

# مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 44 . العدد 13

1443 هـ - 2022 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

رئيس هيئة التحرير	أ. د. ناصر سعد الدين
رئيس التحرير	أ. د. درغام سلوم

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

عضو هيئة التحرير	د. محمد هلال
عضو هيئة التحرير	د. فهد شريباتي
عضو هيئة التحرير	د. معن سلامة
عضو هيئة التحرير	د. جمال العلي
عضو هيئة التحرير	د. عباد كاسوحة
عضو هيئة التحرير	د. محمود عامر
عضو هيئة التحرير	د. أحمد الحسن
عضو هيئة التحرير	د. سونيا عطية
عضو هيئة التحرير	د. ريم ديب
عضو هيئة التحرير	د. حسن مشرقي
عضو هيئة التحرير	د. هيثم حسن
عضو هيئة التحرير	د. نزار عبشي

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : ++ 963 31 2138071

. موقع الإنترنت : [www.albaath-univ.edu.sy](http://www.albaath-univ.edu.sy)

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto:magazine@albaath-univ.edu.sy)

**ISSN: 1022-467X**

## شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
  - طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
  - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:  
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
  - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:  
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
  - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :  
يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.
  - إذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :  
يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.
  - يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):  
عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي ( كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1- مقدمة
  - 2- هدف البحث
  - 3- مواد وطرق البحث
  - 4- النتائج ومناقشتها .
  - 5- الاستنتاجات والتوصيات .
  - 6- المراجع.



- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات ( الآداب - الاقتصاد - التربية - الحقوق - السياحة - التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي ( كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1. مقدمة.
- 2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
- 3. أهداف البحث و أسئلته.
- 4. فرضيات البحث و حدوده.
- 5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
- 6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
- 7. منهج البحث و إجراءاته.
- 8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
- 9. نتائج البحث.
- 10. مقترحات البحث إن وجدت.
- 11. قائمة المصادر والمراجع.
- 7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:
  - أ- قياس الورق 25×17.5 B5.
  - ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 - يمين 2.5- يسار 2.5 سم
  - ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8
  - ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.
- ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.
- 8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.
- 9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.
- 10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:  
آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة ( - ) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة ( ثانية . ثالثة ) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة .  
وفيما يلي مثال على ذلك:

-MAVRODEANUS, R1986- Flame Spectroscopy. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد ( كتابة مختزلة ) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.  
مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases Clinical Psychiatry News ,  
Vol. 4. 20 – 60

ج . إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و  
التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: ( المراجع In Arabic )

## رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. دفع رسم نشر (20000) ل.س عشرون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (50000) ل.س خمسون الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مننأ دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
4. دفع مبلغ (3000) ل.س ثلاثة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

## المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
22-11	م. غريب صالح د. أمين سليمان د. مازن سلوم	استيعاب بحيرة قطينة للموجات الفيضانية
52-23	محمد العيسى نضال شقير سامر زيزفون	تقدير النظام التكتوني باستخدام مستويات الخلول الصدعية في المنطقة الساحلية في سوريا
70-53	م. فاطمة سلمان د. هناء سلمان د. فروز شكور د. عادل عوض	تحسين الجودة لشبكة الإمداد بمياه الشرب لمدينة جبلة
94-71	د. فدوى عيسى	مساهمة في دراسة تأثير بعض العوامل على سلوك الأبنية الحاوية على جدران قص بيتونية
128-95	م. محمود قرنداش د. حنان درويش د. عدنان محمد	تقييم خوارزميات التعلم الآلي لإنشاء خرائط الغطاء الأرضي من صور القمر الصناعي <i>Sentinel-2</i>

164-129	م.يارا فاخوري د.نمير عبود	دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي )
---------	------------------------------	---



## استيعاب بحيرة قطينة للموجات الفيضانية

م. غريب صالح\* أ.د. أمين سليمان\*\* د.م. مازن سلوم\*\*\*

### ملخص

تم في هذا البحث دراسة انتقال الفيضان عبر بحيرة قطينة، ولقد تمت دراسة الهيدروغرافات المحتملة من أجل أزمنة تكرار مختلفة (2,3,5,10,25,50,100) سنة، بالاعتماد على العاصفة التصميمية بدلالة منحنيات الشدة - المدة - التكرار للأحواض الجزئية للحوض الساكب المغذي لبحيرة قطينة، عبر دراسة هيدرولوجية عن طريق برنامج (GIS)، تم فيها تحديد الأحواض الجزئية وخصائصها المورفولوجية وحساب الرقم الدليلي للجريان السطحي (CN)، ومن ثم حساب زمن التركيز وتدفق الذروة بالطريقة المنطقية.

تضمنت هذه الدراسة استخدام برنامج (HEC-RESSIM) الفعال في نمذجة الخزانات وتشغيلها، وقد بينت نتائج البحث كفاءة المفيض وقدرة البحيرة على استيعاب جميع الهيدروغرافات الداخلة وفق الاحتمالات السابقة، دون أن يصل منسوب الماء إلى قمة النواة.

**كلمات مفتاحية:** انتقال الفيضان، زمن التركيز، العاصفة التصميمية، المفيض.

\* مدرس في كلية الهندسة المدنية - قسم الموارد المائية - جامعة البعث - سوريا.  
\*\* أستاذ في كلية الهندسة المدنية - قسم الموارد المائية - جامعة البعث - سوريا.  
\*\*\* أستاذ في كلية الهندسة المدنية - قسم الموارد المائية - جامعة البعث - سوريا.

## Qattina lake attenuation of Flood waves

### Abstract

In this paper, the flood Routing across Qattina Lake was studied, and the potential hydrographs were studied for different recurrence times (2,3,5,10,25,50,100 years), depending on the design storm in terms of intensity-duration-recurrence curves for subbasine of the lake, through a hydrological study using the (GIS) program, in which the partial basins and their morphological characteristics were determined, (CN) was calculated, Then calculate Time of Concentration and the peak flow using the rational method.

In the study, the (HEC-RESSIM) program was used, which is effective in modeling and operating reservoirs. The study showed the efficiency of the spillway and the lake's ability to attenuation all the hydrographs according to the previous possibilities without the water level reaching the level of the top of the dam core.

**Key words:** flood routing, Time of Concentration , design storm spillway.



## 1- مقدمة:

وتعتبر الفيضانات أحد أهم الأسباب الرئيسية في انهيار السدود حول العالم حيث تشير الدراسات إلى أن عدم كفاءة المفيض لتصريف الفيضان أدت إلى % 60 من حوادث انهيار السدود حول العالم، وبالتالي لا بد من دراسة قدرة البحيرات على استيعاب الموجات الفيضانية، للمساعدة على اتخاذ القرار السليم في إدارة واستثمار مياه البحيرات.

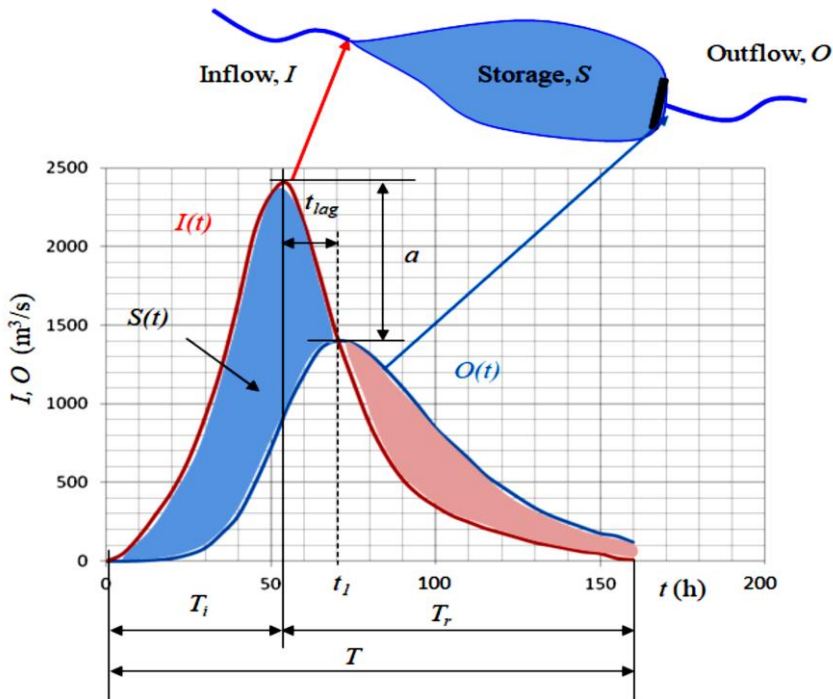
عندما تنشأ موجات فيضانية ذات تصاريف عالية في الأنهار بسبب هطولات غزيرة أو ذوبان الثلوج فإنها تسبب ارتفاع منسوب المياه في الأنهار وأضراراً للمناطق الواقعة على الضفاف وعلى مجرى النهر، وتكون هذه الأضرار بالغة عندما يمر النهر بالأماكن المأهولة بالسكان، [1].

ولقد أولى الباحثون والدارسون حول العالم أهمية كبيرة لانتقال الفيضانات عبر بحيرات السدود والأنهار، ونذكر من تلك الدراسات ما قدمه **William H. Merkel** وآخرون عام 2014، [7]، عن انتقال الفيضانات، حيث وضحو من خلال كتيب النظريات المختلفة لانتقال الفيضان عبر خزان وعبر مجرى مائي، وقدموا مجموعة من الأمثلة لحساب ذروة الفيضان وتصريف المفيض المطلوب، و قدم **Ahmed Shawket** عام 2011 بحثاً تضمن وصفاً دقيقاً وواضحاً للتصميم الهيدروليكي للمسيل المستخدم في سدود درة الفيضان، [8]، ولخص **John S.** عام 2015 نتائج التحليل الهيدرولوجي والهيدروليكي لسد **Van Norden** وحوضه الساكب بالقرب من كاليفورنيا، [9].

إن انتقال الفيضانات هو ذلك الأسلوب الذي يمكن من خلاله دراسة التأثير الحادث على شكل موجة الفيضان نتيجة انتقالها خلال خزان أو مجرى مائي (نهر) أو جزء منه، [1].

إن الجريان في الخزان بدايةً يكون مُتحكم به ولكن عندما يمتلئ الخزان (فوق منسوب المفيض) يؤدي لانتقال الجريان الداخل كهيدروغراف الجريان الخارج مع ذروة أقل وزمن قاعدة أكبر، الشكل (1)، [10].

وبالتالي فالخزان أو أي نوع من خزانات الحجز (التي تؤدي إلى تأثير في الجريان) دائماً تخفف ذروة التصريف، [2]. في الألفية الموشورية ذات الجريان المنتظم فإن موجة الفيضان تتأخر زمنياً بدون تغيير في الشكل ولذلك فإن الذروة لا تنخفض.



الشكل (1) انتقال الفيضان عبر خزان، [10].

أما في مكان التقاء النهر بالخرزان (Reach) تتداخل تأثيرات الخزان مع القناة الموشورية المنتظمة، ولذلك يصبح هذا الالتقاء جزءاً من الخزان ويحسب انتقال الفيضان فيه كما في الخزان، [1].

إن مسائل انتقال الجريان يمكن تصنيفها في ثلاثة مجموعات:

1- بمعرفة هيدروغراف الجريان الخارج والتخزين يتم حساب هيدروغراف الجريان الداخل.

2- بمعرفة الجريان الخارج وهيدروغراف الجريان الداخل لحساب التخزين.

3- بمعرفة هيدروغراف الجريان الداخل وبمعرفة (أو تقديره تقريباً) التخزين، يحسب هيدروغراف الجريان الخارج، وهذا الاعتبار هو الأكثر احتمالية لمشاكل الانتقال. ويشمل تصميم الخزان مع الأخذ بعين الاعتبار تأثيراته على تخفيض ذرى الفيضان وحساب انتقال موجة الفيضان على طول النهر وفي الانداز من الفيضانات في الوقت الحقيقي. وتستخدم في المصطلحات المبسطة نفس المقاربة للتركيز على موديلات الجريان السطحي وتشكيل الهيدروغراف من معطيات المأخذ المائي بواسطة سلسلة من الخزانات أو الخزانات والأقنية، [11]، [12] (Nash 1968).

يستخدم الحل الهيدرولوجي والذي يعتمد على معادلة الاستمرارية في شكل نهائي مبسط (معادلة التخزين) والتي تدعى الطريقة التحليلية، [11]:

$$I_t = Q_t + \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (1)$$

$I_t$  : التدفق الرئيسي الوارد في الفترة الزمنية  $\Delta t$ .

$Q_t$  : التدفق الرئيسي الخارج في الفترة الزمنية  $\Delta t$ .

$S$  : التغير في التخزين في الفترة الزمنية  $\Delta t$ .

وتتحول هذه المعادلة في الحلول العملية (لاستنتاج هيدروغراف الجريان الخارج )  
لتأخذ الشكل التالي [2],[11],[12]:

$$\frac{\Delta t(Q_1 + Q_2)}{2} = \frac{\Delta t(I_1 + I_2)}{2} - (S_2 - S_1) \quad (2)$$

وكل المتغيرات السابقة نفسها في السابق ما عدا الدليلين 1،2 تشير إلى بداية ونهاية  
الفترة الزمنية المحددة للانتقال  $\Delta t$ .

وبالإضافة لنظريات دراسة انتقال الفيضان في بحيرات السدود فقد تطورت البرمجيات  
الحاسوبية المستخدمة في هذا المجال ومن تلك البرامج برنامج (HEC-RESSIM)  
والذي تم استخدامه في هذا البحث، وهو عبارة عن برنامج يستخدم لنمذجة عمليات  
تشغيل الخزانات وحساب انتقال الفيضان عبر الخزانات والأقنية المتصلة بها [13]،  
وقد استُخدم في العديد من الدراسات والأبحاث المتعلقة بانتقال الفيضان، [14]، [15]،  
ومن مميزات استخدام البرنامج قدرته على إدخال تأثير التبخر والتسرب من الخزان،  
الأمر الذي يعتبر معقداً في الحلول اليدوية.

## 2- منطقة الدراسة:

تقع بحيرة قطينة جنوب غرب مدينة حمص بحوالي 10 كم، وهي بحيرة طبيعية قديمة  
قام الإنسان بتحويلها لبحيرة صناعية وزيادة مخزونها ببناء سد وذلك في العهد  
الروماني، وبقي الوضع على ما هو عليه حتى قام الفرنسيون في عام 1939م ببناء

السد الحالي أمام السد القديم حيث تم رفع منسوب التخزين وحجم البحيرة إلى الأرقام الموضحة بالجدول (1)، [3] :

الجدول (1) أبعاد سد قطينة ومواصفاته التخزينية.

ارتفاع السد	7 م
طول السد	1120 م
منسوب التخزين الأعظمي (منسوب عتبة المفيض)	501.02 م
منسوب قمة السد	503.05 م
حجم التخزين الأعظمي	200 م <sup>3</sup>
مساحة سطح البحيرة عند منسوب التخزين الأعظمي	60 كم <sup>2</sup>

يبلغ متوسط قيم هطول الأمطار السنوية كقيمة دنيا 580 ملم في الحوض الساكب، وتتراكم الثلوج فوق جبال لبنان الشرقية في فصل الشتاء. وتلعب بحيرة قطينة دوراً هاماً في إرواء الأراضي الزراعية في محافظتي حمص وحماه، كما أنها تعتبر مصدراً هاماً للثروة السمكية، وتعتبر كذلك موقع سياحي يقصده الناس للاستراحة والترفيه.

### 3- مبررات البحث وأهدافه:

إن السدود في مختلف أنحاء العالم عرضة للانهييار بسبب الفيضانات الكبيرة، وقد تؤدي الفيضانات لغمر المناطق حتى دون حدوث انهيار السدود، ونظراً لأهمية دراسة انتقال الفيضانات في بحيرة قطينة ولما يشكله سد قطينة من أهمية كبيرة وخطر بنفس الوقت في حال انهياره، فإن هذا البحث سوف يتناول قدرة البحيرة على استيعاب الفيضانات ودرئها. وإن عدم وجود دراسة فعلية للفيضانات في بحيرة قطينة، واللجوء في بعض الحالات للمخاطرة والتكهن عن إدارة الفيضانات كما

حدث في أكثر من مرة وخاصة في عام 2003م وبعد انهيار سد زيزون ووصول منسوب التخزين أسفل منسوب المفيض بقليل، مما دفع مشغلي السد لفتح البوابات لأربعة أيام متوالية بتدفق حوالي 40 م<sup>3</sup>/ثا، وأدى ذلك إلى غمر مناطق واسعة على ضفاف العاصي في منطقة حمص، بسبب عدم وجود معرفة كافية بإمكانية البحيرة لاحتواء الفيضان. ويهدف هذا البحث إلى دراسة الموجات الفيضانية وانتقالها في البحيرات، ودراسة قدرة استيعاب بحيرة قطينة للموجات الفيضانية القادمة باحتمالات مختلفة.

#### 4- طريقة ومنهجية البحث:

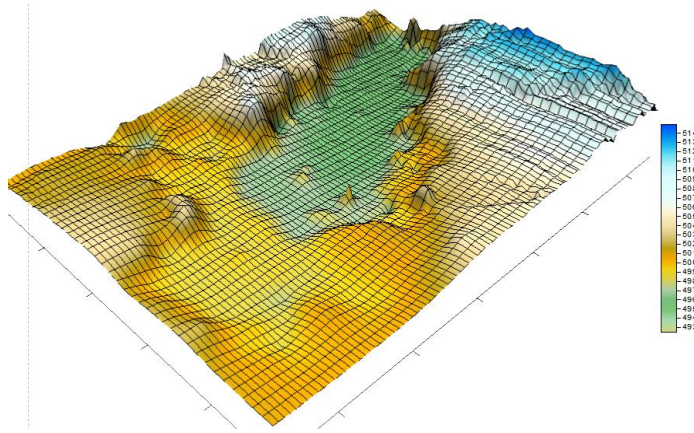
يدرس هذا البحث انتقال الفيضان عبر بحيرة قطينة، وذلك بمعرفة عناصر انتقال الفيضان، ومن ثم إجراء عملية الانتقال:

#### عناصر انتقال الفيضان:

#### 1- علاقة التخزين - المنسوب:

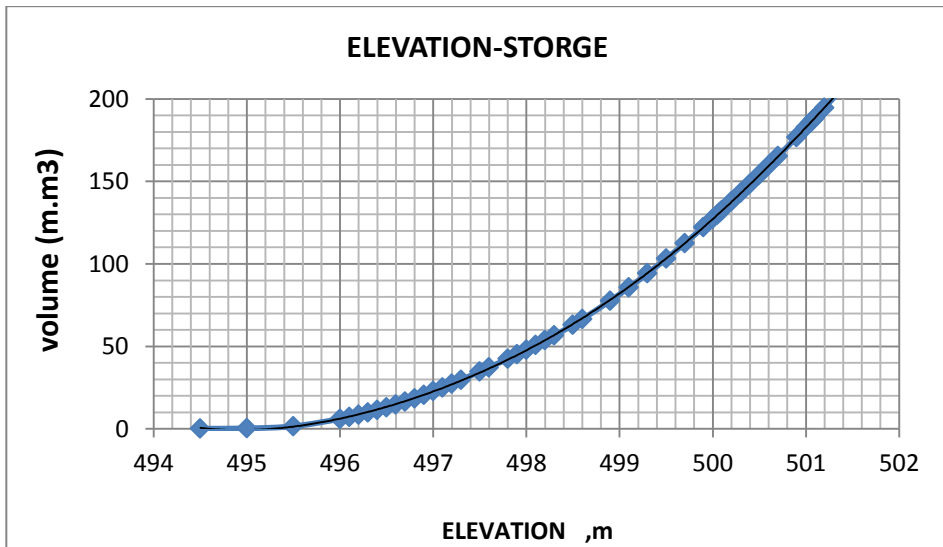
عند دراسة منسوب الماء في بحيرة قطينة للفترة الدراسية الممتدة من 1985/1/1 حتى 2013/12/31، وجدنا أن التخزين الأعظمي يحدث خلال الفترة من بداية شهر آذار حتى منتصف حزيران ووسطياً في 4/23 وهو موافق لانتهاؤ موسم الأمطار وذوبان الثلوج المغذية لنهر العاصي. وبالتالي فإن دراسة الموجات الفيضانية يمكن أن يقتصر على الأشهر التي تكون فيها البحيرة بحالة التخزين الأعظمي، أي من بداية آذار حتى منتصف حزيران. لتحديد علاقة التخزين مع المنسوب، تم بالاستعانة بخريطة ثلاثية الأبعاد تمت نمذجتها بالاستناد إلى خارطة طبوغرافية للبحيرة أجريت من قبل شركة

روسية عام 1979م، [3]، وصور من Google earth وباستخدام برنامج (GIS)، تم في هذه الدراسة رسم السطح الطبوغرافي لفاع البحيرة، الشكل (2).



الشكل (2) السطح الطبوغرافي للبحيرة المشكل ببرنامج GIS.

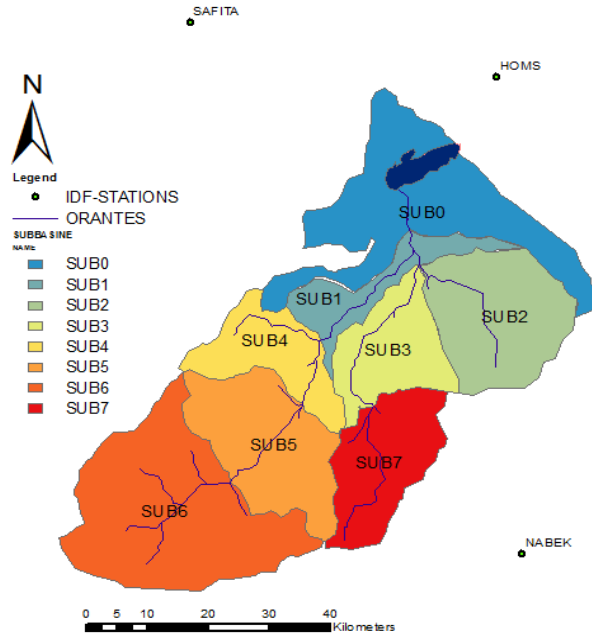
ويبين الشكل (3) العلاقة بين منسوب الماء مع التخزين من خلال البيانات المستنتجة من برنامج (GIS)، وفق هذه الدراسة.



الشكل (3) العلاقة بين منسوب الماء والتخزين في البحيرة.

2- هيدروغراف التدفق الوارد:

لتشكيل هيدروغراف الجريان الداخل، تم الاعتماد على الطريقة المنطقية لحساب تدفق الذروة، [16]، [4]، بعد تقسيم الحوض الساكب المغذي للبحيرة إلى أحواض جزئية، الشكل (4)، وتحديد خواص كل حوض من برنامج GIS، الجدول (2):



الشكل (4) الأحواض الجزئية للحوض الساكب لبحيرة قطينة.

$$Q = 0.0028 ci. A \quad (3)$$

حيث:

i : الشدة المطرية للعاصفة mm/hour،

A : مساحة الحوض الساكب km<sup>2</sup>،

C: معامل الجريان السطحي ويحسب من العلاقة التالية، [6]:

$$C = \frac{7.2}{10^7} \times CN^{3T^{0.05}} \left[ \left( \frac{CN}{100} \right)^{0.6} \right]^{-S^{0.2}} \left( \frac{CN^{1.48}}{10^3} \right)^{0.15-0.1I} \left[ \frac{(P+1)}{2} \right]^{0.7} \quad (4)$$



حيث:

CN : رقم المنحني الحسابي SCS،

T: زمن العودة (سنة)،

S : الميل الوسطي لسطح الأرض %،

i : الشدة المطرية للعاصفة mm/hour،

P : معدل النفاذية.

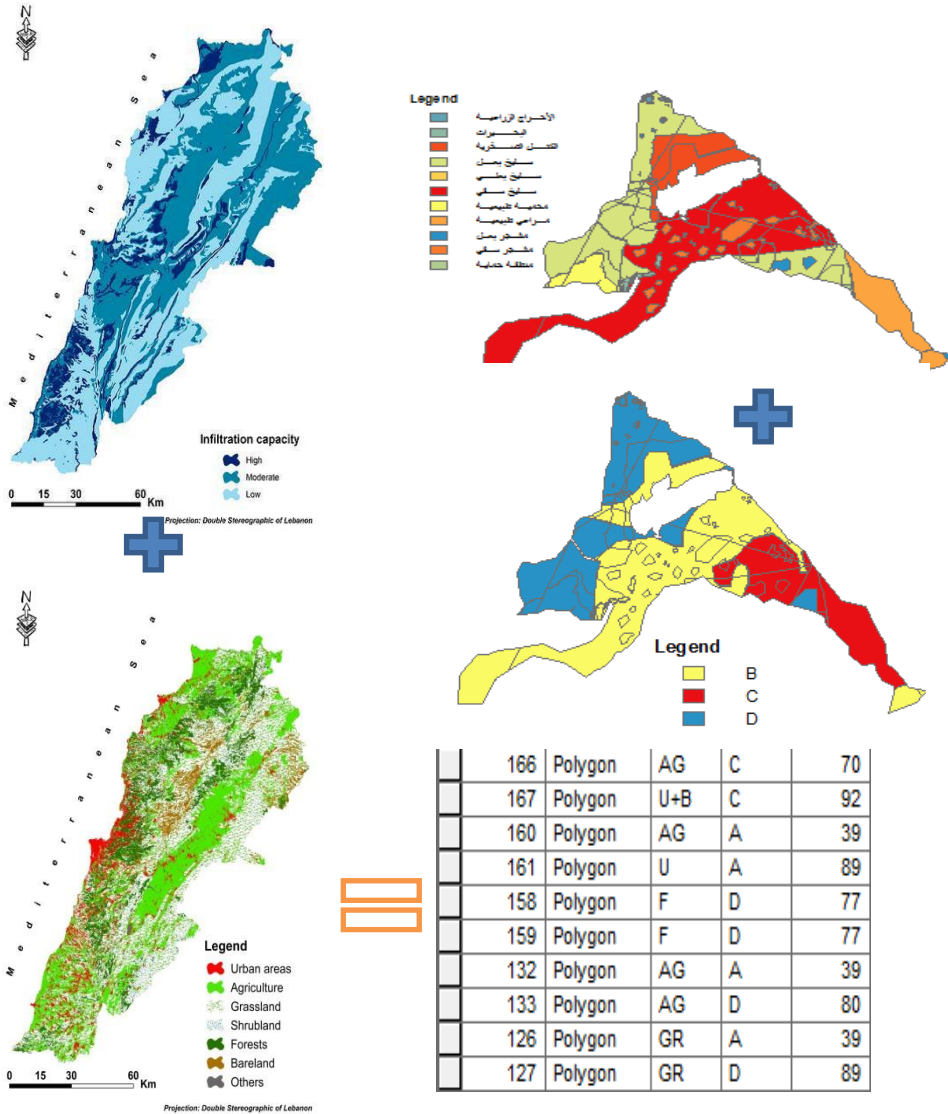
الجدول (2) خواص الأحواض الجزئية.

الحوض الجزئي	A (km <sup>2</sup> )	L km	الارتفاع الوسطي m	أعلى ارتفاع m	أدنى ارتفاع m	الميل الوسطي %
SB0	638	38.3	665.8	1980.1	501.635	2.46
SB1	207.21	27.367	722.87	1679.3	506.8	4.88
SB2	475.75	25.963	885.2	1480.5	518.5	4.86
SB3	310.4	32.372	880.5	1592.8	519.3	6.63
SB4	279.9	18.941	1535	2994.2	666.4	9.71
SB5	471.86	20.483	1462.6	2988.1	817.2	10.09
SB6	844.15	22.774	1457.4	2973.7	975.7	7.77
SB7	362.68	28.941	1794.8	2474	1259	7.56

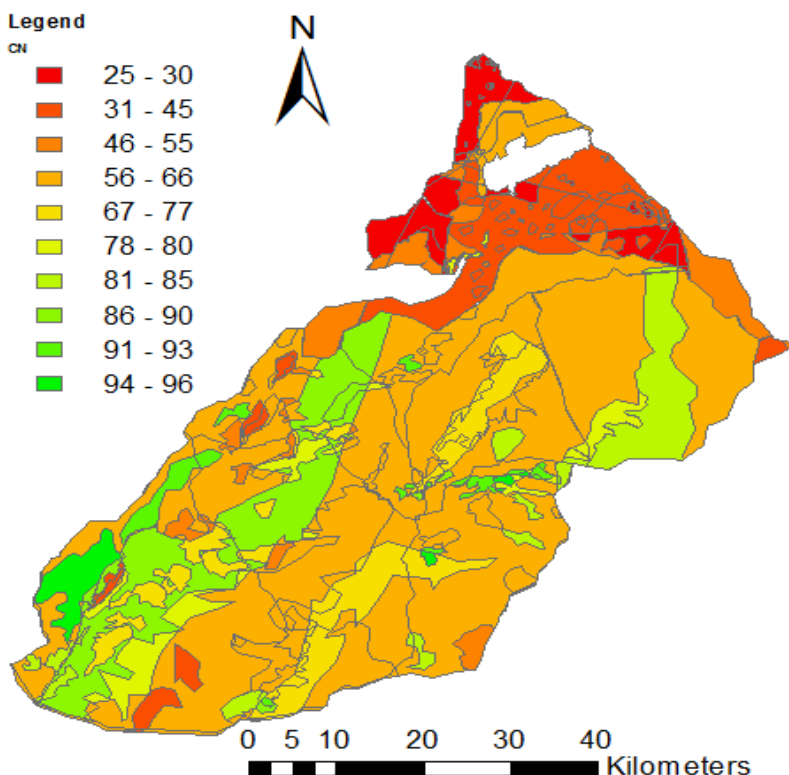
ولتقدير CN تم وبالاعتماد على خرائط طبوغرافية وخريطة استخدام الأراضي [3]، [17]، تقدير قيمته كمتوسط موزون، كما يبين الشكل (5)، ويبين الشكل (6) قيمة CN المستنتجة لكامل الحوض، كما يوضح الجدول (3) قيمة CN للأحواض الجزئية:

الجدول (3) قيمة CN كمتوسط موزون للأحواض الجزئية.

الحوض	SB0	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB7
CN	42.0	64.0	68.2	65.6	66.2	69.1	72.0	64.5



الشكل (5) مراحل تحديد الرقم الدليلي CN باستخدام برنامج GIS.



الشكل (6) الرقم الدليلي CN لحوض بحيرة قطينة.

وبالاعتماد على منحنيات الشدة-المدة- التكرار للمحطات (صافيتا، حمص، والنبك) لتوافر منحنيات تلك المحطات، [5]، تم إيجاد الشدة المطرية الموافقة لمدة العاصفة لكل حوض بعد حساب زمن التركيز، ويوضح الجدول (4) زمن التركيز  $T_c$  باستخدام طرق مختلفة، [18].

ونظراً لعدم وجود قياسات حقلية للجريان السطحي والنتاج عن عواصف مختلفة، تم اختيار طريقة جياندونتي:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 L}{0.8\sqrt{H}} \quad (5)$$

حيث:

$T_c$  - زمن التركيز (hr).

A - مساحة الحوض الساكب ( $km^2$ ).

L - طول المجرى الرئيسي (km).

H - الفرق في المنسوب بين متوسط ارتفاع الحوض الساكب، وارتفاع النقطة

المدروسة (m).

الجدول (4) زمن التركيز  $T_c$  للأحواض الجزئية (hour).

الحوض	جياندوتي	كيريش	DEP*	NRCS
SB0	5.15	3.52	3.85	5.85
SB1	3.60	2.61	2.85	4.19
SB2	5.09	2.65	2.90	4.00
SB3	4.54	3.28	3.58	4.25
SB4	2.47	1.31	1.43	2.06
SB5	3.16	1.47	1.61	2.19
SB6	4.21	1.72	1.88	2.78
SB7	4.29	2.75	3.00	3.58

DEP\*: Department of Public Works (1995),[18].

بعد افتراض مدة العاصفة مساوية لزمن التركيز، تم حساب شدة العواصف المطرية بناءً على التكرار من منحنيات الشدة - المدة - التكرار لثلاث محطات مناخية قريبة

هي حمص والنبك وصافيتا، وباستخدام مضلع ثيسين تم حساب الشدة الوسطية لكل حوض المقابلة للمدة المفروضة بوحدة mm/hr كما في الجدول (5).

الجدول (5) شدة الهطول المطري (mm/hr) من أجل زمن تكرار ومدة للعاصفة.

الحوض	D min	T						
		2	3	5	10	25	50	100
SB0	300	2.84	2.98	3.44	4.09	4.96	5.80	6.34
SB1	210	3.45	3.81	4.36	5.24	6.38	7.41	8.22
SB2	300	2.43	3.02	3.39	4.08	5.01	5.83	6.66
SB3	270	2.32	3.24	3.59	4.37	5.41	6.28	7.36
SB4	150	7.63	9.19	10.26	12.01	14.29	15.85	17.79
SB5	195	2.76	4.06	4.54	5.54	6.93	8.02	9.47
SB6	255	2.26	3.41	3.76	4.60	5.72	6.62	7.87
SB7	255	2.22	3.37	3.71	4.54	5.65	6.56	7.80

ثم يتم حساب أزمنة منحنيات التصريف لكل حوض جزئي، [4]، الجدول (6):

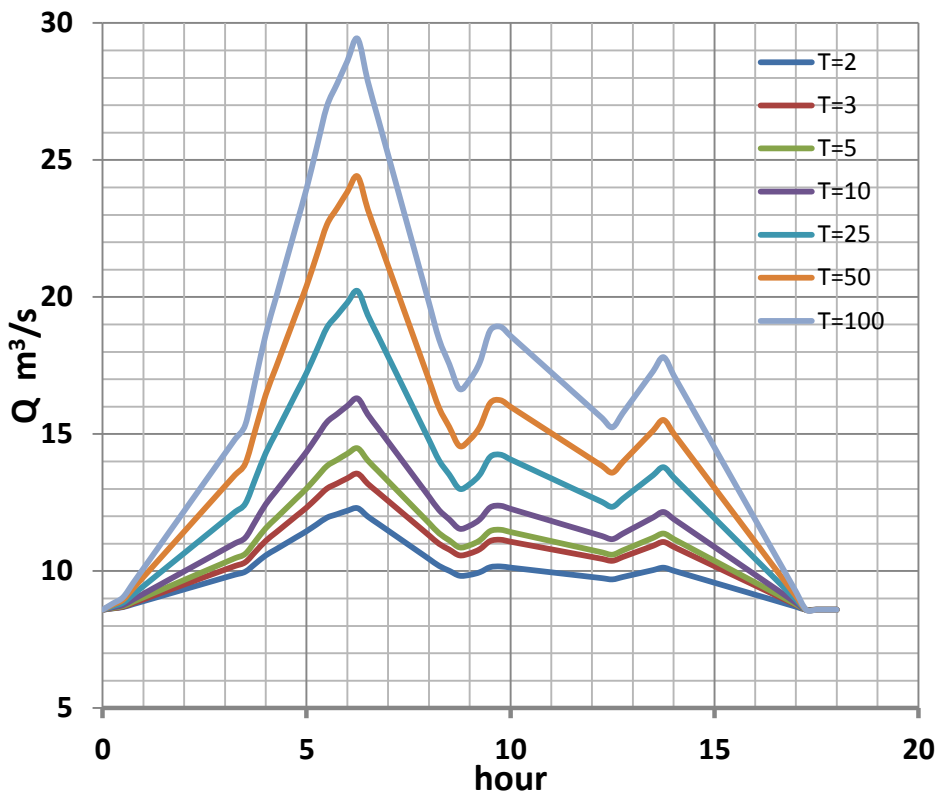
$$T_s = \frac{D}{2} + 0.6 T_c \quad \text{زمن صعود منحنى التصريف}$$

$$T_f = 0.827 A^{0.2} \quad \text{زمن هبوط منحنى التصريف}$$

الجدول (6) أزمنة منحنيات التصريف لكل حوض جزئي.

الحوض	SB0	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB7
TS (min)	335	235	333	298	164	211	279	282
TF (min)	155	144	170	156	153	170	191	161

وبإضافة التدفق الأساسي لنهر العاصي عند مركز الجوادية للأشهر (آذار-نيسان- أيار) للفترة الممتدة من (1978-77) حتى (2012-11) هو  $8.59 \text{ m}^3/\text{s}$ ، يتم تشكيل هيدروغراف كل حوض ثم جمع الهيدروغرافات عبر المجرى، كما في الشكل (7):



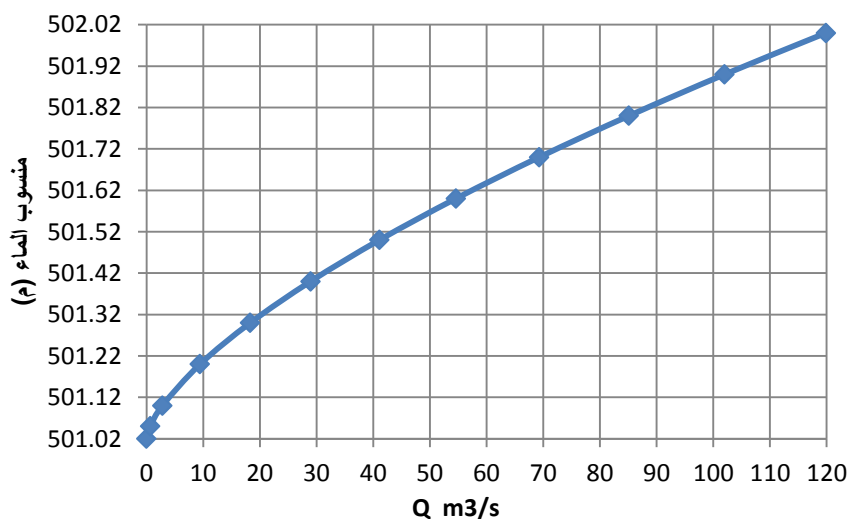
الشكل (7) الهيدروغرافات الاحتمالية الواردة لبحيرة قطينة.

### 3- هيدروغراف التدفق الخارج:

إن التدفق الخارج من البحيرة له شكلان:

1- تدفق متحكم به من خلال البوابات الي تعمل بطريقة ميكانيكية ومنتوزعة في جهتين، وتصرف مجتمعة حوالي  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  ، وإن تصريف تلك البوابات متعلق بشكل أساسي بمنسوب الماء في البحيرة ومقدار فتح البوابة، وذلك لتلبية الاحتياجات المائية المطلوبة من ري واحتياج مصفاة حمص وجريان بيئي يقدر ب  $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ، وعلى العموم فإن الحالة الدراسية الحرجة هي أن تكون البوابات بوضع الإغلاق، كأن يحدث عطل مفاجئ فيها.

2- تدفق غير محكوم عن طريق مفيض جانبي بشكل هدار عريض العتبة، ينتهي بمجرى سريع يعود لمجرى نهر العاصي، ويقدر التدفق الأعظمي ب  $120 \text{ م}^3/\text{ث}$ ، حيث يبين الشكل (8) مقدار التصريف مع المنسوب وهو على منسوب  $501.02 \text{ م}$ .



الشكل (8) مخطط المنسوب -التصريف للمفيض.

#### 4- التبخر والتسرب من البحيرة:

يوضح الجدول (7) القيم الاحتمالية للتبخر من بحيرة قطينة خلال شهر آذار المحسوبة في هذه الدراسة وفق برنامج (Smada) الإحصائي، للفترة (1998-2016) والذي يوافق توزيع  $\log person$ .

الجدول (7) القيم الاحتمالية للتبخر من بحيرة قطينة لشهر آذار.

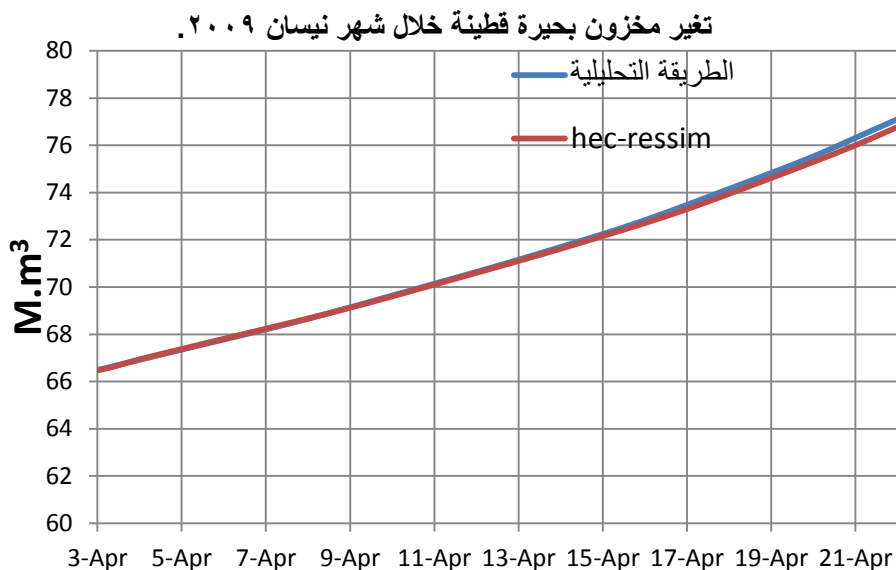
p% (عدم تجاوز)	T (years)	E (mm)
0.99	100	136.92
0.98	50	133.91
0.96	25	129.65
0.9	10	121.09
0.8	5	110.95
0.667	3	99.89
0.5	2	87.02

وحسب دراسة روسية أجريت عام 1977م فقد قدرت كمية المياه الراشحة الخارجة من البحيرة بحوالي (10-12.65 M.m<sup>3</sup>/year)، أي بمعدل (0.32-0.4 m<sup>3</sup>/s).

#### 5- معايرة البرنامج:

بعد إدخال خصائص النموذج ضمن البرنامج، وللتأكد من أن النموذج يحقق النتائج المرجوة منه، لا بد من التأكد من عمله، حيث تم إدخال الخواص الفيزيائية للبحيرة من علاقة التخزين-المنسوب، والتخزين مع المساحة، إضافة للتدفق الوارد من محطة الجوادية المسجل خلال شهر نيسان 2009 والتدفق الخارج من البوابات خلال الشهر ذاته، ثم إجراء التحليل، وقد تم إدخال بيانات شهر نيسان لعام 2009م، كونها متوفرة، ويوضح الشكل (9) نتائج المعايرة.

