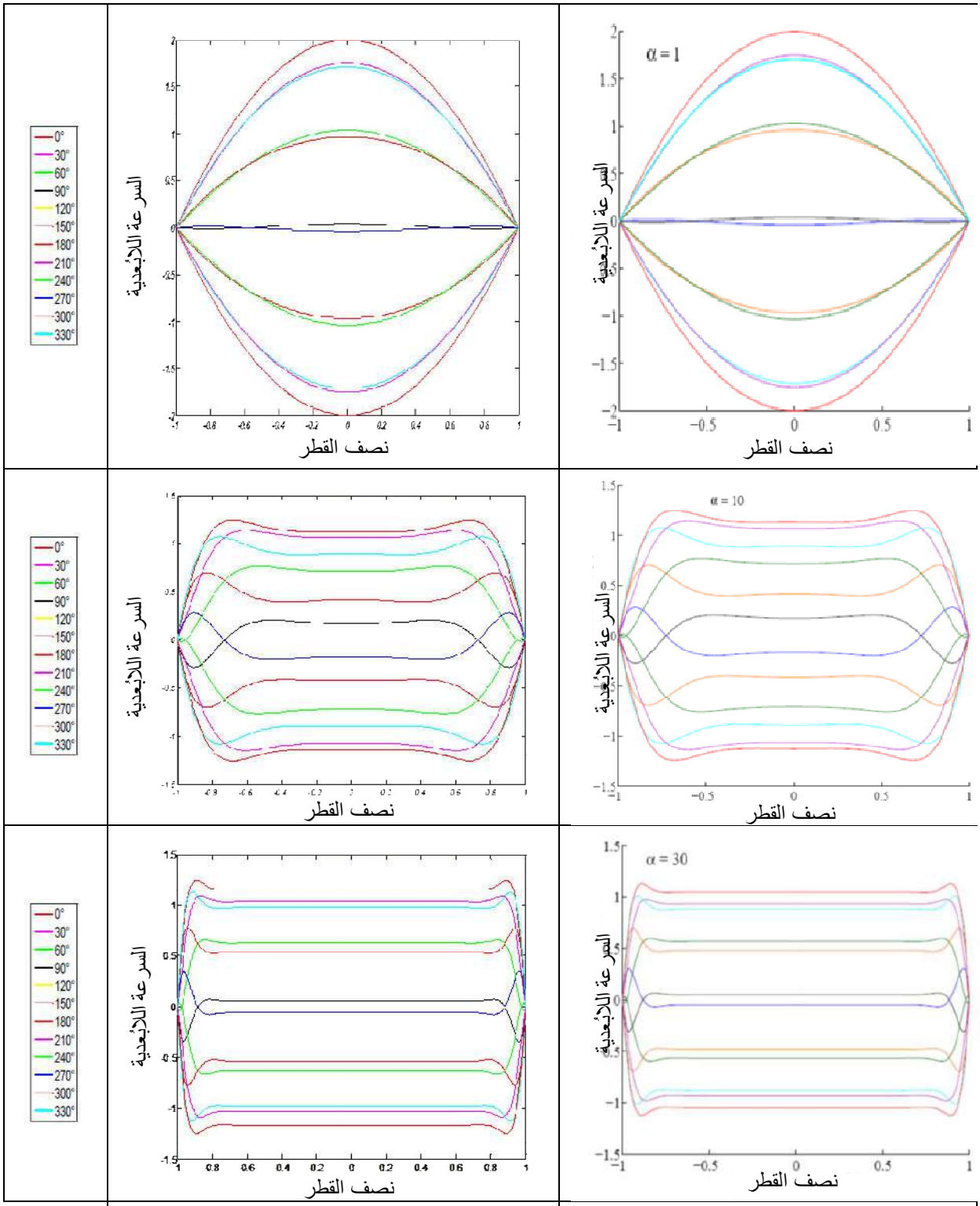
5. مصادقة النتائج

5.1. النتائج التحليلية مع النتائج التجريبية للمؤلف بوفيي(Bouvier 2000):

يُظهر الشكل البياني توافقاً جيداً بين النتائج التحليلية والبيانات التجريبية التي أوردها المؤلف بوفيي(Bouvier 2000)، وذلك من خلال تمثيل السرعة القطرية (Radial Velocity) بدلالةنصف القطر لثلاث قيم مختلفة للعدد وومرسلي ($\alpha = 1$، $\alpha = 10$، $\alpha = 30$). نلاحظ أن المنحنيات الناتجة عن الحل التحليلي تتبع نفس النمط الذي أظهرته النتائج التجريبية، خاصة من حيث التماثل والسلوك العام للسرعة عند الأطراف والمنتصف. بالنسبة للقيمة $\alpha = 1$، يكون التباين في السرعة أكثر وضوحًا، بينما يتناقص هذا التباين مع زيادة عدد وومرسلي ، وهو ما يتطابق مع الملاحظات التجريبية. هذا التوافق يدعم صحة النموذج التحليلي المستخدم ويعزز من دقته في تمثيل الظواهر الفيزيائية للانسياب المدروس، (الشكل 4أ).

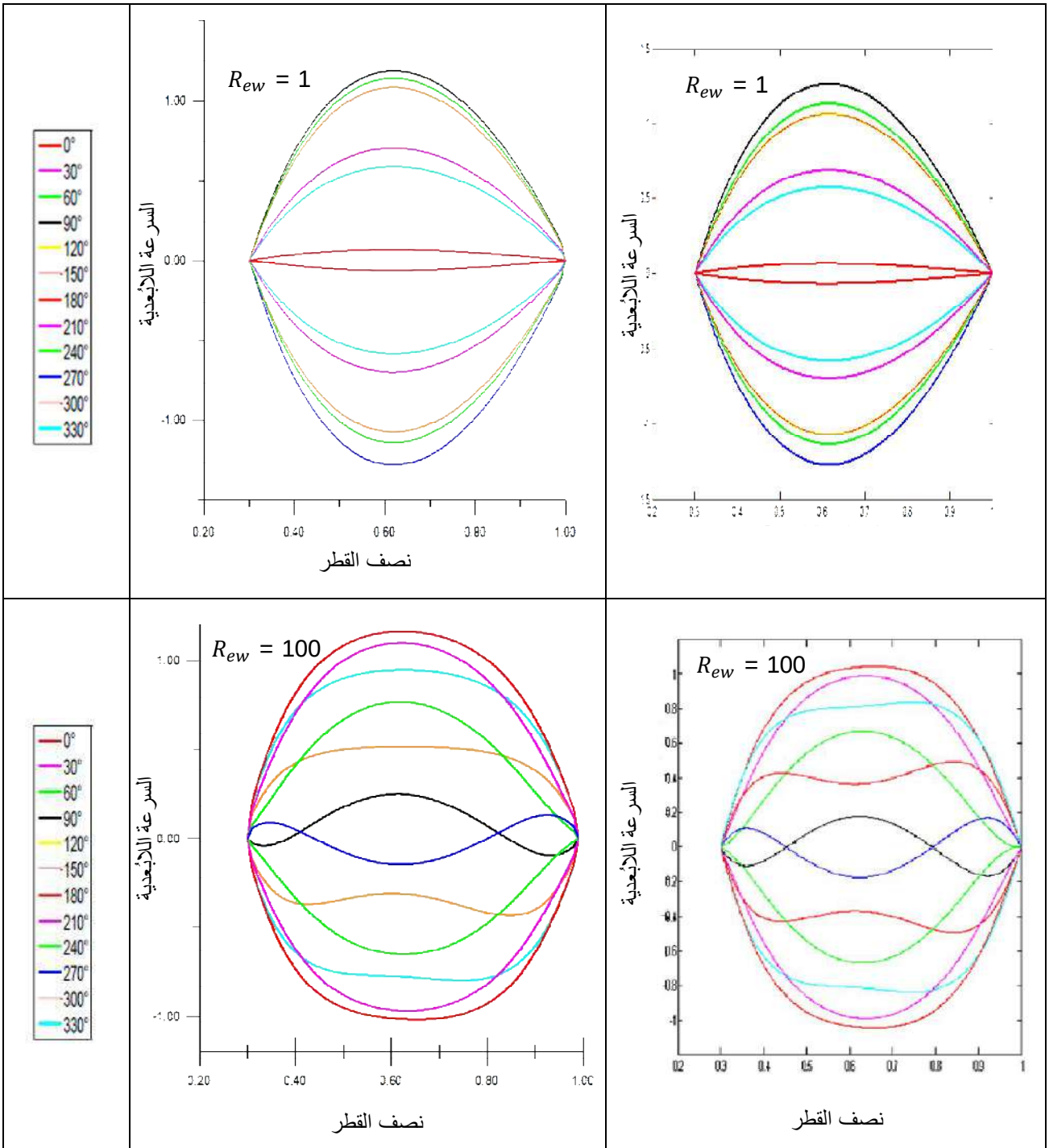
5.2. النتائج التحليلية مع النتائج الرقمية للدراسة الحالية

يعرض الشكل (4. ب) مقارنة دقيقة بين النتائج التحليلية والنتائج الرقمية المستخرجة من الدراسة الحالية، وذلك من خلال تمثيل السرعة القطرية كمياً وفق نصف القطرو هذا من أجل قيمتين للعدد رينولدز الحركي$R_{ew} = 1$ و $R_{ew} = 100$، نلاحظ أن المنحنيات الناتجة عن الحل التحليلي تتطابق بشكل كبير مع المنحنيات الرقمية، خصوصًا في قيم الذروة والانخفاض، مما يدل على دقة الحل التحليلي في تمثيل السلوك الفيزيائي للانسياب عند القيم المنخفضة لعدد وومرسيلي



النتائج التجريبية ل (Bouvier 2000)	نتائج الدراسة الحالية

الشكل 4. أ. مقارنة النتائج التحليلية للدراسة الحالية بالنتائج التجريبية ل بوفييه (Bouvier 2000)



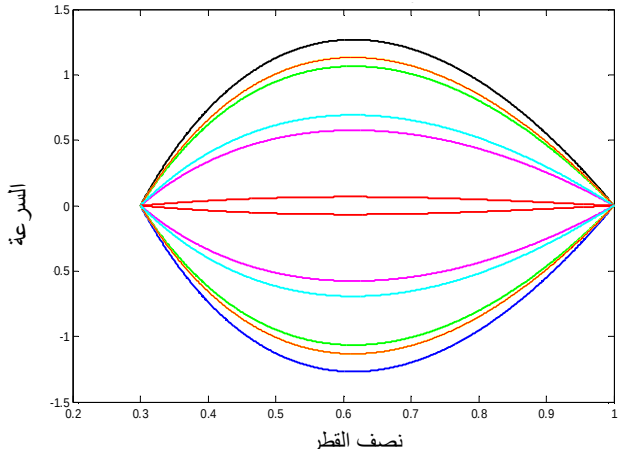
النتائج التحليليةللدراسة الحالية | النتائج الرقمية للدراسة الحالية

الشكل 4ـ ب ـ مقارنة النتائج التحليلية مع النتائج الرقمية للدراسة الحالية

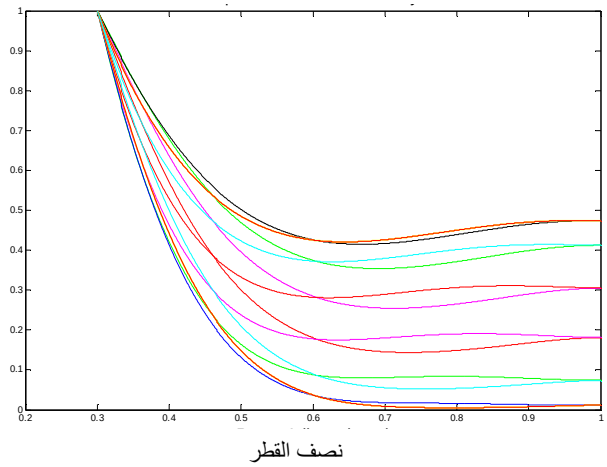
6. النتائج والمناقشات

في حالة الترددات المنخفضة، تكون منحنيات السرعة على شكل قطع مكافئ يتميز بقيمة أعظمية عند المركز، وهذه هي حالة شكل "بوازوي" شكل(5). عندما يزيد رقم رينولدز الحركي شكل(6)، نلاحظ بداية وجود الظاهرة الحلقية.تجدر الإشارة إلى أننا وجدنا في الدراسة التحليلية أن عدد رينولدز الحركي الموافق لنفس الظاهرة يساوي 64 عند القيم الكبيرة لنفس العدد ابتداء من900إلى 2500 نلاحظ وجود التأثير الحلقي على جميع الأطوار حيث السرعة القصوى تكون بالقرب من الجدران الجانبية للأنبوبين،شكل(7).

