

مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 3

1444 هـ - 2023 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

أ. د. محمود حديد	رئيس هيئة التحرير
أ. د. درغام سلوم	رئيس التحرير

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

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	عضو هيئة التحرير

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

. 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 ألف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مئتا 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
44-11	م. بلال علي د. محمد تقلا د. ابراهيم الطحان	منهجية العمل بطريقة التحليل الهرمي AHP وتطبيقاتها ضمن مجال الهندسة الجيوتكنيكية
78-45	م. عبد العزيز المحمد د. منيب العلاف	دراسة تجريبية لتأثير عدد الفتحات وأبعادها في الجوائز البيتونية المسلحة
106-79	م. هبا كوسا	تأثير إضافة مطاط الإطارات على خواص المكشوط الاسفلتي المعدل بالرابط والحسويات الجديدة
130-107	هبه الإبراهيم د. ازهار عمّار د. هديل عراج	التركيب النوعي للتجمعات القاعية النباتية والحيوانية في المستنقعات الصلبة لشاطئ مدينة باتياس
150-131	ضياء محلا د. هثم شاهين د. محمد غفر د. ماهر دعيس	تأثير بعض خصائص الترب المحيطة لبحيرة السن (باتياس) في امتزاز شاردة النترات

منهجية العمل بطريقة التحليل الهرمي AHP وتطبيقاتها ضمن مجال الهندسة الجيوتكنيكية:

م . بلال علي * . د . م . محمد تقلا ** . د . م . ابراهيم الطحان ***

قسم الهندسة الجيوتكنيكية - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

المخلص:

إن الهدف الرئيسي من هذا البحث هو التعرف على منهجية استخدام طريقة التحليل الهرمي وتطبيقاتها في مجال الهندسة الجيوتكنيكية. تم الاعتماد على برنامج الاكسل لصياغة العلاقات الرياضية لطريقة التحليل الهرمي. تم تحليل مشكلة البحث إلى معاملات ذات ترتيب هرمي ، حيث استخدمت هذه المعاملات في انتاج الخرائط النهائية الاحتمالية لوجود الكارست مثل الليتولوجيا وكثافة الشقوق (التكتونيك) والارتفاع ومعدل الامطار وكثافة التصريف. تمت المقارنة الثنائية بين كل معاملين وتحديد الأولوية بين عناصر هرم التحليل. ثم الحصول على معامل التثقييل الخاص بكل معامل ، والذي سيتم استخدامه في تشكيل الخريطة النهائية للمناطق الاحتمالية لوجود الكارست. تم إجراء عملية تقييم و مطابقة للمعاملات الناتجة عن طريق التحقق من معامل التوافق الذي لم يتجاوز قيمة 10% المسموحة. وخلص البحث إلى أن استخدام طريقة التحليل الهرمي تشكل أداة هامة لصنع القرار متعدد الخواص ويمكن استخدامها بكفاءة عالية ضمن تطبيقات الهندسة الجيوتكنيكية.

الكلمات المفتاحية : طريقة التحليل الهرمي - المقارنة الثنائية - القرار متعدد المعايير - معامل التوافق - الكارست .

*أعد هذا البحث في سياق رسالة الدكتوراه للمهندس بلال علي - قسم الهندسة الجيوتكنيكية - جامعة البعث

**أستاذ في قسم الهندسة الجيوتكنيكية - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

***استشاري في مجال الجيولوجيا الهندسية و الجيوتكنيك.

Using Analytical Hierarchy process (AHP) approach and its application in geotechnical engineering

Abstract :

The main goal of this research is to discover the approach of using Analytical Hierarchy process (AHP) and its application in geotechnical engineering. Microsoft Excel program was used to interpret the mathematical relationship of AHP method. The problem of the research was decomposed into factors with a hierarchy order. Final karst potential map factors were used such as lithology, lineament density (tectonic), elevation, rainfall, and drainage density. Pair wise comparisons were carried out between each two factors and establish priorities among the elements in the hierarchy. Then weighting factors were obtained to be used in producing final karst potential map. Validation process and evaluation were carried out through checking the consistency factor which does not exceed the allowable percentage of 10%. It was concluded that using Analytical Hierarchy process is an important tool for multiple criteria decision-making and can be used effectively in geotechnical engineering application.

Keywords: Analytical Hierarchy process, pair wise comparison, multiple criteria decision-making, consistency ratio, Karst.

1- مقدمة :

يعتبر نموذج عملية التحليل الهرمي أحد نماذج القرار متعدد المعايير. حيث يستخدم هذا النموذج في اتخاذ القرارات بالنسبة للعديد من التطبيقات الهندسية ، التي تفترض المقارنة بين بدائل متعددة لإيجاد الحلول للمشاكل الجيوتكنيكية.

اجتذب هذا النموذج العديد من الباحثين لما يتمتع به من سهولة في الحصول على البيانات الضرورية لاستخدامه إضافة إلى خصائص النموذج الرياضي الذي يستخدمه.

2- أهمية البحث و مبرراته:

تم اختيار منطقة الدراسة باعتبار الاراضي المشكلة لمنطقة دمشق وغربها هي ذات تكوين كلسي بنسبة 70% و تعاني هذه الصخور من مشاكل التكهفات و الانحلال و الكارست وهي غير مدروسة بشكل كامل .

نظرا لمساهمة العديد من المعاملات في تطور الظواهر الكارستية و قلة الدراسات الكارستية في سوريا وبخاصة منطقة دمشق أو حدائة عهدا ، والكلفة الكبيرة لأعمال التحريات الحقلية الجيوتكنيكية والجيوفيزيائية للكشف عن المناطق المحتملة لوجود الكارست برزت الحاجة لفهم اكبر لعملية نشوء وتطور الكارست ، والنظر في إمكانية تكامل استخدام الطرائق الرياضية لتحديد المعاملات الاكثر اهمية التي تساهم في تطور العمليات الكارستية والنمذجة الهندسية بهدف تصنيف مناطق الخطورة المحتملة على شكل خرائط مكانية احتمالية بهدف تضييق نطاق التحريات الحقلية وتخفيض كلفتها.

تم اختيار موضوع البحث لإمكانية استخدام طريقة التحليل الهرمي في تحديد المعاملات المؤثرة على تطور العمليات الكارستية وفق درجة خطورتها ومساهمتها في تطور الظواهر الكارستية ضمن منطقة الدراسة واعتماد درجة أهمية كل معامل كمدخل أساسي في عمليات النمذجة الهندسية باستخدام برنامج ArcGIS بهدف كشف امتدادات التكهفات المحتملة وتصنيفها.

تطلب انشاء الخرائط الاحتمالية لتوزع الكارست بناء نموذج عملية التحليل الهرمي لتحديد الأولويات واستخلاص درجات الاهمية بين المعاملات التي تدخل بالدراسة وتبسيط إجراء التفاضل بينها باستخدام المقارنة الثنائية بين كل العوامل قيد البحث.

سيتم التركيز على العوامل المساهمة في نشوء وتطور الكارست كأحد التطبيقات الجيوتكنيكية التي يمكن لنموذج عملية التحليل الهرمي أن يحدد بشكل موضوعي مساهمة كل منها في نشوء و تطور هذه الظاهرة.

3 - الهدف من البحث:

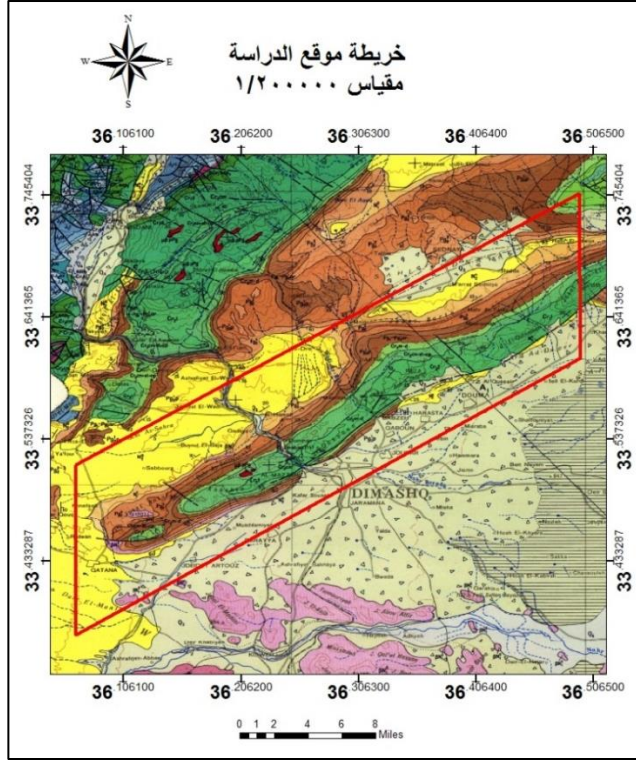
إن الهدف الرئيسي من هذا البحث هو التعرف على منهجية استخدام طريقة التحليل الهرمي وتطبيقاتها في مجال الهندسة الجيوتكنيكية.

4- مواد و طرائق البحث:

4-1- منطقة الدراسة:

تتوضع منطقة الدراسة بين خطي طول 36.065060 و 36.495668 وخطي عرض 33.746993 و 33.369897 و مساحة اجمالية 635.121092 كم² (الشكل 1) .

تمتد منطقة الدراسة من شرق برزة مرورا ببرزة ثم ركن الدين فالشيخ محي الدين ثم بالمهاجرين فقصر تشرين ووادي بردى ثم قصر الشعب وصولا للمزة 86 ثم قطنا.



الشكل (1) موقع منطقة الدراسة مقياس 1/200000

4-2- البيانات و البرامج المستخدمة:

تم الاعتماد على برنامجي Microsoft Excel و برنامج ArcGIS 10.3 في عملية تحليل البيانات واستعراض وتصنيف المعاملات التي تدخل بالدراسة.

تم استخدام الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية التي تغطي منطقة الدراسة بمقياس 1/50000 المعتمدة من قبل المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية في سوريا لاستخلاص بيانات الليتولوجيا و توزيع الشقوق ، وجرى استخراج نموذج الارتفاع الرقمي بالتعاون مع المؤسسة العامة للاستشعار عن بعد وتوليد بيانات الارتفاع والمسيلات المائية منه. تم الحصول على بيانات الهطول المطري ضمن منطقتي الدراسة عن طريق موقع Google earth engine بدقة 1 كم.

4-3- إعداد البيانات الخاصة بمنطقة الدراسة لاستخدامها في النموذج الرياضي

تم القيام باستخدام برنامج ArcGIS 10.3 لتوليد خرائط كثافة التصريف و كثافة الشقوق، ومن ثم إعادة تصنيف البيانات ضمن كل خريطة إلى 5 مستويات ذات تقسيمات متساوية بهدف سهولة إجراء المقارنات الثنائية بين العوامل المساهمة في نشوء وتطور الكارست باستخدام طريقة التحليل الهرمي للوصول لتحديد درجة مساهمة كل منها في تطور نشوء هذه الظاهرة.

4-3-1 الليتولوجيا : وهو العلم الذي يدرس تكوين وتركيب الطبقات الصخرية المكونة للقشرة الأرضية وعلاقتها مع بعضها من حيث الوضع والعمر.

الجدول (1) تصنيف بيانات الليتولوجيا قيد الدراسة

الليتولوجيا
لحقيات و غضار
كلسي غضاري
كلسي
كلسي و كلسي مغنيزي (كلس ودولوميت)
كلسي سيليكاتي (سيليكسيت)

4-3-1 كثافة الشقوق : وهي حاصل قسمة أطوال الشقوق ضمن منطقة الدراسة على مساحة منطقة الدراسة.

الجدول (2) تصنيف بيانات كثافة الشقوق قيد الدراسة

كثافة الشقوق (KM^{-1})
0 - 43.28
43.28 - 86.55
86.55 - 129.83
129.83 - 173.10
173.10 - 216.38

1-3-4 الهطول المطري : وهي البيانات الخاصة بالهطول المطري ضمن منطقة الدراسة والمستخرجة باستخدام موقع google earth engine بدقة ا كم.

الجدول (3) تصنيف بيانات الهطول المطري قيد الدراسة

الهطول المطري (مم)
12.42 - 16.10
16.10 - 19.78
19.78 - 23.47
23.47 - 27.15
27.15 - 30.83

1-3-4 كثافة التصريف (السطحي): وتعتبر عن مجموع اطوال الانهار والجدول في حوض التصريف مقسوما على المساحة الاجمالية للحوض.

الجدول (4) تصنيف بيانات كثافة التصريف قيد الدراسة

كثافة التصريف (KM ⁻¹)
4.45 - 5.56
3.35 - 4.45
2.25 - 3.35
1.14 - 2.25
0.04 - 1.14

1-3-4 الارتفاع : وهي القيم المستخرجة من نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) الصادرة عن المؤسسة العامة للاستشعار عن بعد .

الجدول (5) تصنيف بيانات الارتفاع قيد الدراسة

الارتفاع (م)
593 - 760.4
760.40 - 927.8
927.80 - 1,095.2
1,095.20 - 1,262.6
1,262.60 - 1,430

طريقة التحليل الهرمي AHP:

تعد طريقة التحليل الهرمي من الطرق متعددة الاهداف لاتخاذ القرارات تتيح الوصول الى مجموعة من الخيارات ناتجة عن مجموعة من البدائل [14]. لتطبيق هذه الطريقة من الضروري تفكيك المشكلة المعقدة عديمة البنية الى معاملات المكونة وترتيب هذه المعاملات وفق ترتيب هرمي وتخصيص قيم رياضية بناء على الحكم الموجه لمعامل اهمية كل عامل. وبناء القرار لتحديد الاولوية التي يجب ان تخصص لهذه العوامل [15].

عند بناء مصفوفة مقارنة ثنائية الأزواج فإن كل معامل يتم نسبه مقارنة مع كل معامل اخر بإعطائه قيمة نسبية مسيطرة بين 1 ل 9 للخلية المتقاطعة (جدول 6) . [2]

عندما يكون المعامل على المحور الرأسي اكثر اهمية من المعامل على المحور الافقي تتراوح هذه القيمة بين 1 ل 9 وعلى العكس تتراوح هذه القيمة بين $\frac{1}{2}$ ل $\frac{1}{9}$ (جدول 8). في هذه التقنية يحدد تأثير كل معامل على عملية حدوث الكارست بشكل نسبي مع المعاملات الاخرى عن طريق اجراء مقارنة ثنائية لتحديد تأثير البارامترات على خريطة الكارست المحتملة. عادة فإن تحديد قيم البارامترات نسبة للبارامترات الاخرى هي حالة تعتمد على الخيارات المتاحة لمتخذ القرار. وكنتيجة لذلك تم تحديد القيم الدقيقة لأوزان البيانات الارضية الحقيقية (الجدول 7 و 8) . [6]

4-3- خطوات عملية التحليل الهرمي :

1- يتم تجزئة المشكلة قيد الدراسة إلى مجموعة من المعاملات ثم يتم وضع النموذج المعبر عن المشكلة ثم القيام بإجراء المقارنة الثنائية وتعيين درجة أهميتها من قبل عدد من الأساتذة الجامعيين المختصين بدراسة وتقييم أسباب انتشار الظواهر الكارستية في الجمهورية العربية السورية (الجدول رقم 7) [1]

الجدول (6) مقياس عملية التحليل الهرمي [2]

التفسير	التعريف	درجة الأهمية
كلا المعيارين يساهمان بدرجة متساوية في تحقيق الهدف	أهمية متساوية	1
أحد المعيارين مفضل قليلا عن الآخر	أهمية ضعيفة	3
أحد المعيارين تفوق اهميته أهمية المعيار الآخر بدرجة كبيرة	أهمية قوية	5
أحد المعيارين تفوق اهميته أهمية المعيار الآخر بدرجة كبيرة جدا	أهمية قوية جدا	7
أحد المعيارين تفوق اهميته أهمية المعيار الآخر بشكل مطلق	أهمية مطلقة	9
اهمية وسطية بين القيم أعلاه		2-4-6-8

الجدول (7) مقياس عملية التحليل الهرمي

مقياس الأهمية	المعامل	
	أيهما أكثر أهمية أ - ب	ب أ
2	أ	كثافة الشقوق
3	أ	الهطول المطري
5	أ	الارتفاع
7	أ	كثافة التصريف
3	أ	الهطول المطري
5	أ	الارتفاع
7	أ	كثافة التصريف
3	أ	الارتفاع
5	أ	كثافة التصريف
3	أ	كثافة التصريف

2- يتم تشكيل مصفوفة المقارنات الزوجية لكل معامل حيث تكون قيم قطرها الرئيسي واحدة على اعتبار مقارنة العنصر بذاته، و يتم تقدير قيم العناصر الواقعة اعلى القطر الرئيسي بناء على رأي الخبراء بينما يتم حساب العناصر الواقعة أسفل القطر الرئيسي بناء على العلاقة التالية : [2]

$$A_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

حيث A عنصر في الصف i والعمود j في المصفوفة.

الجدول (8) مصفوفة المقارنات الزوجية

المعامل	أ	ب	ج	د	هـ
الليتلوجيا (أ)	1	2	3	5	7
كثافة الشقوق (ب)	0.50	1	3	5	7
الهطول المطري (ج)	0.33	0.33	1	3	5
الارتفاع (د)	0.20	0.20	0.33	1	3
كثافة التصريف (هـ)	0.14	0.14	0.20	0.33	1

3- الحصول على مجموع قيم كل عمود ضمن مصفوفة المقارنات الزوجية [1].

الجدول (9) حساب مجموع الأعمدة في مصفوفة المقارنة الزوجية

المعامل	أ	ب	ج	د	هـ
الليتلوجيا (أ)	1	2	3	5	7
كثافة الشقوق (ب)	0.50	1	3	5	7
الهطول المطري (ج)	0.33	0.33	1	3	5
الارتفاع (د)	0.20	0.20	0.33	1	3
كثافة التصريف (هـ)	0.14	0.14	0.20	0.33	1
المجموع	2.18	3.68	7.53	14.33	23.00

4- استخلاص مصفوفة المعايرة الخاصة بمصفوفة المقارنة الزوجية : وذلك عن طريق قسمة قيم عناصر كل عمود ضمن المصفوفة على مجموع العمود المنتمي إليه [1].

الجدول (10) مصفوفة المعايرة

المعامل	أ	ب	ج	د	هـ
الليتلوجيا (أ)	0.46	0.54	0.40	0.35	0.30
كثافة الشقوق (ب)	0.23	0.27	0.40	0.35	0.30
الهطول المطري (ج)	0.15	0.09	0.13	0.21	0.22
الارتفاع (د)	0.09	0.05	0.04	0.07	0.13
كثافة التصريف (هـ)	0.07	0.04	0.03	0.02	0.04

5- تحديد قيم الأوزان النسبية لكل صف في مصفوفة المعايرة: عن طريق جمع قيم كل صف وقسمتها على عددها، ويحدد الناتج المتجه الذاتي الذي يعين الأهمية النسبية لكل معامل [2].

الجدول (11) حساب الأوزان النسبية لمصفوف المصفوفة

المعامل	أ	ب	ج	د	هـ	المجموع	المتوسط
الليتلوجيا (أ)	0.46	0.54	0.40	0.35	0.30	2.05	0.41
كثافة الشقوق (ب)	0.23	0.27	0.40	0.35	0.30	1.55	0.31
الهطول المطري (ج)	0.15	0.09	0.13	0.21	0.22	0.80	0.16
الارتفاع (د)	0.09	0.05	0.04	0.07	0.13	0.39	0.08
كثافة التصريف (ز)	0.07	0.04	0.03	0.02	0.04	0.20	0.04

يمثل المتوسط في الجدول 12 نتائج حساب عوامل الأهمية لمصفوفة المعاملات المساهمة بتشكيل الكارست:

الجدول (12) مقياس عملية التحليل الهرمي

المعامل	معامل الأهمية
الليتلوجيا (أ)	0.41
كثافة الشقوق (ب)	0.31
الهطول المطري (ج)	0.16
الارتفاع (د)	0.08
كثافة التصريف (ز)	0.04

6- تحديد قيمة معامل التجانس (ثبات مصفوفة المقارنات الزوجية): للتحقق من التوافق في تقديرات الخبير، حيث لا يسمح بنسبة تناقض بتقديراته تتجاوز قيمة 10%، وإلا ينبغي إعادة النظر في تقديرات الخبير. ويتم حسابه وفق الخطوات التالية: [1].

حساب المتوسط الحسابي الاعظمي λ_{max} عن طريق جداء كل عمود في مصفوفة المقارنات الزوجية (مصفوفة المعايرة) الجدول (10) بمعامل الأهمية الموافق لها في الجدول (11) ثم قسمة مجموع الأسطر على معامل الأهمية الموافق للسطر كما يبين الجدول (13)

الجدول (13) حساب قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي

المعامل	أ	ب	ج	د	هـ	معامل الأهمية	consistency measure
الليتلوجيا (أ)	1	2	3	5	7	0.41	5.309
كثافة الشقوق (ب)	0.50	1	3	5	7	0.31	5.362
الهطول المطري (ج)	0.33	0.33	1	3	5	0.16	5.188
الارتفاع (د)	0.20	0.20	0.33	1	3	0.08	5.050
كثافة التصريف (ز)	0.14	0.14	0.20	0.33	1	0.04	5.077
المتوسط الحسابي							5.197

ثم حساب المتوسط الحسابي للقيم الناتجة في الخطوة السابقة وهو يمثل λ_{max}

$$\lambda_{max} = 5.197$$

تجدر الإشارة لوجود عدة طرق لإيجاد المتوسط الحسابي الاعظمي ومنها طريقة المتوسط الموزون وغيرها.

- حساب مؤشر الثبات (consistency index) CI : ويتم حسابه بناء على قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي λ_{max} وعلى مرتبة المصفوفة n وفق العلاقة:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{5.197 - 5}{5 - 1} = 0.049$$

- اختيار القيمة المناسبة لمؤشر الثبات العشوائي (RI) من خلال استخدام الجدول الذي وضعه Saaty.

الجدول (14) مؤشر الثبات العشوائي (Random Consistency index) [2]

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	n
1.49	1.46	1.41	1.32	1.24	1.12	0.9	0.58	0	0	CI

- حساب قيمة معامل التجانس (consistency Ratio) CR : وهو حاصل قسمة مؤشر الثبات على مؤشر الثبات العشوائي وفق العلاقة التالية :

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.049}{1.12} = 0.044 < 0.10$$

لا تتوقف امكانيات استخدام عملية التحليل الهرمي في تحديد المعامل الأشد خطورة انما تتعداها الى قابلية استخدامها في تقييم تقديرات الخبراء في تحديد معاملات الأهمية، فإذا لم تتجاوز قيمة 10% تكون تقديرات الخبير مقبولة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن عملية التحليل الهرمي تعدّ إحدى تقنيات اتخاذ القرارات متعددة المعايير، وهناك العديد من الأبحاث التي تجرى لتطويرها وتحسين دقة نتائجها، و إن استخدام تقنية أخرى لتحديد درجة الأهمية النسبية قد يعطي نتائج مختلفة عن نتائج تطبيق عملية التحليل الهرمي.

• 7- النتائج و المناقشة:

7-1- النتائج :

في هذا المنحى سنقوم بعرض النتائج التي تم الحصول عليها من تطبيق عملية التحليل الهرمي وفق التسلسل المذكور في خطوات عملية التحليل الهرمي لكل عامل من العوامل المساهمة بتشكيل المظاهر الكارستية قيد البحث وهذه النتائج هي :

7-1-1- الليتولوجيا : وتتضمن النتائج تحديد مقياس الأهمية النسبية لليتولوجيا

الجدول (15) مقياس عملية التحليل الهرمي بالنسبة لليتولوجيا

مقياس الأهمية	ايهما أكثر أهمية		المعامل
	أ - ب	ب	
3	ب	ب	كلسي غضاري
5	ب	ب	كلسي
7	ب	ب	كلسي و كلسي مغنيزي (كلس ودولوميت)
9	ب	ب	كلسي سيليكاتي (سيليكسيت)

ثم القيام بتشكيل مصفوفة المقارنات الزوجية وحساب مجموع أعمدها

الجدول (16) مصفوفة المقارنة الزوجية لمعامل الليتولوجيا

هـ	د	ج	ب	أ	الليتولوجيا	
0.11	0.14	0.20	0.33	1	لحقيات وعضار	أ
0.14	0.20	0.33	1	3	كلسي عضاري	ب
0.20	0.33	1	3	5	كلسي	ج
0.33	1	3	5	7	كلسي و كلسي مغنيزي (كلس ودولوميت)	د
1	3	5	7	9	كلسي سيليكاتي (سيليكسيت)	هـ
1.78	4.67	9.53	16.33	25	المجموع	

ثم استخلاص مصفوفة المعايرة الخاصة بمصفوفة المقارنة الزوجية : وذلك عن طريق
قسمة قيم عناصر كل عمود ضمن المصفوفة على مجموع العمود المنتمي إليه

الجدول (17) مصفوفة المعايرة لمعامل الليتولوجيا

هـ	د	ج	ب	أ	المعامل
0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	لحقيات وعضار (أ)
0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	كلسي عضاري (ب)
0.11	0.07	0.10	0.18	0.2	كلسي (ج)
0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	كلسي و كلسي مغنيزي (كلس ودولوميت) (د)
0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	كلسي سيليكاتي (سيليكسيت) (هـ)

ثم تحديد قيم الأوزان النسبية لكل صف في مصفوفة المعايرة: عن طريق جمع قيم كل
صف وقسمتها على عددها، ويحدد الناتج المتجه الذاتي الذي يعين الأهمية النسبية
لكل معامل [2].

الجدول (18) حساب الأوزان النسبية لصفوف مصفوفة الليتولوجيا

الليتولوجيا	أ	ب	ج	د	هـ	المجموع	الوزن %
لحقيات و غضار (أ)	0.04	0.02	0.02	0.03	0.06	0.17	3.48
كلسي غضاري (ب)	0.12	0.06	0.03	0.04	0.08	0.34	6.78
كلسي (ج)	0.2	0.18	0.10	0.07	0.11	0.67	13.44
كلسي و كلسي مغنيزي (كلس ودولوميت) (د)	0.28	0.31	0.31	0.21	0.19	1.30	26.02
كلسي سيليكاتي (سيليكسيت) (هـ)	0.36	0.43	0.52	0.64	0.56	2.51	50.28

حساب المتوسط الحسابي الاعظمي λ_{max} عن طريق جداء كل عمود في مصفوفة المقارنات الزوجية (مصفوفة المعايرة) الجدول (17) بمعامل الأهمية الموافق لها في الجدول (18) ثم قسمة مجموع الأسطر على معامل الأهمية الموافق للسطر كما يبين الجدول (19)

الجدول (19) حساب قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي

المعامل	أ	ب	ج	د	هـ	معامل الأهمية	consistency measure
لحقيات و غضار (أ)	1	0.33	0.20	0.14	0.11	0.03	5.09
كلسي غضاري (ب)	3	1	0.33	0.20	0.14	0.07	5.03
كلسي (ج)	5	3	1	0.33	0.20	0.13	5.20
كلسي و كلسي مغنيزي (كلس ودولوميت) (د)	7	5	3	1	0.33	0.26	5.43
كلسي سيليكاتي (سيليكسيت) (هـ)	9	7	5	3	1	0.50	5.46
المتوسط الحسابي λ_{max}							5.24

ثم حساب المتوسط الحسابي للقيم الناتجة في الخطوة السابقة وهو يمثل λ_{max}

$$\lambda_{max} = 5.24$$

ثم حساب مؤشر الثبات (consistency index) بناء على قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي λ_{max} وعلى مرتبة المصفوفة n وفق العلاقة:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{5.24 - 5}{5 - 1} = 0.06$$

حساب قيمة معامل التجانس (consistency Ratio) CR : وهو حاصل قسمة مؤشر الثبات على مؤشر الثبات العشوائي (من الجدول 14) وفق العلاقة التالية :

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.06}{1.12} = 0.054 < 0.10$$

7-1-2- كثافة الشقوق : وتتضمن النتائج تحديد مقياس الأهمية النسبية لكثافة الشقوق

الجدول (20) مقياس عملية التحليل الهرمي بالنسبة لكثافة الشقوق

مقياس الأهمية	المعامل	
	أ - ب	ب
3	ب	43.28 - 86.55
5	ب	86.55 - 129.83
7	ب	129.83 - 173.10
9	ب	173.10 - 216.38

ثم القيام بتشكيل مصفوفة المقارنات الزوجية وحساب مجموع أعمدها

الجدول (21) مصفوفة المقارنة الزوجية لمعامل كثافة الشقوق

هـ	د	ج	ب	أ	كثافة الشقوق	
0.11	0.14	0.20	0.33	1	0 - 43.28	أ
0.14	0.20	0.33	1	3	43.28 - 86.55	ب
0.20	0.33	1	3	5	86.55 - 129.83	ج
0.33	1	3	5	7	129.83 - 173.10	د
1	3	5	7	9	173.10 - 216.38	هـ
1.78	4.67	9.53	16.33	25	المجموع	

ثم استخلاص مصفوفة المعايير الخاصة بمصفوفة المقارنة الزوجية : وذلك عن طريق
قسمة قيم عناصر كل عمود ضمن المصفوفة على مجموع العمود المنتمي إليه

الجدول (22) مصفوفة المعايير لمعامل كثافة الشقوق

هـ	د	ج	ب	أ	المعامل
0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	(أ) 0 - 43.28
0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	(ب) 43.28 - 86.55
0.11	0.07	0.10	0.18	0.2	(ج) 86.55 - 129.83
0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	(د) 129.83 - 173.10
0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	(هـ) 173.10 - 216.38

ثم تحديد قيم الأوزان النسبية لكل صف في مصفوفة المعايير: عن طريق جمع قيم كل
صف وقسمتها على عددها، ويحدد الناتج المتجه الذاتي الذي يعين الأهمية النسبية
لكل معامل [2].

الجدول (23) حساب الأوزان النسبية لصفوف مصفوفة كثافة الشقوق

الوزن %	المجموع	هـ	د	ج	ب	أ	كثافة الشقوق
3.48	0.17	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	(أ) 0 - 43.28
6.78	0.34	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	(ب) 43.28 - 86.55
13.44	0.67	0.11	0.07	0.10	0.18	0.2	(ج) 86.55 - 129.83
26.02	1.30	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	(د) 129.83 - 173.10
50.28	2.51	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	(هـ) 173.10 - 216.38

حساب المتوسط الحسابي الاعظمي λ_{max} عن طريق جداء كل عمود في مصفوفة المقارنات الزوجية (مصفوفة المعايرة) الجدول (22) بمعامل الأهمية الموافق لها في الجدول (23) ثم قسمة مجموع الأسطر على معامل الأهمية الموافق للسطر كما يبين الجدول (24)

الجدول (24) حساب قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي

consistency measure	معامل الأهمية	هـ	د	ج	ب	أ	المعامل
5.09	0.03	0.11	0.14	0.20	0.33	1	(أ) 0 - 43.28
5.03	0.07	0.14	0.20	0.33	1	3	(ب) 43.28 - 86.55
5.20	0.13	0.20	0.33	1	3	5	(ج) 86.55 - 129.83
5.43	0.26	0.33	1	3	5	7	(د) 129.83 - 173.10
5.46	0.50	1	3	5	7	9	(هـ) 173.10 - 216.38
5.24	المتوسط الحسابي λ_{max}						

ثم حساب المتوسط الحسابي للقيم الناتجة في الخطوة السابقة وهو يمثل λ_{max}

$$\lambda_{max} = 5.24$$

ثم حساب مؤشر الثبات (consistency index) بناء على قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي λ_{max} وعلى مرتبة المصفوفة n وفق العلاقة:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{5.24 - 5}{5 - 1} = 0.06$$

حساب قيمة معامل التجانس (consistency Ratio) CR : وهو حاصل قسمة مؤشر الثبات على مؤشر الثبات العشوائي (من الجدول 14) وفق العلاقة التالية :

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.06}{1.12} = 0.054 < 0.10$$

7-1-3- الهطول المطري : وتتضمن النتائج تحديد مقياس الأهمية النسبية للهطول المطري

الجدول (25) مقياس عملية التحليل الهرمي بالنسبة للهطول المطري

مقياس الأهمية	المعامل	
	أ - ب	ب
3	ب	16.10 - 19.78
5	ب	19.78 - 23.47
7	ب	23.47 - 27.15
9	ب	27.15 - 30.83

ثم القيام بتشكيل مصفوفة المقارنات الزوجية وحساب مجموع أعمدها

الجدول (26) مصفوفة المقارنة الزوجية لمعامل الهطول المطري

هـ	د	ج	ب	أ	الهطول المطري	
0.11	0.14	0.20	0.33	1	12.42 - 16.10	أ
0.14	0.20	0.33	1	3	16.10 - 19.78	ب
0.20	0.33	1	3	5	19.78 - 23.47	ج
0.33	1	3	5	7	23.47 - 27.15	د
1	3	5	7	9	27.15 - 30.83	هـ
1.78	4.67	9.53	16.33	25	المجموع	

ثم استخلاص مصفوفة المعايير الخاصة بمصفوفة المقارنة الزوجية : وذلك عن طريق
قسمة قيم عناصر كل عمود ضمن المصفوفة على مجموع العمود المنتمي إليه

الجدول (27) مصفوفة المعايير لمعامل الهطول المطري

هـ	د	ج	ب	أ	المعامل
0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	(أ) 12.42 - 16.10
0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	(ب) 16.10 - 19.78
0.11	0.07	0.10	0.18	0.2	(ج) 19.78 - 23.47
0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	(د) 23.47 - 27.15
0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	(هـ) 27.15 - 30.83

ثم تحديد قيم الأوزان النسبية لكل صف في مصفوفة المعايير: عن طريق جمع قيم كل صف وقسمتها على عددها، ويحدد الناتج المتجه الذاتي الذي يعين الأهمية النسبية لكل معامل [2].