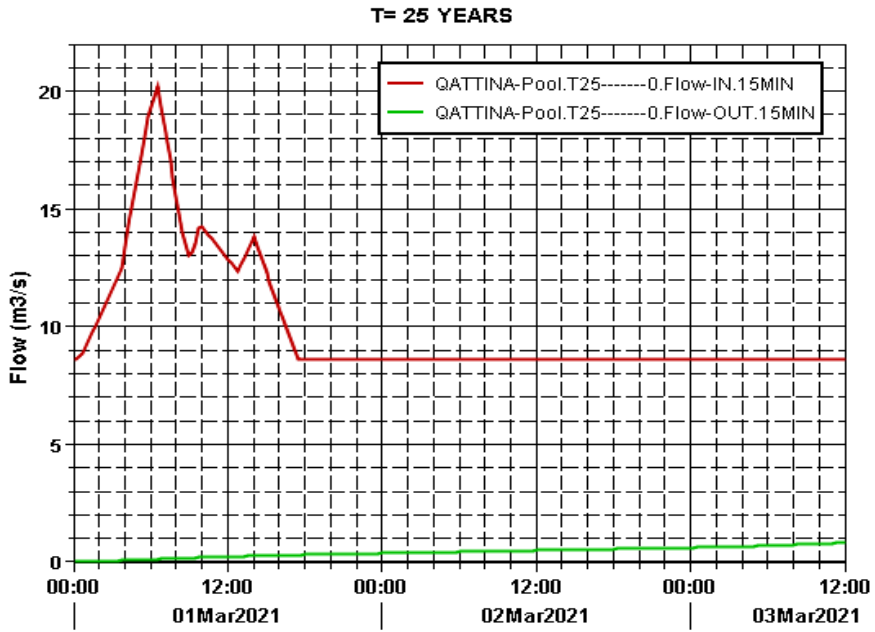




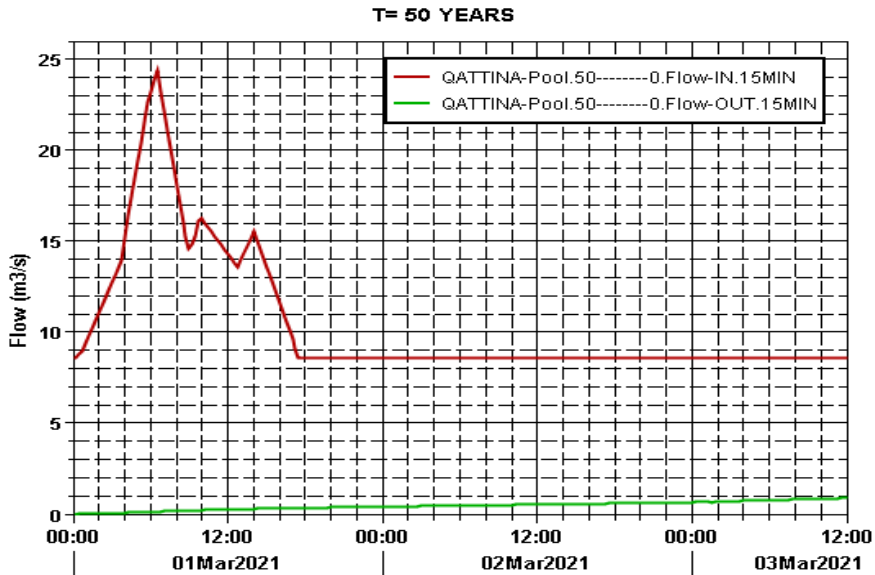
الشكل (9) مقارنة مخزون الماء في البحيرة بين البرنامج والطريقة التحليلية.

#### 5- تحليل البيانات ومعالجتها:

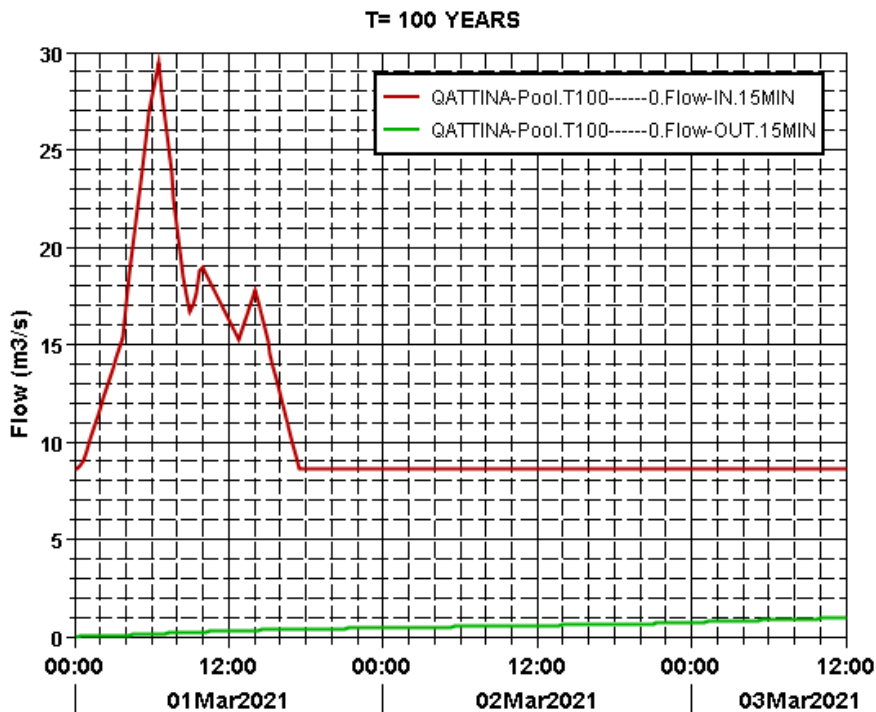
تم إدخال الهيدروغرافات الاحتمالية الواردة لبحيرة قطينة إلى البرنامج، بعد أن أدخلنا الخواص الفيزيائية للبحيرة وخواص المفيض، ومن ثم تم تشغيل البرنامج لكل حالة، بافتراض الفاصل الزمني للانتقال  $\Delta T = 15 \text{ min}$  بعد تغيير شروط النموذج من تبخر وهطل مطري خلال الأشهر المدروسة، في النهاية تم استقراء النتائج بشكل مخططات كما تبين الأشكال (10)، (11)، و(12) والتي توضح انتقال الفيضان بالبحيرة من خلال هيدروغرافي التدفق الداخل والخارج عبر المفيض وحده.



الشكل (10) التدفق الوارد والخارج من بحيرة قطينة من أجل  $T=25$  years.



الشكل (11) التدفق الوارد والخارج من بحيرة قطينة من أجل  $T=50$  years.



الشكل (12) التدفق الوارد والخارج من بحيرة قطينة من أجل T=100 years.

## 6- النتائج:

1- تستوعب بحيرة قطينة الفيضان القادم من حوضها الساكن من أجل أزمنة تكرر مختلفة (2,3,5,10,25,50,100) سنة، وتتمر التدفق الداخل لها بشكل آمن عبر المفيض وحده، بتخفيض واضح للذروة.

2- تم تشكيل خريطة رقمية للرقم الدليلي (CN) للحوض الساكن المشكل للجريان السطحي الوارد لبحيرة قطينة، بحسب البيانات المتوفرة عن المنطقة خلال فترة الدراسة.

3- تدقيق علاقة المخزون مع المنسوب في البحيرة، ووضع خريطة رقمية للسطح الطبوغرافي لقاع بحيرة قطينة.

7- المراجع :

- 1- أبو رحيم محمد، مغازي حسام الدين: الهيدرولوجيا، كلية الهندسة، جامعة الاسكندرية، 2002، 158 ص.
- 2- الشبلاق محمد، التجار محمد هشام: الهيدرولوجيا، كلية الهندسة المدنية، منشورات جامعة دمشق، 1995، 464 ص.
- 3- التقرير الهيدرولوجي الصادر عن الشركة العامة للدراسات المائية والهيئة العامة للموارد المائية لعام 2016م.
- 4- سليمان أمين: الهيدرولوجيا (1)، الهندسة المدنية، منشورات جامعة البعث، 2004، 272 ص.
- 5- كوسا سوزان، دراسة العواصف المطرية في سوريا، 2019، رسالة ماجستير، جامعة البعث، سوريا.
- 6- الأسعد علي، عمار غضفان: الهيدرولوجيا الهندسية، منشورات جامعة تشرين، 2009، 506 ص.

## References

- 7- William H. M. , 2014 “**Flood Routing**” , Hydraulic Engineer, Natural Resources Conservation Service (NRCS) , 210–VI–NEH, Amend. 69.
- 8- Ahmed SH.,2013, "**Computer Analysis Of Flood Routing**", Mosul tech. Inst.
- 9- John S., 2015, "**Van Norden Dam 100-Year Flood Attenuation Evaluation**", Integrated Surface and Ground Water Hydrology, Truckee Donner Land Trus 10069, Truckee.
- 10- Cristina S. I., and Daniela N. ,2019 “ **Influence of reservoir shape upon the choice of Hydraulic vs. Hydrologic reservoir routing method**”, University Politehnica of Bucharest , 313 Spl. Independenței, Bucharest, Romania .
- 11- ASHRAF M. A.,2007 "**Flood Routing Through Lake Nasser Using 2-D Model**",Ain Shams University, Cairo.
- 12-VictorM.,1972,"**NATIONAL ENGINEERING ANDBOOK -FMOD ROUTING**",N&X Notice 4-102.
- 13-Hossein B., Hossein S., Ferydon K. and Habib M. ,2007 "**PERFORMANCE EVALUATION OF JIROFT STORAGE DAM OPERATION USING HEC-RESSIM 2.0**" IWTC11 Sharm El-Sheikh, Egypt.
- 14-Baraa E. A. Jebbo and Taymoor A. Awchi,2016 "**Simulation Model for Mosul Dam Reservoir Using HEC-ResSim 3.0 Package**",The official scientific journal of Salahaddin University- Erbil ZJPAS (2016), 28 (2); 92-98.
- 15 -James C., Natalie K., Licheng D., Patrick J. and Jay L.,2014"**Comparing Simple Flood Reservoir Operation Rules**" Water 2014, 6, 2717-2731; doi:10.3390/w6092717.

- 16- Drainage Criteria Manual, 2007, **Calculation Of Runoff**, City of Springfield, Missouri.
- 17- Merheb M.,2016, **Hydrology of Lebanese catchments in the Mediterranean context**, Environmental Sciences, AgroParisTech.
- 18- United States Department of Agriculture (USDA),2010, **Time of Concentration**, Part 630 Hydrology, National Engineering Handbook.

## تقدير النظام التكتوني باستخدام مستويات الحلول الصدعية في المنطقة الساحلية في سوريا

محمد جهاد العيسى<sup>(1)</sup>، نضال شقير<sup>(1)</sup>، سامر زيزفون<sup>(2)</sup>

(1) المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية، جامعة دمشق

(2) المركز الوطني للرصد الزلزالي، دمشق-سورية

### ملخص

يهدف هذا البحث إلى إجراء تقدير أولي للنظام التكتوني في المنطقة الساحلية باستخدام مستويات الحلول الصدعية لآلية البؤرة الزلزالية لأكبر الهزات المسجلة بالشبكة الوطنية للرصد الزلزالي خلال الفترة 1995-2011. تم الحصول على حلول آلية البؤرة الزلزالية لحوالي 42 حدث زلزالي يملك كل منها خمس قطبيات (أول حركة) للموجة الطولية (P) على الأقل. كان النظام التكتوني لمعظم هذه الأحداث نظام شدي أدى لظهور آلية التصدع العادي بتوافق مع المظاهر المحلية للصدوع المولدة للزلازل في المنطقة الساحلية. وإحصائياً تدل النتائج على ظهور التصدع العادي النقي في حوالي 65% من آليات البؤرة المحسوبة وعلى ظهور التصدع العادي مع وجود مركبة أصغرية للإزاحة الجانبية في 8% من الآليات المحسوبة، وبالنتيجة فإن آلية التصدع العادي قد ظهرت في 73% من الهزات الأرضية المعالجة. بينما كانت آلية الإزاحة الجانبية أكثر ندرة ومحصورة في بعض المناطق. إن نتائج هذا البحث تخالف الدراسات الجيولوجية والتكتونية السابقة والتي تنبأت أن إجهاد التصدع العكسي يجب يكون مسيطراً.

**الكلمات المفتاحية:** مستويات الحلول الصدعية، النظام التكتوني، المنطقة الساحلية،

سورية

# using the fault Tectonic regime outlining plan

<sup>2</sup>Mohammed.ALISSA<sup>(1)</sup>, Nidal SHOUKEIR<sup>(1)</sup>, Samer ZEIZAFOUN<sup>(</sup>

(1)Higher Institute of Earthquake studies and Research, Damascus university E-mail: [mohammed.alissa1985@gmail.com](mailto:mohammed.alissa1985@gmail.com);

(2) National Earthquake Center (NEC).

## Abstract

The aim of this study was to outline the tectonic regime in the coastal region of Syria using the fault plan solutions of the largest events recorded by the Syrian National Seismological Network during 1995-2011. A dataset of fault-plane solutions was obtained for 42 events having at least 5 P-wave polarities. The tectonic regime for the most of these events was extensional and produce normal mechanisms in agreement with the local configurations of the seismogenic faults in the coastal region. Statically, the results reveal that the pure normal faulting appears in 65% of the calculated focal mechanisms; and the normal faulting with a minimal strike-slip component appears in 8% of them. Consequently, the normal faulting appears in 73% of the processed earthquakes. However, the strike-slip mechanisms were more scarce and restricted to certain areas. The results of this research are in contrast with previous geological and tectonic studies which predict a thrust faulting stress regime should be prevailing.

**Keywords:** fault plan solutions, tectonic regime, coastal region, Syria.

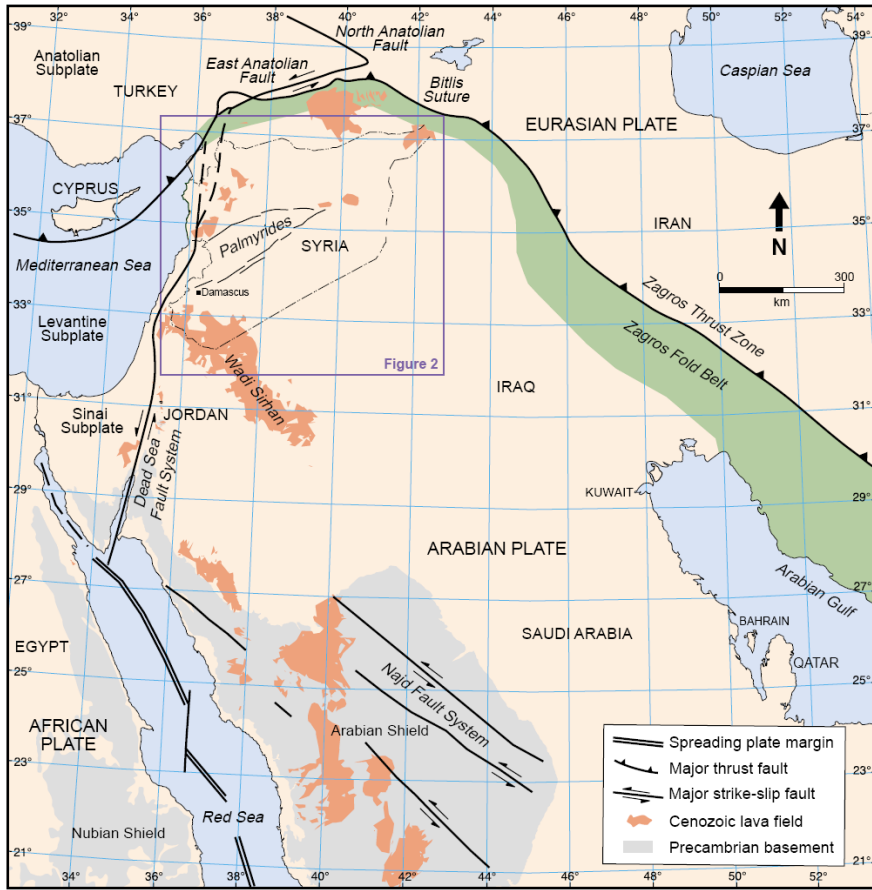


## 1- مقدمة

تقع سورية في الطرف الشمالي من الصفيحة العربية (الشكل 1) ويحدها من الغرب الجزء الشمالي من نظام صدع البحر الميت. يتقاطع هذا النظام في شمال المنطقة الساحلية قرب مدينة أنطاكية مع نظام صدع الأناضول الشرقي واللذين يشكلان الحدود الشمالية الغربية للصفيحة العربية ويظهران بوضوح في خارطة التكتونيك الحديث لسورية (Rukieh et al. 2005). أظهرت الدراسات السابقة أن التشوهات التكتونية في سورية عموماً (e.g Barazangi et al. 1993) تتحكم بها عمليات تصادم-انفتاح متكررة وتحركات عند أطراف الصفيحة العربية (الشكل 1). وقد شرحت الدراسات السابقة لآلية البؤرة، للأحداث الزلزالية التي وقعت في سورية، أن التشوهات النشطة حالياً ذات مظهر إزاحة يسارية مع مركبة أصغرية للتصدع العادي ويرافق هذه التشوهات أحواض شديدة تمزقية على طول نظام صدع البحر الميت (Garfunkel et al. 1981, Chaimov et al. 1990, Barazangi et al. 1993). بناء على ما سبق تعتبر المنطقة الساحلية من المناطق الأكثر نشاطاً في سورية من الناحيتين التكتونية والزلزالية وجديرة بالاهتمام لتنفيذ دراسات علمية تفصيلية لهذا النشاط وما يحمله من مخاطر.

يهدف هذا البحث إلى تقدير النظام التكتوني في المنطقة الساحلية باستخدام مستويات الحلول الصدعية لأكبر الهزات التي سجلتها الشبكة الوطنية السورية للرصد الزلزالي وصولاً إلى تقييم النشاط التكتوني الحديث على امتداد الصدوع النشطة في تلك المنطقة. وإذا أخذنا بالحسبان أن دورة تكرار الزلازل الكبيرة ( $M \geq 5$ ) في سورية والتي تُعتبر طويلة نسبياً حسب ما قدرها (Ambraseys and Barazangi, 1989) بحوالي 200-350

سنة، يمكن لنا أن ندرك سبب ظهور بعض الصدوع غير نشطة زلزالياً خلال فترة البحث. لقد تم التركيز في هذا البحث على حساب آلية البؤرة لعدد من الهزات الأرضية التي سجلتها الشبكة الوطنية السورية للرصد الزلزالي والتي يملك كل منها خمس قطبيات (أول حركة) للموجة الطولية (P) على الأقل وذلك بحيث تكون صالحة نسبياً لحساب آلية البؤرة وقابلة للمقارنة مع الصدوع الرئيسية في المنطقة الساحلية.

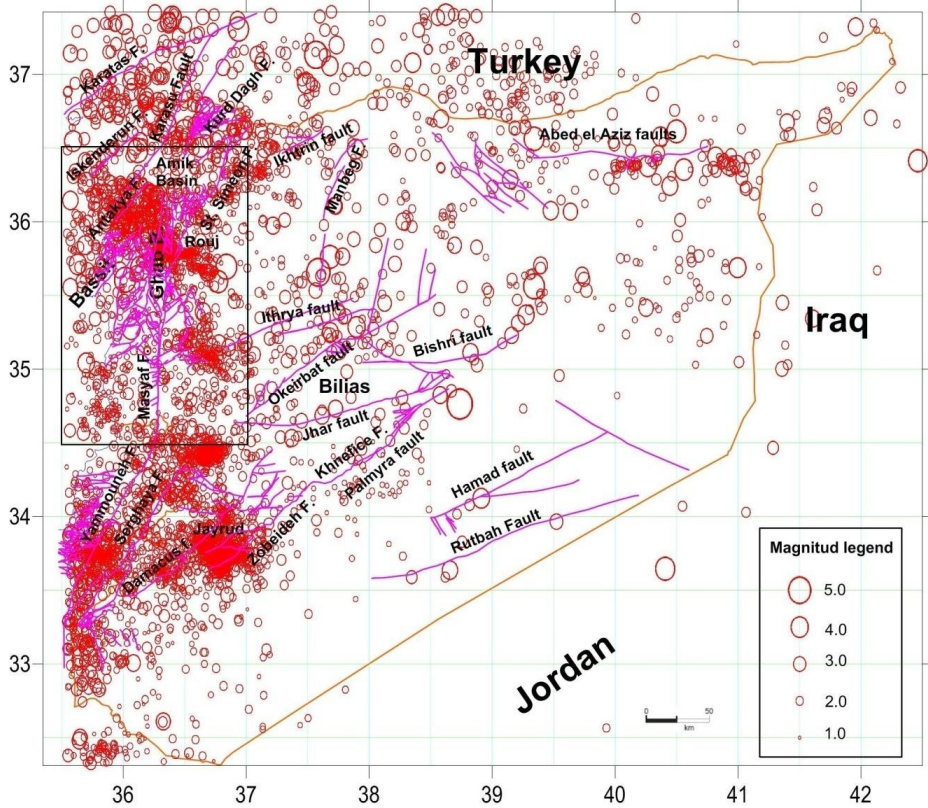


شكل 1. خريطة تكتونية إقليمية لشمال الصفيحة العربية وجوارها تظهر قرب سورية من عدة حدود صفائحية نشطة. (معدلة عن Brew et al. 2001). يعرض المربع موقع الشكل 2.

## 2- النشاط الزلزالي الحديث في سورية

بدأت الشبكة الوطنية السورية للرصد الزلزالي عملها في 14 كانون الثاني 1995 حسب (Dakkak et al. 2005). وتتألف هذه الشبكة من 27 محطة قصيرة الدور (1 Sec) وقد زودتنا بمعطيات الزلزالية الآلية المحلية لأول مرة في سورية. كان الهدف التصميمي لهذه الشبكة رصد كل نشاط زلزالي قابل للتمييز على طول نظام صدع البحر الميت وفروعه في سورية ولبنان (الشكل 1). ويمكن أن نجد معلومات تفصيلية حول هذه الشبكة مثل نظام التحصيل والنقل والمعالجة والتسجيل في المرجع (Dakkak et al. 2005). سجلت الشبكة الوطنية السورية للرصد الزلزالي حوالي 5000 حدث محلي منذ تأسيسها في كانون الثاني 1995 ولغاية 2001 (Abdul-Wahed and Asfahani, 2018) وتتركز الزلزالية الآلية الرئيسية (الشكل 2) على طول نظام صدع الأناضول الشرقي والامتداد الشمالي لنظام صدع البحر الميت وخصوصاً في لبنان من خلال عدة زلازل معتدلة ( $5 < M_s < 6$ ). وتتميز زلزالية الداخل السوري بوجود تجمعات عديدة لأحداث ضعيفة ( $M_L < 4$ ) والتي تلاحظ في عدة مناطق مثل منطقة البسيط والشريط الساحلي (الشكل 2). وصفت العديد من الدراسات السابقة النشاط الزلزالي في سورية على أنه يتراوح بين المعتدل والضعيف (Garfunkel et al. 1981, Chaimov et al. 1993, Barazangi et al. 1990, Brew 2001)، حيث أظهرت تسجيلات الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي أن هذا النشاط ينتج سنوياً عدداً قليلاً من هزات منخفضة القدر مقارنة مع الدول المجاورة. تبين الدراسات السابقة المتعلقة بألية البؤرة للأحداث الزلزالية

التي وقعت في سورية أن معظم التشوهات النشطة قد كانت ذات مظهر إزاحة يسارية مع مركبة أصغرية للتصدع العادي ويراافقها أحواض شديدة تمزقية على طول نظام صدع البحر الميت ( Abdul-Wahed and Al-Tahan 2010, Abdul-Wahed et al., ) (2011).



شكل 2. النشاط الزلزالي في سورية وجوارها كما وثقته الشبكة الوطنية السورية للرصد الزلزالي من 1995 وحتى 2012 (Abdul-Wahed and Asfahani , 2018). يشير المستطيل إلى حدود منطقة الدراسة.

### 3- منطقة الدراسة

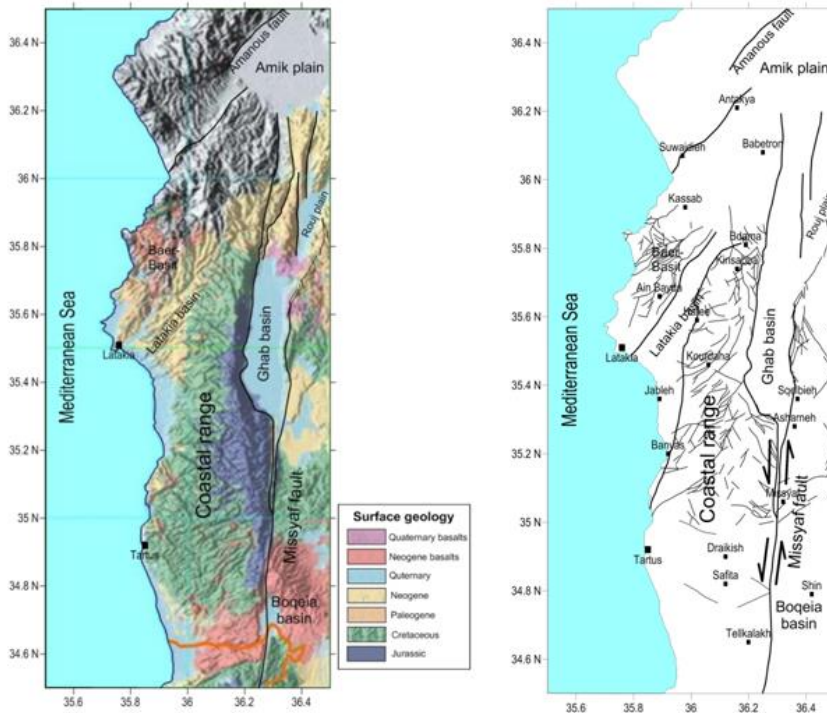
تم تحديد منطقة الدراسة بين خطي عرض 34.5 و 36.5 شمالاً وخطي الطول 35.5 و 36.5 شرقاً (الشكلان 2 و 3). تتضمن هذه المنطقة نظامين صدعيين إقليميين هما نظام صدع البحر الميت (DSFS: Dead Sea Fault System) ونظام صدع الأناضول الشرقي. وتتكون هذه المنطقة بنيوياً من قسمين: القسم الشرقي ويشمل منخفض الغاب ومصيف والتي بينت الدراسات الحديثة (Barazangi et al. 1993, ) (Brew et al. 2001) أنها أحواض تمزقية (Pull apart) والقسم الغربي الذي يشمل سلسلة الجبال الساحلية. تطرقت الدراسات السابقة إلى دراسة البنيات التكتونية وحركتها تحت تأثير نظام صدع البحر الميت عليها (Al-abdalla, 2008). وتم وضع العديد من الخرائط الأساسية للمنطقة منها خريطة التوضعات الرباعية والخريطة الجيومورفولوجية وخريطة التكتونيك الحديث (Trifonov et al., 2012; Trifonov, ) (1991). وقام العبد الله (Al-abdalla, 2010) بدراسة التطور التكتوني للسلسلة الساحلية منذ الميزوزوي وحتى الوقت الحالي.

يعمل نظام صدع البحر الميت على احتواء الحركة التفاضلية للصفحتين العربية والإفريقية حيث يبلغ مقدار الحركة النسبية على امتداد هذا الصدع حوالي ( $18 \pm 2$  mm) تقريباً بالسنة حسب (McClusky et al., 2000). يدخل نظام صدع البحر الميت الأراضي السورية في جنوب منطقة الدراسة عبر صدع مصيف ذو الاتجاه شمال-جنوب والذي يتفرع إلى صدعين يتباعدان عن بعضهما كلما اتجهنا شمالاً ليشكلا حوض الغاب الذي ترتفع حافته الغربية إلى 1200م فوق قاعه وقد أظهرت الآبار المحفورة ونتائج

الدراسات الجيوفيزيائية أن الإزاحة الشاقولية الأعظمية لصدع الغاب الغربي تصل إلى 2500 م (Devyatkin et al. 1997). أما الحافة الشرقية لحوض الغاب فترتفع إلى 600 م فوق قاعه وقد قدرت الدراسات السابقة أن الإزاحة الشاقولية الأعظمية لصدع الغاب الشرقي لا تزيد على 1500 م (Devyatkin et al. 1997). ويرافق هذه الصدوع الضخمة مجموعة من الصدوع الجانبية والتي تنتشر على الحافة الغربية وتقطع سلسلة الجبال الساحلية (الشكل 3). تتخادم الصدوع المشكلة لحوض الغاب في الشمال قرب بحيرة العمق. تمتد سلسلة الجبال الساحلية إلى الغرب من صدعي مصيف والغاب الغربي وهي عبارة عن بنية كتلية ناهضة مرتبطة بنظام صدوع البحر الميت الانزاحية حيث يتميز جناحها الشرقي بانحداره الشديد وبنيته السلمية. يقطع المناطق الناهضة من هذه السلسلة مجموعة من الصدوع الثانوية المتجهة نحو الجنوب الغربي وقد يمتد بعضها في البحر. أما نظام صدع الأناضول الشرقي فيقع في شمال منطقة الدراسة ويعتبر منطقة انتقالية بين الصفيحة العربية وبين نطاق الطي الألبى الممتد في شمال هذا النظام والمتمثل بسلسلة جبال طوروس ويحده من الجنوب الشرقي منظومة صدوع اللاذقية-كلس. ويختلف نظام صدع الأناضول الشرقي اختلافاً ملحوظاً في بنيته المعقدة وتاريخ تطوره عن بنيات المنحدر الشمالي للصفيحة العربية وتتكشف فيه الركيزة البلورية على السطح. تقسم امتدادات نظام صدع البحر الميت المتجهة بالاتجاه شمال-جنوب هذا النطاق إلى منطقتين البسيط والكرد-داغ.

تقع منطقة البسيط إلى الغرب من منظومة صدوع اللاذقية-كلس ويحدها من الشمال مجرى العاصي الأسفل أما من الجنوب الشرقي فيحدها منخفض الكبير الشمالي والمرتبطة بنظام صدوع اللاذقية-كلس. يقطع منطقة البسيط العديد من الصدوع ذات الاتجاه العام شمال شرق-جنوب غرب ، وتنتمي إلى المنظومة اللاذقية-كلس بالإضافة إلى صدوع

جانبية متقاطعة معها. يظهر النشاط الزلزالي بوضوح على امتداد تلك على الصدوع ونذكر منها صدع يمتد من جنوب أوردو إلى جنوب البدروسية، ويستمر في البحر بالاتجاه الجنوب الغربي. وهناك محور ثان له نفس الاتجاه ويمتد من قرب دركوش، شمال بداما، الرابية، بلوران ويستمر في البحر بالاتجاه الجنوب الغربي. وثمة محور ثالث يوافق صدع عين البيضاء ويستمر في البحر بالاتجاه الجنوب الغربي. يشكل صدع النهر الكبير الشمالي الحدود الجنوبية لمنطقة البسيط.



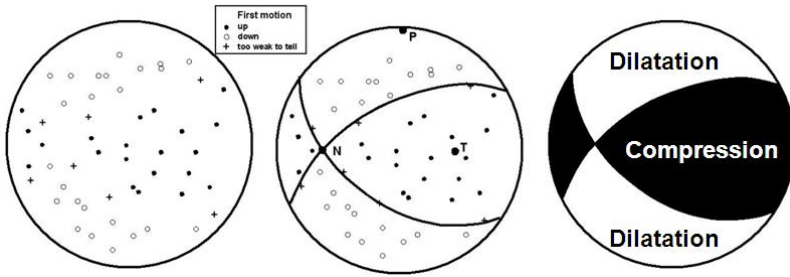
شكل 3: خارطة جيولوجية مبسطة لمنطقة الدراسة (على اليسار) وخارطة لأهم الصدوع والمدن (على اليمين).

تأثرت منطقة الدراسة من الناحية التكتونية بفعل حركتين وهما: حركة التطور البنيوي للسلسلة الساحلية ممثلة بالمناطق الواقعة إلى الجنوب من نهر الكبير الشمالي وبعيداً عنه باتجاه الشرق والجنوب الشرقي، والحركات التكتونية الألبية ممثلة بالمناطق الواقعة إلى الشمال والشمال الغربي من نهر الكبير الشمالي، حيث تتفصل الحركتين بالمنخفض النيوجيني لنهر الكبير الشمالي وبنظام صدوع اللاذقية-كلس (Trifonov, 1991).

#### 4- الطرائق المستخدمة

إن العديد من الملاحظات قد سمحت بالوصول إلى آلية البؤرة الزلزالية ( Seismic focal mechanism) للهزات الأرضية اعتباراً من التسجيلات الزلزالية المتولدة عنها (Lay and Wallace 1995). وبشكل عام فإنه في حالة شبكات الرصد ذات الكثافة الكافية والتوزيع الجغرافي المنتظم لمحطات الرصد حول المنبع الزلزالي والذي يضمن تغطية جميع زوايا السمات حول البؤرة الزلزالية فإن قطبية الموجة الطولية (P) تعتبر كافية لتحديد آلية البؤرة الزلزالية. وقد اصطلح أن قطبية الموجة الطولية (P) موجبة إذا كانت أول حركة (First motion) نحو الأعلى فتوصف بأنها انضغاطية ويرمز لها ب(C: compression) كما اصطلح أن قطبية الموجة الطولية (P) سالبة إذا كانت أول حركة نحو الأسفل فتوصف بأنها تمددية ويرمز لها ب(D: dilatation). إن عزل القطبيات الموجبة عن القطبيات السالبة يسمح بتحديد مستويي الحلول لآلية البؤرة الزلزالية واللذين يسميان اصطلاحاً المستويان العقديان ( الشكل 4).





شكل 4: المبدأ المبسط لحساب آلية البؤرة الزلزالية حيث تمثل الدوائر الصغيرة المفرغة القطبيات التمديدية أما الدوائر الصغيرة المصمتة فتتمثل القطبيات الانضغاطية.

قام (Snoke et al., 1984) بإعداد البرنامج (FOCMEC) لحساب آلية البؤرة الزلزالية بالاعتماد على قطبية الموجة الطولية (P) وعلى نسبة السعة (SV/P) (حيث يشير الرمز P لسعة الموجة P و يشير الرمز SV لسعة المركبة الشاقولية للموجة S) وقد طور (Hardebeck and Shearer, 2002, 2003) في برنامجهما (HASH) تلك التقنية فوسعاها لتستخدم نسبة السعة (S/P) ولتأخذ بعين الاعتبار جميع مصادر الخطأ المؤثرة بحيث تكون آلية البؤرة المحسوبة أكثر استقراراً. لكن (Reasenber and Oppenheimer, 1985) استخدموا قطبية الموجة الطولية (P) فقط في إعداد البرنامج الحاسوبي (FPFIT) والذي يجري بحثاً شبكياً لأفضل توافق بين المستويين العقديين والقطبيات الملاحظة. أما (Suetsugu, 1998) فقد اعتبر في برنامجه (PINV) أن قطبيات الموجة الطولية (P) إما أن تكون  $1+$  أو  $1-$  كقيم سعوية عظمى وصغرى على التسلسل وقام بإجراء عملية قلب مصفوفة العزوم (Moment tensor inversion) لإيجاد مزدوجة القوى دون إعطاء أي تقدير للخطأ للحكم على مدى موثوقية حلول

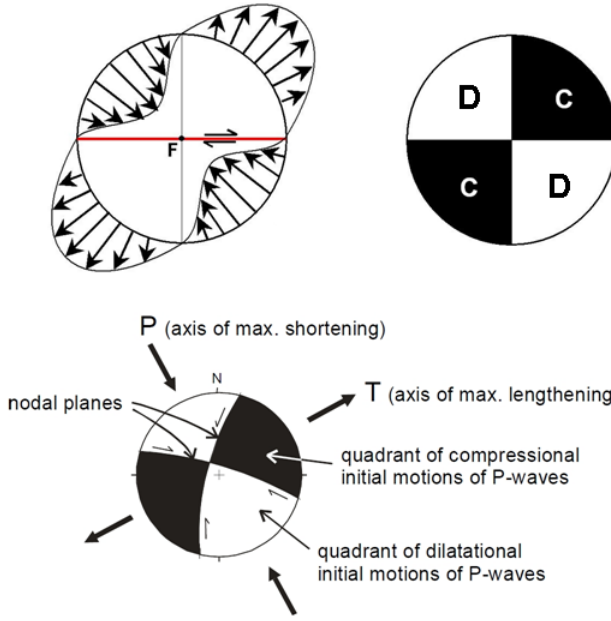
المستويات الصدعية (Fault plane solutions). قام (Abdul-wahed, 2018b) بإعداد البرنامج (MECA3) باستخدام الطريقة الاحتمالية (Zollo and Bernard, 1991) لحل المسألة العكسية بشكل غير خطي للوصول لآلية البؤرة الزلزالية. تحسب احتمالية معاملات المستويات الصدعية بالاعتماد على مجموعة المعطيات الملاحظة (مثل قطبية الموجة الطولية P المسجلة في عدد كافي من محطات الرصد الزلزالي) باستخدام مقارنة (Bayesian) التي تأخذ بالحسبان شكل دالة كثافة الاحتمالية كما عرفها (Brillinger et al., 1980). يقوم البرنامج بتقدير احتمالية معاملات نموذج آلية البؤرة من خلال بحث شامل لجميع الزوايا الممكنة لحلول المستويات الصدعية. تمثل حلول الاحتمالية العظمى حلول المستوي الصدعي والمستوي المساعد. يسمح البرنامج (MECA3) بعرض حلول آليات البؤرة المحسوبة ببرامج أخرى بهدف مقارنتها مع بعضها كما يسمح بتصنيف آلية البؤرة حسب (Zoback, 1992) واستنتاج النظام التكتوني واتجاه محور الإجهاد الأفقي الأعظمي ( $S_{H \max}$ ) (Abdul-Wahed and Alissa, 2020).

تفترض البرامج السابقة أن المنبع الزلزالي من النموذج النقطي وذو آلية ثنائية مزدوجة القوى وأن موقع البؤرة الزلزالية محدد بدقة وأن معاملات آلية البؤرة الزلزالية هي الاتجاهات الزاوية للصدع (السمت والميل والانزلاق) حسب ما عرفها (Aki and Richards 1980) حيث تمثل مستويات الحلول بأخذ مسقط تقاطعها مع النصف السفلي للكرة البؤرية. قام (Salamon et al., 2003) بحساب آلية البؤرة للزلازل التي قدرها المحلي ( $ML \geq 4$ ) المسجلة في منطقة شرق المتوسط خلال القرن العشرين باستخدام البرنامج الحاسوبي (FPFIT) ووجد أن الحلول الشاذة تؤكد على مدى تعقد

عمليات التشوه على طول نظام صدع البحر الميت. كذلك استخدم هذا البرنامج (Bräuer, 2011) لحساب آلية البؤرة الزلزالية لحوالي 30 حدث زلزالي محلي وقعت في حوض البحر الميت.

### 5- تصنيف النظام التكتوني

من الشائع أن تستخدم آلية البؤرة الزلزالية في الاستدلال على اتجاهات حقل الإجهاد الحالي في القشرة الأرضية وتحديد اتجاه الحركة الحالية للصفائح التكتونية. لقد تنبأت المبادئ النظرية لمحاور الإجهاد أنه عند تعريض عينات صخرية للإجهاد فإن سطوع التمزق سوف تحدث بزاوية 45 درجة مع اتجاه الإجهاد الأعظمي واتجاه الإجهاد الأصغري وأكدت ذلك التجارب المخبرية. وبشكل مكافئ لذلك فإن المستويان العقديان لآلية البؤرة يحددان اتجاهات محاور التشوه: فمحور الانضغاط الأعظمي (موجب) يقع في منتصف الربع التمددي ويسمى محور الضغط (P: compression axis) ويظهر وفقه تشوه التقصير الأعظمي (max shortening) ومحور التمدد الأعظمي (سالبة يعبر عن الشد) يقع في منتصف الربع الانضغاطي ويسمى محور الشد (T: tension axis) ويظهر وفقه تشوه التناول الأعظمي (max lengthening) (الشكل 5). أما محور التشوه الوسيط (أو الحيادي) والذي يعامد المحورين السابقين ويرمز له ب (B or null axis) فسيكون ناتجاً عن تقاطع المستويين العقديين ولا يحدث تشوه وفقه.



شكل 5: المبدأ المبسط لتحديد محاور التشوه في البؤرة الزلزالية.

بما أن محاور الإجهاد في القشرة الأرضية تأخذ الاتجاهات الشاقولية والأفقية ( $S_V, S_H$ ) هو ( $S_{h \min}, S_{h \max}$ ) فقد قاد ذلك (Anderson, 1951) إلى أن المحور الشاقولي ( $S_V$ ) هو الذي يحدد النظام التكتوني (Tectonic regime) فإذا كان هذا المحور الشاقولي أصغرياً أي محوراً للشد (T) كان هذا النظام انضغاطياً (compressional) وسيطرت فيه آلية التصدع العكسي وتحققت العلاقة ( $S_{H \max} > S_{h \min} > S_V$ )، وإذا كان المحور الشاقولي أعظماً أي محوراً للضغط (P) كان هذا النظام تمديدياً (extensional) وسيطرت فيه آلية التصدع العادي وتحققت العلاقة ( $S_V > S_{H \max} > S_{h \min}$ )، أما إذا كان محوراً وسطياً أي محوراً حيادياً (B) فسيكون هذا النظام تمزقياً شديداً وسمي

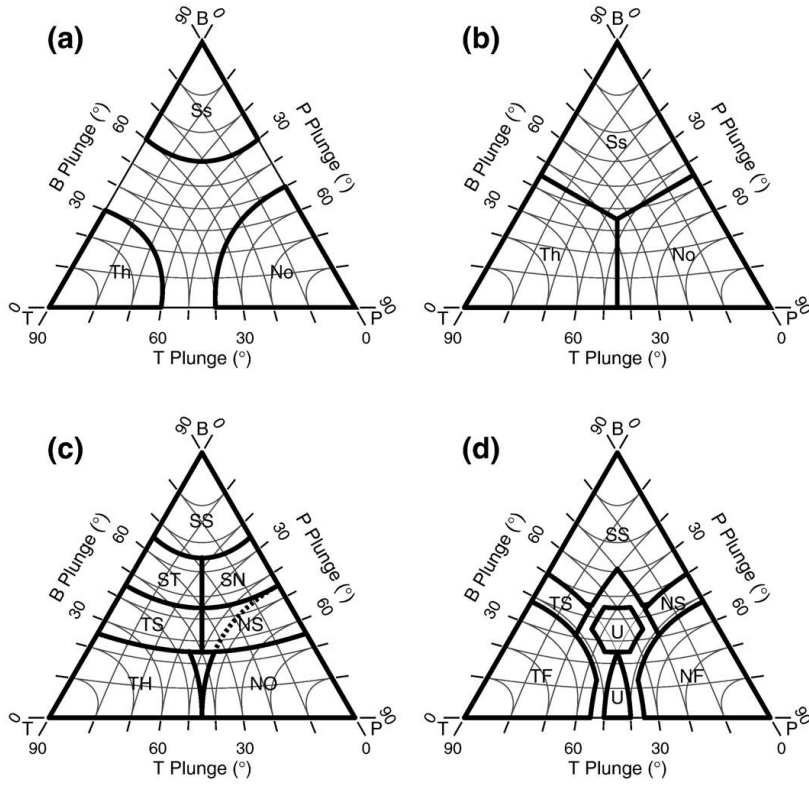
(wrench) وسيطرت فيه آلية الإزاحة الجانبية الأفقية وتحققت العلاقة ( $S_{H\max} > S_{V} > S_{H\min}$ ). يعتبر تصنيف (Anderson, 1951) للنظام التكتوني بسيطاً ولا يغطي جميع الحالات ولكنه مفيد من أجل التصنيف الأولي لهذا النظام (Simpson, 1997; Hardebeck and Michael, 2006).

استخدمت زوايا ميل (التغريق) محور الضغط (P) ومحور الحياضي (B) ومحور الشد (T) للاستدلال على الأنظمة التكتونية المولدة للزلازل وقد استخدم الباحثون المقاربتان التاليتان: (1) أنه من الممكن اعتبار المحاور الثلاثة (P, B, T) على أنها الاتجاهات الرئيسية للإجهاد بشكل تقريبي؛ (2) أنه من الممكن اعتبار المحاور الثلاثة (P, B, T) على أنها مؤشرات على شعاع الانزلاق الصدعي وبالتالي يمكن أن تستخدم لتصنيف الحركة الصدعية. أدخل (Frohlich, 1992) مخططاً بيانياً ثلاثي الأبعاد لتمثيل زوايا ميل المحاور الضغط والحياضي والشد (P, B, T) بنقطة واحدة داخل المثلث البياني مما سمح بإجراء معاينة بصرية لتلك المقاربات. لقد وجد (Célérier et al., 2012) أن المحاور الثلاثة (P, B, T) تزودنا بتقديرات معقولة لاتجاهات محاور الإجهاد في حالة أن محاور الإجهاد الرئيسية كانت شاقولية أما في الحالات الأخرى فإنه من الأفضل تفسيرها كتعبير عن هندسة الصدع والانزلاق الصدعي. قدم (Frohlich, 1992; Frohlich and Apperson, 1992) التصنيف الأبسط للنظام التكتوني بناء على الميل الأصغري للمحاور الثلاثة (P, B, T) وميز الأصناف الثلاث السابقة (الشكل 6) لكن هذا التصنيف ترك مساحة واسعة من المثلث البياني دون توصيف. وقدم (Kagan, 2002; 2005) تصنيفاً بسيطاً يعتمد على المحور ذو الميل الأعظمي وشمل

هذا التصنيف معطيات أوسع. عرض (Triep and Sykes, 1996; 1997) تصنيفاً أكثر اكتمالاً بهدف الحصول على تصنيف أدق للانزلاقات الصدعية المائلة ( oblique slips). وقدم (Zoback, 1992) تصنيفاً يعتمد على ميل المحور الحياضي (B) واستخدمه في خارطة الإجهاد العالمية (World Stress Map).

