

# مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 45 . العدد 1

1444 هـ - 2023 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

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

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث  
بشرى مصطفى

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

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

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

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

. هاتف / فاكس : ++ 963 31 2138071

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

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

**ISSN: 1022-467X**

## شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

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

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

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

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

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

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

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

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد ( كتابية 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
26-11	محمد العيسى نضال شقير سامر زيزفون	علاقات تجريبية لاشتقاق قدر العزم الزلزالي (MW) للهزات الأرضية في سورية
54-27	م. إيهاب ديب د. مروان خوري	تحسين مقاومة المونة الإسمنتية للأحماض والقلويات باستخدام ألياف الفيبر جلاس الزجاجية والملدنات
80-55	م. إيهاب ديب د. مروان خوري	دراسة تأثير طول الليف و نسبة الألياف الزجاجية المستخدمة مع الملدنات في تحسين مقاومة المونة الإسمنتية للضغط والإنعطاف
100-81	م. عفراء ابراهيم	إدارة الموارد المائية في حوض الحصين باستخدام نظام WEAP21





## علاقات تجريبية لاشتقاق قدر العزم الزلزالي ( $M_w$ ) للزلازل الأرضية في سورية

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

(1) المعهد العالي للبحوث والدراسات الزلزالية، جامعة دمشق

(2) المركز الوطني للرصد الزلزالي، دمشق-سورية

### الملخص

يعتبر قدر العزم ( $M_w$ ) من أهم المعلومات الكمية والمطلوب تحديدها من شبكات الرصد الزلزالي المحلية والعالمية والتي تساهم في تطوير الكود الزلزالي وتصميم المنشآت المقاومة للزلازل. ولكنه للأسف غير متوفر لجميع الهزات الأرضية التي حدثت في سورية وسجلتها الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي لذلك تم في هذا البحث اشتقاق علاقات تجريبية تربط بين قدر العزم ( $M_w$ ) وبين مختلف أنواع القدر للهزات الأرضية في سورية والواردة في النشرات الزلزالية (وهي قدر الهزات المحلية وقدر المدة وقدر الأمواج السطحية). وقد بلغ معامل الارتباط الخطي ( $R^2$ ) قيمة جيدة (أكثر من 80% مع قدر الهزات المحلية وقدر المدة وأكثر من 65% مع قدر الأمواج السطحية) مما يسمح بالاعتماد على هذه العلاقات تجريبية والحصول على نتائج موثوقة لقدر العزم ( $M_w$ ). أظهرت النتائج أن الفروقات بين قدر العزم المحسوب بالعلاقات المشتقة والقدر الوارد في معطيات المركز الزلزالي الدولي (ISC) كانت صغيرة وضمن الحدود المقبولة في معظم الهزات.

**الكلمات المفتاحية:** الهزات الأرضية، مقاييس القدر، قدر الهزات المحلية ( $M_L$ )، قدر العزم ( $M_w$ )، سورية.

## Empirical relationships to derive the moment magnitude ( $M_w$ ) of earthquakes in Syria

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

(1)Higher Institute of Earthquake studies and Research, Damascus university E-mail: [mohammed.alissa11985@gmail.com](mailto:mohammed.alissa11985@gmail.com);

(2) National Earthquake Center (NEC).

### Abstract

The moment magnitude is essentially required from the global and local seismic networks as quantitative information to develop the seismic codes, and to use it for design buildings to be more resistant to earthquakes. Unfortunately, the moment magnitude is not available for all seismic events happened in Syria and recorded by the Syrian seismic network. Therefore, the aim of this research is deriving empirical relationships between the moment magnitude ( $M_w$ ) and the other magnitude scales for earthquakes in Syria, which have been published in the seismic bulletins. The linear correlation factor ( $R^2$ ) attained good values, which allows to depend on these empirical relationships to get confident results of the moment magnitude ( $M_w$ ). The results reveal that the residuals between the calculated  $M_w$  using these relationships and the observed one in the ISC data are minimal and within the acceptable limits for the majority of events.

**Keywords:** earthquake, magnitude scales, local magnitude ( $M_L$ ), moment magnitude ( $M_w$ ), Syria.

## 1- المقدمة

يعتبر قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) والمعروف بقدر ريختر من أقدم أنواع القدر الزلزالي المستخدمة حيث قام ريختر (Richter, 1935) بحسابه اعتماداً على قياس سعة الموجة الزلزالية المسجلة بجهاز الرصد الزلزالي (Wood-Anderson). لقد لاحظ ريختر وجود تفاوت كبير جداً في سعة الموجة الزلزالية في حالي الهزات الأرضية الصغيرة جداً والزلازل العنيفة جداً لذلك استخدم المقياس اللوغاريتمي لسعة الموجة المسجلة في تعريف القدر الزلزالي ( $M_L$ ). ومع مرور الزمن قام علماء الزلازل بتطوير أنواع أخرى من مقاييس القدر الزلزالي مثل: قدر الأمواج السطحية ( $M_S$ )، قدر الأمواج الجسمية ( $M_b$ )، قدر المدة ( $M_D$ )، وقدر العزم الزلزالي ( $M_W$ ) والمعروف بقدر العزم (Kanamori 1977; Hanks and Kanamori 1979). يتمتع كل نوع منها بمزايا إيجابية قد لا توفرها بقية الأنواع مثل إمكانية حسابه من التسجيلات المتوفرة أو ملاءمته لطبيعة النشاط الزلزالي أو لحساسية شبكة الرصد لذلك تتضمن النشرات الزلزالية واحداً أو أكثر من تلك الأنواع.

تعتمد الهندسة الزلزالية على المعلومات التي تردّها من مراكز الرصد الزلزالي إذ يتطلب تصميم المنشآت المقاومة للزلازل أن تنفذ دراسات كمية موثوقة لتقييم أخطار الزلزلة والحد من آثارها وبناء قاعدة بيانات تضم معلومات موثوقة عن الزلازل ولأطول فترة زمنية ممكنة ويعتبر القدر الزلزالي من أهم تلك المعلومات والتي تساهم في تطوير الكود الزلزالي. وفي هذا السياق يعتبر قدر العزم ( $M_W$ ) من المعلومات الكمية الأساسية المطلوب تحديدها من شبكات الرصد الزلزالي المحلية والعالمية. تقوم شبكات الرصد الزلزالي المحلية بشكل منهجي باستبطان علاقات تجريبية تتلاءم مع خصائص أجهزة الرصد المستخدمة والخصائص المحلية للقشرة الأرضية وطبيعة النشاط الزلزالي المحلي. وعلى سبيل المثال قامت مجموعة من الباحثين المصريين (Abdulrahman et al., 2003; Hussein et al., 2008) بتطوير عدة علاقات تجريبية تسمح بتحويل قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) إلى قدر العزم ( $M_W$ ) وقارنوا نتائجها مع تلك المحسوبة في المركز الزلزالي الدولي (ISC). كما استخدم (Abd El-Aal et al., 2020) تسجيلات محطات الرصد عريضة الحزمة (Broad band)، والتي تم تنصيبها في مصر بعد العام 2010، في تطوير تلك العلاقات