الجدول (28) حساب الأوزان النسبية لصفوف مصفوفة الهطول المطري

الوزن %	المجموع	هـ	د	ج	ب	أ	الهطول المطري
3.48	0.17	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	(أ) 12.42 - 16.10
6.78	0.34	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	(ب) 16.10 - 19.78
13.44	0.67	0.11	0.07	0.10	0.18	0.2	(ج) 19.78 - 23.47
26.02	1.30	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	(د) 23.47 - 27.15
50.28	2.51	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	(هـ) 27.15 - 30.83

حساب المتوسط الحسابي الاعظمي λ_{max} عن طريق جداء كل عمود في مصفوفة المقارنات الزوجية (مصفوفة المعايرة) الجدول (27) بمعامل الأهمية الموافق لها في الجدول (28) ثم قسمة مجموع الأسطر على معامل الأهمية الموافق للسطر كما يبين الجدول (29)

الجدول (29) حساب قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي

consistency measure	معامل الأهمية	هـ	د	ج	ب	أ	المعامل
5.09	0.03	0.11	0.14	0.20	0.33	1	(أ) 12.42 - 16.10
5.03	0.07	0.14	0.20	0.33	1	3	(ب) 16.10 - 19.78
5.20	0.13	0.20	0.33	1	3	5	(ج) 19.78 - 23.47
5.43	0.26	0.33	1	3	5	7	(د) 23.47 - 27.15
5.46	0.50	1	3	5	7	9	(هـ) 27.15 - 30.83
5.24	المتوسط الحسابي λ_{max}						

ثم حساب المتوسط الحسابي للقيم الناتجة في الخطوة السابقة وهو يمثل λ_{max}

$$\lambda_{max} = 5.24$$

ثم حساب مؤشر الثبات (consistency index) بناء على قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي λ_{max} وعلى مرتبة المصفوفة n وفق العلاقة:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{5.24 - 5}{5 - 1} = 0.06$$

حساب قيمة معامل التجانس (consistency Ratio) CR : وهو حاصل قسمة مؤشر الثبات على مؤشر الثبات العشوائي (من الجدول 14) وفق العلاقة التالية :

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.06}{1.12} = 0.054 < 0.10$$

7-1-4- الارتفاع : وتتضمن النتائج تحديد مقياس الأهمية النسبية للارتفاع

الجدول (30) مقياس عملية التحليل الهرمي بالنسبة للارتفاع

مقياس الأهمية	المعامل	
	أ - ب	ب
3	ب	760.40 - 927.8
5	ب	927.80 - 1,095.2
7	ب	1,095.20 - 1,262.6
9	ب	1,262.60 - 1,430

ثم القيام بتشكيل مصفوفة المقارنات الزوجية وحساب مجموع أعمدها

الجدول (31) مصفوفة المقارنة الزوجية لمعامل الارتفاع

هـ	د	ج	ب	أ	الارتفاع	
0.11	0.14	0.20	0.33	1	593 - 760.4	أ
0.14	0.20	0.33	1	3	760.40 - 927.8	ب
0.20	0.33	1	3	5	927.80 - 1,095.2	ج
0.33	1	3	5	7	1,095.20 - 1,262.6	د
1	3	5	7	9	1,262.60 - 1,430	هـ
1.78	4.67	9.53	16.33	25	المجموع	

ثم استخلاص مصفوفة المعايير الخاصة بمصفوفة المقارنة الزوجية : وذلك عن طريق
قسمة قيم عناصر كل عمود ضمن المصفوفة على مجموع العمود المنتمي إليه

الجدول (32) مصفوفة المعايير لمعامل الارتفاع

هـ	د	ج	ب	أ	المعامل
0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	(أ) 593 - 760.4
0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	(ب) 760.40 - 927.8
0.11	0.07	0.10	0.18	0.2	(ج) 927.80 - 1,095.2
0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	(د) 1,095.20 - 1,262.6
0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	(هـ) 1,262.60 - 1,430

ثم تحديد قيم الأوزان النسبية لكل صف في مصفوفة المعايير: عن طريق جمع قيم كل صف وقسمتها على عددها، ويحدد الناتج المتجه الذاتي الذي يعين الأهمية النسبية لكل معامل [2].

الجدول (33) حساب الأوزان النسبية لصفوف مصفوفة الارتفاع

الارتفاع	أ	ب	ج	د	هـ	المجموع	الوزن %
(أ) 593 - 760.4	0.04	0.02	0.02	0.03	0.06	0.17	3.48
(ب) 760.40 - 927.8	0.12	0.06	0.03	0.04	0.08	0.34	6.78
(ج) 927.80 - 1,095.2	0.2	0.18	0.10	0.07	0.11	0.67	13.44
(د) 1,095.20 - 1,262.6	0.28	0.31	0.31	0.21	0.19	1.30	26.02
(هـ) 1,262.60 - 1,430	0.36	0.43	0.52	0.64	0.56	2.51	50.28

حساب المتوسط الحسابي الاعظمي λ_{max} عن طريق جداء كل عمود في مصفوفة المقارنات الزوجية (مصفوفة المعايرة) الجدول (32) بمعامل الأهمية الموافق لها في الجدول (33) ثم قسمة مجموع الأسطر على معامل الأهمية الموافق للسطر كما يبين الجدول (34)

الجدول (34) حساب قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي

المعامل	أ	ب	ج	د	هـ	معامل الأهمية	consistency measure
(أ) 593 - 760.4	1	0.33	0.20	0.14	0.11	0.03	5.09
(ب) 760.40 - 927.8	3	1	0.33	0.20	0.14	0.07	5.03
(ج) 927.80 - 1,095.2	5	3	1	0.33	0.20	0.13	5.20
(د) 1,095.20 - 1,262.6	7	5	3	1	0.33	0.26	5.43
(هـ) 1,262.60 - 1,430	9	7	5	3	1	0.50	5.46
المتوسط الحسابي λ_{max}							5.24

ثم حساب المتوسط الحسابي للقيم الناتجة في الخطوة السابقة وهو يمثل λ_{max}

$$\lambda_{max} = 5.24$$

ثم حساب مؤشر الثبات (consistency index) بناء على قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي λ_{max} وعلى مرتبة المصفوفة n وفق العلاقة:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{5.24 - 5}{5 - 1} = 0.06$$

حساب قيمة معامل التجانس (consistency Ratio) CR : وهو حاصل قسمة مؤشر الثبات على مؤشر الثبات العشوائي (من الجدول 14) وفق العلاقة التالية :

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.06}{1.12} = 0.054 < 0.10$$

7-1-5- كثافة التصريف : وتتضمن النتائج تحديد مقياس الأهمية النسبية لكثافة التصريف

الجدول (35) مقياس عملية التحليل الهرمي بالنسبة لكثافة التصريف

مقياس الأهمية	المعامل	
	أ - ب	ب
3	ب	3.35 - 4.45
5	ب	2.25 - 3.35
7	ب	1.14 - 2.25
9	ب	0.04 - 1.14

ثم القيام بتشكيل مصفوفة المقارنات الزوجية وحساب مجموع أعمدها

الجدول (36) مصفوفة المقارنة الزوجية لمعامل كثافة التصريف

هـ	د	ج	ب	أ	كثافة التصريف	
0.11	0.14	0.20	0.33	1	4.45 - 5.56	أ
0.14	0.20	0.33	1	3	3.35 - 4.45	ب
0.20	0.33	1	3	5	2.25 - 3.35	ج
0.33	1	3	5	7	1.14 - 2.25	د
1	3	5	7	9	0.04 - 1.14	هـ
1.78	4.67	9.53	16.33	25	المجموع	

ثم استخلاص مصفوفة المعايير الخاصة بمصفوفة المقارنة الزوجية : وذلك عن طريق
قسمة قيم عناصر كل عمود ضمن المصفوفة على مجموع العمود المنتمي إليه

الجدول (37) مصفوفة المعايير لمعامل كثافة التصريف

هـ	د	ج	ب	أ	المعامل
0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	(أ) 4.45 - 5.56
0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	(ب) 3.35 - 4.45
0.11	0.07	0.10	0.18	0.2	(ج) 2.25 - 3.35
0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	(د) 1.14 - 2.25
0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	(هـ) 0.04 - 1.14

ثم تحديد قيم الأوزان النسبية لكل صف في مصفوفة المعايير: عن طريق جمع قيم كل صف وقسمتها على عددها، ويحدد الناتج المتجه الذاتي الذي يعين الأهمية النسبية لكل معامل [2].

الجدول (38) حساب الأوزان النسبية لصفوف مصفوفة كثافة التصريف

الوزن %	المجموع	هـ	د	ج	ب	أ	كثافة التصريف
3.48	0.17	0.06	0.03	0.02	0.02	0.04	(أ) 4.45 - 5.56
6.78	0.34	0.08	0.04	0.03	0.06	0.12	(ب) 3.35 - 4.45
13.44	0.67	0.11	0.07	0.10	0.18	0.2	(ج) 2.25 - 3.35
26.02	1.30	0.19	0.21	0.31	0.31	0.28	(د) 1.14 - 2.25
50.28	2.51	0.56	0.64	0.52	0.43	0.36	(هـ) 0.04 - 1.14

حساب المتوسط الحسابي الاعظمي λ_{max} عن طريق جداء كل عمود في مصفوفة المقارنات الزوجية (مصفوفة المعايرة) الجدول (37) بمعامل الأهمية الموافق لها في الجدول (38) ثم قسمة مجموع الأسطر على معامل الأهمية الموافق للسطر كما يبين الجدول (39)

الجدول (39) حساب قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي

consistency measure	معامل الأهمية	هـ	د	ج	ب	أ	المعامل
5.09	0.03	0.11	0.14	0.20	0.33	1	(أ) 4.45 - 5.56
5.03	0.07	0.14	0.20	0.33	1	3	(ب) 3.35 - 4.45
5.20	0.13	0.20	0.33	1	3	5	(ج) 2.25 - 3.35
5.43	0.26	0.33	1	3	5	7	(د) 1.14 - 2.25
5.46	0.50	1	3	5	7	9	(هـ) 0.04 - 1.14
5.24	المتوسط الحسابي λ_{max}						

ثم حساب المتوسط الحسابي للقيم الناتجة في الخطوة السابقة وهو يمثل λ_{max}

$$\lambda_{max} = 5.24$$

ثم حساب مؤشر الثبات (consistency index) بناء على قيمة المتوسط الحسابي الأعظمي λ_{max} وعلى مرتبة المصفوفة n وفق العلاقة:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{5.24 - 5}{5 - 1} = 0.06$$

حساب قيمة معامل التجانس (consistency Ratio) CR : وهو حاصل قسمة مؤشر الثبات على مؤشر الثبات العشوائي (من الجدول 14) وفق العلاقة التالية :

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.06}{1.12} = 0.054 < 0.10$$

7-2- المناقشة :

1. **الليتولوجيا** : يرتبط العامل الليتولوجي (ذو وزن 0.41) بقابلية التشكيلات الجيولوجية للذوبان بالمياه وتعد من أهم العوامل المساهمة بتشكيل الكارست. حيث يعد الحجر الكلسي و المارل والجص والحجر الكلسي الغضاري و الدولوميت من أكثر التشكيلات الجيولوجية القابلة للذوبان بالماء لذلك أعطيت القيم الموافقة لها بالأعمار الجيولوجية القيم الأعلى في تصنيف المعاملات المؤثرة بتشكيل الكارست . ان التشكيلات الاخرى تتضمن الحجر الرملي و الكونغلوميرات و اللحقيات الحديثة واعطيت القيم الادنى لمعاملات الأهمية .
2. **كثافة الشقوق** : تعبر الشقوق عن البنية الجيولوجية لما يدونها كالفوالق، و تعد ثاني ابرز المعاملات مساهمة بتشكيل الكارست (ذو وزن 0.31) حيث تساعد على نفوذية المياه إلى التشكيلات الجيولوجية الباطنية وبالتالي تسرع من عملية تشكل الكارست . تبين من خلال خريطة كثافة الشقوق المستخرجة عن طريق برنامج ARC GIS 10.3

9.3 ARC map (أمر كثافة الخطوط) و تصنيفها ضمن ملف الراستر وفق 5 تصنيفات من المنخفض جدا الى الكثيف جدا وفق حدود تصنيف الجدول رقم 2 ان المناطق التي لا تحتوي اي فوالق او شقوق هي ذات احتمالية منخفضة لوجود الكارست بينما المناطق ذات كثافة الشقوق الأكبر من المحتمل ان يبلغ فيها تطور الكارست حده الاعظمي.

3. **الهطول المطري** : يعتبر الهطول المطري واحد من ابرز العوامل المساهمة بتشكيل الكارست بوزن 16% في الخارطة النهائية المحتملة لحدوث الكارست . حيث يزداد احتمال حدوث الكارست بازدياد الهطول المطري نظرا لمساهمة المياه بتطور العمليات الكارستية في تطور المظاهر الكارستية.

4. **الارتفاع** : يعتبر الارتفاع من العوامل التي تتحكم في عملية نشوء وتطور الكارست بمساهمة تبلغ 8% من القيمة النهائية الاحتمالية لتشكيل الكارست. حيث يؤثر الارتفاع بصورة غير مباشرة على تشكل الكارست من خلال مساهمته ببقية العوامل المؤثرة . بزيادة الارتفاع يزداد احتمال نشوء الكارست (نتيجة زيادة التدرج الهيدروليكي والهطول المطري اللذان يلعبان دور كبير في ازدياد شدة تطور العمليات الكارستية) بينما ينخفض هذا الأثر بنقصان الارتفاع .

5. **كثافة التصريف** : تعبر كثافة التصريف عن كفاءة او ضعف تصريف المياه بالحوض عن طريق الاقنية المائية حيث تساهم بوزن 4% من القيمة النهائية للمعاملات المشكلة للكارست . بازدياد كثافة التصريف ينخفض معدل تسرب المياه وبالتالي تضعف قابلية تشكل الكارست والعكس بالعكس.

8- الاستنتاجات:

من خلال ما سبق يمكننا القول أن الدراسة أوضحت ما يلي:

- أوضحت الدراسة أهمية وفاعلية استخدام عملية التحليل الهرمي في حل واحدة من أهم مسائل الهندسة الجيوتكنيكية وإمكانية توليدها لمعاملات الأهمية لكل من العوامل المؤثرة في تطورها.
- بين البحث إمكانية التحقق بشكل جيد من القيم النهائية لمعاملات الأهمية الناتجة عن الدراسة و مدخلات المقارنة النسبية للمعاملات عبر حساب مؤشر الثبات لها.
- تشكل الليتولوجيا المعامل الأكثر تأثيرا في نشوء وتطور الكارست حيث تبلغ نسبتها 41% مقارنة مع باقي المعاملات. حيث تلعب أنواع الصخور وقابليتها للانحلال بالماء الدور الأبرز في نشوء وتطور المظاهر الكارستية .
- بلغت الأهمية النسبية لكثافة الشقوق 31% من مجموع القيم النهائية المشكلة للكارست ضمن منطقة الدراسة حيث تتميز المناطق القريبة من الشقوق والقوق باحتمالية أكبر لنشوء وتطور الكارست.
- يعتبر الهطول المطري من العوامل الهامة بتشكيل وتطور المظاهر الكارستية حيث بلغت نبة مساهمته 16% من مساهمة العوامل الداخلة بالدراسة والتي بزيادتها يزداد احتمال وجود الكارست.
- كلما زاد الارتفاع و كثافة التصريف كلما كان احتمال تشكل وتطور الكارست أكبر حيث أوضحت الدراسة مساهمتهما ب 8% ، 4% من القيم المؤثرة على تشكل الكارست على الترتيب.

References : المراجع العلمية :

[1] Saaty, T.L. 1980 - The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, New York. pp. 1-380.

[2] R.W.SAATY, 1987- THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS-WHAT IT IS AND HOW IT IS USED, **Mathl Modelling**, Vol. 9, No. 3-5, pp. 161-176.

[3] Masoomeh Rajabi, Asadollah Hejazi, Somayeh Almasi Ghobadian, 2017- Zonation of Superficial Karst Development Using Fuzzy Logic Method (Case Study: Shirez Karstic Masses), **Specialty Journal of Geographical and Environmental Science**, Vol, 1 (1):50-59

[4]A. H. Cooper 2007 “The GIS approach to evaporite-karst geohazards in Great Britain”, **Environ Geol**, vol 17 , pp 386-398.

[5]Paulo Galvão & Todd Halihan & Ricardo Hirata 2015 “Evaluating karst geotechnical risk in the urbanized area of Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil”, **Hydrogeology Journal**, vol 2: pp223-238

[6]Samad Moradi *, Nasrollah Kalantari, Abbas Charchi 2016 “Karstification Potential Mapping in Northeast of Khuzestan Province, Iran, using Fuzzy Logic and Analytical Hierarchy Process (AHP) techniques”, **Geopersia**. vol 6 (2): pp 265-282.

[7]Mostafa Yousefi Rad 2012 “Hydrostratigraphy of Haftad Gholle Karst, Markazi province, Iran, optimized by Fuzzy Logic”, **Geofísica Internacional** . vol 51-4: pp 365-376.

[8]Márton Veress 2020 “Karst Types and Their Karstification” , **Journal of Earth Science**, Vol. 31, No. 3, p. 621–634.

[9]Rick A. Hoover, P.G., Member ASCE 2003 “GEOPHYSICAL CHOICES FOR KARST INVESTIGATIONS” **9th Multidiciplinary Conference on Sinkholes & the Engineering and Environmental Impacts of Karst**,p1-10.

[10]Mehran Maghsoudi, Hamid Ganjaeian, Arashtalari, Khabat Amani 2016 “Evaluation of the Contributing Factors in Development and Zoning Karst in Palangan Zone by Using Fuzzy Logic and ANP”, **Open Journal of Geology**, vol 6,: pp468-483.

[11]S.V.Scherbakov 2013 “modern approach to an assessment of karst hazard, **global view of engineering geology and the environment – Wu & Qi**, vol 2: pp223–238

[12]PAVEL BOSAK 2008 Karst processes and time, **Geologos**, , vol 14 (1): pp 19–36.

[13]Derek Ford & Paul Williams 2007 - **Karst Hydrogeology and Geomorphology**, John Wiley & Sons Ltd, England, pp1-587

[14] Ayalew, L., Yamagishi, H., 2005. The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the

Kakuda–Yahiko Mountains, Central Japan. **Geomorphology**, vol 65: pp15-31.

[15] Saaty, T.L., Vargas, G.L., 2001. **Models, Methods, Concepts, and Applications of the Analytic Hierarchy Process**. Kluwer Academic Publisher, Boston.

دراسة تجريبية لتأثير عدد الفتحات وأبعادها في الجوائز البيتونية المسلحة

عبد العزيز محمود المحمد (1)

منيب العلاف (2)

الملخص :

يتضمن هذا البحث دراسة تجريبية وتحليل لاخطي باستخدام طريقة العناصر المحدودة على برنامج *Abaqus* لجوائز بيتونية مسلحة بسيطة الاستناد مع فتحة دائرية أو فتحتين في الجسد والواقعة في منطقة القص. الجوائز المجربة بسيطة الاستناد ذات مقطع مستطيل ومن دون تسليح إضافي في منطقة الفتحة. الفتحة دائرية الشكل متغيرة الأبعاد وذات بعد ثابت عن المسند. تمت دراسة تأثير تغيير قطر الفتحة و عدد الفتحات على سلوك الجوائز البيتونية المسلحة وتحديد شكل التشققات و علاقة (الحمولة-السهم) ، و الحمولة القصوى و الانتقال الأعظمي ونمط الانهيار لكل عينة من الجوائز. وأظهرت الدراسة أن وجود فتحات دائرية في منطقة القص للجوائز البيتونية بسيطة الاستناد يخفض من قدرة تحملها القصوى بنسب تتراوح من 28% حتى 65% بالمقارنة مع الجوائز المرجعي بدون فتحات و يؤثر على شكل الانهيار بالقص، و أن أي زيادة في قطر الفتحة سيؤدي إلى ظهور شقوق مبكرة وتشوهات أكبر وحمولة انهيار أقل.

كلمات مفتاحية: الجوائز البيتونية المسلحة - فتحات الجسد - قطر الفتحة - مقاومة القص للجوائز.

(1) طالب ماجستير في قسم الهندسة الإنشائية في كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث.

(2) أستاذ في قسم الهندسة الإنشائية في كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث.

An Experimental Study of the Effect of The Openings Number and Their Dimensions on Reinforced Concrete Beams

Abdulaziz Mahmoud Al-Mouhammad ⁽¹⁾

Monib Al-Allaf ⁽²⁾

Abstract:

This research includes an experimental study and a nonlinear analysis using the finite element method on *Abaqus* Software of simply supported reinforced concrete beams with one or two circle openings in web exist in shear zone.

The tested beams are simply supported with rectangular cross section and without additional reinforcement in opening region. The opening has circle shape with variable dimensions and constant distance from the support.

Studying the effect of changing opening height on the behavior of these reinforced concrete beams has been conducted. The modes of cracks, (load-deflection) relationship, ultimate load, max displacement and the mode of failure for all beams were determined for each specimen of beams.

The study showed that the existence of circle openings in shear region of simply supported concrete beams reduces the ultimate strength capacity by about 28% to 65% of them comparing with the reference beam without openings and affect the mode of shear failure. And any increase in the diameter of the opening leads to early cracks, more deflections and less ultimate failure load.

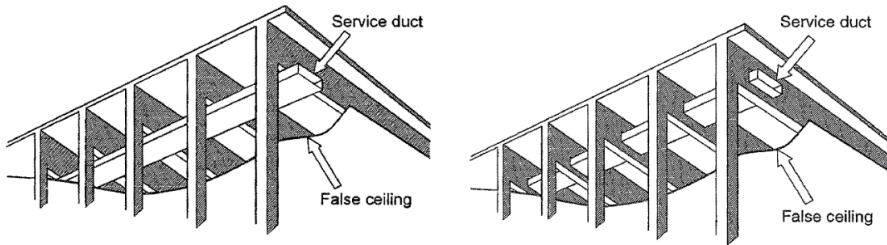
Keywords: Reinforced Concrete Beams - Web Openings - Opening Diameter - Beams Shear Resistance.

⁽¹⁾ Master Student at Structural Department in Faculty of Civil Engineering – Al Baath University.

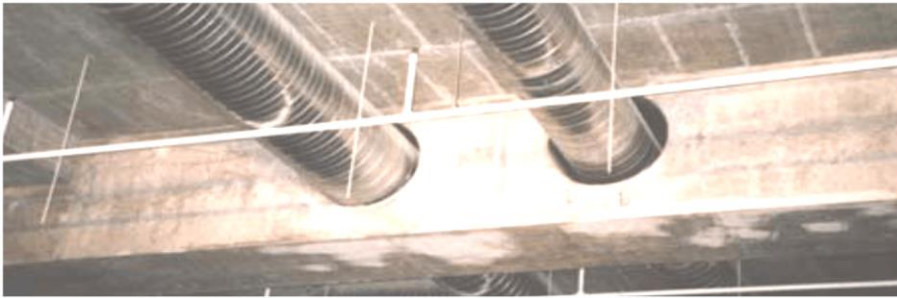
⁽²⁾ Professor at Structural Department in Faculty of Civil Engineering – Al Baath University.

1. مقدمة Introduction

تتطلب الأبنية الحديثة وجود العديد من الأنابيب و القنوات لتلبي الخدمات الهامة كالتزويد بالمياه و الصرف الصحي و التكييف الهوائي و الكهرباء و الهاتف و شبكات الحاسب. عادةً ما توضع هذه الأنابيب و القنوات أسفل الجائز و لأسباب جمالية تغطي بسقف مستعار مما يشكل فراغاً مبيتاً في كل طابق و يزيد الارتفاع الكلي للمبنى تبعاً لعدد وعمق هذه القنوات الذي يتراوح من بضعة سنتيمترات حتى حوالي نصف المتر. التخطيط البديل هو إمرار هذه القنوات عبر فتحات عرضية في جوائز الطابق (كما يظهر في الشكل 1) حيث يؤدي إلى تخفيض هام في المساحة الخالية و ينتج تصميماً أكثر توافقية. قد لا يكون تخفيض الكلفة الكلي هاماً في الأبنية الصغيرة لكن في الأبنية متعددة الطوابق يمكن أن يمثل وفراً ضخماً في الارتفاع الكلي و طول قنوات التكييف الهوائي و الكهرباء و قوائم أنابيب المياه و أسطح الجدران و القواطع و الحمولة الكلية على الأساس. [15]

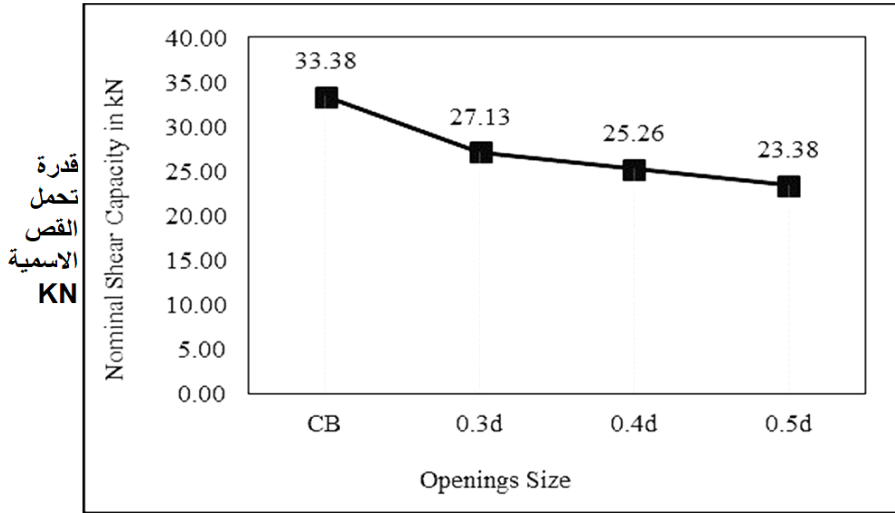


الشكل 1 : التخطيط النموذجي و البديل لأنابيب و قنوات الخدمة. [15]



الشكل 2 : جائز بيتوني مع فتحات دائرية. [5]

قام الباحثون El Ame et al (2020) [7] بدراسة عشرة جوائز بيتونية مسلحة مصبوبة باستخدام بيتون C30. أظهرت بيانات الاختبار أن الفتحات بعمق أكبر من 0.4d تؤثر بشكل هام على مقاومة الجوائز و تؤدي إلى التشقق المبكر بينما يبقى نمط الانهيار تقريباً نفسه. يحصل شق شدي قطري عبر الفتحة ما عدا حالة الفتحة بحجم 0.5d حيث يحصل الانهيار بتشكيل مفاجئ لشقي قص مستقلين أعلى و أسفل الفتحة. عندما تتوضع الفتحات في ألياف الضغط يصبح سلوك الجوائز أكثر قسافة مع تشوه لدن أقل بالإضافة لخضوع ألياف البيتون العلوية لضرر واسع و تشققات الجوائز أكثر من المعتاد.



حجم الفتحة نسبة لعمق الجوائز

الشكل 3 : مقاومة القص الاسمية تبعاً لحجم الفتحة، من دراسة [El Ame et al ,

[7] [2020]



الشكل 4 : نموذج التشقق عند الانهيار من دراسة [El Ame et al , 2020] [7]

أجرى الباحث AL-SHEIKH (2014) [3] أعمالاً تجريبيةً لدراسة سلوك جوائز بيتوني مسلح بأشكال مختلفة مع فتحة بأقطار مختلفة عند مواضع مختلفة. اختبرت الجوائز على تحميل بأربع نقاط. وجد بأن موضع الفتحة له التأثير الأكبر عندما تقع الفتحات في منطقة القص و تأثير طفيف عندما تقع في منطقة الانعطاف بالتالي أفضل موقع للفتحة في وسط الجوائز. الفتحة الدائرية هي أفضل شكل حيث أظهرت أقل تخفيض للحمولة الحديدية. في الجوائز بفتحات كبيرة في منطقة القص (نمط الانهيار بالقص) و تنخفض الحمولة الحديدية حتى 64%.



الشكل 5 : نمط انهيار الجوائز، من دراسة [AL-SHEIKH, 2014] [3]

و تمت الاستفادة من هذه الدراسة في معرفة سلوك الجوائز الحاوية على فتحات في منطقة القص.

2. أهداف البحث Objectives

يهدف هذا البحث إلى:

- دراسة تجريبية لتأثير وجود فتحة دائرية واحدة أو أكثر واقعة في منطقة القص على سلوك الجوائز البيتونية المسلحة، ومن دون تقوية بالتسليح الداخلي لمنطقة الفتحة.

- مقارنة سلوك الجوائز المختبرة بفتحات من حيث نمط الشقوق و الحمولة القصوى والتشوهات وعلاقة قوة-انتقال مع سلوك الجائز المرجعي بدون فتحات.
- بناء نموذج عددي باستخدام طريقة العناصر المحدودة و برنامج المحاكاة Abaqus. و تقييم فعالية النموذج العددي مقارنةً بالتجربة في دراسة سلوك الجوائز البيتونية المسلحة بسيطة الاستناد و الحاوية على فتحات.

3. مواد و طرق البحث **Materials and Methodology**

أجري هذا البحث تجريبياً مع محاكاة عددية بنموذج حاسوبي على برنامج *Abaqus* . 6.14

تم صب عشرة جوائز قسمت ضمن خمس مجموعات. أبعاد مقطع الجائز 15*25 cm وطوله 185 cm. يبعد طرف الجائز 10 cm عن المسند. مجاز الجائز بين المساند 165 cm. اختبار التحميل بأربع نقاط حيث البعد بين نقطتي التحميل 50 cm (الشكل 6).

تسليح الجائز: يوضح الشكل (7) تفاصيل تسليح الجوائز المختبرة كما يلي:

- سفلي 2T12 + 1T10
 - علوي 2T8
 - عرضي 1C6mm/20cm
 - عدم وجود تسليح خاص أو إضافي حول الفتحة.
- و يوضح الجدول (1) تفاصيل الجوائز المعدة للاختبار.

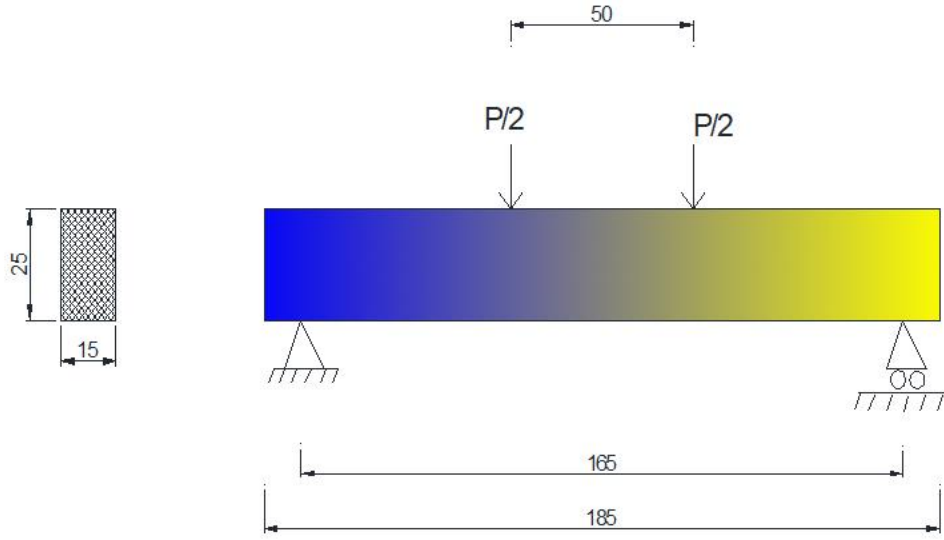
الجدول 1 : الجوائز المعدة للاختبار

رقم المجموعة	اسم العينة	قطر الفتحة cm	بعد طرف الفتحة عن المسند cm	طول الجائز cm	عرض الجائز cm	ارتفاع الجائز cm
1	BR	(بدون فتحة)	-	185	15	25
2	B1	12cm (فتحة واحدة)	15	185	15	25
3	B2	12 cm (فتحتين)	15	185	15	25
4	B3	15 cm (فتحة واحدة)	15	185	15	25
5	B4	15 cm (فتحتين)	15	185	15	25

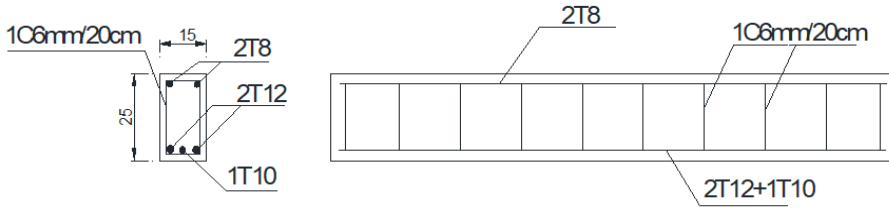
تم وضع حساسات رقمية مرتبطة إلكترونياً بالجهاز لقياس الانتقالات و من ثم تحديد التشوهات: أسفل الجائز على بعد 22.5 cm من المسند، و حساس أفقي أسفل الفتحة لقياس تشوهها. و يوضح الشكل (8) أماكن توضع الحساسات على الجائز.