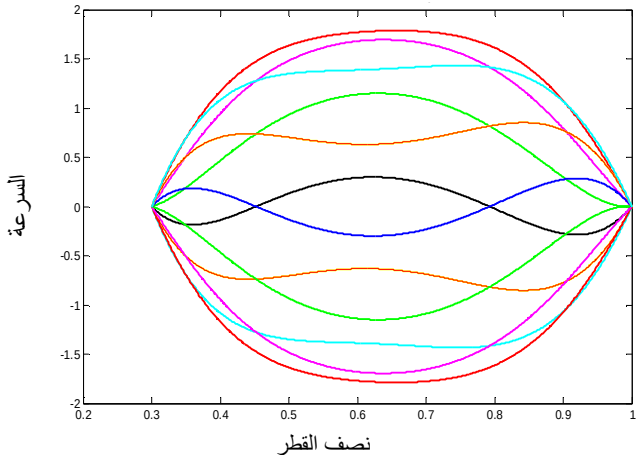
وتُظهر منحنيات درجة الحرارة شكل(8)، وجود الظاهرة الحلقية في الحالة المدروسة هنا، ممايُؤكد النتائج العددية للمؤلف (Zhao and Cheng 1995). نلاحظ وجود حد أقصى بالقرب من الجدار الساخن والذي يرجع بشكل أساسي إلى وجود الظاهرة الحلقية في ملفات السرعة. النتائج التي تم الحصول عليها هي باعتبار: $\mathrm{Pr} = 0.7, \mathrm{Re}_{\max} = 12000, \mathrm{R}_{\mathrm{obs}}/\mathrm{R}_{\mathrm{t}} = 0.3$



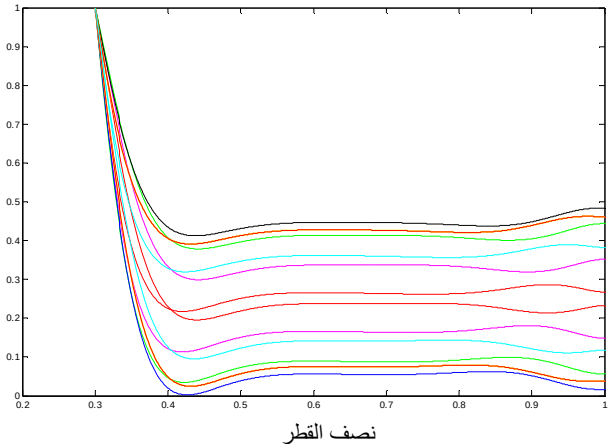
الشكل 5. تغير القطرية من أجل .Re_ω=1



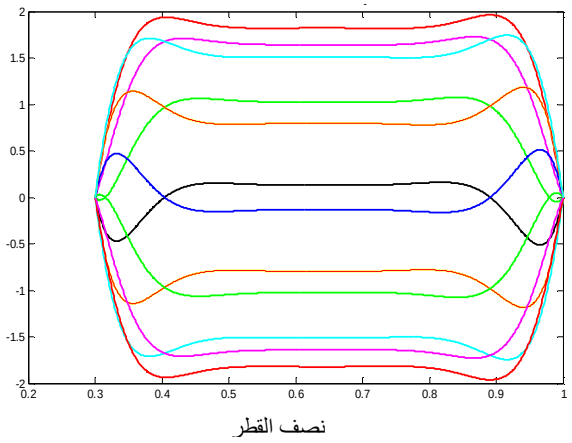
الشكل8. تغير الحرارة القطرية من أجل.Re_ω=1



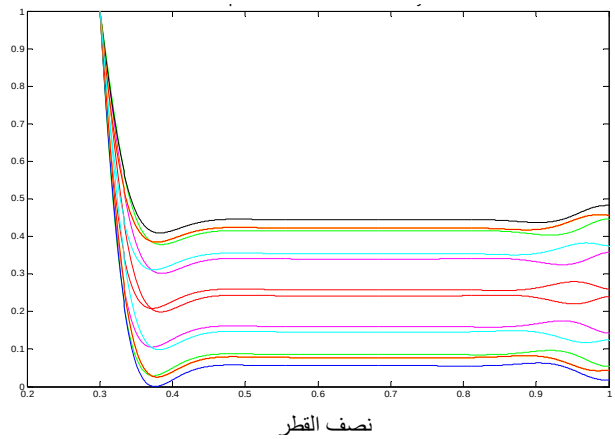
الشكل6. تغير *السرعة القطرية من أجل*:.Re_ω=100



الشكل9. تغير الحرارة القطرية من أجل.Re_ω=100



الشكل7. تغير السرعة القطرية من أجل.Re_ω=900



الشكل10. تغير الحرارة بدلالة الشعاع من أجل.Re_ω=900

7. خلاصة(conclusion)

قدمنا في هذا العمل دراسة تحليلية و رقمية لتأثير آلية انتقال الحرارة في جريان من النوع التذبذبي لمائع حقيقي محصور في فراغ حلقي.

سمحت الدراسة التحليلية الحصول على عبارتين تصفان التطور الشعاعي للسرعة ودرجة حرارة المائع المتذبذب في الفضاء الحلقي. كما مكنت من تحديد تأثير الهندسة على منحنيات السرعة، وموضع السرعة القصوى كدالة للتردد والطور.

أظهرت النتائج من ناحية أن وجود التأثير الحلقي على منحنيات السرعة يتناسب طرديا مع التردد ويتناسب عكسيا مع الطور، ومن ناحية أخرى أن تطور هذا التأثير يحدث لقيم تردد أعلى في حالة المساحة الحلقية مقارنة بحالة الأنبوب.

بالنسبة للآفاق المستقبلية لهذا العمل، نقترح دراسة التدفق ثنائي الأبعاد باستخدام طريقة الاتجاهات المتناوبة، وذلك للاقتراب أكثر من الواقع والتحقق بشكل أفضل من تغير درجة الحرارة الذي تم الحصول عليه في هذه الدراسة. كما يمكن إجراء تركيب تجريبي مُحسّن يسمح بتحديد المجال الحراري، ولذلك نوصي باستخدام قياس سرعة الليزر بتأثير دوبلر، والذي يتميز بقدرته على قياس درجة حرارة السائل دون التأثير على التدفق.

تسميات الرموز

التعريف	الرمز	الوحدة
سعة تدرج الضغط المتذبذب	A	
السعة الابعدية	A_f	$(2.x_{m,max}/L_t)$
التردد هرتز	F	Hz
معامل التبادل الحراري بالحمل	h_f	
دالة بيسال المعدلة من النوع الأول من الرتبة 0	I_0	$W.m^{-2}.K^{-1}$
دالة بيسل المعدلة من النوع الأول من الرتبة 1	I_1	
دالة بيسل المعدلة من النوع الثاني من الرتبة 0	K_0	
دالة بيسل المعدلة من النوع الثاني من الرتبة 1	K_1	
طول الأنبوبالاجمالي	L_1	m
عدد نيوسلت	Nu	
الضغط باسكال	P	Pa
عدد براندتل	Pr	
عدد رينولدز الاعظمي	Re_{max}	$(\frac{U_{m,max}.D}{\vartheta})$
عدد وومرسيلي	Re_w	$\sqrt{\frac{\omega^2 \rho R}{\mu}}$
الزمن	t	Sec
الزمن المرجعي ثانية	t_0	Sec
درجة الحرارة	T	K
درجة الحرارة	T^*	
درجة الحرارة الابعدية للجدار الساخن	T_p^*	
درجة الحرارة الابعدية للجدار العازل	T_{ad}^*	
المركبة الافقية للسرعة	U	$m.Sec^{-1}$
معدل التدفق اللحظي	U_m	$m.Sec^{-1}$
حجم	V	m^3
سرعة التدفق	V_{deb}	$m.Sec^{-1}$
الإحداثيات الافقية (محور الأنبوب)	X	m
التدرج الطولي للحرارة	γ	$K.m^{-1}$

اللزوجة الديناميكية باسكال	μ_d	Pa. Sec
اللزوجة الحركية	ν	$m^2.Sec^{-1}$
الكثافة الحجمية	ρ	Kg. m^{-3}
التردد الزاوي	ω	(rad/s)

الرموز المستخدمة

$m.Sec^{-1}$

m^3

Référence :

Aberkane, S., M. Mouderes, et al. (2014). Effect of magnetic field on the heat and mass transfer in a rotating horizontal annulus. Proceedings of the international conference on heat transfer and fluid flow.

Aly, A. M., N. Alsedias, et al. (2023). "Interactions between solid–fluid particles during thermosolutal convection of a rotating cylinder in a cavity." Numerical Heat Transfer, Part A: Applications**83**(8): 845-859.

Atabek, H. B. and C. C. Chang (1961). "Oscillatory flow near the entry of a circular tube." Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik ZAMP**12**: 185-201.

Benakcha, Y. (2008). Contribution à l'étude du transfert thermique entre un écoulement pluse et un solide chauffé, Alger.

Bouvier, P. (2000). Transferts thermiques en écoulement oscillant dans une conduite cylindrique: Application au moteur Stirling, Nantes.

Hansda, S. and S. K. Pandit (2023). "On the analysis of thermosolutal mixed convection in differentially heated and soluted geometries beyond rectangular." International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow**33**(8): 2877-2901.

Harmandar, N. and H. S. Altınoluk (2024). "A simple prototype for pulsatile blood flow using an adjustable centrifugal pump." The European Journal of Research and Development**4**(4): 328-337.

Krul, O. and P. Bagchi (2025). "Pulsatile flow in a thin-walled viscoelastic tube." Journal of Fluid Mechanics**1007**: A82.

Masuda, Y., M. Yoneya, et al. (2002). "Oscillatory double-diffusive convection in a porous enclosure due to opposing heat and mass fluxes on the vertical walls." International journal of heat and mass transfer**45**(6): 1365-1369.

Richardson, E. and E. Tyler (1929). "The transverse velocity gradient near the mouths of pipes in which an alternating or continuous flow of air is established." Proceedings of the Physical Society**42**(1): 1.

Singh, J. K., Hanumantha, et al. (2023). Exploration of heat and mass transport in oscillatory hydromagnetic nanofluid flow within two verticals alternatively conducting surfaces, Wiley Online Library. **103:** e202300216.

Sobhnamayan, F., F. Sarhaddi, et al. (2021). "Analytical solution of pulsating flow and forced convection heat transfer in a pipe filled with porous medium." Journal of Computational Applied Mechanics**52**(4): 570-587.

Soto-Meca, A., J. Serna, et al. (2016). "Heat and mass transfer enhancement in a double diffusive mixed convection lid cavity under pulsating flow." Computers & Chemical Engineering**94**: 128-140.

Uchida, S. (1956). "The pulsating viscous flow superposed on the steady laminar motion of incompressible fluid in a circular pipe." Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik ZAMP**7**: 403-422.

Womersley, J. R. (1955). "Method for the calculation of velocity, rate of flow and viscous drag in arteries when the pressure gradient is known." The Journal of physiology**127**(3): 553.

Zhao, T. and P. Cheng (1995). "A numerical solution of laminar forced convection in a heated pipe subjected to a reciprocating flow." International journal of heat and mass transfer**38**(16): 3011-3022.

Zhou, H. and A. Zebib (1994). "Oscillatory double diffusive convection in crystal growth." Journal of Crystal Growth**135**(3-4): 587-593.

Zhu, C.-Z. and L. Peng (2019). "Oscillatory flow in a rotating annular pool with radial temperature and solute concentration gradients." International Journal of Heat and Mass Transfer**139**: 938-947.

Zhu, D. and Y. Bian (2018). The Influence of Oscillatory Fractions on Mass Transfer of Non-Newtonian Fluid in Wavy-Walled Tubes for Pulsatile Flow. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing.

Zontul, H., N. Kurtulmuş, et al. (2017). "Pulsating flow and heat transfer in wavy channel with zero degree phase shift." European Mechanical Science**1**(1): 31-38.