## 6- جودة المعطيات

أدت الزلزالية المنخفضة في سورية وعدم كفاية تغطية محطات شبكة الرصد كما ورد في المرجع (Dakkak et al. 2005) إلى الحد من عدد طول المستوي الصدعي التي يمكن الحصول عليها في منطقة الدراسة. لذلك فقد تفحصنا بدقة كل المعطيات المتوفرة وكذلك موثوقية الحلول بهدف الحصول على أكثر ما يمكن من المعلومات منها. بما أن غالبية الأحداث الزلزالية المسجلة في سورية كانت أحداث ضعيفة ( Abdul-Wahed and Al-Tahan 2010, Abdul-Wahed et al., 2011; Abdul-Wahed and Asfahani, 2018) فقد اعتبرنا جميع الأحداث المحلية التي تمتلك خمسة قطبيات للموجة P كحد أدنى صالحة لحساب آلية البؤرة الزلزالية. طبقاً لذلك فإن مجموعة مختارة مكونة من 42 حدث وقعت داخل منطقة الدراسة كانت معتبرة كأحداث رئيسة صالحة لتحليل قطبية الموجة الطولية (P).



**شكل 6.** مخطط فروليش (Frohlich, 1992) الأساسي لتصنيف الأنظمة التكتونية حسب زوايا ميل محاور التشوه الضغط والمحايد والشد (P, B, T) وهو معروض بالرمز (a) وثلاثة نسخ مطورة منه والرموز المستخدمة بالأشكال هي: (a) Thrust (Th), strike-slip (Ss), and normal (No) regimes as defined by Frohlich and Apperson (1992) and Frohlich (1992, 2001). (b) Thrust (Th), strike-slip (Ss), and normal (No) regimes as defined by Kagan (2002, 2005). (c) Thrust (TH), thrust and strike-slip (TS), strike-slip and thrust (ST), strike-slip (SS), strike-slip and normal (SN), normal and strike-slip (NS), and normal (NO) regimes as defined by EPRI (1994) and reported by Triep and Sykes (1996, 1997). (d) Thrust faulting (TF), thrust and strike-slip (TS), strike-

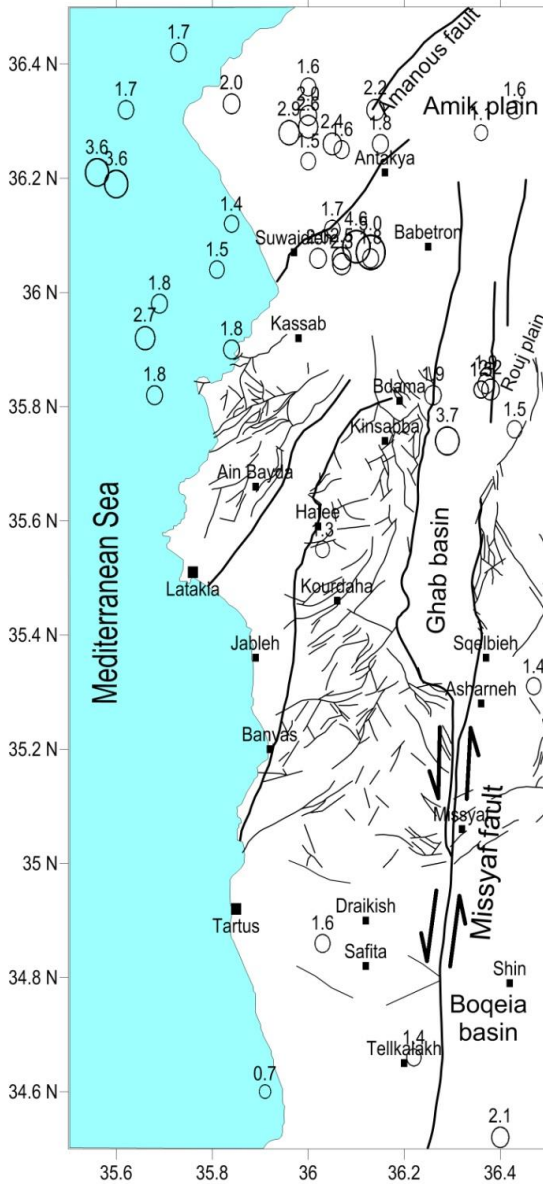
slip (SS), normal and -slip (NS), and normal faulting (NF) regimes as defined by Zoback (1992) and used in the World Stress Map

تمت معالجة المجموعة المختارة من الهزات باستخدام الأدوات البرمجية التي يقدمها البرنامج Seisan 10.3 بدءاً من عرض الشكل الموجي وتحديد أزمنا الوصول وحتى الحصول على آليات البؤرة الزلزالية. يعتبر التحديد الدقيق لموقع البؤرة عاملاً حاسماً في التميز الموثوق لمعاملات التصدع ويهدف تحسين الدقة في الأحداث المختارة طبقاً للتصفية الرقمية على التسجيلات لتحسين نسبة الإشارة إلى الضجيج وقمنا بتحديد جميع أطوار الموجتين P و S يدوياً. ونتيجة لذلك فقد زاد عدد قراءات أزمنا الوصول. ثم قمنا بإعادة تحديد مواقع البؤر باستخدام أزمنا الوصول الجديدة ونفس النموذج السري المستخدم في الشبكة الوطنية السورية للرصد الزلزالي. يعرض الشكل 7 توزيع البؤر السطحية للأحداث الزلزالية المعتبرة صالحة لدراسة آلية البؤرة ضمن منطقة الدراسة.

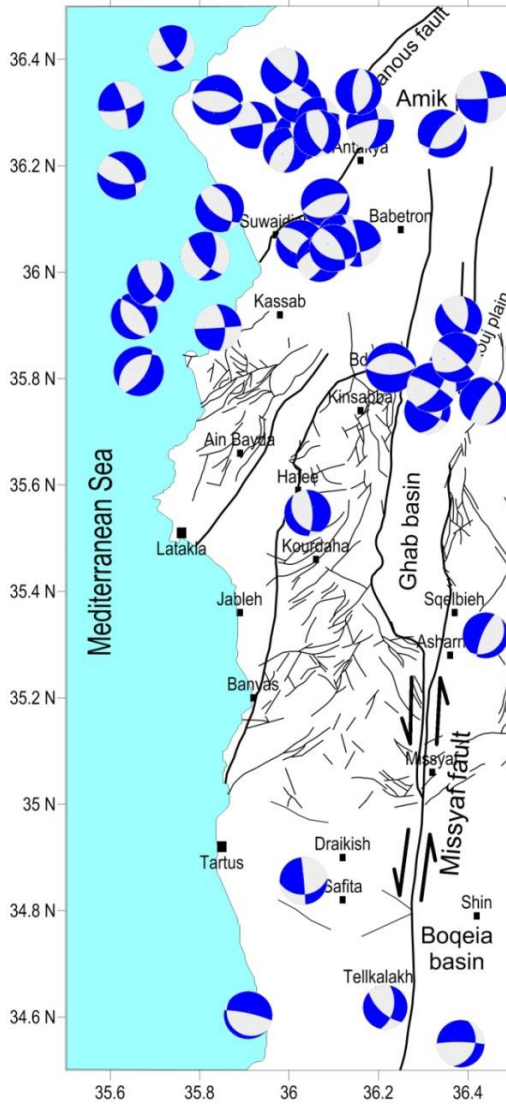
## 7- النتائج

تم تطبيق برمجيات آلية البؤرة المذكورة أعلاه والتي يقدمها البرنامج Seisan 10.3 على الأحداث المختارة. كان لأغلب هذه الأحداث آلية التصدع العادي بتوافق مع البنيات الصدعية المحلية أما آلية الإزاحة الجانبية فكانت أكثر ندرة (بضعة أحداث فقط) ومحصورة في بعض المناطق مثل الامتداد الشمالي لصدع الغاب. كما لوحظت آلية التصدع العكسي في حدثين فقط وقعا في البحر. يعرض الشكل 8 مظاهر آليات البؤرة الزلزالية المحسوبة من أجل المجموعة المختارة من الهزات المسجلة في المنطقة الساحلية من سورية. يعكس هذا المظهر البنيات المحلية المولدة للزلازل في تلك المنطقة.



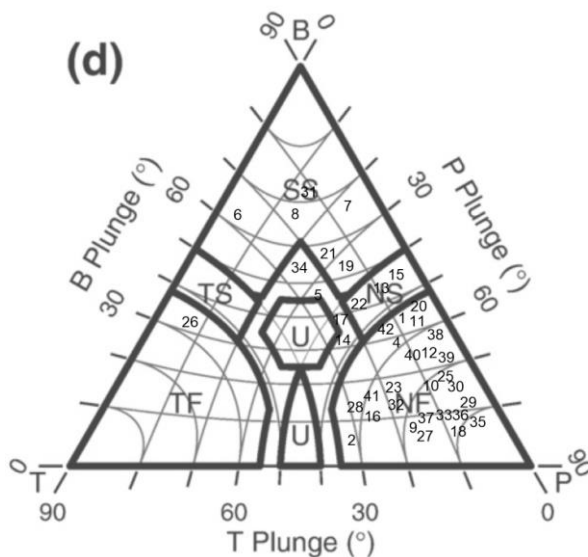


شكل 7: توزيع البؤر السطحية للأحداث الزلزالية المعتدلة صالحة لدراسة آلية البؤرة ضمن منطقة الدراسة وتشير الأرقام إلى قدر كل منها.



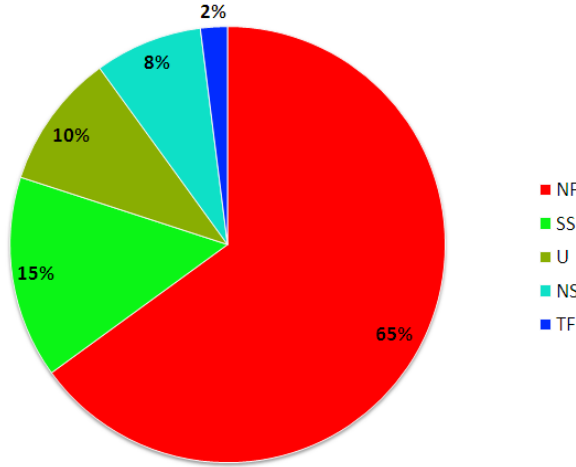
شكل 8: آليات البؤرة المحسوبة في منطقة الدراسة حيث تم تمثيل مستويات الحول الصدعية بمسقط متساوي المساحة للنصف السفلي من الكرة البؤرية: الربع الأبيض يمثل نطاق التمدد والأزرق يمثل نطاق الانضغاط.

استخدمنا في هذا البحث زوايا ميل محور الضغط (P) ومحور الحيايدي (B) ومحور الشد (T) التي حصلنا عليها من آليات البؤرة باعتبار أنها مؤشرات على شعاع الانزلاق الصدعي لتصنيف الحركة الصدعية. وتم إسقاط هذه الزوايا على مثلث (Frohlich, 1992) كخطط بيانياً ثلاثي الأذرع لتمثيل زوايا ميل المحاور الثلاثة بنقطة واحدة داخل المثلث البياني لإجراء معاينة بصرية للميل العام. طور (Zoback, 1992) هذا المثلث وقدم تصنيفاً أكثر تفصيلاً للحركة الصدعية يعتمد على ميل المحور الحيايدي (B) واستخدمه في خارطة الإجهاد العالمية (World Stress Map). وسنستخدم مثلث (Zoback, 1992) بهدف الحصول على تصنيف أدق للانزلاقات الصدعية المائلة (oblique slips) ويعرض الشكل (9) نتائج هذا التصنيف.



شكل 9. إسقاط زوايا ميل محور الضغط (P) ومحور الحيايدي (B) ومحور الشد (T) على مثلث (Zoback, 1992) لآليات البؤرة المحسوبة والمشار إليه بالرمز (d) في الشكل 8.

يُظهر إسقاط زوايا ميل المحاور (P, B, T) لآليات البؤرة المحسوبة بهذا البحث على مثلث (Zoback, 1992) أن معظم الحركات الصدعية في منطقة الدراسة كانت من الصنف (NF) وتدل على تصدع عادي. وإحصائياً تدل النتائج على سيطرة الشد الناتجة عن تكتونيك تمديدي إذ كان التصدع عادياً نقيماً (NF) في حوالي 65% من آليات البؤرة المحسوبة وكان تصدعاً عادياً مع وجود مركبة أصغرية للإزاحة الجانبية (NS) في 8% من الآليات المحسوبة (الشكل 10). وبالتالي فإن آلية التصدع العادي قد ظهرت في 73% من الهزات الأرضية المعالجة. بالمقابل كان هناك ست حركات صدعية فقط من الصنف (SS) وتدل على وجود تصدع الإزاحة الجانبية في حوالي 15%. وقعت بعض الحركات الصدعية في وسط المثلث ضمن التصنيف (U) أي الإزاحة المائلة الهجينة. لم تظهر إلا هزة واحدة فقط ضمن الصنف (TF) والذي يدل على حركة صدعية عكسية وقد وقعت بؤرة هذه الهزة في البحر مقابل لواء اسكندرون وبالتالي يمكن إهمال هذه الهزة.



شكل 8: النسب المئوية لأصناف آليات البؤرة المحسوبة في المنطقة الساحلية حسب تصنيف (Zoback, 1992).

## 8- المناقشة

يمر في منطقة الدراسة نطاقين تكتونيين رئيسيين هما نظام صدع البحر الميت ونظام صدع الأناضول الشرقي. يتميز نظام صدع البحر الميت بحركة إزاحة جانبية يسارية والتي تم التعرف عليها من خلال الأحواض التمزقية الشدية الصغيرة في الرسوبيات الحديثة (Garfunkel et al. 1981, Trifonov 1991, Brew et al. 2001) ومن خلال قطع وإزاحة المجاري المائية والمنشآت التي بناها الإنسان (Brew et al. 2001, Gomez et al. 2001, Gomez et al. 2003, Meghraoui et al. 2003, Gomez et al. 2006). لكن نتائج هذا البحث لم تُظهر تلك الإزاحة الجانبية اليسارية كآلية مسيطرة كما يتوقع الكثيرون بل كان لأغلب الأحداث المعالجة آلية التصدع العادي (NF) والتي شكلت ما نسبته (65%) من آليات البؤرة المحسوبة وهذا يدل على سيطرة التكتونيك الشدي في المنطقة الساحلية. يمكن تفسير هذه النتيجة بأن معظم الأحداث المسجلة خلال فترة الدراسة 1995-2011 كانت واقعة على الصدوع الجانبية لنظام صدع البحر الميت في سلسلة الجبال الساحلية وناتجة عن عمليات شد محلية. لقد وجد (Salamon et al. 2003) أن آليات التصدع العادي لبعض الأحداث قرب البحر الميت وخليج العقبة تسجل نشاط صدوع عادية تمتد على طول هوامش نظام صدع البحر الميت. كما أشارت بعض النتائج التي حصلنا عليها في هذا البحث إلى وجود مركبة إزاحية جانبية ترافق آلية التصدع العادي (NS) كما هو الحال في الحدتين الذين وقعا في حوض الغاب وكما هو الحال في الحدث الواقع في جنوب تل كلخ. يمكن أن تكون هذه الأحداث مرتبطة بصدوع شد-انتقالي محلية. وظهرت بعض آليات البؤرة ذات الإزاحة اليسارية على الامتداد الشمالي لنظام صدع البحر الميت. أما في منطقة

اسكندرون فكان لمعظم الأحداث الواقعة في تلك المنطقة آلية تصدع عادي مع غياب المركبة الإزاحية.

إن معظم الآليات التي أمكن حسابها قد أتت من أحداث صغيرة القدر لذلك فإنها على الأرجح قد نتجت عن تحرك بعض الصدوع المحلية وبالتالي يمكن لها أن تمثل التغيرات المحلية بحقل الإجهاد. بالمقابل فإن غياب الأحداث الزلزالية كبيرة القدر يمكن أن يدفعنا للاعتقاد أن الصدوع الإقليمية الكبيرة تمر حالياً بفترة من الهدوء الزلزالي والذي بدأ منذ 850 سنة كما أشار (Meghraoui et al. 2003). يدعم هذا الاعتقاد عدم ظهور آليات الإزاحة الجانبية اليسارية المضرب والتي تميز الصدوع الإقليمية الكبيرة في منطقة الدراسة. لقد درس العبدالله (Al Abdalla et al., 2010) التطور التكتوني وتطور حقل الإجهادات القديم (palaeostress) في المنطقة الساحلية منذ أواخر الكريتاسي وحتى السينوزويك ووجد أن هذه المنطقة قد طورت تكتونيك شدي خلال الميزوزويك والبالوجين أما التشوهات الانضغاطية فلم تظهر إلا في نهاية الأوليغوسين في شمال منطقة البايير- البسيط حيث عانت هذه المنطقة من إجهادات الانضغاط بالاتجاه NNW-SSE منذ نهاية الميوسين حتى الآن. لكن النتائج التي حصلنا عليها في هذا البحث لم تُظهر وجود آليات التصدع العكسي في هذه المنطقة والتي يمكن أن ينتجها التكتونيك الضغطي. إذا تخالف نتائج هذا البحث والتي تُعبر عن حقل الإجهاد الحالي الدراسات الجيولوجية والتكتونية السابقة والتي سمحت بتقدير حقل الإجهاد القديم وبالتالي يمكن الاستنتاج بحدوث تغييرات حالية في حقل الإجهاد.

## 9- الخاتمة

تم في هذا البحث تحليل قاعدة التسجيلات الزلزالية للشبكة الوطنية للرصد الزلزالية في المنطقة الساحلية بهدف اختيار الأحداث الصالحة لحساب آلية البؤرة الزلزالية. ونتيجة لذلك تبين أن هناك 42 حدث زلزالي وقعت خلال الفترة 1995-2011 كان لها خمس قطبيات للموجة (P) على الأقل وهو الحد الأدنى لحساب آلية البؤرة الزلزالية. بينت مستويات الحلول الصدعية المحسوبة أن التكتونيك الشدي كان مسيطراً في معظم تلك الأحداث الزلزالية. وإحصائياً تدل النتائج على ظهور التصدع العادي النقي في حوالي 65% من آليات البؤرة المحسوبة وعلى ظهور التصدع العادي مع وجود مركبة أصغرية للإزاحة الجانبية في 8% من الآليات المحسوبة، وبالنتيجة فإن آلية التصدع العادي قد ظهرت في 73% من الهزات الأرضية المعالجة. بينما كانت آلية الإزاحة الجانبية أكثر ندرة ومحصورة في بعض المناطق. إن نتائج هذا البحث تخالف الدراسات الجيولوجية والتكتونية السابقة والتي تتبأت أن إجهاد التصدع العكسي يجب يكون مسيطراً. يمكن أن نقدم تفسيراً محتملاً لذلك أن آليات البؤرة المحسوبة في المنطقة الساحلية كانت لأحداث صغيرة القدر لذلك فإنها على الأرجح مرتبطة بالمظاهر المحلية للشد-انتقال على طول هوامش نظام صدع البحر الميت وبالتالي تعكس حقل الإجهاد المحلي. تبقى هذه النتائج أولية بالنظر لكون زمن العودة للزلازل الكبيرة ( $M \geq 5$ ) طويل نسبياً في سورية وبالتالي فمن المرجح أن بعض الصدوع التي لم تُظهر نشاطاً زلزالياً خلال فترة هذه الدراسة قد تكون نشطة خلال فترة زمنية أطول.

### كلمة شكر

يتوجه مؤلفو هذا البحث بالشكر الجزيل إلى المركز الوطني للرصد الزلزالي لتزويدهم بالتسجيلات الزلزالية وبعض المعلومات والمعطيات الهامة وبشكل خاص الجيوفيزيائي نظير اليوسف كما يتقدمون بالشكر للأستاذ الدكتور إبراهيم عثمان المدير العام لهيئة الطاقة الذرية لدعمه هذا البحث.



## References

- Abdul-Wahed M. K. and M. Alissa, (2020), Present-day stress state in northwestern Syria, *Geofísica Internacional*, (2020) Vol. 59-4 -1; 300-316.
- Abdul-Wahed M. K. and Asfahani J., (2018), The recent instrumental seismicity of Syria and its implications, *Geofísica Internacional* (2018) 57-2: 79-92.
- Abdul-Wahed M. K., (2018b), Preparation of a computer program for calculating the focal mechanism of the recorded micro-earthquake in Syria, Internal Report, AECS.
- Abdul-Wahed M. K., 2012, The focal mechanism of recent largest seismic events in Syria. The 7th Gulf Seismic forum, Saudi Geological Survey; 22-25 January 2012, Jeddah, Saudi Arabia.
- Abdul-Wahed M. K., Asfahani J., Al-Tahan I., 2011, A combined methodology of multiplet and composite focal mechanism techniques for the identification of the seismological active zones in Syria. *Acta Geophysica*, 59, 967-992, DOI:10.2478/s11600-011-0024-2.
- Abdul-Wahed M. K. & Al-Tahan I., 2010, Preliminary outlining of the seismological active zones in Syria. *Annals of geophysics*, 53, 1-9.
- Aki K. & Richards P. G. (1980), *Quantitative Seismology, Theory and method*. San Fransisco : W. H. Freeman and Co.
- Al-Abdalla, A. 2008. Evolution tectonique de la plateforme arabe en Syrie depuis le Me'sozoi'que. PhD thesis, Me'moire de the'se de l'Universite' de Paris 6, Paris, 302 (in French).
- Al abdalla A., Barrier E., Matar A. & Muller C., (2010), Late Cretaceous to Cenozoic tectonic evolution of the NW Arabian platform in NW Syria, *Geological Society, London, Special Publications* 2010; v. 341; p. 305-327, doi:10.1144/SP341.15.
- Ambraseys N. and Barazangi M., (1989), The 1759 earthquake in the Bekaa valley: implication for Earthquake Hazard Assessment in the Eastern Mediterranean Region. *Geophys. Res. J.*, Vol. 94, PP. 4007-4013.
- Anderson EM (1951) *The dynamics of faulting*. Oliver & Boyd, Edinburgh.

- Barazangi, M., Seber, D., Chaimov, T., Best, J. & Sawaf, T., 1993. Tectonic evolution of the northern Arabian plate in western Syria, in: Boschi et. al., (eds.) Recent Evolution and Seismicity of the Mediterranean Region, pp. 117-140, Kluwer Academic Publisher, the Netherlands.
- Bräuer B., (2011), The structure of the southern Dead Sea basin revealed from local earthquake data, Dissertation, am Fachbereich Geowissenschaften, der Freien Universität Berlin, Potsdam, Mai 2011.
- Brew G., Barazangi M., Al-Maleh A. K., Sawaf T. (2001), Tectonic and geologic evolution of Syria, *GeoArabia*, Vol. 6, PP 573-616.
- Célérier, B., Etchecopar, A., Bergerat, F., Vergely, P., Arthaud, F. and Laurent, P., 2012. Inferring stress from faulting: From early concepts to inverse methods. *Tectonophysics*, 581: 206-219.
- Chaimov, T. A. & Barazangi, M., Al-Saad, D., Sawaf, T. & Gebran, A., 1990. Crustal shortening in the Palmyride fold belt, Syria, and implications for movement along the Dead Sea fault system, *Tectonics*, 9, 1369-1386.
- Dakkak R., Daoud M., Mreish M., Hade G., (2005), The Syrian National Seismological Network (SNSN): Monitoring a major continental transform fault, *Seismological Research Letters*, Vol. 76, PP 437-445.
- Devyatkin, E. V., Dodonov, A. E., Sharkov, E. V., Zykin, V. S., Simakova, A. N., Khatib, K. and H. Nseir, H., (1997). The El-Ghab Rift Depression in Syria: Its Structure, Stratigraphy, and History of Development. *Stratigraphy and Geological Correlation*, Vol. 5, No. 4, 1997, pp. 362–374.
- Frohlich C., 1992, Triangle diagrams: ternary graphs to display similarity and diversity of earthquake focal mechanisms, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 75 (1992) 193-198.
- Frohlich, C and Apperson, K D, 1992 Earthquake focal mechanisms, moment tensors, and the consistency of seismic activity near plate boundaries *Tectonics*, 11 279-296.
- Garfunkel Z., Zak Y. & Freund R., (1981), Active faulting in the Dead Sea rift, *Tectonophysics*, Vol. 80, PP. 1-26.
- Gomez F., Meghraoui M., Darkal A. N., Sbeinati R., Darawcheh R., Tabet C., Khawlie M., Charabe M., Khair K. & Barazangi M.,

- (2001), Coseismic displacements along the Serghaya fault : an active branch of the Dead Sea Fault System in Syria and Lebanon, *J. Geol. Soc. Lond.*, Vol 158, PP. 405-408.
- Gomez F., Meghraoui M., Darkal A. N., Hijazi F., Mouty M., Suleiman Y., Sbeinati R., Darawcheh R., Al-Gazzi R. & Barazangi M., (2003), Holocene faulting and earthquake recurrence along the Serghaya branch of the Dead Sea Fault System in Syria and Lebanon, *Geophysical J. Int.*, Vol 153, PP. 658-674.
- Gomez F., Khawlie M., Tabet C., Darkal A. N., Khair K. & Barazangi M., (2006), Late Cenozoic uplift along the northern Dead Sea transform in Lebanon and Syria, *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 241, PP. 913-931.
- Hardebeck, J. L. and Shearer, P. M. (2003). Using S/P Amplitude Ratios to Constrain the Focal Mechanisms of Small Earthquakes. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 93:2434-2444.
- Hardebeck, J. L. and Shearer, P. M. (2002). A new method for determining first motion focal mechanisms. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 92:2264-2276.
- Hardebeck JL, Michael AJ (2006) Damped regional-scale stress inversions: methodology and examples for southern California and the Coalinga aftershock sequence. *J Geophys Res* 111, B11310.
- Lay C. & Wallace T. C., (1995), *Modern global seismology*, San Diego ; Academic Press.
- McClusky, S.C., Balassanian, S., Barka, A., Ergintav, S., Georgie, I., Gurkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadaria, M., Ouzounis, A., Paradisissis, D., Peter, Y., Pirilepin, M., Reilinger, R.E., Sanli, I., Seeger, H., Teableb, A., Toksöz, N., Veis, V., 2000. Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean-Caucasus. *Journal of Geophysical Research* 105, 5695–5719.
- Meghraoui M., Gomez F., Sbeinati R., Van der Woerd J., Mouty M., Darkal A. N., Radwan Y., Layyous I., Al-Najjar H., Darawcheh R., Hijazi F. & Barazangi M., (2003), Evidence for 830 years of seismic quiescence from palaeoseismology, archaeoseismology and

- historical seismicity along the Dead Sea Fault System, *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 210, PP. 35-52.
- Ponikarov, V.P. 1966. *The Geology of Syria. Explanatory Notes on the Geological Map of Syria, Scale 1:200,000.* Ministry of Industry, Damascus, Syrian Arab Republic.
- Reasenber, P. and Oppenheimer, D. (1985). Fpfit, fppplot, and fppage: Fortran computer programs for calculating and displaying earthquake fault plane solutions. Technical report, U.S. Geol. Survey.
- Reilinger, R., et al. (2006), GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions, *J. Geophys. Res.*, 111, B05411, doi:10.1029/2005JB004051.
- Rukieh, M., Trifonov, V. G., Dodonov, A. E., Minini, H., Ammar, O., Ivanova, T. P., Taza, T., Yusef, A., Al-Shara, M., Jobaili, Y., 2005. Neotectonic map of Syria and some aspects of Late Cenozoic evolution of the northwestern boundary zone of the Arabian plate. *Journal of Geodynamics*, 40, 235-256.
- Salamon A., Hofstetter, A., Garfunkel Z., Ron H. (2003), Seismotectonics of the Sinai subplate – the eastern Mediterranean region, *Geophys. J. Int.*, Vol. 155, PP 149-173.
- Simpson RW (1997) Quantifying Anderson's fault types. *J Geophys Res* 102:17909–17919.
- Snoke, J. A., Munsey, J. W., Teague, A. G., and Bollinger, G. A. (1984). A program for focal mechanism determination by combined use of polarity and SV-P amplitude ratio data. *Earthquake notes*, 55.
- Suetsugu, D. (1998). Practice on source mechanism, iisee lecture note. Technical report, Tsukuba, Japan.
- Trifonov et al., (2012), Neotectonics, recent geodynamics and seismic hazard of Syria. In: *Transactions of the geological institute*, vol 598. GEOS, Moscow, 204 pp
- Trifonov V. G. (1991), Levent fault zone in the northwest Syria, *Geotectonics*, Vol. 25, PP 145-154.
- Zoback, M.L., 1992. First- and second-order patterns of stress in the lithosphere: The World Stress Map project. *J. Geophys. Res.*, 97, 11,703-11,728.

## تحسين الجودة لشبكة الإمداد بمياه الشرب لمدينة جبلة

م. فاطمة سلمان<sup>1</sup> د.م. هناء سلمان<sup>2</sup> د.م. فيروز شكور<sup>3</sup> د.م. عادل عوض<sup>4</sup>

<sup>1</sup> طالبة دكتوراه - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا.

<sup>2</sup> أستاذ مساعد قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا.

<sup>3</sup> مدرسة في قسم الذكاء الصناعي - كلية الهندسة المعلوماتية - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا.

<sup>4</sup> أستاذ في قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سوريا.

### الملخص:

تعتبر عملية إضافة الكلور للمياه عملية رئيسية من أجل تطهير المياه والحماية في شبكة التوزيع من التلوث الجرثومي ومنع نمو الطحالب في منشآت التنقية في معظم الدول النامية، لكنه قد يشكل المنتجات الثانوية والروائح والمذاق غير المرغوب عندما تكون تراكيز الكلور الحر المتبقي (free residual chlorine) (FRC) بمستويات أعلى من الحدود المسموحة. قمنا بدراسة تغيير معامل الكلور الموحد مع الكلور المطبق خلال عام 2019 لشبكة الإمداد بمياه الشرب لمدينة جبلة، وذلك وفق البيانات المتوفرة في مؤسسة مياه الشرب لتقييم الحالة العامة لعملية الكلورة القائمة. وفي المرحلة الثانية قمنا بدراسة تغيير معامل (Uniform Chlorine Coefficient) UCC وتراكيز الكلور الحر المتبقي في مجموعة منتقاة من نقاط القياس عند استخدام نقاط دعم إضافية للكلور المطبق في الشبكة. وتبين أن قيمة UCC المحسوبة وفق البيانات المتاحة في مؤسسة المياه محصورة ضمن المجال (0,79 - 1)، والتي تعد قيم مقبولة تعبر عن توزيع جيد لتراكيز الكلور ضمن الشبكة على مدار العام، ولكن تبين البيانات المتوفرة أن الكلور الحر المتبقي يتناقص في بعض نقاط القياس لحدود حرجة غير مقبولة. تزداد قيمة UCC عند استخدام الدعم بزيادة عدد نقاط الدعم من القيمة 0.5349 إلى القيمة 0.8564 وبالتالي فإن الحقن الإضافي هام للحفاظ على توزيع أمثل لقيم الكلور الحر

المتبقي. كما ترتفع قيمة الكلور الحر المتبقي في النقاط اللاحقة لمكان الدعم إلى حد مقبول تصل إلى 0.4 بدون زيادة كبيرة في قيمة الكلور المضاف، كما في السيناريو الأخير عند رفع القيمة إلى 0.8، والذي تبقى فيه قيمة UCC منخفضة وغير مقبولة.

**كلمات مفتاحية:** شبكات مياه الشرب، الكلور الحر المتبقي، معامل الكلور الموحد،

دعم الكلورة.

# Improving the Quality of the Drinking Water Supply Network for Jable City

\* Fatma Slman \*\*Dr. Hana Salman \*\*\*Dr. Feroze shakor \*\*\*\* Dr. Adel awed

\* postgraduate student in the department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria

\*\* Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

\*\*\* Associate Professor, Department of Artificial Intelligence, Faculty of Information Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

\*\*\*\* Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.

## Abstract

*The process of adding chlorine to water is a key process in order to disinfect water and protect the distribution network from bacterial contamination and prevent the growth of algae in purification facilities in most developing countries, but it may form by-products, odors and undesirable taste when concentrations of free residual chlorine (FRC) to levels above permissible limits. We studied the change of the standardized chlorine factor with the chlorine applied during 2019 to the drinking water supply network for the city of Jableh, according to the data available in the Drinking Water Corporation to assess the general condition of the existing chlorination process. In the second stage, we studied the change of the Uniform Chlorine Coefficient (UCC) and the concentrations of free residual chlorine in a selected set of measurement points when using additional support points for chlorine applied in the network. It was found that the calculated UCC value according to the data available in the Water Corporation is limited to the range (0.79 - 1), which are acceptable values that reflect a good distribution of chlorine concentrations within the network throughout the year, but the available data show that the residual free chlorine decreases in some points. Critical limits are not acceptable. The value of the UCC increases when the support is used by increasing the number of points of support from the value of 0.5349 to the value of 0.8564 and therefore the additional injection is important to maintain an*

*optimal distribution of the residual free chlorine values. The value of the residual free chlorine in the subsequent points of the support place also increases to an acceptable extent up to 0.4 without a significant increase in the value of the added chlorine, as in the last scenario when the value is raised to 0.8, in which the UCC value remains low and unacceptable.*

**Keyword:** water distribution networks, Free residual chlorine, Uniform chlorine coefficient, Booster chlorination.



## 1- مقدمة:

يعتبر تعقيم مياه الشرب أمراً هاماً لضمان جودة المياه في أنظمة الإمداد، ويعد الكلور أحد أكثر مواد التعقيم انتشاراً، نظراً لكلفته المنخفضة وثباته وفعاليتها [1]. يتحكم الكلور الحر بنمو الأحياء الممرضة، ولكنه يتفاعل أيضاً مع المادة العضوية الطبيعية الموجودة في المياه، ويشكل منتجات ثانوية قد تسبب السرطانات [2]، إضافة إلى أن تركيز الكلور يتناقص تدريجياً أثناء انتقال المياه ضمن الشبكة، لذلك من الضروري فهم العوامل التي تساهم في ضياع الكلور، وتشكيل المنتجات الثانوية للتعقيم، بهدف الحفاظ على مستويات الكلور المتبقي ضمن مستويات معينة [3].

يتأثر تفكك الكلور بشكل أساسي بعوامل جودة المياه كتركيز الكلور الأولي، ومحتويات المواد العضوية واللاعضوية، ودرجة الحرارة وغيرها [4]، ويتأثر أيضاً بعوامل الشبكة مثل الظروف الهيدروليكية ومواد الأنابيب وزمن التشغيل إلخ.. [5]. يمكن تقسيم مرحلة ضياع الكلور بشكل أساسي إلى تفكك كتلة الكلور والتي تتميز بمعامل التفاعل  $K_D$  وتفكك الجدار المميز بالمعامل  $K_W$  بسبب إمكانية حدوث التفاعل ضمن التدفق الكتلي ومع مادة جدار الأنبوب. يعتمد التفكك الكتلي على طبيعة مصدر المياه والمعالجة التي تلقتها بينما يعتمد معامل تفكك الجدار على مادة الأنبوب. يمكن التوصل إلى معامل التفاعل  $K_D$  عبر أخذ عدة زجاجات الاعتيان للمياه قبل دخولها الشبكة وإجراء الاختبارات ضمن المخبر. ويرتبط معامل الجدار  $K_W$  بمادة الأنبوب والظرف الفيزيائية ضمن جدار الأنبوب مثل القشرة الداخلية والتنوعات الناتجة عن التآكل. [6].

ومن الجدير بالذكر أن تعريف جودة المياه في هذا البحث يقتصر على الكلور المتبقي كمعامل مطهر رئيسي في شبكات الإمداد بالمياه.

حللت العديد من الدراسات حالات الحفاظ على تراكيز كلور متبقي ثابتة في شبكات توزيع المياه، مع الأخذ بعين الاعتبار أن عملية التنقية عند المصادر لا تستطيع توفير تركيز كلور حر متبقي FRC موحد عند كل العقد في جميع الأوقات ضمن شبكة الإمداد بالمياه، حيث يتم إضافة الكلور في طرائق التنقية التقليدية فقط عند المصادر

الرئيسية، وبالتالي يكون التركيز مرتفع في العقد القريبة من مصادر التوزيع، وينخفض مع الابتعاد عن المصدر.

إن أفضل الطرائق لضمان الحصول على FRC موحد ومستقر هي طريقة دعم الكلور Booster Chlorination، والتي تعتمد على حقن الكلور عند عدد من العقد الوسيطة بالإضافة إلى المصدر، تعمل هذه الطريقة على تخفيض درجة الانحلال، وتسمح بالحفاظ على درجات التركيز ضمن الحدود المسموحة، وبالتالي الحفاظ على توزع أكثر تساوي واستقرار عند كل العقد [7-10]. يمثل النموذج من الدرجة الأولى تفكك الكلور في المياه بطريقة مقبولة، ويعطى بالمعادلة:

$$C_t = C_0 e^{-kt}$$

حيث  $C_t$  تركيز الكلور في اللحظة الزمنية  $t$  (mg/l)؛  $C_0$  التركيز الأولي للكلور (mg/l)؛  $t$  الزمن بالأيام؛  $k$  يمثل ثابت التفكك، وهو متعلق بثابت معدل التفكك الكتلي، وثابت معدل تفكك الجدار، وسرعة المياه، وقطر الأنبوب، واللزوجة الحركية للمياه، وانتشار جزيئات الكلور [11]. يستخدم هذا النموذج الديناميكي ضمن برمجية EPANET، التي تستطيع أن تتبّع تراكيز الكلور مهما كان تعقيد شبكة التوزيع. ومن الجدير بالملاحظة أن ثابت انحلال الجدران مهمل في معظم الدراسات.

## 2- هدف البحث:

يكمّن الهدف في دراسة تحلل الكلور لنظام الإمداد بمياه الشرب لمدينة جبلة، من خلال قياس تراكيز الكلور الحر المتبقي الدورية على مدى عام 2019، والتحقق من أن التراكيز المطلوبة تصل إلى كافة عقد الشبكة، إضافة إلى بيان تأثير دعم عملية الكلورة في عدة عقد في الشبكة على معامل الكلور الموحد.

## 3- مواد وطرائق البحث:

**3-1- معامل الكلور الموحد Uniform Chlorine Coefficient:** ويعرف بأنه التعبير عن تساوي تركيز الكلور الحر المتبقي في نظام توزيع المياه بين العقد، حيث يحسب متوسط الكلور الحر المتبقي (average of free residual chlorine) AFRC في جميع العقد في جميع الأوقات ضمن شبكة توزيع المياه، ثم يحسب انحراف متوسط قيم الكلور الحر المتبقي (average divergence of FRC) ADIG في

جميع العقد في جميع الأوقات ضمن شبكة توزيع المياه، والذي يكون عادة محصور في المجال (0.2-0.5 mg/l)، لنحصل على معامل الكلور الموحد بالعلاقة التالية:

$$UCC = 1 - \frac{ADIG}{AFRC}$$

يستخدم لضمان تقارب نسب تراكيز الكلور في عقد شبكات توزيع المياه، حيث ستكون قيمة UCC تساوي الواحد عندما تكون نسب تراكيز الكلور في كل العقد ضمن المجال السابق، وسيكون ADIG صفرية عند ذلك، في حين يتباين هذا المعيار عندما تكون القيم خارج المجال المذكور [12]. وتستخدم طريقة دعم الكلور من أجل الحفاظ على نسب تراكيز الكلور ضمن الحدود المطلوبة، بحيث تعمل على تخفيض عدد المشاكل التي تتم في عمليات حقن الكلور التقليدية، ويتم الحقن عند العقد القريبة من المصدر، والعقد الحدية التي تعتبر نسب تركيز الكلور فيها صفرية تقريباً. هذا وتعتبر عقد التغذية المصدر الأفضل لدعم التركيز وبالتالي الكلورة. ويمكن استخدام نقطة ضبط داعمة من أجل الجرعة الداعمة للكلورة (دعم الانحلال) في مصدر تدفق أساسي داعم، أو مصدر كتلة داعم [13].

**3-2- نظرية جودة المياه:** تعتمد المعادلات الحاكمة لبرنامج EPANET على مبدأ الحفاظ على الكتلة إلى جانب حركية التفاعل. عندما يتم إدخال الماء المكثور في نظام التوزيع، فإن الكلور المتبقي يتبدد تدريجياً، وقد يؤدي استنفاد الكلور المتبقي بعد ذلك إلى تأثيرات غير مرغوب فيها، بما في ذلك نقص التطهير البيولوجي في نظام التوزيع. وهناك ثلاثة عوامل تؤثر على استهلاك الكلور:

- التفاعل مع المواد الكيميائية العضوية وغير العضوية (مثل الأمونيا والكبريتيد، الحديدوز، أيون المنغنيز، مادة الدبالية).
- التفاعلات مع الأغشية الحيوية على جدار أنبوب التوزيع.
- عملية التآكل [11].