طبقت حمولتان مركزتان المسافة بينهما (50 cm) و يبعد طرف الجائز عن المسند (10 cm). مقطع الجائز 25*15 cm و طوله 185 cm. المجاز بين المساند 165 cm (الشكل 6).

أجريت التجارب على الجوائز في مخبر البيتون بكلية الهندسة المدنية في جامعة البعث باستخدام جهاز تحميل هيدروليكي.



الشكل 6 : نموذج التحميل بأربع نقاط للجائز بسيط الاستناد



الشكل 7 : تفصيل التسليح للجائز المرجعي



الشكل 8 : أماكن توضع الحساسات أثناء الاختبار

أجريت اختبارات على مواد البناء حيث حضرت الخلطة البيتونية بالطريقة الوزنية:

- الاسمنت المستخدم بورتلاندي من رتبة 42.5 عيار 350 kg/m^3
- نسبة الماء للاسمنت ($W/C = 0.51$)
- المقاس الاعتباري لأكبر حصوية لا يتجاوز 20 mm
- هبوط مخروط أبرامز للخلطة $\approx 7.5 \text{ cm}$
- المقاومة الاسطوانية الوسطية المميزة للبيتون على الضغط بعمر 28 يوماً
($f'_c = 21.36 \text{ Mpa}$)
- مع افتراض معامل بواسون للبيتون مساوياً ($\mu = 0.2$)
- تم استخدام فولاذ تسليح عالي المقاومة من النوع المحلزن كتسليح طولي للجائز بأقطار $8, 10, 12 \text{ mm}$ و تسليح عرضي من الفولاذ الأملس بقطر 6 mm .
- تفترض قيمة معامل بواسون للفولاذ 0.3
- معامل المرونة للفولاذ $2.1 * 10^5 \text{ MPa}$
- و تم إجراء اختبار الشد للعينات:
- وسطي مقاومة الخضوع للقضبان $8, 10, 12 \text{ mm}$ هو ($f_y = 511 \text{ MPa}$)
- مقاومة الخضوع الوسطية للقضيب قطر 6 mm : ($f_y = 468 \text{ MPa}$)

4. النتائج و مناقشتها Results and Discussion

يوضح الجدول (2) حمولات الانهيار و ظهور أول شق للجوائز المختبرة بالتفصيل مع ذكر شكل الانهيار لكل جائر .

الجدول 2 : مقدار الانخفاض في الحمولة و شكل الانهيار للجوائز

اسم العينة	عدد الفتحات	قطر الفتحة cm	حمولة ظهور اول شق KN	حمولة ظهور شقوق القص KN	حمولة الانهيار KN	نسبة الانخفاض في حمولة الانهيار %	شكل الانهيار
BR-1	لا يوجد	بدون فتحة	51.5	70	118.5	-	انعطاف
BR-2	لا يوجد	بدون فتحة	41.53	45.11	118.23	-	قص
B1-1	1	12	41.9	46	85.25	27.85	قص في منطقة الفتحة
B1-2	1	12	35	47	85.15	28	قص في منطقة الفتحة
B2-1	2	12	35.4	44.8	69.6	41	قص في منطقة الفتحة
B2-2	2	12	40.9	47.2	63.51	46.25	قص في منطقة الفتحة
B3-1	1	15	16.9	16.9	50	57.7	قص في منطقة الفتحة
B3-2	1	15	16	16	47.58	59.73	قص في منطقة الفتحة
B4-1	2	15	37	37	42.21	64.3	قص في منطقة الفتحة
B4-2	2	15	31.5	31.5	45.17	61.8	قص في منطقة الفتحة

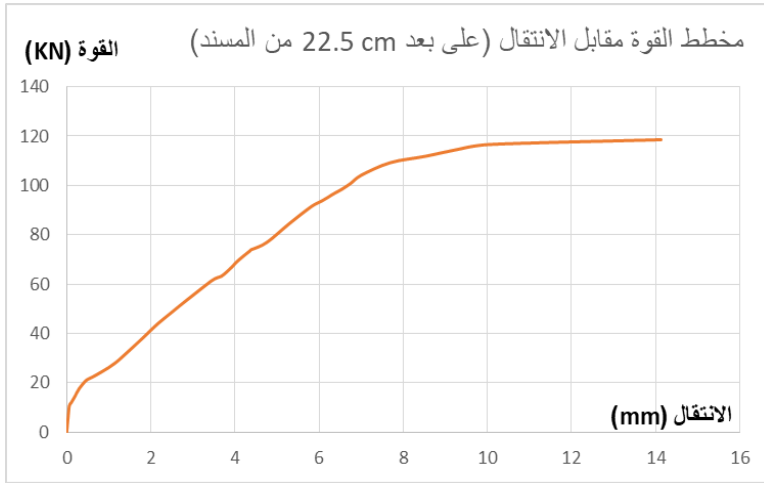
1.4 مخططات الحمولة-الانتقال للجوائز Beams' Load-Displacement Curves

الجائر BR1 : مرجعي بدون فتحات

يظهر الشكل (9) الجائر المرجعي (BR-1) بدون فتحات، ظهور أول شق في منطقة الانعطاف بين القوتين المركزيتين عند حمولة (51.5 KN) و بزيادة الحمولة تطورت شقوق الانعطاف و القص. و عند الحمولات العالية لوحظت شقوق قطرية عند حمولة (70 KN)، و انهيار الجائر على الانعطاف عند حمولة (118.5 KN).



الشكل 9 : توضيح توزيع الشقوق في الجائز المرجعي BR1



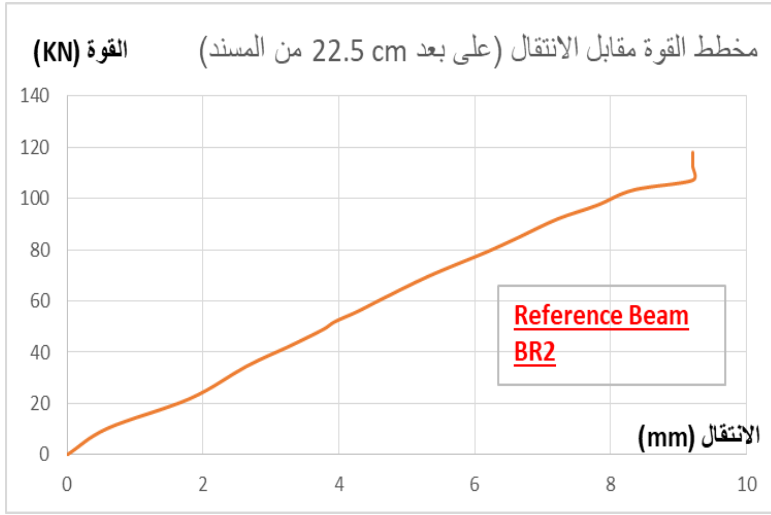
الشكل 10 : مخطط القوة-الانتقال للجائز BR1

الجائز BR2 : مرجعي بدون فتحات

يظهر الشكل (11) الجائز المرجعي (BR-2) بدون فتحات، ظهور أول شق في منطقة الانعطاف بين القوتين المركزيين عند حمولة (41.5 KN) و بزيادة الحمولة تطورت شقوق الانعطاف و القص. و عند الحملات العالية لوحظت شقوق قطرية عند حمولة (45 KN)، وانهار الجائز على القص عند حمولة (118.2 KN).



الشكل 11 : توضيح توزيع الشقوق في الجائز المرجعي BR2



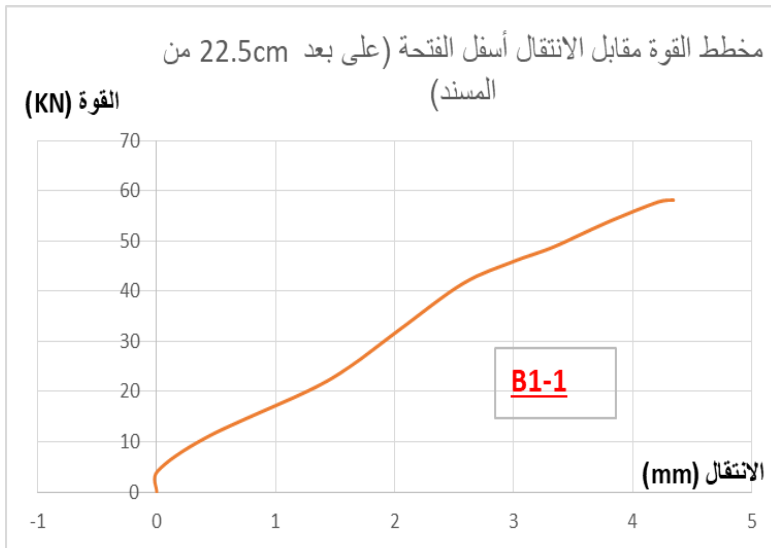
الشكل 12 : مخطط القوة-الانتقال للجائز BR2

الجائز B1-1 : فتحة واحدة قطر 12 cm

يظهر الشكل (13) الجائز بفتحة واحدة قطر 12 cm (B1-1)، ظهور أول شق شاقولي بمنطقة الانعطاف عند حمولة (41.9 KN) ثم ظهر شق مائل بسبب القص عند حمولة (46 KN) وبتزايد الحمولة انهار الجائز بالقص في منطقة الفتحة الدائرية عند حمولة (85.25 KN). و انخفضت حمولة الانهيار القصوى بمقدار (27.85%) عن حالة الجائز المرجعي بدون فتحات، و انخفض السهم الأعظمي عند الانهيار حوالي (69%) عن الجائز المرجعي (BR-1).



الشكل 13 : توضيح توزيع الشقوق و شكل الانهيار في الجائز B1-1



الشكل 14 : مخطط القوة-الانتقال للجائز B1-1

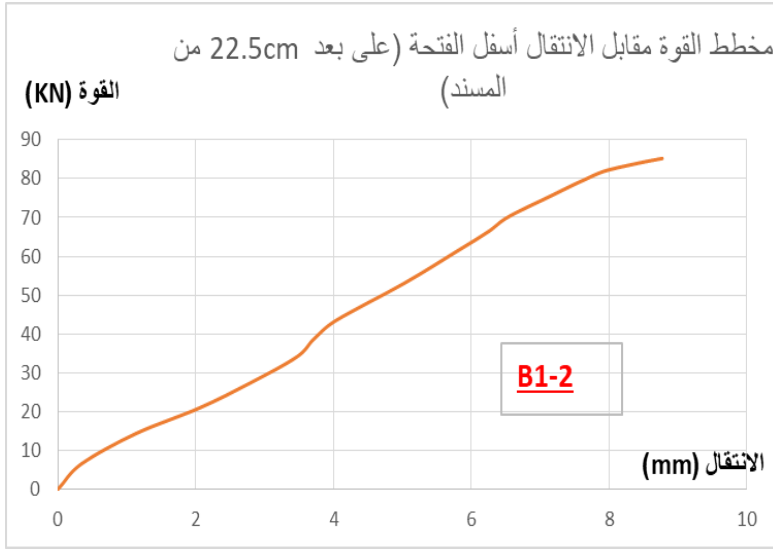
الجائز B1-2 : فتحة واحدة قطر 12 cm

يظهر الشكل (15) الجائز بفتحة واحدة قطر 12 cm (B1-2)، ظهر أول شق شاقولي بمنطقة الانعطاف عند حمولة (35 KN) ثم ظهرت شقوق القص عند حمولة (47 KN) وبتزايد الحمولة انهيار الجائز بالقص في منطقة الفتحة الدائرية عند حمولة (85.15 KN). و انخفضت حمولة الانهيار القصوى بمقدار (28 %) عن حالة الجائز

المرجعي بدون فتحات، و انخفض السهم الأعظمي عند الانهيار حوالي (37%) عن الجائز المرجعي (BR-1).



الشكل 15 : توضيح توزع الشقوق و شكل الانهيار في الجائز B1-2



الشكل 16 : مخطط القوة-الانتقال للجائز B1-2

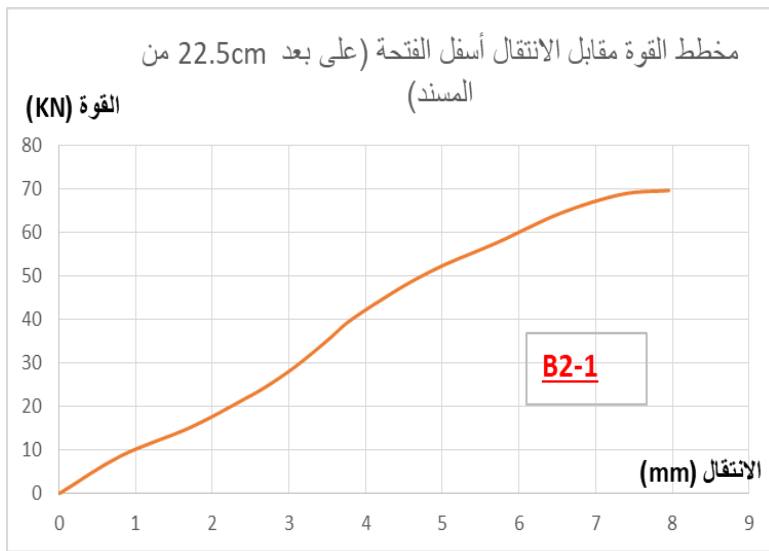
الجائز B2-1 : فتحتين قطر 12 cm

يظهر الشكل (17) الجائز (B2-1) بوجود فتحتين قطر 12cm مما أدى إلى ظهور شقوق حولهما في منطقة القص للجائز حيث ظهر أول شق عند حمولة حوالي (35.4 KN)، تطورت شقوق القص عند حمولة (44.8 KN) ثم انهار الجائز بالقص الناجم عن الشقوق القطرية حول إحدى الفتحتين عند حمولة (69.6 KN). و انخفضت حمولة

الانهيار القصوى بمقدار (41 %) عن حالة الجائز المرجعي بدون فتحات، و انخفض السهم الأعظمي عند الانهيار حوالي (43%) عن الجائز المرجعي (BR-1).



الشكل 17 : توضيح توزيع الشقوق و شكل الانهيار في الجائز B2-1



الشكل 18 : مخطط القوة-الانتقال للجائز B2-1

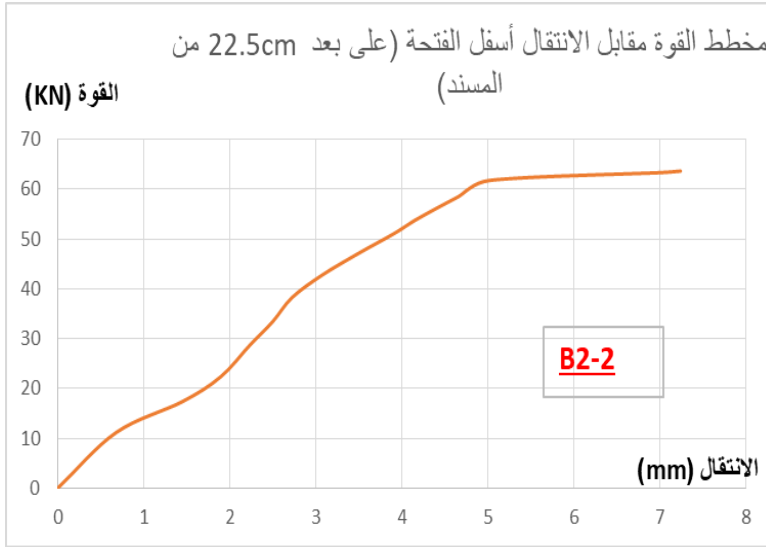
الجائز B2-2 : فتحتين قطر 12 cm

يظهر الشكل (19) الجائز (B2-2) بوجود فتحتين قطر 12cm مما أدى إلى ظهور شقوق حولهما في منطقة القص للجائز حيث ظهر أول شق عند حمولة حوالي (35.4 KN)، تطورت شقوق القص عند حمولة (44.8 KN) ثم انهيار الجائز بالقص الناجم

عن الشقوق القطرية حول إحدى الفتحتين عند حمولة (69.6 KN). و انخفضت حمولة الانهيار القصوى بمقدار (41 %) عن حالة الجائز المرجعي بدون فتحات، و انخفض السهم الأعظمي عند الانهيار حوالي (48.5%) عن الجائز المرجعي (BR-1).



الشكل 19 : توضيح توزيع الشقوق و شكل الانهيار في الجائز B2-2



الشكل 20 : مخطط القوة-الانتقال للجائز B2-2

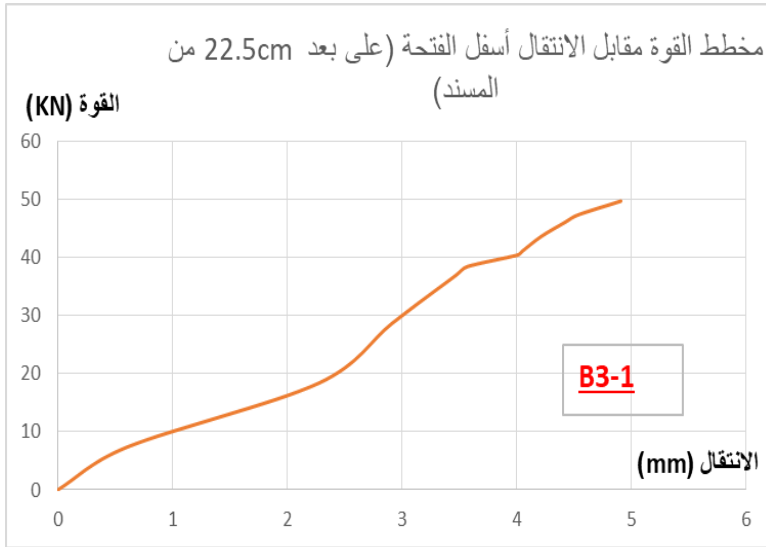
الجائز B3-1 : فتحة واحدة قطر 15 cm

يظهر الشكل (21) الجائز (B3-1) بفتحة واحدة كبيرة قطر 15 cm، ظهور أول شق عند حمولة (16.9 KN) رافقه ظهور شقوق القص، و بزيادة الحمولة انهار الجائز بالقص في منطقة الفتحة الدائرية عند حمولة (50 KN). وانخفضت حمولة الانهيار

القصى بمقدار (57.7 %) عن حالة الجائز المرجعي بدون فتحات، و انخفض السهم الأعظمي عند الانهيار حوالي (65%) عن الجائز المرجعي (BR-1).



الشكل 21 : توضيح توزيع الشقوق و شكل الانهيار في الجائز B3-1



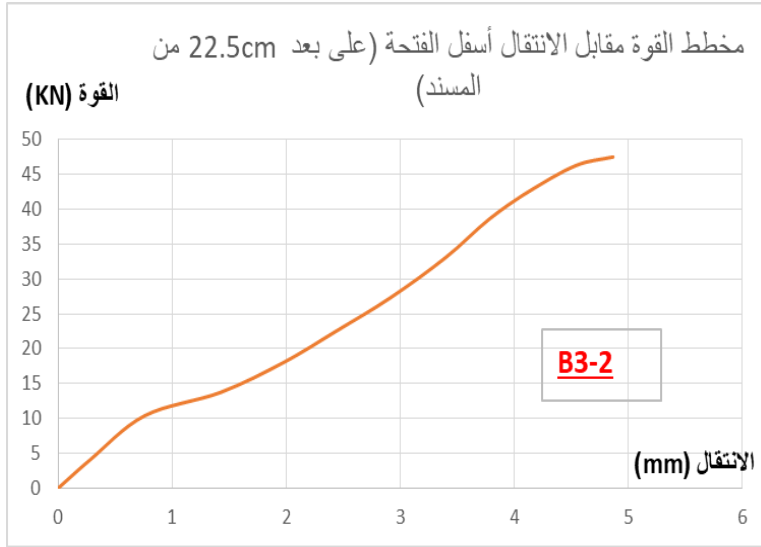
الشكل 22 : مخطط القوة-الانتقال للجائز B3-1

الجائز B3-2 : فتحة واحدة قطر 15 cm

يظهر الشكل (23) الجائز (B3-2) بفتحة واحدة كبيرة قطر 15 cm، ظهور أول شق عند حمولة (16 KN) رافقه ظهور شقوق القص، و بزيادة الحمولة انهار الجائز بالقص في منطقة الفتحة الدائرية عند حمولة (47.5 KN). وانخفضت حمولة الانهيار القصى بمقدار (59.7 %) عن حالة الجائز المرجعي بدون فتحات، و انخفض السهم الأعظمي عند الانهيار حوالي (65%) عن الجائز المرجعي (BR-1).



الشكل 23 : توضيح توزيع الشقوق و شكل الانهيار في الجائز B3-2



الشكل 24 : مخطط القوة-الانتقال للجائز B3-2

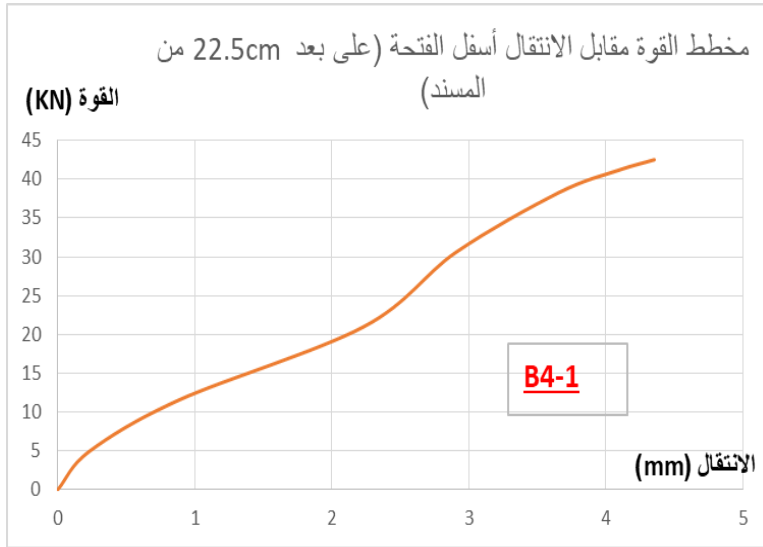
الجائز B4-1: فتحتين قطر 15 cm

يظهر الشكل (25) الجائز (B4-1) بوجود فتحتين قطر 15cm أدى إلى ظهور شقوق حولهما في منطقة القص للجائز حيث ظهر أول شق عند حمولة حوالي (37 KN) و هي تزيد عن حمولة أول شق في حالة فتحة واحدة كبيرة 15cm حيث يمكن تفسير ذلك بالتوزيع الأفضل للأحمال بسبب التناظر لوجود فتحتين، رافقه تطور شقوق القص ثم انهيار الجائز بالقص الناجم عن الشقوق القطرية حول إحدى الفتحتين عند حمولة (42.2 KN). وانخفضت حمولة الانهيار القصوى بمقدار (64.3 %) عن حالة الجائز

المرجعي بدون فتحات، وانخفض السهم الأعظمي عند الانهيار حوالي (69%) عن الجائز المرجعي (BR-1).



الشكل 25 : توضيح توزيع الشقوق و شكل الانهيار في الجائز B4-1



الشكل 26 : مخطط القوة-الانتقال للجائز B4-1

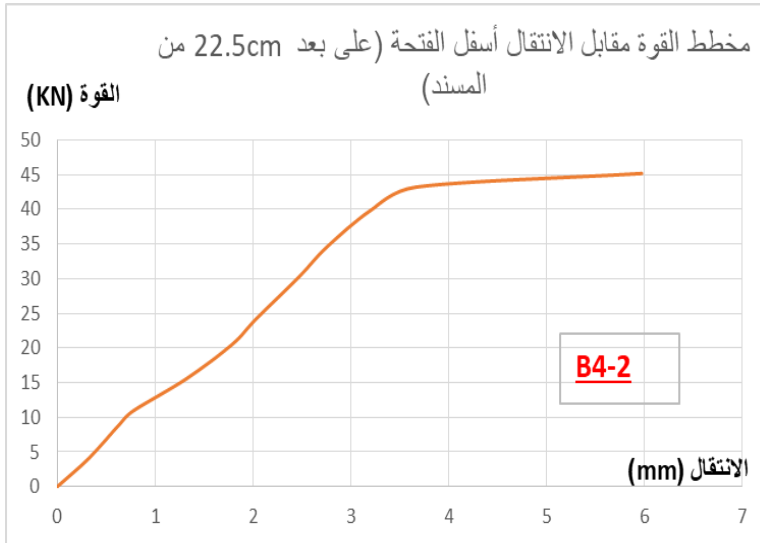
الجائز B4-2: فتحتين قطر 15 cm

يظهر الشكل (27) الجائز (B4-2) بوجود فتحتين قطر 15cm أدى إلى ظهور شقوق حولهما في منطقة القص للجائز حيث ظهر أول شق عند حمولة حوالي (31.5 KN) و هي تزيد عن حمولة أول شق في حالة فتحة واحدة كبيرة 15cm حيث يمكن تفسير ذلك بالتوزيع الأفضل للأحمال بسبب التناظر لوجود فتحتين، رافقه تطور شقوق القص ثم انهيار الجائز بالقص الناجم عن الشقوق القطرية حول إحدى الفتحتين عند حمولة

(45.17 KN). وانخفضت حمولة الانهيار القصوى بمقدار (61.8 %) عن حالة الجائز المرجعي بدون فتحات، و انخفض السهم الأعظمي عند الانهيار حوالي (70%) عن الجائز المرجعي (BR-1).



الشكل 27 : توضيح توزيع الشقوق و شكل الانهيار في الجائز B4-2



الشكل 28 : مخطط القوة-الانتقال للجائز B4-2

2.4 حساب قدرة تحمل الجائز نظرياً قبل الاختبار:

يمكن بسهولة رسم مخططي عزم الانعطاف و القص للجائز المختبرة بناءً على الشكل (6) الذي يمثل نمط التحميل للجائز المختبرة.

عندما يحتوي الجائز فتحة صغيرة (قطرها أقل من 0.25 من عمق جسد الجائز و بدون تسليح إضافي في منطقة الفتحة) يفترض بأن مقاومة القص الاسمية وهي القص الكلي يقاوم جزئياً بالبيتون وجزئياً بتسليح القص العابر لمستوي الانهيار: [15]

$$V_n = V_c + V_s \quad (1)$$

حيث V_c مقاومة القص للجائز المساهمة بالبيتون

V_s مقاومة القص المساهمة بتسليح القص

يفترض بأن كل الأساور تخضع عند الانهيار.

عندما تستخدم أساور شاقولية:

$$V_s = \frac{A_v f_{yv} d}{s} \quad (2)$$

حيث A_v مساحة تسليح القص خلال مسافة s

f_{yv} مقاومة الخضوع لتسليح القص

d العمق الفعال

s تباعد الأساور بالاتجاه الموازي للتسليح الطولي

تعطى V_c بالمعادلة التالية المقترحة من قبل Mansur (1998) [15] للجائز المحتوي على فتحة صغيرة حيث العمق الصافي $(d-d_0)$ بدون الاهتمام بالموقع الأفقي و الشاقولي للفتحة، تصبح مقاومة القص الاسمية لجائز بدون تسليح قص يحتوي فتحة صغيرة:

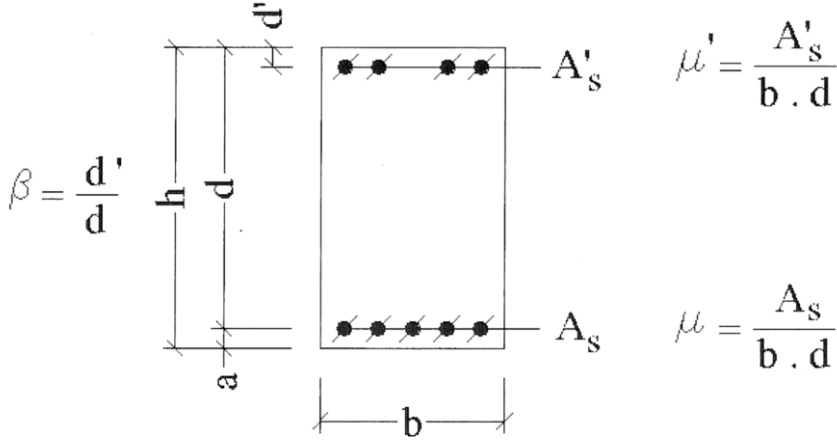
$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w (d - d_0) \quad (3)$$

حيث d_0 قطر الفتحة الدائرية

و تطبق المعادلة السابقة من أجل الجائز المصنعة من البيتون العادي الوزن و البيتون الخفيف الوزن، ويمكن افتراض عامل تخفيض وسطي 0.8 كما هو مقترح في كود ACI (1995).

3.4 المعادلات الأساسية لتحقيق العناصر المستطيلة ثنائية التسليح Basic :Equations for Validating Di-Reinforced Rectangular Beams

[19]



الشكل 29 : قطاع مستطيل ثنائي التسليح [19]

يحدد العزم المقاوم من العلاقة الآتي:

$$M_u = \Omega \left[\frac{A_s - A_s'}{bd} \left(1 - 0.59 \left(\frac{A_s - A_s'}{bd} \right) \frac{f_y}{f_c'} \right) + \frac{A_s'}{bd} (1 - \beta) \right] f_y b d^2 \quad (4)$$

على أن يتحقق الشرط الآتي:

$$\frac{A_s - A_s'}{bd} \geq \frac{0.85 f_c'}{f_y} \cdot \frac{d'}{d} \cdot \frac{5350}{6300 - f_y} \quad (5)$$

يؤخذ معامل خفض المقاومة Ω في المقاطع المعرضة للانحناء البسيط $\Omega = 0.9$.

4.4 قوة القص المؤثرة لحساب إجهادات القص الحدية: [19]

لحساب إجهادات القص يؤخذ في الحسبان عامةً أن أكبر قوة مؤثرة هي تلك المحسوبة عند أوجه الركائز.

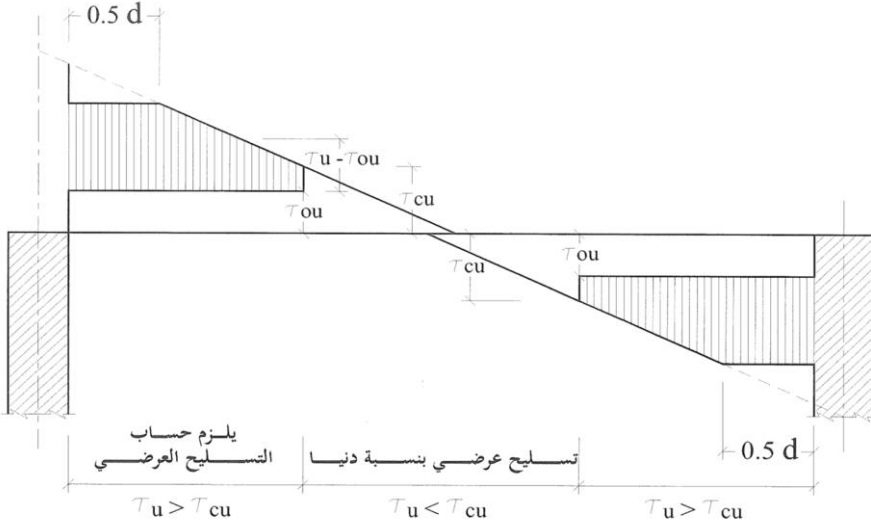
في حالة الجوائز ثابتة العمق يُحسب إجهاد القص τ_u في قطاع ما من العلاقة:

$$\tau_u = \frac{V_u}{0.85 b_w d} \quad (6)$$

حيث V_u قوة القص المؤثرة على القطاع

b_w عرض جسد القطاع

d العمق الفعال للقطاع



الشكل 30 : إجهادات القص الحديدية التصميمية لحساب التسليح العرضي [19]

في حال استعمال أساور عرضية عمودية على التسليح الطولي يؤخذ الحد الأدنى لقطاعها:

$$A_{st} = \frac{(\tau_u - \tau_{cu}) b_w s}{f_y} \quad (7)$$

τ_{ou} الإجهاد المماسي الحدي الافتراضي الذي تقاومه الخرسانة

τ_u الإجهاد المماسي الحدي المحسوب

يُسمح للخرسانة في الحالة المثالية للتصميم و التنفيذ مقاومة إجهادات مماسية افتراضية τ_{ou} تساوي:

$$\tau_{ou} = \tau_{cu} = \frac{0.16 \sqrt{f'_c}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\tau_{tu}}{1.2\tau_u}\right)^2}} \quad (8)$$

حيث τ_u الإجهاد المماسي الحدي المحسوب على القطاع المدروس
 τ_{tu} الإجهاد المماسي الحدي الناجم عن الفتل

لا يجوز في حال من الأحوال أن تزيد قيمة الإجهادات المماسية المحسوبة τ_u على
مقرونة بتسليح طولي مكسح. $\tau_{u \max} = 0.65\sqrt{f'_c}$ (9) في حال استعمال أساور باتجاه عمودي أو غير

يمكن للتبسيط الاستغناء عن حساب قيمة الإجهاد τ_{cu} من العلاقة السابقة و اعتماد
قيمة عظمى له مساوية $\tau_{cu} = 0.23\sqrt{f'_c}$ (10)
من المعادلة (4) يمكن حساب العزم الحدي (بدون عوامل تخفيض للمقاومة أو عوامل
تصعيد للحمولة) الذي يتحمله الجائر بدون فتحة.

$$M_u = 31.7475 \text{ KN.m}$$

$$M_{max} = \frac{P}{2} \times \frac{1.65 - 0.5}{2} = 0.2875 P$$

$$M_{max} = M_u \quad \text{بوضع}$$

$$[19] \rightarrow P_{u, bending} \approx 110.4 \text{ KN}$$

من المعادلات (6 ← 10) يمكن حساب القص الحدي (بدون عوامل تخفيض للمقاومة
أو عوامل تصعيد للحمولة) الذي يتحمله الجائر بدون فتحة.
الأساور المستخدمة عرضية عمودية على التسليح الطولي.