استخدام المواد الممتزة من المخلفات الزراعية والصناعية في معالجة الملوثات: استدامة بيئية واقتصادية

Utilization of Adsorbent Materials from Agricultural and Industrial Waste in Pollution Treatment: Environmental and Economic Sustainability

غربـية عبد الـعالـي [1]،

[1] قسم العلوم التقنية، كلية التكنولوجيا ، جامعة عمّار ثليجيي ، الأغواط. (الجزائر)، abdelali98111@yahoo.fr

تاريخ الإرسال: 2024/03/24 تاريخ القبول:2025/05/13 تاريخ النشر: جوان/2025

الملخص:(Abstract)

الامتزاز هو تقنية فعّالة لمعالجة ملوثات المياه والهواء باستخدام مواد ممتزة منخفضة التكلفة مثل المخلفات الزراعية والصناعية. تتمتع هذه المواد بكفاءة عالية في إزالة الملوثات مثل المعادن الثقيلة والمركبات العضوية. في بعض الأحيان، تكون هذه المواد فعّالة جدًا في إزالة الملوثات، خاصة عندما يتم معالجتها كيميائيًا أو فيزيائيًا. تعتمد كفاءة عملية الامتزاز على عوامل مثل نوع المادة الممتزة، تركيز الملوثات، درجة الحرارة، ودرجة حموضة الوسط.تُستخدم تقنيات مختلفة لتحليل الممتزات، مثل قياس المساحة السطحية، تحليلXRD ، واختبار الـpH_{pzc}، والتي تساعد في تحسين تصميم المواد الممتزة وزيادة فعاليتها. تُستخدم أنظمة الامتزاز الثابتة أو الديناميكية بناءً على نوع الملوثات.يُعزز تجديد الممتزات من كفاءتها ويقلل التكاليف، على الرغم من وجود تحديات مثل التكاليف العالية وفقدان الكفاءة مع الاستخدام المتكرر. تُعد هذه التقنية خيارًا مستدامًا بيئيًا واقتصاديًا.

الكلمات المفتاحية: الامتزاز، المواد الممتزة، تجديد الممتزات، أنظمة الامتزاز، الاستدامة البيئية.

المؤلف المرسل: غربـية عبد العالـي ، الإيميل المهني: abdelali98111@yahoo.fr

Abstract:

Adsorption is an effective technique for treating water and air pollutants using low-cost adsorbent materials such as agricultural and industrial waste. These materials have high efficiency in removing pollutants like heavy metals and organic compounds. In some cases, these materials are very effective in removing contaminants, especially when treated chemically or physically. The efficiency of the adsorption process depends on factors such as the type of adsorbent material, pollutant concentration, temperature, and the pH of the medium. Various techniques are used to analyze adsorbents, such as surface area measurement, XRD analysis, and pH_{pzc} testing, which help improve the design of adsorbent materials and increase their effectiveness. Fixed or dynamic adsorption systems are used based on the type of pollutants. Adsorbent regeneration enhances its efficiency and reduces costs, although challenges like high costs and decreased efficiency with repeated use can arise. This technique is an environmentally and economically sustainable option.

Key word : Adsorption, adsorbent materials, adsorbent regeneration, adsorption systems, environmental sustainability.

1. مدخل (Introduction)

تعتبر المواد الممتزة منخفضة التكلفة من الحلول الفعّالة بيئيًا واقتصاديًا في معالجة المياه والهواء والتطبيقات الصناعية التي تتطلب إزالة الملوثات. تتميز هذه المواد بقدرتها العالية على امتزاز الجزيئات الضارة مثل المعادن الثقيلة، المركبات العضوية، الأصباغ، والغازات السامة، مما يجعلها مناسبة للمشاريع ذات الميزانيات المحدودة. تتمثل إحدى مزايا هذه المواد في توافرها بسهولة، إذ يمكن تحضيرها من مصادر طبيعية أو نفايات صناعية وزراعية، مما يقلل من تكاليف الإنتاج ويعزز استخدامها في مختلف التطبيقات[1،2].

من بين المواد الممتزة منخفضة التكلفة التي أثبتت فعاليتها نجد مثل المخلفات الزراعية والصناعية . كما يُعتبر الكربون الحيوي الناتج عن تحلل المواد العضوية من بقايا النباتات من الحلول الفعّالة في إزالة المعادن الثقيلة والغازات السامة.إضافة إلى ذلك، تُستخدم نفايات الخشب لإزالة الملوثات من المياه بتكلفة منخفضة، وكذلك الفحم الذي يُستخدم بفعالية في إزالة المعادن الثقيلة والمركبات العضوية.تعد المواد الممتزة المستخلصة من الكتلة الحيوية والنفايات الزراعية والصناعية خيارًا مستدامًا وفعّالًا اقتصاديًا لمعالجة التلوث. فمثلاً، قشور جوز الهند وخشب الأشجار هي مصادر وفيرة يمكن معالجتها لإزالة الملوثات مثل المعادن الثقيلة والأصباغعلى سبيل المثال، بينت دراسة نُشرت في عام 2024 أن المخلفات الناتجة عن حصاد الأرز يمكن أن تمتز بشكل فعال المعادن الثقيلة مثل الرصاص، النيكل، الكوبالت، الكروم والكادميوم من المياه الملوثة. كما نشرت دراسة أخرى في عام 2025 استخدمت كوز الذرة لتحضير فحم منشط قادر على إزالة صبغة الأزرق الميثيلين. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت دراسة

ذ شُرت في نفس العام إمكانية امتزاز مضاد حيوي من المياه باستخدام مخلفات ناتجة عن حصاد القمح [3،4،5].بالإضافة إلى النفايات الزراعية، يتم استخدام النفايات الصناعية مثل رماد الفحم والرواسب في تطبيقات الامتزاز البيئي، مما يساعد في تقليل تكاليف التخلص منها ومعالجة التلوث في نفس الوقت[6،7].

يعد استخدام هذه المواد الممتزة خطوة هامة نحو الاستدامة البيئية والاقتصادية، حيث تساهم في تقليل التلوث وحماية الموارد الطبيعية، فضلاً عن توفير حلول مبتكرة وفعّالة من حيث التكلفة للعديد من الصناعات والمجتمعات[7،8].

2.المواد الممتزة

2 .1الفحم المنشط

يعد الفحم المنشط من أكثر المواد الممتزة استخدامًا نظرًا لمساحته السطحية الكبيرة وبنيته المسامية، مما يجعله فعالًا جدًا في امتصاص الملوثات العضوية وغير العضوية من الهواء والمياه العادمة. وقدرته الكبيرة على إزالة السموم والأصباغ والمعادن الثقيلة وغيرها من المواد الضارة جعلت منه خيارًا شائعًا في التطبيقات البيئية والصناعية. يمكن الحصول على الفحم المنشط من مصادر غنية بالكربون مثل قشور جوز الهند والخشب والفحم، ويتم تفعيله من خلال معاملة حرارية أو كيميائية لزيادة قدرته على الامتزاز[9، 10].

2.2المواد الممتزة منخفضة التكلفة غير التقليدية

في السنوات الأخيرة، أصبح التركيز يتجه نحو تطوير مواد ممتزة غير تقليدية ومنخفضة التكلفة كبديل للمواد الأكثر تكلفة مثل الفحم المنشط. تقدم هذه المواد، التي يتم الحصول عليها من مصادر طبيعية أو نفايات، مزايا كبيرة من حيث الجدوى الاقتصادية والتوافر والاستدامة البيئية. وقد ثبت فعالية هذه المواد في إزالة مجموعة متنوعة من الملوثات من المياه والهواء، مما يجعلها خيارًا جذابًا للتطبيقات الصناعية والبيئية[11،12].

2.2 .1المواد الطبيعية

أظهرت المواد الطبيعية، بما في ذلك المواد النباتية والمعادن، نتائج واعدة كمواد ممتزة منخفضة التكلفة، تتميز هذه المواد بتوفرها بسهولة، وغالبًا بكميات كبيرة، ويمكن معالجتها بمتطلبات طاقة منخفضة. ومن الأمثلة على هذه المواد الطين، الرمال، الزيولايت الطبيعي، وكذلك المخلفات الزراعية التي تم استخدامها لامتزاز الملوثات مثل المعادن الثقيلة والأصباغ والمركبات العضوية[13،14].

2.2.2المواد البيولوجية الممتزة

تعتبر المواد البيولوجية الممتزة، المشتقة من مصادر بيولوجية مثل الطحالب والفطريات والبكتيريا والمخلفات الزراعية، من الخيارات المميزة نظرًا لطبيعتها الصديقة للبيئة وقابليتها للتحلل الحيوي. هذه المواد قادرة على امتزاز مجموعة واسعة من الملوثات، بما في ذلك المعادن والمركبات العضوية والمواد

الكيميائية السامة. يتيح استخدام المواد البيولوجية الممتزة اتباع نهج مستدام للتحكم في التلوث، حيث يمكن إنتاجها من موارد متجددة وغالبًا ما تكون أكثر اقتصادية من المواد الممتزة التقليدية[15،16].

2.2 .3النفايات والمنتجات الثانوية من الزراعة والصناعة

تستخدم نفايات المواد الزراعية والصناعية بشكل متزايد كمواد ممتزة، مما يوفر حلًا مستدامًا لإدارة النفايات والتحكم في التلوث. من المواد المستخدمة في ذلك قشور الفواكه، الأصداف، وكذلك المنتجات الثانوية الصناعية مثل رماد الفحم والرواسب، التي تم استخدامها بنجاح في امتصاص الملوثات من المياه والهواء. توفر هذه المواد المشتقة من النفايات بديلاً منخفض التكلفة للمواد الممتزة التجارية وتقلل من العبء البيئي المرتبط بالتخلص منها[17،18].

4.الملوثات ولاامتزاز

تعد عملية الامتزاز من أبرز التقنيات المستخدمة في معالجة الملوثات المائية، حيث أظهرت فعاليتها في إزالة مجموعة متنوعة من الملوثات. من أهم الملوثات التي يتم معالجتها باستخدام هذه التقنية هي المعادن الثقيلة مثل الزئبق، الرصاص، الكادميوم، النحاس، والكروم، التي تعتبر سامة وتضر بالبيئة والصحة العامة، وتتم إزالتها بواسطة المواد الممتزة مثل الفحم المنشط كما أن المركبات العضوية مثل المبيدات الحشرية، المذيبات العضوية، والمركبات البترولية، التي قد تلوث المياه الجوفية والسطحية، يمكن امتزازها وإزالتها باستخدام المواد الممتزة. تُستخدم أيضًا المواد الممتزة لمعالجة المياه الملوثة بـ الأصباغ الصناعية في صناعات النسيج والطباعة، حيث تمتز الأصباغ بشكل فعال. إلى جانب ذلك، تساعد بعض المواد الممتزة في تقليل تركيز الغازات السامة مثل الأمونيا و ثاني أكسيد الكربون في المياه، مما يسهم في تنقيتهاكما تُستخدم الممتزات لإزالة المركبات الفينولية السامة التي توجد في مياه الصرف الصناعي، مما يجعلها خيارًا مثاليًا لضمان توفير مياه نقية وصالحة للاستخدام[19،20].

5. اهم العوامل المؤثرة على الامتزاز

تتأثر عملية الامتزاز بعدد من العوامل التي تحدد فعاليتها وكفاءتها في إزالة الملوثات من السوائل أو الغازات. من أهم هذه العوامل نوع المادة الممتزة، حيث تختلف قدرة المواد الممتزة على امتصاص الملوثات حسب خصائصها الفيزيائية والكيميائية مثل المسامية و السطح الفعّال كذلك، تركيز الملوثات في الوسط المحيط يعد من العوامل الحاسمة؛ فكلما زاد تركيز الملوثات، زادت قدرة المواد الممتزة على الامتزاز حتى الوصول إلى حالة التوازن.درجة الحرارة لها دور كبير في زيادة أو تقليل كفاءة الامتزاز، حيث يمكن أن تؤدي زيادة درجات الحرارة إلى تسريع عملية الامتزاز في بعض الحالات. بالإضافة إلى ذلك، الرقم الهيدروجيني(pH)للوسط يعتبر عاملًا مؤثرًا، حيث أن التفاعلات بين المادة الممتزة والملوثات تتغير بتغير الـ pH، مما يؤثر على قدرة الامتزاز. من العوامل الأخرى المهمة الوقت، حيث تحتاج بعض المواد الممتزة إلى فترات طويلة لتحقيق الامتزاز الكامل للملوثات. وأخيرًا، الوجود المشترك لملوثات متعددة

في الوسط قد يؤثر على قدرة الممتزات على امتصاص كل ملوث بشكل منفصل، حيث يمكن أن يحدث **تداخل بين الملوثات** ويقلل من كفاءة العملية[21،22].