بالاعتماد على تسجيلاتها ذات الجودة العالية والتي سمحت بحساب العزم الزلزالي للهزات المحلية. ما يزال قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) متداولاً حتى الآن بين المراكز الزلزالية ومنها المركز الوطني للرصد الزلزالي في سورية وتقوم هذه المراكز بحسابه للهزات صغيرة القدر والهزات المحلية التي يتم تسجيلها ضمن دائرة لا يتجاوز نصف قطرها 400 كم. لكن استخدام قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) في تقدير المخاطر الزلزالية (Seismic hazard) يُظهر سيئتان وهما: تأثيره بظاهرة الإشباع السعوي للهزات العنيفة والتي يزيد قدرها على ( $M_L > 6.0$ ) وأنه يأخذ قيمة سالبة في حالة الهزات الصغيرة جداً باعتباره مقياساً لوغارتمياً. لذلك يُفضل الكثير من علماء الزلازل والهندسة الزلزالية تجنب هاتين السيئتين واستخدام قدر العزم ( $M_W$ ) والذي يتمتع بالعديد من الميزات التي سنتعرف عليها لاحقاً.

## 2- هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى اشتقاق علاقات تجريبية تربط بين قدر العزم ( $M_W$ ) وبين مختلف أنواع القدر للهزات الأرضية التي حدثت في سورية والواردة في النشرات الزلزالية. إذ توصي الهيئات العلمية الدولية والمراكز الزلزالية الدولية بحساب قدر العزم ( $M_W$ ) كونه مقياساً مستقراً يمكن الاعتماد عليه في تقدير المخاطر الزلزالية وفي تطوير الكود الزلزالي (Hanks and Kanamori, 1979; Howell, 1981; Ottemoller and ) (Havskov 2003).

## 3- مواد وطرق البحث

### 3-1 قدر العزم

شاع حديثاً استخدام قدر العزم ( $M_W$ ) والذي يبدي العديد من المزايا فهو أكثر تعبيراً عن الطاقة الزلزالية المتحررة ويمكن تقديره من ملاحظات جيولوجية حقلية وذلك بتحري طول الصدع ( $L$ ) المولد للزلزال ومقدار الإزاحة الصدعية ( $D$ ) ومعامل صلابة الصخور ( $\mu$ ) وبذلك نتمكن من حساب العزم الزلزالي باستخدام العلاقة:

$$M_0 = \mu \cdot A \cdot D \quad (1)$$

حيث تمثل (A) مساحة الصدع وهي حاصل ضرب طوله بالعمق التقديري للبؤرة. وتستخدم العلاقة التجريبية التي وضعها (Hanks and Kanamori, 1979) لمنطقة شرق المتوسط في حساب قدر العزم:

$$M_w = (2/3) \log(M_0) + 10.73 \quad (2)$$

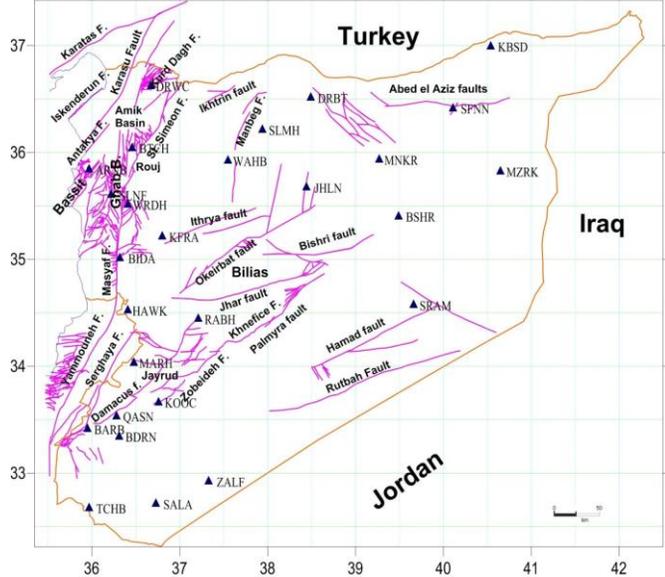
وبالتالي يمكن حساب هذا القدر للزلازل القديمة من خلال التحريات الحقلية للصدوع التي ولدتها. كما يتميز هذا النوع من القدر بأنه لا يتأثر بإشباع السعة الذي يحدث في تسجيلات أجهزة الرصد في حالة الزلازل العنيفة. لكنه بالمقابل يظهر سلبية بأنه غير متوفر لجميع الزلازل وخصوصاً الصغيرة منها لذلك بتطوير طرق حسابية تعتمد التسجيلات الزلزالية مثل طريقة قلب الشكل الموجة لإيجاد مصفوفة العزم الزلزالي التي تطبق على الهزات متوسطة القدر (Jost and Herrmann, 1989)، وطريقة التحليل الطيفي لطيف الإزاحة التي تطبق على الهزات الصغيرة القدر (Iwata and Irikura, 1988).

### 3-2 الوضع الزلزالي في سورية

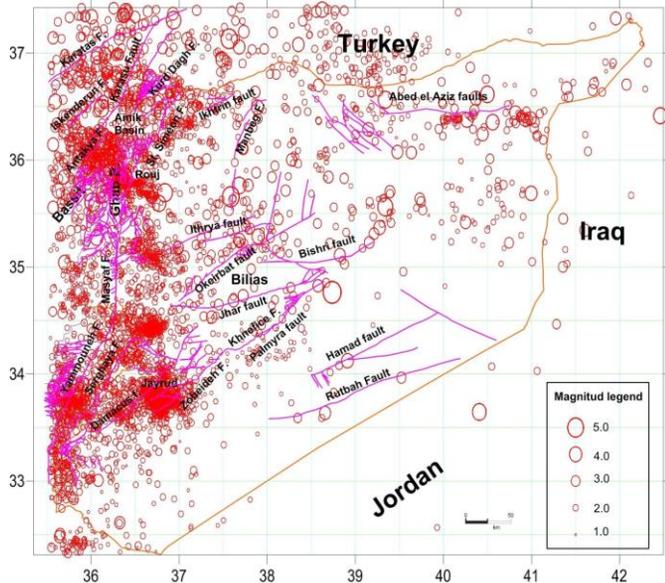
سمح إنشاء الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي عام 1995 بدراسة النشاط الزلزالي الحديث في سورية. وتتألف هذه الشبكة من 27 محطة قصيرة الدور (1 Sec) كان الهدف التصميمي لهذه الشبكة رصد كل نشاط زلزالي قابل للتمييز على طول نظام صدع البحر الميت وفروعه في سورية ولبنان (الشكل 1) (Dakkak et al. 2005). سجلت الشبكة الوطنية السورية للرصد الزلزالي حوالي 5000 حدث محلي منذ تأسيسها في كانون الثاني 1995 ولغاية 2012 (Abdul-Wahed and Asfahani, 2018) وتتركز الزلزالية الآلية الرئيسية (الشكل 2) على طول نظام صدع الأناضول الشرقي والامتداد الشمالي لنظام صدع البحر الميت وخصوصاً في لبنان من خلال عدة زلازل معتدلة ( $5 < M_S < 6$ ). وتتميز زلزالية الأراضي السورية بوجود تجمعات عديدة لأحداث ضعيفة القدر ( $M_L < 4$ ) والتي تلاحظ في عدة مناطق مثل منطقة البسيط والشريط الساحلي (الشكل 2). وصفت العديد من الدراسات السابقة النشاط الزلزالي في سورية على أنه يتراوح بين المعتدل والضعيف (Garfunkel et al., 1981; Chaimov et al., 1990; Barazangi et al., 1993; Brew 2001)، حيث أظهرت تسجيلات الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي أن هذا النشاط