من المعادلة (7) نحسب المقدار $\tau_u - \tau_{cu}$:

$$\tau_u - \tau_{cu} = \frac{A_{st} f_y}{b_w s} \approx 0.739$$

يمكن للتبسيط الاستغناء عن حساب قيمة الإجهاد τ_{cu} من العلاقة السابقة و اعتماد
قيمة عظمى له مساوية:

$$\tau_{cu} = 0.23\sqrt{f'_c} \approx 1.063$$

$$\tau_u = \tau_{cu} + 0.739 = 1.802$$

من المعادلة (6) نحسب قيمة V_u بغض النظر عن عامل تخفيض المقاومة 0.85 :

$$V_u = \tau_u b_w d \approx 60.8 \text{ KN}$$

$$[19] \rightarrow P_{u,Shear} = 2V_u \approx 121.6 \text{ KN}$$

باستخدام المعادلات (1 ← 3) [15] لحساب قدرة التحمل الحدية على القص بوجود فتحة وبدونها نجد على التوالي:

$$[15] \rightarrow P_{u,Shear,Reference\ Beam} = 2V_u \approx 96.3 \text{ KN}$$

$$[15] \rightarrow P_{u,Shear,Opening\ 12\ cm} = 2V_u \approx 68.6 \text{ KN}$$

$$[15] \rightarrow P_{u,Shear,Opening\ 15\ cm} = 2V_u \approx 61.7 \text{ KN}$$

و يوضح الجدول (3) مقارنة بين العلاقات الحسابية و القيم التجريبية لحمولة الانهيار للجوائز المختبرة.

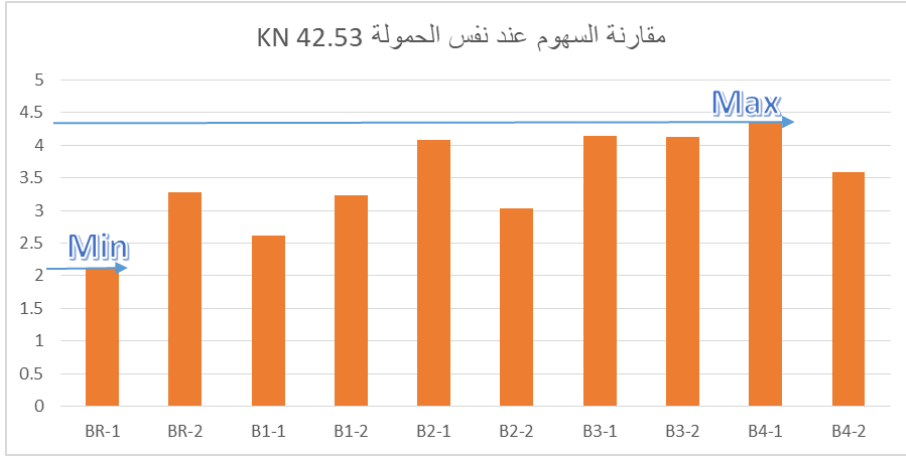
الجدول 3 : مقارنة بين العلاقات الحسابية و القيم التجريبية لحمولة الانهيار للجوائز المختبرة

نسبة اختلاف الحملتين النظرية و التجريبية %	شكل الانهيار التجريبي	حمولة الانهيار التجريبية KN	شكل الانهيار النظري	حمولة الانهيار النظرية KN	قطر الفتحة cm	عدد الفتحات	اسم العينة
6.8	انعطاف	118.5	انعطاف	110.4	بدون فتحة	لا يوجد	BR-1
6.6	انعطاف	118.23	انعطاف	110.4	بدون فتحة	لا يوجد	BR-2
19.5	قص في منطقة الفتحة	85.25	قص في منطقة الفتحة	68.6	12	1	B1-1
19.4	قص في منطقة الفتحة	85.15	قص في منطقة الفتحة	68.6	12	1	B1-2
1.4	قص في منطقة الفتحة	69.6	قص في منطقة الفتحة	68.6	12	2	B2-1
7.4	قص في منطقة الفتحة	63.51	قص في منطقة الفتحة	68.6	12	2	B2-2
19	قص في منطقة الفتحة	50	قص في منطقة الفتحة	61.7	15	1	B3-1
22.9	قص في منطقة الفتحة	47.58	قص في منطقة الفتحة	61.7	15	1	B3-2
31.6	قص في منطقة الفتحة	42.21	قص في منطقة الفتحة	61.7	15	2	B4-1
26.8	قص في منطقة الفتحة	45.17	قص في منطقة الفتحة	61.7	15	2	B4-2

و يصعب تفسير الاختلاف بين الحمولة النظرية و الحمولة التجريبية لوجود تباينات في نتائج اختبار عينات مواد البناء البيتونية و الفولاذية و مغايرة القيم الفعلية أحياناً للقيم النظرية التي تم الحساب على أساسها. أيضاً يمكن تبريره بأن العلاقات النظرية المستخدمة المأخوذة من [15] خاصة للفتحات الصغيرة التي يتجاوز قطرها 0.25 من ارتفاع المقطع وهذا مخالف لحالتنا حيث قطر الفتحة 0.60 , 0.48 من ارتفاع المقطع على التوالي.

5.4 مقارنة السهوم للجوائز عند نفس الحمولة

حيث أن حمولة انهيار الجائز B4-1 (جائز بفتحتين متناظرتين قطر 15 cm) هي الحمولة الأخفض، نقارن السهوم أسفل الجائز عند نفس الحمولة لبقية الجوائز المختبرة، و تظهر المقارنة تخطيطياً في الشكل (31).



الشكل 31 : مقارنة الانتقال الشاقولي أسفل الجوائز عند نفس الحمولة

نلاحظ بمقارنة السهم للجائز المرجعي BR-1 (بدون فتحات) مع الجائز B4-1 (فتحتان قطر 15 cm) وجود ازدياد في السهم مقداره (107%) ناجم عن وجود الفتحات بقطر كبير.

و يوضح الجدول (4) نسبة الازدياد في السهم مقارنةً بالجائز المرجعي عند نفس الحمولة.

الجدول 4 : نسب الازدياد في السهم أسفل الجوائز مقارنة بالجائز المرجعي BR-1

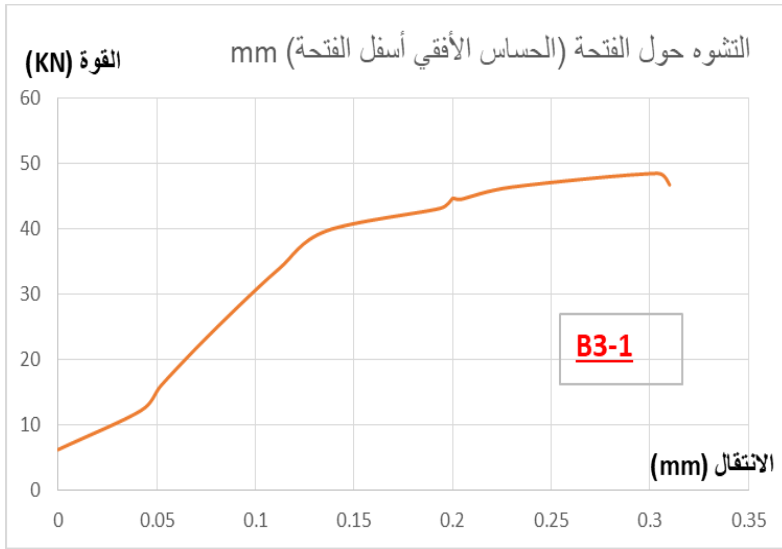
الجائز	الفتحات	السهم mm	نسبة الزيادة %
BR-1	بدون فتحات	2.102	0
BR-2	بدون فتحات	3.274	55.75
B1-1	فتحة واحدة قطر 12 cm	2.62	24.64
B1-2	فتحة واحدة قطر 12 cm	3.238	54.04
B2-1	فتحتان قطر 12 cm	4.0808	94.13
B2-2	فتحتان قطر 12 cm	3.038	44.52
B3-1	فتحة واحدة قطر 15 cm	4.146	97.24
B3-2	فتحة واحدة قطر 15 cm	4.128	96.38
B4-1	فتحتان قطر 15 cm	4.354	107.13
B4-2	فتحتان قطر 15 cm	3.584	70.50

6.4 التشوه حول الفتحة (الحساس الأفقي أسفل الفتحة) للجائز B3-1

نلاحظ (الشكل 33) في البداية زيادة الانتقال بشكلٍ قريب من الخطي مع زيادة الحمولة من 10 حتى 40 KN (ظهور أول شق عند 16.9 KN)، ثم زيادة التشوهات بشكلٍ كبيرٍ حتى الانهيار (حمولة الانهيار 50 KN). ويظهر شكل الانهيار الإطاري بشقين متوازيين حول الفتحة يمكن تفسيره بعدم وجود تسليح إضافي خاص في منطقة الفتحة.



الشكل 32 : شكل الانهيار الإطاري بشقين متوازيين حول الفتحة و الذي يمكن تفسيره بعدم وجود تسليح إضافي خاص في منطقة الفتحة

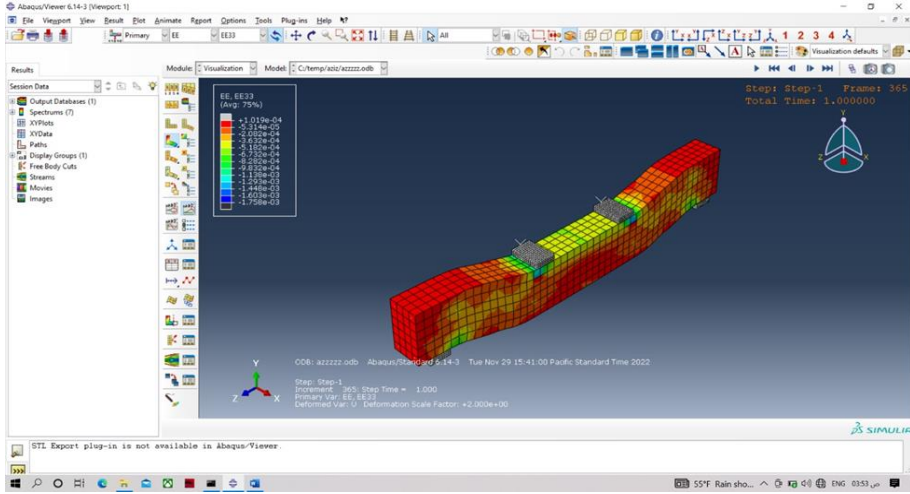


الشكل 33 : مخطط الحموله-الانتقال أفقياً حول الفتحة 15 cm للجائز B3-1

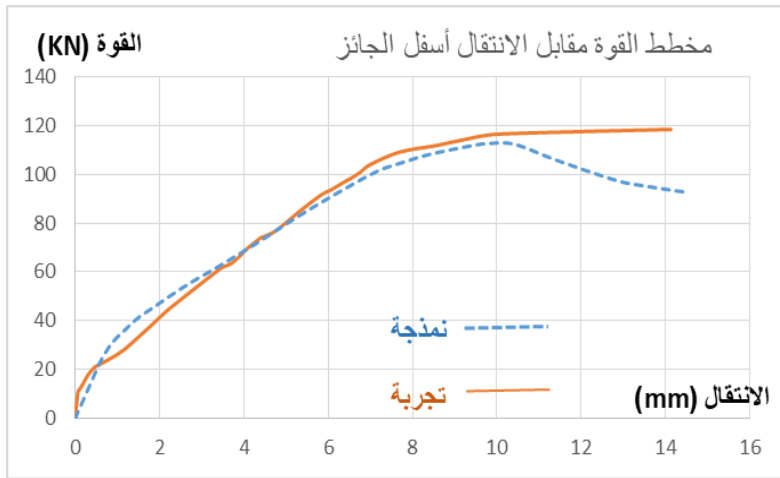
7.4 دراسة عددية باستخدام طريقة العناصر المحدودة Numerical Modeling by Finite Element Method

تم استخدام برنامج التحليل الإنشائي [ABAQUS, V6.14-3] و اعتماد طريقة العناصر المحدودة (FEM). تمت عملية بناء النموذج العددي بعدة خطوات تبدأ من اختيار أبعاد مقاطع النموذج، و اختيار العناصر المحدودة المناسبة له، ومن ثم اختيار الطرق المناسبة لنمذجة سلوك المواد المكونة للنموذج، ثم ربط العناصر المختلفة لتأمين الترابط والعمل المشترك بينها، وبعدها تم اختيار الشروط المحيطة المناسبة لمحاكاة

النموذج التجريبي (المعتمد في الدراسة المرجعية) وإجراء عملية التحليل وذلك من أجل التحقق من دقة النمذجة واستخراج النتائج. واخيراً تمت معايرة النتائج بين النموذجين. يبين الشكل (34) تشوهات الجائز المرجعي BR-1 بطريقة العناصر المحدودة على برنامج Abaqus 6.14. و يظهر الشكل (35) مقارنة مخططي الحمل-الانتقال على بعد 22.5 cm من المسند بين النموذج العددي و التجربة للجائز المرجعي.



الشكل 34 : تشوه و إجهادات نموذج الجائز المرجعي BR1 على برنامج Abaqus 6.14 (التحميل بأربع نقاط)

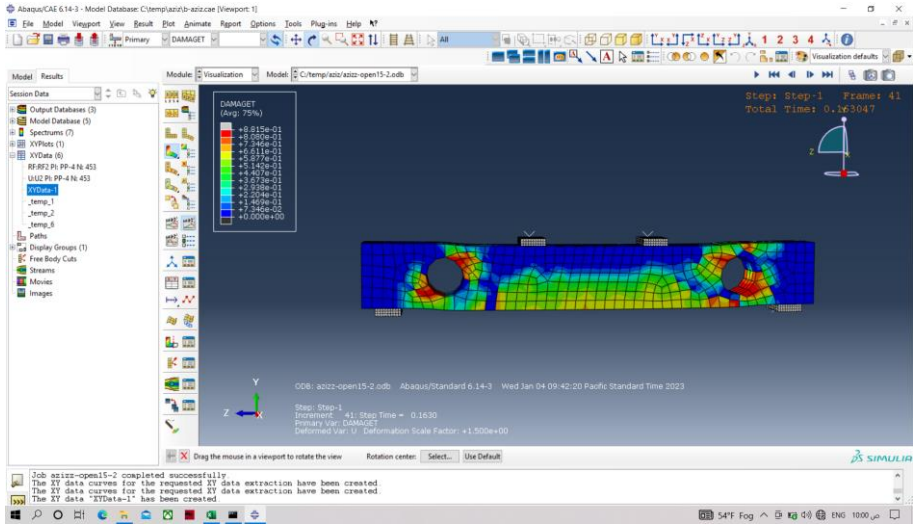


الشكل 35 : مقارنة مخططي الحمل-الانتقال على بعد 22.5 cm من المسند بين

النموذج العددي و التجربة للجائز المرجعي BR1

نلاحظ وجود اختلاف مقبول نسبياً بين المخططين (حوالي 5%) و هو ما يجعل النموذج مقبولاً بشكلٍ عامٍ و قابلاً للمعايرة و اعتماد نتائجه بحثياً.

يبين الشكل (36) تركيز الإجهادات حول الفتحات، و هو ما يبرر حصول الانهيار القصي في منطقة الفتحة، يكن بسبب التناظر في النموذج الحاسوبي و تطابق مواصفات النمذجة لمواد الجائز المتناظر تختلف التجربة بحصول الانهيار في إحدى الفتحتين قبل الأخرى لعدم تجانس مادة الببتون و هو الأمر الطبيعي في عناصر المنشآت البيتونية المسلحة.



الشكل 36 : التضرر في منطقة الفتحات للجائز المحتوي على فتحتين قطر 15 cm حيث تتركز الإجهادات حول الفتحات

ويعين الجدول (5) مقدار الانخفاض في الحمولة و شكل الانهيار للجوائز مع فتحات مقارنةً الجائز المرجعي بدون فتحة، بناءً على نتائج النمذجة العددية بطريقة العناصر المحدودة على برنامج Abaqus 6.14 .

الجدول 5 : نتائج النمذجة العددية بطريقة العناصر المحدودة على برنامج Abaqus
6.14

اسم العينة	عدد الفتحات	قطر الفتحة cm	حمولة ظهور اول شق KN	حمولة ظهور شقوق القص KN	حمولة الانهيار KN	نسبة الانخفاض في حمولة الانهيار %	شكل الانهيار
BR-1	لا يوجد	بدون فتحة	20.5	50.3	112.83	-	انعطاف
BR-2	لا يوجد	بدون فتحة					انعطاف
B1-1	1	12	17.1	40.75	81.9	27.4	قص في منطقة الفتحة
B1-2	1	12					قص في منطقة الفتحة
B2-1	2	12	15.1	37.31	75.3	33.26	قص في منطقة الفتحة
B2-2	2	12					قص في منطقة الفتحة
B3-1	1	15	10.3	25.71	55.2	51.1	قص في منطقة الفتحة
B3-2	1	15					قص في منطقة الفتحة
B4-1	2	15	8.5	21.58	49.7	56	قص في منطقة الفتحة
B4-1	2	15					قص في منطقة الفتحة

5. الاستنتاجات و التوصيات Conclusions and Recommendations

يمكن استخلاص النتائج التالية:

1- يكون سلوك الجائز الحاوي على فتحة ارتفاعها (48%) من الارتفاع الكلي للجائز قريباً لسلوك الجائز المرجعي بدون فتحة لكن بقدرة تحمل قصوى أقل بنسبة (28%) من قدرة التحمل الكلية، ومن حيث السلوك العام للجائز لا يمكن إهمال وجود الفتحة أو اعتبارها كفتحة صغيرة حيث ينهار الجائز البيتوني المسلح الحاوي على فتحة دائرية ارتفاعها يساوي (48%) من الارتفاع الكلي بالقص وفق نمط القص الإطاري بشقين حول الفتحة.

2- وجود فتحة دائرية كبيرة في جائز بيتوني مسلح من دون تسليح خاص حول الفتحة بارتفاع (60%) من الارتفاع الكلي للجائز يخفض المقاومة بحدود (58%) و نمط

- الانهيار هو نمط انهيار بالقص عند الفتحة وذلك بظهور شقوق القص عند مستوى حمولة أخفض بحوالي (65%) بالمقارنة مع حالة الجوائز المرجعية.
- 3- ينهار الجائز البيتوني المسلح الحاوي على فتحتين دائريتين (متناظر) ارتفاعهما يساوي (48%) من الارتفاع الكلي وفق نمط القص الإطاري بشقين حول الفتحة وذلك بظهور شقوق عند مستوى حمولة أخفض بحوالي (41%) من حالة الجوائز المرجعية بدون فتحات.
- 4- وجود فتحتين دائريتين كبيرتين في جائز بيتوني مسلح (متناظر) من دون تسليح خاص حول الفتحة بارتفاع (60%) من الارتفاع الكلي للجائز يخفض المقاومة بحدود (63%) و نمط الانهيار هو نمط انهيار بالقص عند الفتحة وذلك بظهور شقوق القص عند مستوى حمولة أخفض بحوالي (23.9%) من حالة الجوائز المرجعية.
- 5- انخفاض السهم الأعظمي عند الانهيار للجوائز الحاوية على فتحات بنسب متفاوتة تتراوح من (37%) حتى (70%) مقارنة بالجائز المرجعي بدون فتحات.

المقترحات و التوصيات

- 1- اقتراح وجود تسليح إضافي خاص حول منطقة الفتحة قبل الصب و دراسة أثر ذلك التسليح على قدرة التحمل و السهم.
- 2- محاولة دراسة استخدام تدعيم خارجي باستخدام وسائل مختلفة حول منطقة الفتحة وأثره على سلوك الجوائز البيتونية المسلحة من حيث التخفيف أو إلغاء الأثر السلبي لوجود الفتحات.
- 3- الدراسات المستقبلية يمكن أن تتضمن أنواعاً مختلفة من التحميل وأشكال و حجوم مختلفة للفتحة و أيضاً عدداً مختلفاً من الفتحات.

6. المراجع References

- 1-) **ABAQUS** (2015), version 6.14-3 . Dassault systems simulia Grop, USA .
- 2-) ACI 318-95 (1995) – **Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary**.– American Concrete Institute, 371p.
- 3-) AL-SHEIKH, S (2014) – **Flexural Behavior of Rc Beams with Opening**. Concrete Research Letters, 13p.
- 4-) Amiri, J & Hosseinalibygie, M (2004) – **Effect Of Small Circular Opening On The Shear And Flexural Behavior And Ultimate Strength Of Reinforced Concrete Beams Using Normal And High Strength Concrete**. World Conference on Earthquake Engineering, Canada, 14p.
- 5-) Amiri, S & Masoudnia, R & Pabarja, A (2011) – **The Study of the Effects of Web Openings on the Concrete Beams**. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 11p.
- 6-) Amiri, S & Masoudnia, R & Pabarja, A (2011) – **The Study of the Effects of Web Openings on the Concrete Beams**. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 11p.
- 7-) El Ame, F & Mwero, N & Kabubo, C (2020) – **Openings Effect on the Performance of Reinforced Concrete Beams Loaded in Bending and Shear**. Engineering, Technology & Applied Science Research, 9p.
- 8-) El-Demerdash, W (2018) – **Design of Reinforced Concrete Beams With Openings**. Mansoura University, 230p.
- 9-) Ibrahim, T & Erfan, A (2017) – **Finite Element Modeling Of Reinforced Concrete Beams With Openings**. Jokull Journal, 17p.
- 10-) Jabbar, D et al (2021) – **Shear behaviour of reinforced concrete beams with small web openings**. Materials Today: Proceedings, 4p.

- 11-) Kim, H & Lee, J & Kim, K (2020) – **Shear Performance of Reinforced Concrete Beams with Small Circular Openings Strengthened Using Rectangular and Octagonal-Shaped Reinforcement**. MDPI: materials, 16p.
- 12-) Latha, M S & Kumar, B M (2017) – **Behavior Of Reinforced Concrete Beam With Opening**. International Journal of Civil Engineering and Technology, 13p.
- 13-) Ling, J H et al (2020) – **Behaviour of Reinforced Concrete Beams with Circular Transverse Openings under Static Loads**. University College of Technology Sarawak, Malaysia, 16p.
- 14-) Majewski, S. (2003) – **The Mechanics of Structural Concrete in Terms of Elasto-Plasticity** – Publishing House of Silesian University of Technology, Gliwice, Poland.
- 15-) Mansur, M & Tan, K (1999) – **Concrete Beams with Openings**. CRC Press LLC, 238p.
(In Arabic)
- 16-) Al Bilal, A (2015) – **The Effect of Openings on The Shear Resistance of The Reinforcement Concrete Beams**. journal of Al Baath University, Folder 37, No. 8, 30p.
- 17-) Al-Sulayfani, B & Al-Hamdani, F (2013) – **Behavior Of Reinforced Concrete Beams with Openings in Shear Zone under Repeated Loading**. Al-Rafidain Engineering Vol.21 No. 5, 14p.
- 18-) Battikha, M & Alkam, F (2014) – **The Effect of Mechanical Properties of Masonry Wall Strengthened by FRP on the In-plane Structural of RC Frames**. Faculty of Civil Engineering, Damascus University, 98p.
- 19-) **Syrian Arab Code** for design and implementation of structures with reinforced concrete (2012). Syrian Engineer Candidate, 404p.

تأثير إضافة مطاط الإطارات على خواص المكشوط الاسفلتي المعدل بالرابط والحصىات الجديدة

الباحثة: م. هبا كوسا

كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

ملخص

يهدف البحث إلى إنتاج خلطات بيتومينية من المكشوط المعدل بالرابط والحصىات الجديدة من خلال إضافة مطاط الإطارات بحيث تحقق المواصفات والجودة، وذلك من خلال دراسة تأثير المطاط في بعض الخواص الهندسية للمكشوط الإسفلتي، من حيث الثبات والسيلان وقيم الشد غير المباشر.

تضمن البحث الدراسة النظرية والعملية، حيث تم استخدام بيتومين 60/70 من مصفاة حمص، ومطاط ناتج عن تدوير الإطارات المطاطية التالفة الناتجة عن المركبات، مصدرها مدينة محردة في محافظة حماه، حيث تم استخدام التركيب الحبي للفتات المطاطي المار من المنخل 0.3م، وتم استخدام عدة نسب من المطاط وهي (15-10-5-2.5-1-0.5)% من وزن البيتومين كما تم إجراء تجارب تحديد خواص البيتومين المعدل بالمطاط والغير معدّل، بالإضافة لخواص المكشوط والحصىات والفتات المطاطي المستخدم، كما تم تشكيل خلطات من المكشوط المعدل بالحصىات الجديدة والرابط الجديد، و تم المزج وفق الطريقة اليدوية المعتادة في تشكيل قوالب مارشال وتمت مراعاة ظروف التجربة في مخبر الطرق في كلية الهندسة المدنية، ومن ثم عولجت النتائج على برنامج اكسل، وبيّنت النتائج أنه مع زيادة نسبة المكشوط يزداد كلاً من الثبات ونسبة الرابط الأصولية، ومع زيادة نسبة المطاط يتناقص كلاً من الغرز والاستطالة وترتفع نقطة التميع، كما أنّ الخلطات البيتومينية المعدلة بالمطاط أظهرت ارتفاعاً في الثبات ونقصاناً في الانسياب عن قيم الثبات والانسياب في الخلطات الغير معدلة.

الكلمات المفتاحية: المكشوط المعدل بالرابط والحصىات الجديدة، الفتات المطاطي، الرابط

المعدّل بالمطاط.

Abstract

The research aims to produce bituminous mixtures from bond-modified abrasives and new gravel by adding tire rubber to achieve specifications and quality, by studying the effect of rubber on some engineering properties of asphalt scrapers, in terms of stability, flow and indirect tensile values.

The research included the theoretical and practical study, in which bitumen 70/60 from Homs Refinery was used, and rubber produced from recycling the damaged rubber tires resulting from vehicles, originating from the city of Maharda in Hama governorate, where the granular composition of the rubber crumbs passing through the sieve was used 0.3 mm, and a count of 0.3 mm was used.

Percentages of rubber which are (15-10-5-2.5-1-0.5)% of the bitumen weight. Experiments were also conducted to determine the properties of the modified and unmodified bitumen, in addition to the properties of the abrasives, the stones and the rubber crumbs used, as well as the formation of mixtures of the abrasives modified with the new gravel. and the new link, The mixing was carried out according to the usual manual method in the formation of Marshall molds, and the conditions of the experiment were taken into account in the methods laboratory at the College of Civil Engineering, and then the results were processed on the Excel program. The rubber both decreased in stitches and elongation and the liquefaction point increased, and the bituminous mixtures modified with rubber showed an increase in stability and a decrease in flow from the values of stability and flow in the unmodified mixtures.

Key words: rubber modified scraper, rubber crumb, rubber modified bond .

مقدمة:

نتيجةً لاستنزاف الموارد الطبيعية والظروف الاقتصادية الصعبة برزت الحاجة الملحة لإيجاد حلولٍ أكثر اقتصاديَّةً للمحافظة على الموارد البيئيَّة والطبيعيَّة ، وذلك إما بتقليل استخدامها أو إعادة استخدام الممكن تدويره من هذه الموارد ، كإعادة استخدام المواد الحصويَّة الناتجة عن كشط الطرقات والتي نحصل عليها من عمليَّات إعادة تأهيل الطرقات وصيانتها ، و أيضا استخدام فتات المطاط الناتج عن الإطارات التالفة باعتبارها مخلفاتٍ لا بدَّ من إعادة تدويرها .

إذ يهدف البحث إلى إنتاج خلطاتٍ بيتوميئيَّةٍ من المكشوط المعدل بالمطاط بحيث تحقق المواصفات والجودة، وذلك من خلال دراسة تأثير المطاط على الخواص الهندسيَّة للمكشوط الإسفلتيّ.

موادّ البحث:**1- البيتومين 60/70:**

تمّ احضاره من مصفاة حمص محققاً لمواصفات وزارة المواصلات و النّقل وتمّ إجراء التجارب اللّازمة للتأكد من أنّها تحقق للمواصفات.

2-الموادّ الحصويَّة:

تمّ جلب نوعين من الموادّ الحصويَّة الخشن والنّاعم، مصدرها مدينة حسياء وتمّ إجراء التجارب اللّازمة عليها.

3- المكشوط الإسفلتي:

تمّ أخذ عينات المكشوط من منطقة تحويلة حمص (طبقة اهترء) وبالتدقيق تبين أنّ المكشوط منقذ من قبل الشركة العامّة للطرق و الجسور عام 2009-2010، وتم كشطه عام 2015 لغرض الصيانة، وتمّ تجميع المكشوط على جانبيّ الطريق ضمن محيط تحويلة حمص، وبعد إحضاره إلى مخبر الجامعة تمّ إجراء التجارب اللّازمة من تركيبٍ حبيّ واستخلاصٍ و وزنٍ نوعيّ.

4- الفئات المطاطي:

تم احضار الفئات المطاطي الناتج عن تدوير إطارات مطاطية لسيارات سائحة من مدينة محردة/سورياً والفئات المطاطي ناتج عن برد إطارات سيارات بعمر أقل من خمس سنوات حسب معلومات ورش الصيانة في مدينة محردة التي أحضرنا منها برادة المطاط إلى مخبر الجامعة ، حيث تم إجراء بعض التجارب كالتركيب الحبي و الوزن النوعي و درجة الذوبان ، ثم تم التخل على سلسلة مناخل ASTM (D1151) .

الجدول (1) سلسلة مناخل المواصفة ASTM (D1151)

قياس المنخل رقما	قياس المنخل (مم)	النسبة المئوية المارة من المنخل
N8	2.36	100
N10	2	95-100
N30	0.6	0-10
N50	0.3	0-2

وبعد التخل تم أخذ التركيب الحبي الذي يتكوّن من فئات مطاطي مار من المنخل 0.3مم والنسب (0.5-1-2.5-5-10-15)% مطاط .

طريقة العمل المخبري:

- 1- إجراء التجارب على البيتومين، الحصويات، المكشوط، المطاط.
- 2- تحديد خواص البيتومين المعدل بالفئات المطاطي:
وفق النسب (0.5-1-2.5-5-10-15)% مطاط من وزن البيتومين.
- 3- تصميم خلطة مرجعية من مواد حصوية جديدة و رابط إسفلتي جديد و تحديد خواصها الهندسية لاستخدامها للمقارنة.
- 4- تعديل المكشوط الإسفلتي بالحصويات الجديدة والرابط الجديد وتصميم خلطة مكشوط وفق النسب (70)% مكشوط تقابلها (30)% حصويات جديدة.
- 5- إضافة المطاط للخلطة المختارة في البند 4 وفق نسب مختلفة من المطاط، تؤخذ النسب (0.5-1-2.5-5-10-15)% من وزن البيتومين.

6-تقييم النتائج واختيار النسب الأفضل من المطاط.