6. التحليلات الفيزيائية والكيميائية للممتزات

لدراسة الممتزات وتقييم فعاليتها في امتصاص الملوثات، يجب إجراء مجموعة من التحليلات الفيزيائية والكيميائية التي تساعد في فهم خصائصها وسلوكها. من التحليلات الفيزيائية الأساسية هي قياس المساحة السطحية (Surface Area) باستخدام طريقة (BET Method) حيث تُظهر هذه التحليلات مدى توفر السطح لامتزاز الملوثات كما يُقاس حجم المسام (Pore Volume) وتوزيع المسام (Pore Size Distribution)بالإضافة الى استخدام تحليل حيود الأشعة السينية (XRD) في دراسة الممتزات لتحديد التركيب البلوري للمادة الممتزة وهيكلها البلوري. يساعد هذا التحليل في فهم ترتيب الذرات أو الجزيئات داخل المادة الممتزة، مما يوفر معلومات قيمة حول المسامية، توزيع المسام، وحجمها. من خلال تحليلXRD، يمكن الكشف عن العناصر المعدنية أو المعادن الموجودة في الممتزات، مثل المعادن الطبيعية أو المواد المضافة التي قد تعزز قدرة الامتزاز و هو عامل حاسم في تحديد مدى فعاليتها في إزالة الملوثات. وبناءً على هذه المعلومات، يمكن تحسين تصميم المواد الممتزة للحصول على كفاءة أكبر في عمليات الامتزاز. أما بالنسبة للتحليلات الكيميائية، فإن تحليل التركيب الكيميائي للمادة الممتزة باستخدام تقنيات مثل التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء (FTIR) يساعد في تحديد الروابط الكيميائية والوظائف السطحية التي قد تؤثر على قدرة المادة في التفاعل مع الملوثات. بالإضافة إلى ذلك، يُجرى اختبار الرقم الهيدروجيني (pH)للوسط الذي يُستخدم فيه الممتز، حيث أن التفاعل بين المادة الممتزة والملوثات يتأثر بشكل كبير بتغيرات الـ pH .ايضا يُستخدم تحليلال pH_{pzc} (Point of Zero Charge) هو قيمة الرقم الهيدروجيني التي يتساوى فيها الشحنات الموجبة والسالبة على سطح المادة الممتزة،pH_{pzc}لدراسة الخواص السطحية للممتزات، حيث يساعد في تحديد التفاعلات بين المادة الممتزة والملوثات في ظروف مختلفة من الرقم الهيدروجيني. عند تحديدpH_{pzc} للمادة الممتزة، يمكن التنبؤ بكيفية تفاعل المادة مع الأيونات الموجبة أو السالبة في المحاليل المائية تحت ظروف pH مختلفة. إذا كان الرقم الهيدروجيني للمحلول أقل منpH_{pzc} ، فسيكون السطح ممتلئًا بشحنات سالبة، مما يساهم في جذب الأيونات الموجبة مثل المعادن الثقيلة. أما إذا كان الرقم الهيدروجيني أعلى منpH_{pzc} ، فسيكون السطح ممتلئًا بشحنات موجبة، مما يساهم في جذب الأيونات السالبة مثل الأنيونات العضوية.يُستخدم هذا التحليل لتحديد فعالية الممتزات في إزالة الملوثات في نطاقات معينة من الرقم الهيدروجيني، مما يساعد في تحسين أداء عملية الامتزاز في التطبيقات البيئية والصناعية.كما يتم تحديد سعة الامتزاز (Adsorption Capacity)من خلال التجارب المخبرية لتحديد كمية الملوثات التي يمكن للممتز امتزازها عند توازن العملية. تساعد جميع هذه التحليلات في تحسين اختيار وتصميم المواد الممتزة المثلى لعمليات المعالجة البيئية والصناعية[23،24].

7. أهم الأنظمة المستخدمة في عملية الامتزاز

تنوع الأنظمة المستخدمة في عملية الامتزاز وفقًا للملوثات المستهدفة وطبيعة المادة الممتزة. من أبرز الأنظمة المستخدمة أنظمة الامتزاز الثابت (Fixed-bed Adsorption Systems)، حيث يتم تمرير السائل أو الغاز الملوث عبر عمود أو حوض يحتوي على المادة الممتزة، وتتم عملية الامتزاز أثناء مرور الملوثات عبر المادة. هذا النظام شائع في معالجة المياه والصرف الصناعي. أما أنظمة الامتزاز الديناميكي (Dynamic Adsorption Systems)، فتستخدم في التطبيقات التي تتطلب معالجة مستمرة لكميات كبيرة من الملوثات، حيث يتم تحريك المادة الممتزة أو تدفق السائل الملوث بطريقة مستمرة لتحفيز التفاعل بين الملوثات والمادة الممتزة. بالإضافة إلى ذلك، هناك أنظمة الامتزاز باستخدام الأعمدة (Column Adsorption Systems)، وهي تعتمد على عمود يحتوي على مادة ممتزة يتم من خلاله تمرير السائل أو الغاز الملوث لإزالة الملوثات. تعتبر هذه الأنظمة فعّالة في إزالة المعادن الثقيلة والمركبات العضوية. كما تُستخدم أنظمة الامتزاز باستخدام الأسطح السائلة (Liquid-Surface Adsorption Systems)في بعض التطبيقات، حيث يتم امتزاز الملوثات بواسطة الأسطح السائلة المحتوية على مادة ممتزة. من جهة أخرى، يعتمد النظام الحراري (Thermal Adsorption System)على تسخين المادة الممتزة لزيادة قدرتها على امتصاص الملوثات، مما يعزز من كفاءة العملية. وأخيرًا، هناك أنظمة الامتزاز البيولوجي (Bio-adsorption Systems)التي تستخدم المواد البيولوجية مثل الكائنات الدقيقة أو المواد النباتية لامتزاز الملوثات، ويعد هذا النظام من الحلول المستدامة في معالجة الملـوثات البيئية. تقدم هذه الأنظمة حـلولًا متنوعة وفعّـالة في معـالجة الملوثـات بناءً على خصـائص المادة الممتزة والمـلوثات المراد إزالتها[25،26].

8. التجديد / إعادة التدوير للمواد الممتزة

تعد عملية تجديد المواد الممتزة من العمليات الحيوية التي تسهم بشكل كبير في تحسين كفاءة استخدامها وتقليص التكاليف البيئية والاقتصادية المرتبطة بعلاج الملوثات. فعندما تنتهي عملية الامتزاز وتستهلك المواد الممتزة في إزالة الملوثات من الغازات أو السوائل، تصبح الحاجة ملحة إلى تجديد هذه المواد لضمان قدرتها على العمل بكفاءة في العمليات المستقبلية. تساعد هذه العملية في تقليل النفايات الناتجة عن المواد الممتزة المستهلكة، مما يساهم في تعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية.

تتنوع الطرق المستخدمة في تجديد المواد الممتزة، ويختلف اختيار الطريقة المناسبة وفقًا لنوع الملوثات والمادة الممتزة. من أكثر الطرق شيوعًا هي استخدام الأحماض القوية مثل حمض النيتريك (HNO_3)، حيث تساعد هذه الأحماض على إزالة المعادن الثقيلة والملوثات غير العضوية من سطح المادة الممتزة عن طريق تفكيك الروابط بينها وبين الملوثات.كما تُستخدم القواعد القوية مثل هيدروكسيد الصوديوم (NaOH)في تجديد الممتزات التي تحتوي على ملوثات عضوية، حيث تعمل هذه القواعد على

تفكيك الملوثات بفعالية.بالإضافة إلى ذلك، يُعد الإيتيليندياميـن تترا أسيتات (EDTA) من العوامل المعقـدة المستخدمة لإزالة المعـادن الثقيلة، حيث يشكل معقدات مع هذه المعـادن وييسر إزالتها من المادة الممتزة.

كما يمكن تجديد الممتزات باستخدام المذيبات الخفيفة التي تعتبر من الطرق الفعّالة لتجديد المواد الممتزة المستهلكة. يتم ذلك عن طريق غسل الممتزات بمذيبات منخفضة القوة مثل الماء أو الكحوليات لإزالة الملوثات الممتزة. تساعد هذه الطريقة في استعادة قدرة الممتزات على الامتزاز دون الحاجة لاستخدام مواد كيميائية قوية، مما يجعلها خيارًا اقتصاديًا وصديقًا للبيئة. المذيبات الخفيفة تتفكك الملوثات العضوية والغير عضوية بسهولة، ما يعزز من فعالية المادة الممتزة ويطيل عمر استخدامها في المعالجة.

من ناحية أخرى، يُعد التجديد الحراري من الخيارات الفعّالة لإعادة تنشيط الممتزات المستهلكة. في هذه العملية، يتم تسخين المادة الممتزة إلى درجات حرارة مرتفعة في بيئة خالية من الأوكسجين، مما يؤدي إلى تفكيك الملوثات العضوية والغازات المتطايرة التي تم امتزازها. يساعد هذا على إعادة قدرة الممتزات على الامتزاز، مما يطيل من عمر استخدامها. هذه الطريقة تعد فعّالة بشكل خاص في المواد التي تحتوي على ملوثات عضوية، وتساهم في تقليل التكاليف البيئية والاقتصادية عبر إعادة استخدام الممتزات في عمليات المعالجة المستقبلية.

على الرغم من الأهمية الكبيرة لتجديد الممتزات في معالجة الملوثات، إلا أن هناك بعض المساوئ التي قد ترافق هذه العملية. من أبرز هذه المساوئ هي التكاليف المرتفعة التي قد تتطلب استخدام مواد كيميائية أو معدات متخصصة، مما يزيد من التكاليف الإجمالية للعملية. كما أن فقدان الكفاءة مع تكرار عمليات التجديد يعد من العوامل المؤثرة، حيث يمكن أن تفقد الممتزات قدرتها على الامتزاز بمرور الوقت، مما يقلل من فعاليتها ويجعلها أقل كفاءة. بالإضافة إلى ذلك، قد تؤدي بعض عمليات التجديد مثل استخدام الأحماض أو القواعد القوية إلى تلوث بيئي في حال لم تتم معالجة الملوثات الثانوية الناتجة بشكل مناسب.التعقيد في الإجراءات أيضًا يعتبر من المساوئ، حيث تتطلب بعض الطرق مثل استخدام مذيبات قوية وقتًا طويلاً أو خطوات معقدة قد تكون غير عملية في بعض التطبيقات. وأخيرًا، الاعتماد على المواد الكيميائية في بعض الأحيان قد يكون غير مستدام بيئيًا، خاصة إذا تم استخدامها بشكل مفرط أو إذا لم تتم معالجتها بشكل آمن بعد العملية[27،28].

9.آلية الامتزاز

تتوزع آلية الامتزاز إلى نوعين رئيسيين :الامتزاز الفيزيائي و الامتزاز الكيميائي .في الامتزاز الفيزيائي، تلتصق الجزيئات السائلة أو الغازية على سطح المادة الممتزة بفعل القوى فاندر فالاس (Van der Waals)أو القوى الكهربائية، وهي تفاعلات ضعيفة، مما يجعل هذا النوع من الامتزاز قابلاً للعكس بسهولة. أما في الامتزاز الكيميائي، فيحدث تفاعل كيميائي بين الجزيئات الممتزة والمادة الممتزة، مما يؤدي إلى تكوين روابط قوية، مثل الروابط التساهمية أو الأيونية، ويجعل العملية غير قابلة للعكس بشكل

سهل.عند استخدام مواد ممتزة مثل الفحم النشط أو المواد الطبيعية مثل النفايات الزراعية أو الصناعية، يمكن أن يعتمد الامتزاز على خصائص سطح المادة الممتزة، مثل المسامية، المساحة السطحية، وشحنة السطح[30،29].

الخلاصة:

تعتبر عملية الامتزاز من التقنيات الفعّالة في معالجة الملوثات المائية والهواء، وتتميز باستخدام المواد الممتزة منخفضة التكلفة، مثل الفحم المنشط، والطين، التي تساهم في إزالة مجموعة واسعة من الملوثات مثل المعادن الثقيلة، المركبات العضوية، الأصباغ، والغازات السامة. تمثل المواد الممتزة ا لمستخلصة من المصادر الطبيعية والنفايات الزراعية والصناعية خيارًا مستدامًا وفعّالًا اقتصاديًا لمعالجة التلوث وتقليل الأثر البيئي. وقد ثبت أن المواد البيولوجية الممتزةتقدم حلولًا مبتكرة وصديقة للبيئة في معالجة الملوثات.

تتأثر عملية الامتزاز بعدد من العوامل مثل نوع المادة الممتزة، تركيز الملوثات، درجة الحرارة، pH الوسط، والوقت، وهي عوامل حاسمة في تحديد كفاءة العملية. كما أن هناك أنظمة متنوعة لعملية الامتـزاز مثل أنظمة الامتزاز الثـابتة والدينـاميكية التي تُستخـدم حسب نوع الملوثـات وخصـائص المواد الممتزة.

أحد الجوانب المهمة هو تجديد المواد الممتزة، التي يتم من خلال استخدام تقنيات مثل الأحماض القوية، القواعد، المذيبات الخفيفة، والتجديد الحراري. على الرغم من فوائد هذه العمليات في تقليل التكاليف البيئية والاقتصادية، إلا أن هناك بعض المساوئ مثل التكاليف العالية وفقدان الكفاءة مع تكرار العمليات. بناءً على ذلك، يمثل استخدام المواد الممتزة منخفضة التكلفة حلاً مستدامًا وفعّالًا في معالجة الملوثات، مما يساهم في حماية البيئة وتحقيق استدامة اقتصادية في الصناعات والمجتمعات.