**3-3- منطقة الدراسة Case Study:** تم اختيار مدينة جبلة كحالة للدراسة، وهي مركز منطقة جبلة في محافظة اللاذقية شمال غرب سوريا. تستجر مياه الشرب لمدينة جبلة من بحيرة السن، بعد أن يتم تنقية وتعقيم المياه، يتم أخذ هذه المياه إلى قسم

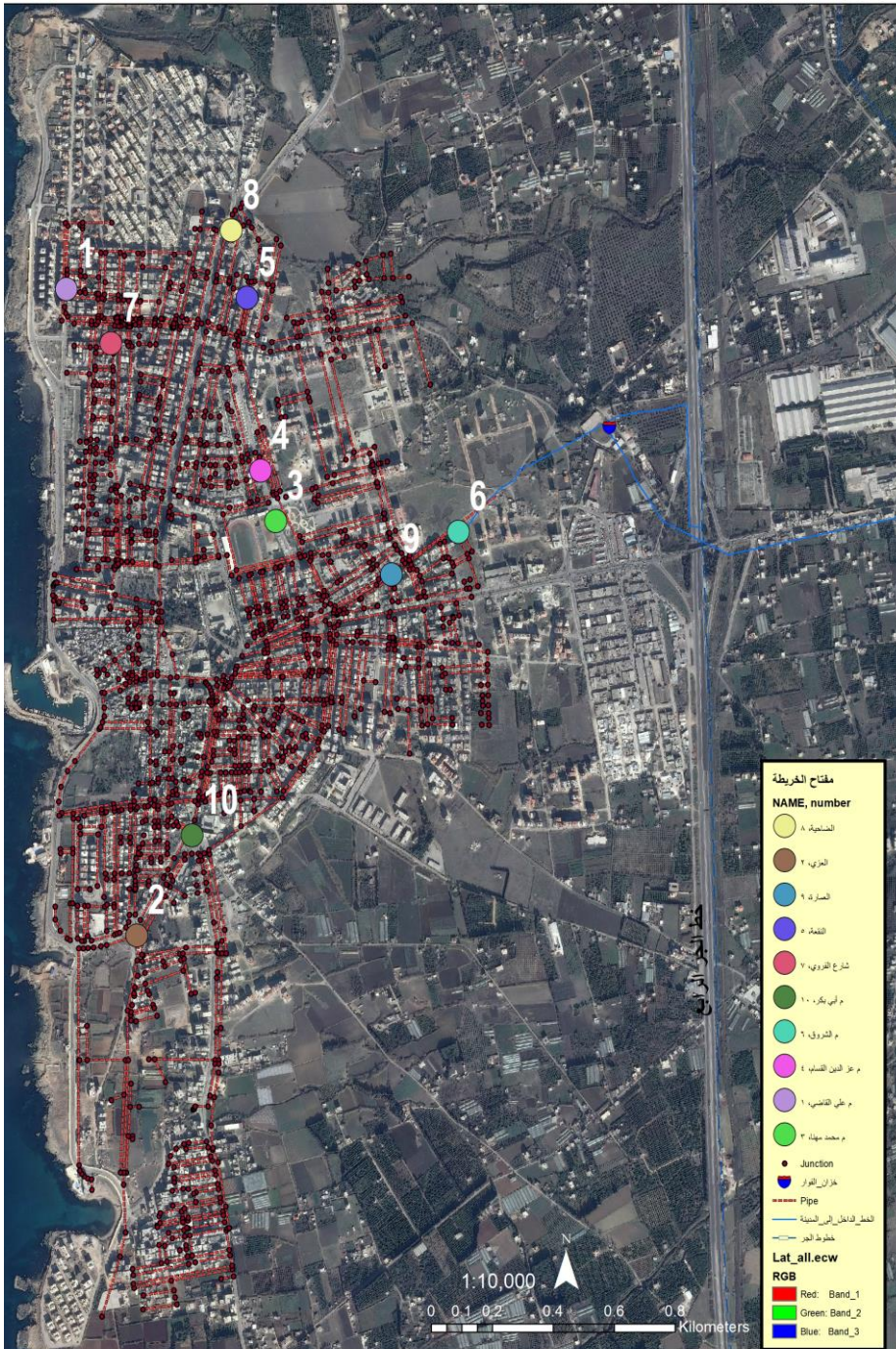
المعالجة بغاز الكلور، تتم عملية معالجة مسبقة (قبل الترشيح)، وتتم عملية تعقيم بالكلور بعد عملية الترشيح، لتعديل كمية الكلور في المياه الناتجة بحيث يتراوح تركيز الكلور (0.4-0.6 mg/l)، وبعدها تضخ المياه إلى منظومة التوزيع، التي تبدأ بأربع خزانات موجودة على جبل قرفيص، لتنتقل المياه بالإسالة من خطي الجر الثاني والرابع إلى المدينة [14]، ويوضح الشكل (1) شبكة الإمداد بمياه الشرب لمدينة جبلة الحالية، إضافة إلى النقاط التي تمت دراسة الكلور المتبقي فيها.

توجد العديد من الدراسات لمتابعة المؤشرات في مياه بحيرة السن وتحديدًا عند مأخذ محطة التنقية لمياه شرب اللاذقية وجميعها ضمن المواصفات القياسية السورية لمياه الشرب المسموحة [15]، ولم يثبت وجود تعديلات على شبكة الإمداد بمياه الشرب أو تلوثها بمياه الصرف للقيام بالتحقق من بقاء هذه المؤشرات ضمن الحدود

**3-4-البيانات المخبرية:** تم الاعتماد على القياسات الدورية التي تجريها وحدة مياه جبلة لتراكيز الكلور الحر المتبقي في عدة مواقع من الشبكة وعلى مدار عام 2019. وتعتمد مؤسسة المياه في إجراء القياسات على جهاز (HACH-DR-100) لقياس تراكيز الكلور الحر المتبقي [16]، وقد تم توقيح القراءات التي تم الحصول عليها على خارطة شبكة الإمداد لمياه الشرب. ويوضح الجدول (1) أماكن أخذ العينات التي تم الاعتماد على نتائجها، وبعدها عن مكان الكلورة في الخزان الرئيسي.

الجدول (1): أماكن أخذ العينات وبعدها عن الخزان.

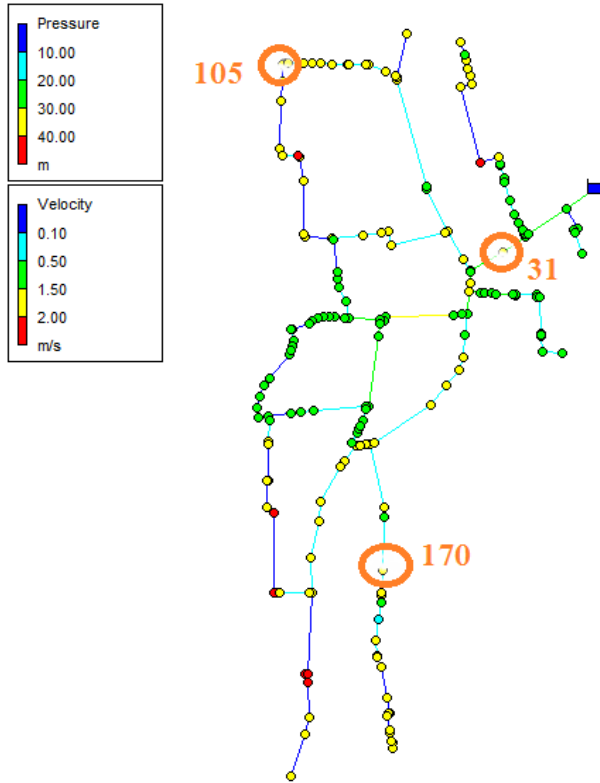
رقم النقطة	اسم الموقع	البعد عن الخزان (m)
1	م علي القاضي	15543
2	العزي	15121
3	م محمد مهنا	14162
4	م عز الدين القسام	14314
5	النقعة	14858
6	م الشروق	13325
7	شارع القروي	15245
8	الضاحية	15161
9	العمارة	13596
10	م أبي بكر	14840



الشكل (1) شبكة الإمداد بمياه الشرب لمدينة جبلة ونقاط أخذ عينات الكلور.

### 3-5- القسم التطبيقي:

قمنا في البداية بدراسة تغيير معامل الكلور الموحد مع الكلور المطبق خلال عام 2019، وذلك وفق البيانات المتوفرة في مؤسسة مياه الشرب لتقييم الحالة العامة لعملية الكلورة القائمة. وفي المرحلة الثانية قمنا بدراسة تغيير معامل UCC وتراخيص الكلور الحر المتبقي في مجموعة منتقاة من نقاط القياس عند استخدام نقاط دعم إضافية للكلور المطبق في الشبكة، وهنا تم اعتماد نموذج شبكة الإمداد الرئيسية لمدينة جبلة بعد الهيكلية لتقييم عملية دعم الكلورة باستخدام UCC، حيث تمتلك الشبكة المنمذجة مصدر تغذية، و 190 عقدة، و 191 أنبوب، وتتم تغذية الشبكة باستخدام الإرسالة، ويوضح الشكل (2) النموذج الهيدروليكي المعتمد للشبكة.



الشكل (2): النموذج الرقمي لشبكة الإمداد بمياه الشرب لمدينة جبلة بعد الهيكلية.



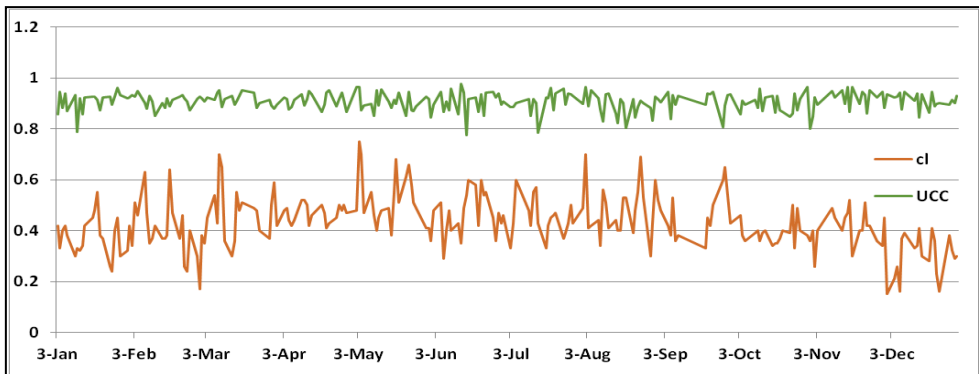
#### 4- النتائج ومناقشتها:

##### 4-1- تغيير معامل الكلور الموحد مع الكلور المطبق خلال عام 2019:

بداية تم حساب AFRC و ADIG باستخدام برنامج Excel لبعض النقاط الموضحة بالجدول (1) اعتمادا على القياسات الدورية خلال عام 2019. ويبين الجدول (2) عينة توضيحية ليومين فقط من تغيير معامل الكلور الموحد والنسبة AFRC /ADIG مع الكلور المطبق في 3 و 4 شباط، علما أن الشكل (3) يوضح تغيير معامل الكلور الموحد والنسبة AFRC /ADIG مع الكلور المطبق على مدى عام كامل، وقد تبين أن قيمة UCC المحسوبة وفق البيانات المتاحة محصورة ضمن المجال (1 - 0,79)، والتي تعد قيم مقبولة تعبر عن توزيع جيد لتراكيز الكلور ضمن الشبكة على مدار العام.

الجدول (2): تغيير معامل الكلور الموحد والنسبة AFRC /ADIG مع الكلور المطبق.

UCC	ADIG/ AFRC	ADIG	AFRC	نسبة الكلور الحر المتبقى مغ / ل	مكان أخذ العينة	الكلور المطبق cl	date
0.85763	0.14237	0.04499	0.316	0.29	العزي	0.42	3-Jan
				0.28	الجبيبات الشرقية		
				0.36	م محمد مهنا		
				0.38	الفوار		
				0.27	روضة دار الكرم		
0.94447	0.05553	0.01855	0.334	0.31	الصليب	0.38	4-Jan
				0.33	م جميلة بو حريد		
				0.35	النقعة		
				0.36	الفوار		
				0.32	روضة دار النور		



الشكل (3): تغيير معامل الكلور الموحد مع الكلور المطبق خلال عام 2019.

تبين البيانات المتوفرة أن الكلور الحر المتبقي يتناقص في بعض نقاط القياس لحدود حرجة (منطقة محمد مهنا (0,19) والفوار وروضة الحسون (0.2) وذلك بتاريخ 25 آذار على سبيل المثال لا الحصر) لذلك كان لابد لنا من دراسة تأثير نقاط داعمة لعملية الكلورة.

وننوه إلى أن القياسات غطت كامل أنحاء الشبكة، مما يعطي تصور حقيقي عن نسبة الكلور الحر المتبقي في مياه الشرب في هذه المدينة، وذلك بحسب القياسات المتوفرة من مؤسسة المياه.

#### 4-2- تقييم تأثير دعم الكلورة في معامل UCC خلال 24 ساعة:

من أجل تقييم تأثير دعم الكلورة على معامل UCC تم اعتماد خمسة سيناريوهات على برنامج EBANET وفق النموذج المعتمد للشبكة، وتم انتقاء الدعم في النقاط 9 و 4 و 10 من أجل السيناريوهات المختلفة، لنقوم بعدها بحساب معامل UCC من خلال أخذ تراكيز الكلور عند جميع العقد ضمن فترة 24 ساعة يومياً. السيناريو الأول حيث تركيز الكلور في المصدر بقيمة (0.6mg/l) وكانت قيمة UCC تساوي (0.5349). أما السيناريو الثاني والذي تم فيه وضع تركيز المصدر بمقدار (0.6mg/l) وتركيز في النقطة 9 بمقدار (0.2mg/l) لتكون قيمة UCC تساوي (0.6775). وفي السيناريو الثالث تم تغذية المصدر والنقطة 9 بنفس القيم بالإضافة إلى للنقطة 4 بمقدار (0.2mg/l)، فكانت النتيجة قيمة UCC تساوي (0.7562). وفي السيناريو الرابع تم تزويد المصدر بـ (0.6mg/l) وعند النقاط 4,9 بالقيمة (0.2mg/l) وعند النقطة 10 بالقيمة (0.2mg/l)، وكانت UCC بقيمة (0.8564). والسيناريو الخامس والذي تم فيه زيادة الجرعة في المصدر فقط للقيمة (0.8mg/l) لتكون قيمة UCC تساوي (0.5982)، وأخيراً السيناريو السادس والذي تم فيه زيادة الجرعة غي المصدر فقط للقيمة (1mg/l) لتكون قيمة UCC تساوي (0.6237)، ويوضح الجدول (3) التراكيز الرئيسية في كل سيناريو وقيم UCC الناتجة.

تم الاعتماد على عدة عقد حيث تتوضع العقدة 31 بالقرب من النقطة 9 والعقدة 105 في منتصف الشبكة وقريبة من النقطة 4 والعقدة 170 أبعد ما يمكن عن المصدر وقريبة من النقطة 10 من أجل ملاحظة تأثير كلورة الدعم على تراكيز الكلور.

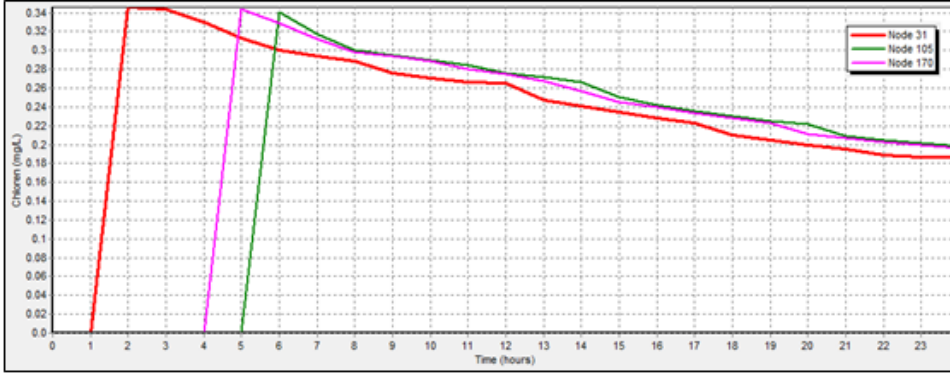


الجدول (3) التراكيز الرئيسية في كل سيناريو وقيم UCC الناتجة

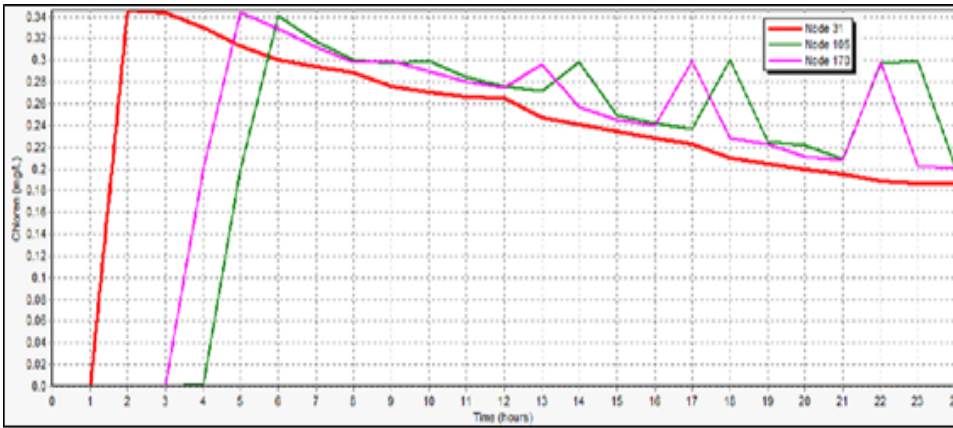
UCC	الكلورة الداعمة Mg/l	الكلور المطبق في الخزان Mg/l	رقم السيناريو
0.5349	----	0.6	1
0.6775	النقطة 9 الجرعة 0.2	0.6	2
0.7562	النقطة 9 الجرعة 0.2 والنقطة 4 الجرعة 0.2	0.6	3
0.8564	النقطة 9 الجرعة 0.2 والنقطة 4 الجرعة 0.2 والنقطة 10 الجرعة 0.2	0.6	4
0.5982	-----	0.8	5
0.6237	-----	1	6

توضح الأشكال التالية قيم التراكيز في العقد المعتبرة للسيناريوهات الخمسة. نلاحظ من الأشكال انخفاض التراكيز في السيناريوهات الأولى والأخير بدون وجود دعم الكلورة بخلاف باقي الحالات التي تتضمن عمليات دعم للتراكيز. حيث يوضح الشكل (4) أن قيمة الكلور المتبقي تبدأ في نقاط المراقبة من القيمة 0.34 وتنتهي عند القيمة 0.19 تقريبا بتناقص مطرد وثابت تقريبا.

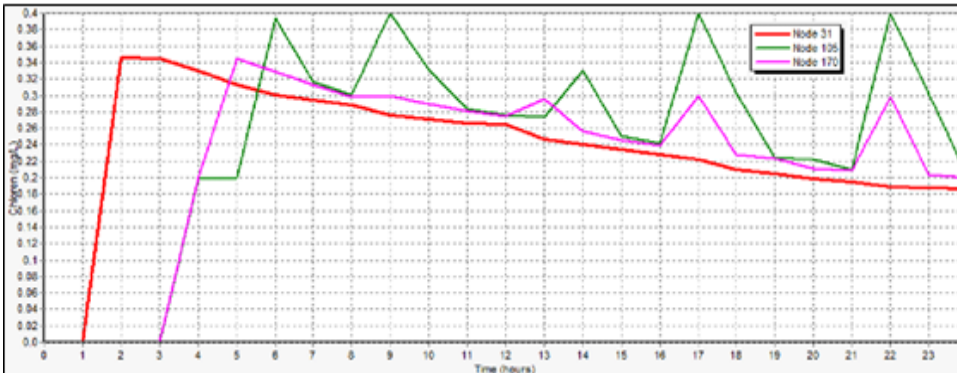
تحسين الجودة لشبكة الإمداد بمياه الشرب لمدينة جبلة



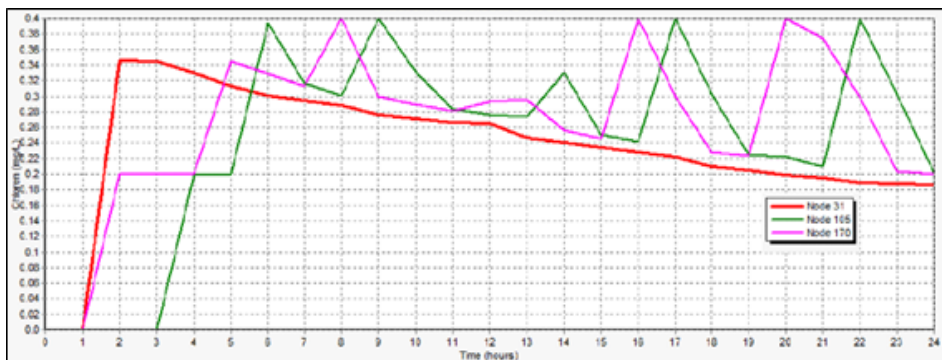
الشكل (4) تغييرات تراكيز الكلور عند العقد 31 ، 105 ، 170 للسيناريو الأول.



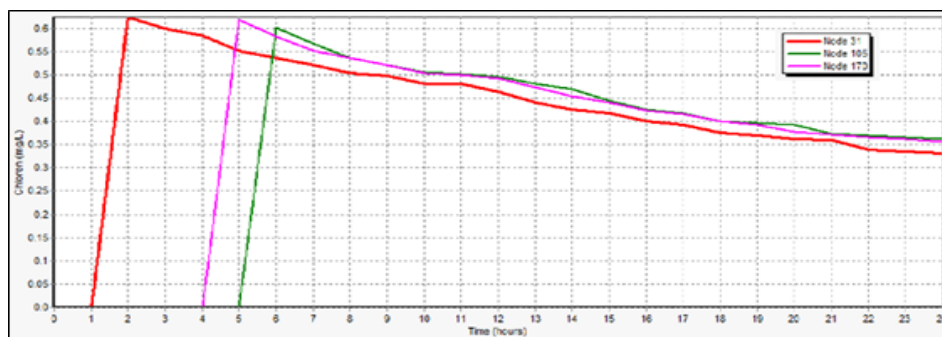
الشكل (5) تغييرات تراكيز الكلور عند العقد 31 ، 105 ، 170 للسيناريو الثاني.



الشكل (6) تغييرات تراكيز الكلور عند العقد 31 ، 105 ، 170 للسيناريو الثالث.



الشكل (7) تغييرات تراكيز الكلور عند العقد 31 ، 105 ، 170 للسيناريو الرابع.



الشكل (8) تغييرات تراكيز الكلور عند العقد 31 ، 105 ، 170 للسيناريو الخامس.

أما في الشكل (5) يتبين يتناقص تركيز الكلور بشكل مضطرب بالنسبة لنقطتي المراقبة 105؛ 170 حيث تتزايد التراكيز في الساعة 14؛ 17؛ 22؛ إلى القيمة 0.3 بعد انخفاضها مما يدل على التأثير الإيجابي لنقاط الحقن المختارة. وفي الشكل (6) تتزايد القيم بشكل مماثل للحالة السابقة ولكن تصل لقيم أعلى حيث تلامس 0.4 في الساعة 6؛ 9؛ 17؛ 22 بالنسبة لنقطة المراقبة 105، وبقية أقل بالنسبة لنقطة المراقبة 170. وأخيرا يوضح الشكل (7) قيمة جيدة جدا تلامس 0.4 في نقطتي المراقبة 105؛ 170 ويتواتر أكبر من سابقتها، وبالتالي يعد السيناريو الرابع هو الأمثل بين السيناريوهات المختارة. ولكن عند زيادة نسبة الكلور إلى 0.8 في الخزان وبدون الدعم في عقد إضافية نلاحظ سلوك مشابه للسيناريو الأول حيث تبدأ القيمة من 0.63 وتنتهي عند 0.35 تقريبا في جميع نقاط المراقبة مع اختلاف التوقيت الزمني لها. ومن الملاحظ

أيضا اختلاف ساعة الوصول للتركيز بحسب السيناريوهات المختلفة ويعد السيناريو الرابع أيضاً الأفضل بين السيناريوهات المقترحة.

#### 5-الاستنتاجات والتوصيات:

✓ تبين أن قيمة UCC المحسوبة وفق البيانات المتاحة في مؤسسة المياه محصورة ضمن المجال (0,79 - 1)، والتي تعد قيم مقبولة تعبر عن توزيع جيد لتركيز الكلور ضمن الشبكة على مدار العام 2019، ولكن تبين في البيانات المتوفرة أن الكلور الحر المتبقي يتناقص في بعض نقاط القياس لحدود حرجة (منطقة محمد مهنا (0,19) والفوار وروضة الحسون (0.2) وذلك بتاريخ 25 آذار على سبيل المثال لا الحصر).

✓ تزداد قيمة UCC عند استخدام الدعم بزيادة عدد نقاط الدعم من القيمة 0.5349 إلى القيمة 0.8564 وبالتالي فإن الحقن الإضافي هام للحفاظ على توزيع أمثل لقيم الكلور الحر المتبقي.

✓ ترتفع قيمة الكلور الحر المتبقي في النقاط اللاحقة لمكان الدعم إلى حد مقبول تصل إلى 0.4 بدون زيادة كبيرة في قيمة الكلور المضاف والذي قد يؤثر سلبا كما هو في السيناريو الأخير عند رفع القيمة إلى 0.8، والذي تبقى فيه قيمة UCC منخفضة. مما سبق نوصي بما يلي:

✓ استخدام تقنية نقاط دعم التركيز في عملية الكلورة.

✓ دراسة اختيار نقاط الدعم بطريقة مثلى باستخدام طرائق البحث الإرشادية.

✓ دراسة اختيار جرع الدعم بطريقة مثلى باستخدام طرائق البحث الإرشادية (meta-heuristic).

## 6- المراجع: References

1. WHO (World Health Organization) (2004). Guidelines for drinking-water quality, Geneva.
2. Wang, H.; Hu, C.; Hu, X.; Yang, M.; Qu, J. Effects of disinfectant and biofilm on the corrosion of cast iron pipes in a reclaimed water distribution system. *Water Res.* 2011, 46, 1070–1078.
3. USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) (2005) “Economic analysis for the final stage 2 disinfectants and disinfection byproducts rule.” 815-R-05-010, Washington, DC.
4. Nilufar Islam, Rehan Sadiq, Manuel J. Rodriguez “Optimizing Locations for Chlorine Booster Stations in Small Water Distribution Networks” *J. Water Resour. Plann. Manage ASCE*, Vol.143, No7, 2017, pp. 04017021-1-15.
5. Al-Jasser, A. Chlorine decay in drinking-water transmission and distribution systems: Pipe service age effect. *Water Res.* 2007, 41, 87–396.
6. James C. Powell, John R. West, Nicholas B. Hallam, Christopher F. Forster, John Simms “Performance of Various Kinetic Models for Chlorine Decay” *J. Water Resour. Plann. Manage. ASCE*, Vol.126, No.1, 2000, pp. 13-20.
7. Pecci, F.; Stoianov, I.; Ostfeld, A. Relax-tighten-round algorithm for optimal placement and control of valves and chlorine boosters in water networks. *Eur. J. Oper. Res.* 2021, 295, 690–698.
8. Tryby, M.E.; Boccelli, D.L.; Koechling, M.T.; Uber, J.G.; Summers, R.S.; Rossman, L.A. Booster chlorination for managing disinfectant residuals. *Am. Water Work. Assoc.* 1999, 91, 95–108.

9. Propato, M.; Uber, J.G. Linear Least-Squares Formulation for Operation of Booster Disinfection Systems. *J. Water Resour. Plan. Manag.* 2004, 130, 53–62.
10. Islam, N.; Sadiq, R.; Rodriguez, M.J. Optimizing Locations for Chlorine Booster Stations in Small Water Distribution Networks. *J. Water Resour. Plan. Manag.* 2017, 143, 04017021.
11. Robert M. Clark, Lewis A. Rossman, Larry J. Wymer “Modelling Distribution System Water Quality: Regulatory Implications” *J. Water Resour. Plann. Manage. ASCE*, Vol.121, No.6, 1995, pp. 423-428.
12. M.S.D.Hima bindu, Dr. K.Rajasekhara Reddy, Dr.G.V.K.S.V. Prasad “Evaluation Of Variations In Quality Of Water In Distribution Networks Using Epanet” *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET)*, Vol.9, No.4, 2018, pp. 1246-1252.
13. Cervantes, D.H.; Rodríguez, J.M.; Galván, X.D.; Medel, J.O.; Magaña, M.R.J. Optimal use of chlorine in water distribution networks based on specific locations of booster chlorination: Analyzing conditions in Mexico. *Water Supply* 2016, 16, 493–505.
14. Tamim Alia A Study of Free Chlorine Residual in the Drinking Water Distribution System: a Case study of Al- Ramil Al-Shimali Quarter-Lattakia City, *Tishreen University Journal - Engineering Sciences Series*, Vol. 29 No. 2 (2007): In Arabic .
15. Adel-Awad.; Ahmad Wazan.; Mahmoud Aboud.; Using Fuzzy Logic Index to Determine Water Quality Index of SIN Lake, *Tishreen University Journal -Engineering Sciences Series*, Vol. 39 No. 6 (2017): In Arabic.
16. المؤسسة العامة لمياه الشرب والصرف الصحي - وحدة مياه جبلة 2019.

## مساهمة في دراسة تأثير بعض العوامل على سلوك الأبنية الحاوية على جدران قص بيتونية

الدكتورة: فدوى محسن عيسى \*

### □ ملخص □

تتواجد جدران القص والإطارات في الكثير من الأبنية البيتونية مشكلة ما يعرف بالجمال التفاعلية (المختلطة) التي تعتبر نظاماً فعالاً تقاوم فيه جدران القص معظم الحملات الجانبية في الجزء السفلي من البناء بينما تتحمل الإطارات في الجزء العلوي غالبية القوى الجانبية، الأمر الذي يمكن من تصميم أبنية اقتصادية بارتفاعات أكبر.

تعتمد مميزات الجمال المختلطة على كمية التفاعل الأفقي التي تتعلق بالصلابة النسبية للجدران والإطارات وارتفاع المنشأ بالإضافة إلى العديد من العوامل التي تؤثر على كمية التفاعل الناتج بين الإطارات والجدران وبالتالي تؤثر على سلوك الجمال المختلطة.

يركز البحث على دراسة بعض هذه العوامل لمعرفة تأثيرها على السلوك اللاخطي للجمال المختلطة مثل نوع الاتصال بين الجوائز والجدران (مفصلي أو صلب)، شكل الحمولة الجانبية المستخدمة عند إجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي، استخدام فولاذ تسليح في الجدران بمقاومات أعلى من باقي العناصر الإنشائية.

تم إجراء الدراسة على بناء إطار-جدار قص بيتوني بارتفاع عشرة طوابق، وقد أجري التحليل اللاخطي باستخدام برنامج IDARC2D. وأخيراً تم استخلاص النتائج.

الكلمات المفتاحية: جملة جدار-إطار قص بيتوني، تحليل دفعي، تحليل ديناميكي لاخطي.

\*مدرس - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - سورية.

# Contribution to study the effect of some parameters on the behavior of buildings containing concrete shear walls

Dr. Fadwa Mohsen Issa\*

## □ ABSTRACT □

Frames and shear walls are present in most concrete buildings, forming what is known as interactive systems, which is an effective system in which shear walls resist most lateral loads in the lower part of the buildings and the frames in the upper part withstand the majority of lateral forces, which enables the design of economical buildings in greater heights.

The advantages of interactive systems depend on the amount of horizontal interaction that is related to the relative stiffness of the walls and frames and the building height, in addition to many parameters that affect the amount of interaction between frames and walls and thus affect the behavior of system.

In this research, the focus has been on the study of some of these parameters to find out their effects on the nonlinear behavior of interactive systems such as the type of connections between beams and walls (hinged or fixed), the lateral load patterns used when conducting the nonlinear static analysis, and the use of reinforcement with higher resistances in walls only.

The study was carried out on a ten story shear frame-wall building and the nonlinear analysis was carried out using IDARC2D program. Finally, the conclusions were drawn.

**Keywords:** Shear wall-frame system, Pushover analysis, Nonlinear dynamic analysis.

---

\*Teacher- Faculty Of Civil Engineering- Tishreen University. Syria.



**مقدمة:**

يعتمد مفهوم التصميم الزلزالي للأبنية على التحكم أو التقليل من الطلب الزلزالي وزيادة القدرة على تبديد الطاقة الزلزالية في نفس الوقت، مما يتطلب فهماً أفضل للسلوك الزلزالي للأنواع المختلفة من الأنظمة الإنشائية ومعرفة العوامل التي تؤثر على هذا السلوك. تعتبر الجمل البيتونية المختلطة (جملة إطار-جدار قص) من الجمل الفعالة في مقاومة الحمولات الجانبية، حيث تتشارك الجدران والإطارات في الصلابة والمقاومة الجانبية مما يمكن من تقليل الانحرافات الطبقية المتوقعة وتقليل عزوم الانحناء في جدران القص والحصول على قص منتظم تقريباً مع الارتفاع في الإطارات. توجد العديد من العوامل التي تؤثر على سلوك الجمل المختلطة، وسيركز هذا البحث على دراسة تأثير بعض العوامل على السلوك اللاخطي للجمل المختلطة بهدف معرفة مدى تأثيرها على هذا السلوك.

**أهمية البحث وأهدافه:**

يهدف البحث إلى دراسة تأثير بعض العوامل على السلوك اللاخطي للأبنية البيتونية المختلطة، وهذه العوامل هي:

1. نوع الاتصال بين الجوائز وجدران القص (اتصال مفصلي/اتصال صلب).
2. شكل الحمولة الجانبية المطبقة عند إجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي.
3. استخدام فولاذ تسليح بمقاومات عالية في جدران القص.

**طرائق البحث ومواده:****النموذج المدروس والبرنامج المستخدم**

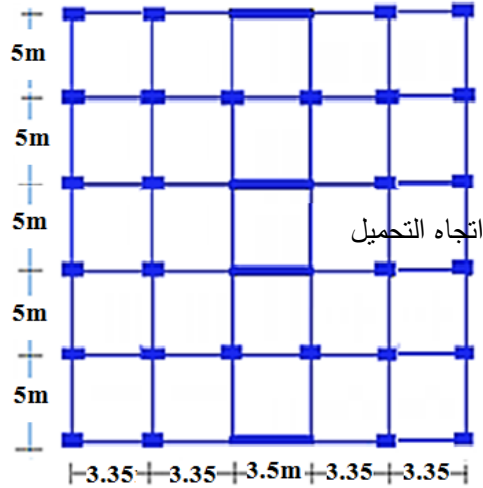
النموذج المدروس هو بناء بيتوني مكون من عشرة طوابق بارتفاع طابقي 3.5m، أبعاد الجوائز  $30 \times 55 \text{ cm}$ ، أبعاد الأعمدة وسماكات الجدران مبينة بالجدول (1). المقاومة المميزة للبيتون  $f_c' = 22 \text{ MPa}$ ، إجهاد الخضوع لفولاذ التسليح  $f_y = 400 \text{ MPa}$ . الجملة الإنشائية للبناء هي جملة مختلطة (جملة إطار-جدار قص) صممت وفق اشتراطات الكود العربي السوري 2012 [1]. يوضح الشكل (1) المبنى المدروس. تمت نمذجة وتحليل البناء باستخدام برنامج IDARC2D [2] في حالتين:

- تحليل ستاتيكي لاخطي (Pushover analysis) حتى الوصول إلى قيمة  $\Delta/H = 1.5\%$

- تحليل ديناميكي لاخطي (Time history analysis) تحت تأثير زلزال Elcentro 1940 بعد معايرته إلى  $0.3g$ . يبين الشكل (2) السجل الزلزالي لزلزال Elcentro 1940.

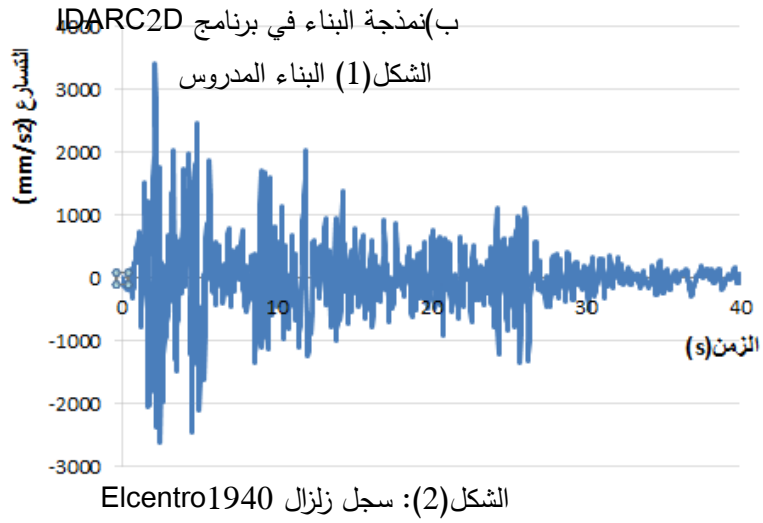
جدول (1): أبعاد الأعمدة والجوائز وسماكة الجدران

الطابق	أبعاد الأعمدة (cm)	سماكة الجدران (cm)
3-1	60 × 45	30
4	55 × 45	30
7-5	55 × 45	25
10-8	45 × 40	20



## أ) مسقط البناء المدروس

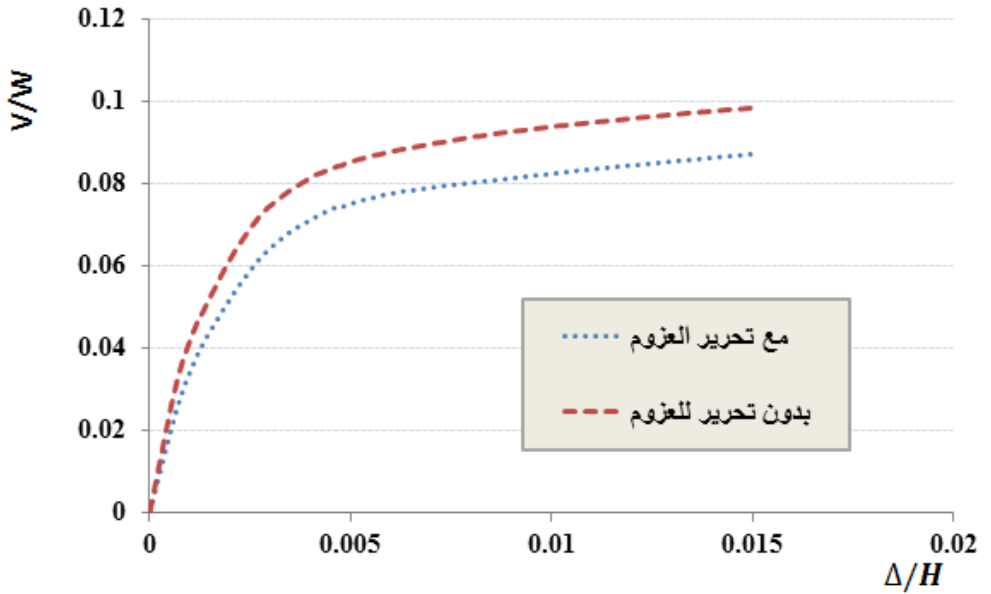
037	038	w	039	040	086	087	088	089	090	
037	038	010w	039	040	095	096	097	098	099	100
		w								
		w								
		w								
033	034	w	035	036	081	082	083	084	085	
033	034	009w	035	036	089	090	091	092	093	094
		w								
		w								
		w								
029	030	w	031	032	076	077	078	079	080	
029	030	008w	031	032	083	084	085	086	087	088
		w								
		w								
		w								
025	026	w	027	028	071	072	073	074	075	
025	026	007w	027	028	077	078	079	080	081	082
		w								
		w								
		w								
021	022	w	023	024	066	067	068	069	070	
021	022	006w	023	024	071	072	073	074	075	076
		w								
		w								
		w								
017	018	w	019	020	061	062	063	064	065	
017	018	005w	019	020	065	066	067	068	069	070
		w								
		w								
		w								
013	014	w	015	016	056	057	058	059	060	
013	014	004w	015	016	059	060	061	062	063	064
		w								
		w								
		w								
009	010	w	011	012	051	052	053	054	055	
009	010	003w	011	012	053	054	055	056	057	058
		w								
		w								
		w								
005	006	w	007	008	046	047	048	049	050	
005	006	002w	007	008	047	048	049	050	051	052
		w								
		w								
		w								
001	002	w	003	004	041	042	043	044	045	
001	002	001w	003	004	041	042	043	044	045	046
		w								
		w								
		w								



## تأثير نوع الاتصال بين الجوائز وجدران القص على سلوك المبنى

يؤثر نوع الاتصال بين جدران القص والإطارات على سلوك الجمل المختلطة، ولمعرفة مقدار هذا التأثير فقد تم إجراء تحليل ستاتيكي لاهطي (حمولة مثلث مقلوب) لدراسة سلوك المبنى المدروس في حالتين: اتصال صلب بين الجدران والجوائز/ اتصال مفصلي، ومن ثم تمت مقارنة النتائج.

يبين الشكل (3) منحنيات الاستطاعة للبناء المدروس قبل وبعد تحرير العزوم في مناطق اتصال الجوائز مع جدران القص. وفيه يلاحظ انخفاض الصلابة الأولية للمبنى بمقدار 3.2%، إضافة إلى نقصان مقاومة المبنى عند تحرير العزوم حوالي 14% بعد الدخول في مرحلة اللدونة.



الشكل (3): منحنى الاستطاعة مع/بدون تحرير العزوم في مناطق اتصال الجوائز مع

جدران القص

يبين الشكل (4) قيم مؤشرات الضرر للعناصر الإنشائية (جوائز وأعمدة وجدران) في المبنى قبل وبعد تحرير عزوم الجوائز.

مساهمة في دراسة تأثير بعض العوامل على سلوك الأبنية الحاوية على جدران قص بيتونية

! 0.14 ! 0.14 w 0.15 ! 0.14 !	! 0.14 ! 0.14 ! 0.14 ! 0.14 ! 0.14 !
! (0.11) ! (0.12) w (0.11) ! (0.10) !	! (0.10) ! (0.11) ! (0.11) ! (0.11) ! (0.10) !
!0.00 !0.00 w0.00 !0.00 !0.00 !0.00	!0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00
! (.00) ! (.00) w (.02) ! (.00) ! (.00) !	! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) !
! ! ! w ! ! !	! ! ! ! ! !
! 0.18 ! 0.16 w 0.17 ! 0.18 !	! 0.18 ! 0.18 ! 0.18 ! 0.18 ! 0.17 !
! (0.10) ! (0.11) w (0.10) ! (0.10) !	! (0.10) ! (0.11) ! (0.11) ! (0.11) ! (0.10) !
!0.00 !0.00 w0.00 !0.00 !0.00 !0.00	!0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00
! (.00) ! (.00) w (.05) ! (.00) ! (.00) !	! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) !
! ! ! w ! ! !	! ! ! ! ! !
! 0.18 ! 0.16 w 0.17 ! 0.17 !	! 0.18 ! 0.18 ! 0.18 ! 0.18 ! 0.17 !
! (0.11) ! (0.11) w (0.11) ! (0.10) !	! (0.10) ! (0.11) ! (0.11) ! (0.11) ! (0.10) !
!0.00 !0.00 w0.00 !0.00 !0.00 !0.00	!0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00
! (.00) ! (.00) w (.04) ! (.00) ! (.00) !	! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) !
! ! ! w ! ! !	! ! ! ! ! !
! 0.21 ! 0.20 w 0.20 ! 0.21 !	! 0.21 ! 0.21 ! 0.21 ! 0.21 ! 0.21 !
! (0.10) ! (0.11) w (0.11) ! (0.11) !	! (0.10) ! (0.12) ! (0.12) ! (0.12) ! (0.11) !
!0.00 !0.00 w0.00 !0.00 !0.00 !0.00	!0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00
! (.00) ! (.00) w (.01) ! (.00) ! (.00) !	! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) !
! ! ! w ! ! !	! ! ! ! ! !
! 0.22 ! 0.20 w 0.21 ! 0.22 !	! 0.22 ! 0.22 ! 0.22 ! 0.22 ! 0.22 !
! (0.10) ! (0.12) w (0.11) ! (0.11) !	! (0.10) ! (0.12) ! (0.12) ! (0.12) ! (0.11) !
!0.00 !0.00 w0.00 !0.00 !0.00 !0.00	!0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00
! (.00) ! (.00) w (.00) ! (.00) ! (.00) !	! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) !
! ! ! w ! ! !	! ! ! ! ! !
! 0.21 ! 0.19 w 0.20 ! 0.21 !	! 0.21 ! 0.20 ! 0.20 ! 0.20 ! 0.21 !
! (0.10) ! (0.11) w (0.11) ! (0.11) !	! (0.10) ! (0.12) ! (0.12) ! (0.12) ! (0.11) !
!0.00 !0.00 w0.00 !0.00 !0.00 !0.00	!0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00
! (.00) ! (.00) w (.00) ! (.00) ! (.00) !	! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) !
! ! ! w ! ! !	! ! ! ! ! !
! 0.23 ! 0.21 w 0.22 ! 0.23 !	! 0.23 ! 0.23 ! 0.23 ! 0.23 ! 0.23 !
! (0.09) ! (0.12) w (0.11) ! (0.11) !	! (0.09) ! (0.12) ! (0.12) ! (0.12) ! (0.11) !
!0.00 !0.00 w0.00 !0.00 !0.00 !0.00	!0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00
! (.00) ! (.00) w (.01) ! (.00) ! (.00) !	! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) !
! ! ! w ! ! !	! ! ! ! ! !
! 0.22 ! 0.21 w 0.21 ! 0.22 !	! 0.22 ! 0.22 ! 0.22 ! 0.22 ! 0.22 !
! (0.10) ! (0.10) w (0.10) ! (0.11) !	! (0.10) ! (0.11) ! (0.11) ! (0.11) ! (0.11) !
!0.00 !0.00 w0.01 !0.00 !0.00 !0.00	!0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00
! (.00) ! (.00) w (.07) ! (.00) ! (.00) !	! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) !
! ! ! w ! ! !	! ! ! ! ! !
! 0.23 ! 0.21 w 0.22 ! 0.23 !	! 0.23 ! 0.23 ! 0.23 ! 0.23 ! 0.23 !
! (0.07) ! (0.07) w (0.07) ! (0.07) !	! (0.07) ! (0.08) ! (0.08) ! (0.08) ! (0.07) !
!0.00 !0.00 w0.03 !0.00 !0.00 !0.00	!0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00 !0.00
! (.00) ! (.00) w (.35) ! (.00) ! (.00) !	! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) ! (.00) !
! ! ! w ! ! !	! ! ! ! ! !
! 0.18 ! 0.16 w 0.16 ! 0.18 !	! 0.18 ! 0.19 ! 0.19 ! 0.19 ! 0.18 !
! (0.02) ! (0.01) w (0.02) ! (0.02) !	! (0.02) ! (0.02) ! (0.02) ! (0.02) ! (0.02) !
!0.02 !0.02 w0.07 !0.02 !0.02 !0.02	!0.02 !0.02 !0.02 !0.02 !0.02 !0.02
! (.03) ! (.03) w (.51) ! (.03) ! (.03) !	! (.03) ! (.03) ! (.03) ! (.03) ! (.03) !
! ! ! w ! ! !	! ! ! ! ! !