## علاقات تجريبية لاشتقاق قدر العزم الزلزالي ( $M_w$ ) للهزات الأرضية في سورية

ينتج سنوياً عدداً قليلاً من هزات منخفضة القدر مقارنة مع الدول المجاورة ( Abdul-Wahed and Al-Tahan, 2010; Abdul-Wahed et al., 2011 ).



شكل 1. التوزع الجغرافي لمحطات الرصد الزلزالي (المشار إليها بالرمز ▲) والتابعة للشبكة الوطنية السورية.



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

### 3-3 حساب القدر الزلزالي في سورية

مر إنشاء الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي بمرحلتين أساسيتين. تبدأ المرحلة الأولى منذ تأسيس الشبكة عام 1995 وحتى عام 2008 حيث كانت هذه الشبكة من النوع التشابهي وقد وثقت خصائصها في البحث (Dakkak et al. 2005). أما المرحلة الثانية فتم خلالها تحديث هذه الشبكة واستبدالها بتجهيزات رقمية وبدأت بالعمل في شهر كانون الأول 2008 (Bagh et al., 2014). سمحت المرحلة الأولى بحساب نوع واحد فقط من القدر الزلزالي وهو قدر نهاية التسجيل (The coda magnitude:  $M_C$ ) وذلك باستخدام العلاقة التالية (Bulletin of SNSN, 1995–2012):

$$M_C = -3.0 + 2.6 * \log (T) + 0.001 * D \quad (3)$$

حيث تمثل (T) المدة الزمنية بين بداية وصول الموجة (P) وحتى تلاشي الاهتزاز الناتج عن الهزة الأرضية، أما (D) فتتمثل المسافة بين محطة الرصد والبؤرة الزلزالية. أما في المرحلة الثانية فقد مكنت الشبكة الحديثة من حساب قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) بدقة، بالإضافة لحساب القدر ( $M_C$ )، وذلك باستخدام العلاقة التي وضعها (Richter, 1935) هي:

$$M_L = \log(A_{WA}) - \log(A_0) + C \quad (4)$$

حيث تمثل ( $A_{WA}$ ) السعة العظمى لهزة مسجلة باستخدام جهاز تسجيل زلزالي أفقي معياري من النوع (Wood-Anderson) ذو الدور 0.8 ثانية وموضوع على بعد 100 كم من المركز السطحي لتلك الهزة، ويمثل المعامل ( $\log(A_0)$ ) منحنى تصحيح تخامد الأمواج مع المسافة، أما (C) فيتمثل معامل تصحيح خاص بكل محطة رصد. يسمح البرنامج (Seisan 10.3) بمحاكاة جهاز الرصد (Wood-Anderson) والذي فعلياً لم يعد مستخدماً وبذلك نتمكن من حساب قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) بعد ضبط الثوابت الواردة بالعلاقة (2). قام (Bagh et al., 2014) بحساب منحنى تصحيح تخامد الأمواج مع المسافة ومعامل التصحيح لجميع محطات الرصد في الشبكة الرقمية الحديثة وضبط بذلك الثوابت المستخدمة في حساب قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) وفق العلاقة (4).

### 3-4 إعداد قاعدة المعطيات

نلاحظ مما سبق أن النشرات الزلزالية الصادرة عن المركز الوطني للرصد الزلزالي كانت تتضمن قدر نهاية التسجيل ( $M_C$ ) فقط خلال الفترة 1995-2008 وأنها اشتملت على قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) خلال الفترة 2008-2012. وبناء على ذلك كان لابد لنا من توسيع قاعدة معطياتنا لتشمل النتائج المنشورة في المركز الزلزالي الدولي (ISC) فوجدنا أن هناك حوالي 200 هزة أرضية وقعت ضمن الأراضي السورية خلال الفترة 1995-2012 وتم حساب مختلف أنواع القدر لها وبالتالي فإن هذه يمكننا من دراسة الارتباط المتصالب بين قدر العزم ( $M_w$ ) وكل نوع من أنواع القدر الأخرى المحسوبة لتلك الهزات.

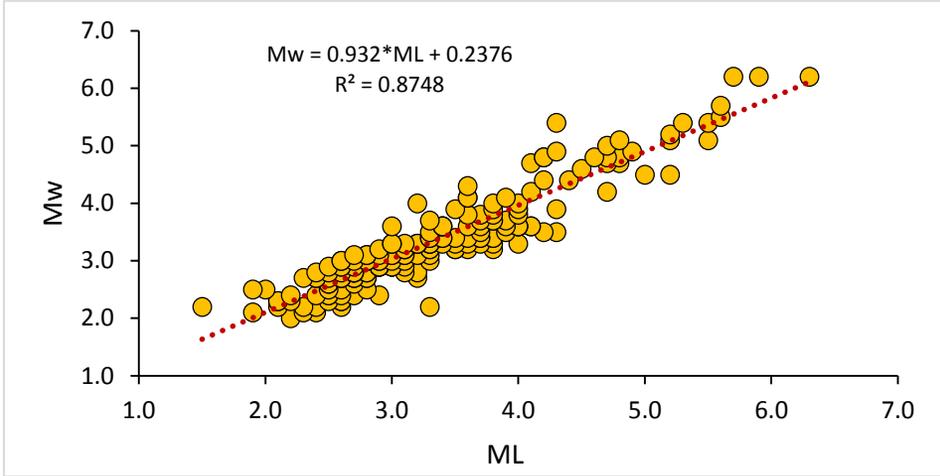
### 3-5 طريقة المعالجة

تزخر الأدبيات العلمية المنشورة بالعديد من العلاقات التجريبية التي تربط بين مختلف أنواع القدر وهذه العلاقات تختلف من منطقة إلى أخرى من بقاع العالم وذلك تبعاً للظروف المحلية مثل خصائص القشرة الأرضية وغيرها. لكن الشكل العام لها هو شكل العلاقة الخطية:  $(Y = a.X + c)$  حيث تُحدد الثوابت التجريبية ( $a, c$ ) بطريقة الإرجاع الخطي (Linear regression). يحدد معامل الارتباط الخطي ( $R^2$ ) جودة العلاقة المستتبطة ومدى تمثيلها للمعطيات المتوفرة وتتراوح قيمته بين الصفر في حالة عدم وجود أي ارتباط بين المتحولين ( $X, Y$ ) وبين الواحد في حالة الارتباط الخطي التام. استخدمنا البرنامج (Microsoft Excel) لاشتقاق علاقات تجريبية بين قدر العزم ( $M_w$ ) للهزات الأرضية في سورية وبين مختلف أنواع القدر المتوفرة في قاعدة المعطيات.