Références

1-Al-Degs, Y. S., et al. (2009). Removal of organic pollutants from water using low-cost adsorbents. Journal of Hazardous Materials, 162(2-3), 1332-1340.
-2-Gupta, V. K., &Suhas. (2009). Application of low-cost adsorbents for dye removal – A review.Journal of Environmental Management, 90(8), 2313-2324.
-3- Murthy, G. N., &Sahu, U. K. (2025). Methylene blue dye removal from aqueous solution using activated carbon prepared from corn cob stem: Kinetics, isotherms, and mechanism studies. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 13(1), 104789.
4- Mazher, F., Ghaffar, A., Arooj, A., & Iqbal, M. (2025). Biosorption of heavy metals from contaminated soil using rice straw: A comprehensive study. *Chemosphere*, 375, 144252.
5 -Alawa, B., Singh, S., Chakma, S., Kishor, R., Lundborg, C. S., &Diwan, V. (2024). Development of novel biochar adsorbent using agricultural waste biomass for enhanced removal of ciprofloxacin from water: Insights into the isotherm, kinetics, and thermodynamic analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 425, 127818.
6-Mohan, D., & Pittman, C. U. (2007). Arsenic removal from water/wastewater using adsorbents – A critical review.Journal of Hazardous Materials, 142(1-2), 1-53.
7-Ayub, M. A. S., et al. (2022). Removal of pollutants from wastewater using agricultural wastes.Environmental Science and Pollution Research, 29(3), 4615-4633.
8-Sohi, S. P., et al. (2010). Biochar and its application to the management of contaminated water and air.Journal of Hazardous Materials, 184(1-3), 1-12.
9-Ghosh, M. K., & Ng, W. J. (2000). Effect of surface chemistry of activated carbon on its adsorption capacity.Journal of Environmental Engineering, 126(9), 797-803.
10-Figueiredo, J. L., & Ferreira, M. (2001). Surface properties of activated carbons. Carbon, 39(2), 445-453.
11- Shukla, S. S., & Wang, J. (2002). Adsorption of lead and copper from aqueous solutions using activated carbon. Journal of Hazardous Materials, 92(1-2), 31-39.
12-Vasudevan, S., &Ramasamy, P. (2015). Sustainable adsorbents for the removal of contaminants from aqueous systems.Environmental Chemistry Letters, 13(4), 575-585.
13- Singh, A. K., & Thakur, M. (2016). Natural adsorbents for water treatment: A review. Environmental Science and Pollution Research, 23(9), 8863-8880.
14-Chen, J., & Zhang, Z. (2018). The use of zeolite and clay in environmental remediation.EnvironmentalToxicology and Chemistry, 37(2), 415-426.
15-Volesky, B. (2007). Bioadsorption and biosorption processes. In Biosorption of Heavy Metals (pp. 13-31).Springer.
16- Gupta, V. K., & Ali, I. (2004). Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as adsorbents for the removal of heavy metals.In Waste Materials in Advanced Materials (pp. 147-170).Springer.
17-Moussavi, G., &Moussavi, M. (2009). Utilization of industrial waste and agricultural residues as adsorbents for removal of pollutants from wastewater. Journal of Hazardous Materials, 161(1), 238-243.
18-El-Hendawy, A. A., &Allam, S. (2015). Use of agricultural waste for heavy metal removal: A review. Environmental Science and Pollution Research, 22(14), 10607-10620.

19-Zhang, J., & Chen, H. (2013). Removal of heavy metals from aqueous solutions by adsorption: A review. Environmental Science and Pollution Research, 20(6), 4382-4398.
20-Alharbi, O. H., & Khan, M. A. (2019). Adsorption of heavy metals and organic pollutants from wastewater using biosorbents: A review. Journal of Environmental Chemical Engineering, 7(3), 103119.
21- Zhu, L., & Zhang, W. (2016). Factors affecting adsorption of heavy metals by activated carbon.Journal of Environmental Sciences, 45(1), 41-52.
22- Sharma, P., & Bhattacharyya, D. (2019). Effect of temperature, pH, and contact time on the adsorption of pollutants from aqueous solution.Journal of Environmental Engineering, 145(3), 04018093.
23-Singh, N., & Pant, D. (2019). Characterization and analysis of adsorbents: Techniques and applications. Environmental Technology & Innovation, 14, 100346.
24-Koh, H. L., & Lim, Y. P. (2003). Characterization of adsorbent materials: Surface area, porosity, and functional group analysis. Journal of Applied Surface Science, 227(1-4), 58-67.
25-Goswami, M., & Das, D. (2015). Fixed bed adsorption system for environmental pollutants removal: Design and modeling. Chemical Engineering Journal, 278, 198-209.
26-Sahu, O., &Bhunia, B. (2012). Dynamic adsorption systems: A review of application and design. Environmental Progress & Sustainable Energy, 31(4), 577-586.
27- Jahan, M. S., & Amin, S. M. (2017). Regeneration of adsorbents in wastewater treatment: A review. Environmental Chemistry Letters, 15(4), 589-602.
28-Chakraborty, M., & Bhattacharya, S. (2020). Regeneration of adsorbents: Techniques, challenges, and future directions. Journal of Environmental Management, 258, 109926.
29-Mckay, G., & Ho, Y. S. (1999). The kinetics of sorption of divalent metal ions onto sorbents. Process Safety and Environmental Protection, 77(1), 43-49.
30-Baker, D., & Hixson, M. (2017). *Environmental Applications of Activated Carbon for Removal of Pollutants from Water and Air.Environmental Chemistry, 14(4), 1-11*.

وجود حلول معادلة ديناميكية لابلاسيانية ثيرموستورية غير محلية نبضية في المقياس الزمني.

Existence solution of nonlocal Laplacian impulsive thermistor problems on time scale

قريشي فرحوح [1]،

[1] المدرسة العليا للأساتذة القبة (الجزائر)، farhouh.korichi@g.ens-kouba.dz

تاريخ الإرسال: 2025/03/23 تاريخ القبول:2025/05/17 تاريخ النشر: 2025/06/30

الملخص:

نقوم في هّذا العمل بدراسة المعادلات التفاضلية الثيرموستورية الغير محلية الφ-لابلاسيانية المزودة بنبض في السلم الزمني وهذا بتطبيق نظرية التناوبية الغير خطية للاري شاودر على مؤثر النقطة الصامدة المرافق للمسألة المطروحة.

كلمات مفتاحية: السلمالزمني، φ-لابلاس، المعادلات النبضية ، التيرميستور، وجود الحلول.

Abstract:

We consider a thermistor differential equation withe impulse effect and non-local boundary conditions on the time scale, the differential equation is of the form of $\boldsymbol{\varphi}$ −laplacian equation , the existence result is obtained by using the nonlinear Leray Schauder alternative on the fixed point operator associated to the equation

Key words : Impulsive effect, thermistor, $\boldsymbol{\varphi}$ −laplacian equation, time scale, fixed point, Leray Schauder.

المؤلف المرسل: قريشي فرحوح ، الإيميل المهني:farhouh.korichi@g.ens-kouba.dz

1 مدخل:(Introductio)

فيما سبق، كانت المعادلات التفاضلية تمثل ظواهر ذات زمن مستمر على$\mathbb{R}$ أو $\mathbb{R}_+$ أو $\mathbb{R}_+^*$ أو على المجال(a,b)من$\mathbb{R}$ أو ذات زمن متقطع على$\mathbb{Z}$ أو$\mathbb{N}$ وهي معادلات الفروق. لكن من البديهي أنه توجد ظواهر طبيعية وفيزيائية على الأقل تتضمن أزمنة مستمرة تارة و أزمنة متقطعة نقطية تارة أخرى وهذا النوع من الظواهر يمثل بمعادلات تفاضلية ديناميكية على السلم الزمني.

ظهرت الدراسات الأولى للتحليل في السلم الزمني من خلال مذكرة الدكتوراه لستيف انهي لجر سنة 1988 [1]، لتوحيد التحليل المستمر في مجموعة الأعداد الحقيقية و الغير مستمر في مجموعة الأعداد الصحيحة وبعدها تطور العمل في السلم الزمني وأصبح الهدف من دراسة المعادلات التفاضلية الديناميكية في السلم الزمني هـ وتعمم و توحد دراسة المعادلات التفاضلية العادية والمعادلات ذات التغيرات وكذا معادلات الفروق [2]–[3] كما ورد من خلال عنوان العمل فإننا نهتم بدراسة المعادلات التيرميستورية النبضية الغير محلية وهذا كون تطبيقاتها كثيرة و مهمة في الثيرميستور هي أنصاف نواقل مصنوعة من معادنذات ناقلية ضعيفة وهي عناصر حساسة للتغير الطفيف لدرجة الحرارة. فالمجهول في هذه المسائل هو درجة الحرارة كدالة للزمن يمكن الإطلاع على[4]، [8]، [9]، [10].

نهتم في هذا البحث بدراسة وجود الحلول للمسائل غير المحلية اللابلاسيانية الديناميكية التيرميستورية في المقياس الزمني$\mathbb{T}$ ذات الشكل:

$$-\varphi(u^{\Delta}(t))^{\nabla} = \beta\varphi(u(t)) + \frac{a(t)f(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)}{(\int_0^T f(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)\Delta t)^k}, \qquad (1)$$

حيث $t \in [0,T]_{\mathbb{T}}$ يحقق $t \neq t_j; j = \overline{1,N}$ مع $0 = t_0 < t_1 < \cdots < t_N < T = t_{N+1}$ نقاط النبض معطاة بحيث منأجل كل$j = \overline{1,N}$ تكون نقاط النبضt_j كثيفة من اليمين.

مع الشروط النبضية :

$$\begin{cases} \varphi(u^{\Delta}(t_j^+)) - \varphi(u^{\Delta}(t_j^-)) = I_j(u(t_j)) \ \ \forall j = 1,\ldots,N. \\ u^{\Delta}(t_j^+) - u^{\Delta}(t_j^-) = J_j(u(t_j)), \quad \forall j = 1,\ldots,N. \end{cases} \qquad (2)$$

مـ ع $u(t_j^+)$ و $u(t_j^-)$ ترمز ان للنهاية من اليمين و من اليسار لـ$u(t)$لما $t = t_j$

والشروط الحدية التكاملية:

$$u(0) = \int_0^T h(u(s))\Delta s, \quad u^{\Delta}(T) = \int_0^T g(u(s))\nabla s \qquad (3)$$

مع φمستشاكل متزايدعلى$\mathbb{R}$ يسمى مؤثر φ–لابلاسو βثابت من $\mathbb{R}$و kثابت من $\mathbb{R}_+^*$.

$$a : [0,T]_{\mathbb{T}} \to \mathbb{R}_+ \text{ ، } f : [0,T]_{\mathbb{T}} \times \mathbb{R}_+ \times \mathbb{R} \to \mathbb{R}_+^*$$

توابع مستمرة على النقاط الكثيفة من اليسار و$\mathbb{R}$:$g,h: \mathbb{R} \to \mathbb{R}$توابع مستمرة.

2 مفاهيم أساسية

تم بناء إثبات وجود حلول المسألة (1)−(2)−(3) عن طر يق تطبيق التناوبية الغير خطية للاري شاودر التي تنص على

نظر ية 1: *ليكن C محدب من X حيث X فضاء باناخي. ليكن $U \subset X$ مفتوح يحوي الصفر.*

كل تطبيق $N: U \to C$ مستمر ومتراص يحقق على الأقل التناوبية:

- N يقبل نقطة صامدة في U
- يوجد $x \in \partial U$ و $\lambda \in (0,1)$ حيث $x = \lambda\, Nx$

نذكر فيما يلي بعض المفاهيم الأساسية للسلم الزمني التي نحتاجها في عملنا هذا. للاطلاع على خواص أدق يمكن النظر في **[2]**

−نسمي سلماً زمنيًا كل مجموعة جزئية مغلقة غير خالية $\mathbb{T}$ من $\mathbb{R}$، مزودة بالطوبولوجيا المستخرجة من الطوبولوجيا على $\mathbb{R}$.

ليكن 0 و T نقطتان من $\mathbb{T}$، نسمي مجالا من $\mathbb{T}$ ونرمز له بـ $[0,T]_{\mathbb{T}}$ المجموعة المعرفة بـ $[0,T]_{\mathbb{T}} = [0,T] \cap \mathbb{T}$.