العمل المخبري:

أولاً : اختبارات الصلابة :

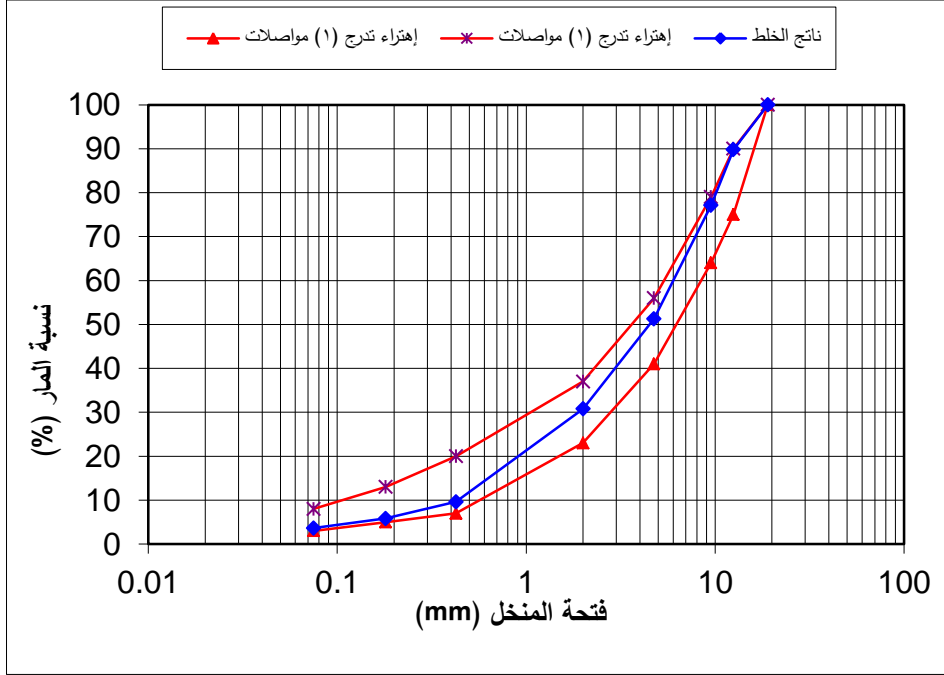
الخصائص

1-التركيب الحبي للخصائص المعتمدة:

الجدول(2)التركيب الحبي للخصائص المعتمدة

نتائج الخط (%)	0/6 نوع مار	الخشن مار	فتحة المنخل	
			inch	mm
100.0	100.0	100.00	1"	25
100.0	100.0	100.00	3/4"	19
89.8	100.0	77.34	1/2"	12.5
77.1	99.2	50.17	3/8"	9.5
51.3	92.9	0.45	No 4	4.75
30.8	56.0	0.00	No 10	2
9.6	17.5	0.00	No 40	0.425
5.8	10.6	0.00	No 80	0.18
3.6	6.6	0.00	No 200	0.075
	55	45	النسب %	

وفيما يلي الشكل(1) الذي يبين شكل المنحنى الحبي المعتمد للخصائص التي سيتم استخدامها في تصميم الخلطة المرجعية وتعديل خصائص المكشوط، كما نلاحظ أنّ التركيب الحبي المعتمد مطابق لمواصفات وزارة المواصلات، وهو يقع ضمن الحزمة(1) من مواصفات الوزارة[4]



الشكل (1) المنحني الحبي للحصويات المعتمدة

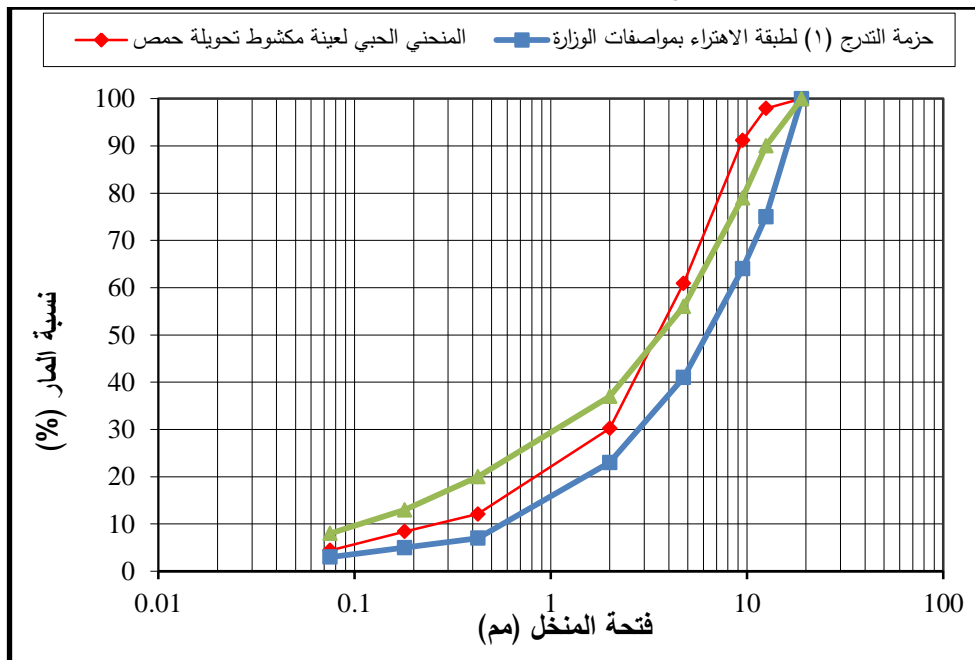
2- خواص أخرى للحصويات:

الجدول (3) نتائج التجارب على المواد الحصوية

القيمة	التجربة
70.3%	المكافئ الرملي
23.6%	لوس أنجلوس
2.71	الوزن النوعي الجاف للحصويات الخشنة
2.73	الوزن النوعي المشبع للحصويات الخشنة
2.76	الوزن النوعي الظاهري للحصويات الخشنة
6552.	الوزن النوعي للحصويات الناعمة
2.689	الوزن النوعي للحصويات
0.606%	درجة التّشرب

المكشوط:

أجريت تجربة الاستخلاص على عينة من المكشوط تزن 700 غ، وبعد الاستخلاص أصبح وزنها 678 غ، كان الفرق في وزن الفلتر الموضوع على الوعاء قبل الاستخلاص وبعده 1.2 غ وعليه كانت نسبة الرابط المستخلص وفق المعادلة التالية:



الشكل (2) المنحني الحبيّ لحصويّات المكشوط

الجدول (4) دلائل القيم الموزونة في تجربة الاستخلاص

الرمز	دلالة الرمز
W1	وزن المجبول الاسفلتي قبل الاستخلاص 700 غ
W2	وزن المجبول الاسفلتي بعد الاستخلاص 678 غ
W3	وزن الفلتر قبل الاستخلاص 20.6 غ
W4	وزن الفلتر بعد الاستخلاص 21.8 غ

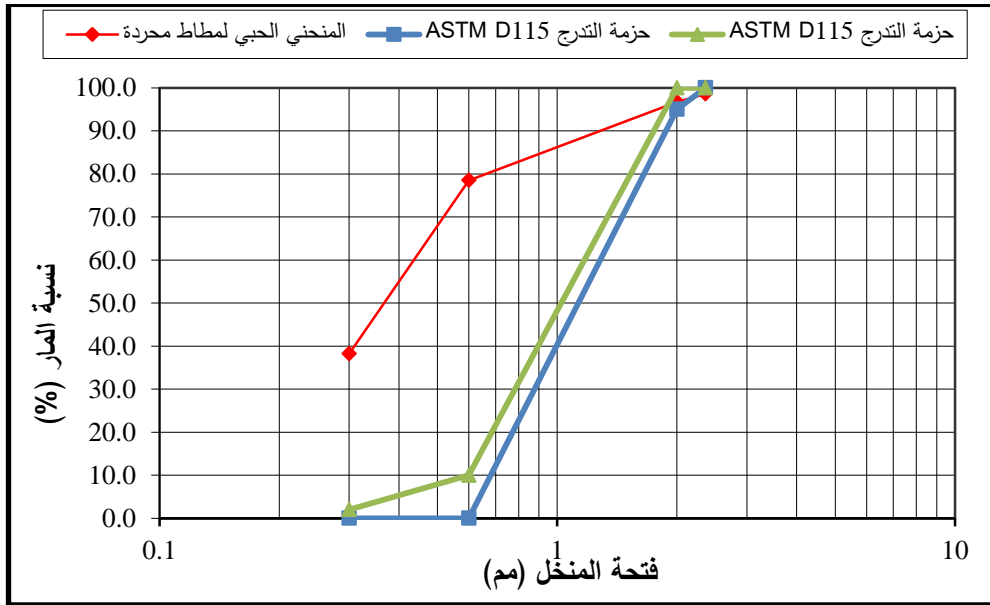
$$C\% = \frac{W1 - (W2 + W4 - W3)}{W2 + W4 - W3}$$

$$C\% = \frac{700 - (678 + 1.2)}{679.2} = 3.06\%$$

كما تم إجراء تجربة الوزن النوعي على المكشوط الإسفلتي كما هو مغلفاً بالرابط بجزأيه المحجوز على المنخل 4.75م، والمار من المنخل 4.75م، وقد بلغت قيمة الوزن النوعي للمكشوط 2.702.

المطاط:

تم نخل كمية من مطاط الإطارات الذي تم احضاره من إحدى ورش اصلاح السيارات في مدينة محردة في محافظة حماه وذلك وفق حزمة تدرج .ASTM(D1151)



الشكل (3) المنحني الحبي للمطاط

من خلال الشكل (3) نلاحظ أن المطاط خارج الحزمة المستخدمة، ولذلك تم نخل المطاط على سلسلة المناخل الموضحة بالجدول (5) وأخذ المطاط المحجوز على المنخل 0.3م والمطاط المار من المنخل 03م، وفيما يلي الجدول (5) يبين حزمة المواصفات للمطاط.

الجدول (5) حزمة المواصفات ASTM D1151

حزمة التدرج		المنخل	
الحد الأعلى	الحد الأدنى	inch	Mm
100	100	N8	2.36
100	95	N10	2
10	0	N30	0.6
2	0	N50	0.3

البيثومين:

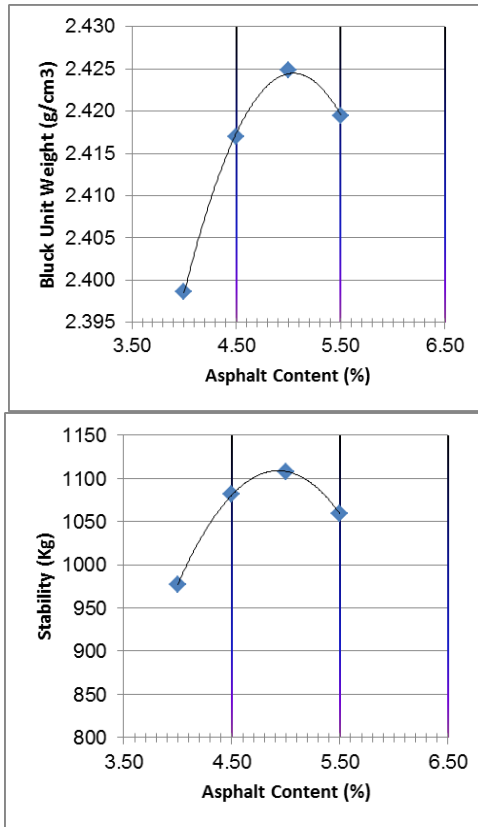
أجريت تجارب درجة الغرز ونقطة التميّع و الاستطالة على البيثومين 70/60 المستخدم في البحث موضوع الدراسة، حيث حصلنا على النتائج المبينة في الجدول رقم (6).

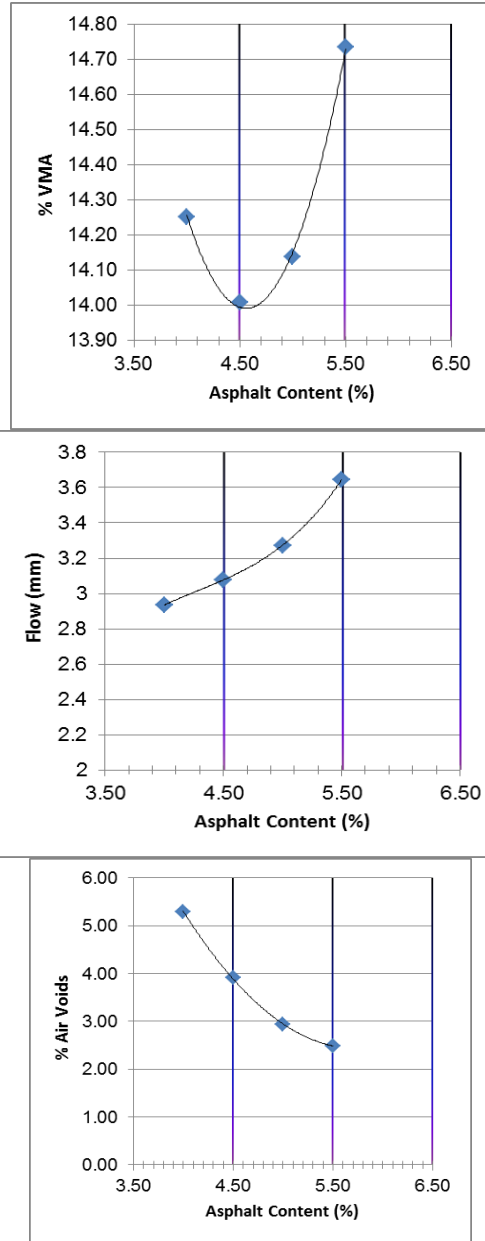
الجدول (6) نتائج تجارب البيثومين

القيمة	التجربة
66	درجة الغرز
141.8	الاستطالة
51.5	نقطة التميّع

ثانيا تشكيل الخلطة المرجعية

تمّ اعتماد طريقة مارشال في تصميم الخلطة المرجعية [5] بنسب رابط (5.5-5-4.5-4) % من وزن المبول الكلي، وتشكيل ثلاثة قوالب من كل نسبة.





الشكل (4) منحنيات مارشال الخاصة بالخلطة المرجعية

والجدول رقم (7) يوضّح لنا نسبة الرّابط المثاليّة وقرائن مارشال المقابلة لها. الجدول (7) قرائن مارشال للخلطة المرجعيّة.

Opt. AC %	4.9
Stability (kg.f)	1107
Unit Wt. (ton/m ³)	2.407
Air Voids %	3.7
VMA %	14.74
Flow (mm)	3.27

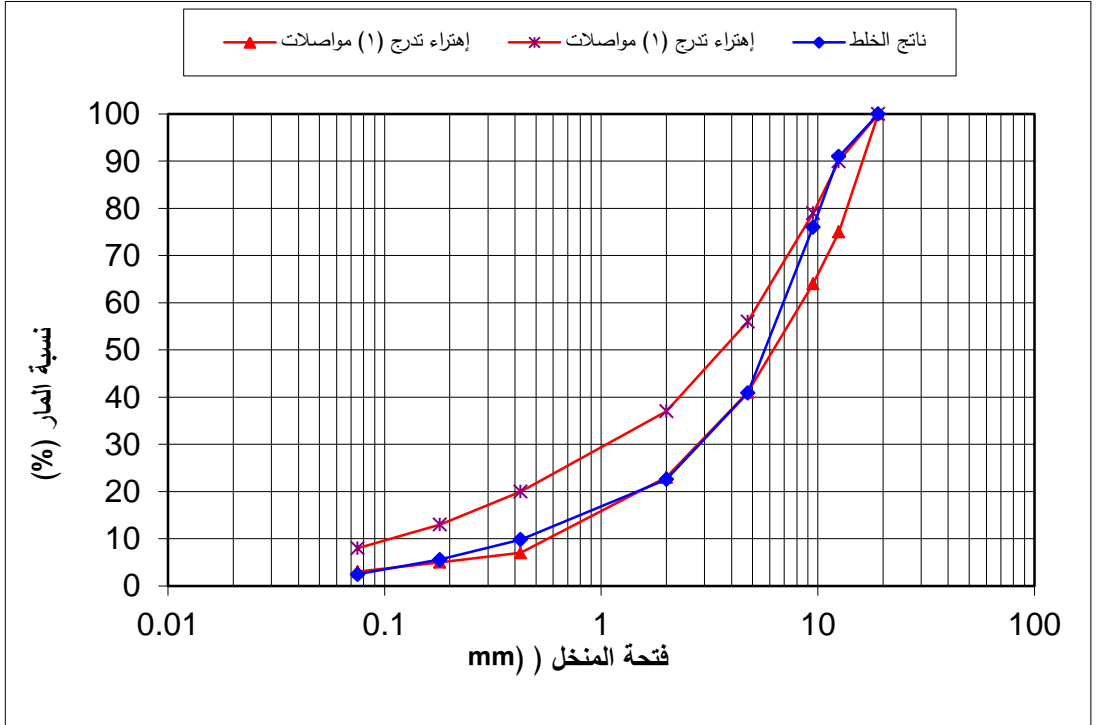
تحسين المكشوط الإسفلتي:

بعد تحديد خصائص المكشوط الإسفلتي يتم العمل على تحسين تركيبه الحبيّ الخارج عن حدود الحزمة، ومن ثمّ تعديله بإدخال نسبة مناسبة من الرّابط الجديد كعامل شباب يعيد خلطة المكشوط لمجال الاستخدام، وفيما يلي الخطوات العمليّة التي اتبعت في تحسين المكشوط.

أولاً: تعديل التركيب الحبيّ للمكشوط بالحصويات الجديدة:

بما أنّ حصويات المكشوط تتعرّض للتكسر والاهتراء من جرّاء عمليّة الكشط والنقل، كان لا بدّ من إضافة نسبٍ محدّدة من الحصويات الجديدة بحسب نسب المكشوط المأخوذة، وذلك بما يعيد التركيب الحبيّ للخليط لمجال مطابقتها للمواصفات والتمكّن من إعادة استخدامه.

تم استخدام 70% من وزن الخليط الكليّ مكشوط وتمّت إضافة 30% من الحصويات كما هو مبين بالمنحنى:



الشكل (5) التركيب الحبي للخليط (70% مكشوط 30% حصويات جديدة) RAM70

وبعد الأخذ بعين الاعتبار أننا نشكل هذه الخلطات بالتناسب مع احضارات المجابل فقد تم قبول هذا التركيب الحبي ومتابعة العمل في تصميم الخلطات الإسفلتية عليه.

ثانياً: تصميم خلطات من المكشوط المعدل بالحصويات والرابط وفق طريقة مارشال:

تم اعتماد طريقة مارشال في تصميم الخلطات المكونة من المكشوط والحصويات الجديدة بنسب رابط (4-4.5-5-5.5) % من وزن المجهول الكلي، وتشكيل ثلاثة قوالب من كل نسبة، وفيما يلي النتائج التفصيلية لقوالب الخلطات كلاً على حده الناتجة من تجربة مارشال.

تصميم خلطة مكوّنة من 70% مكشوط و 30% حصويات الجديدة (RAM70) :
الجدول (8) قرائن مارشال للخلطة RAM70 .

Opt. AC %	4.77
Stability (kg.f)	1955
Unit Wt. (ton/m ³)	2.423
Air Voids %	3.6
VMA %	14.3
Flow (mm)	2.82

نتائج تجربة الشدّ غير المباشر (البرازيلية) على الخلطة RAM70 :

بعد تشكيل ثلاثة قوالب من الخلطة RAM70 وفقاً لطريقة مارشال، تمّ كسرها بطريقة الشدّ غير المباشر، إذ تمّ الحصول على النتائج المبينة بالجدول (9).

الجدول (9) قرائن تجربة الشدّ غير المباشر للخلطة RAM70

رقم القالب	نسبة الرابط	mm(h1+h2)/2	القوة (N)	الإجهاد N/mm ²	الوزن بالهواء	الوزن بالماء	الوزن المشبع	حجم العينة	G (g/cm ³)	Va (%)
1	4.77	64.5	1540	0.15	1201	703	1203	500	2.40	4.38
2		64	1645	0.16	1209	705	1205	500	2.42	3.74
3		63.7	1920	0.19	1212	707	1208	501	2.42	3.70
الوسطي				0.17						3.94

إضافة المطاط للمكشوط الإسفلتي:

أخذت الخلطة RAM70 وأضيف لها المطاط كنسبة مئوية من وزن البيتومين وفق النسب التالية:

(0.5-1-2.5-5-10-15)% من وزن البيتومين، ومن ثم تم الخلط بشكل يدوي، ثم شكّلت قوالب مارشال، وكسرت وفق الشروط الخاصة بالتجربة.

وبما أنّ للمطاط تأثيره الواضح على الرابطة البيتوميني كان لابد من دراسة ذلك التأثير من خلال إجراء عدّة اختباراتٍ على البيتومين مضافاً له المطاط وفق النسب السابقة آنفة الذكر.

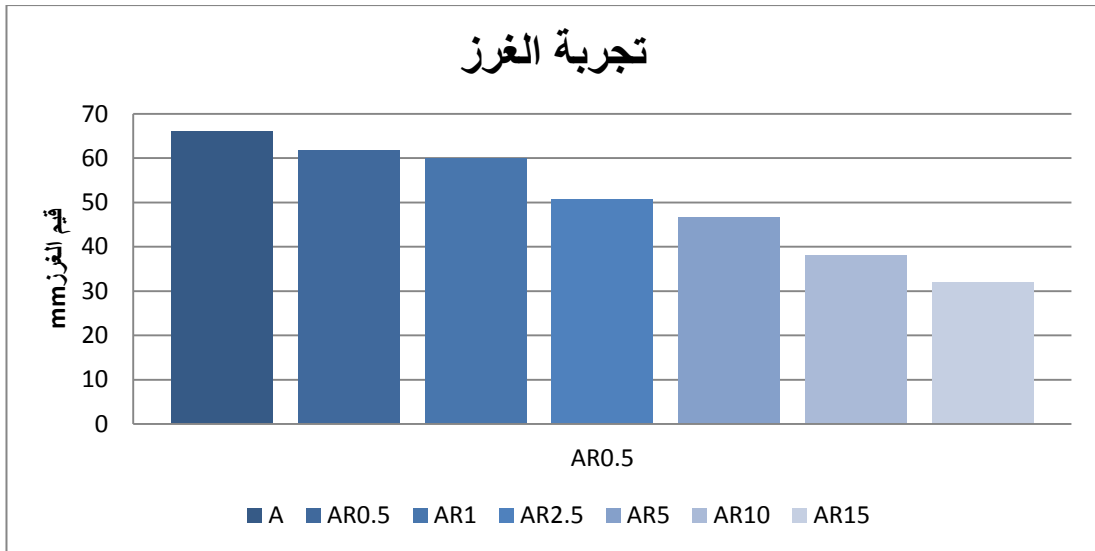
البيتومين المعدل:

تمت إضافة المطاط للبيتومين وفق نسبٍ مختلفةٍ محددة، ثم درس تأثير ذلك على بعض خواص البيتومين من خلال إجراء بعضٍ من التجارب كدرجة الغرز وتجربة الاستطالة وتجربة نقطة التميع.

أولاً: خصائص البيتومين المعدل بالمطاط وفق النسب 15%-10%-5%-2.5%-1%-0.5%:

تمت إضافة المطاط للبيتومين وفق النسب (0.5-1-2.5-5-10-15)% من وزن البيتومين، ثم حدّدت قيم الغرز والاستطالة ونقطة التميع.

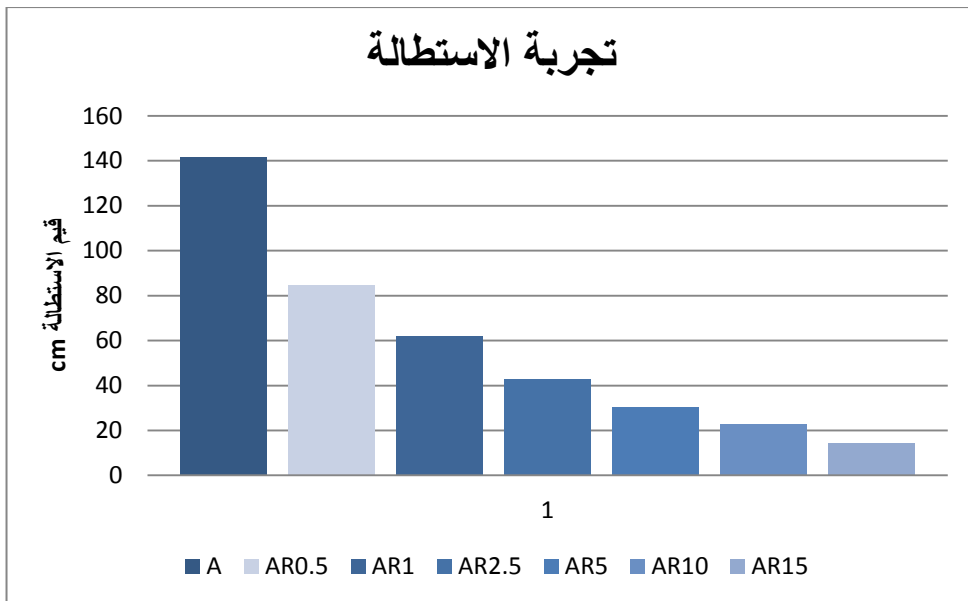
تجربة الغرز:



الشكل (6) قيم الغرز للبيتومين المعدل ARx (حيث x نسب المطاط 1-2.5-5-10-15) في قيم الغرز للبيتومين المعدل ARx (حيث x نسب المطاط 1-2.5-5-10-15) (0.5%)

يبين الشكل (6) انخفاضاً في قيم الغرز بشكل واضح عند النسب المختلفة من المطاط وكانت نسبة المطاط الأعلى 15% تعطي قيمة أقل للغرز، وقد بلغت نسب الانخفاض لقيم الغرز (29.3-42.3-51.5)% بما يقابلها من نسب المطاط (5-10-15)%، بالتالي انخفاض قيم غرزه من المجال (60/70) إلى المجالين (40/50) و (30/40) وقد يفسر ذلك إلى أنه عند دخول الحبيبات المطاطية في البيتومين تقوم بامتصاص المحتوى الزيتي له مما يؤدي إلى زيادة لزوجة البيتومين.

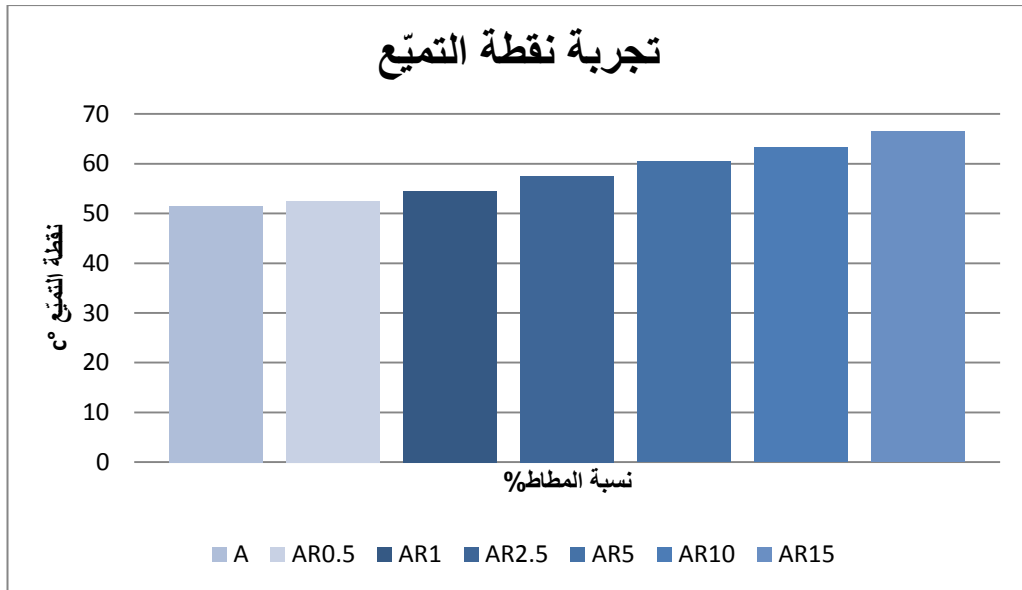
تجربة الاستطالة:



الشكل (6) قيم الاستطالة للبيتومين المعدل AR_x (حيث x نسب المطاط 15-10-5-2.5-1) % (0.5-1)

نلاحظ من الشكل (6) انخفاض قيم الاستطالة بشكل كبير مقارنةً مع البيتومين الغير معدّل، والانخفاض طرديّ مع زيادة نسبة المطاط وإذ بلغت أقل قيمةٍ للاستطالة 14.33 سم عند نسبة 15% للمطاط، وكانت النسب المئوية لانخفاض قيم الاستطالة (41-57-70-79-84-90)% بما يقابل نسب المطاط (0.5-1-2.5-5-10-15)%

الكرة و الحلقة (نقطة التميع):

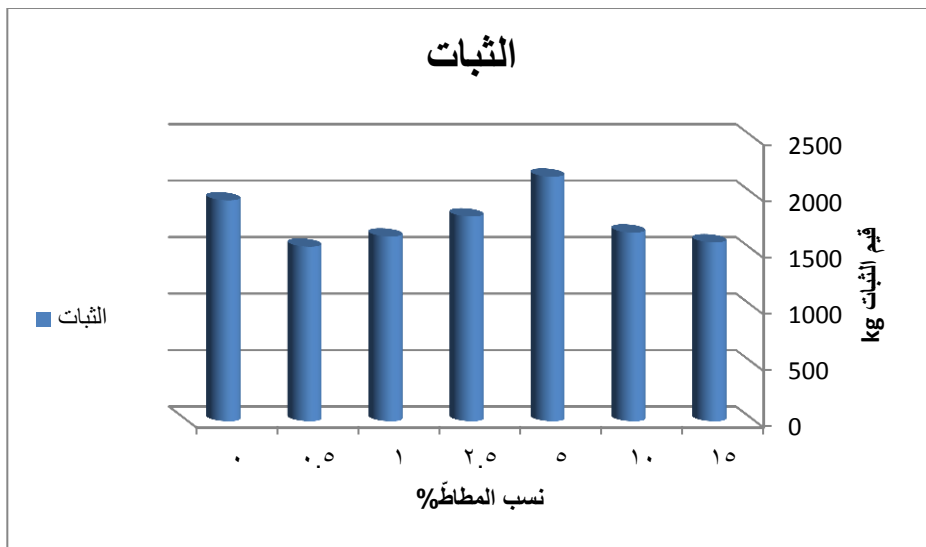


الشكل (7) قيم نقطة التميع للبيتومين المعدل (حيث X نسب المطاط 1-2.5-5-10-15-0.5%)

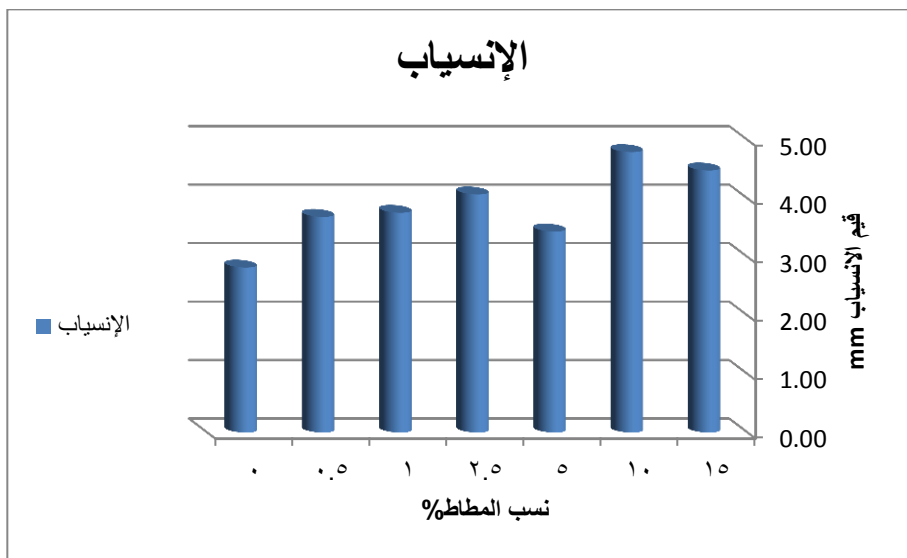
نلاحظ من الشكل (7) زيادة نقطة التميع مع زيادة نسبة المطاط، فقد بلغت أعلى قيمة لنقطة التميع عند نسبة المطاط 15%، حيث ارتفعت نقطة التميع بنسبة (2-6-10-15-19-23)% بما يقابلها من نسب المطاط المضافة.

نتائج مارشال للمكشوط الإسفلتي المعدل (70% مكشوط و 30% حصويات) المضاف له المطاط (a) وفق النسب التالية (0.5-1-2.5-5-10-15-0.5%).

تم اعتماد طريقة مارشال في تصميم الخلطات المكونة من المكشوط (70% مكشوط و 30% حصويات) والمطاط وفق نسب مختلفة منه (0.5-1-2.5-5-10-15-0.5%) من وزن البيتومين، حيث تم تشكيل ثلاثة قوالب من كل نسبة.



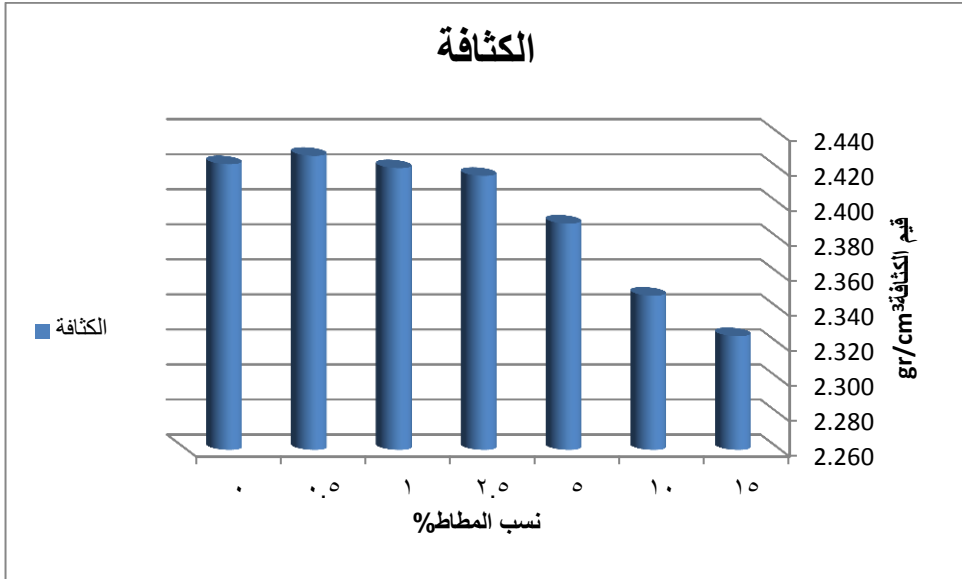
الشكل (8) قيم تغير الثبات بتغير نسب المطاط وفق التركيب الحبي الأول نلاحظ من الشكل (8) انخفاضاً في قيم الثبات عن قيمته في الخلطة بدون مطاط وذلك عند نسبة مطاط 0.5% ليعاود الارتفاع تدريجياً ويصل لأعلى قيمة له عند نسبة مطاط 5% وهي أعلى من قيمة الثبات في الخلطة بدون مطاط ليتابع بالانخفاض مرة أخرى.



الشكل (9) قيم تغير الانسياب بتغير نسب المطاط

نلاحظ من الشكل (9) زيادة قيم الانسياب في جميع الخلطات المعدلة بالمطاط مقارنةً بالخلطة الغير معدلة.