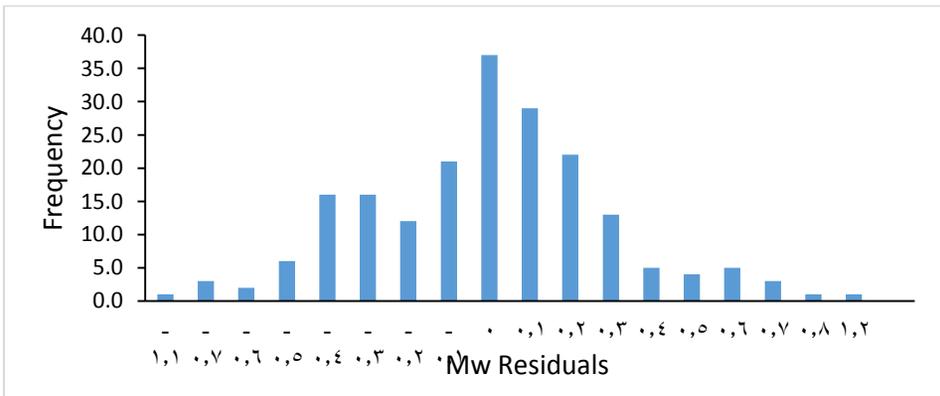
### 4- النتائج ومناقشتها

تم اشتقاق علاقات تجريبية بين قدر العزم ( $M_w$ ) وبين ثلاثة أنواع رئيسية للقدر متوفرة في المركز الزلزالي الدولي (ISC) وهي: قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) وقدر المدة ( $M_D$ ) وقدر الأمواج السطحية ( $M_S$ ) وقدر الأمواج الجسمية ( $M_b$ ). ونظراً لكون قدر نهاية التسجيل ( $M_C$ )

كان الوحيد المتوفر في المركز الوطني للرصد الزلزالي خلال الفترة 1995-2008 فقد تم اشتقاق علاقات تجريبية بينه وبين قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) بالاعتماد على تسجيلات الشبكة السورية خلال الفترة 2008-2012.

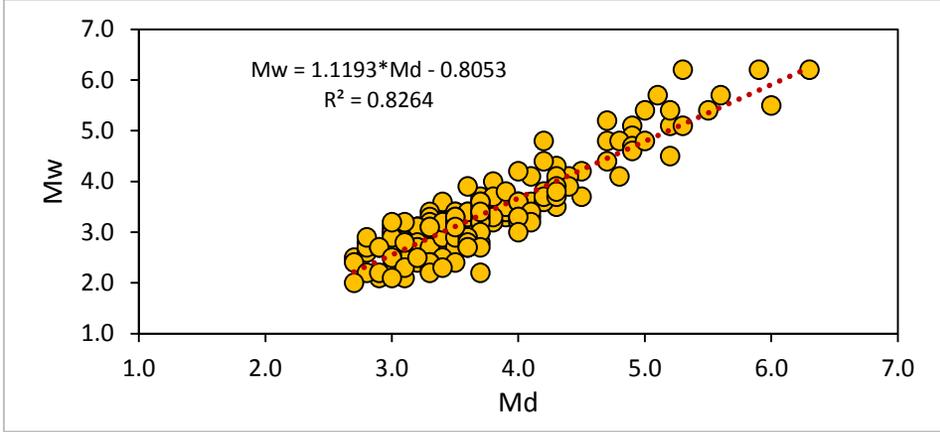


شكل 3. نتائج العلاقة التجريبية بين قدر العزم ( $M_w$ ) وقدر الهزات المحلية ( $M_L$ ).

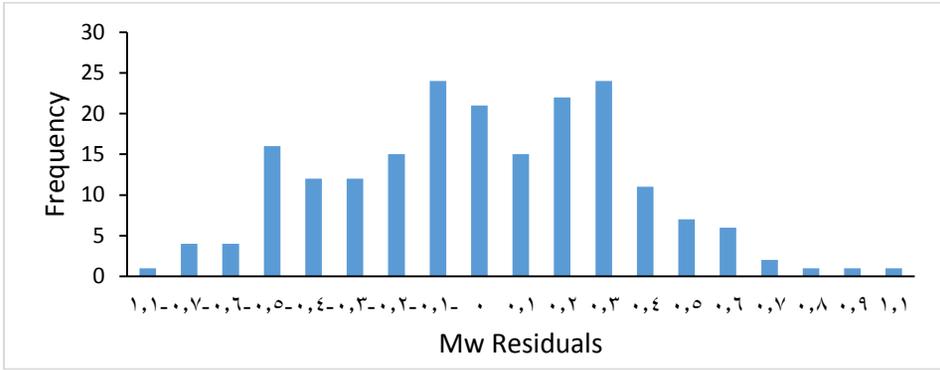


شكل 4. هيستوغرام الفروقات بين قدر العزم ( $M_w$ ) المحسوب من العلاقة التجريبية بين قدر العزم ( $M_w$ ) والملاحظ في قاعدة المعطيات قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ).

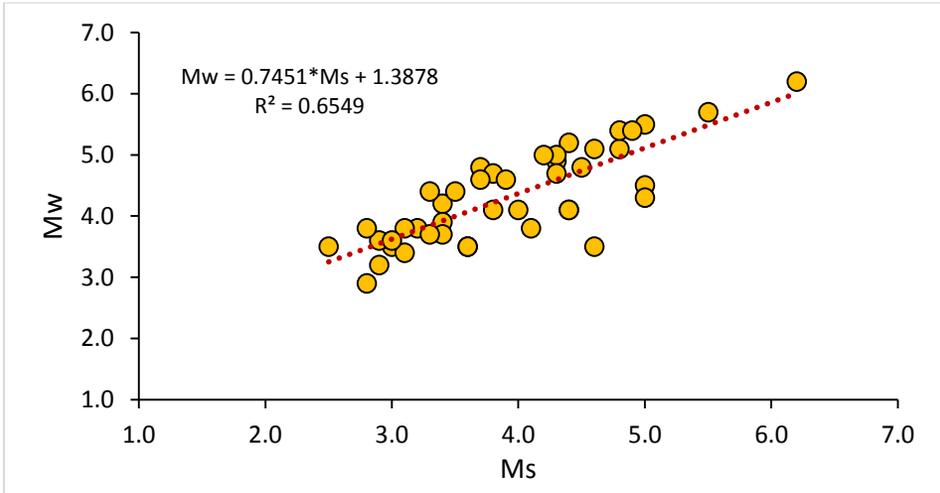
علاقات تجريبية لاشتقاق قدر العزم الزلزالي ( $M_w$ ) للهزات الأرضية في سورية