نعرف على السلم الزمني بعض التطبيقات التي تسمح بتصنيف نقاطه:

- مؤثر القفز إلى اليمين $\sigma: \mathbb{T} \to \mathbb{T}$ حيث $\sigma(t) = \inf\{s \in \mathbb{T},\ s > t\}$.
- مؤثر القفز إلى اليسار $\rho: \mathbb{T} \to \mathbb{T}$ حيث $\rho(t) = \sup\{s \in \mathbb{T},\ s < t\}$.
- تابع الليونة من الأمام $\mu: \mathbb{T} \to [0,\infty)$ حيث $\mu(t) = \sigma(t) - t$ الذي يسمح بتصنيف النقاط حيث:

إذا كان $\mu(t) = 0$ فإن النقطة t تكون كثيفة من اليمين وإلا فإن النقطة تكون مبعثرة من اليمين.

- تابع الليونة من الخلف $\gamma : \mathbb{T} \to [0,\infty)$ حيث $\gamma(t) = t - \rho(t)$ الذي يسمح بتصنيف النقاط حيث:
- إذا كان $\rho(t) = 0$ فإن النقطة t تكون كثيفة من اليسار و إلا فإن النقطة تكون مبعثرة من اليسار.

نقول عن تابع $f : \mathbb{T} \to \mathbb{R}$ أنه مستمر عند نقطة $t \in \mathbb{T}$ إذا حقق:

$$\forall \varepsilon > 0, \exists\, \delta > 0; \forall s \in]t-\delta, t+\delta[\cap \mathbb{T} : |f(t) - f(s)| \le \varepsilon$$

نقول عن تابع $f : \mathbb{T} \to \mathbb{R}$ أنه rd−مستمر إذا حقق

1. f مستمر عند كل النقاط من $\mathbb{T}$ الكثيفة من اليمين.
2. f يقبل نهاية منتهية عند النقاط الكثيفة من اليسار.

نرمز لمجموعة التوابع الـ rd−مستمرة على $\mathbb{T}$ بـ: $\mathcal{C}_{rd}(\mathbb{T}, \mathbb{R})$

نعرف الدالت ااشتقاقية لـ $f : \mathbb{T} \to \mathbb{R}$ عند نقطة $t \in \mathbb{T}^k$ حيث

$$\mathbb{T}^k = \begin{cases} \mathbb{T} \setminus (\rho(\sup \mathbb{T}), sup\mathbb{T}], & \sup \mathbb{T} < \infty \\ \mathbb{T} & , \sup \mathbb{T} = \infty \end{cases}$$

إمكانيةإ يجادالعدد$f^{\Delta}(t)$ الذييسمى Δ−مشتقوالذييحقق

$$\forall \varepsilon > 0, \exists\, \mathcal{U} \in V_t\,; \forall s \in \mathcal{U} : \left|[f(\sigma(t)) - f(s)] - f^{\Delta}(t)(\sigma(t) - s)\right| \leq \varepsilon|\sigma(t) - s|$$

نعرف النابلة اشتقاقية:وجودالعدد$f^{\nabla}(t)$الذييسمى ∇−مشتق f عندt الذييحقق:

$$\forall \varepsilon > 0, \exists\, \mathcal{U} \in V_t\,; \forall s \in \mathcal{U} : \left|[f(\rho(t)) - f(s)] - f^{\nabla}(t)(\rho(t) - s)\right| \leq \varepsilon|\rho(t) - s|$$

نقول عن$F: \mathbb{T} \to \mathbb{R}$أنها Δ− أصلية لـ $f: \mathbb{T} \to \mathbb{R}$إذاكانمنأجلكل$t \in \mathbb{T}^k$يكون $F^{\Delta}(t) = f(t)$

ونعرففي هذه الحالة ال . Δتكاملل fالعدد

$$\int_s^t f(r)\Delta r = F(t) - F(s), \quad \forall t, s \in \mathbb{T}$$

3 نتائج أولية :

من أجل تعريفحل للمسألة (1)−(2)−(3) يُستحسن أن نعتبر الفضاءات التالية:

$$PC_{rd}(J, \mathbb{R}) = \{\, u: [0,T]_{\mathbb{T}} \to \mathbb{R}, u \in \mathcal{C}_{rd}\left(t_j, t_{j+1}\right), u\left(t_j^-\right) = u\left(t_j\right)\text{وموجود} u\left(t_j^+\right), j = 1, \dots N \,\}$$

$$E = PC_{rd}^{\Delta}(J, \mathbb{R}) = \{\, u \in PC_{rd}(J, \mathbb{R}), u^{\Delta} \in \mathcal{C}_{ld}\left(t_j, t_{j+1}\right), u^{\Delta}\left(t_j^-\right) = u^{\Delta}\left(t_j\right), u^{\Delta}\left(t_j^+\right)\text{موجود}, j = 1, \dots N\}$$

حيث $J = [0,T]_{\mathbb{T}}$

إذن Eفضاء بناخي حقيقي مزود بالنظيم:

$$\|u\|_E = \max\left(\max_{j=1,\cdots,N} \sup_{t\in(t_j,t_{j+1}]} |u(t)|, \max_{j=1,\cdots,N} \sup_{t\in(t_j,t_{j+1}]} |u^{\Delta}(t)|\right.$$

لدراسة وجود حلول للمسألة(1)−(2)−(3)، نعتبرالفرضيات التالية:

$f \in \mathcal{C}_{rd}\left(J \times \mathbb{R} \times \mathbb{R} \times \mathbb{R};\ \mathbb{R}_+^*\right)$ و $a \in \mathcal{C}_{rd}\left(J \times \mathbb{R}_+\right)$ و $b \in \mathcal{C}_{rd}\left(J \times \mathbb{R}\right)$(H1)

$g, h \in \mathcal{C}(\mathbb{R}, \mathbb{R})$و$I_j, J_j \in \mathcal{C}(\mathbb{R}; \mathbb{R}); \forall\ j = 1, \dots, N$ (H2)

$\varphi(0) = 0$مستشاكل متزايد حيث$\varphi: \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ (H3)

توطئة 1.

نفرض أن (H1)−(H 3) محققة من أجل$f \in \mathcal{C}_{rd}(, \mathbb{R})$يكون$u \in E$حلا للمسألة

$$(4)\ \ldots\ldots \begin{cases} -\varphi(u^{\Delta}(t))^{\Delta} = f(t), \ t \in [0,T]_{\mathbb{T}}, & t \neq t_j, j = 1, \ldots, N \\ u(0) = \int_0^T h(u(s))\,\Delta s\,, & u^{\Delta}(T) = \int_0^T g(u(s))\,\nabla s \\ u(t_j^+) - u(t_j^-) = J_j\left(u(t_j)\right), & j = 1, \ldots, N \\ \varphi(u^{\Delta}(t_j^+)) - \varphi(u^{\Delta}(t_j^-)) = I_j\left(u(t_j)\right), & j = 1, \ldots, N \end{cases}$$

إذا وفقط إذاكان u حلا للمعادلة التكاملية النبضية التالية:

$$\begin{aligned} u(t) &= \sum_{t_j \le t} J_j\left(u(t_j)\right) \\ &+ \int_0^T h(u(s))\Delta s \\ &+ \int_0^t \varphi^{-1}\left[\varphi\left(\int_0^T g(u(s))\nabla s\right)\right. \\ &\left. - \sum_{t_j \ge r} I_j\left(u(t_j)\right) + \int_r^T f(s)\nabla s\right]\Delta r \ \ldots\ldots\ldots (5) \end{aligned}$$

البرهان:

ليكن u حلا للمسألة(4) بمكاملة طر في المعادلة التفاضلية الواردة في المسألةمن0 إلـ ى t_1نجد المساواة:

$$\varphi(u^{\Delta}(t_1^-)) - \varphi(u^{\Delta}(0)) = -\int_0^{t_1} f(s)\nabla s \qquad (6)$$

بالمكاملة مرةأخرىطرفيالمعادلة(6)من t_1إلى t_2نجد

$$\varphi(u^{\Delta}(t_2^-)) - \varphi(u^{\Delta}(t_1^+)) = -\int_{t_1}^{t_2} f(s)\nabla s$$

ثممن أجل$t \in (\ t_j, t_{j+1}]$ نكاملالمعادلة(6)من t_j نحو t نجد:

$$\varphi(u^{\Delta}(t)) - \varphi(u^{\Delta}(t_j^+)) = -\int_{t_j}^{t} f(s)\nabla s$$

بالجمع، ومن كون f مستمرًاًنجد:

$$\varphi(u^{\Delta}(t)) - \sum_{t_j<t}(\varphi(u^{\Delta}(t_j^+)) - \varphi(u^{\Delta}(t_j^-)) - \varphi(u^{\Delta}(0)) = -\int_0^t f(s)\nabla s$$

وباستعمال الشروط النبضية في المسألة(4) نجد:

$$(7) \dots\dots\dots u^{\Delta}(t) = \varphi^{-1}[\,\varphi(\int_0^T g(u(s))\nabla s\,) - \sum_{t_j \geq t} I_j\left(u(t_j)\right) + \int_t^T f(s)\nabla s]$$

بالمكاملة من جديد المعادلة (7) تصبح:

$$u(t_1^-) - u(0) = \int_0^{t_1} \varphi^{-1}[\varphi(\int_0^T g(u(s))\nabla s) - \sum_{t_j \geqslant r} I_j(u(t_j)) + \int_r^T f(s)\nabla s]\Delta r$$

ثم بتكرار نفس العملية و المكاملة من t_j نحو t من أجل $t \in (\ t_j, t_{j+1}]$

$$u(t) = \sum_{t_j \leq t} J_j\left(u(t_j)\right) + \int_0^T h(u(s))\Delta s + \int_0^t \varphi^{-1}\left[\varphi\left(\int_0^T g(u(s))\nabla s\right) - \sum_{t_j \geq r} I_j\left(u(t_j)\right) + \int_r^T f(s)\nabla s\right]\Delta r$$

عكسياً، إذا كان u حلا للمعادلة (5) نجد

$$u(0) = \int_0^T h(u(s))\Delta s$$

بالاشتقاق المباشر الدالت الاشتقاية في السلم الزمني لـ (5) نجد :

$$(\varphi(u^{\Delta}(t)))^{\nabla} = \left(\varphi(\int_0^T g(u(s))\nabla s) - \sum_{t_j \geqslant t} I_j(u(t_j)) + \int_t^T h(s)\nabla s\right)^{\nabla} = -f(t)$$

□

نتيجة 1 :نفرض أن (H1) – (H 3) محققة. يكون $u \in E$ حلا للمسألة (1)–(2)–(3) إذا وفقط ذا كان

$$u(t) = \sum_{t_j < t} J_j(u(t_j)) + \int_0^T h(u(s))\Delta s + \int_0^t \varphi^{-1}[\varphi\left(\int_0^T g(u(s))\nabla s\right) - \sum_{t_j \geq \tau} I_j(u(t_j)) + \beta\int_\tau^T \varphi(u(s))\nabla s\Delta s + \frac{\int_\tau^T a(r)f\left(r, u(r), u^{\Delta}(r), \int_0^r b(s)u(s)\Delta s\right)\nabla r}{\left(\int_0^T f\left(t, u(t), u^{\Delta}(t), \int_0^t b(s)u(s)\Delta s\right)\nabla t\right)^k}]\Delta r.$$

4نتائج أساسية:

من خلال هذا الفصل، بالإضافة إلى الفرضيات (H3) - (H1) نفرض أن الشروط التالية محققة:

(H4) يوجد تابعان متزايدان $\psi_0, \psi_1 \in \mathcal{C}(\mathbb{R}, \mathbb{R}_+)$ حيث

$$|h(x)| \le \psi_0(x), \quad \forall x \in \mathbb{R}$$
$$|g(x)| \le \psi_1(x), \quad \forall x \in \mathbb{R}$$

(H5) توجد ثوابت $\theta_{1j}, \theta_{2j}, \eta_{1j}, \eta_{2j} \ge 0$ حيث :

$$I_j(y) \le \theta_{1j}|y| + \theta_{2j}, \ \forall j = 1, \dots, N, \forall y \in \mathbb{R}$$
$$J_j(y) \le \eta_{1j}|y| + \eta_{2j}, \quad \forall j = 1, \dots, N, \forall y \in \mathbb{R}$$

نضع:

$$S_0 = \sum_{j=1}^{N} \eta_{1j}, S_1 = \sum_{j=1}^{N} \eta_{2j} \quad L_0 = \sum_{j=1}^{N} \theta_{1j} \quad L_1 = \sum_{j=1}^{N} \theta_{2j}$$

(H6) لما $k < 1$ يوجد $q_1 \in \mathcal{C}(J, \mathbb{R}_+)$ وتوابع متزايدة $\psi_2, \phi_1, \chi_1 \in \mathcal{C}(\mathbb{R}, \mathbb{R}_+)$

حيث:

$$|f(t,x,y,z)| \le q_1(t)\psi_2(x)\chi_1(y)\phi_1(z), \quad \forall t \in [0,T]_{\mathbb{T}}, \forall x, y, z \in \mathbb{R}$$