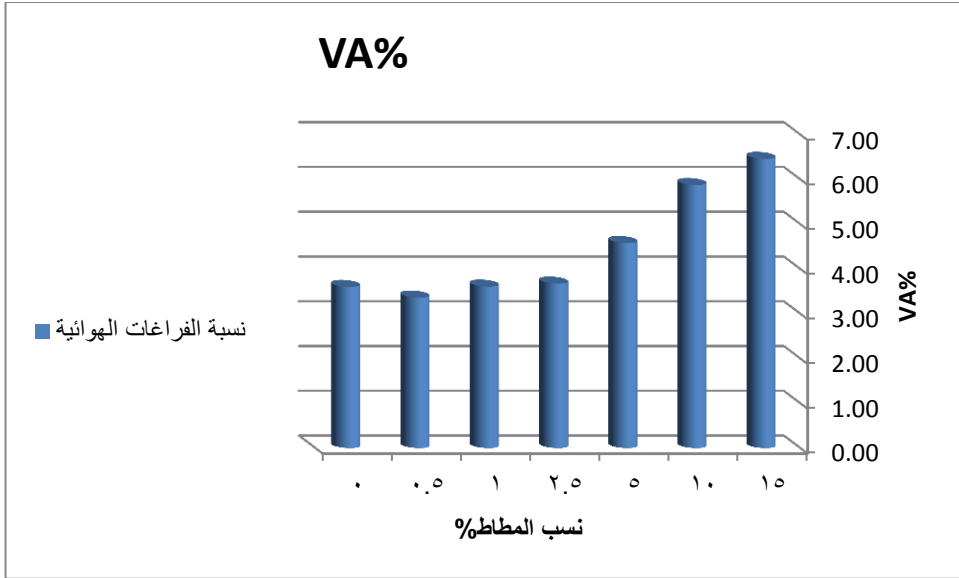
ونلاحظ زيادة قيم الانسياب بشكلٍ طرديٍّ في الخلطات المضاف لها المطاط عند النسب (0.5-1-2.5)% ثم ينخفض عند قيمة 5% مطاط إلا أنها تبقى أعلى من قيمة الانسياب في الخلطة الغير معدلة بالمطاط، ليعاود الارتفاع عند نسبة مطاط 10% وهي أعلى قيمة له بين جميع النسب، ثم ينخفض بشكلٍ طفيف عند النسبة 15%



الشكل (10) قيم تغير الكثافة بتغير نسب المطاط

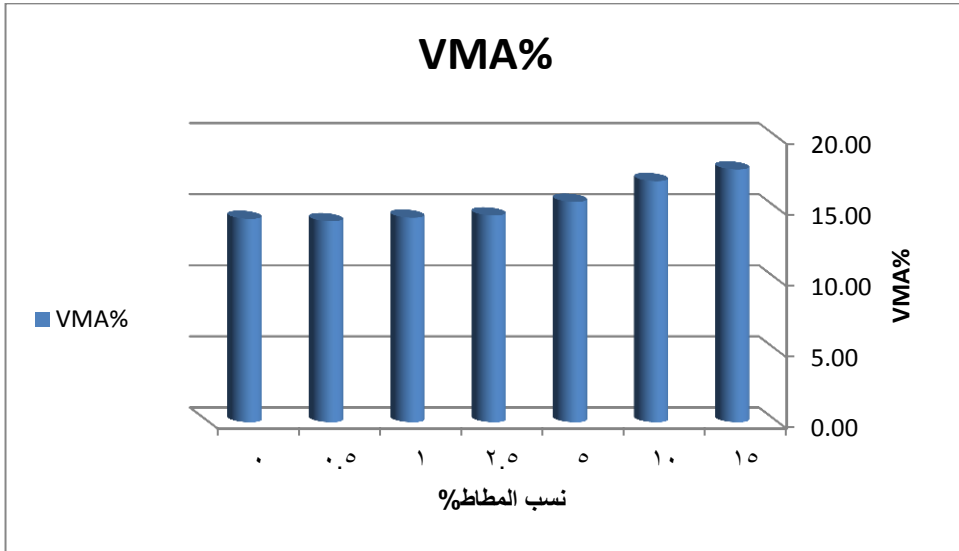
نلاحظ من الشكل (10) ارتفاع قيمة الكثافة عند نسبة المطاط 0.5%، ثم تعاود الانخفاض مع زيادة نسبة المطاط.

نلاحظ قيم الانخفاض بشكلٍ طفيفٍ عند النسبتين (1-2.5)%، وبشكلٍ أكبر عند النسب (5-10-15)% لتبلغ أقل قيمةً للكثافة عند أعلى نسبة مطاط وهي 15%.



الشكل (11) قيم تغير الفراغات الهوائية بتغير نسب المطاط

نلاحظ من الشكل (11) أنّ الفراغات الهوائية تزداد بشكلٍ طرديّ مع زيادة المطاط نلاحظ أنّ الزيادة في الفراغات الهوائية تكون طفيفةً مع زيادة المطاط عند النسب المنخفضة من المطاط (0.5-1-2.5) ثمّ تزداد بشكلٍ أكبر عند النسب (5-10-15)%. (15)



الشكل (12) قيم تغير الفراغات بين الحصى بتغير نسب المطاط

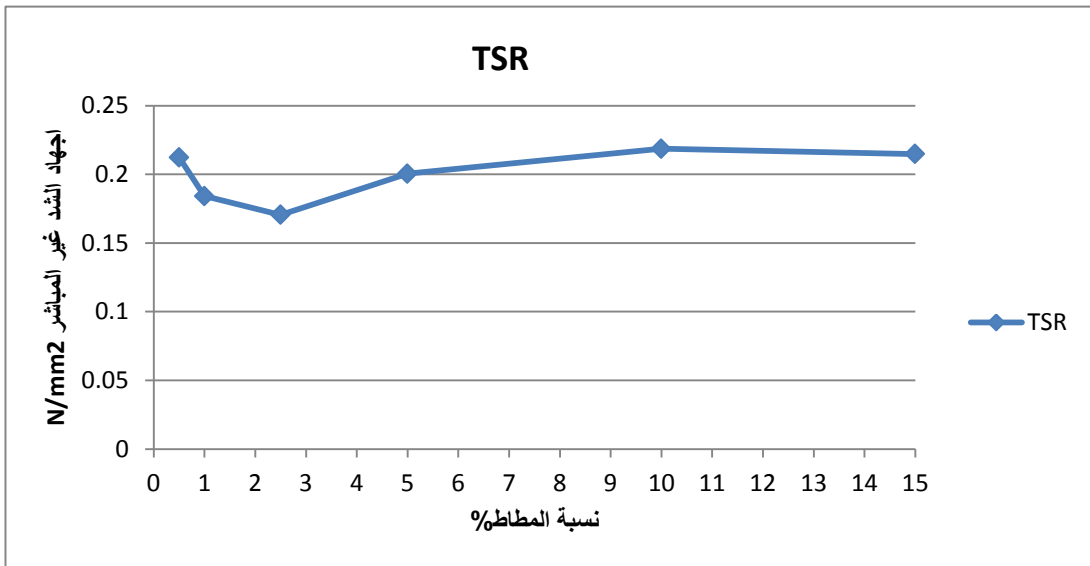
نلاحظ من الشكل (12) أن الفراغات بين الحصويات تزداد بشكلٍ طرديٍّ مع زيادة المطاط نلاحظ أن الزيادة في الفراغات بين الحصويات تكون طفيفةً مع زيادة المطاط عند النسب المنخفضة من المطاط (0.5-1-2.5) ثم تزداد بشكلٍ أكبر عند النسب (5-10-15)%. (15)

4-5 تجربة الشد غير المباشر على المكشوط المعدل مع إضافة المطاط:

تم تشكيل ثلاثة قوالب من خلطة المكشوط المعدل (70% مكشوط و 30% حصويات جديدة) المضاف لها المطاط وفقاً لطريقة مارشال، ومن ثم تم كسرها بطريقة الشد غير المباشر، إذ تم الحصول على النتائج المبينة بالجدول و المنحنيات

4-5-1 نتائج تجربة الشد غير المباشر للمكشوط الإسفلتي

المعدل (70% مكشوط و 30% حصويات) المضاف له المطاط وفق النسب التالية (0.5-1-2.5-5-10-15)%. (15)



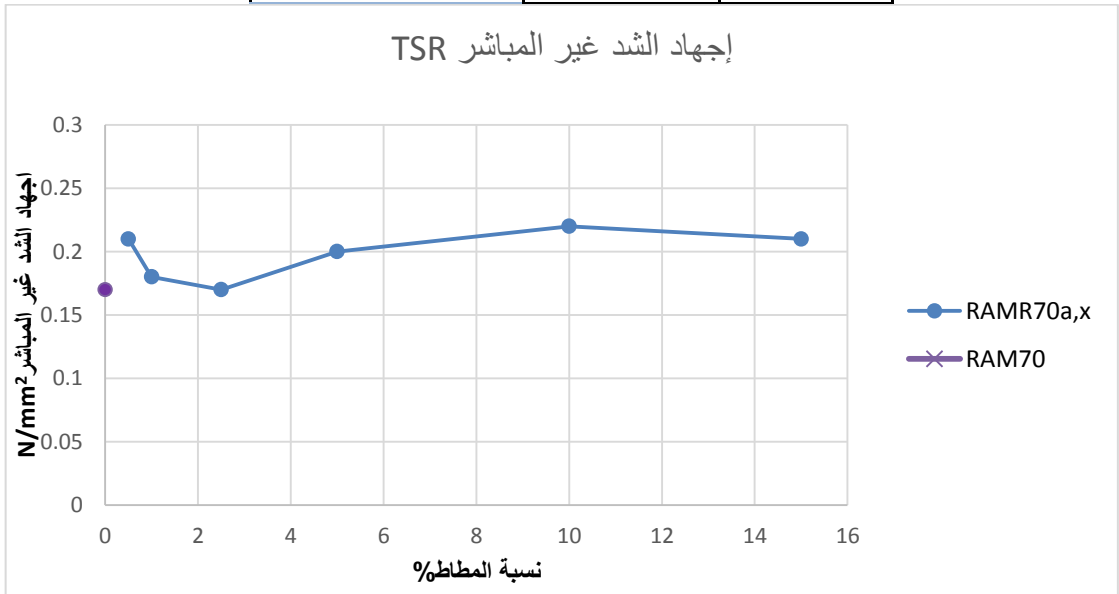
الشكل (13) العلاقة بين اجهاد الشد غير المباشر ونسب المطاط

من الشكل (13) نلاحظ أن أعلى قيمة لإجهاد الشد كانت عند نسبة مطاط 10%.

4-5-4 مقارنة اجهاد الشد بين نسب المطاط و تأثير نسب المطاط على قيم اجهاد الشد:

الجدول (10) العلاقة بين اجهاد الشد الغير مباشر ونسب المطاط .

TSRRAM70(N/mm ²)	TSR (N/mm ²)	نسبة المطاط%
0.17		0
	0.21	0.5
	0.18	1
	0.17	2.5
	0.2	5
	0.22	10
	0.21	15



الشكل (14) العلاقة بين اجهاد الشد الغير مباشر ونسب المطاط

نلاحظ من الشكل (14):

- أن قيم اجهاد الشد غير المباشر أكبر بعد إضافة المطاط من قيم إجهاد الشد بدون إضافة المطاط مهما كانت نسبة المطاط.

- إن أكبر قيمة لإجهاد الشد هي عند نسبة المطاط (10)%

الاستنتاجات:

- إن إضافة فتات المطاط إلى الرابط البيتوميني يخفّض من درجة غرزه واستطالته و يزيد من نقطة التميع.
- أعطت خلطة المكشوط المعدل بنسبة 70% مكشوط و 30% حصويات جديدة (RAM70) ثباتاً ونسبة فراغاتٍ هوائيةٍ أكبر وانسياباً أقلّ بالمقارنة مع الخلطة المرجعية .
- يزداد الثبات بازياد نسبة المطاط المضاف إلى خلطة المكشوط 70% مع 30% حصوياتٍ جديدةٍ RAM70 وذلك ضمن المجال (0.5-2.5)% لكّنه يبقى أقلّ من ثبات RAM70
- إنّ زيادة نسبة المطاط المضافة إلى الخلطة RAM70 يزيد من الثبات حتى النسبة 5% ومن بعدها يعاود للانخفاض وتكون قيمة الثبات عند نسبة مطاط 5% أكبر من قيم الثبات في الخلطة RAM70.
- إنّ زيادة نسبة المطاط المضاف إلى RAM70 يساهم في زيادة الانسياب حتى النسبة 2.5% ثمّ ينخفض عند النسبة 5% ويعاود الارتفاع ليصل لأعلى قيمة له عند النسبة 10%.
- تتخفّض قيمة الفراغات بين الحصويات عند نسبة المطاط 0.5% ثمّ تعاود الارتفاع مع زيادة نسبة المطاط حتى 1.5%.
- إنّ إضافة المطاط للخلطة RAM70 بتركيبه يعطي اجهاد شدّ غير مباشرٍ أكبر مما أعطته الخلطة RAM70 الخالية من المطاط.
- إنّ زيادة نسبة المطاط يعطي تأرجحاً لقيم اجهاد الشدّ غير المباشر للنسب المنخفضة ومن ثمّ يزداد الاجهاد حتى نسبة مطاط 10% ثمّ يعاود الانخفاض من جديد بعد ذلك عند نسبة 15%.

التوصيات:

- ضرورة إجراء تجارب إضافية حول تأثير تغيّر درجات الحرارة على خصائص المكشوط المعدّل والمضاف إليه المطاط كوننا لم نتمكن من ذلك .
- نوصي بإجراء دراسة حول تأثير إضافة المطاط في الخلطات الببتيومينية العادية.
- ضرورة التنسيق بين الجهات العامّة المسؤولة عن كشط الطرق وبحيث يتم تجميع ناتج الكشط في أماكن مخصّصة مع بيان المعلومات عن الاسفلت المكشوط من حيث الخواص الهندسيّة للخلطة عند الإنشاء، وتاريخ الإنشاء، وتاريخ الكشط.
- إيجاد منهجية علميّة وإداريّة واضحة لجميع الإطارات التالفة من ورشات الإصلاح و مراكز تبديل الإطارات و وضعها في مكباتٍ خاصّةٍ ليتم بعد ذلك ترحيلها إلى ورشات خاصّةٍ تقوم بتفتيتها و تخزينها وفق معايير عالميّة لتكون جاهزة للطلب عند الحاجة لكافة الاستخدامات المتنوعة منها وجمعه ضمن مكباتٍ خاصّةٍ، ومن ثمّ ترحيلها إلى ورشاتٍ خاصّةٍ بتفتيتها وتخزينها وفق معايير عالميّة لتكون صالحة للاستعمالات المختلفة.

المراجع: References

- 1-الشويطي م.نسرين، تأثير خصائص الموادّ الإسفلتيّة المكشوطّة في المنطقة الوسطى على طرق معالجتها ومجال إعادة استخدامها على الساخن، جامعة البعث كليّة الهندسة المدنيّة، رسالة ماجستير، 2013
- 2-WONG,C.C ; WONG,W.G.Effect of crumb rubber modifiers on high temperature susceptibility of wearing course mixture.construction and building Materials,volume21,Issue8,August200 ,pages1741-17457
- 3-XIAO,F ; AMIRKHANIAN,S ; SHEN,G ; PUTMAN,B.influences of Crumb Rubber Size and type on Reclimed Asphslt pavement.(RAP) Mixture. Construction and building Materials,Volume23,Issue2,February2009,Pages1208-1034
- 4-دفتر الشروط الفنيّة لأعمال الطّرق و الجسور(وزارة المواصلات-الجمهورية العربيّة السوريّة)
- 5-حنا د.بسام، موادّ البناء واختبارها، منشورات جامعة البعث كليّة الهندسة المدنيّة، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعيّة، 2000-1999

المصطلحات و الكلمات المفتاحية:

الرمز	المصطلح
CR	الفتات المطاطي
A	البيتومين
AR	البيتومين المعدل بالمطاط
AR x,a	البيتومين المعدل بنسب من المطاط وفق التركيب الأول
RA	المكشوط الإسفلتي
RAM	المكشوط الإسفلتي المعدل
RAM70	المكشوط الإسفلتي المعدل (70% مكشوط و 30% حصويات جديدة)
RAMR70	المكشوط الإسفلتي المعدل المضاف له مطاط (70% مكشوط و 30% حصويات جديدة)
HMA	الخلطات الإسفلتية على الساخن (الخلطة المرجعية)
(X النسبة المئوية المأخوذة من المطاط) RAMR70 x	المكشوط الإسفلتي المعدل المضاف له مطاط

التركيب النوعي لتجمعات القاعية النباتية والحيوانية في المستندات الصلبة لشاطئ

مدينة بانياس

أ.د. ازدهار عمّار ١ د. هديل عراج ٢ هبه الإبراهيم ٣

- (١) أستاذ ، قسم البيولوجيا البحرية، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
- (٢) مدرس، قسم البيولوجيا البحرية، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.
- (٣) طالبة ماجستير، قسم البيولوجيا البحرية، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

الملخص

تم تحديد التركيب النوعي لتجمعات القاعيات الحيوانية والنباتية في المستندات الصخرية الشاطئية لأربعة مواقع جنوب مدينة بانياس وهي: جنوب المحطة الحرارية، الباصية، سهم البحر والشاطئ المهجور. تم تنفيذ ثماني جولات بحرية خلال الفترة الواقعة ما بين (تموز 2019 لغاية حزيران 2020)، جمعت العينات يدوياً بطريقة المسح الأفقي، صنفّت الأفراد حتى مستوى النوع. بلغ العدد الكلي لأنواع القاعيات الحيوانية في مواقع البحث الأربعة (44) نوعاً تنتمي إلى 7 وحدات تصنيفية كبيرة موزعة على النحو التالي: (18) نوعاً من بطنيات القدم Gastropoda، (8) أنواع من ثنائيات المصراع Bivalvia، (7) أنواع من القشريات Crustacea، (5) أنواع من شوكلات الجلد Echinodermata، (3) أنواع من القراصيات Cnidaria، ونوع واحد من كل من الاسفنجيات Spongia، كثيرات الأهلاب Polychaeta والقميصيات Ascidiacea. رافق هذه الأنواع وجود (10) أنواع من الطحالب الحمراء Rhodophyta، (8) أنواع من الطحالب الخضراء Chlorophyta، و (7) أنواع من الطحالب السمراء Phaeophyceae. كان عدد الأنواع الغريبة (16) نوعاً حيوانياً و (4) أنواع نباتية مشكلة نسبة 28.98% من العدد الكلي للأنواع في مواقع البحث الأربعة.

الكلمات الدالة: شرق المتوسط، الشاطئ السوري، التنوع الحيوي البحري، قاعيات حيوانية، قاعيات نباتية، المستندات الصلبة، أنواع غريبة.

Specific composition of Phyto and Zoobenthic communities in the hard substrates of Banias coast

Dr. Izdihar Ammar¹ Dr. Hadeel Arraj² Heba Alebraheem³

¹ Professor, Dept of Marine biology at HIMR, Tishreen University, Lattakia, Syria. Email: izdiammar@gmail.com

² lecturer, Dept of Marine biology at HIMR, Tishreen University, Lattakia, Syria.

³ Master Student , Dept of Marine biology at HIMR, Tishreen University, Lattakia, Syria

Abstract

Specific composition of benthic communities in hard substrate has been identified for four areas south of Banias: South of the Thermal station, AL basia, Sahm albher and finally AL mahjor beach. Eight sampling trips were performed during 2019-2020, in which the samples were manually collected by horizontal scon and classified to species level. The total number of species of Zoobenthos in the four research areas (44) belongs to seven macrotaxons distributed as follows: (18) species of Gastropoda, (8) species of Bivalvia, (7) species of Crustacea, (5) species of Echinodermata, (3) species of Cnidaria, (1) species of each all: Spongia, Polychaeta, and Ascidiacea, have been associated with the presence of (10) species of Rhodophyta (8) species of Chlorophyta and (7) species of Phaeophyta and. The ratio of alien species was 28,57% with (16) species of zoobenthos and (4) species of macrophytes.

Keywords: Eastern Mediterranean, Syrian Coast, Marine Biodiversity, Zoobenthos, Macrophytes, Hard substrate, Alien species.

المقدمة:

تعدّ التجمعات القاعية Benthic communities في البحر المتوسط الأكثر تميزاً بين الكائنات الحية من حيث الغنى والانتشار [6]، وتكون نسبة الأنواع المستوطنة مرتفعة نسبياً بالمقارنة مع البحار والمحيطات الأخرى وذلك من مختلف المجموعات التصنيفية. يتباين توزيع الفاونا القاعية ما بين غرب المتوسط وشرقه، ففي شرق المتوسط سجل وجود 1658 نوعاً منها [12]. أما بالنسبة للنباتات البحرية فقد أُشير إلى وجود 500 نوع في الحوض الشرقي للمتوسط [18].

تؤدي الطحالب دوراً مهماً في النظم البيئية الشاطئية، فهي توفر الكتلة الحيوية والطاقة وتحتل القاعدة الأساسية للسلاسل الغذائية، كما أنها تقدم المأوى والحماية للكثير من الكائنات الحية و تعد مكاناً لتكاثر الكثير منها كالرخويات والقشريات وشوكيات الجلد والأسماك [33].

يختلف تركيب المجتمعات القاعية تبعاً لمجموعة من العوامل يأتي نمط القاع والعمق في مقدمة هذه العوامل [37]، إذ تتأثر هذه المجتمعات بالنشاطات الطبيعية والتغيرات البيئية الناجمة عن النشاطات البشرية [23-15]. كذلك تؤدي عمليات الصيد بالجرف إلى تخريب المستند القاعي وبالتالي انخفاض في عدد الأنواع [22-7]، ويسبب التلوث بالمواد العضوية والعناصر الثقيلة تغييراً في تركيب المجتمعات القاعية وتناقص أنواعها وانخفاض غزارتها [31].

كما تحدث التغيرات الطبيعية في الخصائص الهيدرولوجية للمياه مثل (درجة الحرارة، نسبة الملوحة، درجة الحموضة، نسبة الأوكسجين المنحل،... الخ) تغيرات في غزارة وتنوع المجموعات القاعية المختلفة [34-28-24].

حظيت القيعان الصلبة بمجموعة من الدراسات في المتوسط -11-10-8-4-2-1 [21-20-19] نظراً لأنها بيئات ذات تنوع حيوي كبير معرضة للتلوث مما يؤثر على تركيب المجتمعات القاعية فيها. كما درست التجمعات القاعية الحيوانية والنباتية بشكل منفرد على القيعان الصلبة في الشاطئ السوري وسجلت العديد من الأنواع الغريبة والغازية [36-35-33-32].

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى:

- دراسة التجمعات الأحيائية القاعية (النباتية والحيوانية) في مناطق الدراسة.
 - تحديد أنواع الحيوانات القاعية والطحالب البحرية الغريبة.
- تأتي أهمية البحث كونه يعنى بدراسة التجمعات النباتية والحيوانية في المستنقعات الصلبة بشكل متزامن وهذا يحدث للمرة الأولى، الأمر الذي يسمح بتحليل النتائج بشكل أفضل.

مواد البحث وطرقه:

1-مواقع الدراسة: تم جمع العينات من أربع مواقع مختلفة على امتداد 10 كم جنوب مدينة بانياس الشكل (1) وهذه المناطق هي:

- جنوب المحطة الحرارية St1 ($35^{\circ}10'01N$ $35^{\circ} 55'32E$) :

يمتد هذا الموقع من مدخل مياه تبريد المحطة الحرارية شمالاً ولمسافة مئات الأمتار جنوباً وتوجد فيه مصبات مياه عذبة في المنطقة فوق الشاطئية، تكون المنطقة الشاطئية صخرية وتحوي بركاً شاطئية، في حين تصبح إلى الجنوب صخرية تتخللها تجمعات لرمال سوداء خشنة. أما المنطقة تحت الشاطئية فهي عبارة عن منحدر صخري وقاع رملي وحصى أسود.

- شاليهات الباصية St2 ($35^{\circ}09'14N$ $35^{\circ} 55'30E$):

يتميز هذا الموقع ببعده عن التلوث النفطي المباشر والمياه الصناعية ولكنه يحتوي على مصب صرف صحي محدود يخدم الشاليهات الموجودة في المنطقة. يكون القاع في المنطقة فوق الشاطئية رملياً وحجرياً إلى الجنوب، والمنطقة الشاطئية صخرية مكونة من برك وخنادق، أما المنطقة تحت الشاطئية فهي صخرية مغطاة بطبقة رقيقة من الرمال البنية الناعمة.

- سهم البحر St3 ($35^{\circ}07'07N$ $35^{\circ} 54'08E$) :

يمتد هذا الموقع من جامع سهم البحر شمالاً لمئات الأمتار جنوباً، لا يخلو من بعض النشاطات البشرية كالصيد والسباحة. المنطقة فوق الشاطئية صخرية مغطاة بالرمال،

يكون القاع في المنطقة الشاطئية صخرياً يحتوي بركاً شاطئيةً ورمالاً ناعمة، ويكون القاع في المنطقة تحت الشاطئية رملياً بنياً.

• الشاطئ المهجور St4 ($35^{\circ}04'54N$ $35^{\circ} 53'31E$):

يمتد هذا الموقع إلى الجنوب من مطعم الشاطئ المهجور شمالاً حتى 400 متر جنوباً. القاع في المنطقة فوق الشاطئية صخرياً مغطى بالرمال وفي المنطقة الشاطئية صخرياً يحتوي بركاً شاطئية ورمالاً ناعمة، أما المنطقة تحت الشاطئية القاع فيها صخري.



الشكل (1): مواقع جمع العينات جنوب مدينة بانياس

2- الخصائص الهيدرولوجية للمواقع المدروسة:

تم تحديد درجة حرارة المياه (Temperature) T، نسبة الملوحة (Salinity) Sal، ودرجة الحموضة pH، باستخدام جهاز (pH/Cond) WTW موديل 340i. وذلك بقصد الكشف عن التغيرات الهيدرولوجية المؤثرة على تركيب الأحياء القاعية.

3- الاعتيان:

جمعت العينات النباتية والحيوانية من المستنقعات الصخرية في مستوى المنطقة الشاطئية وحتى عمق 1.5م تقريباً للمواقع الأربعة خلال الفترة (تموز عام 2019 لغاية حزيران عام 2020) بطريقة المسح الأفقي وتتضمن جمع كل الأنواع الموجودة على سطح مربع قدره (900 سم²) و قد تم اختيار خمس مربعات عشوائياً من كل موقع. حفظت العينات الحيوانية بالفورمول تركيز 4% كما تم الاحتفاظ بنماذج مجففة من العينات النباتية كمشبات في المعهد العالي للبحوث البحرية.

4- تحليل العينات:

عزلت الأفراد من العينات القاعية الحيوانية وتم تصنيفها حتى مستوى الجنس والنوع بالاعتماد على مفاتيح التصنيف والمراجع العالمية [17-26-30] وبالاستناد إلى المعلومات المتوفرة في السجل العالمي للأنواع البحرية [29]، أما الطحالب فقد تم فصلها عن الرمال و اللافقاريات الصغيرة ثم تم تحديد النوع اعتماداً على مفاتيح التصنيف العالمية واعتماداً على إجراء مقاطع عرضية في المشرة ودراستها تحت المجهر [13-26].

النتائج والمناقشة:

1- التركيب النوعي للقاعيات الحيوانية والنباتية:

بلغ العدد الكلي لأنواع القاعيات الحيوانية في مناطق البحث الأربعة (44) نوعاً تنتمي إلى (7) وحدات تصنيفية كبيرة موزعة على النحو التالي: 18 نوعاً من بطنيات قدم Gastropoda، 8 أنواع من ثنائيات المصراع Bivalvia، 7 أنواع من القشريات Crustacea، 5 أنواع من شوكرات الجلد Echinodermata، 3 أنواع من القراصيات Cnidaria، نوع واحد من كل من كثيرات الأهداب Polychaeta، الإسفنجيات Spongia، والقميصيات Ascidiacea.

وقد كانت هذه الأنواع مترافقة مع وجود (10) أنواع من الطحالب الحمراء Rhodophyta، (8) أنواع من الطحالب الخضراء Chlorophyta، و (7) أنواع من الطحالب السمراء Phaeophyceae. تظهر النتائج وجود أنواع ممثلة لمعظم المجموعات القاعية في مواقع الدراسة، وسيطرة أنواع الرخويات والطحالب الحمراء تليها ثنائيات المصراع والطحالب الخضراء، مع انخفاض ملحوظ في عدد الأنواع بالنسبة لبقية المجموعات.

يبدو هذا العدد من القاعيات الحيوانية أقل من العدد المسجل في دراسة سابقة عام 2002 حيث بلغ عدد الأنواع فيها 59 نوعاً [31] يعزى سبب الانخفاض في عدد الأنواع المسجلة إلى الضغوطات التي تخضع لها هذه الأحياء في بيئتها كالتلوث الناتج عن الأنشطة البشرية والسياحية والصيد الجائر وتدمير الموائل ونقص المغذيات بالإضافة إلى الغزو البيولوجي وتغيرات المناخ.

2- توزيع القاعيات في مناطق البحث:

يظهر من الجدول (1) أن موقع جنوب المحطة St1 أكثر المواقع غناً بالأنواع من مختلف الوحدات التصنيفية.

حيث بلغ عدد الأنواع 35 نوعاً تنتمي إلى 11 وحدة تصنيفية كبيرة هي: 11 نوعاً من بطنيات قدم، 9 أنواع من ثنائيات المصراع، 7 أنواع من القشريات، 3 أنواع من شوكرات الجلد، نوعان من القراصيات، و نوع من كل من الإسفنجيات، كثيرات الأهلاب، و القميصيات.

بالإضافة إلى 9 أنواع من الطحالب الحمراء، 7 أنواع من الطحالب الخضراء، و 5 أنواع من الطحالب السمراء. ويفسر غنى هذه المنطقة بأنواع القاعيات إلى وجود مصادر للمياه العذبة والتنوع بطبيعة القاع.

أما الموقع الأقل غناً بالأنواع فقد كان مقابل شاليهات الباصية حيث أظهرت نتائج الدراسة وجود 26 نوعاً وهي: 7 أنواع من بطنيات قدم، 5 أنواع من القشريات، 4 أنواع من ثنائيات المصراع، نوع من الإسفنجيات، نوع من كثيرات الأهلاب، ونوع من القراصيات.

بالإضافة إلى 3 أنواع من الطحالب الحمراء، نوعين من الطحالب الخضراء، ونوعين من الطحالب السمراء.

يفسر انخفاض عدد الأنواع في هذا الموقع بالمقارنة مع المواقع السابقة إلى انتشار بعض أنواع الملوثات كالصرف الصحي الذي يخدم الشاليهات والتلوث بالنفايات الصلبة، والصيد الجائر [38].

الجدول (1) عدد أنواع كل وحدة تصنيفية كبيرة والعدد الكلي للأنواع في كل موقع، والنسبة المئوية لكل أنواع كل وحدة تصنيفية من المجموع الكلي للأنواع في جميع مواقع الدراسة.

الوحدات التصنيفية	عدد الأنواع في كل موقع				النسبة المئوية لكل وحدة تصنيفية %
	St1	St2	St3	St4	
Gastropoda	11	7	14	10	40.9
Bivalvia	9	4	7	5	20.45
Crustacea	7	5	6	7	13.63
Polychaeta	1	1	1	1	2.27
Echinodermata	3	0	2	0	11.36
Spongia	1	1	0	0	2.27
Cnidaria	2	1	2	2	6.81
Asciaceae	1	0	0	0	2.27
المجموع	35	19	32	25	
Chlorophyta	7	2	2	3	30.43
Phaeophyceae	5	2	4	2	26.08
Rhodophyta	9	3	6	4	43.47
المجموع	21	7	12	9	

3- التوزيع المناطقي Zonation للأحياء القاعية:

حددت أنواع القاعيات الحيوانية والنباتية الموجودة في جميع المستنقعات في مستوى المناطق الشاطئية العليا Supralittoral والوسطى Mediollittoral والسفلية Infralittoral وحتى عمق 1.5م تقريباً.

المنطقة فوق الشاطئية **Supralittoral Zone**: لوحظ انتشار نوع واحد من أنواع السرطانات الصغيرة *Heteropanope laives* على الصخور الشاطئية، وانتشار الرخوي بطني القدم *Littorina punctata* في البرك فوق الشاطئية في كل مواقع الدراسة. كما لوحظ وجود أعداد كبيرة من القواقع والأصداف المقذوفة لأنواع ال: *Cerithium scabridum, Columbella rustica, Cantharus dorbignyi, Chama pacifica, Saccostrea cucullata, Gafrarium pectinatum, Mactra stultorum, Pinctada radiata, Glycymeris bimaculata*, في جميع مواقع الدراسة، وهيكل فارغة للنوع *Strombus decorus* في موقعي الشاليهات وسهم البحر يسكنها القشري *Clibanarius erythropus*. تتفرد الطحالب الزرقاء Cyanophyta بالنمو في هذه المنطقة على الصخور الشاطئية الواقعة فوق مستوى سطح الماء.

المنطقة الشاطئية **Midolittoral zone**:

اتصفت المنطقة الشاطئية ذات القيعان الصخرية للمواقع الأربعة بسيطرة أربعة أنواع من الرخويات هي *Brachidontes pharaonis, Patella caerulea, Monodonta turbinata, Monodonta articulata*. انتشر القشري *Balanus balanus* من القشريات الدنيا بشكل واسع على المستندات الصخرية في المنطقة الشاطئية لمواقع البحث الأربعة، بالإضافة إلى النوعين *Cerithium scabridum, Littorina punctata* من بطنيات القدم وهما نوعان غازيان في شرق المتوسط [5]. كما سجل وجود محار اللؤلؤ *Pinctada imbricata radiata* في كل مواقع الدراسة، بينما انتشر النوعين *Eriphia verrucosa, Pachygrapsus marmoratus* من السرطانات المحلية في موقعي جنوب المحطة والشاطئ المهجور. سيطرت على هذه المنطقة أنواع من الطحالب الحمراء الكلسية *Jania rubena* و *Galaxaura rogusa* والأنواع *Ulva fasciata* و *Enteromorpha linza* و *Enteromorpha compressa* من الطحالب الخضراء في جميع مواقع البحث. شكل 2.