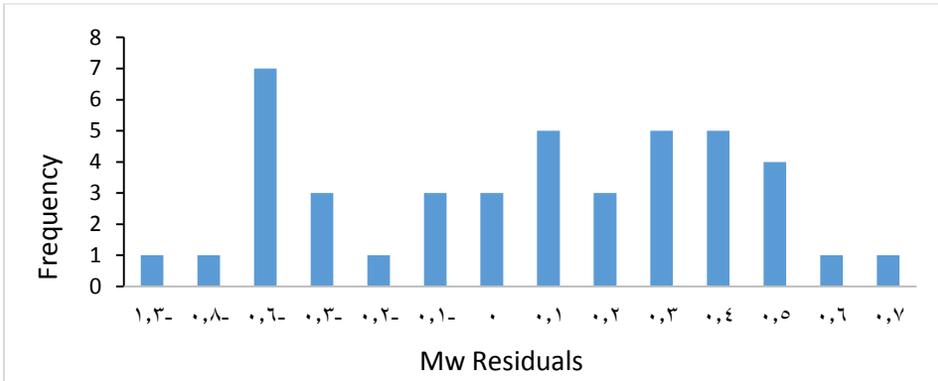
شكل 5. نتائج العلاقة التجريبية بين قدر العزم ( $M_w$ ) وقدر المدة ( $M_D$ ).



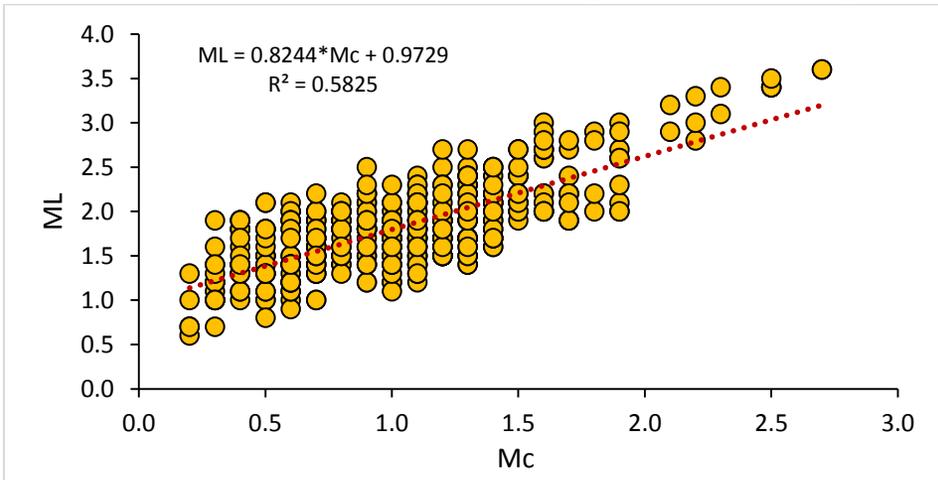
شكل 6. هيستوغرام الفروقات بين قدر العزم ( $M_w$ ) المحسوب من العلاقة التجريبية بين قدر العزم ( $M_w$ ) والملاحظ في قاعدة معطيات قدر المدة ( $M_D$ ).



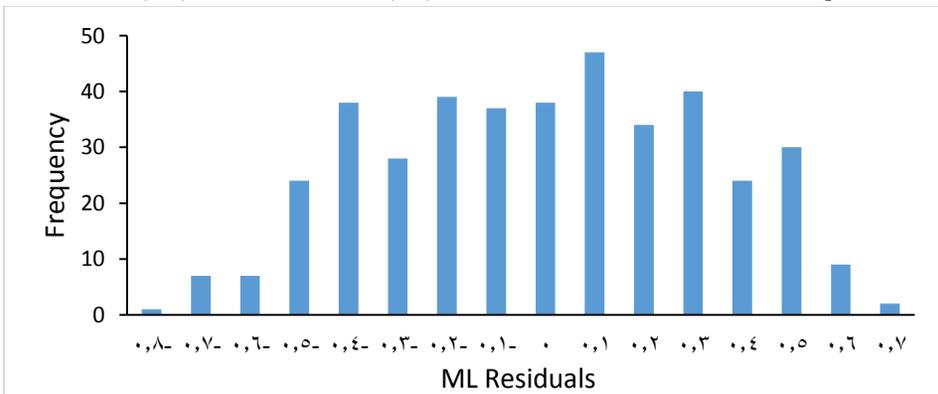
شكل 7. نتائج العلاقة التجريبية بين قدر العزم ( $M_w$ ) وقدر الأمواج السطحية ( $M_s$ ).



شكل 8. هيستوغرام الفروقات بين قدر العزم ( $M_w$ ) المحسوب من العلاقة التجريبية بين قدر العزم ( $M_w$ ) الملاحظ في قاعدة معطيات قدر الأمواج السطحية ( $M_s$ ).

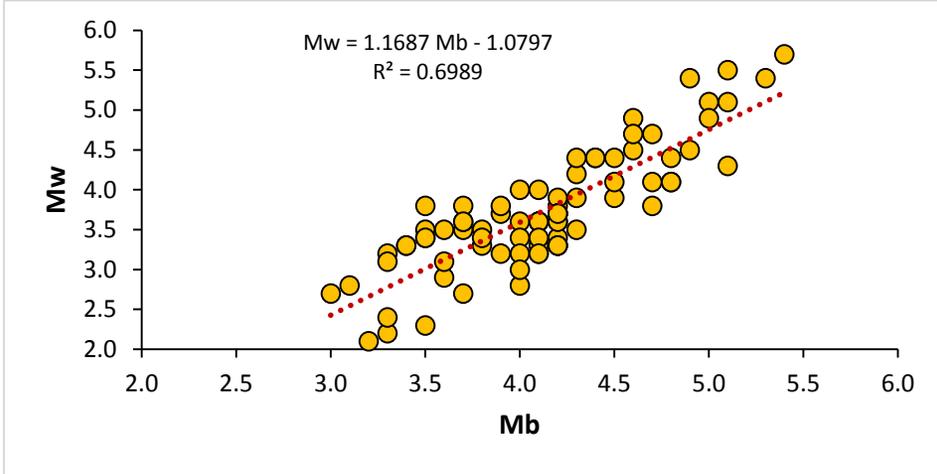


شكل 9. نتائج العلاقة التجريبية بين قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) وقدر نهاية التسجيل ( $M_C$ ).