(H7) لما $k < 1$ يوجد $R > 0$ حيث:

$$\begin{aligned} R \ge\ & S_0 R + S_1 + T\psi_0(R) \\ & + T\varphi^{-1}\big[L_0 R + L_1 + \varphi(T)\varphi(\psi_1(R)) + |\beta| T\varphi(R) \\ & + M_1 (\sup_{t\in[0,T]} |q_1(t)|\psi_2(R)\chi_1(R)\phi_1(TM_2R))^{1-k}\big] \end{aligned}$$

(H6') لما $k > 1$ يوجد $q_2 \in \mathcal{C}(J, \mathbb{R}_+)$ و توابع متزايدة $\psi_3, \phi_2, \chi_2 \in \mathcal{C}(\mathbb{R}, \mathbb{R}_+)$

حيث:

$$|f(t,x,y,z)| \ge\ q_2(t)\psi_3(x)\chi_2(y)\phi_2(z), \quad \forall t \in [0,T]_{\mathbb{T}}, \qquad \forall x, y, z \in \mathbb{R}$$

(H7') لما $k < 1$ يوجد $R > 0$ حيث:

$$\begin{aligned} R \ge\ & S_0 R + S_1 + T\psi_0(R) \\ & + T\varphi^{-1}\big[L_0 R + L_1 + \varphi(T)\varphi(\psi_1(R)) + |\beta| T\varphi(R) \\ & + M_1 (\sup_{t\in[0,T]} |q_2(t)|\psi_3(R)\chi_2(R)\phi_2(TM_2R))^{1-k}\big] \end{aligned}$$

حيث $M_1 = \sup_{[0,T]}|a(t)|, \ M_2 = \sup_{[0,T]}|b(t)|$

نعرف المؤثر التكاملي $F : E \to E$ بـ:

$$Fu(t) = \sum_{t_j<t} J_j\left(u(t_j)\right) + \int_0^T h(u(s)\Delta s +$$

$$\int_0^T \varphi^{-1}[-\sum_{t_{j\geq\tau}} I_j\left(u(t_j)\right) + \varphi\left(\int_0^T g(u(s))\nabla s\right) + \beta\int_\tau^T \varphi(u(s))\nabla s +$$
$$+\frac{\int_0^T a(r)\, f\,(r,u(r),u^{\wedge}\Delta(r),\int_0^r b(s)\,u(s)\,\Delta\, s)\,\nabla\, r}{(\int_0^T f\,(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s\ )\,\nabla\, t)^{k}}]\,\Delta\, r$$

توطئة 2:

ليكن$R_\Omega \in \mathbb{R}$نعرفالمجموعة. $\overline{\Omega} = \{y \in E, \|y\|_E \leq R_\Omega\}$.

إذا المؤثر $\overline{\Omega} \to E$: مستمر ومتراص.

برهان:

استمرارية F: من كون التوابع f, g, h, a, b و I_j, J_j مستمرة، إذاً باستعمال نظرية لوبيغ للهيمنة يصبح المؤثر Fمستمراً على E.

تراص F: يكفي أن نثبت أن F مستمر كلياباستعمالنظرية أسكولي أرزيلا.

ليكن Ω_1محدودافي$\overline{\Omega}$ إذنيوجد $\rho > 0$، حيث من أجلكل $u \in \Omega_1$يكون: $\|u\| \leq \rho$.

ليكن $u \in \Omega_1$إذًا:

$$|F(u(t))| = \left|\int_0^t \varphi^{-1}[A_{1\tau} + \beta A_{2\tau} + A_{3\tau} - A_{4\tau}]\Delta\tau + A_{5t} + A_{6t}\right|$$

$$A_{1\tau} = \varphi\left(\int_0^T g(u(s))\nabla s\right) \qquad A_{2\tau} = \int_\tau^T \varphi(u(s))\nabla s$$
$$A_{3\tau} = \frac{\int_\tau^T a(r) f\left(r,u(r),u^{\Delta}(r),\int_0^r b(s)u(s)\Delta s\right)\nabla r}{\left(\int_0^T f\left(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s\right)\nabla t\right)^{k}} \qquad A_{4\tau} = \sum_{t_j\geq\tau} I_j(u(t_j))$$
$$A_{6\tau} = \sum_{t_j<t} J_j(u(t_j)) \qquad A_{5\tau} = \int_0^T h(u(s))\Delta s$$

باستعمال الشرط (H4) ومن كون φ متزايدة نجد:

$$|A_{1\tau}| = \left|\varphi\left(\int_0^T g(u(s))\nabla s\right)\right| \leq |\varphi(T\psi_1(\rho))|$$

$$|A_{2\tau}| = \left|\int_\tau^T \varphi(u(s))\nabla s\right| \leq T|\varphi(\rho)|$$

$$\begin{aligned}|A_{3\tau}| &= \left|\frac{\int_\tau^T a(r)f(r,u(r),u^\Delta(r),\int_0^r b(s)u(s)\Delta s)\nabla r}{\left(\int_0^T f(t,u(t),u^\Delta(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)\nabla t\right)^k}\right| \\ &\leq \frac{\int_\tau^T |a(r)|.|f(r,u(r),u^\Delta(r),\int_0^r b(s)u(s)\Delta s)|\nabla r}{\left(\int_0^T |f(t,u(t),u^\Delta(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)\nabla t|\right)^k} \\ &\leq M_1\left(\int_0^T \left|f(t,u(t),u^\Delta(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)\nabla t\right|\right)^{(1-k)}\end{aligned}$$

باستعمال الشرط
$(H5)$ نجد:

$$\begin{aligned}|A_{4\tau}| &= \left|\sum_{t_j\geq\tau} I_j(u(t_j))\right| \\ &\leq \sum_{t_j\geq\tau} |I_j(u(t_j))| \leq \sum_{j=1}^N |I_j(u(t_j))| \\ &\leq \sum_{j=1}^N \theta_{1j}|u(t_j)| + \theta_{2j} \leq \sum_{j=1}^N \theta_{1j}\rho + \theta_{2j} \\ &\leq \rho\left(\sum_{j=1}^N \theta_{1j}\right) + \left(\sum_{j=1}^N \theta_{2j}\right) = \rho L_0 + L_1 \\ |A_{5\tau}| &= \left|\sum_{t_j\leq\tau} J_j(u(t_j))\right| \\ &\leq \sum_{t_j\leq\tau} |J_j(u(t_j))| \leq \sum_{j=1}^N |J_j(u(t_j))| \\ &\leq \sum_{j=1}^N \eta_{1j}|u(t_j)| + \eta_{2j} \leq \sum_{j=1}^N \eta_{1j}\rho + \eta_{2j} \\ &\leq \rho\left(\sum_{j=1}^N \eta_{1j}\right) + \left(\sum_{j=1}^N \eta_{2j}\right) = \rho S_0 + S_1\end{aligned}$$

$$|A_{6\tau}| = \left|\int_0^T h(u(s))\Delta s\right| \leq T\psi_0(\rho)$$

إذا يوجد

K_0، حيث:

$$|F(u(t))| \leqslant K_0$$

$$K_0 = \rho S_0 + S_1 + T\psi(\rho) + T\varphi^{-1}[\varphi(T\psi_1(\rho)) + T\varphi(\rho) + \frac{M_1 T \sup\limits_{t\in[0,T],u\in\Omega_1} |f(r,u(r),u^{\Delta}(r),\int_0^r b(s)u(s)\Delta s)|}{\left(\inf\limits_{t\in[0,T],u\in\Omega_1} |f(r,u(r),u^{\Delta}(r),\int_0^r b(s)u(s)\Delta s)|\right)^k} + \rho L_0 + L_1]$$

إذا:

$$\sup_{t\in[0,T]} |F(u(t))| \leq K_0, \quad y \in \Omega_1$$

$$(Fu(t))^{\Delta} = \varphi^{-1}\Big[\varphi\left(\int_0^T g(u(s))\Delta s\right) - \beta\int_{\tau}^{T}\varphi(u(s)) - \frac{\int_t^T a(r)f(r,u(r),u^{\Delta}(r),\int_0^r b(s)u(s)\Delta s)\,dr}{(\int_0^T f(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)\nabla t)^k} - \sum_{t_j\geq t} J_j(u(t_j))\Big]$$

من أجل $j = 1, \dots N$

$$\begin{aligned}\sup_{t\in(t_j,t_{j+1}]} |(Fu(t))^{\Delta}| &= \sup_{t\in(t_j,t_{j+1}]} \left|\varphi^{-1}[A_{1t} + \beta A_{2t} + A_{3t} - A_{4t}]\right| \\ &\leq \varphi^{-1}\Big[|\varphi(T\psi_1(\rho))| + |\beta||t_{j+1}-t_j|)|\varphi(\rho)| + \\ &+ \frac{M_1|t_{j+1}-t_j|\sup_{t\in(t_j,t_{j+1}],u\in\Omega_1}|f(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)|)}{(\inf\limits_{t\in(t_j,t_{j+1}],u\in\Omega_1}|f(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)|)^k} \\ &+ |I_{j+1}(u(t_{j+1}))|\Big]\end{aligned}$$

وبالتالي يوجد ثابت منتهي:

$$\max_{j=1,\dots,N} \sup_{t\in(t_j,t_{j+1}]} |(Fu(t))^{\Delta}| \leq \tilde{K}_0$$

ومنه $F(\Omega_1)$ محدود في E.

لنبرهن أن F متساوي الاستمرار على E:

ليكن $t_1', t_2' \in (t_k, t_{k+1}]$ وليكن $u \in \Omega$

$$|F(u(t_1')) - F(u(t_2'))| = |\sum_{t_1'<t_j\leq t_2'} J_j(u(t_j)) + \int_0^t \varphi^{-1}[A_{1\tau} + \beta A_{2\tau} + A_{3\tau} - A_{4\tau}]\Delta\tau|$$

يجب أن نبين أن $\varphi^{-1}[A_{1\tau} - \beta A_{2\tau} - A_{3\tau} - A_{4\tau}]$ محدودة من أجل كل $\tau \in [0,T]$ ومن أجل كل $u \in \Omega$.

لدينا:

$$|A_{1\tau}| \leq \varphi(T\psi_1(R_\Omega))$$
$$|A_{2\tau}| \leq T\varphi(R_\Omega)$$
$$A_{3\tau} \leq \frac{M_1 T \sup_{t\in[0,T],u\in\Omega} |f(r,u(r),u^{\Delta}(r),\int_0^r b(s)u(s)\Delta s)|}{\left(\inf_{t\in[0,T],u\in\Omega} |f(r,u(r),u^{\Delta}(r),\int_0^r b(s)u(s)\Delta s)|\right)^k}$$
$$|A_{4\tau}| = \left|\sum_{j\geq\tau} I_j(u(t_j))\right|$$
$$\leq \sum_{t_1<t_j\geq t_2} |I_j(u(t_j))|$$
$$\leq \sum_{j=1}^{N} |I_j(u(t_j))| \leq R_\Omega L_0 + L_1$$

إذا من أجل

$$K_1 = \varphi^{-1}[\varphi(T\psi_1(R_\Omega) + |\beta|T\varphi(R_\Omega) + R_\Omega\ L_0 + L_1 + M_1 T\ \frac{\sup_{t\in[0,T],u\in\bar{\Omega}} f\,(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s\ )}{(T \inf_{t\in[0,T],u\in\bar{\Omega}} f\,(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s\ )^k}]$$

يكون:

$$\left|F\left(u(t_1')\right) - F\left(u(t_2')\right)\right| \leq K_1|t_1' - t_2'| \ \to 0$$

لدينا:

$$\left|(F(u))^{\Delta}(t_1') - (F(u))^{\Delta}(t_2')\right| = |\varphi^{-1}\left[A_{1t_1'} - \beta A_{2t_1'} - A_{3t_1'} - A_{4t_1'}\right] - \varphi^{-1}\left[A_{1t_2'} - \beta A_{2t_2'} - A_{3t_2'} - A_{4t_2'}\right]|$$

بما أن φ^{-1} مستمر ومن استمرارية التوابع A_{it} يكون:

$$|(F(u))^{\Delta}(t_1') \quad (F(u))^{\Delta}(t_2')| \to 0, \quad \forall t_1' \to t_{2-}'$$

وبالتالي F شبه متساوي الاستمرار على E.

باستعمال أسكولي أرزيلا فإن المؤثر F مستمر كليا، و من كونه مستمرا فهذا يجعل F متراصا. □

نظر ية2.

من أجل $k < 1$ وتحت الفرضيات و الشروط (H7) - (H1)،المسألة(1)−(2)−(3)تقبل على الأقل حلا u ، حيث $u \in PC^{\Delta}([0,T],\mathbb{R})$.

برهان :

لإثبات وجود الحل سوف نستعمل التناوبية الغير الخطية لـ لاريشاودر على المؤثر F.