الشكل (2) النوع *Enteromorpha linza* في منطقة الباصية

انتشر النوع *Padina pavonia* من الطحالب السمراء في موقعي جنوب المحطة والشاطئ المهجور.

اقتصرت وجود الأنواع *Anemonia viridis*, *Patella rostica*, *Saccostrea cucullata*, *Codium decortiatum*, *Laurencia obtuse*.

المحطة والشاطئ المهجور الشكل (3)، بينما وجدت الأنواع *Mactra stultorum*,

Chama pacifica, *Diodora italic*, *Diodora ruppellii*, *Galaxaura*

في *lapidescence*, *Laurencia pappilosa*, *Styppopodium schimperi*.

منطقتي جنوب المحطة وسهم البحر.



الشكل (3) المرجان *Anemonia viridis* و بلح البحر *Brachidontes pharaonis* في جنوب المحطة والشاطئ المهجور

بالمقابل اقتصر وجود الأنواع التالية على موقع واحد من مواقع البحث: *Tonna galea*, *Arbacia lixula*, *Phallusia nigra*, *Hypnea cervicornis*, *Scytosiphone lomentaria*, *Cladophora albida*, *Codium vermilara*, *Caulerpa prolifera* وجدت في جنوب المحطة، بينما الأنواع *Patella ulyssiponensis*, *Patella aspera*, *Asteropecten spinulosus*, *Holothoria sanctori*, *Hypnea musciformis*, *Dictyota dichotoma*، اقتصر وجودها على موقع سهم البحر، والأنواع *Patella ferruginea*, *Columbella rustica* على موقع الشاطئ المهجور فقط.

المنطقة تحت الشاطئية **Infralittoral zone**:

سيطر كل من بلح البحر *Brachidontes pharaonis* وبطني القدم *Cerithium scabridum* في المنطقة تحت الشاطئية لجميع مواقع البحث مترافقاً مع سيطرة أنواع من الطحالب الحمراء *Jania rubena* و *Corallina elongate* و *Galaxaura* و *Galaxaura lapidescenc* و *rogusa*

الجدول (2) الأنواع الموجودة في كل موقع من مواقع الدراسة.

النوع species	المواقع المدروسة			
	st1	st2	st3	st4
GASTROPODA				
<i>Cantharus dorbignyi</i> (Payraudeau, 1826)	+	+	+	+
<i>Cerithium scabridum</i> (Philippi,1848)	+	+	+	+
<i>Columbella rustica</i> (Linnaeus,1758)	-	-	-	+
<i>Diodora ruppellii</i> (G.B.Sowerby I,1835)	+	-	+	-
<i>Diodora gibberula</i> (Lamarck,1819)	-	-	+	-
<i>Diodora italica</i> (Defrance,1820)	+	-	+	-
<i>fissurella nubecula</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	-
<i>Gibbula divaricata</i> (Linnaeus,1758)	-	-	+	+
<i>Littorina punctata</i> (Gmelin,1790)	+	+	+	+
<i>Monodonta turbinata</i> (Born,1780)	+	+	+	+
<i>M. articulata</i> (Lamarck,1822)	+	+	+	+
<i>Patella caerulea</i> (Linnaeus,1758)	+	+	+	+
<i>Patella rostica</i> (Linnaeus,1758)	+	-	-	+
<i>Patella ferruginea</i> (Gmelin,1791)	-	-	-	+
<i>Patella ulyssiponensis</i> (Gmelin,1791)	-	-	+	-
<i>Patella aspera</i> (Lamarck,1819)	-	-	+	-
<i>Strombus decorus persicus</i> Swainon,1821	+	+	+	-
<i>Tonna galea</i> (Linnaeus,1758)	+	-	-	-
BIVALVIA				
<i>Brachidontes pharaonis</i> (P. Fischer, 1870)	+	+	+	+
<i>Chama pacifica</i> (Broderoi,1824)	+	-	+	-
<i>Gafrarium pectinatum</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	-
<i>Glycymmeris bimaculata</i> (Poli,1775)	+	-	+	+
<i>Mactra stultorum</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	+	-
<i>Pinctada radiata</i> (Leachi,1814)	+	+	+	+
<i>Ruditapes decussatus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	-
<i>Saccostrea cucullata</i> (Born, 1778)	+	-	-	+
CRUSTACEA				
<i>Balanus balanus</i> (Linnaeus,1758)	+	+	+	+
<i>Clibanarius erythropus</i> (Latreille, 1818)	+	+	+	+

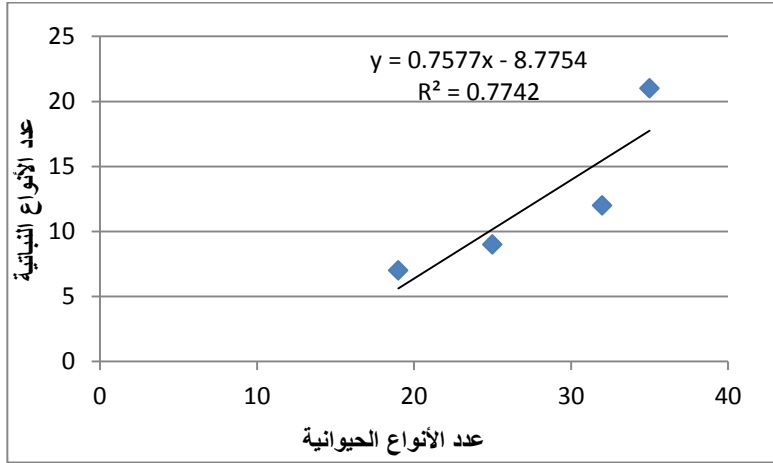
<i>Dardanus arrosor</i> (Herbst,1796)	+	+	+	+
<i>Eriphia verrucosa</i> (Forskale,1775)	+	-	+	+
<i>Heteropanope laives</i> (Dana,1852)	+	+	+	+
<i>Palaemon alagans</i> (Rathke,1836)	+	+	+	+
<i>Pachygrapsus marmoratus</i> (J.C.Fabricius,1787)	+	+	+	+
ECHINODERMATA				
<i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-
<i>Astropecten aranciacus</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-
<i>Amphiura chiajei</i> (Forbes,1845)	+	-	-	-
<i>Astropecten spinulosus</i> (Gray,1840)	-	-	+	-
<i>Holothoria sanctori</i> (Delle Chiaje,1823)	-	-	+	-
CNIDARIA				
<i>Actinia equina</i> (Linnaeus,1758)	+	-	+	+
<i>Anemonia sulcata</i> (Pennant, 1777)				
<i>Anemonia viridis</i>	+	-	-	+
<i>Dendrophyllia cornigera</i> (Lamarck,1816)	+	+	-	-
POLYCHAETA				
<i>Heteronereis fucicola</i> (Örsted, 1843)	+	+	+	+
DEMOSPONGIAE				
<i>Hippospongia communis</i> (Lamarck, 1814)	+	+	-	-
ASCIDIACEA				
<i>Phallusia nigra</i> (Savigny,1816)	+	-	-	-
RHODOPHYTA				
<i>Corallina elongata</i> J.Ellis & Solander,1786	+	+	+	+
<i>Galaxaura lapidescence</i> (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux, 1816	+	-	+	-
<i>Galaxaura rogusa</i> (J.Ellis & Solander) J.V.Lamouroux, 1816	+	+	+	+
<i>Goniolithon elegans</i>	+	-	-	-
<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V. Lamouroux,1813	-	-	+	-
<i>Hypnea cervicornis</i> J.Agardh,1851	+	-	-	-
<i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux, 1816	+	+	+	+
<i>J. Longifurca</i> Zanardini,1844	+	-	-	-

<i>Laurencia pappilosa</i> (C.Agardh) Greville,1830	+	-	+	-
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson)J.V.Lamouroux, 1816	+	-	-	+
PHAEOPHYCEAE				
<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbes & Solier,1851	+	+	-	-
<i>Cystoseira compressa</i> (Esper) Gerloff & Nizamuddin,1975	-	-	-	+
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V.Lamouroux, 1809	-	-	+	-
<i>Padina pavonia</i> (Linnaeus) Thivy,1960	+	-	+	+
<i>Scytosiphone lomentaria</i> (Lyngbye) Link,1833	+	-	-	-
<i>Styppodium schimperi</i> (Kützing) Verlaque & boudouresque,1991	+	-	+	-
<i>Sargassum vulgare</i> C.Agardh,1820	+	+	+	+
CHLOROPHYTA				
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kutzing,1843	+	-	-	-
<i>Codium decorticatedum</i> (Woodward) M.A.Howe,1911	+	-	-	+
<i>Codium vermilara</i> (Olivi) Delle Chiaje,1829	+	-	-	-
<i>Caulerpa prolifera</i> (Forsskal) J.V.Lamouroux, 1809	+	-	-	-
<i>Cheatomorpha linum</i> (O.F.Müller) Kützing, 1845	+	-	-	+
<i>Enteromorpha linza</i> (Linnaeus, 1753)	+	+	+	+
<i>Enteromorpha compressa</i> (Linnaeus) Nees,1820	+	-	-	-
<i>Ulva fasciata</i> Delile,1813	+	+	+	+

+ تدل على وجود النوع في موقع الدراسة - غياب النوع في مواقع الدراسة

4-العلاقة البيئية بين القاعيات الحيوانية والنباتية:

تظهر نتائج التحليل الإحصائي للبيانات باستخدام برنامج Excel وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية بين عدد أنواع القاعيات الحيوانية وعدد أنواع الطحالب الكبيرة في مواقع الدراسة، حيث بلغت قيمة معامل الارتباط ($r=0.879$) الشكل (4).



الشكل (4) علاقة الارتباط بين عدد أنواع القاعيات الحيوانية والقاعيات النباتية في المواقع المدروسة وهذا ما تؤكدته الدراسات المرجعية حول التأثير المتبادل لهذه الكائنات مع بعضها البعض، حيث تساعد القاعيات النباتية في تحسين الاستقرار والتنوع البيولوجي للنظم البيئية المائية، وبالتالي زيادة تحمل النظام البيئي لحمل التلوث الخارجي، وتثبيط تكاثر الجراثيم الزرقاء [13]، في حين أن العمليات الحيوية للقاعيات الحيوانية مثل التغذية و طرح الفضلات يحسن ظروف الأكسجين المذاب (DO)، ويسرع تبادل المواد، ويعزز تحلل المواد العضوية وتحويل المغذيات، ويعزز التمثيل الغذائي للملوثات ويغير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للرواسب [14-27] كما تعد القاعيات النباتية مهمة جداً في تنوع القاعيات الحيوانية في النظم الإيكولوجية المائية لأنها توفر مكاناً للتكاثر ووضع البيض، وكذلك موقعاً لغذاء العاشبات الصغيرة وآكلات اللحوم الصغيرة [16] كما توفر المأوى للقاعيات الحيوانية من الحيوانات المفترسة والتيارات والأمواج [13].

5- التغيرات الزمانية والمكانية للعوامل الهيدرولوجية:

درجة الحرارة: تراوحت درجة حرارة مياه المواقع المدروسة بين 17°م شتاءً في الباصية و31.5°م صيفاً في جنوب المحطة الحرارية وبمتوسط قدره 24.7°م حيث كانت درجة الحرارة جنوب المحطة الحرارية أعلى ب (1-2.5°م) من باقي المواقع نظراً لأنها تخضع لتلوث حراري، أما أدنى درجة حرارة فقد سجلت في الموقع المقابل لبرج الصبي خلال جميع أوقات الدراسة يعود ذلك لغناها بالنيابيع البحرية العذبة التي تكون درجة حرارتها أكثر انخفاضاً من درجة حرارة المياه البحرية.

نسبة الملوحة: تفاوتت نسبة الملوحة بين 35% شتاءً في الموقع المقابل لبرج الصبي و 38.5% صيفاً في جنوب المحطة الحرارية بمتوسط قدره 36.7% حيث كانت أعلى قيم للملوحة في جنوب المحطة الحرارية وأدناها في الموقع المقابل لبرج الصبي بسبب الخلط الفعال بين المياه البحرية والمياه العذبة في تلك المنطقة.

وقد كانت أعلى قيم للملوحة خلال فصل الصيف نتيجة ارتفاع درجة الحرارة مما يزيد من معدلات التبخر، وأدنى القيم في فصل الشتاء في جميع مواقع الدراسة بسبب الهطولات المطرية.

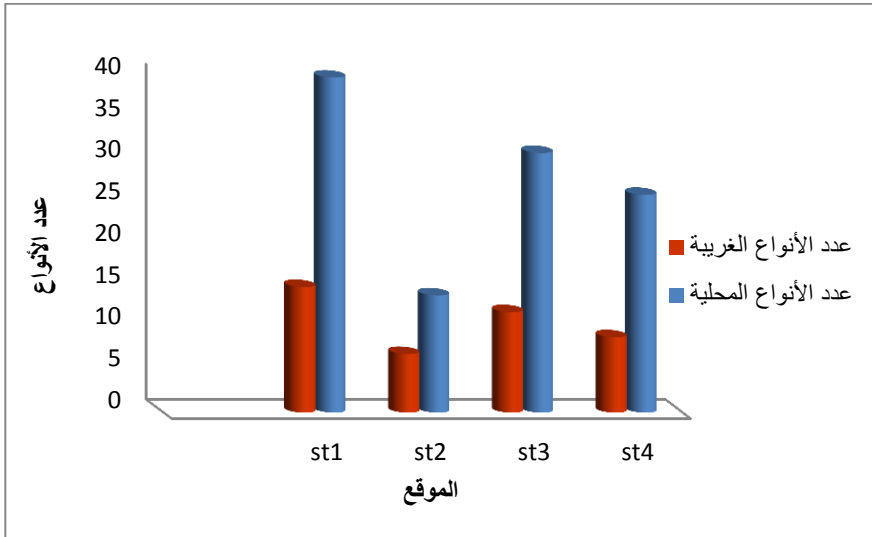
تتماشى القيم المسجلة لكل من درجات الحرارة ونسبة الملوحة مع القيم السائدة في شرق البحر المتوسط بشكل عام والشاطئ السوري خصوصاً [39-38-9-3].
درجة الحموضة: تراوحت قيم درجة الحموضة بين 7.5 شتاءً في الموقع المقابل لبرج الصبي و8.2 في فصلي الربيع والخريف في جنوب المحطة الحرارية تزامناً مع فترات الغزارة الأعظمية للعوالق النباتية بسبب استهلاك غاز ثنائي أكسيد الكربون المنحل في الماء مما يؤدي إلى ارتفاع الرقم الهيدروجيني.

6- الأنواع الغريبة والغازية:

بلغ عدد الأنواع الغريبة في هذه الدراسة 16 نوعاً، بنسبة قدرها 28.57% من العدد الكلي للأنواع وهي نسبة مرتفعة جداً منها أربعة أنواع من الطحالب الكبيرة وهي: *Galaxaura rogusa*, *Galaxaura lapidescence*, *Styppopodium schimperi*, *Cheatomorpha linum*. و12 نوعاً من القاعيات الحيوانية، معظمها

من أصل هندي-هادي ومن البحر الأحمر وهي: *Gibbula divaricata*, *Diodora ruppellii*, *Cantharus dorbignyi*, *Cerithium scabridum*, *Strombus persicus*, *Brachidontes pharaonis*, *Chama pacifica*, *Gafrarium pectinatum*, *Pinctada radiata*, *Saccostrea cucullata*, *Phallusia nigra*.

تظهر المقارنة ما بين المناطق ازدياد عدد الأنواع الغريبة بالتزامن مع زيادة عدد الأنواع المحلية في كل موقع، الشكل (5)، مما يدل على ارتباط عدد الأنواع بعوامل أكثر أهمية منها التلوث بالصرف الصحي والصيد الجائر.



الشكل (5) مقارنة عدد الأنواع الغريبة بالأنواع المحلية

البعض من هذه الأنواع الغريبة أصبح مسيطراً على الصخور في المنطقة الشاطئية كالأنواع *Cerithium scabridum*, *Brachidontes pharaonis*, *Pinctada radiata*، من القاعيات الحيوانية و *Cheatomorpha linum Galaxaura rogusa* من الطحالب الكبيرة.

هذه الأنواع لها تأثير مباشر في تغيير التركيب النوعي للتجمعات القاعية المحلية، حيث تحل هذه الأنواع محل الأنواع المحلية كما هو الحال للنوع *Cerithium scabridum*

والنوع *Brachidontes pharaonis* المنتشرين بغزارة في المنطقة الشاطئية وتحت الشاطئية لمواقع البحث [34-21-5].
كما أن القاعيات النباتية الغازية لها دور كبير في تحويل تركيب المجتمعات النباتية القاعية المحلية وتخفيض التنوع الحيوي النباتي فالنوع *Galaxaura rogusa* أصبح نوعاً غازياً ومنافساً رئيساً للطحالب القاعية الأخرى الموجودة في المنطقة الشاطئية لمواقع البحث [33].

الاستنتاجات:

- بلغ عدد أنواع القاعيات الحيوانية 44 نوعاً تنتمي إلى 7 وحدات تصنيفية كبيرة منها 16 نوعاً غير محلياً.
- بلغ عدد أنواع القاعيات النباتية 26 نوعاً منها 4 أنواع غير محلية.
- تميز الموقع St1 بأنه أكثر المواقع غناً بالأنواع، يليه الموقع St3 ثم الموقع St4.
- كان الموقع St2 أقل المواقع غناً بالتنوع الحيوي.
- سيطرة الأنواع الغازية على المستنقعات الصخرية في مواقع الدراسة، بنسبة %28.57
- وجود علاقة ارتباط ايجابية ($r=0.879$) بين عدد أنواع القاعيات الحيوانية وعدد أنواع القاعيات النباتية.

التوصيات:

- تطبيق الاستراتيجية الوطنية لحماية التنوع الحيوي البحري في سوريا.
- ضرورة التحكم بنشاطات الصيد وزيادة عدد المحميات البحرية، للحفاظ على الأنواع المحلية وتلك المهددة بالانقراض.
- تطبيق التشريعات الخاصة بحماية النظام البيئي البحري من الملوثات المختلفة كمخلفات المنشآت الصناعية و مياه الصرف الصحي.
- إجراء المزيد من الأبحاث في مجال التنوع الحيوي وحصص الأنواع المحلّة والأنواع الغريبة والمساعدة في التنبؤ بالتغيرات المستقبلية وإيجاد سبل مواجهتها أو إدارتها.

المراجع:

- 1- ANTONIADOU, C. and CHINTIROGLOU, C. 2005. Biodiversity of zoobenthic hard-substrate sublittoral communities in the Eastern Mediterranean (North Aegean Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol.62.No.4.637-653.
- 2-ALI, M., MADEED, A., HEIKAL, M. 2007. Importance of aquatic macrophyte for invertebrate diversity in large subtropical reservoir. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*, Vol. 37.No.2. 155-169.
- 3-ARÉVALO, R., PINEDO, S., BALLESTEROS, E.2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 104-113
- 4-ANTONIADOU,C., KOUTSOUBAS,D. and Chintiroglou,C. 2005 Mollusca fauna from infralittoral hard substrate assemblages in the North Aegean Sea. *Belgian Journal of Zoology*, 135, 119-126
- 5- AMMAR,I. 2019. Updated list of alien macrozoobenthic species along the Syrian coast, *International Journal of Aquatic Biology*, Vol.7. No.4. 180-194.
- 6-BIANCHI, C. N., MORRI, C. 2000. Marine biodiversity of the Mediterranean sea: situation, problems, and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 40.No.5. 367-376
- 7-BONSDORFF, E. 1992. Drifting algae and zoobenthos - effects on settling and community structure. *Netherlands Journal of Sea Research*, Vol. 3. 057-62.

- 8-BETTI, F., BAVA S and Cattaneo-Vietti R (2017) Composition and seasonality of a heterobranch assemblage in a sublittoral, unconsolidated, wave-disturbed community in the Mediterranean Sea. **Journal of Molluscan Studies**, 83, 325–332
- 9-BALATA, D., ACUNTO, S. and CINELLI, F. 2006. Spatio-temporal variability and vertical distribution of a low rocky subtidal assemblage in the north-west Mediterranean. Estuarine, **Coastal and Shelf Science**, Vol.67.No.4.553–561.
- 10- CHINTIROGLOU, C., ANTONIADOU, C., VAFIDIS, D. and KOUTSOUBAS, D., 2005. A review on the biodiversity of hard substrate invertebrate communities in the Aegean Sea, **Mediterranean Marine Science**, Vol. 6.No.2. 51–62.
- 11- CASOLI, E., BONIFAZI, A., ARDIZZONE, G., GRAVINA, M.F., RUSSO, G.F., SANDULLI, R. and DONNARUMMA, L. 2019. Comparative analysis of mollusc assemblages from different hard bottom habitats in the central Tyrrhenian sea. **Diversity**, Vol.11.No.5.74.
- 12-COLL, M., PIRODDI, C., STEENBEEK, J., KASCHNER, K., et al., 2010 The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. **PLoS ONE** 5, 1-36
- 13-CHOUDHURY, M. I., YANG, X., HANSSON, L. A. 2015. Stream flow velocity alters submerged macrophyte morphology among associated invertebrate and periphyton assemblages. **Aquatic Botany**, 120, 333-337.
- 14-COVICH, A. P., PALMER, M. A., CROWL, T. A. 1999. The role of benthic invertebrate species in freshwater ecosystems: zoobenthic species

influence energy flows and nutrient, cycling. **BioScience**, Vol. 49.No.2. 119-127.

15- DIAZCASTANEDA, V., FRONTIER, S., ARENAS, V. 1993 Experimental re-establishment of a soft bottom community - utilization of multivariate analyses to characterize different benthic recruitments. **Estuarine Coastal & Shelf Science**, Vol. 37. No.43 87-402

16-FISHER,B. 1982. Effects of macrobenthos on the chemical diagenesis of freshwater sediments. In: McCall PL, Tevesz MJS (eds) Animal-sediment relations. **Plenum Press**, New York, p 177-218

17-FAO ECC. 1987. Mediterranee et mer noire zone de peche 37 Vegetaux et nvertebres, Vol.1.

18-GIACCONE, G., DI MARTINO,V. Past, present and future of vegetational diversity and assemblages on mediterranean sea. 2000, 34- 95.

19-Hadjar,A. and Ahmed, K.2015. Biodiversity of Echinological Fauna of Hard Substrates of the Algerian West Coast. **International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)**,Vol.19.No.1.81-87

20-LAKKIS, S. and NOVEL-LAKKIS, V. 2000. Distribution of phytobenthos along the coast of Lebanon. **Mediterranean Marine Science**, Vol.1.No.2.143-163.

21- LEE,Y. 2008. Mangrove macrobenthos: services, and linkages. **Journal of Sea Research**, Vol. 59. No.1. 16-29.

22-MORTON, B. 1996. The subsidiary impacts of dredging and trawling on a subtidal benthic molluscan community in the southern westers of Honk Kong. **Marine Pollution Bulletin**, Vol. 32. No.2. 701-710.

23-OREN, O.H. 1969. Oceanographic and biological influence of the Suez Canal, the Nile and the Aswan Dam on the Levant basin, Report Progress. **Oceanography**, Vol .5. 161-16.

- 24-OERTLI, B. 1995. Spatial and temporal distribution of the zoobenthos community in a woodland pond (switzerland). **Hydrobiologia**, Vol. 301. 195-204.
- 25-RANASINGHE, J. A., THOMPSON, B., SMITH, R. W., LOWE, S. S., SCHIFF, K. L. 2004. Evaluation of Benthic Assessment Methodology in Southern California Bays and San Francisco Bay, **Technical report** 432 SFEI contribution 89-82.
- 26-Riedl, R.1983- **Fauna and Flora des Mittelmeeres**. Verlag Paul Pareg, HamBurge Berlin, 832p.
- 27-SOOD, A., UNİYAL, P. L., PRASANNA, R., AHLUWALIA, A. S. 2012. Phytoremediation potential of aquatic macrophyte, azolla. **Ambio A Journal of the Human Environment**, Vol.41.No.2. 122-37.
- 28-WATZIN, M. C., ROSCIGNO, P. R. 1997 The effects of zinc contamination on the recruitment and early survival of benthic invertebrates in an estuary. **Marine Pollution Bulletin**, Vol. 34. No. 6.443-455.
- 29-WoRMS Editorial Board (2022). World Register of MarineSpecies. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2022-02-08. doi:10.14284/170.
- 30-ZENETOS, A., GOFAS, S., RUSSO, G., TEMPLADO, J. 2004- **Atlas of exotic Mediterranean Molluscs**. Vol. 3. Mollusca. CIESM Publications, Monaco,(376)p.

- 31- صقر، ف؛ عمار، إ. 2002 "دراسة القاعيات الحيوانية وتأثير الهيدروكربونات النفطية عليها في شاطئ مدينة بانياس". أطروحة دكتوراه في البيولوجيا البحرية، المعهد العالي للبحوث البحرية، جامعة تشرين (333)ص.
- 32- صقر، ف؛ محمد، ع؛ عمار، ا. 2002 "تحليل تركيب القاعيات الحيوانية في المنطقة تحت الشاطئية Sublittoral لمدينة بانياس باستخدام تقانات التنوع المتعدد والتنوع الأحادي" مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية- سلسلة العلوم الأساسية المجلد(24) العدد(12)،ص133-158
- 33- عراج، ه. 2012 "مساهمة في دراسة التنوع الحيوي للفلورا البحرية على شاطئ اللاذقية مع إشارة خاصة للأنواع الغريبة والاقتصادية". رسالة ماجستير في البيولوجيا البحرية، جامعة تشرين(128)ص.
- 34- عريبة، ع. 2010 "دراسة تغيرات تركيب التجمعات القاعية البحرية في الشاطئ السوري باستخدام المؤشرات القاعية التقليدية والمتطورة". رسالة ماجستير في البيولوجيا البحرية، جامعة تشرين(185)ص.
- 35- عمار، ا. 2010 "توزع القاعيات الحيوانية في المصاطب الفيروميديدية Platforms Vermetid في الشاطئ السوري". مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية- سلسلة العلوم الأساسية المجلد (32) العدد(5)، ص80-96.
- 36- عباس، آ. 1992 "مساهمة في دراسة الطحالب البحرية القاعية على شاطئ اللاذقية". رسالة ماجستير في البيولوجيا البحرية ، جامعة تشرين، (173)ص
- 37- عمار، ا؛ ديب، ف؛ عريبة، ع. 2021. "دراسة التغيرات الفصلية لتجمعات القاعيات الحيوانية في المنطقة تحت الشاطئية لمحمية فنار ابن هاني". مجلة جامعة البعث للعلوم التطبيقية المجلد(43)العدد
- 38- عمار ، ا. 2017. " التركيب النوعي للقاعيات الحيوانية البحرية وتوزعها في الشاطئ السوري بالارتباط مع العوامل البيئية" مؤتة للبحوث والدراسات، سلسلة العلوم الطبيعية والتطبيقية، المجلد (32) العدد(1)، ص9-34
- 39- مرعي، ر. 2021 "دراسة التغيرات الزمانية والمكانية للعوالق النباتية في شاطئ مدينة بانياس". رسالة ماجستير في البيولوجيا البحرية، جامعة تشرين(95)ص.

تأثير بعض خصائص الترب المحيطة لبحيرة السن (بانياس) في امتزاز شاردة النترات

أ.د. هثم شاهين¹ ، أ.م.د. محمد غفر² ، د. ماهر دعيس³ ، د. ضياء محلا⁴

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى الكشف عن قدرة التربة على ربط أيون النترات من خلال الامتزاز على مكونات التربة، ومعرفة خصائص التربة التي تؤثر على امتزاز أيون النترات. تم الحصول على نسبة امتزاز النترات عن طريق تشبع التربة بمحلول النترات بتركيزات مختلفة (5, 10, 25, 50, 100) ppm ، وتم حساب تركيز أيون النترات باستخدام مقياس Spectrophotometer عند طول موجة 206 نانومتر. بلغت قيم السعة الامتزازية العظمى q_{max} لأيون النترات ضمن المجال (0.06-0.12) mg/Kg. وباستخدام معادلتى لانغموير وفروندليش لتحليل البيانات، أظهرت النتائج أن معادلة لانغموير لامتزاز أيون النترات على التربة أكثر تمثيلاً، حيث تراوحت قيم R^2 ضمن المجال (0.93-0.99)، مقارنة بمعادلة فروندليش والتي تراوحت قيم R^2 ضمن المجال (0.78 - 0.98).

بينت الدراسة الاحصائية بين خصائص التربة والخصائص الامتزازية، أن متغير السعة الامتزازية العظمى q_{max} كمؤشر لامتزاز أيون النترات الأعظمي، يرتبط مع العوامل المؤثرة عليه وهي: المادة العضوية (OM) والأزوت المنغسل (N-leaching) من مقطع التربة، وثابت إمكانية الامتزاز حسب لانغموير (R_L) بالقيم التالية على الترتيب (0.740, 0.836, -0.750).

أخذت الكمية العظمى لأيون النترات الممتزة على ترب المواقع المدروسة الترتيب التالي: بيت العلوني، الراهبية، بسطوير، جيبول، نبع الواحة، بيت عانا، القطيلية، قرفيص.

كلمات مفتاحية: الامتزاز، معادلة لانغموير، معادلة فروندليش، أيون النترات.

¹ - أستاذ-قسم الهندسة البيئية-كلية الهندسة المدنية-جامعة تشرين.

² - أستاذ مساعد-قسم الكيمياء البيئية، المعهد العالي لبحوث البيئة-جامعة تشرين.

³ - باحث -مركز البحوث العلمية الزراعية في الهادي-اللاذقية.

⁴ - طالب دكتوراه- قسم الكيمياء البيئية، المعهد العالي لبحوث البيئة-جامعة تشرين.

Influence of some soil Properties in the soil surrounding Lake Al-Sin, Banias, on Adsorption Nitrate Ion.

Abstract

In this research, the adsorption capacity of soil and its affected factors on nitrate ions adsorption were studied. The adsorption nitrate ratio was obtained after soil saturation by nitrate solution with various concentrations (5, 10, 25, 50, 100) ppm, and was calculated by Spectrophotometer on wavelength 206 nanometre. The maximum adsorption capacity (q_{max}) of nitrate ions reached the (0.06-0.12) mg/Kg. By using Langmuir & Freundlich equations, for data analysing, results showed that, Langmuir equation, to study nitrate adsorption by soil, was nearest, which R^2 ranged between (0.93 – 0.99), comparing with Freundlich ones, which R^2 ranged between (0.78- 0.98).

The statistical study between soil properties & nitrate adsorption showed that, the maximum adsorption capacity q_{max} as indicator is correlated with factors affected on it: the organic matter (OM), total nitrate washed from soil section, and adsorption constant of Langmuir (R_L), respectively, with the following values (-0.750, 0.836, 0.740). The maximum amount of adsorbed nitrates on soil sites, respectively, were: Beit Al-Alouni, Al-Rahbeyia, Bestwair, Geiboul, Al-Waha Spring, Beit Aana, Al-Qutailbiya, Quorfase.

Keywords: Adsorption, Equation Langmuir, Equation Freundlich, Nitrate ion.

مقدمة:

تعد معرفة قدرة التربة على امتزاز أيون النترات، أمراً مهماً للغاية في دراسة حركته في مقطع التربة، حيث يؤدي النترات دوراً كبيراً في نمو النبات، إلا أن الاستخدام المفرط للأسمدة الآزوتية المعدنية، وروث الماشية من قبل المزارعين أدى إلى تراكم أيون النترات في الترب الزراعية. [1].

إن انغسال أيون النترات الناتج عن إضافة الأسمدة الكيميائية، وتعدن الأسمدة العضوية، والأزوت العضوي الموجود في التربة يمكن أن يسبب تدنياً لجودة المياه الجوفية. [2]. وتحول أيون النترات إلى أيون النتريت في الأوساط المرجعة، يقلل من ارتباط الأوكسجين على الهيموغلوبين في الأجسام الحية، مما ينتج عنه من أضرار كبيرة على الكائنات الحية. [3].

لذلك برزت أهمية دراسة خصائص التربة التي تتحكم بشكل رئيسي في امتزاز أيون النترات عليها، مما يسهم في تقليل انتقاله إلى آفاق التربة تحت السطحية. [4].

ويمكن تلخيص بعض خصائص التربة المؤثرة في امتزاز النترات بما يلي:

- محتوى المادة العضوية. [5, 6].
- كمية وأنواع الأكاسيد في التربة. [7].
- درجة الحموضة الـ pH. [8].
- محتوى التربة من فلزات الطين ونوعها وبناء التربة. [5].
- التنافس مع الأنيونات الأخرى في محلول التربة على مراكز الامتزاز في التربة. [9].
- تركيز الأزوت الكلي، وتركيز أيون النترات في محلول التربة. [10, 11].