(أ) بدون تحرير العزوم

الشكل(4): قيم مؤشر الضرر لكل عنصر في المبنى (الرقم بين قوسين يمثل الطاقة الهستيرية

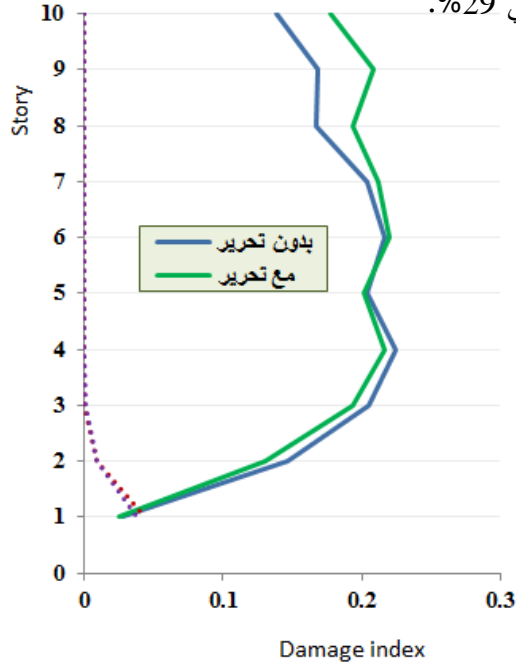
المبددة من العنصر)

!	0.17	!	0.19	w	0.19	!	0.17	!	0.18	!	0.18	!	0.18	!	0.18	!	0.00	!
!	(0.13)	!	(0.06)	w	(0.15)	!	(0.07)	!	(0.14)	!	(0.14)	!	(0.14)	!	(0.15)	!	(0.00)	!
!	0.00	!	0.00	w	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!
!	(.00)	!	(.00)	w	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!
!	!	!	!	w	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	0.20	!	0.23	w	0.21	!	0.20	!	0.21	!	0.21	!	0.21	!	0.21	!	0.22	!
!	(0.12)	!	(0.06)	w	(0.07)	!	(0.12)	!	(0.12)	!	(0.13)	!	(0.13)	!	(0.13)	!	(0.13)	!
!	0.00	!	0.00	w	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!
!	(.00)	!	(.00)	w	(.01)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!
!	!	!	!	w	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	0.19	!	0.21	w	0.20	!	0.19	!	0.19	!	0.19	!	0.19	!	0.19	!	0.20	!
!	(0.12)	!	(0.05)	w	(0.07)	!	(0.12)	!	(0.12)	!	(0.13)	!	(0.13)	!	(0.13)	!	(0.13)	!
!	0.00	!	0.00	w	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!
!	(.00)	!	(.00)	w	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!
!	!	!	!	w	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	0.21	!	0.22	w	0.22	!	0.21	!	0.21	!	0.21	!	0.21	!	0.21	!	0.22	!
!	(0.11)	!	(0.06)	w	(0.07)	!	(0.12)	!	(0.11)	!	(0.13)	!	(0.13)	!	(0.13)	!	(0.13)	!
!	0.00	!	0.00	w	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!
!	(.00)	!	(.00)	w	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!
!	!	!	!	w	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	0.21	!	0.23	w	0.22	!	0.21	!	0.22	!	0.22	!	0.22	!	0.22	!	0.23	!
!	(0.11)	!	(0.06)	w	(0.07)	!	(0.12)	!	(0.11)	!	(0.13)	!	(0.13)	!	(0.13)	!	(0.13)	!
!	0.00	!	0.00	w	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!
!	(.00)	!	(.00)	w	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!
!	!	!	!	w	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	0.20	!	0.20	w	0.20	!	0.21	!	0.21	!	0.20	!	0.20	!	0.20	!	0.22	!
!	(0.11)	!	(0.06)	w	(0.07)	!	(0.12)	!	(0.11)	!	(0.14)	!	(0.14)	!	(0.14)	!	(0.12)	!
!	0.00	!	0.00	w	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!
!	(.00)	!	(.00)	w	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!
!	!	!	!	w	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	0.22	!	0.23	w	0.23	!	0.22	!	0.22	!	0.22	!	0.22	!	0.22	!	0.23	!
!	(0.10)	!	(0.06)	w	(0.07)	!	(0.12)	!	(0.10)	!	(0.13)	!	(0.13)	!	(0.13)	!	(0.13)	!
!	0.00	!	0.00	w	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!
!	(.00)	!	(.00)	w	(.03)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!
!	!	!	!	w	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	0.21	!	0.22	w	0.21	!	0.21	!	0.21	!	0.21	!	0.21	!	0.21	!	0.22	!
!	(0.10)	!	(0.05)	w	(0.06)	!	(0.12)	!	(0.11)	!	(0.12)	!	(0.12)	!	(0.12)	!	(0.12)	!
!	0.00	!	0.00	w	0.01	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!
!	(.00)	!	(.00)	w	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!
!	!	!	!	w	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	0.21	!	0.22	w	0.21	!	0.21	!	0.22	!	0.21	!	0.21	!	0.21	!	0.22	!
!	(0.07)	!	(0.03)	w	(0.04)	!	(0.08)	!	(0.07)	!	(0.08)	!	(0.08)	!	(0.08)	!	(0.08)	!
!	0.00	!	0.00	w	0.02	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!	0.00	!
!	(.00)	!	(.00)	w	(.39)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!	(.00)	!
!	!	!	!	w	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
!	0.16	!	0.16	w	0.16	!	0.16	!	0.16	!	0.17	!	0.17	!	0.17	!	0.16	!
!	(0.02)	!	(0.01)	w	(0.01)	!	(0.02)	!	(0.02)	!	(0.02)	!	(0.02)	!	(0.02)	!	(0.02)	!
!	0.02	!	0.02	w	0.06	!	0.02	!	0.02	!	0.02	!	0.02	!	0.02	!	0.02	!
!	(.03)	!	(.03)	w	(.54)	!	(.03)	!	(.03)	!	(.03)	!	(.03)	!	(.03)	!	(.03)	!
!	!	!	!	w	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!

ب) بعد تحرير عزوم الجوائز

تابع الشكل (4): قيم مؤشر الضرر لكل عنصر في المبنى (الرقم بين قوسين يمثل الطاقة الهستيرية المبددة من العنصر)

تم رسم مخططات تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع للمبنى عند نهاية التحليل الدفعي كما يوضح الشكل (5). ومنها يلاحظ أن قيم مؤشر الضرر في الأعمدة بقيت شبه مهملة في جميع الطوابق ما عدا الطابق الأول. أدى تحرير عزوم الجوائز عند اتصالها بالجدران إلى تقليل قيم مؤشر الضرر في الطوابق الست الأولى بمقدار بسيط بينما سبب ازدياده في الطوابق الست الأخيرة بحوالي 29%.



الشكل (5): تغير مؤشر الضرر للجوائز والأعمدة مع الارتفاع (الأعمدة بخط منقط)

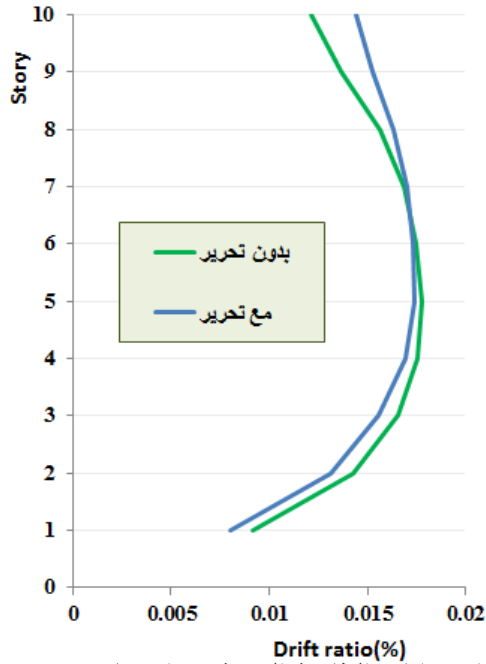
يوضح الجدول (2) قيم مؤشر الضرر الطائفي والعام للبناء عند نهاية التحليل الدفعي في الحالتين: مع/بدون تحرير عزوم الجوائز. يلاحظ من هذا الجدول ازدياد مؤشر الضرر العام عند تحرير العزوم بمقدار 1.2% تقريباً.



جدول (2): مؤشرات الضرر العام للمبنى في الحالتين: مع/ بدون تحرير عزوم الجوائز  
بدون تحرير مع تحرير

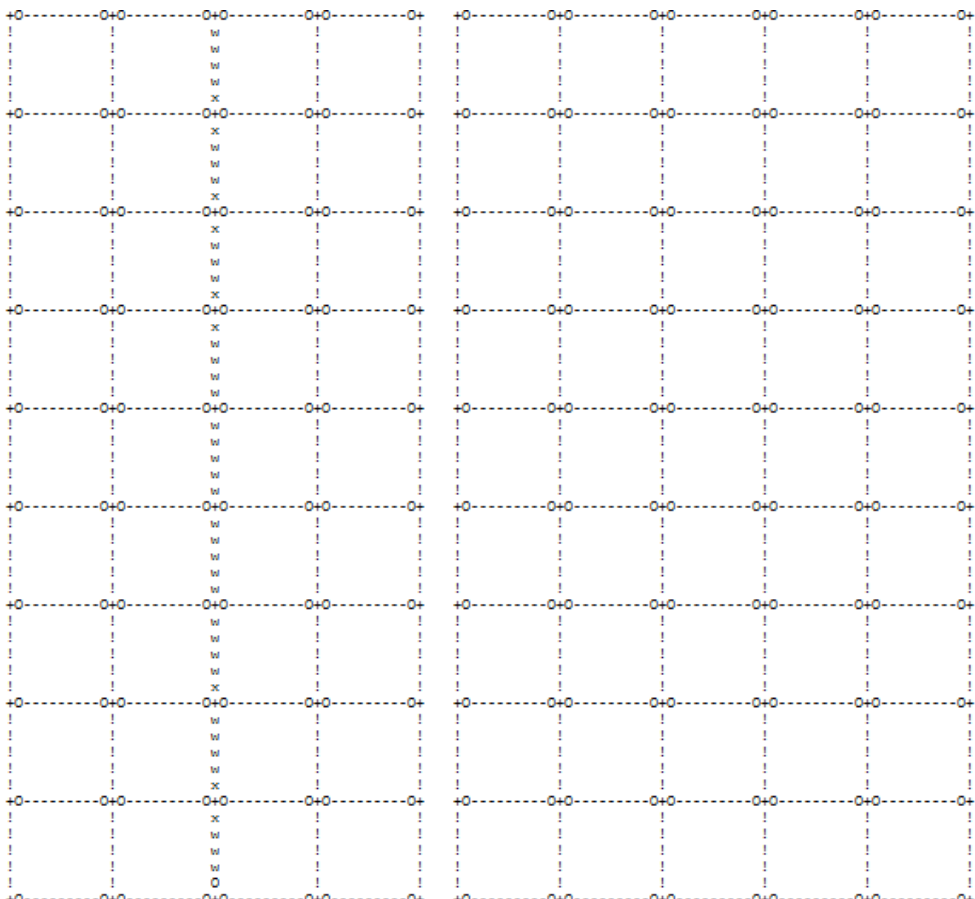
STORY	BEAM-SLAB DAMAGE	COL-WALL DAMAGE	STORY	BEAM-SLAB DAMAGE	COL-WALL DAMAGE
10	.178	.000	10	.138	.000
9	.208	.000	9	.168	.000
8	.193	.000	8	.167	.000
7	.212	.000	7	.204	.000
6	.220	.000	6	.216	.000
5	.202	.000	5	.204	.000
4	.216	.000	4	.224	.000
3	.193	.001	3	.205	.000
2	.130	.009	2	.147	.009
1	.025	.038	1	.028	.044
OVERALL STRUCTURAL DAMAGE :		.161	OVERALL STRUCTURAL DAMAGE :		.159

يظهر الشكل (6) تغير الانحراف الطابقي النسبي مع الارتفاع للبناء المدروس عند نهاية التحليل الدفعي، وفيه يشاهد ازدياد قيم الانحرافات الطابقية في الطوابق العلوية عند تحرير عزوم نهايات الجوائز المتصلة بالجدران ( مقدار الزيادة حوالي 19% في الطابق الأخير )، بينما حصل نقصان بقيم الانحرافات الطابقية في الطوابق السفلية بعد تحرير العزوم بمقدار أقل.



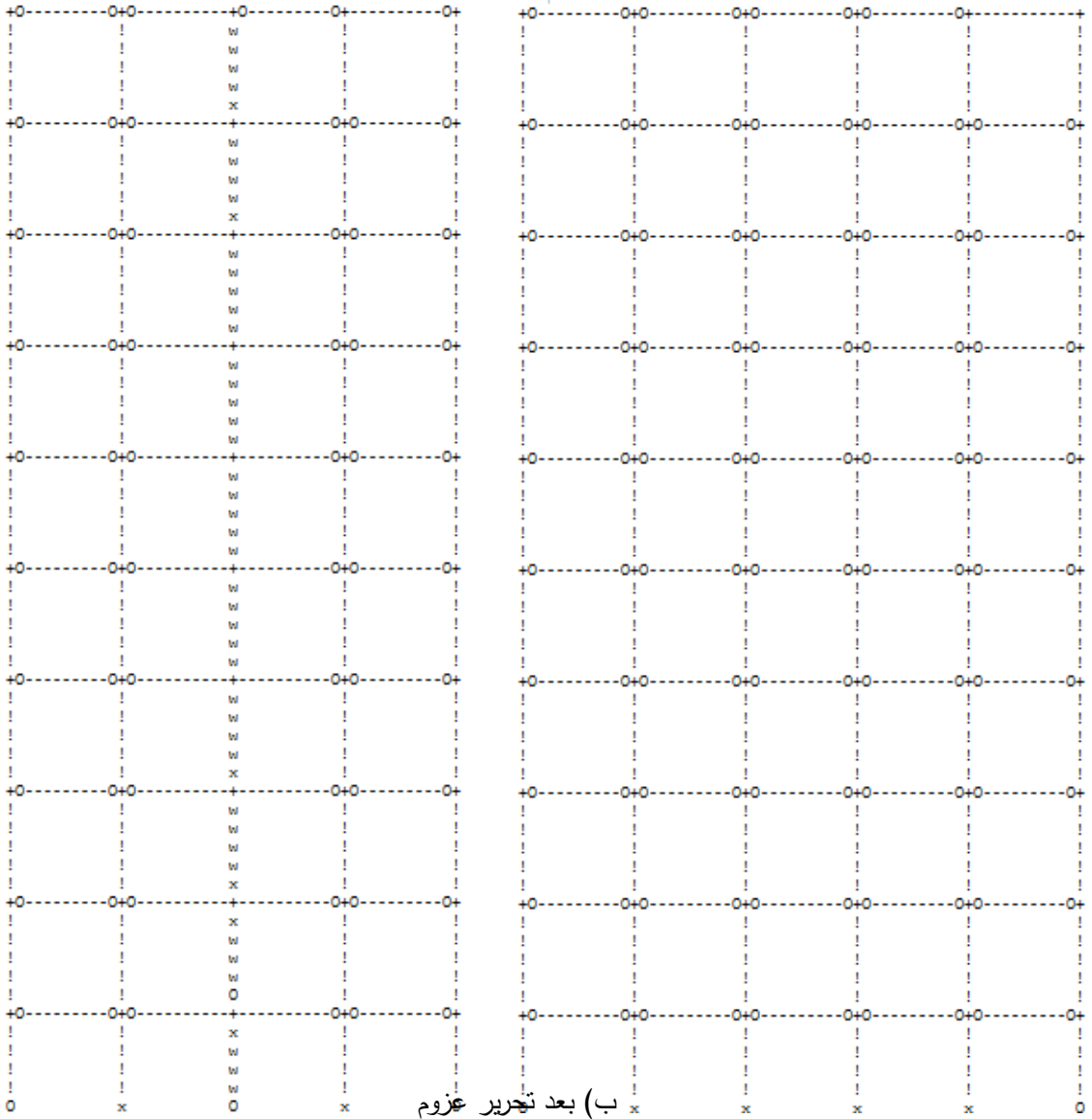
الشكل(6): تغير الانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع مع وبدون تحرير عزم الجوائز المتصلة بالجدران

فيما يلي ميكانيزم الانهيار للبناء قبل وبعد تحرير العزوم في نهايات الجوائز المتصلة بالجدران.



(أ) بدون تحرير عزوم

الشكل (7): ميكانيزم الانهيار قبل وبعد تحرير عزوم الجوائز



تابع الشكل (7): ميكانيزم الانهيار قبل وبعد تحرير عزوم الجوائز

## تأثير أشكال الحمولة الجانبية المستخدمة خلال التحليل الستاتيكي اللاخطي

بالرغم من وجود العديد من أشكال التحميل الجانبي المتاحة لإجراء التحليل الستاتيكي اللاخطي إلا أنه عادة ما يستخدم شكل تحميل جانبي مثلثي، وقد لا يكون هذا الشكل هو الذي يعطي الأداء الصحيح للمبنى. في هذا البحث تم إجراء تحليل دفعي (Pushover) باستخدام أربعة أشكال للحمولات الجانبية ومقارنة النتائج وهي:

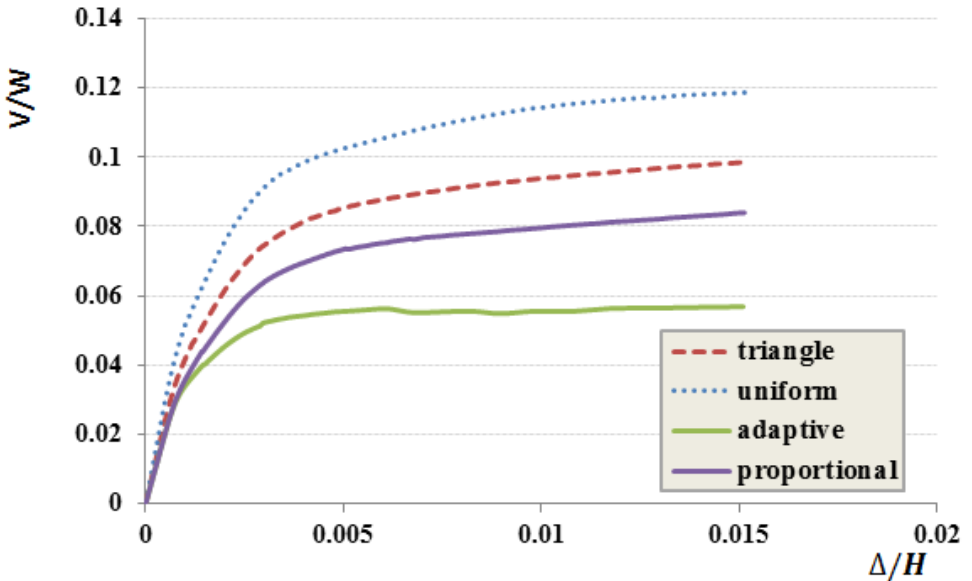
1- شكل مثلث مقلوب (inverted triangle)

2- شكل توزيع منتظم (uniform)

3- شكل متكيف مع الأنماط (modal adaptive pushover distribution)

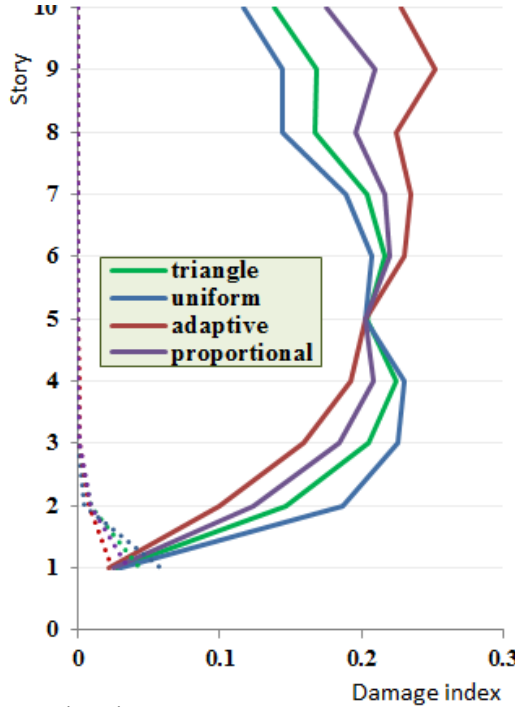
4- (distribution proportional to a power of the story elevation.)

فيما يلي منحنيات الاستطاعة المستنتجة للبناء المدروس من أجل أشكال التحميل الأربعة، وفيها يلاحظ اختلاف كبير بين المنحنيات، وبالتالي اختلاف الصلابة المتوقعة للمنشأ واختلاف مقاومته بشكل كبير في المراحل المختلفة. إذ أعطى شكل التحميل المنتظم أعلى قيم بينما أعطى شكل التحميل التكيفي أقل القيم، وقد كانت الصلابة الأولية للمنحني ذي التوزيع المنتظم هي الأكبر بينما كانت الصلابة الأولية لمنحنيات الشكل التكيفي والنسبي هي الأقل.



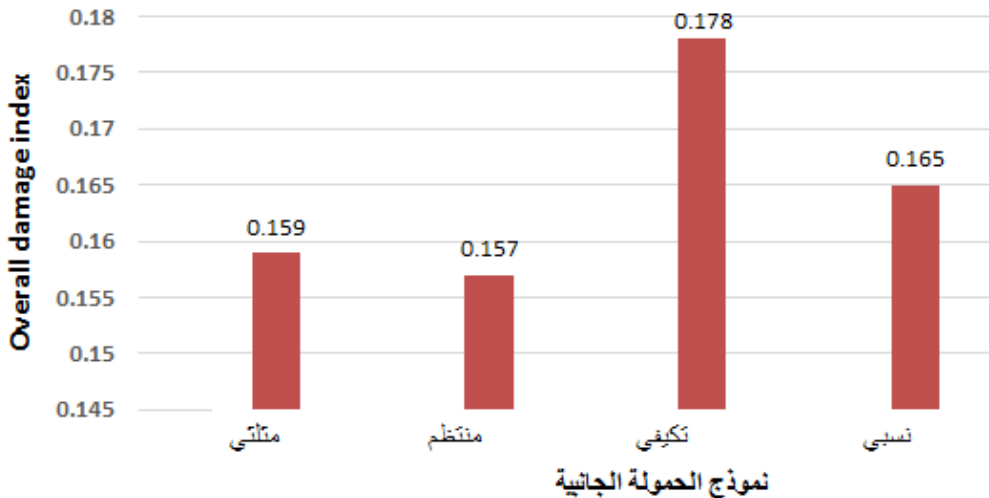
الشكل (8): منحنيات الاستطاعة من أجل أشكال التحميل المختلفة

عند مقارنة تغير مؤشرات الضرر الطابقي مع الارتفاع الموضحة في الشكل (9) تبين تعاكس قيم مؤشر الضرر بين الطوابق العلوية والسفلية لجميع أشكال الحمل، مثلاً يعطي النموذج التكيفي أكبر قيم لمؤشر الضرر في الطوابق العلوية بينما يعطي أقل قيم في الطوابق السفلية. كما يعطي شكل التحميل النسبي قيم منتظمة تقريباً لمؤشر الضرر مع الارتفاع.



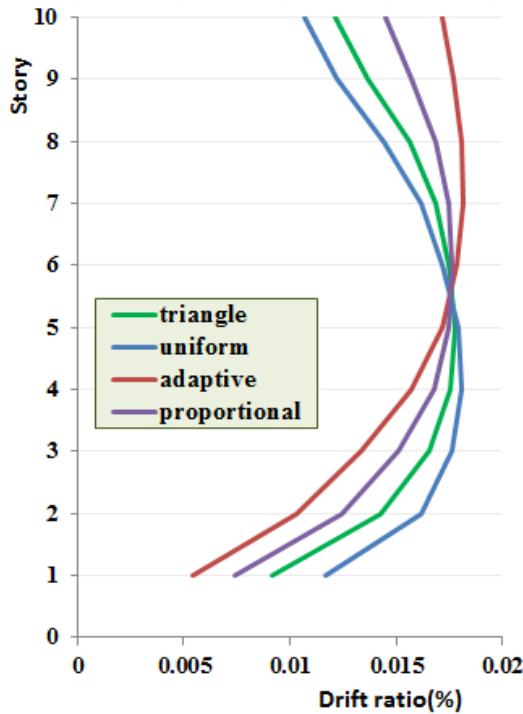
الشكل (9): تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع من أجل أشكال مختلفة للحمولة الجانبية

وعند النظر إلى تغير قيم مؤشر الضرر العام مع تغير شكل التحميل الموضح بالشكل (10) نجد أن شكل التحميل التكيفي أعطى أكبر قيمة لمؤشر الضرر (0.178)، بينما أعطى شكل التحميل المنتظم أقل قيمة (0.157) أي أن الفرق بينهما حوالي 13%.



الشكل(10): مؤشر الضرر العام من أجل أشكال التحميل المختلفة

برسم مخططات تغير الانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع عند نهاية التحليل الدفعي من أجل أشكال التحميل الأربعة (الشكل 11) يتبين أن شكل التحميل المنتظم يعطي أكبر قيمة للانحراف الطابقي في الطوابق السفلية وأقل قيم في الطوابق العليا بينما أعطى الشكل التكيفي أقل قيمة للانحراف الطابقي في الطوابق السفلية وأكبر قيمة في الطوابق العليا. وهنا أيضا أعطى شكل التحميل النسبي قيم منتظمة تقريباً مع الارتفاع لاسيما في الطوابق الوسطية.



الشكل(11) تغير الانحرافات الطابقية مع الارتفاع من أجل أشكال التحميل المختلفة

### تأثير استخدام فولاذ بمقاومات أعلى في جدران القص

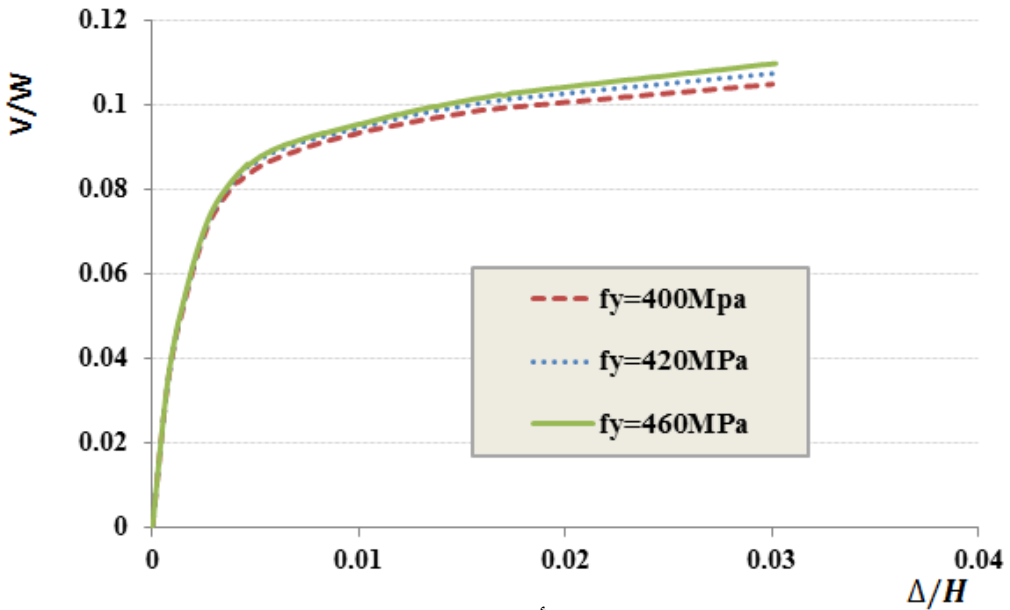
يسمح الكود العربي السوري 2012 [1] باستخدام فولاذ تسليح بمقاومة خضوع أكبر من 400MPa شريطة ألا يقل إجهاد الانقطاع عن 1.25 مرة من إجهاد الخضوع الفعلي، وألا تقل الاستطالة النسبية عند الانقطاع عن 12%.

يدرس هذا البحث إمكانية أن يستخدم في جدران القص فولاذ تسليح ذي إجهاد خضوع أعلى مما يستخدم في باقي العناصر الإنشائية للجملة المختلطة (مع الحفاظ على اشتراطات الكود العربي السوري) وذلك لمعرفة تأثير ذلك على سلوك الجمل المختلطة. تمت دراسة أداء المبنى المدروس من أجل ثلاث قيم لإجهاد الخضوع في الجدران (400MPa، 420MPa، 460MPa). في البداية تم إجراء تحليل ستاتيكي لاختي ومن ثم تم إجراء تحليل ديناميكي لاختي باستخدام زلزال Elcentro1940 بعد معايرته إلى 0.3g.

### نتائج التحليل الستاتيكي للاختي (Pushover analysis)

تم استنتاج منحنيات الاستطاعة للبناء المدروس من أجل الحالات الثلاث لقيم إجهاد خضوع فولاذ الجدران. يلاحظ من الشكل (12):

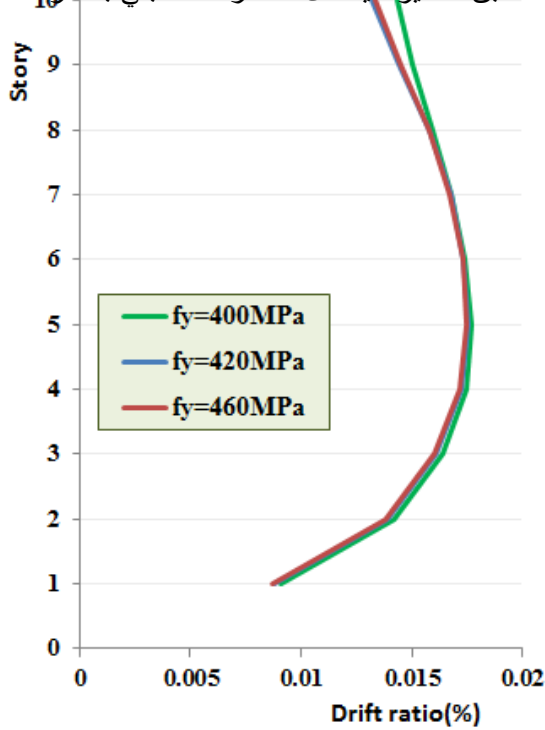
- لم يلاحظ تغير في الصلابة الأولية للمبنى عند ازدياد مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران.
- بازدياد مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران ازدادت مقاومة الخضوع للمبنى حوالي 9.2%.
- استطاع المبنى الحفاظ على مقاومته إذ لم يعاني من انخفاض في المقاومة حتى نهاية التحليل.
- كانت مطاوعة الانتقال حوالي 5 من أجل الحالات المختلفة لفولاذ التسليح.



الشكل (12): منحنيات الاستطاعة من أجل قيم مختلفة لإجهاد خضوع فولاذ الجدران

### الانحرافات الطابقية النسبية (Story Drift ratio)

يبين الشكل (13) تغير الانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع، وفيه نجد أن استخدام فولاذ بمقاومات أعلى في جدران القص أدى إلى تخفيض قيم الانحرافات الطابقية في جميع الطوابق ولاسيما الطابق الأخير حيث قل الانحراف الطابق بمقدار 12.1%.



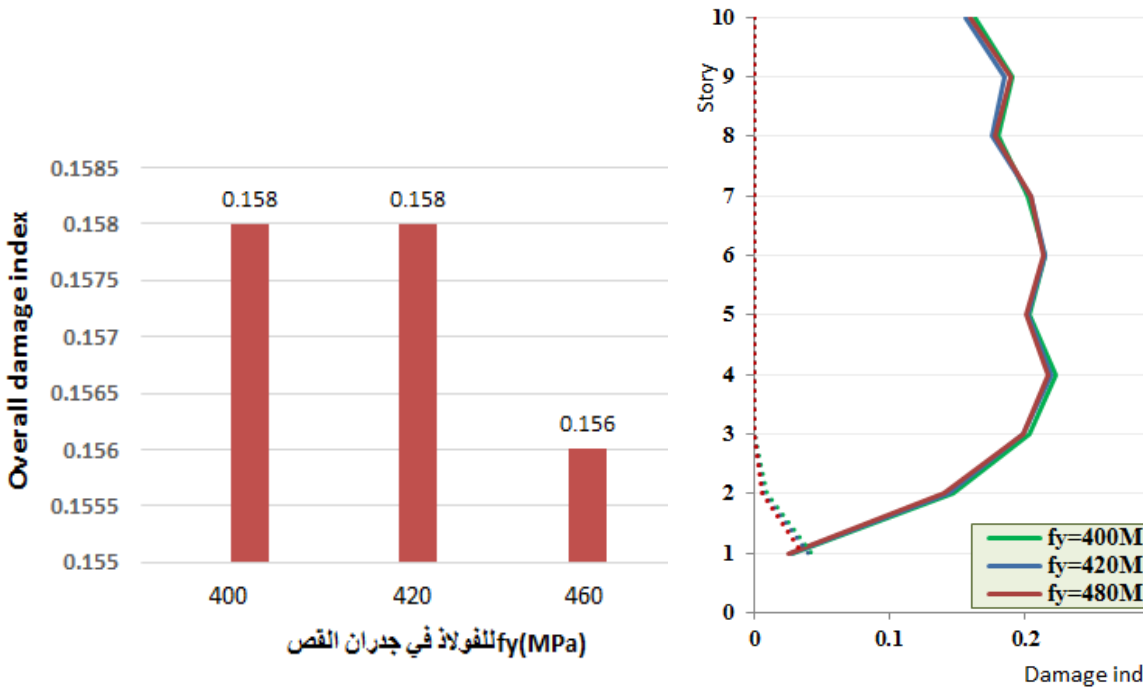
الشكل (13): تغير الانتقالات والانحرافات الطابقية النسبية مع الارتفاع من أجل قيم مختلفة لمقاومة فولاذ الجدران

### مؤشر الضرر (Damage index)

تم رسم تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع من أجل القيم المختلفة لفولاذ الجدران كما يوضح الشكل (14). وقد تبين أن زيادة مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران قلل قيم مؤشر الضرر للجوائز بشكل بسيط لكنه لعب دور أكبر في تقليل قيم مؤشر الضرر للأعمدة في الطابق الأرضي (الخط المنقط)



يظهر الشكل (15) تغير قيم مؤشرات الضرر العام للبناء من أجل القيم الثلاثة لإجهاد خضوع فولاذ الجدران: وفيه يلاحظ انخفاض قيمة مؤشر الضرر العام مع ازدياد مقاومة فولاذ الجدران إذ انخفض بمقدار 1.3% عند تغيير مقاومة فولاذ الجدران من 400MPa إلى 460MPa.



الشكل (15): قيم مؤشر

الشكل (14): تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع

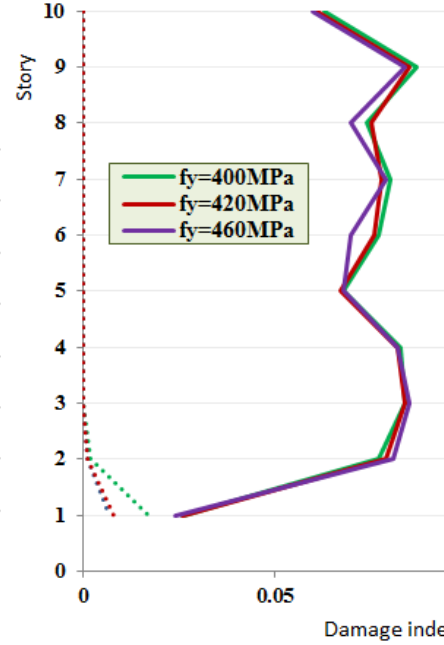
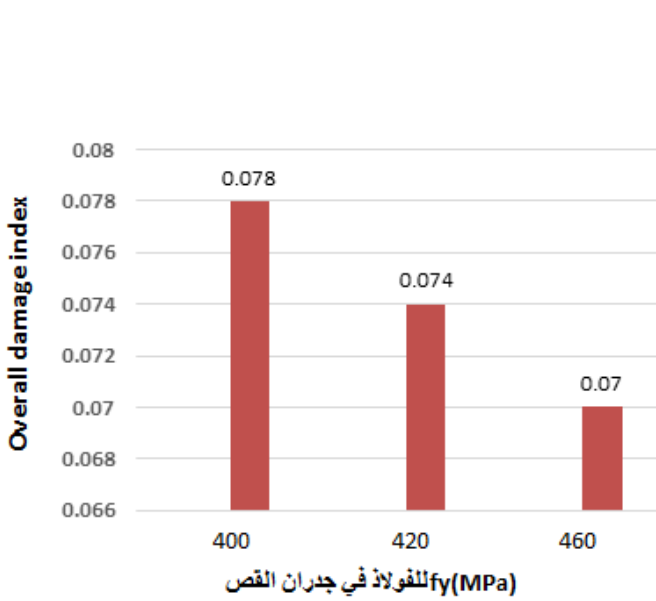
الضرر العام للمبنى

من أجل قيم مختلفة لمقاومة فولاذ الجدران

### إجراء تحليل ديناميكي لاخطي (Nonlinear time history analysis)

تم إجراء تحليل ديناميكي لاخطي تحت تأثير زلزال Elcentro. يبين الشكل (16): تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع للمبنى. أدت زيادة مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران إلى تقليل قيم مؤشر

الضرر في الجوائز في معظم الطوابق. وكذلك ساهمت في تقليل مؤشر الضرر الأعمدة في الطابق الأول بشكل ملحوظ (حوالي 50%).



الشكل (17): تغير مؤشر

عند تطبيق زلزال

الشكل (16): تغير مؤشر الضرر مع الارتفاع

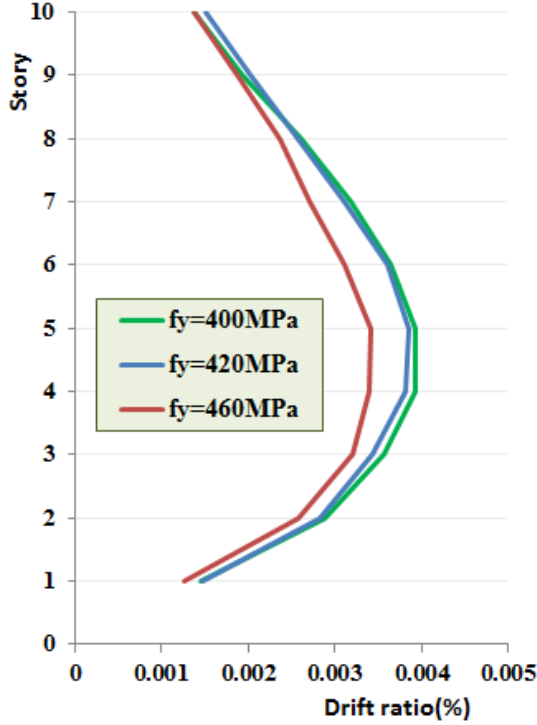
الضرر العام

عند تطبيق زلزال Elcentro1940

Elcentro1940

يبين الشكل (17) تغير قيم مؤشر الضرر العام مع ازدياد مقاومة خضوع فولاذ الجدران. ومنه يلاحظ انخفاض قيمة مؤشر الضرر مع ازدياد مقاومة الخضوع لفولاذ الجدران بمقدار 10% عند تغير المقاومة من 400MPa إلى 460MPa

تم رسم منحنيات تغير الانحراف الطائفي النسبي مع الارتفاع كما في الشكل (18). وفيها نجد أن زيادة مقاومة خضوع فولاذ الجدران أدى إلى تقليل الانحرافات الطابقية النسبية بحوالي 12%.



الشكل (18): تغير الانحرافات الطابقية مع الارتفاع عند تطبيق زلزال Elcentro1940

### الاستنتاجات والتوصيات:

#### النتائج

تملك الجمل المختلطة مميزات إنشائية متعددة، ونظراً لكثرة العوامل التي تؤثر على سلوك هذه الجمل فقد تم في هذا البحث دراسة تأثير بعض هذه البارامترات لمعرفة تأثيرها على الأداء اللاخطي للجمل المختلطة. فيما يلي تلخيص للنتائج التي تم التوصل إليها:

1. يؤدي استخدام اتصال مفصلي بين جوائز الإطارات وجدران القص المتصلة معها إلى تقليل صلابة ومقاومة الجملة في المرحلة اللاخطية، كما يسبب زيادة في قيم مؤشر الضرر الطائقي والعام. أما بالنسبة للانحرافات الطابقية النسبية فقد أدى تحرير العزوم إلى ازدياد قيم الانحرافات الطابقية في الطوابق العلوية، بينما قلت الانحرافات الطابقية في الطوابق السفلية.
2. أدى استخدام أشكال تحميل جانبي مختلفة إلى الحصول على نتائج مختلفة من حيث منحنى الاستطاعة ومؤشرات الضرر والانحرافات الطابقية.

3. أدى استخدام فولاذ تسليح بمقاومات أعلى في جدران القص (حتى  $f_y = 460MPa$ ) إلى تحسن في منحنى الاستطاعة وازدياد مقاومة الخضوع للمبنى. إضافة إلى تقليل قيم الانحرافات الطابقية ومؤشرات الضرر الطابقية والعامه لاسيما في الطابق الأول.

#### التوصيات

1. ضرورة الانتباه عند التنفيذ إلى الالتزام بتفاصيل التسليح في المخططات التنفيذية لاسيما عند منطقة الاتصال بين جوائز الإطارات والجدران، لما لها من تأثير كبير على سلوك الجمل المختلطة.
2. ضرورة إجراء أبحاث أكثر حول تأثير شكل الحمولة الجانبية المستخدم عند إجراء تحليل ستاتيكي لاخطي على سلوك الجمل المختلطة (جملة إطار-جدار قص بيتوني).