باستعمال التوطئة (1)ومن أجل $R_{\Omega} = R$ المعطىفي الشرط(H7)ومن أجل $\overline{\Omega} = \{y \in E, \|y\|_E \leq R\}$ فإن المؤثر F مستمر ومتُراص.

من أجل التناوبية نفرض أنه يوجد تابع $y \in \partial\Omega$ وأنهيوجد $\lambda \in (0,1)$ حيث $y(t) = F(y(t))$ بالتالي:

$$|y(t)| = \lambda|F(y(t))| \leq |F(y(t))| \leq \int_0^t \varphi^{-1}[A_{1\tau} - \beta A_{2\tau} - A_{3\tau} - A_{4\tau}]d\,\tau + A_{5t} + A_{6t}$$

لكن لدينا:

$$|A_{1\tau}| \leq \varphi\left(T\psi_1(R)\right), \quad |A_{2\tau}| \leq T\,\varphi(R), \quad \forall\tau \in [0,T]$$

من أجل $A_{3\tau}$ لما $k < 1$ وباستعمال(H6):

$$|A_{3\tau}| = \left|\frac{\int_\tau^T a(r)f(r,u(r),u^{\Delta}(r),\int_0^r b(s)u(s)\Delta s)\nabla r}{\left(\int_0^T f(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)\nabla t\right)^k}\right|$$

$$\leq \frac{\int_0^T |a(r)f(r,u(r),u^{\Delta}(r),\int_0^r b(s)u(s)\Delta s)|dr}{\left|\left(\int_0^T f(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)\nabla t\right)^k\right|}$$

$$\leq \frac{\sup_{t\in[0,T]}|a(t)|\int_0^T |f(r,u(r),u^{\Delta}(r),\int_0^r b(s)u(s)\Delta s)|dr}{\left|\left(\int_0^T f(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)\nabla t\right)^k\right|}$$

$$\leq M_1\left|\left(\int_0^T f(t,u(t),u^{\Delta}(t),\int_0^t b(s)u(s)\Delta s)\nabla t\right)^{1-k}\right|$$

$$\leq M_1\left(\int_0^T q_1(t)\psi_2(u(t))\chi_1(u^{\Delta}(t))\phi_1\left(\int_0^t b(s)u(s)\Delta s\right)\nabla t\right)^{1-k}$$

$$\leq M_1\left(\sup_{t\in[0,T]}|q_1(t)|\psi_2(R)\chi_1(R)\phi_1(TM_2R)\right)^{1-k}$$

من أجل $A_{4\tau}$ نستعمل(H5):

$$|A_{4\tau}| = \Big|\sum_{t_j\geq\tau} I_j(u(t_j))\Big|$$
$$\leq \sum_{j=1}^{N}|I_j(u(t_j))| \leq \sum_{j=1}^{N}(\theta_{1j}|u(t_j)| + \theta_{2j}) \leq L_0R + L_1 < \infty$$

ومن أجل $A_{5\tau}$،$A_{6\tau}$

$$|A_{5\tau}| = \Big|\sum_{t_j\leq t} J_j(u(t_j))\Big|$$
$$\leq \sum_{t_j\leq t}|J_j(u(t_j))| \leq \sum_{j=1}^{N}\eta_{1j}|u(t_j)| + \eta_{2j}$$
$$\leq R\Big(\sum_{j=1}^{N}\eta_{1j}\Big) + \sum_{j=1}^{N}\eta_{2j} = S_0R + S_1$$
$$|A_{6\tau}| = \Big|\int_0^t h(u(s))\Delta s\Big| \leq T\psi_0(R)$$

إذا:

$$|y(t)| \leqslant S_0R + S_1 + T\psi_0(R) +$$
$$+ T\varphi^{-1}[\varphi(T)\varphi(\psi_1(R)) + |\beta|T\varphi(R) + L_0R + L_1 +$$
$$+ M_1(\sup_{t\in[0,T]}|q_1(t)|\psi_2(R)\psi_2(R)\chi_2(R)\phi_1(TM_2R))^{1-k}]$$

باستعمال الشروط على Rنجد $|y(t)| < R$، وهو تناقض مع كون $y \in \partial\Omega$ و بالتالي، حسب تناوبية لاريشاودر: يوجد $u \in \Omega$ حيث $F(u) = u$, الذي هو حل للمسألة (3)−(2)−(1)□

نظرية3.

من أجل $k > 1$ وتحتالفرضياتوالشروط (H5) - (H1) و (H7') - (H6 ')،المسألة(3)−(2)−(1) تقبل على الأقل

حلاu،حيث $u \in PC_{rd}^{\Delta}([0,T],R)$.

ومن أجل $k = 1$، وتحت الشروط(H5)- (H1)، المسألة(3)−(2)−(1) تقبل على الأقل حلاً واحدا $u \in PC_{rd}^{\Delta}([0,T],\mathbb{R})$.

برهان :

يمكن إثبات نتيجة هذهالنظرية بنفسطريقة إثباتالنظرية السابقة.

□

مثال :

ليكنالمقياسالزمني $\mathbb{T}$ حيث $\mathbb{T} = \left\{\frac{1}{2} + \left(\frac{1}{2}\right)^{N_0}, \quad N_0 \in \mathbb{N}^*\right\} \cup \left[0, \frac{1}{2}\right]$

$$\begin{cases} -\left(|u^{\Delta}(t)|^{-\frac{1}{2}}u^{\Delta}(t)\right)^{\nabla} = \frac{1}{5}|u(t)|^{-\frac{1}{2}}u(t) + \frac{t^2e^{-t}\frac{1}{29}|u(t)|^{\frac{2}{5}}\frac{1}{9}(1+|u^{\Delta}(t)|)^{\frac{1}{7}}\frac{1}{9}e^{\frac{1}{10}\int_0^t b(s)u(s)\Delta s}}{(\int_0^T t\frac{1}{29}|u(t)|^{\frac{2}{5}}\frac{1}{9}(1+|u^{\Delta}(t)|)^{\frac{1}{7}}\frac{1}{9}e^{\frac{1}{10}\int_0^t b(s)u(s)\Delta s}\Delta t)^{\frac{1}{2}}}, \\ \forall \quad t \in [0,1]_{\mathbb{T}}, t \neq t_j, j = 1,2,3 \\ u(0) = \int_0^1 \frac{1}{32}|u(s)|^{\frac{1}{7}}\Delta s, \quad u^{\Delta}(1) = \int_0^1 \frac{1}{9}|u(s)|^{\frac{2}{5}}\nabla s \\ |u^{\Delta}(t_j^+)|^{-\frac{1}{2}}u^{\Delta}(t_j^+) - |u^{\Delta}(t_j^-)|^{-\frac{1}{2}}u^{\Delta}(t_j^-) = I_j(u(t_j)) \quad , j = 1,2,3 \\ u(t_j^+) - u(t_j^-) = J_j(u(t_j)) \quad , j = 1,2,3 \end{cases}$$

حيث التوابع I_j و J_j تحقق:

$$|I_j(y)| = \left(\frac{1}{9}\right)^{\frac{1}{t_j}-1}|y| + \left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{1}{t_j}-1}, \quad \forall j = 1,2,3, \text{ و } \forall y \in \mathbb{R}_+$$

$$|J_j(y)| = \left(\frac{1}{5}\right)^{\frac{1}{t_j}-1}|y| + \left(\frac{1}{6}\right)^{\frac{1}{t_j}-1}, \quad \forall j = 1,2,3, \text{ و } \forall y \in \mathbb{R}_+,$$

و $t_1 = \frac{1}{2}$، $t_2 = \frac{1}{3}$، $t_3 = \frac{1}{4}$ هي نقاط النبض، إذا:

$$|I_j(y)| = \left(\frac{1}{9}\right)^{j}|y| + \left(\frac{1}{4}\right)^{j}, \quad \forall j = 1,2,3, \text{ و } \forall y \in \mathbb{R}_+$$

$$|J_j(y)| = \left(\frac{1}{5}\right)^{j}|y| + \left(\frac{1}{6}\right)^{j}, \quad \forall j = 1,2,3, \text{ و } \forall y \in \mathbb{R}_+.$$

$$L_0 = \sum_{j=1}^{3}\left(\tfrac{1}{30}\right)^j\left(\tfrac{1}{2}\right)^j = \tfrac{1}{20} \quad , S_0 = \sum_{j=1}^{3}\left(\tfrac{1}{5}\right)^j = \tfrac{31}{125}$$

$S_1 = \sum_{j=1}^{3}\left(\frac{1}{6}\right)^j = \frac{43}{216}$, $\quad M_1 = \sup_{t\in[0,T]_{\mathbb{T}}}|a(t)| = \sup_{t\in[0,T]_{\mathbb{T}}}|te^{-t}| = e^{-1}$

$L_1 = \sum_{j=1}^{3}\left(\frac{1}{4}\right)^j = \frac{21}{64}$, $\quad \chi_1(y) = \frac{1}{9}(1+|y|)^{\frac{1}{7}}$,

$M_2 = \sup_{t\in[0,T]_{\mathbb{T}}} f(1-t) = 1$, $\quad \psi_1(y) = \frac{1}{9}|y|^{\frac{2}{5}}$,

$\phi_1(z) = \frac{1}{9}e^{\frac{1}{10}z}$. $\quad \psi_2(x) = \frac{1}{29}|x|^{\frac{1}{5}}$,

والفرضيات $(H1)-(H7)$ محققة حيث يوجد $R = 10 > 0$ يحقق:

$$\begin{aligned} R \geq \frac{31}{125}R + \frac{43}{216} + \frac{1}{32}R^{\frac{1}{7}} + \\ + [\frac{1}{20}R + \frac{21}{64} + \sqrt{\frac{1}{9}R^{\frac{2}{5}}} + \frac{1}{5}\sqrt{R} + \\ + e^{-1}\left(\frac{1}{29}R^{\frac{1}{5}}\frac{1}{9}(1+R)^{\frac{1}{3}}\frac{1}{9}e^{\frac{1}{10}R}\right)^{\frac{1}{2}}]^2 \end{aligned}$$

و بالتالي المسألة تقبل حلا في $PC_{rd}^{\Delta}([0,1]_{\mathbb{T}},\mathbb{R})$.

الخلاصة:

تُعد دراسة معادلات الثرمستور على مختلف مقاييس الزمن ضرورية لفهم استجابته الديناميكية للحرارة بدقة، مما يساعد في تصميم أنظمة تحكم فعالة ومستقرة. كما تُمكن من تحليل السلوك غير الخطي للثرمستور خلال المراحل الانتقالية والظواهر متعددة المقاييس. هذا التحليل ضروري لتحسين أداء النمذجة العددية والتطبيقات الصناعية التي تعتمد على التحكم الحراري

Références

1) S. Hilger,*Ein Maßkettenkalkül mit Anwendung auf Zentrumsmannigfaltigkeiten*, Ph. D. Thesis, Universitäa Würzburg, 1988 (in German).

2) G. Sh. Guseinov, Integration on Time Scales, "*journal of MathematicalAnalysis and Applications.* 285 (2003), no. 1, 107-127".

3) L. Erbe, A. Peterson and C. C. Tisdell, Existence of solutions to second-order boundary value problems on time scales,"*J. of Comput. and Appli. Math.*, 113 (2000), 365–380".

4) W. Song, W. Gao, Existence of solutions for nonlocal p-Laplacian thermistor problems on time scales. "Boundary Value Problems 2013, 1 (2013). https://doi.org/ 10.1186/1687-2770-2013-1 "

5) A. Dogan , Existence of multiple positive solutions for p-Laplacian multipoint boundary value problems on time scales".*Advances in Difference Equations* · August 2013 https://doi.org/10.1186/1687-1847-2013-238".

6) S.Hongxia, C Haibo, Multiple solution for P-laplacian Boundary-value problems with impulsive effects."Electronic Jour. of Diff. Equ., Vol. 2015 (2015), No. 207, pp. 1–9"

7) Y.Ding,D. O'Regan, Positive solutions for a second-order p-Laplacian impulsive boundary value problem. "*Adv. Differ. Equ.* 2012, 159 (2012). https://doi. org/10.1186/1687-1847-2012-159"

8) A. A. Samarskii; Victor a. Galaktionov and *al*, Blow-Up ".Quasilinear Parabolic Equations *De Gruyter, De Gruyter Expositions in Mathematics* 1995"

9) S.A. Moulay rachid , F.M. Delfi; Torres : existence of positive solutions for non local *p*-laplacian thermistor problems on time scales . "*J. I. P. A. M.* vol 08 (2007) issue 3 article 69 , 10 pp"

10) A.A. Lacey , Diffusion models with blow-up. "*J.Compu. Appl. Math* 97 (1998)39-49".