أظهرت العديد من الدراسات دور التربة ومكوناتها في عملية امتزاز أيون النترات لترب مختلفة ومنها ففي دراسة قام بها (Hartono, et al) عن قدرة التربة على امتزاز

النترات، ودور خصائص التربة التي تؤثر على امتزاز النترات، أظهرت أن أفضل طريقة لمحاكاة امتزاز أيون النترات كانت باستخدام معادلة فروندليش وأن قيمة الثابت K في معادلة (K-Freundlich) كمؤشر لامتزاز النترات الأقصى لها علاقة موجبة مع الكربون العضوي، وأكاسيد الألمنيوم والحديد، والذي يمكن اعتبارها عامل هام للتحكم في امتزاز أيون النترات على التربة. [12].

تمكن العالم (Yue, et al) في دراسة للخواص الامتزازية لأيون النترات في ترب المناطق المدارية وشبه الاستوائية، من ملاحظة أعلى امتزاز لأيون النترات عند الرقم الهيدروجيني (6.0) وينخفض بازدياد عمق التربة في ترب Haplic Wet Andisol (ترب بركانية رطبة نموذجية)، على الرغم من المحتوى العالي من الطين، بينما كان الحد الأقصى لامتصاص النترات المحسوبة من معادلة لانغموير أعلى في الآفاق السفلية لـ Haplic Andisol و Lowhumic Andisol (ترب بركانية منخفضة الدبال)، والتي تمت في ظروف رطوبة معتدلة إلى معتدلة الجفاف ومحتوى منخفض من الكربون. وكان امتزاز النترات في Andisols أعلى بكثير من الدراسات الأخرى التي أجريت في Ultisols (ترب الغابات الحامضية) و Oxisols (الترب الغنية بالأكاسيد وأهمها أكاسيد الحديد). [8].

وفي دراسة أخرى (Wang, et, all) للخواص الامتزازية لأيون النترات في التربة الجيرية، حيث تمت مقارنة البيانات التجريبية لامتزاز أيون النترات في التربة المدروسة باستخدام معادلة لانغموير، حيث بلغت قيم السعة الامتزازية لأيون النترات في الترب الصحراوية من $q_{max} = (0.19 \times 10^{-3}) \text{ m.mole /g}$ إلى $q_{max} = (0.34 \times 10^{-3}) \text{ m.mole /g}$ في الترب البنية، وارتبط معامل امتزاز أيون النترات في الترب المدروسة في الظروف التجريبية المستخدمة مع محتوى المادة العضوية. وبلغت معامل الارتباط القيمة 0.95 [13].

أهمية البحث وأهدافه:

تُعدّ النتراز من الشوارد التي يسهل غسلها من مقطع التربة، مُلوثةً بذلك المياه الجوفية من جهة، ومسببة في الوقت ذاته فقد لعنصر النتروجين الضروري لنمو وتطور النبات.

تكمن أهمية البحث في التعرف على أهم خصائص التربة التي تؤثر في امتزاز النتراز، لذلك فإن البحث يهدف إلى دراسة تأثير بعض خصائص التربة المحيطة ببحيرة السن في امتزاز النتراز، واختبار مدى توافق امتزاز النتراز مع معادلتى لانغموير وفرندليش.

أولاً: موقع وخصائص منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة ضمن الإحداثيات التالية:

خط طول: ("41. 59 14' 36° - "40. 57 54' 35°)، خط عرض: ("5. 49 22' 35° - "54. 55 13' 35°) وتشكل جزءاً من المنطقة الوسطى من الجبال الساحلية.

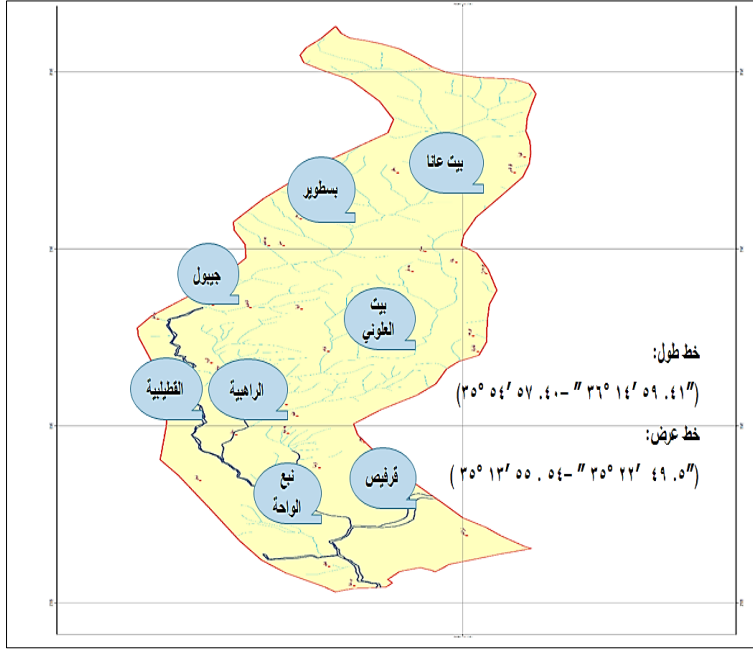
يمكن تقسيم منطقة الدراسة إلى قسمين:

القسم الأول: تلال سطحية تتألف من منحدرات مائلة نسبياً مؤلفة من المارل، والصخور الكلسية المارلية يتراوح ارتفاعها بين (250-700) m وتقطعها وديان عرضانية إضافة إلى المسيلات الرئيسية المنحدرة من أعلى السلسلة وتضم مواقع: بيت عانا، بسطوير، جيبول، بيت العلوني. [14].

القسم الثاني: تتألف من السهل الساحلي ومصاطب شبه مستوية تميل قليلاً نحو الغرب ويمكن أن نضيف إليها سهول الوديان الفيضية والمسيلات المائية المقطعة جزئياً بأخاديد صغيرة وتضم مواقع: القطيلبية، الراهبية، قرفيص، نبع الواحة. [14].

لتقييم عملية امتزاز أيون النتراز في التربة، أُجريت تجارب مخبرية لتقدير الامتزاز وخصائصه في ثماني مواقع على كامل منطقة الدراسة وهي بالترتيب: 1-بيت عانا، 2-بسطوير، 3-بيت العلوني، 4-جيبول، 5-قرفيص، 6-القطيلبية، 7-الراهبية، 8-

نوع الواحة. والتي تمثل ترب مختلفة بالخواص الفيزيائية والكيميائية، وبالنشاطات البشرية والزراعية بالإضافة لوقوعها على الحامل الرئيسي لنهر السن وروافده المغذية كما هو موضح بالشكل (1):



الشكل (1): مواقع الدراسة واعتيان العينات

ثانياً: التجارب والقياسات:

التربة:

أجريت مجموعة من التحاليل الفيزيائية والكيميائية تتلخص بما يلي:

1. التحاليل الفيزيائية

(1) تحليل ميكانيكي للتربة بطريقة الهيدرومتر. [15].

(2) تقدير التوصيل المائي المشبع للتربة في المخبر وبتطبيق قانون دارسي. [16].

2. التحاليل الكيميائية

- 1) قياس قيمة الأس الهيدروجيني الـ pH وتم ذلك بمعلق (1: 2.5) (تربة/ماء) باستخدام جهاز pH حقلي (Met Rohm 744 pH Meter). [17].
- 2) قياس الناقلية الكهربائية الـ (EC) باستخدام جهاز Electrical conductivity meter في مستخلص مائي (5:1) تربة/ماء. [18].
- 3) تقدير كربونات الكالسيوم في التربة باستخدام المعايرة الحجمية بالطريقة العكسية بإضافة كمية من HCl معلومة الحجم والنظامية، تزيد عن حدود التفاعل مع كربونات الكالسيوم إلى وزن محدد من التربة، ثم معايرة الفائض من الحمض (الذي لم يتفاعل مع CaCO_3) بمحلول عياري من NaOH بوجود مشعر الفينول فتالئين. [19].
- 4) تقدير تركيز الكالسيوم بالمعايرة بطريقة تشكيل المعقدات بوجود مشعر الفري سيانات . [20].
- 5) قياس كمية المادة العضوية (OM) بطريقة أكسدة الكربون العضوي بمحلول دي كرومات البوتاسيوم في وسط حامضي، ثم معايرة الزائد من دي كرومات بواسطة سلفات الحديدي (ملح مور) بوجود دليل الفيروثئين. [21].
- 6) تقدير تركيز الآزوت الكلي في التربة باستخدام جهاز كداهل وذلك بهضم العينات الترابية بحمض الكبريت المركز. [22].

ثانياً-الامتزاز:

تمت دراسة عملية امتزاز أيون النترات على التربة من خلال أخذ التربة من العمق 30 cm وتجنيفها، ونخلها باستخدام منخل mm (2) ، وقمنا بوزن gr (1) تربة منخلة، ثم إضافة ml (50) من محلول أيون النترات بالتركيز التالية: (5, 10, 25, 50, 100) ppm عند درجة حرارة 20 درجة مئوية، وتم وضع العينات على هزاز ميكانيكي لمدة 24 ساعة، وتم بعدها ترشيح العينات لتقدير التركيز التوازني وذلك بالقياس باستخدام جهاز Spectrophotometer عند طول موجة nm (206). [25].

تم حساب الكمية الممتزة على الترب عند التوازن q_e (mg / Kg) بواسطة العلاقة التالية:

$$q_e = (C_i - C_e) \times V / m \dots (1)$$

وتطبيق البيانات التجريبية باستخدام معادلتى الامتزاز المتساوي لانغموير وفروندليش لشرح التوازن والخصائص الامتزازية كما يلي:

معادلة لانغموير:

$$q_e = (q_{\max} \times K_L \times C_e) / (1 + K_L \times C_e) \dots (2)$$

$$1 / q_e = [1 / (q_{\max} \times K_L \times C_e)] + 1 / q_{\max} \dots (3)$$

حيث C_i : هي تركيز أيون النترات في المحلول الابتدائي (mg/l).

C_e : تركيز أيون النترات التوازني (mg/l).

V : هو حجم المحلول مقدراً بالليتر. (0.05 l)

m : هي كتلة المادة المازة (التربة) المستخدمة: 1×10^{-3} Kg

q_e : كمية أيون النترات الممتزة لكل وحدة وزن من التربة (mg/Kg).

q_{\max} : السعة الامتزازية العظمى للمادة المازة (mg/Kg).

K_L : ثابت الألفة في Langmuir ويوضح تقارب الربط لأيون النترات على التربة في التجربة المخبرية (l/kg).

R_L : ثابت Langmuir والذي يشير إلى إمكانية الامتزاز إما مواتية ($0 < R_L < 1$)،

غير مواتية ($R_L > 1$) ، خطي ($R_L = 1$) أو لا رجعة فيه ($R_L = 0$) مكافئ.

لحساب الثابت (R_L) نطبق المعادلة التالية:

$$R_L = 1/(1 + C_i \times K_L).....(4)$$

معادلة فروندليش:

$$q_e = K_f \times C_e^{1/n}(5)$$

$$\log q_e = \log K_f + (1/n) \times \log C_e.....(6)$$

K_f : ثابت Freundlich ويستخدم لقياس قدرة الامتزاز.

$1/n$: تمثل شدة الامتزاز، توضح قيمة $1/n$ عملية الامتزاز إما مواتية ($0.5 < 1/n < 1$)

0.1) وغير مواتية ($1/n < 2$).

النتائج والمناقشة:

أولاً- خواص التربة الفيزيائية والكيميائية للمواقع المدروسة:

بناء على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية، للتربة المدروسة توصلنا إلى ما يلي:

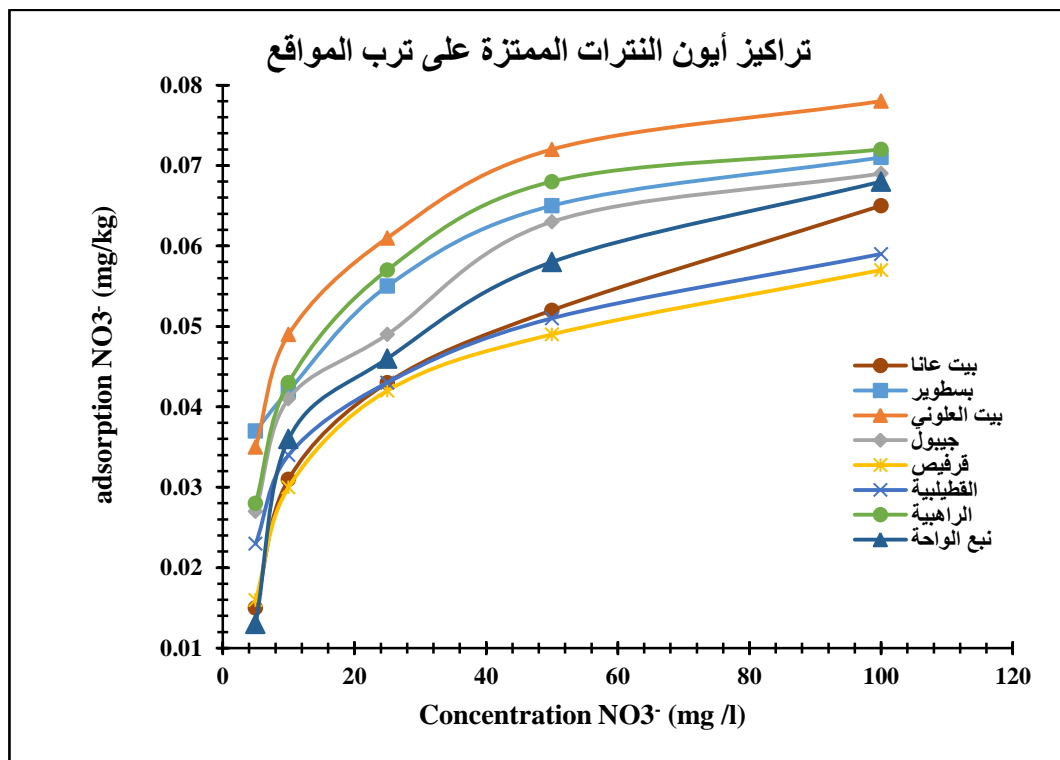
تميزت التربة المدروسة بأنها ذات حموضة معتدلة تميل قليلاً للقلوية وذات محتوى عالي من كربونات الكالسيوم ومحتواها متوسط إلى عالي من المادة العضوية. وتميل تربة المواقع المدروسة بأنها طينية بنسبة عالية ثم لومية طينية وبنسبة أقل التربة اللومية. وذات توصيل هيدروليكي مائي مشبع يتراوح بين $(0.85 - 1.88)$ cm/min. يوضح الجدول (1) نتائج تحليل بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لتربة المواقع المدروسة.

الجدول (1): نتائج تحليل الخواص الفيزيائية والكيميائية لترب الافق الأول للمواقع المدروسة

N(leaching) Average (mg/l)	SHC (Cm/min)	%Clay	Silt %	Sand%	Ca (mg/Kg)	N (Total) %	CaCO3 %	OM %	Ec (ds/m)	pH	المواقع المدروسة
28.626	1.30	43	30	27	2700	0.18	30	2.60	0.78	7.24	بيت عانا
26.544	1.09	47	31	22	2200	0.18	47	3.48	0.35	7.71	بسطوير
21.276	0.85	72	19	9	7020	0.48	29	4.66	0.34	7.28	بيت العلوني
22.084	1.10	39	36	25	1840	0.47	52	3.47	0.34	7.81	جيبول
41.129	1.88	64	22	14	6100	0.32	28	1.89	0.85	7.04	قرفيص
31.833	1.79	44	20	36	3210	0.64	43	1.99	0.45	7.26	القطيلية
26.750	0.87	54	39	7	5730	0.48	61	4.22	0.26	7.68	الراهبية
30.423	1.12	23	58	19	1560	0.51	33	2.89	0.17	7.21	نعب الواحة

ثانياً دراسة التراكيز الممتزة لأيون النترات:

عند دراسة الكميات الممتزة لأيون النترات على ترب المواقع المدروسة، نلاحظ أنها تأخذ الترتيب التالي: بيت العلوني، الراهبية، بسطوير، جيبول، نعب الواحة، بيت عانا، القطيلية، قرفيص. يوضح الشكل (2) تغير التراكيز الممتزة لأيون النترات على ترب المواقع المدروسة بتغير تركيز أيون النترات:



الشكل (2): تغير تراكيز أيون النتراة الممتزة على ترب المواقع المدروسة بدلالة تركيز أيون النتراة.

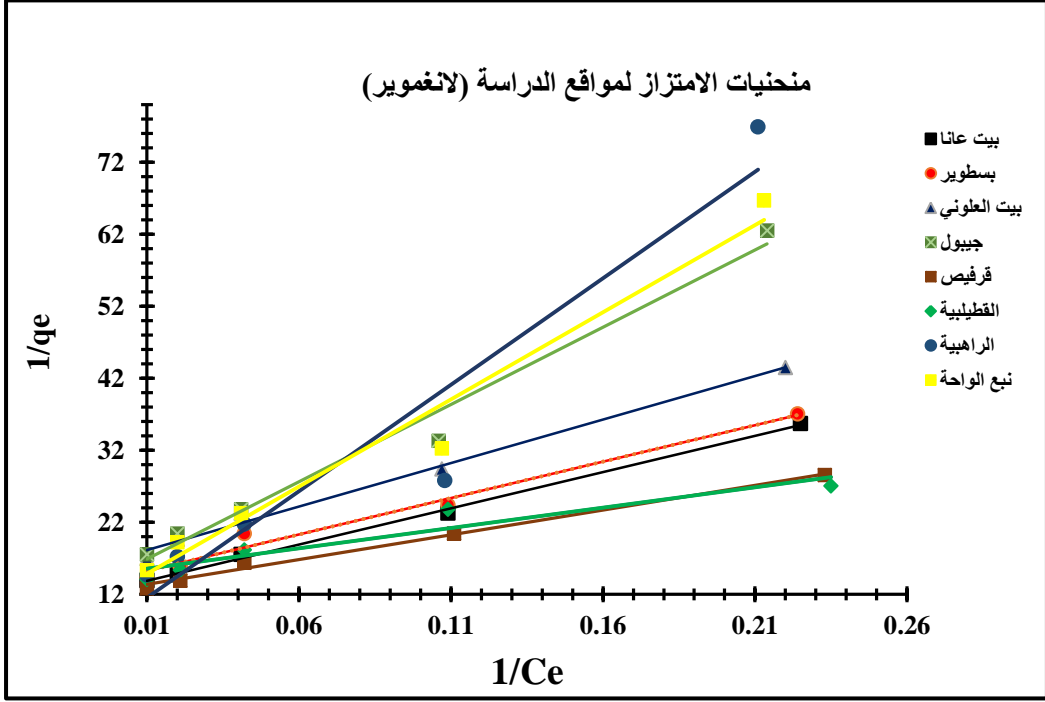
ثالثاً: دراسة مؤشرات الامتزاز لمعادلتى لانغموير وفرونديش:

يوضح الجدول (2) مؤشرات معادلتى لانغموير وفرونديش لامتزاز أيون النتراة على ترب المواقع المدروسة.

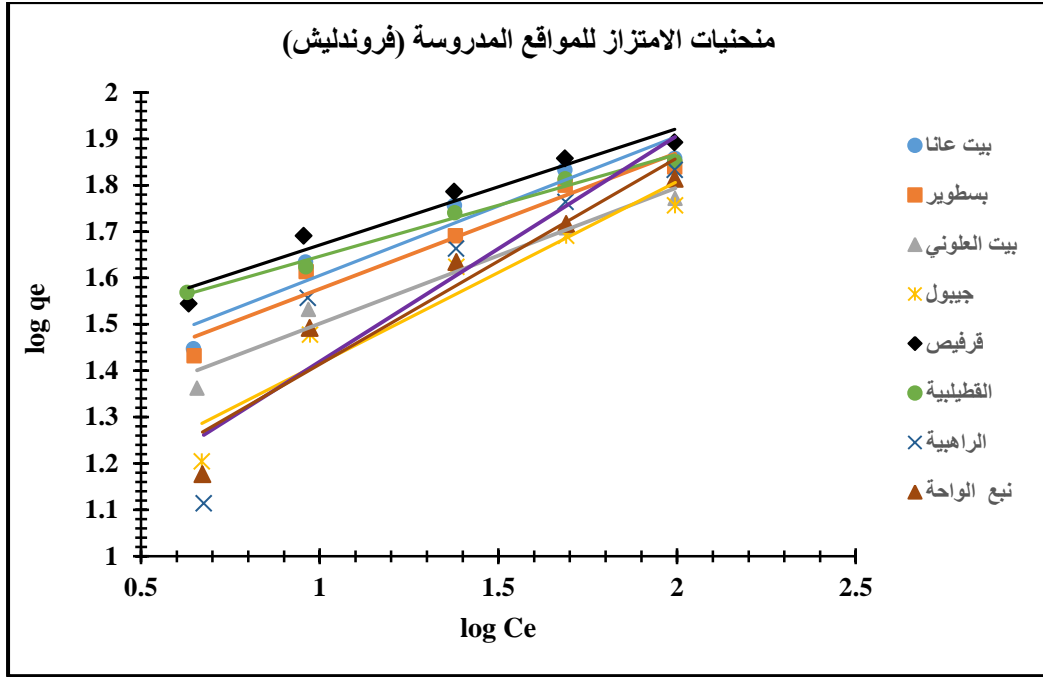
جدول (2) مؤشرات معادلتى لانغموير وفروندليش لامتماز النترات على ترب المواقع المدروسة

Langmuir Isotherm				Friendlish Isotherm			
	q_{max} (mg/Kg)	K_L (l/Kg)	R_L	R^2	1/n	K_f	R^2
بيت عانا	0.07	0.14	0.26	0.978	0.29308	0.0192	0.933
بسطوير	0.08	0.13	0.28	0.997	0.29979	0.02021	0.902
بيت العلونى	0.12	0.03	0.64	0.933	0.48708	0.00856	0.778
جيبول	0.08	0.18	0.21	0.991	0.25114	0.02631	0.94
قرفيص	0.06	0.14	0.26	0.99	0.2931	0.01617	0.948
القطيلية	0.07	0.26	0.16	0.99	0.21994	0.02671	0.983
الراهية	0.08	0.05	0.5	0.96	0.44527	0.0093	0.887
نوع الواحة	0.07	0.07	0.42	0.976	0.3919	0.01057	0.877

تميزت معادلة Langmuir لامتماز أيون النترات على التربة بأنها أكثر تمثيلاً بشكل جيد إلى حد ما، مع قيم R^2 تتراوح ضمن المجال (0.93-0.99) لترب المواقع المدروسة. إن قيم R^2 المعدلة تشير إلى أن isotherm Langmuir يوفر نموذجاً جيداً يفسر امتزاز أيون النترات الأحادي الطبقة على التربة نتيجة الشحنة السالبة، وتشكيل روابط فاندرفالس الضعيفة مقارنة بمعادلة فروندليش مع قيم R^2 تتراوح ضمن المجال (0.77-0.98) لترب المواقع المدروسة، والتي كانت أقل تمثيلاً لعمليات الامتماز. يوضح الشكل (3) منحنيات امتزاز ترب مواقع بدراسة (لانغموير)، والشكل (4) منحنيات امتزاز ترب مواقع بدراسة (فروندليش).



الشكل (3): منحنيات الامتزاز لترب مواقع الدراسة (لانغموير)



الشكل (4): منحنيات الامتزاز لترب مواقع الدراسة (فرونديش)

رابعاً: دراسة احصائية لمعاملات الارتباط بين خصائص التربة والخصائص

الادمصاصية للمواقع المدروسة:

	q_{max}	N-Leaching	SHC	N _{total}	OM	pH	K_L	R_L	Ec
q_{max}									
Pearson Correlation	1	-.750*	-.674-	.175	.836**	.204	-.532-	.740*	-.420-
Sig. (2-tailed)		.032	.067	.678	.010	.629	.175	.036	.300
N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
K_L									
Pearson Correlation	-.532-	.301	.723*	.124	-.715*	-.012-	1	-.928**	.347
Sig. (2-tailed)	.175	.469	.043	.770	.046	.978	.001	.400	
N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
R_L									
Pearson Correlation	.740*	-.417-	-.713*	.147	.788*	-.029-	-.928**	1	-.443-
Sig. (2-tailed)	.036	.304	.047	.729	.020	.946	.001	.272	
N	8	8	8	8	8	8	8	8	8

يُلاحظ من مصفوفة الارتباط بأن متغير السعة الامتزازية العظمى q_{max} كمؤشر لامتنزاز أيون النترات الأعظمي، يرتبط مع المتغيرات التالية: المادة العضوية (OM) Organic Matter، والأزوت المنغسل N-Leaching من مقطع التربة، وثابت إمكانية الامتنزاز حسب لانغموير (R_L) بالقيم التالية على الترتيب (0.740, 0.836, -0.750).

وبمثل الجدول (4) تطبيق الانحدار المتعدد وفق Enter لإيجاد المعادلة التي توضح

تأثير المتغيرات على q_{max} .

جدول (4) مصفوفة الانحدار المتعدد

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.114	.073		1.560	.194
	OM	-.002-	.014	-.126-	-.159-	.881
	N.Leaching	-.002-	.002	-.610-	-1.137-	.319
	R _L	.065	.055	.585	1.176	.305
a. Dependent Variable: q_{max}						

ويعبر عن ذلك بالمعادلة التالية:

$$q_{\max} = 0.114 - 0.002(OM) - 0.002(N.Leach) + 0.065(R_L).....(7)$$

يُلاحظ من جدول البارامترات بأن قيم المعنوية الإحصائية **Sig** لكل من المتغيرات المستقلة والثابت أكبر من مستوى الدلالة (0.05)، مما يدل على أن المعادلة لا يمكن اعتمادها للتنبؤ بالتغيرات كون البارامترات غير معنوية. يمكن أن نعلل ذلك بأن قيم معامل الارتباط بين المتغيرات كبيرة مما يسبب مشكلة في التنبؤ بعملية الامتزاز، ولحل المشكلة يُطبق اختبار الانحدار المتعدد Regression بطريقة Stepwise وفق ما هو موضح الجدول (5):

جدول (5) مصفوفة الانحدار حسب Stepwise

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.031	.013		2.315	.060
	OM	.015	.004	.836	3.728	.010

a. Dependent Variable: q_{\max}

ويعبر عن ذلك بالمعادلة التالية:

$$q_{\max} = 0.031. + 0.015(OM).....(8)$$

يُلاحظ من جدول البارامترات بأن قيم المعنوية الإحصائية **Sig** لكل من الثابت والمتغير المستقل (OM) أقل من مستوى الدلالة (0.05)، مما يدل على أن المعادلة جيدة التمثيل ويمكن اعتمادها للتنبؤ بالتغيرات الحاصلة في امتزاز أيون النترات كون البارامترات معنوية.

الاستنتاجات:

1. تميزت الترب المدروسة بأنها ذات حموضة معتدلة تميل قليلاً للقلوية، وذات محتوى عالي من كربونات الكالسيوم ومحتوى متوسط إلى عالي من المادة العضوية. وتميل ترب المواقع المدروسة بأنها طينية بنسبة عالية، ثم لومية طينية وبنسبة أقل الترب اللومية.

2. تعد معادلة Langmuir لامتزاز أيون النترات على التربة أكثر تمثيلاً، حيث تراوحت قيم R^2 ضمن المجال (0.93-0.99) لترب المواقع المدروسة، مقارنة بمعادلة فروندليش والتي تراوحت قيم R^2 ضمن المجال (0.78- 0.98) لترب المواقع المدروسة.
3. عند دراسة الكميات الممتازة لأيون النترات على ترب المواقع المدروسة، نلاحظ أنها تأخذ الترتيب التالي: بيت العلوني < الراهبية < بسطوير < جيبول < نبع الواحة < بيت عانا < القطيلية < قرفيص.
4. إن متغير السعة الامتزازية العظمى q_{max} كمؤشر لامتزاز أيون النترات الأعظمي، يرتبط مع المتغيرات التالية: المادة العضوية (OM) Organic Matter، والأزوت الكلي المنغسل N-Leaching من مقطع التربة، وثابت إمكانية الامتزاز حسب لانغموير (R_L) بالقيم التالية على الترتيب (-0.750, 0.836, 0.740).

المقترحات:

- 1- الاهتمام بالتسميد العضوي لدوره في زيادة السعة الامتزازية، مما يسهم في خفض انغسال أيون النترات وبالتالي انعكاسه إيجاباً على المياه الجوفية.
- 2- دراسة تأثير الأيونات المرافقة للنترات، على قيمة السعة الامتزازية العظمى.

المراجع

1. Huddell, A Neill ,Palm Cheryl A ,Nunes, D, Menge, D, 2022 -**Anion Exchange Capacity Explains Deep Soil Nitrate Accumulation in Brazilian Amazon Croplands** ,Ecosystems - <https://doi.org/10.1007/s10021-022-00747-8>.
2. Rutigliano, F. A. S. Castaldi, R. D'Ascoli. 2009- **Soil activities related to nitrogen cycle under three plant cover types in Mediterranean environment**,” Applied Soil Ecology, vol. 43, Pp. 40–46.
3. Fewtrell, L. 2004- **Drinking water nitrate, methemoglobinemia, and global burden of disease: a discussion**.Environmental Health Perspectives, vol. 112, no. 14, pp. 1371–1374, 2004.
4. Abdelwaheb, M., Jebali, K., Dhaouadi, H., & Dridi-Dhaouadi, S. (2019)- **Adsorption of nitrate, phosphate, nickel and lead on soils: Risk of groundwater contamination**. Ecotoxicology and Environmental Safety, Volume 179, doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.04.040.
5. C.V. Lazaratou, D.V. Vayenas, D. Papoulis, 2020- **The role of clays, clay minerals and clay-based materials for nitrate removal from water systems**: A review, Applied Clay Science, Volume 185.
6. Wong M. T. F. and Wittwer, K. 2009-**Positive charge discovered across Western Australian wheatbelt soils challenges key soil and nitrogen management assumptions**, Australian Journal of Soil Research, vol. 47, no. 1, pp. 127–135.
7. Zheng XQ, Wei AL, Zhang YX, Shi LY, Zhang X. 2018- **Characteristic of Nitrate Adsorption in Aqueous Solution by Iron and Manganese Oxide/Biochar Composites**. Huan Jing Ke Xue. Pp.1220-1232.
8. Yue Dong, Jin-Ling Yang, Xiao-Rui Zhao, Shun-Hua Yang, Jan Mulder, Peter Dörsch, Gan-Lin Zhang. 2022- **Nitrate leaching and N accumulation in a typical subtropical red soil with N fertilization, Geoderma**. Volume 407.
9. Mart´inez-Villegas, N. L. M. Flores-Velez, and O. Dominguez, 2004- **Sorption of lead in soil as a function of pH: a study case in Mexico**. Chemosphere, vol. 57, no. 10, Pp. 1537–1542.
10. Feder F. and A. Findeling. 2007- **Retention and leaching of nitrate and chloride in an asdic soil after pig manure amendment**. European Journal of Soil Science, vol. 58, no. 2. Pp.393–404.
11. Qafoku, N. P. Sumner, M. E, D. E. Radcliffe. 2ss000- **Anion transport in columns of variable charge subsoil’s nitrate and**

- chloride**. Journal of Environmental Quality, vol. 29, no. 2, Pp. 484-493.
12. Hartono A., Anwar S., & Masruroh N. (2021)- **Characteristics of Nitrate Sorption of Andisols: Karakteristik Erapan Nitrat pada Andisol**. Journal Limo Tanah Dan Lingkungan, 23(1), 1-6.
 13. Wang, Zichen and Zhang, Liping and Sun, Guofeng and Zhou, Wei and Sheng, Jing and Ye, Xiaomei. 2022-**Adsorption Characteristics of Three Types of Soils on Biogas Slurry Ammonium Nitrogen**. Frontiers in Environmental Science, 10, DOI={10.3389/fenvs.2022.942263}.
 14. الهيئة العامة للاستشعار عن بعد & الهيئة العامة للموارد المائية. 2008م **دراسة استشعارية – هيدروجيولوجية لحماية نبع السن من التلوث**. دمشق-سورية.
 15. GUPTA, P.K, 2000- **Soil, plant, water and fertilizer analysis**. Agrobios (India), Jodhpur, New Delhi, India, 438 pp
 16. CARTER, M.R, 1993- **Soil sampling and method of analysis**. Ed. Can. Soc. Soil Sci., Ottawa, Ontario, Canada.
 17. MARX, E.S., J. M. HART, AND R.G. STEVENS, 1999- **Soil Test Interpretation Guide**. EC 1478, Oregon State University, USA.
 18. JONSES.J.B, 2001. **Laboratory guide for conducting soils tests and plant analysis**. CRC, Press, Boca Raton Florida, USA..
 19. JACKSON, M.L, 1985- **Soil chemical analysis - advanced course**. 2 ed., Madison, WI, USA.
 20. FAO, 2007- **Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions**. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
 21. NELSON, D.W., SOMMERS L.E.1982- **Total carbon, organic carbon, and organic matter**. In: Page, A. L., MILLER, R. H. AND KEENEY, D. R. (Editors), *Methods of soil analysis*, Part II (2nd Edition). Madison, WI, 1982, 1159.
 22. Bremner, J.M. 1996- **Methods of Soils Analysis: Chemical Methods**. (Ed. Sparks, D. L.), American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, WI. Pp.1085-1121.
 23. APHA,1998- **Standard methods for the examination of waters and wastewaters**. APHAAWWA- WEF, Washington, DC.
 24. MHLA. D, 2011- **Contribution to establish a water quality assessment database for the lake of 16 Tishreen**. Higher Institute for Environmental Researches, Tishreen University, Lattakia, Syria.
 25. Edwards C., Peter S, 2001-**Determination of Nitrate in Water Containing Dissolved Organic Carbon by Ultraviolet Spectroscopy**. International Journal of Environmental Analytical Chemistry.