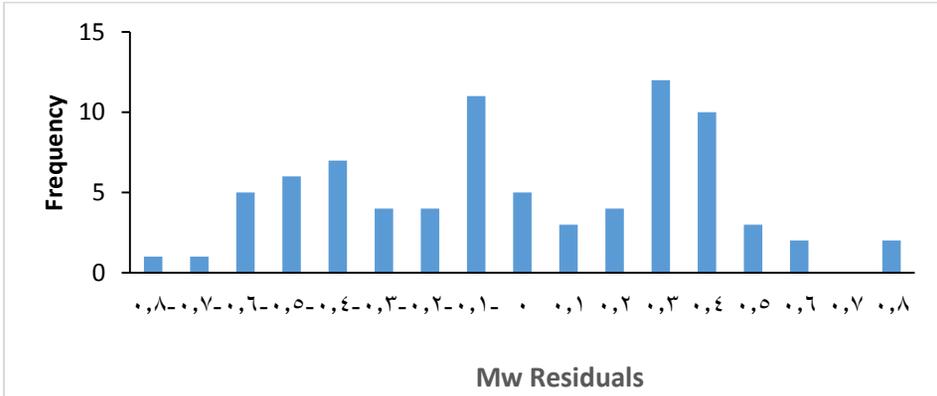


علاقات تجريبية لاشتقاق قدر العزم الزلزالي ( $M_w$ ) للهزات الأرضية في سورية

شكل 10. هيستوغرام الفروقات بين قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) المحسوب من العلاقة التجريبية بين قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) الملاحظ في قاعدة معطيات قدر نهاية التسجيل ( $M_C$ ).



شكل 11. العلاقة التجريبية بين قدر العزم ( $M_w$ ) وقدر الأمواج الجسمية ( $M_b$ ).



شكل 12. هيستوغرام الفروقات بين قدر العزم ( $M_w$ ) المحسوب من العلاقة التجريبية بين قدر العزم ( $M_w$ ) الملاحظ في قاعدة معطيات قدر الأمواج الجسمية ( $M_b$ ).

## 5- الاستنتاجات والتوصيات

أظهر تحليل معطيات المركز الزلزالي الدولي (ISC) وجود علاقات خطية واضحة بين قدر العزم ( $M_w$ ) وبين كل من قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) وقدر المدة ( $M_D$ ) وقدر الأمواج السطحية ( $M_S$ ) وقدر الأمواج الجسمية ( $M_B$ ) حيث كانت النقاط التجريبية ذات توزيع خطي (الأشكال 3، 5، 7، 11) وقد بلغ معامل الارتباط الخطي ( $R^2$ ) قيمة جيدة جداً فكان 0.87، 0.82 مع قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) وقدر المدة ( $M_D$ ) على التسلسل، وبلغ قيمة جيدة فكان 0.65 مع قدر الأمواج السطحية ( $M_S$ )، مما يسمح بالاعتماد على هذه العلاقات تجريبية والحصول على نتائج موثوقة لقدر العزم ( $M_w$ ).

تُظهر الأشكال (4، 6، 8، 12) أن الفروقات بين قدر العزم المحسوب بالعلاقات المشتقة وقدر العزم الوارد في معطيات المركز الزلزالي الدولي (ISC) كانت صغيرة وضمن الحدود المقبولة في معظم الهزات. أما بالنسبة للعلاقة التجريبية بين قدر نهاية التسجيل ( $M_C$ ) وبين قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) فكانت خطية مع وجود بعض التبعض للنقاط التجريبية (الشكل 9) وقد بلغ معامل الارتباط الخطي ( $R^2$ ) قيمةً مقبولة نسبياً فكان حوالي 0.58. يمكن تفسير التبعض الملاحظ للنقاط التجريبية بتأثير العامل الشخصي إذ أن قدر نهاية التسجيل ( $M_C$ ) يعتمد على الدقة في تحديد لحظة تلاشي الأمواج الزلزالية واختفائها ضمن الضجيج الطبيعي وهذا التحديد قد لا يكون سهلاً في بعض الأحيان ويحتاج إلى بعض الخبرة لذلك من المتوقع أن يختلف من شخص لآخر. عموماً يُظهر الشكل (10) أن الفروقات بين قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) المحسوب من العلاقة التجريبية المشتقة بالاعتماد على قدر نهاية التسجيل ( $M_C$ ) وبين قدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) الملاحظ في قاعدة معطيات الشبكة

السورية خلال الفترة 2008-2012 كانت بحدود ( $\pm 0.5$ ) ويمكن اعتبارها ضمن الحدود المقبولة، وبالتالي يمكن الاعتماد على تلك العلاقة التجريبية والحصول على نتائج مقبولة لقدر الهزات المحلية ( $M_L$ ) ومن ثم لقدر العزم ( $M_w$ ) من النتائج المنشورة عن المركز الوطني خلال الفترة 1995-2008.

## References

- Abdul-Wahed M. K. and Asfahani J., 2018, The recent instrumental seismicity of Syria and its implications, *Geofísica Internacional* (2018) 57-2: 79-92.
- Abdul-Wahed M. K., Asfahani J., Al-Tahan I., 2011, A combined methodology of multiplet and composite focal mechanism techniques for the identification of the seismological active zones in Syria. *Acta Geophysica*, 59, 967-992, DOI:10.2478/s11600-011-0024-2.
- Abdul-Wahed M. K. & Al-Tahan I., 2010, Preliminary outlining of the seismological active zones in Syria. *Annals of geophysics*, 53, 1-9.
- Abd El-Aal A. K., H.E. AbdelHafiez , Hamada Saadalla & M. Sami Soliman (2020) A homogenous moment magnitude and local magnitude scaling relation for earthquakes in Egypt, *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*, 9:1, 532-538, DOI: 10.1080/20909977.2020.1794445
- Abdulrahman EM, Dessoky MM, Hussein HH, Abd-El Wahed MF. 2003. Estimation of seismic moments from local magnitudes and coda durations for Cairo earthquake aftershocks recorded at Kottamiya (KEG) broadband station. *Ann Geophys.* 46(6):39–46.
- Bagh S., Alhasan A., and Tello S., 2014, Local Magnitude Calibration of the Syrian National Digital Seismological Network, *Seismological Research Letters* Volume 85, Number 2, 324-333. doi: 10.1785/0220130021
- Barazangi, M., Seber, D., Chaimov, T., Best, J. & Sawaf, T., 1993. Tectonic evolution of the northern Arabian plate in western Syria, in: Boschi et. al., (eds.) *Recent Evolution and Seismicity of the Mediterranean Region*, pp. 117-140, Kluwer Academic Publisher, the Netherlands.
- Chaimov, T. A. & Barazangi, M., Al-Saad, D., Sawaf, T. & Gebran, A., 1990. Crustal shortening in the Palmyride fold belt, Syria, and implications for movement along the Dead Sea fault system, *Tectonics*, 9, 1369-1386.
- Dakkak R., Daoud M., Mreish M., Hade G., (2005), The Syrian National Seismological Network (SNSN): Monitoring a major continental transform fault, *Seismological Research Letters*, Vol. 76, PP 437-445.
- Garfunkel Z., Zak Y. & Freund R., (1981), Active faulting in the Dead Sea rift, *Tectonophysics*, Vol. 80, PP. 1-26.
- Hanks TC, Kanamori H. 1979. A moment magnitude scale. *J Geophys Res.* 84:2348–2350. doi:10.1029/JB084iB05p02348.
- Howell BF. 1981. On the saturation of earthquake magnitude. *Bull Seismol. Soc. Am.* 51:1013–1018.
- Hussein HM, Abou Elenean KM, Marzouk IA, Peresan A, Korrat IM, Abu El-Nader E, Panza GF, El-Gabry MN. 2008. Integration and

- magnitude homogenization of the Egyptian earthquake catalogue. Nat Hazards. 47:525–546. doi:10.1007/s11069-008-9237-3.
- Iwata T, Irikura K. 1988. Source parameters of the 1983, Japan Sea earthquake sequence. J Phys Earth. 36 (4):155–184. doi:10.4294/jpe1952.36.155.
- Jost ML, Herrmann RB. 1989. A student's guide to and review of moment tensor. Seismol Res Lett. 60(2):37–57. doi:10.1785/gssrl.60.2.37.
- Kanamori H. 1977. Energy-release in great earthquakes. J Geophys Res. 82:2981–2987. doi:10.1029/Jb082i020p02981.
- Ottmoller L, Havskov J. 2003. Moment magnitude determination for local and regional earthquakes based on source spectra. Bull Seismol Soc Am. 93:203–214. doi:10.1785/0120010220.
- Richter CF. 1935. An instrumental earthquake magnitude scale. Bull Seismol Soc Am. 25:1–32.