## References

- [1] الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ الإنشاءات بالخرسانة المسلحة 2012، نقابة المهندسين.
- [2] Valles, R.E., Reinhorn, A. M., Kunth, S. K. and Madan, "A program for the Inelastic Damage Analysis of Buildings", IDARC2D ver 6.1 Technical Report, NCEER– State University of new York at Buffalo, 2006



## تقييم خوارزميات التعلم الآلي لإنشاء خرائط الغطاء

### الأرضي من صور القمر الصناعي Sentinel-2

م. محمود قرنداش \* د.م. حنان كامل درويش \*\* د.م. عدنان أحمد محمد \*\*

#### الملخص:

يشير مفهوم خريطة الغطاء الأرضي إلى تمثيل الغطاء السطحي للأرض مثل الغطاء النباتي، البنية التحتية الحضرية، المياه، التربة العارية وما إلى ذلك. تقدم خرائط الغطاء الأرضي المعلومات الأساسية للعديد من التطبيقات مثل رسم الخرائط الموضوعية، تحليل اكتشاف التغيير. كما تمثل بيانات الغطاء الأرضي نقطة انطلاق يمكن من خلالها تنفيذ مجموعة متنوعة من الأنشطة، كالتخطيط الحضري وأنشطة المراقبة.

تستعرض هذه المقالة دراسة مقارنة بين ثلاث خوارزميات من التعلم الآلي هي خوارزمية شعاع الدعم الآلي (SVM)، خوارزمية الجار (K-NNC) وخوارزمية تعزيز التدرج للتعلم الآلي (GBM) لتصنيف 6 فئات من الغطاء الأرضي ضمن منهجية محددة للتصنيف تشمل الخوارزميات السابقة وتبدأ من كتابة الأكواد اللازمة باستخدام لغة البرمجة بايثون واعتماداً على مكتباتها مفتوحة المصدر، مروراً بإجراء المعالجة الحاسوبية، انتهاءً بإظهار النتائج والمقارنة.

تم اختيار صور حديثة للقمر الصناعي Sentinel-2 مأخوذة في 31 آذار 2022 لمنطقة القصير في محافظة حمص. تم تقييم التصنيف بناءً على مجموعة من العينات المرجعية، وأظهرت خوارزمية شعاع الدعم الآلي نتائج أفضل من الخوارزميات الأخرى، وخلص البحث إلى أنّ خوارزمية شعاع الدعم الآلي تعطي دقة أفضل حتى مع عدد صغير من بيانات التدريب وتتميز بالسرعة والبساطة في التنفيذ، كما أعطت جميع الخوارزميات نتائج مرضية.

**كلمات مفتاحية:** تصنيف صور الأقمار الصناعية، التعلم الآلي، الجار القريب، تعزيز التدرج، خرائط الغطاء الأرضي.

\*طالب دكتوراه في قسم الهندسة الطبوغرافية\_ كلية الهندسة المدنية\_ جامعة البعث\_ حمص\_ سورية [mabojodm@gmail.com](mailto:mabojodm@gmail.com).

\*\*أستاذ مساعد في قسم الهندسة الطبوغرافية\_ كلية الهندسة المدنية\_ جامعة البعث\_ حمص\_ سورية.

[hanan.darwisha@hotmail.com](mailto:hanan.darwisha@hotmail.com)

[ad.moh4@gmail.com](mailto:ad.moh4@gmail.com)

# Evaluation of machine learning algorithms for creating land cover maps from satellite images Sentinel-2

ENG. Mahmoud karndash\* Dr.Eng. Hanan Darwishe\*\* Dr. Eng. Adnan Mohammad\*\*

## Abstract:

The concept of a land cover map refers to the representation of the land surface cover such as vegetation cover, urban infrastructure, water, bare soil, etc.

Land cover maps provide essential information for many applications such as drawing thematic maps and change detection analysis, land cover data also represents a starting point in which a variety of activities can be carried out, such as urban planning and monitoring activities.

This article represents a comparative study of three machine learning algorithms, (SVM) algorithm, the (K-NNC), and the (GBM) for classifying 6 land cover classes within a specific methodology for classification using the previous algorithms, which starts from writing the codes using the Python programming language and based on its open-source libraries, passing through computer processing, ending with showing results and comparison.

Recent images of the Sentinel-2 satellite taken on March 31, 2022 have been selected for the Al-Qusayr area in Homs Governorate.

The classification was evaluated based on a set of reference samples, support vector machines algorithm showed better results than other algorithms, the research concluded that the SVM algorithm gives better accuracy even with a small number of training data and it is characterized by speed and simplicity in implementation, and all algorithms gave satisfactory results.

**Key Words:** Classification of satellite images, machine learning-Nearest Neighbor Classifier, Gradient Boosting Classifier, Land cover maps.

---

\*PhD student, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Al-Baath University, Homs, Syria □ [maboaljodm@gmail.com](mailto:maboaljodm@gmail.com).

\*\*Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Al-Baath University, Homs, Syria. □  
□ [hanan.darwishe@hotmail.com](mailto:hanan.darwishe@hotmail.com) □ [ad.moh4@gmail.com](mailto:ad.moh4@gmail.com)



## 1-مقدمة:

يعتبر تصنيف صور الأقمار الصناعية من ضمن المجالات المتنامية بشكل مستمر، حيث دخل الذكاء الاصطناعي وخوارزميات التعلم الآلي والرؤية الحاسوبية والتقيب عن البيانات لاستخراج خصائص وميزات الغطاء الأرضي [1]. ويمكن تعريف هذه الخوارزميات بأنها مجال لمعالجة وتحليل وفهم الصور للوصول إلى المعرفة لاستخدامها لاحقاً في اتخاذ القرار، انطلاقاً من مجموعة بيانات من الصور.

تعتبر صور الأقمار الصناعية على أنها أحد أهم مصادر البيانات لرسم خرائط الغطاء الأرضي بسبب تغطيتها الجغرافية الواسعة مع توفير معلومات كبيرة عن سطح الأرض وبكلفة منخفضة نسبياً مقارنة مع طرق المسح الطبوغرافي التقليدية الأخرى [2]. إن خرائط الغطاء الأرضي هي أكثر المنتجات المطلوبة التي أنتجت على أساس تصنيف الصور الفضائية. ومع ذلك، فإن الدقة ووقت المعالجة لا تزال تحدي لمجتمع الباحثين في هذا المجال.

من أجل تصنيف صور الأقمار الصناعية، تتمثل الخطوة الأولى هي جعل الحاسوب يتعرف على الفئات المطلوب تصنيفها ليستخرج لها ميزات وخصائص ثم يتدرب عليها ليقوم بإعطاء مشهد متكامل للغطاء الأرضي.

تم تطوير العديد من المصنفات من قبل مختلف الباحثين، بعض هذه الطرق هي شعاع الدعم الآلي SVM، وخوارزمية الجار القريب K-NNC وخوارزمية تعزيز التدرج GBS، تحتوي كل خوارزمية على بعض المتغيرات التي يتم اختيارها بما تناسب الحالة المدروسة.

وفقاً للعديد من الباحثين في [3]، فإنه ليس فقط حجم ودقة صور الأقمار الصناعية ولكن أيضاً الاختيار الصحيح لطريقة التصنيف سوف تؤثر على إنتاج خرائط الاستخدام/الغطاء الأرضي، حيث هناك مجموعة متنوعة من طرق التصنيف تم تطويرها واختبارها، وتتنوع هذه الأساليب من خوارزميات غير خاضعة للإشراف (مثل ISODATA) إلى الخوارزميات الخاضعة للإشراف البارامترية والتي كانت موضع دراستهم في هذا البحث.

في بحث علمي نشرته المجلة الأوروبية للاستشعار عن بعد تم مقارنة طريقة شعاع دعم الآلة مع المصنفات الإحصائية التقليدية حيث أعطت خوارزمية SVM نتائج جيدة متفوقة على الطرق الإحصائية التقليدية مثل (طريقة الاحتمالية العظمى) ولكن هناك تحذيرات من اختيار البارامترات المتعلقة بهذه الخوارزمية حيث بينت الدراسة أن مؤشر غاما ونوع النواة له تأثير على دقة التصنيف [4].

كما أشارت المجلة الدولية لنظم المعلومات الجغرافية في بحث علمي تضمن استخدام الذكاء الاصطناعي لتصنيف الغطاء الأرضي ورسم الخرائط، حيث رأى الباحث بأن الذكاء الاصطناعي يقترب باتجاه معالجة الصور وأصبح يعترف به كنمط بديل عن الطرق الإحصائية التقليدية [5].

ناقش [6] نظام لتصنيف صور الأقمار الصناعية باستخدام خوارزميتي شعاع الدعم الآلي وتحسين سرب الجسيمات SVM, PSO. وخلص البحث إلى أن طريقة دعم الآلة باستخدام التابع (RBF) أعطى أعلى دقة تصنيف وذلك باستخدام تابع (KERNEL) متعدد النواة.

في [7] تم تصنيف صور الأقمار الصناعية للمناطق الحضرية باستخدام النوى المركبة لخوارزمية شعاع الدعم الآلي وقد أظهرت الأعمال نتائج واعدة من خلال الاندماج المكاني والمعلومات الطيفية باستخدام شعاع الدعم الآلي وخاصة مع نواة التجميع المرجح Weighted Summation Kernel.

## 2-هدف البحث وأهميته:

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو المقارنة بين ثلاث خوارزميات تعلم آلي مختلفة وهي خوارزمية شعاع الدعم الآلي (Support Vector Machines (SVM)، وخوارزمية الجار القريب (K-Nearest Neighbor Classifier) وخوارزمية تعزيز التدرج للتعلم الآلي (Gradient Boosting Classifier of machine learning (GBM). لاختيار أفضل طريقة مناسبة لتصنيف عدة فئات من الغطاء الأرضي، لاختيار الطريقة الأدق أولاً والمساهمة في وضع بعض التوجيهات المتعلقة باختيار بارامترات الإدخال والعينات التدريبية.

تكمن الأهمية الخاصة للبحث في استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتوفير الوقت والجهد في رسم خريطة الغطاء الأرضي مع الوصول إلى دقة عالية في المنتج النهائي.

### 3- مواد وطرائق البحث:

#### 3-1 صور القمر الصناعي Sentinel:

هو أول كوكبة أقمار صناعية تابعة لبرنامج Copernicus تديرها وكالة الفضاء الأوروبية ومهمتها مراقبة الأرض وتعطي صوراً ضوئية بدقة مكانية عالية (10 م إلى 60 م) وتتكون حالياً من قمرين صناعيين Sentinel-2A و Sentinel-2B يخضع قمر صناعي ثالث Sentinel-2C حالياً للاختبار استعداداً لإطلاقه في عام 2024 [8]. تدعم الوكالة مجموعة واسعة من الخدمات والتطبيقات مثل المراقبة الزراعية، وإدارة حالات الطوارئ، وتصنيف الغطاء الأرضي وجودة المياه.

يتميز القمر Sentinel-2 بالخصائص الرئيسية التالية:

- ✓ بيانات متعددة الأطياف مع 13 نطاقاً.
- ✓ تغطية عالمية منهجية لأسطح الأرض من 56 درجة جنوباً إلى 84 درجة شمالاً، والمياه الساحلية، وكل البحر الأبيض المتوسط.
- ✓ إعادة زيارة المنطقة كل 10 أيام في نفس زوايا المشاهدة.
- ✓ توفر دقة مكانية 10 م و 20 م و 60 م.

تم الاعتماد على بيانات القمر Sentinel-2 الملتقطة بتاريخ 2022/3/31- تم تشكيل صورة ملونة لجزء من منطقة القصير في برنامج ArcGIS Ro وبدقة مكانية 10 م وباستخدام الأداة (Composite Bands) من 10 نطاقات طيفية: النطاق الأول (nm-60m/px443)، النطاق الأزرق (nm-10m/px490)، النطاق الأخضر (nm-10m/px560)، النطاق الأحمر (nm-10m/px665)، والنطاقات (5,6,7) على حافة الأحمر حيث النطاق الخامس (nm-20m/px705)، النطاق السادس (nm-20m/px740)، النطاق السابع (nm-20m/px783)، ونطاق الأشعة تحت

الحمراء (nm-10m/px842) ، والنطاق التاسع (nm-20m/px865) ، والنطاق العاشر (nm-60m/px1375).

### 3-2 خوارزميات التعلم الآلي لتصنيف الصور:

يعتمد التعلم الآلي في المبدأ العام على تصنيف البيانات (Classification) ضمن فئات مختلفة حسب خصائصها المشتركة بالاعتماد على خوارزميات متعددة وبالاستناد إلى نظريات التعلم الإحصائية [9].

تم في الآونة الأخيرة تطوير طرق وخوارزميات كثيرة، تحت عنوان عريض وهو الذكاء الاصطناعي لتتفرع منه علوم أخرى كان أبرزها التعلم الآلي Machine Learning حيث يعرف بأنه علم يعطي الحاسوب إمكانية التعلم دون وجود برمجة صريحة في اتخاذه القرار.

#### ✓ التعلم الآلي:

يعرف بأنه علم يعطي الحاسوب إمكانية التعلم دون وجود برمجة صريحة في اتخاذه القرار. حيث تتضمن عدة تقنيات منها

#### ✓ التصنيف Classification

يعتبر التصنيف في تعلم الآلة من قسم التعلم الخاضع للإشراف (supervisor) حيث من خلاله تصنف عدة عناصر مجهولة ضمن مجموعات منفصلة.

يحاول التصنيف أن يتعلم العلاقة الموجودة بين مجموعة متغيرات (features) (والتي تمثل نطاقات صور الأقمار الصناعية) والهدف (target) (والذي يمثل فئات الغطاء الأرضي).

### 3-2-1 شعاع الدعم الآلي: Support Vector Machine

تعد Support Vector Machine (SVM) خوارزمية تعلم آلي خاضعة للإشراف تجمع بين النظرية الإحصائية والتعليم الموجه، طورت من قبل الباحث فابنيك Vabnik عام 1998 [10]، وتستخدم هذه الخوارزمية لتحليل البيانات من أجل تصنيفها تصنيفاً

إحصائياً أو تحليل الانحدار لها، يعمل مصنف (SVM) الخطي عن طريق رسم خط مستقيم بين فئتين. سيتم تصنيف جميع نقاط البيانات التي تقع على جانب واحد من الخط على أنها فئة واحدة وسيتم تصنيف جميع النقاط التي تقع على الجانب الآخر على أنها الفئة الثانية. يبدو الأمر بسيطاً، ولكن هناك عدد لا حصر له من الأسطر للاختيار من بينها. كيف نعرف الخط الذي سيعرف بالغرض في تصنيف البيانات؟ هذا هو المكان الذي تدخل فيه خوارزمية (SVM)، حيث ستحدد خوارزمية (SVM) خطأً لا يفصل بين الفئتين فحسب، بل يظل بعيداً عن أقرب العينات قدر الإمكان. في الواقع، سوف يتم تقسيم البيانات بخط يدعى المستوي الفائق (hyperplane) بغض النظر عن طبيعة البيانات سواء كانت قابلة للفصل الخطي أو لا وهنا تكمن مصدر قوتها [11].

### آلية عمل الخوارزمية

تعتمد آلية العمل على التنقيب في المعطيات وهي عملية تهدف إلى تحليل المعطيات من أجل استخراج نماذج وقواعد تمثلها لا يمكن استخراجها بطرق التحليل المعروفة، يتم ذلك من خلال تصنيف المعطيات المتشابهة وبناء نموذج (أو نماذج) تعبر عنها من خلال تحليل الانحدار لهذه المعطيات [12].

تتضمن عملية التصنيف مرحلتين، مرحلة التدريب ومرحلة الاختبار:

يتم في مرحلة التدريب توفير مجموعة من البيانات تدعى بيانات التدريب (Training Dataset) إذ يعمل شعاع الدعم الآلي بالاعتماد على بيانات التدريب على إنتاج نموذج قادر على إعطاء الصنف حيث تقوم الخوارزمية بإيجاد حد فاصل بين خصائص كل من الصنفين أو أكثر.

**المرحلة الثانية** هي مرحلة اختبار أو توظيف شعاع الدعم Validation:

تلي عملية التدريب ويتم فيها (تبعاً للتعلم الذي تم اكتسابه خلال مرحلة التدريب) تصنيف مجموعة جديدة من البيانات، حيث يحدد موقع كل منها على أي جهة من الحد الفاصل. تكون مهمة شعاع الدعم الآلي إذاً في هذه المرحلة هي إيجاد المستوي الفائق. يتم في مرحلة التدريب حل مسألة الانحدار بالاعتماد على مجموعة من أشعة تدريب ضمن شعاع الدعم الآلي الذي يتم تطبيقه في قاعدة بيانات معينة وليكن الشعاع:

$$\{x_k, y_k\}: k = 1, 2, 3, \dots, s \quad x_k \in R^m, y_k \in R^n$$

حيث أن  $x_k$  هو شعاع المعطيات أو المدخلات  $y_k$  شعاع الخرج (Output). يستخدم التابع  $f(x)$  من أجل التعبير عن السطح الفاصل بين مجموعة النقاط (بافتراض شعاع أوزان  $w$  وثابت  $b$  كما يلي:

$$f(x) = \langle w, x \rangle + b \quad w, x \in R^m, b \in R^n \quad (1)$$

تتلخص المهمة الأساسية في إيجاد التابع  $f(x)$  الذي يملك انحراف مقداره  $\varepsilon$  عن الهدف المراد الوصول إليه  $y_i$  والمحدد ضمن معطيات التدريب، إذ يجب أن يملك المستوي الفائق أكبر هامش يفصل بين مجموعتي النقاط التي يصنفها (إلى مجموعتين في أبسط الحالات). من أجل ذلك يعرف تابع الفقد (Loss function) المرمز  $N_\varepsilon(y)$  والمرتبطة بقيمة  $\varepsilon$  كما يلي:

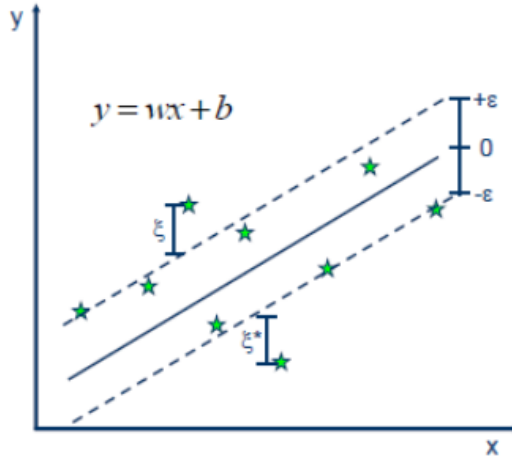
$$N_\varepsilon(y) = |y - f(x)|_\varepsilon = \begin{cases} 0 & |y - f(x)| \leq \varepsilon \\ |y - f(x)| & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

من أجل تحديد قيمة التابع الذي يعطي أكبر قيمة ل  $\varepsilon$  بعد معالجة كل بيانات التدريب الشكل (1) تتحول المسألة لمسألة (Optimization) تتطلب إيجاد الحل الأمثل للقضية التالية:

$$\text{Min} J = \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^s (\xi_i^* + \xi_i) \begin{cases} y_i - \langle w, x_i \rangle - b \leq \varepsilon + \xi_i^* \\ \langle w, x_i \rangle + b - y_i \leq \varepsilon + \xi_i \\ \xi_i^*, \xi_i \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

حيث أن الحد الأول  $\frac{1}{2} \|w\|^2$  يدعى حد الضبط (Regularized term)،  $c$  : هو ثابت أكبر من الصفر يحدد النسبة بين خطأ التدريب وأداء التنعيم كما أن  $\xi^*$  ,  $\xi$  هي متغيرات.

تتلخص الفكرة الأساسية إذاً في تخفيض قيمة الخطأ في تحديد موقع الحد الفاصل الذي يملك أكبر هامش بين النقاط المراد تصنيفها [13].



الشكل (1) البحث عن حل مسألة الانحدار ضمن شعاع الدعم الآلي.

يمكن لشعاع الدعم الآلي معالجة قضايا الانحدار غير الخطي بنفس الأسلوب من خلال مقارنة بيانات التدريب وتقسيم النماذج التي تحويها في مستوي ذو أبعاد أكبر (يكون فيه الانحدار الخطي ممكناً) ومن ثم تطبيق منهجية الانحدار الخطي في هذا المستوي.

### 3-2-2 خوارزمية الجار القريب KNN:

هي من خوارزميات التعلم الآلي الخاضع للإشراف والتي تعد من أبسط الخوارزميات نظراً لسهولة استخدامها واستهلاكها القليل من الوقت.

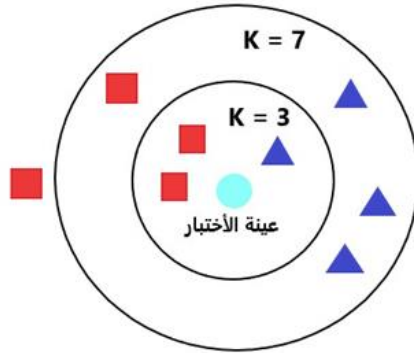
وتعرف بأنها خوارزمية غير بارمترية (non-parametric) أي لا تحوي بارامترات للتدريب بل تحتفظ ببيانات التدريب وتستخدمها في عملية التصنيف لنقطة الاختبار (test point) ويكون هذا النوع من الخوارزميات ذات أداء عالي بسبب عدم بناء فرضيات كثيرة عن دالة النموذج.

حيث تعتمد على ترتيب نقاط التدريب (training points) على أساس مقياس التشابه (similarity measures) بين مواقع نقاط البيانات (datapoints) أي أن عملية التدريب تتم أثناء تصنيف بيانات الاختبار [14].

### آلية عمل خوارزمية KNN:

تقوم الخوارزمية بعملية تصنيف نقطة الاختبار اعتمادا على نقاط التدريب المحيطة بها أي الجار الأقرب لنقطة الاختبار. نستطيع أن نقول إن الخوارزمية تعتمد على مقياس التشابه لنقطة الاختبار مع أقرب نقاط تدريب لها في الشكل نرى فضاء ثنائي البعد (Dimensional Space-2) يحتوي على فئتين من نقاط التدريب (training points) تعتمد خوارزمية KNN على معامل نقوم بتنظيمه وهو  $K$  حيث يمثل عدد الجيران الأقرب (nearest neighbors) لنقطة الاختبار الشكل (2).

الشكل (2) تغير المعامل  $k$  وتأثيره على عدد العينات المجاورة لعينة الاختبار



يتم اختيار القيمة المناسبة ل  $k$  والتي تسمى هذه العملية تنظيم المعامل (parameter tuning) شيء أساسي في خوارزمية (KNN) للحصول على أفضل دقة ممكنة [15].



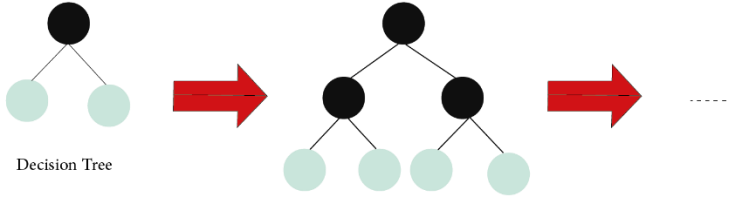
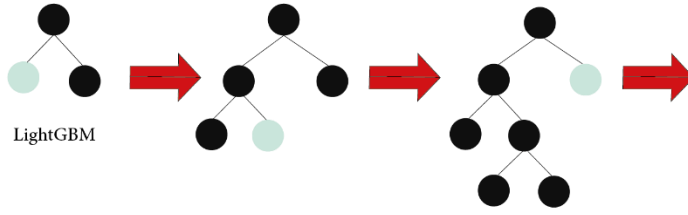
تصادفنا مشكلة في اختيار قيمة K فعند اختيار قيم متنوعة سنلاحظ اختلاف في نتيجة التصنيف كل مرة ففي الشكل (5) فلو اخترنا (K=3) فتنتمي نقطة الاختبار إلى فئة المربع الأحمر ولو اخترنا (K=7) فستنتهي إلى فئة المثلث الأزرق. ومن هنا يمكن القول إننا بحاجة إلى تجريب عدة قيم لـ K ونختبر نتيجة التصنيف ونختار الأفضل. لإيجاد الجيران الأقرب لنقطة الاختبار علينا استخدام المسافة الإقليدية (Euclidean Distance)

$$d(x, x') = \sqrt{(x_1 - x'_1)^2 + \dots + (x_n - x'_n)^2} \quad (4)$$

### 3-2-3 خوارزمية تعزيز التدرج Gradient Boosting Classifier:

هو إطار عمل معزز متدرج سريع وموزع وعالي الأداء يعتمد على خوارزمية شجرة القرار (Decision Tree)، ويستخدم للترتيب والتصنيف والعديد من مهام التعلم الآلي الأخرى [16].

تنمو شجرة خوارزمية تعزيز التدرج للتعلم الآلي وترمز اختصاراً GBM عمودياً عن طريق إضافة عمق للشجرة باستخدام الخاصية (leaf-wise tree growth) بينما تنمو خوارزميات شجرة القرار الأخرى أفقياً (level-wise tree growth) مما يعني أن خوارزمية تعزيز التدرج تنمو على شكل أوراق الشجرة بينما تنمو الخوارزمية الأخرى على شكل مستويات الشكل (3).



### الشكل (3) توضيح الفرق بين خوارزمية تعزيز التدرج وشجرة القرار

تكتسب خوارزمية Light GBM شعبية كبيرة مؤخراً مع تزايد حجم البيانات يوماً بعد يوم حيث يصبح من الصعب على خوارزميات علوم البيانات التقليدية تقديم نتائج أسرع. يبدأ Light GBM بـ "Light" نظراً لسرعته العالية. يمكن لـ Light GBM التعامل مع الحجم الكبير للبيانات ويأخذ ذاكرة أقل للتشغيل. سبب آخر لشعبية Light GBM هو أنه يركز على تقليل دالة الخسارة مما يعطي نتائج أفضل [17].

إن استخدام خاصية leaf-wise tree growth في خوارزمية Light GBM تتضمن بعض المحاذير بالوصول إلى حالة فرط التدريب overfitting ويمكن حل هذه المشكلة عن طريق التحكم ببعض البارامترات.

الهدف من خوارزمية تعزيز التدرج في التعلم الآلي هو تحسين دالة الخسارة أو تقليلها. فكرة تعزيز التدرج هي إنشاء نماذج ضعيفة ( $M$ ) متعددة بشكل متكرر، ثم إضافة نتائج التنبؤ لكل نموذج ضعيف، حيث أن النموذج الأخير  $F_{m+1}(x)$  يكون بناءً على نموذج التعلم السابق  $F_m(x)$  وذلك من خلال بناء نموذج جديد يضيف مقدّر  $h(x)$  لتوفير نموذج أفضل [18].

وفق العلاقة التالية :

$$F_{m+1}(x) = F_m(x) + h(x) \quad (5)$$

حيث  $m$  تكون محصورة بين  $1 \leq m \leq M$

حيث  $h(x)$  تمثل التدرجات السلبية، حيث تتخفف عن طريقه قيمة الخطأ المتوسط التريبي تدريجياً

$$h(x) = y - F_m(x) \quad (6)$$

يتم تقليل دالة الخسارة عن طريق تقليل الخطأ المتوسط التريبي

$$\frac{1}{n} \sum_i (\hat{y}_i - y_i)^2 \quad (7)$$

حيث  $(i)$  رقم العينة من مجموعة التدريب ذي الحجم  $n$  ، القيمة المتوقعة  $\hat{y} = F(x)$  ، القيم الفعلية للمتغير  $y$  ،

### 3-3 تقييم صحة التصنيف: Accuracy Assessment of Classification

تستخدم عادةً مصفوفة الخطأ (confusion matrix) وهي مقياس شائع جداً يستخدم أثناء حل مشاكل التصنيف. يمكن تطبيقه على التصنيف الثنائي وكذلك على مشاكل التصنيف متعدد الفئات. يظهر مثال لمصفوفة الخطأ الخاصة بالتصنيف الثنائي في الشكل (4)، تمثل مصفوفات الأخطاء الفروقات بين القيم المتوقعة والفعلية [19].

#### الشكل (4) مصفوفة الخطأ

		التصنيف المتوقع	
		+	-
التصنيف الفعلي	+	TP True Positives	FN False Negatives <small>Type 2 error</small>
	-	FP False Positives <small>Type 1 error</small>	TN True Negatives

**True Positives:** يشير "TP" إلى (إيجابي صحيح) والذي يشير إلى عدد الأمثلة الإيجابية المصنفة بدقة.

**False Positives:** يظهر المصطلح "FP" قيمة (إيجابي خطأ) ، أي عدد الأمثلة السلبية الفعلية المصنفة على أنها إيجابية.

**False Negatives:** وتعني "FN" قيمة (سليبي خطأ) وهي عدد الأمثلة الإيجابية الفعلية المصنفة على أنها سلبية.

**True Negatives:** يشير "TN" يرمز إلى (سليبي صحيح) والذي يوضح عدد الأمثلة السلبية المصنفة بدقة.

تستخدم عدة مقاييس لاختبار كفاءة الخوارزمية نذكر منها [20]:

✓ دقة الصحة (precision): والتي تمثل دقة التوقعات الإيجابية (positive)

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (8)$$

✓ دقة الاسترجاع (Recall) : والتي تمثل تغطية عينات التوقعات الإيجابية الفعلية.

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (9)$$

✓ دقة القياس (F1 score): هو مقياس الذي يجمع بين دقة الاستدعاء ودقة الصحة ويمثل المتوسط التوافقي للإثنين معا:

$$\text{F1 score} = \frac{2TP}{2TP + FP + FN} \quad (10)$$

تتطلب دائماً الخوارزمية حساب دقة الاسترجاع ودقة القياس معاً وذلك لأنه من السهل تحقيق دقة استدعاء 100% من خلال استخلاص فئة محددة، ولكن نحتاج إلى قياس عدد البكسلات التي تم استخلاصها مع هذه الفئة وهي من غير صنف [21].

من أجل التقييم النهائي للصورة المصنفة يتم مقارنة الصورة المصنفة بمعلومات بيانات الحقيقة الأرضية والتي هي النقاط المرجعية التي يتم إدخالها إلى الخوارزمية على شكل مصفوفة مصنفة حسب الفئات والتي يتم المقارنة بين قيمة البيكسل التي توقعتها الخوارزمية والقيمة الحقيقة الموجودة في المصفوفة المرجعية من أجل التحقق من الدقة. يتم حساب الدقة الإجمالية بتقسيم عدد البكسلات التي تم تصنيفها بشكل صحيح مقسومة على العدد الكلي للبكسلات وفق العلاقة (11) وفقاً لمصفوفة الخطأ التي تم الحصول عليها [22] [23].

$$Overall\ accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} * 100 \quad (11)$$

من التقنيات الأخرى المستخدمة في حساب صحة التصنيف "معامل كبا ( Kappa ) (Analysis)، وتتراوح قيمة معامل كبا بين 0 و1، أو بين 0 و100 نسبة مئوية؛ حيث تشير القيمة صفر إلى عدم الاتفاق؛ بينما تشير القيمة 1 إلى الاتفاق التام بين نتائج التصنيف والبيانات المرجعية [24]. ويمكن حساب قيمة كبا ( K ) على النحو التالي: أولاً: نحتاج إلى معرفة احتمالية الاتفاق (PO) ويتم اشتقاق هذه الصيغة عن طريق جمع عدد التوقعات الإيجابية ثم تقسيمها على العدد الإجمالي.

$$P_0 = \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \quad (12)$$

الخطوة التالية هي إيجاد احتمالية الاتفاق العشوائي  $P_e$ .

$$P_e = p_{correct} + p_{incorrect} \quad (13)$$

حيث:

$$p_{correct} = \left( \frac{TP+FN}{TP+FN+FP+TN} \right) * \left( \frac{TP+FP}{TP+FN+FP+TN} \right) \quad (14)$$

$$p_{incorrect} = \left( \frac{FP+TN}{TP+FN+FP+TN} \right) * \left( \frac{FN+TN}{TP+FN+FP+TN} \right) \quad (15)$$

أخيراً، صيغة معامل كبا Cohen's Kappa [25] تعطى بالعلاقة:

$$K = (P_0 - P_e) / (1 - P_e) \quad (16)$$

✓ مكاتب بايثون للتعليم الآلي:

تعتبر لغة البايثون لغة قوية (powerful) ومتعددة الأغراض (general-purpose)

فهي تحوي العديد من المكتبات والدوال ومن أبرزها:

**GDAL**: هي مكتبة برمجية لقراءة وكتابة تنسيقات البيانات الجيومكانية والمتجهية.

النقطية وتشكل الأساس لمعظم البرامج الخاصة بمعالجة البيانات الجغرافية المكانية

[26].

**Numpy**: للتعامل مع المصفوفات متعددة الأبعاد [27].

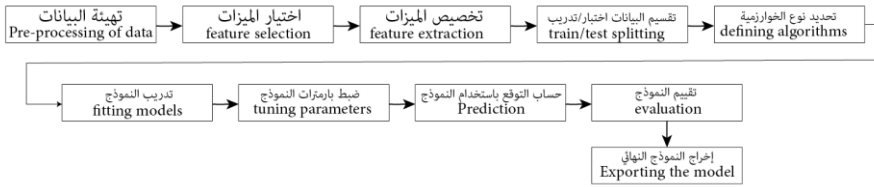
**SciPy**: تتضمن الإحصائيات والتحسين والتكامل ووحدات الجبر الخطي وتحويل فورييه ومعالجة الإشارات والصور وحل المعادلات التفاضلية العادية [28].

**Matplotlib**: للرسم ثنائي وثلاثي الأبعاد [29].

**Pandas**: تحليل هياكل البيانات والتحكم بطريقة عرضها بشكل رقمي [30].

**Scikit-learn**: أهم مكتبة تضم خوارزميات تعلم الآلة [31].

حيث يتم العمل باستخدام أغلب المكتبات وفق التسلسل التالي الشكل (5):



الشكل (5) منهجية عمل مكتبات الذكاء الصناعي

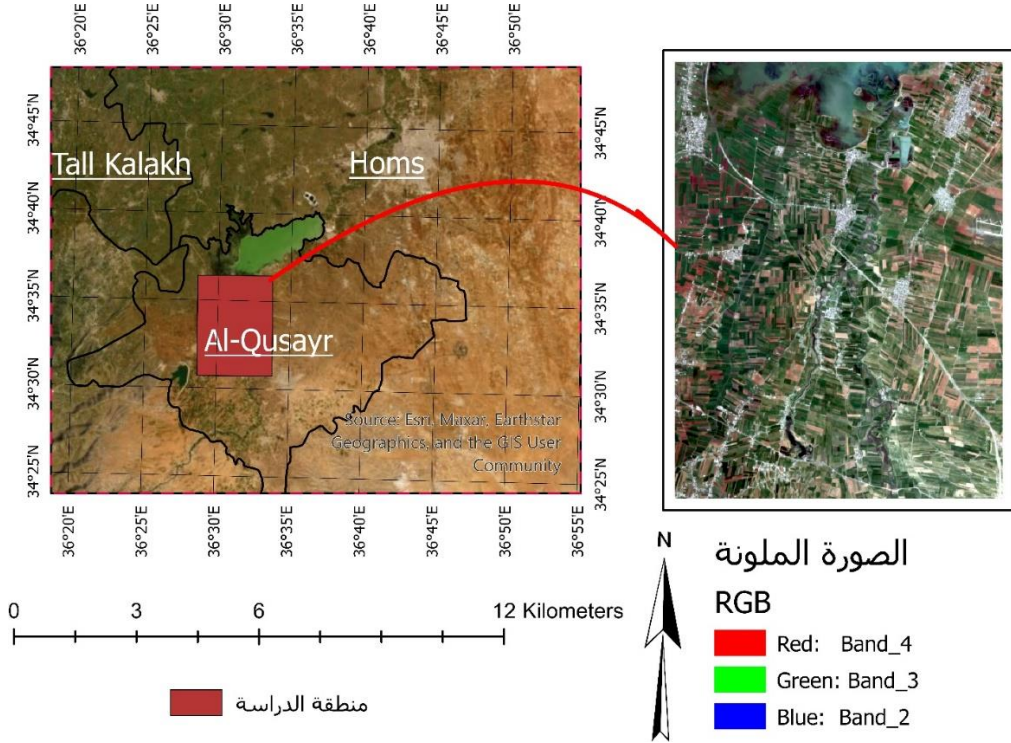
### 3-4 منطقة الدراسة:

منطقة القصير إحدى المدن في محافظة حمص في سوريا تتميز بمساحتها الكبيرة وقربها من نهر العاصي، واحتوائها على مختلف أنواع النشاطات الزراعية والصناعية والتجارية، وكثرة القرى التابعة إدارياً لهذه المدينة.

تشمل منطقة الدراسة عدة قرى من ريف المدينة والتي تتميز بالأراضي الزراعية السهلية الخصبة الصالحة للزراعة والتي تشكل خزان زراعي هام للمحافظة حيث توفر عدة مزروعات موسمية وتمتاز بوفرة المياه الجوفية والمياه السطحية لقربها من بحيرة قطينة ومرور نهر العاصي بها.

تم تشكيل صورة ملونة لجزء من منطقة القصير الشكل (6).

الشكل (6) منطقة الدراسة (صورة ملونة مركبة بالألوان الطبيعية لجزء من منطقة القصير)



### 3-5 البرامج والأدوات المستخدمة:

تم الاعتماد على برنامج ArcGIS Pro وهو برنامج نظم معلومات جغرافية مكتبي طوّره شركة ESRI، يتميز ArcGIS Pro ببنية 64 بت ودعم ثنائي الأبعاد وثلاثي الأبعاد ويتكامل مع ArcGIS Online ويدعم بايثون (3). وقد دمج الإصدار الجديد من البرنامج التطبيقات الأربعة القديمة التي كانت تتفرع من النسخة الأساسية ArcMap، Arc Scene، Arc Globe، ArcCatalog [32].

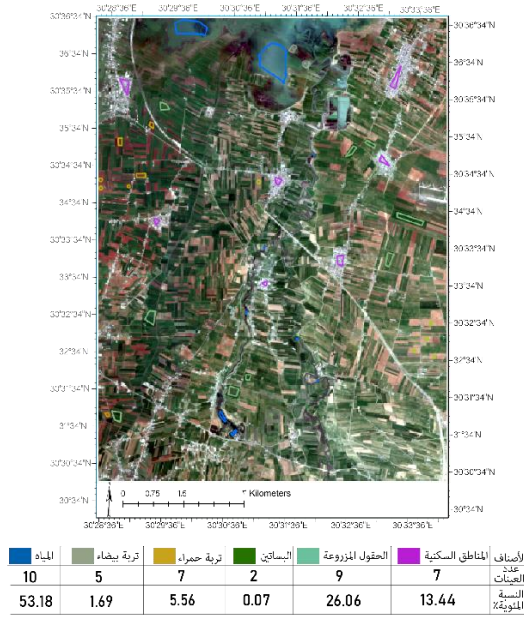
تم استخدامه من أجل استعراض النطاقات الطيفية لصور القمر الصناعي المستخدم وتشكيل الصورة المركبة الملونة وتشكيل العينات التدريبية الشكل (7). كما تم استخدام مواقع خاصة لتحويل عينات التدريبية من صيغة (TIFF) إلى صيغة مصفوفيه (MAT) [33].

تم كتابة الكود البرمجي بواسطة Google Collaboratory وتعرف بأنها خدمة سحابية من Research Google يسمح لأي مستخدم بكتابة كود في محرره وتشغيله من المتصفح. على وجه التحديد، يدعم لغة برمجة Python، وهو موجه لمهام التعلم الآلي، وتحليل البيانات، والمشاريع التعليمية.

هذه الخدمة، تعتمد على أساس فكرة Jupiter الخاصة بلغة البرمجة Python، وتعتبر خدمة مجانية تماماً مع حساب (Gmail) الخاص بالمستخدم، ولا يتطلب أي تكوين، ولن تضطر إلى تنزيل Jupiter أو تثبيته. يوفر لنا موارد الحاسوب لتحرير واختبار التعليمات البرمجية، مثل GPGPUS لخوادمها.

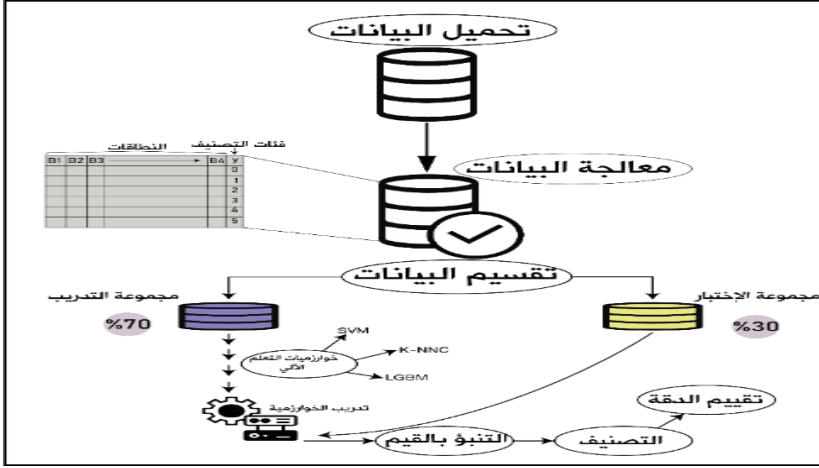


### الشكل (7) صورة ملونة RGB=432 للعينات التدريبية باستخدام Arc GIS pro



#### 4- تطبيق خوارزميات التعلم الآلي:

تعتمد منهجية العمل العامة للتعلم الآلي الشكل (8) على مجموعة من الخطوات انطلاقاً من تحميل الصور الفضائية واختيار العينات التدريبية وتقسيم البيانات إلى بيانات تدريبية وبيانات اختبار التي سيجري التقييم على أساسها لاحقاً مروراً بكتابة الأكواد اللازمة للتصنيف واستخراج الدقة ومقارنة النتائج.



الشكل (8) توضيح خطوات منهجية العمل

### ✓ قراءة البيانات: Read Data

يتضمن الكود البرمجي لكافة الخوارزميات بخطوته الأولى قراءة النطاقات الطيفية باستخدام الأمر (rasterio) وهي إحدى تنسيقات مكتبة (GDAL) ويتم جمعها في مصفوفة ذات أبعاد n باستخدام طريقة (Numpy. Stack). البيانات الناتجة بعد التكديس في مصفوفة هي من الشكل (10، 402، 534) حيث:

(534) عدد الأسطر، (402) عدد الأعمدة، (10) عدد المصفوفات (عدد النطاقات)، ويكون عدد السجلات الكلي (214,668).

تم إدخال البيانات الخاصة لعمليتي التدريب والاختبار على شكل مصفوفة باستخدام طريقة (loadmat) من حزمة (scipy.io) ذات أبعاد مساوية تماما للنطاقات الطيفية. والتي أخذنا منها العينات التدريبية (training data) بنسبة (70%) حيث استخدمنا 6 فئات للتصنيف تشمل الماء، الأراضي غير المزروعة (تربة بيضاء)، الأراضي غير المزروعة (تربة حمراء) والأراضي المزروعة، والبساتين، والبناء. حيث كل صنف مرمز له برقم من (0 إلى 5) بالترتيب.