## تحسين مقاومة المونة الإسمنتية للأحماض والقلويات باستخدام ألياف الفيبر جلاس الزجاجية والملدنات

طالب الدكتوراه : م. إيهاب نواف ديب

قسم هندسة المواصلات والنقل - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

إشراف : الدكتور المهندس مروان خوري

### الملخص :

تتعرض المونة الإسمنتية المستخدمة في الإكساء الداخلي والخارجي للأبنية إلى العديد من العوامل التي تؤدي إلى تآكلها وتخریبها بمرور الزمن كالتغيرات الجوية والحرارية المختلفة و التأثير الكيميائي للكبريتات و الأملاح القابلة للذوبان وعوامل أخرى ، لذلك لابد من البحث عن إضافات جديدة تقاوم تأثير هذه العوامل بهدف الحصول على أطول عمر للإستثمار .

وفي بحثنا هذا قمنا بإضافة ألياف الفيبر جلاس الزجاجية والملدنات إلى المونة الإسمنتية المصنعة وفق المواصفات السورية وذلك بغية تحسين مقاومتها للأوساط الحمضية والقلوية ، حيث قمنا بتحديد نسبة الألياف المثالية و طول الليف المثالي وتحديد نسبة الملدن المضاف إلى المونة الإسمنتية للحصول على أعلى مقاومة للأوساط الحمضية والقلوية . وقد تبين بعد الإطلاع على النتائج أن نسبة الألياف المثالية كانت 1 % من مجموع وزن الإسمنت و الرمل و الطول الأنسب للألياف الزجاجية من ( 3 - 5 ) cm ، حيث أن هذه القيم أعطت قابلية تشغيل جيدة دون الحاجة إلى زيادة كمية الماء و أعطت أكبر قيم لمقاومة الأوساط الحمضية والقلوية .

**الكلمات المفتاحية :** المونة الإسمنتية ، ألياف الفيبر جلاس الزجاجية ، الملدنات ، مقاومة الضغط ، مقاومة الإنعطاف ، مقاومة الأحماض والقلويات .

## Improving the resistance of cement mortar to acids and alkalis by using fiberglass and plasticizers

### Abstract :

The cement mortar used in the internal and external cladding of buildings is exposed to many factors that lead to its erosion and destruction over time, such as various weather and thermal changes and the chemical effect of sulfates and soluble salts and other factors, so it is necessary to search for new additives that resist the influence of these factors in order to obtain On the longest life of the investment.

In our research, we added fiberglass and plasticizers to the cement mortar manufactured according to Syrian specifications in order to improve its resistance to acidic and alkaline media.

After reviewing the results, it was found that the ideal fiber ratio was 1% of the total weight of cement and sand, and the most appropriate length of glass fibers from (3 – 5) cm, as these values gave good workability without the need to increase the amount of water and gave the largest values to resist acid and alkaline media.

### Key words :

Mortar, fiberglass, plasticizer, pressure resistance, bending resistance, Acid and alkali resistance .

## 1- مقدمة :

مع تسارع الزمن وتطور تقنيات البناء بشكل سريع و في إطار تطوير المواد الإنشائية التي تدخل في عملية البناء و التشييد وبخاصة في بلدنا الحبيب سورية القادم على مرحلة إعادة الاعمار ، الأمر الذي يتطلب منا تقديم جميع الإمكانيات لإبتكار تقنيات ومواد بناء جديدة لاستخدامها في مجال البناء السريع والآمن ، تتجه جميع الدول المتقدمة عمرانياً إلى استخدام الألياف الطبيعية والصناعية (ألياف الكربون - ألياف الفولاذ - ألياف الزجاج ) لما لها من دور في تحسين مقاومة و ديمومة العناصر الإنشائية التي تدخل في تركيبها و معالجة العيوب الحاصلة في هذه العناصر والناجمة عن عمليات الإنكماش وقوى الضغط والشد و العوامل الجوية والمناخية ( كالماء والهواء و الأحماض والقلويات ) حيث تعمل هذه الألياف بمختلف أصنافها على مقاومة السحب نحو الأسفل بفعل الجاذبية كما تساعد في زيادة التلاحم و الترابط في العناصر التي تدخل في تركيبها وتعتبر مادة منافسة لحديد التسليح وخاصة في العناصر المعرضة لأحمال صغيرة نسبياً والعديد من التطبيقات الهندسية الأخرى ، وقد تطرقنا في هذا البحث إلى استخدام ألياف الفيبر جلاس الزجاجية ( Glass Fiber ) مع الملدنات ودراسة تأثيرها في المونة الاسمنتية السورية وذلك بهدف تحسين خواصها و مقاومتها للأوساط الحمضية والقلوية و الحصول على أطول عمر للاستثمار .

## 2-الهدف الرئيسي للبحث :

يهدف البحث إلى إضافة ألياف الفيبر جلاس الزجاجية (Glass Fiber) والملدنات إلى المونة الاسمنتية السورية وذلك لتحسين مقاومتها للأوساط الحمضية والقلوية .

### 3- الدراسة النظرية و المرجعية :

#### 3-1 ألياف الفيبر جلاس الزجاجية :

في ظل استخدام الزجاج في العديد من الصناعات و التطبيقات الهندسية عرف ما يسمى بألياف الزجاج المقاومة للقلويات ( AR – Fiber Glass ) ، و هي عبارة عن ألياف على شكل خيوط زجاجية دقيقة بأقطار صغيرة جداً برتبة (  $\mu$  ) ، و تكون هذه الخيوط مجدولة على شكل خصلات بأطوال مختلفة [1]، .