### ✓ العرض البصري للبيانات Data Visualization :

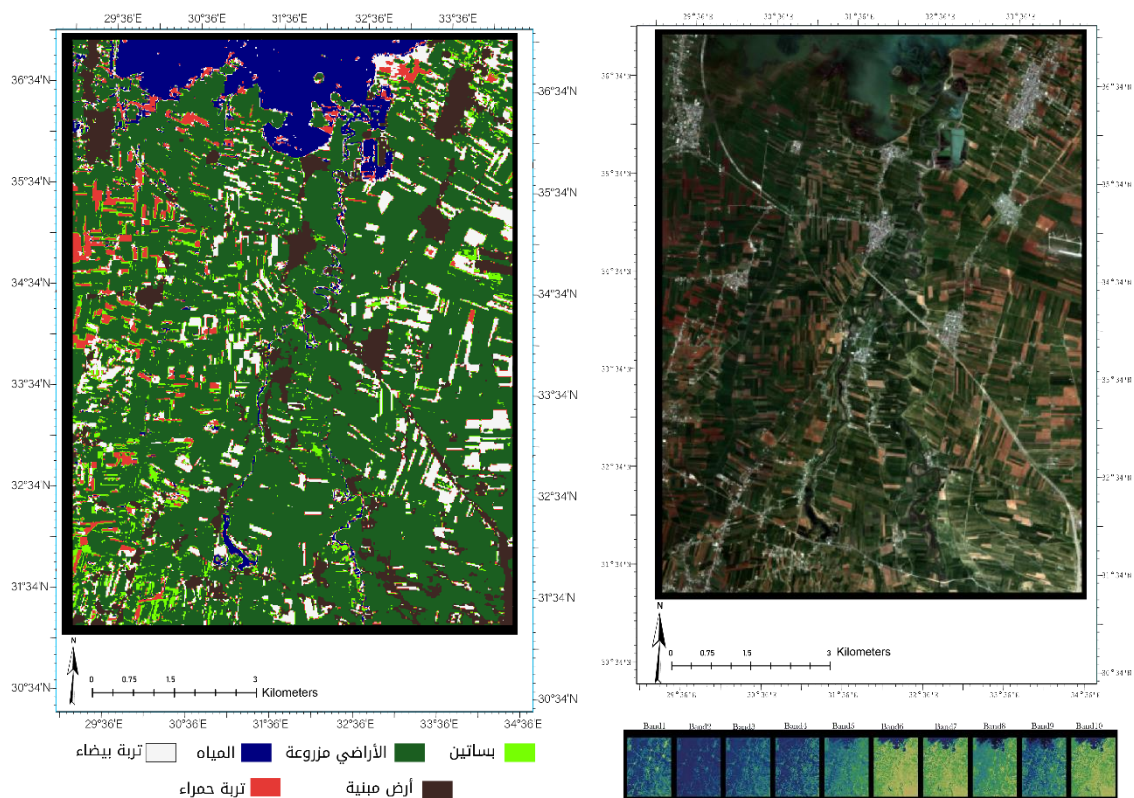
يتم عرض الصور من خلال إنشاء صورة RGB مركبة تسهل فهم البيانات بشكل فعال. لرسم صور RGB بالألوان الطبيعية سنستخدم النطاقات الأزرق والأخضر والأحمر، وهي النطاقات 2 و 3 و 4 على التوالي. نظراً لأن Python تستخدم نظام فهرس قائم على الصفر، فنحن بحاجة إلى طرح قيمة 1 من كل فهرس. لذلك، فإن مؤشر النطاق الأحمر هو 3، والأخضر هو 2، والأزرق هو 1.

يمكن أن تكون الصور المركبة التي أنشأناها مظلمة في بعض الأحيان إذا كانت قيم سطوع البيكسل مائلة نحو قيمة الصفر. يمكن حل هذا النوع من المشاكل عن طريق تمديد قيم سطوع البيكسل في صورة ما بتفعيل أمر تمديد التباين (= True) لتوسيع القيم إلى النطاق الكامل (0-255) لزيادة التباين المرئي للصورة. أيضاً، تسمح لنا (`str_clip`) بتحديد مقدار عدد البكسلات التي نريد تفتيحها أي زيادة قيمتها حيث حددت بقيمة 2% من إجمالي عدد البكسلات.

تحتوي البيانات على 10 نطاقات. لطباعة كل نطاق باستخدام حزمة (`EarhPy`) وهي عبارة عن حزمة تسهل رسم البيانات النقطية المكانية والبيانات المتجهية والعمل معها باستخدام أدوات مفتوحة المصدر.

يتم استخدام الأداة (`plot bands`) لطباعة النطاقات جنباً إلى جنب الشكل (9).

## تقييم خوارزميات التعلم الآلي لإنشاء خرائط الغطاء الأرضي من صور القمر الصناعي Sentinel-2



الشكل (9) الصورة المركبة وصورة الحقيقة الأرضية (العينات المرجعية) وصور المناطق

## المعالجة Preprocessing:

يتم استخدام فكرة تقسيم البيانات عندما تكون مجموعة البيانات كبيرة بما يكفي للتقسيم إلى مجموعتين، فإذا كانت مجموعة البيانات المتاحة صغيرة فلن تكون هناك بيانات كافية في مجموعة بيانات التدريب للنموذج، ولن تكون هناك أيضاً بيانات كافية في مجموعة الاختبار لتقييم أداء النموذج بشكل فعال. قد يؤدي ذلك إلى نتائج مفرطة في التفاؤل (جيد) أو مفرطة في التشاؤم (سيء) [34].

تقسيم البيانات موضح بالجدول (1).

الجدول (1) تقسيم بيانات التدريب والاختبار

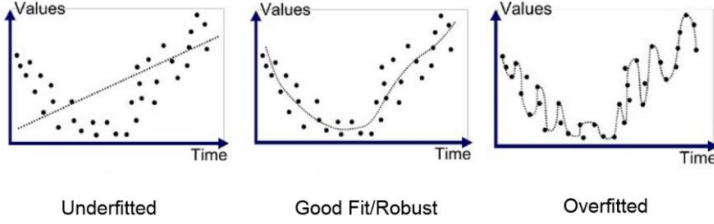
نوع البيانات	حجم البيانات (عدد السجلات، عدد النطاقات)	Y بيانات الهدف
بيانات X-train (70%) التدريب	(150267,10)	150267
بيانات X-test (30%) الاختبار	(64401,10)	64401

## نتائج تطبيق شعاع الدعم الآلي (SVM) Support Vector Machine:

من أجل التصنيف بطريقة شعاع الدعم الآلي، غالباً ما تُستخدم وظائف النواة غير الخطية (kernel) من أجل التصنيف غير الخطي. تستخدم خوارزمية SVM أنواعاً مختلفة من وظائف kernel، وتستخدم التوابع (RBF kernel، Sigmoid kernel، Polynomial kernel) يتم بعد ذلك إنشاء الحد الأقصى للهامش. يعتمد النموذج الذي تم إنتاجه على هذا النحو على مجموعة فرعية فقط من بيانات التدريب بالقرب من حدود الفصل والتي تدعى متجهات الدعم الميينة سابقاً.

يتم أيضاً اختيار قيمة المعامل C والمسمى معامل التنظيم أو معامل الحساسية والذي يؤثر على طبيعة التدريب حيث يؤدي اختيار قيم مناسبة للوصول إلى حالة ملائمة لتوزع البيانات (Good Fit) بينما اختيار قيم كبيرة لهذا المتغير يؤدي إلى حالة فرط تدريب

(Overfitting) بينما لو كانت قيمة  $C$  صغيرة هذا يؤدي إلى حساسية قليلة وحالة نقص تدريب (Underfitting) [12]، كما هو موضح بالشكل (10).



الشكل (10) توضيح حالات المختلفة لتأثير معامل الحساسية  $C$  في SVM

يعتمد اختيار معامل الحساسية وتابع النواة على الحالة المدروسة ويوضح الجدول (2) تأثير تابع النواة والجدول (3) تأثير معامل الحساسية على دقة التصنيف.

الجدول (2) نتائج تغيير وظيفة النواة على دقة التصنيف

تابع النواة مع ( $C=3$ )	الدقة الكلية (%)	معامل كابتا (%)
RBF	98.39	97.11
Poly	91.61	83.93
Sigmoid	65.57	39.35

الجدول (3) نتائج تأثير معامل الحساسية ( $C$ ) على دقة التصنيف

معامل الحساسية ( $C$ ) مع التابع RBF	الدقة الكلية (%)	معامل كابتا (%)
1	98.09	96.58
2	98.28	96.93
3	98.39	97.11
5	98.32	97.34

باعتقاد وظيفة النواة (RBF) ومعامل الحساسية ( $C=3$ ) تم الحصول على النتائج المبينة في الجدول (4) لدقة المصنف (SVM).

الجدول (4) معايير الدقة (%) لكل صنف وفق خوارزمية svm

الصنف	دقة الصحة	دقة الاسترجاع	درجة F1 score
المياه	98	98	98
تربة بيضاء	95	97	96
تربة حمراء	97	96	96
البساتين	95	88	91
الحقول المزروعة	99	100	100
المناطق السكنية	97	97	97

نتائج تطبيق خوارزمية الجار القريب (K-Nearest Neighbor Classifier (K-NNC):  
 يتم تطبيق خوارزمية الجار القريب باستخدام حزمة التعلم (scikit) مع 6 أصناف نلاحظ  
 تأثير المعامل (k) على دقة التصنيف في الجدول (5). حيث كانت النتائج متقاربة  
 وسنعمد المعامل (k=10) للمقارنة.

الجدول (5) تأثير المعامل k على دقة التصنيف ضمن خوارزمية K-NNC

المعامل k	الدقة الكلية (%)	معامل كبا (%)
6	96.71	94.08
4	96.55	93.81
10	96.96	94.53

يوضح الجدول (6) تفاصيل معايير الدقة في حالة (k=10):

الجدول (6) معايير الدقة (%) لكل صنف وفق خوارزمية K-NNC

الصنف	دقة الصحة	دقة الاسترجاع	درجة F1 score
المياه	96	98	97
تربة بيضاء	93	97	95
تربة حمراء	95	92	94
البساتين	87	74	80
الحقول المزروعة	98	99	99
المناطق السكنية	96	92	94

#### نتائج تطبيق خوارزمية تعزيز التدرج: Gradient Boosting Classifier

يوجد الكثير من البارامترات التي يمكن التحكم بها تدخل في عمل الخوارزمية وسنذكر أهمها:

دالة الخسارة loss function: والتي تستخدم للعثور على الميزات والعتبة المثلى لتقسيم البيانات وسنختار الدالة (gbdt) الخاصة بالخوارزمية المدروسة وهناك دالات أخرى تخص خوارزمية شجرة القرار Random Forest.

معامل التعلم Learning rate: تتحكم هذه المعلمة في حجم التغيير بكل مجموعة تدريبية، تُفضل القيم المنخفضة عموماً لأنها تجعل النموذج قوياً لميزات كل فئة وبالتالي تسمح له بالتعميم جيداً [18].

يبين الجدول (7) نتائج مصنف lightGBM مع دالة الخسارة (gbdt) وباستخدام قيم مختلفة لمعامل تعلم.



الجدول (7) معايير الدقة (%) لكل صنف وفق خوارزمية lightGBM

معامل التعلم	الدقة الكلية (%)	معامل كابا (%)
0.03	95.99	92.72
0.06	97.07	94.73
0.1	97.63	95.75
0.4	97.92	96.29
0.5	96.00	92.83

وباعتماد قيمة معامل التعلم (0.4) لأنه أعطى أفضل النتائج يبين الجدول (8) معايير الدقة لخوارزمية lightGBM.

الجدول (8) تأثير معامل التعلم على دقة التصنيف ضمن خوارزمية lightGBM

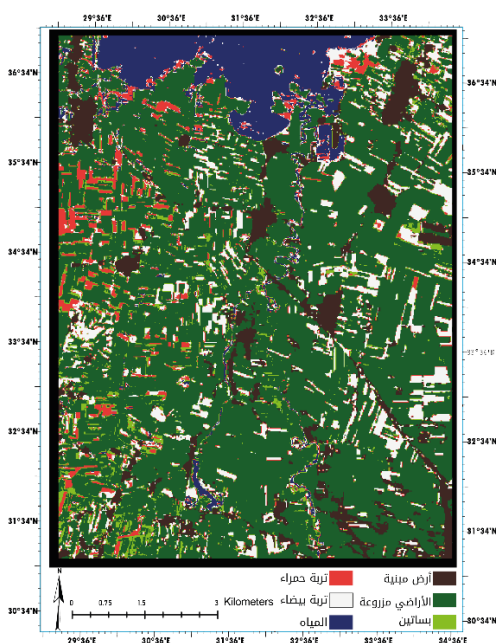
الصنف	دقة الصحة	دقة الاسترجاع	درجة F1 score
المياه	98	98	98
تربة بيضاء	96	97	96
تربة حمراء	96	95	96
البساتين	89	85	87
الحقول المزروعة	99	99	99
المناطق السكنية	97	96	96

##### 5- المقارنة:

بمقارنة قيم الدقة المختلفة في الجدول (9) نلاحظ أن خوارزمية شعاع الدعم الآلي (SVM) كانت الأكثر مهارة في تصنيف الغطاء الأرضي ويوضح الشكل (11) خريطة التصنيف بواسطة خوارزمية SVM التي أعطت أعلى دقة.

الجدول (9) مقارنة بين خوارزميات التصنيف

الخوارزمية	معامل كابتا (%)	الدقة الكلية (%)
شعاع الدعم الآلي	98.39	97.11
خوارزمية الجار القريب	96.96	94.53
خوارزمية تعزيز التدرج	97.92	96.29



الشكل (11) خريطة التصنيف بواسطة خوارزمية SVM

## 6- الاستنتاجات والتوصيات:

أثبتت خوارزمية شعاع الدعم الآلي قدرتها على إجراء عملية تصنيف الغطاء الأرضي ضمن فئات محددة بدقة أعلى بالمقارنة مع خوارزميات التعلم الآلي الأخرى المقدمة في البحث.

تتميز خوارزميات التعلم الآلي بقدرتها على التعامل مع كميات كبيرة من البيانات ولكن هذه الخوارزميات تحتاج إلى تدخل بشري في تحديد بعض البارامترات اللازمة لهذه الخوارزميات حيث يكمن التحدي في اختيار الخوارزمية المناسبة مع متغيراتها بما يناسب الحالة المدروسة.

أعطت جميع الخوارزميات نتائج مرضية وتميزت خوارزمية تعزيز التدرج بقدرتها الحسابية وإعطاء نتائج أسرع. حيث تطلبت تشغيل ذاكرة منخفضة من ذواكر الجهاز المحمول المستخدم.

كما كان لحجم بيانات التدريب دوراً هاماً في زيادة دقة التصنيف فيجب إعطاء كمية كافية من عينات التدريب حيث نلاحظ أن الخوارزميات بشكل عام تدرجت بشكل أفضل في حالة الحقول المزروعة لوجود عينات تدريبية كبيرة نسبياً بينما أخطأت في التنبؤ في حالة البساتين المزروعة لعدم كفاية البيانات التدريبية.

لقد ساهمت الدقة المكانية التي يوفرها القمر sentinel-2 في زيادة دقة التصنيف بشكل ملحوظ مقارنة مع الدراسات السابقة، فالدقة المكانية تلعب دوراً هاماً في دقة التصنيف ويمكن عند استخدام صور عالية الدقة أن نحصل على نتائج في التصنيف قد تمكننا من استخدامها في مجالات أكبر وأكثر حساسية مثل حدود العقارات وحساب المساحات مما يساعد متخذي القرار في عدة مجالات (زراعية وتخطيطية وغيرها).

إن تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي يجعل هذا البحث قابل للتطوير بشكل مستمر لذلك نوصي بالاستفادة من الإضافة المتتابة على خوارزميات التعلم الآلي التي تجعلها أكثر كفاءة وقدرة على القيام بمهامها للوصول إلى الآلية المثالية التي ستكون مرجع لكل إجراءات وعمليات تصنيف وتحليل صور الأقمار الاصطناعية.

7-المراجع:

- [1]: S. K. Dash and M. Panda 2016, Image Classification using Data Mining Techniques, **Advances in Computer Science and Information Technology (ACSIT)**, vol. 3, pp. 157–162.
- [2]: J. Kim, B. S. Kim, and S. Savarese 2005, Comparing Image Classification Methods: K-Nearest-Neighbor and Support-Vector-Machines, **Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering**, pp.133-138.
- [3]: Lu, D.; Weng, Q.A., 2007- Survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. **Int. J. Remote Sens.** pp823–870.
- [4]: Mustafa U, Fusun B and Barnali D, 2015-Application of Support Vector Machines for Land use Classification Using High-Resolution Rapid Eye Images: A Sensitivity Analysis. **European Journal of Remote Sensing** - 48: 403-422.
- [5]: Daniel L. Civco ,1993- Artificial intelligence for land-cover classification and mapping. **International Journal of Geographical Information Systems**, 7:2, 173-186.
- [6]: Omar S, Amira S, & Safaa M, 2012-Remote Sensing Satellite Images Classification using Support Vector Machine and Particle Swarm Optimization. **Third International Conference on Innovations in Bio-Inspired Computing and Applications.**
- [7]: Aissam Bekkari, Soufiane Idbraim, Driss Mammass and Mostafa El Yassa, 2014 SVM Classification of High Resolution Urban Satellites Images using Composite Kernels and Haralick Features. **Journal of emerging technologies in web intelligence**, VOL. 6, NO.1.pp79-80.
- [8]: European Space Agency, 2021-Gearing up for third Sentinel-2 satellite. **Gearing up for third Sentinel-2 satellite (phys.org).**
- [9]: Alex Smola and S.V.N. Vishwanathan, 2008- Introduction to Machine Learning. **Cambridge University**, First published. pp 40–100.
- [10] Vapnik V, Chervonenkis A. 1964. A note on one class of perceptrons\_ **Automation and Remote Control**, 25.

[11]: L.M. Griffel, D. Delparte, J. Edward, 2018- Using Support Vector Machines classification to differentiate spectral signatures of potato plants infected with Potato Virus Y. **Computers and Electronics in Agriculture** 153 318–324.

[12]: Candade, N and Dr. Dixon, B , 2004- Multispectral classification of landsat images: a comparison of support vector machine and neural network classifiers, **University of South Florida, FL 33701.**

[13]: Boubou Rim, 2019- Prediction of ground surface settlements induced by tunnels excavation using Support Vector Machine, **Al-Baath University Journal**, Vol.4. 6-8.

[14]: Bremner D, Demaine E, Erickson J, Iacono J, Langerman S, Morin P, Toussaint G, Output 2005- sensitive algorithms for computing nearest neighbor decision boundaries, **Discrete and Computational Geometry**, pp. 593 – 604.

[15]: Vyoma Patel, G. J. Sahani, 2014 \_A Survey on Image Classification using Data Mining Techniques, **IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development**, Vol. 2, Issue 10, pp. 746 – 750.

[16]: Machado, M.R.; Karray, S.; Sousa, August 2019 I.T.d. : An Effective Decision Tree Gradient Boosting Method to Predict Customer Loyalty in the Finance Industry. **In Proceedings of the 2019 14th International Conference on Computer Science & Education** (ICCSE), Toronto, ON, Canada, 19–21.

[17]: Bierman, L. , 1997- Arcing the edge **Statistics Department, University of California at Berkeley**. pp.1-5

[18]: Key, G.; Meng, Q.; Finley, T.; Wang, T.; Chen, W.; Ma, W.; Ye, Q.; Liu, T.Y, 2017 -Light GBM: A highly efficient gradient boosting decision tree. **International Conference on Neural Information Processing Systems**, pp. 3149–3157.

[19]: Gao, Jay. , 2008. Digital analysis of remotely sensed imagery: **McGraw-Hill Professional.**

- [20]: Powers, 2010, David MW. "Evaluation: from precision, recall and F-measure to ROC, informedness, markedness and correlation." **arXiv preprint arXiv2020**, 16061.
- [21]: Darwishe.Hanan, Chaaban. Fadi, Mohamad. Adnan,2021- Developing a Model of Deep Learning by ANNs for Urban Areas Extraction from Remote Sensing Images- Al-Baath University Journal V 43 Issue 7 PP 18-21.
- [22]: Story, Michael, & Congalton, Russell G, 1986. Accuracy assessment: a user's perspective. **Photogrammetric engineering and remote sensing**, 52(3), pp 397-399.
- [23]: Congalton, Russell G, & Green, Kass,2008. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices: **CRC press**.
- [24]: Monserud, Robert A, & Leemans, Rik,1999- Comparing global vegetation maps with the Kappa statistic. **Ecological modelling**, 62(4), pp275-293.
- [25]: Sim, Julius; Wright, Chris C. (2005). "The Kappa Statistic in Reliability Studies: Use, Interpretation, and Sample Size Requirements". **Physical Therapy**. 85 (3): 257–268.
- [26]: Frank Warmerdam, Even Rouault, and others, May 16, 2022- **GDAL Documentation**. CHAPTER (1) pp2-10.
- [27]: Numpy, 2022. [Online]. Available: <https://numpy.org> [Accessed: 17-May-2022].
- [28]: SciPy, 2022. [Online]. Available: <https://scipy.org/> [Accessed: 17- May -2022].
- [29]: Matplotlib, 2022. [Online]. Available: <https://matplotlib.org/> [Accessed: 17- May -2022].
- [30]: Pandas, 2022. [Online]. Available<https://pandas.pydata.org/> [Accessed: 17- May -2022].

- [31]: Scikit-learn, 2022. [Online]. Available: <https://scikit-learn.org/> [Accessed: 17- May -2022].
- [32]: ESRI, “Environmental Systems Research Institute,” 2022. [Online]. Available: <https://www.esri.com/>. [Accessed: 17- May - 2022].
- [33]: <https://www.vertopal.com/en/convert/tif-to-mat> [Accessed: 17- May -2022].
- [34]: Rácz, A.; Bajusz, D. Héberger, K. Effect of Dataset Size and, 2021- Train/Test Split Ratios in QSAR/QSPR Multiclass Classification. **Molecules journal** 26,1111.





## دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في

## تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات

### (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي)

الدكتور المشرف: نمير عبود

مدرس في قسم التصميم المعماري

كلية الهندسة المعمارية

المهندسة يارا جلال فاخوري

طالبة ماجستير في قسم التصميم المعماري

جامعة البعث

#### ملخص البحث :

لا يخفى دور التقنيات البيئية في تصميم أبنية الركاب في المطارات وخاصة المعاصرة منها فهي مفترق الطرق العالمي الرئيسي بين القوى الثقافية المحلية والتكنولوجيا ، و أبنية الركاب في المطارات هي الواجهة الأولى للدول التي تتواجد بها ، فكان لابد من ربط الاتجاهات المعاصرة في تصميم أبنية الركاب في المطارات مع مفهوم الاستدامة بحيث تتناسب مع متطلبات العصر الحالي ، والتي تتمثل بتكامل الجوانب البيئية والتقدم التقني في تخطيط وتصميم وتشغيل مساحاتها المختلفة ، وإمكانية إدخال المعالجات البيئية السلبية في تصميم غلاف المبنى ، إلا أن إدخالها في معظم الحالات كان بصورة عامة وانتقائية في تبني ومعالجة بعض الجوانب البيئية وفي مقدمتها الراحة الحرارية ، إذ أن إهمال المعالجات البيئية لغلاف مبنى الركاب في المطارات المحلية يؤثر بشكل سلبي على تحقيق الراحة الحرارية ، مما أدى إلى صياغة مشكلة بحثية تتعلق بعدم وجود مقترحات خاصة للمعالجات البيئية لغلاف مبنى الركاب في المطارات المحلية ، والهدف الرئيسي تقديمها بصورة واضحة وإتاحة إمكانية تحقيقها محليا .

استلزم هذا الهدف اعتماد نهج وصفي تجميعي للدراسات العالمية حول أبنية الركاب والمعالجات البيئية لأغلفة المباني المستخدمة فيها لرفع الكفاءة البيئية وتحقيق الراحة

دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في  
المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي )

الحرارية ، لبناء إطار نظري وإسقاطه على مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي كحالة  
دراسية لدراسة مدى تحقيق المبنى للراحة الحرارية على برنامج ال Ecotect في وضعه  
الحالي وبعد تطبيق نقاط المعالجة ، بشكل دراسة تقييمية لدراسة آثار إسقاطها على  
الناحية التصميمية للمبنى مما يؤدي إلى تحديد الاستنتاجات والتوصيات .

الكلمات المفتاحية : أبنية الركاب ، المطارات ، المعالجات البيئية ، غلاف المبنى ،  
مطار دمشق الدولي ، Ecotect .

**Studying the effect of environmental treatments for the outer shell on achieving thermal comfort for passenger buildings at airports (A case study of the passenger building at Damascus International Airport)**

Research Summary:

The role of environmental technologies in the design of passenger buildings in airports, especially the contemporary ones, is well known, as it is the main global crossroads between local cultural forces and technology, and passenger buildings in airports are the first interface for the countries in which they are located. With the concept of sustainability to suit the requirements of the current era, which is represented by the integration of environmental aspects and technical progress in the planning, design and operation of its various spaces, and the possibility of introducing negative environmental treatments in the design of the building envelope, but in most cases their introduction was generally and selective in the adoption and treatment of some environmental aspects In the forefront of which is thermal comfort, as the neglect of environmental treatments for the cover of the terminal building at local airports negatively affects the achievement of thermal comfort, which led to the formulation of a research problem related to the lack of special proposals for environmental treatments for the cover of the passenger building at local airports, and the main objective is to present them clearly and provide It can be achieved locally.

This goal necessitated the adoption of a descriptive, synthesis approach for global studies on passenger buildings and the environmental treatments of the building envelopes used in them to raise environmental efficiency and achieve thermal comfort, to build a theoretical framework and project it onto the passenger building at Damascus International Airport as a case study to study the extent to which the building achieves thermal comfort on the Ecotect program in its current state. And after applying the treatment points, in the form of an evaluation study to study the effects of dropping them on the design aspect of the building, which leads to the identification of conclusions and recommendations.

Keywords: Passenger buildings, airports, environmental treatments, building envelope, Damascus International Airport, Ecotect.

## مقدمة :

تعد أبنية الركاب إحدى أهم المرافق ذات الخدمات الأساسية في المطارات وتلعب دوراً هاماً في حسن تشغيل المطارات بانتظام، كما أنها تلعب دوراً حيوياً في الاقتصاديات المحلية والعالمية وتوفر فوائد اجتماعية واضحة. نتيجة لزيادة الطلب على الحركة الجوية ظهرت الحاجة لتوسيع أبنية الركاب الحالية أو بناء أبنية ركاب جديدة، كما ظهرت الحاجة لتقليل التكلفة و التأثيرات على البيئة والاهتمام بالتصميم البيئي لهذه المباني وتحقيق متطلبات الراحة الحرارية و البصرية لرفع كفاءة وجودة البيئة الداخلية لهذه المباني ذات الديمومة من خلال ربط التقدم التقني والتصميم البيئي السلبي لغلاف المبنى، لتحقيق ممارسات مختلفة تسعى لخلق نهج متوازن يساعد في تعظيم قدرات أبنية الركاب في المطارات وامكانياتها بيئياً .

يمكن تطبيق نهج الاستدامة البيئية في أبنية الركاب من خلال تصميم أبنية ركاب جديدة أو تشغيل وصيانة الأبنية الحالية بمساحاتها الداخلية والخارجية مع مراعاة الاعتبارات الأساسية لأنماط التصميم المحددة لمثل هذه المباني بالإضافة إلى اعتبارات الحركة والمرونة ضمن نهج يدمج التوجهات البيئية والمعالجات البيئية لأغلفة المبنى ،في إطار الاتجاهات المعاصرة مع التصميم والتقدم التقني الحاصل بحيث تتعامل الجوانب البيئية للحد من التلوث وتقليل تأثيره على البيئة وتحقيق متطلبات الراحة الحرارية وغيرها من متطلبات الاستدامة على أساس عالمي وأنظمة التقييم البيئي .

## المشكلة البحثية :

إن إهمال المعالجات البيئية لمبنى الركاب في المطارات المحلية يؤثر بشكل سلبي على تحقيق الراحة الحرارية لمثل هذه المباني ، مما يولد مشكلة بحثية تتلخص بعدم وجود مقترحات خاصة للمعالجات البيئية لغلاف أبنية الركاب في المطارات المحلية تساعد في تحقيق الراحة الحرارية .

**هدف البحث:** التوصل إلى مجموعة من المقترحات التي تساعد في رفع الكفاءة البيئية وتحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات المحلية من خلال المعالجات البيئية لغلاف مباني الركاب في المطارات التي من شأنها تحقيق الراحة الحرارية .

### منهجية البحث :

منهج نظري: ويتضمن دراسة نظرية للاعتبارات التصميمية و التقنيات البيئية المستخدمة في تصميم أبنية الركاب في المطارات ( استنادا للكتب والأبحاث والتجارب ... ) للتوصل إلى المعالجات البيئية لهذه الأبنية وطرق تطبيقها  
منهج تحليلي:

لتحليل مثال محلي كحالة دراسية وتطبيق المعالجات البيئية على المبنى ودراسة المبنى على برنامج ال Ecotect للتوصل إلى نتائج تحدد هدف البحث .

### 1- مفهوم أبنية الركاب في المطار :

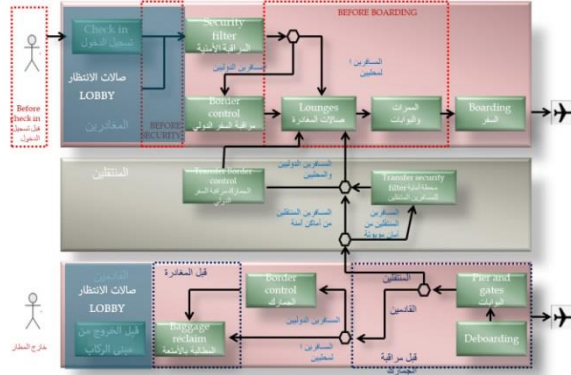
#### 1- 1 عناصر التصميم لفراغات مباني الركاب في المطارات :وهي كما يلي : {3}

أ- صالات الانتظار LOBBY : صالات انتظار عامة للركاب والزوار معا و تتوضع عند دخول المسافرين لمبنى الركاب أو عند وصول المسافرين من رحلات جوية بعد اجتياز منطقة المطالبة بالأمثلة والنقطة الأمنية .



الشكل ( 1 ) يوضح صالة انتظار عامة لمبنى الركاب في مطار بتسبورغ الدولي Pittsburgh International Airport المصدر {20} .

## دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي)

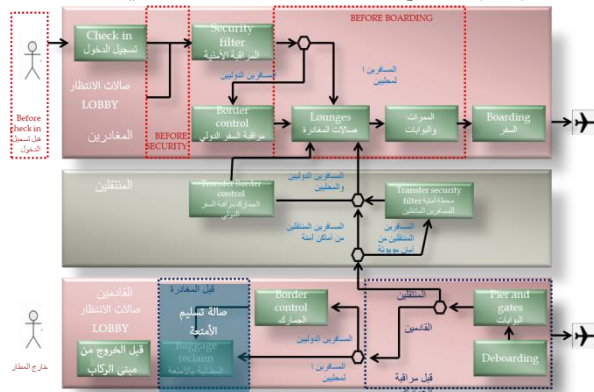


الشكل (2) يوضح مخطط توضع صالات الانتظار LOBBY ضمن مسارات الحركة في أبنية الركاب في المطارات. المصدر : إعداد الباحث.

ب- صالات المطالبة بالأمتعة: صالة خاصة بالمسافرين القادمين تعمل على توفير مساحة تداول عامة للوصول إلى تسهيلات المطالبة بالأمتعة والخروج من منطقة المطالبة إلى خارج المبنى .

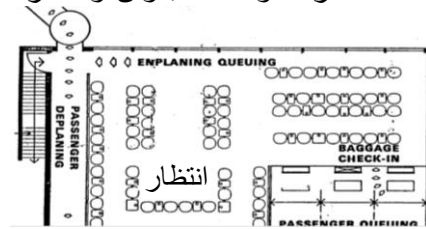


الشكل ( 3 ) يوضح صالة المطالبة بالأمتعة في مطار جون كندي. المصدر {21}.



الشكل (4) يوضح مخطط توضع صالات تسليم الأمتعة ضمن مسارات الحركة في أبنية الركاب في المطارات. المصدر : إعداد الباحث

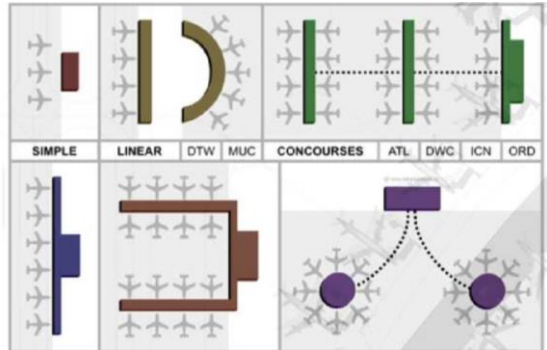
- ج- محطات التفتيش الأمني : تشمل محطة التفتيش الأمنية عموماً ما لا يقل عن جهاز كشف واحد عن الأسلحة وجهاز الأشعة السينية ،تبلغ سعة هذه المحطة من 500 إلى 600 شخص في الساعة وتتطلب مساحة تتراوح من 9 إلى 14 متر مربع {3}.
- د- صالات المغادرة : وهي صالات الانتظار قبل الصعود للطائرة تتكون من مساحة لموظف وكيل شركة الطيران أو أكثر لجمع التذاكر ومقاعد مخصصة للاستراحة، ومنطقة جلوس وانتظار ، للركاب كما يوضح الشكل (5) .



الشكل ( 5 ) يوضح نموذج مسقط أفقي لصالة مغادرة في مبنى ركاب . المصدر { 3 } .

### 1-2 الأنظمة التصميمية لمبنى الركاب :

تصنف الأنظمة التصميمية لمبنى الركاب في المطارات ضمن خمسة مفاهيم أساسية كما يلي : مفهوم المبنى البسيط simple terminal ، مفهوم الخط المستقيم liner terminal ، مفهوم مباني الأصابع وأجنحة الركاب ( pier/finger terminal ) ، مبنى القمر الصناعي satellite concept ، مفهوم المبنى الناقل Transporter . ويمكن تصميمها وفق أحد المفاهيم السابقة أو الدمج بين أكثر من مفهوم، والعنصر الوحيد الذي يميز بين المفاهيم السابقة هو العنصر الرابط لاختلافه في كل مفهوم {6} . كما في الشكل ( 6 ) .



يوضح الشكل ( 6 ) الأنظمة التصميمية المختلفة لأبنية الركاب في المطارات . {3}

### 1-3 المنظومات التصميمية والإنشائية في أبنية الركاب لتحقيق التكامل البيئي :

أي مبنى يتكون من مجموعة من المنظومات البنائية يحقق ترابطها الشكل الفيزيائي للمبنى ، وبرز دور التكنولوجيا في تحقيق التكامل بين المنظومات للوصول إلى مبنى ذكي ضمن بيئته المحيطة. حيث أن البيئة أصبحت مفهوماً شاملاً لكل المؤثرات المحيطة بالشكل العام للمبنى وأن استخدام التقنيات التكنولوجية البيئية يعمل على تكيف المبنى مع البيئة الخارجية عن طريق غلاف المبنى ويتم ذلك من خلال تصميم المبنى بطريقة تكاملية بين عملية التصميم والأنظمة البنائية و التقنيات التكنولوجية البيئية بطريقة تجعل المبنى عالي الأداية وغير مستهلك للطاقة ومتحسس بالبيئة والمناخ .

### 1-4 الأنظمة الإنشائية والغلاف الخارجي :

تعد المطارات، وخصوصاً الدولية منها، أحد أهم المداخل لأي دولة وواجهتها الحضارية، فضلاً عن كونها أبنية حديثة ذات خصوصية وظيفية عالية، هذه الاعتبارات أدت إلى الاهتمام بالمطارات وبشكلها المعماري وأدائها الوظيفي. وقد كان اختيار المنظومة الإنشائية الملائمة أحد الأساليب المتبعة لتحقيق شكل معماري متميز، وأداء وظيفي عالي يتميز بالمرونة ، وسرعة التنفيذ باعتبار أن المطارات مشاريع ضخمة تحتاج الى سنوات طويلة لإنشائها. يمكن تصنيف النظم الإنشائية المستخدمة لأبنية الركاب إلى {12}:

1-4-1 النظم الواسعة و تتضمن:

-الفضاءات الواسعة ذات السطوح الواسعة وبدون دعائم داخلية (أعمدة ، وجسور) ، مثل القباب كما في مطار بانكوك ، تايلند. الشكل ( 7 ).



الشكل ( 7 ) يوضح مبنى مطار بانكوك الثاني / تايلند ،المبنى مغطى بشكل ( Capsule ) المصدر {22} -الفضاءات الواسعة ذات السطوح الواسعة تنقل الأحمال بواسطة دعائم خاصة .قد يتضمن الهيكل الإنشائي في هذه الحالة مسنداً واحداً، اثنتين أو أربعة أو ثمانية أو أكثر حسب طبيعة الفضاء. يمكن لهيكل السقف أن يأخذ مدىً واسعاً من الأشكال قد يكون



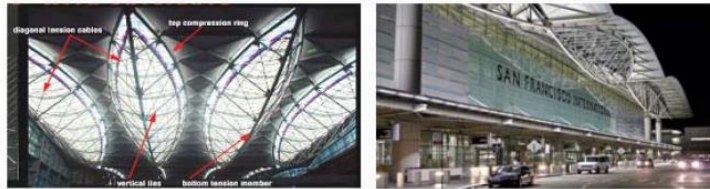
مسطحاً، منحنياً، أو قد تكون أشبه بالأجنحة wing glider ، وغيرها من الأشكال المميزة. هذه السقوف تكون مستتدة على دعائم عمودية بأشكال مختلفة فقد تكون بشكل حرف V، أو قد تكون بشكل أشجار " trees " كما في مطار / Stuttgart المانيا، كما يوضح الشكل (8) أو أطر من الفولاذ أو الألمنيوم.



الشكل ( 8 ) يوضح نظام الهيكل الانشائي بشكل أشجار ،مطار شتوتكارت /المانيا {23}

#### 1-4-2 الهياكل الفضائية space structure :

تطوير استخدام نظام الهياكل الفضائية أدى الى استخدام نظم المسنمات "systems truss " مع أنواع مختلفة من العقد، بعلاقات سطحية ثنائية، ثلاثية أو هرمية .. الخ . النوع الاساسي لهذه الهياكل هي الشبكات الفضائية و الشبكة الهيكلية المسطحة و المنحنية مثل الأقبية المتوازية والقباب المدعمة .تتضمن نظم الشبكات الفضائية استخدام العناصر المنحنية أو الأنبوبية ، قد تكون عقدها كروية صلبة أو مجوفة، اسطوانية أو منشورية، أو على شكل صفائح "plates" أو قد تكون بدون عقد، يعطي هذا النظام امكانيات كبيرة في التشكيل {12}،مثل مطار سان فرانسيسكو الولايات المتحدة كما في الشكل ( 9 )



الشكل ( 9 ) يوضح وحدات من نظام المسنمات لمبنى الركاب في مطار سان فرانسيسكو {31}

### 1-4-3 الهياكل المشدودة :

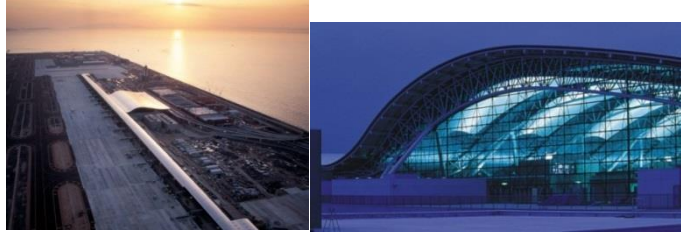
تتضمن الأسقف المعلقة و أسقف الشد (مثل الخيام)، تعتبر الدعامات (السواري) أهم جزء ضمن هذا النظام وتقوم الأعمدة تقوم بنقل الاحمال والقوى العمودية الى الارض. فضلاً عن ذلك هناك الأكبال المعلقة و دعائم أخرى (مثل الاقواس والمسنمات)، التي تدعم السقوف المعلقة :الصفائح المعدنية،الانسجة ..الخ<sup>{12}</sup>. كما في مبنى مسافرين في مطار دنفر الولايات المتحدة الشكل ( 10 )



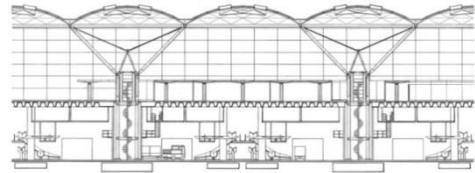
الشكل ( 10 ) يوضح نظم الخيام في مطار دنفر الولايات المتحدة<sup>{31}</sup>.

### 1-4-4 الاستفادة من الطبيعة في اختيار التكوين الإنشائي :

التقدم التقني وتطوير الانظمة الانشائية ساعدت المصمم على الإبداع والمرونة في تنفيذ العديد من الأفكار التصميمية إذ أن بعض المعماريين اعتمدوا على الطبيعة في وضع أفكار للتكوينات الخارجية للمباني ،وفي دراسة الأفكار الإنشائية وتوزيع الأحمال .



الشكل ( 11 ) يوضح مبنى الركاب في مطار كانساي .يوضح السقف المتموج المستلهم من أمواج البحر تماشياً مع البيئة الموجود ضمنها<sup>{25}</sup> .



الشكل ( 12 ) يوضح التالي مقطع في مبنى الركاب لمطار ستانستيد المستوحى من الأشجار.<sup>{25}</sup>

## 2- التوجه نحو الاستدامة في المطارات :

نظرا لزيادة الأثر البيئي لهذه الأبنية على المدى الطويل و العمر المديد لأبنية الركاب في ظل التوجه العالمي نحو الاستدامة ، واجهت المطارات متطلبات الاستدامة كإعادة تدوير نفاياتها والتقاط واستخدام المياه الرمادية ، واستغلال الطاقة المتجددة (الشمس والرياح ) والحفاظ على التنوع البيولوجي وغيرها .

## 2-1 أنظمة تقييم الاستدامة ومباني الركاب في المطار :

تم تطوير مجموعة واسعة من أنظمة تصنيف الاستدامة في العقدين الماضيين لتشجيع وتسهيل ممارسة البناء المستدام والبنية التحتية. على الرغم من أن هذه الأنظمة قد تم تطويرها بأغراض وميزات مختلفة ، فقد يتم استخدامها كنقطة مرجعية للإرشاد و تقييم الأداء البيئي المستدام لمباني الركاب في المطارات كمعيار LEED ومعيار BREAM 2-1-1-2 معيار LEED ( الريادة في الطاقة والتصميم البيئي )<sup>{34}</sup>:

(Leadership in Energy and Environmental Design) هو نظام اعتماد المباني الخضراء الأكثر شهرة في العالم. تم تطويره من قبل مجلس المباني الخضراء الأمريكي ، ويوفر إطارًا عمليًا وأساليب قابلة للقياس الكمي لممارسة تصميم المباني الخضراء والتشييد والتشغيل والصيانة بطريقة صحية وفعالة من حيث التكلفة 2-1-2 معيار BREAM (طريقة التقييم البيئي لمؤسسة أبحاث البناء):<sup>{33}</sup>

(Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

وهو معيار تقييم بيئي تم تأسيسه في عام 1990 من قبل مؤسسة أبحاث البناء البريطانية وهو النظام البيئي الأكثر انتشارا في أوروبا.

## 2-2 التقنيات البيئية السالبة الداعمة لغلaf المبنى :

2-2-1 التقنيات السالبة لغلaf المبنى passive technology والتي تتضمن مجموعة من المعالجات لتحقيق الراحة الحرارية ، وهي :<sup>{13}</sup>

أ- أنظمة التظليل الشمسي: تعتبر أنظمة التظليل مكون أساسي من مكونات الأغلفة الذكية المستدامة والتي في الغالب ما تعتمد على مساحات كبيرة من الزجاج مما يتسبب في خلق تأثير الاحتباس الحراري ويسهم في ارتفاع

دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي)

درجات الحرارة وزيادة حمل التبريد، كما يتسبب في مشاكل بصرية كالوهج المباشر والمنعكس .



يوضح الشكل ( 13 ) امتداد مظلة السقف لتظليل الواجهات في مبنى الركاب، لمطار دمشق الدولي، واستخدام المشربيات. {26}

ب- أنظمة ضوء النهار Day light System :

1- نظام الإضاءة الجانبية : light shelves

هو فاصل بين عتبة النافذة ورأس النافذة يقسم النافذة إلى منطقتين منفصلتين



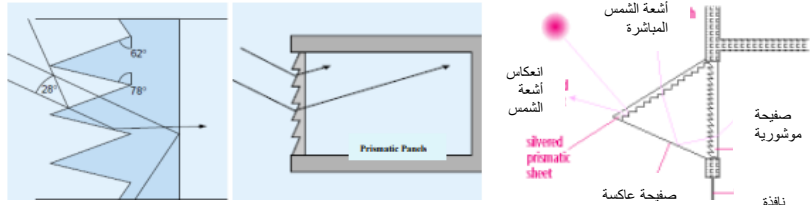
الشكل ( 14 ) يوضح نظام light shelves لتوفير الإضاءة الطبيعية. {11}



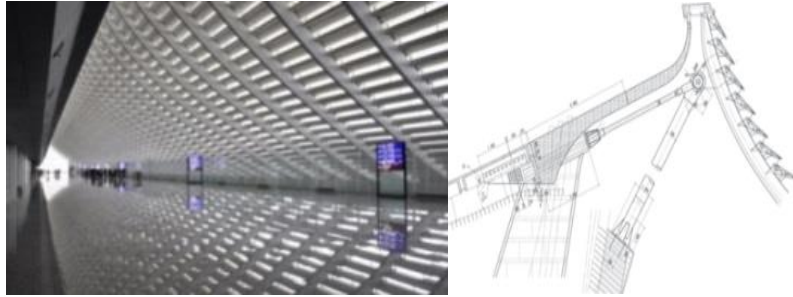
الشكل ( 15 ) يوضح نظام light shelves في مبنى الركاب 4 لمطار جون كندي {12}

2- نظام الصفائح المشورية prismatic panel : تعمل الصفائح المشورية على

كسر ضوء الشمس في مجموعة من الزوايا الساقطة وإعادة توجيهها إلى العمق داخل الفراغ ، وقد تكون ثابتة أو متحركة بالإضافة إلى تنوع أشكالها وأحجامها مما يسهل استخدامها في إعادة توجيهه في أنظمة الإضاءة الجانبية أو غطاء للواجهة . {13}

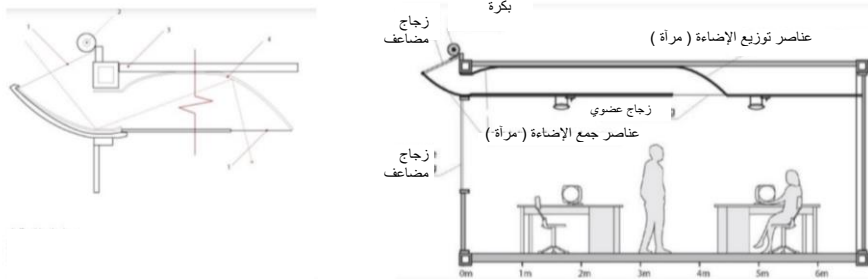


الشكل ( 16 ) يوضح طريقة عمل نظام prismaticpanels { 9 } .



الشكل (17) يوضح الشكل مبنى الركاب رقم 1 بمطار تاويوان الدولي. {29}

3- نظام الإضاءة الانبديولية (المرايا) Anidolic system: تستخدم الإضاءة الانبديولية مرايا وعدسات لالتقاط ضوء الشمس الخارجي إلى نقطة محورية وتوجيهه بعمق إلى داخل المبنى، مع تشتيت الأشعة لتجنب الوهج، لذا فهو يعمل جيدا في الأيام الملبدة بالغيوم بفضل المرآة المكافئة التي تقسم الضوء من النقطة المركزية لينتشر بشكل متساوي، ويتميز هذا النظام بقابليته للتكيف مع زوايا الشمس بدرجة عالية وكفاءته في العمل في جميع المواقع الجغرافية. {13}



الشكل (18) يوضح نظام Anidolic sky light system {9} .

دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي)



الشكل (19) يوضح نظام Anidolic sky light system لمبنى الركاب 3 مطار شانغي بسنغافورة<sup>{24}</sup>.

4- نظام الحائط الساتر الزجاجي: هو غطاء خارجي للمبنى تكون فيه الجدران الخارجية غير هيكلية ، ، نظراً لأن الحائط الساتر غير هيكلية ، يمكن صنعه من مواد خفيفة الوزن ، وبالتالي تقليل تكاليف البناء .مميزاته الضوء الطبيعي يمكن أن يتغلغل بشكل أعمق داخل المبنى



الشكل ( 20 ) يوضح الحائط الساتر الزجاجي في مطار كانساي<sup>{25}</sup> .

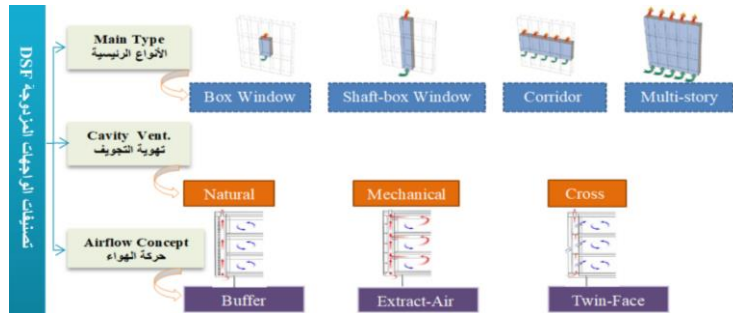
2-2-2 العوازل الحرارية : إن العوازل الحرارية تحد من انتقال الحرارة من خلال الجدران و الأسقف، و إلى أسفل الأرضيات المرفوعة، و البلاطات الإنشائية، و القبو، و الأساسات، و قد يتم تصنيعها من الألياف الزجاجية أو الألياف المعدنية .<sup>{35}</sup>

### 2-3 طرق التهوية الطبيعية لتحقيق الراحة الحرارية :<sup>{35}</sup>

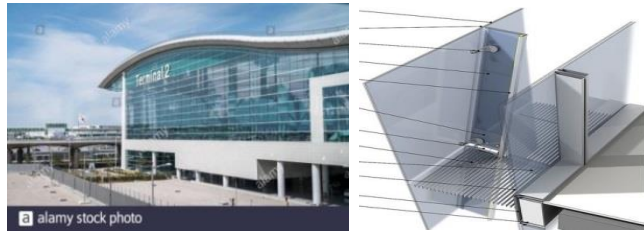
إن التهوية الطبيعية يمكنها زيادة الحدود العليا لمنطقة الراحة الحرارية و تعتمد فقط على حركة الهواء. يتطلب الأمر وجود مداخل و مخارج على الجوانب المتقابلة من المبنى و لابد أن يكونوا مفتوحين. و نظراً لأنه لا يمكن التنبؤ بسرعة رياح تكفي لضمان تحقيق الراحة فغالباً ما يتم استخدام مرواح و مداخل التهوية. ويمكن أن تميز عدة طرق :<sup>{14}</sup>

أ- نظام الواجهات المزدوجة Double Skin Faced: يحمل في طياته العديد من التصنيفات .من أهمها التصنيفات تبعا لاستراتيجيات التهوية والشكل

المعماري والتقسيمات بين طبقتي الزجاج ونظام التهوية المتبع وحركة الهواء داخل التجويف .



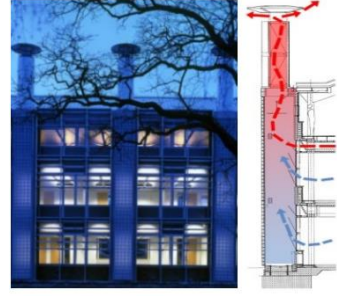
الشكل (21) يوضح تصنيفات الواجهات المزدوجة تبعا لتقسيمات الواجهة ونوع التهوية بالتجويف وحركة الهواء . المصدر :إعداد الباحث



الشكل(22) يوضح نظام الواجهات المزدوجة في مبنى الركاب لمطار Incheon Korea {26}

- ب- نظام مداخن التهوية : هي إحدى الأنظمة السالبة التي استخدمت منذ القدم ولكن مع التقدم التكنولوجي تم تطويرها واستخدامها كنظام ذكي يدعم التهوية الطبيعية للمباني ، وفي أغلب الأحيان تؤدي هذه الأبراج وظائف إضافية مثل توليد الطاقة من خلال وضع الخلايا الشمسية على قممها أو على واجهاتها. {14}
- ت- المداخن الشمسية :تستخدم الشمس لتدفئة السطح الداخلي للمدخنة وتساعد التيارات الناتجة عن اختلاف درجات الحرارة على زيادة التدفق على طول المدخنة . يجب أن يكون عرض المدخنة قريباً من عرض الجزء الحدودي بنهايتها لتجنب التدفق الخلفي المحتمل . {14}





الشكل ( 23 ) يوضح فكرة عمل مداخن التهوية ،المصدر {14}

ث- أبراج الرياح: تعتمد على قوة الرياح لتوليد حركة هوائية داخل المبنى حيث يتم توجيه الرياح وسحبها نحو التجويف الداخلي للبرج ليحتفظ بالهواء ويقوده لأسفل المدخنة لتحتفظ به وحتى وإن كان المبنى مفتوح من الجهة التي تهب بها الرياح. {14}



الشكل ( 24 ) يوضح فكرة عمل أبراج الرياح ، المصدر {36}

## 2-4 أنظمة توليد الطاقة :

إن عملية توليد أو إنتاج الطاقة الكهربائية هي في الحقيقة عملية تحويل الطاقة من شكل إلى آخر حسب مصادر الطاقة المتوفرة وحسب الكميات المطلوبة من هذه الطاقة ،وبما أن أبنية الركاب في المطار تعمل على مدار اليوم فتحتاج لمتطلبات كبيرة من الطاقة لتحسين جودة البيئية الداخلية بتحقيق الراحة الحرارية ضمن المبنى (التبريد صيفا ، والتدفئة شتاءً) فتوجه العديد من المطارات لأنظمة توليد الطاقة (كدمج الألواح الشمسية مع تصميم غلاف المبنى ، أو بناء حقول للألواح الشمسية أو عنفات الرياح المنفصلة عن المبنى ) :-





الشكل ( 25 ) يوضح تنفيذ نمط ثلاثي من الألواح الشمسية على سطح السقف المنحني في تصميم وإنجاز مبنى رقم 2 ، بمطار "إنتشون" الدولي في سيول <sup>{14}</sup> .



الشكل ( 26 ) يوضح استخدام الخلايا بشكل منفصل عن المبنى كحقول من الخلايا الشمسية المولدة للطاقة في مطار كوشين الدولي <sup>{28}</sup> .



الشكل( 27 ) يوضح مبنى الركاب في مطار غالاباغوس وحقول توليد الطاقة من الرياح <sup>{16}</sup> .

2-4-1 توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الحركية: بلاطة الأرضية المولدة للطاقة  
Pavegen's Power-Generating Floor Tiles Harness الأرضية المولدة للطاقة على تسخير الطاقة البشرية غير المستغلة .وفي أبنية الركاب السير هو النشاط الأكثر شيوعا ، فعندما يسير الشخص يفقد الطاقة على السطح بشكل تأثير اهتزاز وصوت وما إلى ذلك بسبب نقل وزنه على السطح من خلال سقوط القدم

دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي)

على الأرض خلال كل خطوة. فتقوم بلاطة الأرضية المولدة للطاقة بتحويلها إلى طاقة كهربائية للاستفادة منها بإنارة الممرات وتوليد الطاقة وغيرها. {18}



الشكل (28) يوضح بلاطة pavegen في مبنى الركاب 3 في مطار هيثرو لندن {18} .

## 2-5 المعالجات البيئية المستخلصة من الدراسة النظرية :

تتحقق الراحة الحرارية داخل المبنى من خلال تقليل مقدار الفقدان الحراري للمبنى شتاء وتقليل مقدار الكسب الحراري للمبنى صيفا ، وذلك عن طريق اقتراح تطبيق بعض المعالجات البيئية والتقنية (كاستخدام مواد البناء الطبيعية المعاد تدويرها ، واستخدام المواد العازلة للحرارة ، واستخدام الزجاج الذكي ...) على أجزاء المبنى المختلفة المتمثلة بالجدران الخارجية والداخلية والأسطح والنوافذ ويمكن الاستفادة من تكنولوجيا النانو في المعالجة البيئية لبعض مواد البناء .

و منه سيتم دراسة المعالجات البيئية والبعد البيئي في الدراسة التحليلية من خلال النقاط التالية :

### 1. التقنيات البيئية والغلاف الخارجي للمبنى :

- أ- التكوين والشكل البيئي لقشرة البناء
- ب- الأنظمة التقنية السالبة لغلاف المبنى :التظليل الشمسي ،أنظمة ضوء النهار
- ت- الأنظمة التقنية النشطة لغلاف المبنى : أنظمة توليد الطاقة
- ث- استخدام المواد العازلة

### 2. ارتباط الشكل بجودة البيئة الداخلية

- أ- ارتباط الشكل بتعزيز تهوية المبنى
- ب- اختيار المواد المناسبة بيئياً

### 3- الدراسة التحليلية :

سيتم إجراء دراسة تحليلية لمبنى الركاب في مطار دمشق الدولي من قبل الباحث لدراسة المعالجات البيئية ومدى تحقيق الراحة الحرارية وكيف يمكن تحسينها وفق ما يلي :

1- التعريف بالمبنى

2- الدراسة التصميمية

3- دراسة مدى تطبيق البعد البيئي لمبنى الركاب في مطار دمشق وفق المعالجات

المطبقة على المبنى الحالي

4- اختبارات التحقق من الكفاءة البيئية للمعالجات المطبقة على مبنى الركاب في

مطار دمشق باستخدام برنامج Autodesk Ecotect Analysis 2011

أ- تقييم الاشعاع الشمسي المطبق على المبنى والمعالجات المستدامة في وضعه الحالي .

ب- حساب مقدار الكسب والفقدان الحراري للمبنى في وضعه الحالي ، وعلى مدار عام كامل .

ت- نقاط تطبيق المعالجات البيئية المستخلصة من الدراسة النظرية و الممكن تطبيقها على مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي .

ث- حساب مقدار الكسب والفقدان الحراري للمبنى بعد تطبيق كافة المعالجات المقترحة ، وعلى مدار عام كامل .

### 3-1 التعريف بالمبنى :

مطار دمشق الدولي هو أكبر مطار دولي في سوريا ،يبعد عن العاصمة دمشق حوالي 25 كم في الاتجاه الشرقي ،يرجع تاريخ إنشاء لمطار إلى عام 1970، ويعتبر مطار دمشق الدولي ثاني مطار يتم إنشاه بعد مطار المزة الذي يقع غرب مدينة دمشق والذي كان يعتبر البوابة الجوية لدمشق وذلك قبل إنشاء المطار الحالي ، ويعتبر مطار دمشق الدولي المقر الرئيسي ومركز عمليات الخطوط الجوية السورية ، وأجنحة الشام .

دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي)

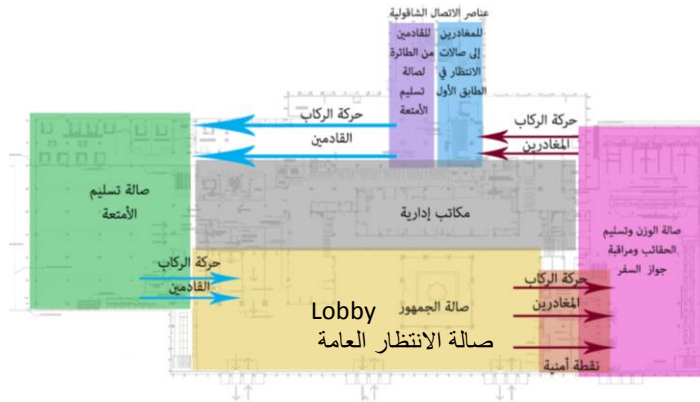
2-3 الدراسة التصميمية لمبنى الركاب:

يتكون مبنى الركاب من ثلاث مستويات وعدد من القاعات والصالات المخصصة لكافة الاستخدامات وهي :

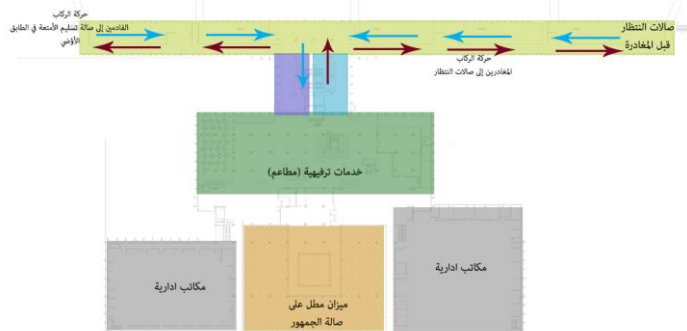
أ - مستوى الطابق الأرضي : يتكون من صالة الجمهور ،النقاط الأمنية ،صالة الوزن، صالة رجال الأعمال والدرجة الأولى ، عدد من المكاتب الإدارية .ويضم أيضا كافة الخدمات ومكاتب شركات الطيران، كما تتواجد فيه صالة تسليم الأمتعة .

ب - مستوى الطابق الأول : ويضم قاعات الانتظار للصعود للطائرة وعدد من المطاعم والمكاتب الإدارية .

ت - مستوى الطابق الثاني :يضم مجموعة من المكاتب الإدارية



الشكل (29) يوضح مخطط تحليلي لحركة الركاب في الطابق الأرضي لمبنى الركاب في مطار دمشق الدولي المصدر إعداد الباحث



الشكل (30) يوضح مخطط تحليلي لحركة الركاب في الطابق الأول لمبنى الركاب في مطار دمشق الدولي المصدر إعداد الباحث

### 3-3 دراسة مدى تطبيق البعد البيئي لمبنى الركاب في مطار دمشق وفق المعالجات

#### المطبقة على المبنى الحالي

الجدول (1) مدى تطبيق البعد البيئي لمبنى الركاب في مطار دمشق وفق المعالجات المطبقة على المبنى الحالي. المصدر إعداد الباحث .

نوع محقق	الحقق			التقنيات البيئية والغلاف الخارجي للمبنى
0	الاستفادة من الطبيعة في مفهوم التكوين الإنشائي	التكوين والشكل	التطبيقات التقنية	
0	اعتماد الأسطح المنحنية غير المنظمة بما ينسجم مع الموقع	البيئي لقشرة البناء	الموفرة للطاقة في شكل	
0	التظليل الشمسي	الأنظمة	وغلاف	
0	نظام الإضاءة الجانبية	أنظمة	التقنية	
0	نظام الإضاءة العلوية	ضوء النهار	السالبة لغلاف المبنى	
0	توليد الطاقة المتجددة من الألواح المدمجة على غلاف المبنى	أنظمة توليد	الأنظمة التقنية	
0	توليد الطاقة من حقول توليد الطاقة	الطاقة	النشطة لغلاف	
0	توليد الطاقة بشراء الطاقة المتجددة	المتجددة	المبنى	
0	الأنظمة الذكية للمياه			
0	استخدام المواد العازلة للحرارة			

تابع للجدول (1) ية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في  
 الة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي )

0	التصميم الجيد لغلاف المبنى بما يتناسب مع المناخ المحلي (تيارات هوائية جيدة)	ارتباط الشكل	الرباط الشكل بجودة البيئة الداخلية
0	التصميم الجيد لفتحات المبنى بما يتناسب مع المناخ المحلي	بتعزيز	
0	تغطية الفتحات بفلاتر عالية الكفاءة	تهوية المبنى	
0	استخدام الواجهات المزدوجة		
0	مداخل التهوية		
0	المداخل الشمسية		
0	استخدام مواد منخفضة الانبعاثات	اختيار	
0	استخدام منتجات التنظيف الصديقة للبيئة	المواد	
0	تقليل وإدارة المواد ذات المحتويات الخطرة	المناسبة بيئياً	

نلاحظ من الجدول السابق أن مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي لم يراعي البعد البيئي والتقنيات البيئية .

**3-4 اختبارات التحقق من الكفاءة البيئية للمعالجات المطبقة على مبنى الركاب في مطار دمشق باستخدام برنامج Autodesk Ecotect Analysis 2011 :**

برنامج التحليل البيئي Autodesk Ecotect Analysis 2011 : هو برنامج تحليل من إنتاج شركة Autodesk ويعد أداة تحليلية بيئية توفر عدداً كبيراً من أدوات التصميم والتحليل البيئي التي تساعد المعماري في إنتاج تصاميم مستدامة يتم فيها دراسة التحليل الحراري والتحليل المناخي وحساب كمية الانبعاثات منها .

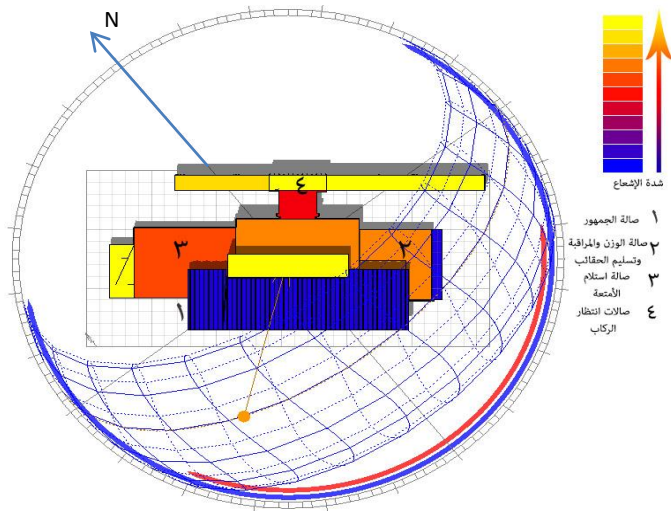
و تتلخص الاختبارات وفق ما يلي :

- تقييم الاشعاع الشمسي المطبق على المبنى
- تقييم المعالجات المستدامة الحالية
- حساب مقدار الكسب والفقدان الحراري للمبنى في وضعه الحالي ، وعلى مدار عام كامل .
- مقترحات لمعالجات مستدامة ممكن تطبيقها على مبنى الركاب الحالي.

- حساب مقدار الكسب والفقْدان الحراري للمبنى بعد تطبيق كافة المعالجات المقترحة، وعلى مدار عام كامل .

### 3-4-1 تقييم الإشعاع الشمسي المطبق على المبنى :

سيتم ادخال نموذج ثلاثي الأبعاد لمبنى الركاب في مطار دمشق الدولي إلى برنامج الايكوتيكس وفق احداثيات المبنى وتوجيهه وفق مناخ الموقع، حيث يتم من خلال البرنامج توضيح مقدار الإشعاع الشمسي المطبق على المبنى والمناطق الشديدة التعرض للإشعاع والمناطق الأقل شدة وفق وضعه الحالي والموضح بالشكل ( 31 )، ثم سيتم التقييم البيئي للمبنى وفق تصميمه الحالي دون إضافة أي معالجات له، ووضع الميزات والسلبيات للتصميم الحالي، ثم تطبيق بعض المعالجات المقترحة .



الشكل ( 31 ) يوضح المناطق الشديدة التعرض للإشعاع والمناطق الأقل شدة وفق الوضع الحالي لمبنى الركاب في مطار دمشق الدولي ( المصدر: إعداد الباحث )

حيث تتدرج نسبة التعرض للإشعاع الشمسي من اللون الأزرق الأقل تعرضاً للإشعاع الشمسي إلى اللون الأصفر الأشد تعرضاً للإشعاع الشمسي

### 3-4-2 تقييم المعالجات المطبقة على مبنى الركاب :

أ- قاعات الانتظار للركاب: من الشكل (31) نلاحظ أن أكبر كمية للإشعاع الشمسي من جهة قاعات الانتظار للركاب

دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي)

- المعالجات المطبقة :

1- اعتماد الواجهات الزجاجية المطلّة على ساحة الطائرات واستخدام مساحات ملحوظة من الزجاج في قاعة الانتظار .

مميزاته :

- زيادة الشفافية والانفتاح وامكانية رؤية الطائرات
- التخفيف من التوتر بحيث يستطيع الركاب رؤية وجهته
- التقليل من الحاجة للطاقة الكهربائية نهارا
- التقليل من الحاجة للتدفئة شتاءً

سلبياته :

- زيادة التوهج الذي ينعكس على راحة المسافرين ضمن الصالة .
- زيادة الحرارة في قاعة الانتظار مما يسبب في زيادة توتر الركاب والشعور بعدم الراحة والرغبة في المغادرة .
- زيادة الحاجة للتبريد صيفا .
- ساهم في ارتفاع الإشعاع الشمسي



الشكل (32) واجهة قاعة الانتظار لمبنى الركاب في مطار دمشق الدولي {15}

ب- صالة الجمهور : من الشكل (31) نلاحظ أن أقل كمية للإشعاع الشمسي من

جهة صالة الانتظار العامة(الجمهور ) على الواجهات الرئيسية :

- المعالجات المطبقة :

1- الواجهة الرئيسية مغطاة بزخارف (مقرنصات ) تكسو الواجهة الزجاجية التي تتميز بها صالة الجمهور .



مميزاته :

- تغطية الواجهات بزخارف محلية تعبر عن البيئة المحلية وتعكس واجهة البلد
- إدخال كمية كافية من الضوء الطبيعي إلى داخل الصالة مما يقلل الحاجة لاستهلاك الكهرباء
- زيادة احساس المسافرين بالراحة
- كسر الضوء المباشر الداخل إلى الصالة بواسطة الزخرف التي تغطي الواجهة الزجاجية
- تقليل الوهج الداخل إلى المبنى
- تحسين البيئة الداخلية وتساعد على تحقيق الراحة الحرارية داخل الفراغ

سلبياته :

- لم يتم ملاحظة سلبيات تذكر .
- 2- مظلة السقف ممتدة لتظل الواجهة الرئيسية للمبنى

مميزاته :

- تظليل الواجهة الرئيسية للمبنى
- كسر أشعة الشمس المباشرة
- التقليل من الوهج
- تحسين البيئة الداخلية لصالة الركاب وتحقيق الراحة الحرارية للفراغ

سلبياته :

- لم يتم ملاحظة سلبيات تذكر .



الشكل ( 33 ) يوضح الواجهة الرئيسية لمبنى الركاب في مطار دمشق الدولي<sup>(16)</sup>

دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي)

3- تغطية صالة الجمهور : يغطي الصالة قشرية خرسانية منكسرة .

ميزاتها:

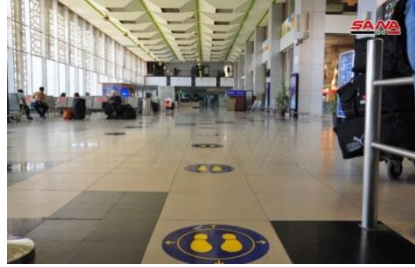
- تساعد طياتها على تحريك الهواء وخلق تيارات مما يساهم في تهوية المبنى

مساوئه :

- عدم الاستفادة منه في الصالة الداخلية

- الصالة من الداخل يعلوها سقف مستعار يغطي التمديدات و يقلل من ارتفاع الصالة

- يخفي هيكل القشرية الذي يغطي الصالة يمنع الاستفادة منه (كفتح نوافذ علوية)

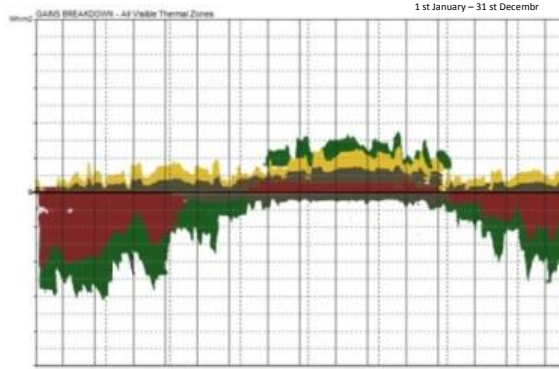


الشكل ( 34 ) يوضح صالة الجمهور لمبنى الركاب في مطار دمشق الدولي (29)

3-4-3 حساب مقدار الكسب والفقدان الحراري للمبنى في وضعه الحالي وعلى مدار

عام كامل :

حيث يتم من خلال برنامج Ecotect، إظهار مخطط تفصيلي يحتوي على نسب الكسب والفقدان الحراري للمبنى في وضعه الحالي دون تطبيق أي معالجة مقترحة عليه، وخلال عام كامل والموضح بالجدول (1) مع الإشارة إلى أن الجزء العلوي من المخطط المتوضع فوق خط المنتصف يمثل الكسب الحراري، أما الجزء السفلي من المخطط المتوضع تحت خط المنتصف يمثل الفقدان الحراري



يوضح الشكل ( 35 ) المخطط البياني مقدار الكسب والفقدان الحراري للمبنى في وضعه الحالي ، وعلى مدار كامل. المصدر ( إعداد الباحث )  
الجدول ( 2 ) مقدار الكسب والفقدان الحراري للمبنى في وضعه الحالي ، وعلى مدار كامل. المصدر ( إعداد الباحث )

CATEGORY الفئة	FABRIC CONDUCTION	SOLAR الاشعاع الشمسي	DIRECT SOLAR الاشعاع الشمسي المباشر	VENTILATION التهوئة	INTERNAL داخلي	INTER- ZONAL مابين المناطق
GAINS	14.7%	20.7%	47.1%	10.3%	0.0%	7.2%
LOSSES	58.3%	0.0%	0.0%	36.2%	0.0%	5.5%

### 3-4-4 نقاط تطبيق المعالجات البيئية المستخلصة من الدراسة النظرية و الممكن

تطبيقها على مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي :

1 تحرير السقف من التمديدات المخفية بالسقف المستعار واعتماد القشرية التي تغطي السقف كتغطية رئيسية للصالة ، لإمكانية كشف الفراغات الطولية لقشرة السقف وتغطيتها بزجاج متحكم بالضوء ، مما يساعد على:

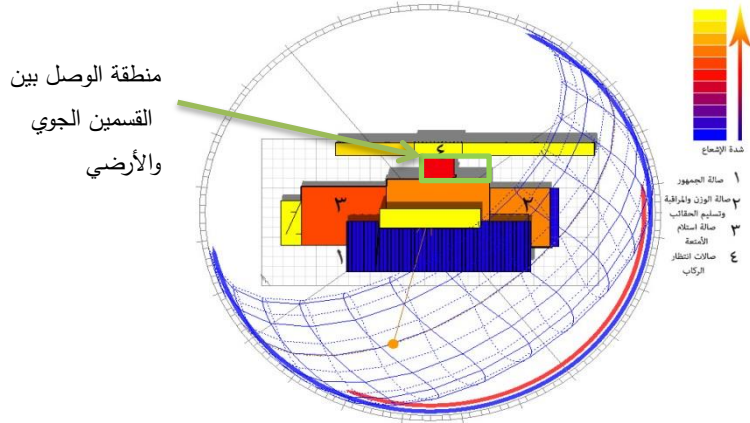
- زيادة كمية الضوء الداخل للصالة
- التقليل من الحاجة لاستهلاك الإضاءة صباحا
- التهوية الجيدة للفراغ
- تحسين الراحة الحرارية

دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي )



الشكل (36) يوضح مقترح اعتماد القشرية التي تغطي السقف كتغطية رئيسية للصالة و كشف الفراغات الطولية لقشرة السقف لصالة الجمهور في مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي. المصدر: إعداد الباحث

- 2 اعتماد الليدات الموزعة في الصالة للإضاءة ليلا لتقليل استهلاك الطاقة
- 3 امكانية الاستفادة من الطاقة المتجددة وخاصة الطاقة الشمسية ،بحقول شمسية جانبية أو شراء الطاقة المتجددة مع امكانية إضافة ألواح الطاقة الشمسية على الزجاج الجانبي لمنطقة الوصل بين القسمين الجوي والأرضي حيث يتعرض لكمية من الاشعاع الشمسي وغير مواجه للطائرات الموجودة أو التي ستهبط على المدرج .



الشكل ( 37 ) يوضح المناطق الشديدة التعرض للإشعاع والمناطق الأقل شدة وفق الوضع الحالي لمبنى الركاب في مطار دمشق الدولي ( المصدر: إعداد الباحث )

4 تطبيق معالجات باستخدام الزجاج الذكي المتحكم بالضوء أو الزجاج المضاعف للتحكم بكمية الضوء الداخل ،على زجاج صالات انتظار الركاب المطلة على القسم الجوي .

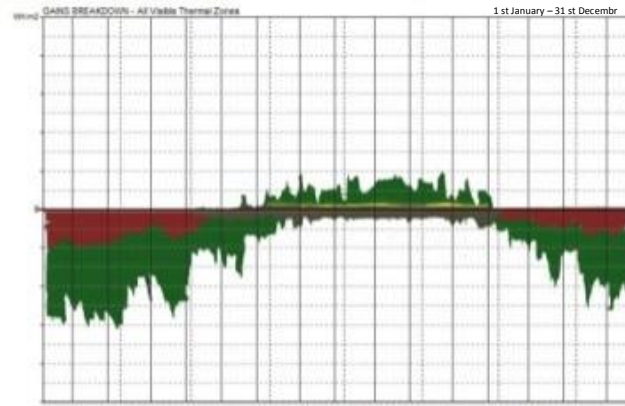
5 تغطية الواجهات كالزخارف المطبقة على الواجهات الرئيسية لتخفيف الوهج الداخل إلى قاعات الانتظار بالإضافة إلى الحفاظ على الشفافية

6 زيادة حجم الزجاج في الواجهات المطلة على القسم الجوي واستخدام الزجاج المضاعف

7 اعتماد أجهزة تدفئة وتبريد مركزية

8 امكانية استخدام مواد بناء محلية بيئية في تغطية الواجهات ، والفراغات الداخلية.

3-4-5 حساب مقدار الكسب والفقدان الحراري للمبنى بعد تطبيق كافة المعالجات المقترحة وعلى مدار عام كامل



الشكل ( 38 ) يوضح المخطط البياني لمقدار الكسب والفقدان الحراري للمبنى بعد تطبيق المعالجات المقترحة وعلى مدار عام كامل. المصدر ( إعداد الباحث)

دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي)

الجدول ( 3 ) مقدار الكسب والفقدان الحراري بعد تطبيق المعالجات المقترحة وعلى مدار كامل المصدر ( إعداد الباحث )

CATEGORY الفئة	FABRIC CONDUCTION	SOLAR الإشعاع الشمسي	DIRECT SOLAR الإشعاع الشمسي المباشرة	VENTILATION تهوية	INTERNAL داخلي	INTER- ZONAL
GAINS	10.7%	18.3%	30.8%	32.8%	0.0%	7.4%
LOSSES	25.6%	0.0%	0.0%	71.0%	0.0%	3.4%

**3-5 نتائج الدراسة التحليلية و التطبيقية للمبنى على برنامج ال Ecotect :**

نلاحظ من مقارنة قيم الجدولين قبل تطبيق المعالجات المطبقة البيئية والتقنية وبعد تطبيق المعالجات المطبقة أن تطبيق المعالجات المقترحة سابقا أدى إلى تقليل مقدار الفقدان الحراري للمبنى شتاء وتقليل مقدار الكسب الحراري للمبنى صيفا ، مما يساعد على تحقيق الراحة الحرارية للمبنى.

في مطار دمشق الدولي الاستفادة من التقنيات البيئية لأغلفة المباني كانت بصورة ضعيفة ، و إمكانية تطبيقها متاحة وتساعد في تحسين واضح لرفع الكفاءة البيئية وتحقيق الراحة الحرارية كما لاحظنا بالمقارنة في الجدولين السابقين .

**النتائج :**

- إن استخدام التقنيات البيئية في تصميم غلاف المبنى لأبنية الركاب المحلية كالزجاج المضاعف والمتحكم بالضوء وخاصة في الواجهات المطلية على القسم الجوي حاجة بيئية وانتقائية تساعد على تخفيف حدة الإشعاع الداخل للمبنى وتساعد في تحقيق الراحة الحرارية .
- استخدام أنظمة الإضاءة العلوية كالنوافذ الخطية والمركزة في تصميم الأسقف لغلاف أبنية الركاب المحلية حاجة بيئية داعمة لتحقيق جودة البيئية الداخلية و الراحة الحرارية .
- تحرير الأسقف من التمديدات المقيدة واعتماد القشريات البيتونية المرنة في أبنية الركاب في المطارات المحلية يساعد في استخدام التقنيات البيئية لغلاف المبنى ( كالنوافذ العلوية في الأسقف ...).

- تغطية الواجهات الرئيسية بزخارف من البيئة المحلية (مقرنصات ) تكسو الواجهة الزجاجية هي حاجة تعبيرية و بيئية تميزت بها أبنية الركاب المحلية .
- استخدام المعالجات البيئية السالبة (كالزجاج المضاعف والنوافذ الجانبية والعلوية....) في غلاف المبنى حاجة بيئية و أساسية في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب المحلية.
- ساعد التقدم التقني في الانشاء على إمكانية إدخال الأنظمة الذكية السالبة في التصميم البيئي لمبنى الركاب.
- تحرر الشكل والديناميكية لقشرة المبنى ،تعد سمة أساسية في التصميم البيئي وتحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب العالمية والمحلية بحيث تتناسب مع مناخ الموقع المتواجدة فيه .
- تحول الشكل من الانغلاق إلى الشفافية والانفتاح نحو الخارج وبشكل خاص في أماكن الانتظار العامة للجمهور أي المناطق التي تحتاج لإضاءة وراحة حرارية دائمة .
- اعتماد الإكساء الداخلي للأرضيات في أبنية الركاب للمطارات العالمية والمحلية بألوان فاتحة في الساحات العامة لعكس الأشعة الشمسية من السقف والواجهات بصورة محسنة داخل الفراغ .
- دمج الأنظمة الذكية لغلاف المبنى مع العملية التصميمية لأبنية الركاب المستدامة ،كالخلايا المولدة للطاقة في غلاف المبنى أو شراء الطاقة المتجددة حاجة بيئية انتقائية تساعد في تحقيق الراحة الحرارية ورفع الكفاءة البيئية للمبنى .

#### التوصيات :

- يوصي البحث بضرورة اهتمام المعماري بشكل عام والمعماري المحلي بشكل خاص . بالاستدامة البيئية وتحقيق الراحة الحرارية ودمجها مع الاتجاهات التكنولوجية المعاصرة في إطار واحد لتصميم أبنية الركاب في المطارات لتتناسب مع متطلبات العصر .
- تعزيز الثقافة المحلية لمفهوم الاستدامة والراحة الحرارية والتكنولوجيا البيئية وآلية تطبيقها، والعمل على إدخالها في مرحلة تصميم وترميم وتوسيع أبنية الركاب في مطاراتنا المحلية .

دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في  
المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي )

---

- محاولة الاستفادة من التجارب العالمية للاستدامة البيئية في أبنية الركاب في  
المطارات المعاصرة حتى نبدأ مما انتهى الآخرون عنده لسرعة الاستفادة والتطبيق حالياً.

---

---



المراجع :

1. {1} Rozema,L,2017 - **Behavioural Classification of Passengers in an Airport Terminal** . Master of Science in Civil Engineering – Transport and Planning , p 8, 11.
2. {2} Hageman,W, Trupiano,J, 2017- **DESIGNED FOR FLEXIBILITY Airport Convenience Challenges**. AIA, NCARB, LEED AP/ AVIATION SPECIAL REPORT, p155
3. {3} Christopher ,J ,\_1996- **Airport Terminals book**. second edition , MA (London ) RIBA p 3-107 p 119-155
4. {4} ICAO,2019- **The Eco Design Of Airport Buildings** . report /environment /\_Eco Airport Toolkit,p13
5. {5} Shuchi , S, 2012 - **A Novel Concept for Airport Terminal Design Integrating Flexibility** . Queensland University of Technology, Brisbane, Australia (Environment and Energy Studies) , p 11, p 45
6. {6} Horonjeff, R & Francis ,X & William J. **Planning and Design of Airports** . The McGraw–Hill Companies the United States , Fifth Edition, p625
7. {7}Alaa–aldien Alsaied Farid, April, 2019-**INTEGRATING OF NANO ARCHITECTURE AND SUSTAINABILITY TOWARDS A BETTER BUILT ENVIRONMENT**. Journal Of Al–Azhar University Engineering Sector / Vol. 14, No. 51, , 801–816/(In Arabic)
8. {8} MAHAWUS,A ,2013-**The Structural systems and expressional function for Airport Terminals' buildings**.Vol 19.3, p22

9. {9} FARTADI,L,2015-**Daylight Planning** . Denmark's residential architecture
  10. {10} Eileen, \_p, April 2007 **Airport Planning and Terminal Design** /, Assistant Director( ICAO Affairs) /Strategic Airport Management Programme ,p 9-13 .
  11. {11} Fartadi,L,(2015)-**Daylight Planning**. Denemark's residential architecture
  12. {12}DoniaGomaaAbdel,December2011**Terminals' Modern, Techno-logical Approaches and Contemporary Airports** "Design. Engineering Journal/ University of Baghdad / Vol. 17,p, 233-254/ (In Arabic)
  13. {13}Mona Said Mahmoud El-Adawy, · January 2019,**The Role of Intelligent Passive Systems in Building Skin to Support Green Architecture application.** Research/ Faculty of Engineering in Shubra/p1-14/(In Arabic)
  14. {14} Nikola Cekić,2015- **Application of solar cells in contemporary architecture Contemporary Materials (Renewable energy sources)**, University of Niš, Faculty of Civil Engineering and Architecture, VI-2 ,p 104 - 114
- المواقع الالكترونية :
15. {15}<https://skytraxratings.com/airports/damascus-international-airport-rating>
  16. {16}<https://edition.cnn.com/travel/article/galapagos-ecological-airport-wind-and-solar-power/index.html>
  17. {17} <https://sageglass.com/en/article/dynamic-glass-gaining-popularity-airport>
  18. {18} [www.bing.com](http://www.bing.com)
  19. {19} <https://www.airportsdata.net/airport-DAM/>

20. {20} <https://www.businessinsider.com/pittsburgh-international-airport-to-let-non-flyers-use-terminal-as-shopping-mall-2017-9>
21. {21} <https://www.archdaily.com/909499/john-f-kennedy-international-airport-nil-terminal-4-som>
22. {22} <https://crimeabereg.ru/ar/check-out/aeroport-bangkoka-suvarnabhumi-shema-i-tablo-prileta-i-vyleta-kak.html>
23. {23} <https://list23.com/247661-pittsburgh-international-airport-completes-1-4-billion-new-tech-forward-terminal-the-first-airport/>
24. {24} [Singapore Changi Airport Departures | Dan Farmer | Flickr](#)
25. {25} [biala.50webs.com/page\\_eng/eng\\_06.htm](http://biala.50webs.com/page_eng/eng_06.htm)
26. {26} <https://www.actionpal.org.uk>
27. {27} [www.alamy](http://www.alamy) stock photo Incheon International Airport, South Korea
28. {28} <https://www.unep.org/championsofearth/node/46>
29. {29} <https://www.archdaily.com/771071/regeneration-of-taoyuan>
30. {30} <https://www.reviewjournal.com/local/north-las-vegas/north-las-vegas-airport-receives-2m-face-lift-1685022/>
31. {31} [www.som.com](http://www.som.com)
32. {32} [www.sana.sy/en/](http://www.sana.sy/en/)
33. {33} [www.techopedia.com/definition/14187/bre-environmental-assessmentmethodbreem](http://www.techopedia.com/definition/14187/bre-environmental-assessmentmethodbreem)
34. {34} [www.techopedia.com/definition/13983/leadership-in-energy-and-environmental-design-leed](http://www.techopedia.com/definition/13983/leadership-in-energy-and-environmental-design-leed)
35. {35} [sustainablebuildingdesigns.blogspot.com](http://sustainablebuildingdesigns.blogspot.com)

دراسة تأثير المعالجات البيئية للغلاف الخارجي في تحقيق الراحة الحرارية لأبنية الركاب في المطارات (حالة دراسية مبنى الركاب في مطار دمشق الدولي)

---

36. {36} <https://www.archdaily.com/173726/okanagan-college-centre-of-excellence-in-sustainable-buildingtechnologies-and-renewable-energy-conservation-cei>