تمتاز الألياف الزجاجية بكونها مادة غير عضوية ذات مقاومة عالية للحرارة والتآكل حيث أن مادة التسليح من الألياف الزجاجية تقدم للمواد المركبة العديد من الخصائص الميكانيكية و الفيزيائية والكيميائية حيث تجعل هذه الخصائص استخدام الألياف الزجاجية منتشرة بشكل أكبر مقارنة مع باقي الأنواع الأخرى من الألياف ، وأهم هذه الخصائص [2]، :

- 1- انخفاض استتالة بمقدار 3% .
  - 2- معامل مرونة عالية وصلابة جيدة .
  - 3- مقدار استتالة وقوة شد أكبر ضمن حدود المرونة وهذا ما يعني زيادة في طاقة التأثير الماصة للمركب .
  - 4- الألياف غير عضوية مقاومة للتآكل وغير قابلة للاحتراق .
  - 5- انخفاض امتصاص الماء للمركبات المحقونة بالألياف .
  - 6- مقياس مستقر ومقاومة جيدة لعوامل الطقس .
- #### 3 - 1 - 1 أنواع الألياف الزجاجية الرائجة الإستخدام :

هناك أنواع عديدة للألياف الزجاجية بحسب نوع المنتج والغاية من استخدامه ، وهذا عرض لأنواع الألياف الزجاجية [3]، .

- glass fiber A : ( Soda lime silicate glasses )

تستخدم لغايات متعددة وتعتبر من الأنواع التجارية لأن تكلفة تصنيعها أقل .

( calcium borosilicate glasses ) : C – glass fiber –

وتتميز بمقاومة كيميائية عالية وتستخدم للتقوية ومقاومة التآكل حيث الأوساط الحمضية المخربة .

( borosilicate glass ) : D – glass fiber –

وتستخدم في التطبيقات والأعمال الكهربائية التي تستدعي عازلية منخفضة .

Glasses Alumina – calcium borosilicate ) : E – glass fiber –  
( glasses

وهي من أكثر أنواع الألياف الزجاجية استخداماً لأنه يمكن استخدامها لتسليح مواد متعددة و تستخدم بكثرة في المنتجات الصناعية .

( Calcium aluminosilicate glasses ) : R – glass fiber –

وتستخدم لأغراض التقوية ومقاومة التآكل بالبيئات المخربة .

( Magnesium aluminosilicate glasses ) : S-2 glass fiber –

تتميز بمقاومة أعلى ومعامل مرونة كبير الأمر الذي يزيد من تكلفة إنتاجها ، و تستخدم بكثرة لأغراض التقوية والتسليح في العديد من الصناعات كالصناعات النسيجية وتصنع بأقطار من 5 إلى 24 ميكرون .

( Alkali resistant glasses ) : AR– glass fiber –

وتستخدم لتسليح الأوساط عالية القلوية ( PH=12-13 ) كالخلطات الإسمنتية والبيتونية

3 - 1 - 2 أشكال الألياف الزجاجية المستخدمة في الخلطات الإسمنتية و البيتونية :

يمكن تقسيم الألياف الزجاجية المستخدمة في الخلطات الإسمنتية [4]، إلى :

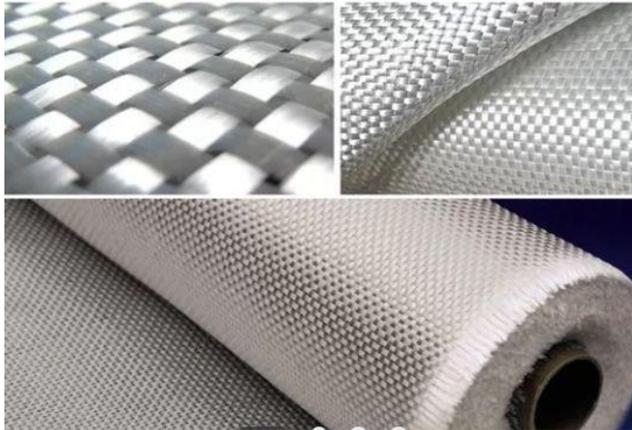
- الألياف الحبلية **Roving** : وهي تجميع لخبوط زجاجية متوازية على شكل حزم أسطوانية الشكل تزن حوالي 20 كيلوغرام للحزمة الواحدة.



الشكل (1) : ألياف الفيبر جلاس الحبلية

– ألياف بشكل شبكة Mesh :

ويستخدم هذا النوع بشكل أساسي لتقوية جدران البلوك ولأغراض تقليل سماكة طبقة التغطية في البيتون المسلح بالإضافة إلى استخدامات أخرى .



الشكل (2) : ألياف الفيبر جلاس بشكل شبكة Mesh

- الألياف المقطعة أو المفرومة **Chopped strands** : وهي ألياف زجاجية مقطعة بأطوال محددة ومتساوية تتراوح عادة بين 3 - 50 ملمتر .



الشكل (3) : ألياف الفيبر جلاس المقطعة أو المفرومة

- ألياف سوپركرانكنو : يعتبر أقل أنواع الألياف الزجاجية استخداماً



الشكل (4) : ألياف سوپر كرانكنو

3-2 الإسمنت :

3-2-1 أنواع الإسمنت : هناك عدة أنواع من الإسمنت البورتلاندي تم تصنيعها لتلائم أنواع مختلفة من المتطلبات سواء كانت متطلبات فيزيائية أو كيميائية ، حيث أن الجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد (ASTM) أقرت بوجود 8 أنواع من الاسمنت البورتلاندي وهي [ 5 ] :

- 1 - النوع ( I ) : وهو العادي ويستخدم للإحتياجات الإسمنتية التقليدية في المشاريع الإنشائية مثل المباني والجسور والأرضيات والطرق وأنواع الخرسانة المنتجة (OPC) .
- 2 - النوع ( IA ) : هو قريب الشبه من النوع الأول بالإضافة إلى حملة لخاصية حفظ الهواء بداخل الخلطة الخرسانية .
- 3 - النوع ( II ) : ينتج أقل كمية من الحرارة في أقل معدل للتصلد وله قدرة متوسطة على مقاومة هجوم الكبريتات (SRC) .
- 4 - النوع ( IIA ) : وهو شبيه بالنوع الثاني وينتج منه الخرسانة الحافظة لفقاعات الهواء بداخلها .
- 5 - النوع ( III ) : هو الإسمنت سريع التصلد وهو يسبب تصلد الخرسانة السريع واكتسابها لقوة بوقت قصير ، وهذا النوع شبيه من الناحية الكيميائية والفيزيائية للنوع الأول إلا أن الفرق أن حبيباته اقل صغر وأكثر دقة .
- 6 - النوع ( IIIA ) : وهو إسمنت يجمع بين صفتين وهما حافظ لفقاعات الهواء ومكتسب سريع لقوة مبكرة للخرسانة .
- 7 - النوع ( IV ) : وهو منتج للقليل جداً من الحرارة أثناء عملية التمييه ويكسب الخرسانة قوة بمعدلات بطيئة نتيجة حرارة التمييه القليلة التي ينتجها مما يعني أن التفاعل بداخله يتم بصورة بطيئة للغاية وتحتاج إلى وقت طويل ولربما يصل إلى 80 % من القوة المطلوبة منه بعد خمس سنوات من الصب وهو إسمنت نموذجي للإستخدام في السدود وفي المنشآت التي يتطلب إنشائها كميات كبيرة من الخرسانة التي قد تسبب حارة التمييه فيها إلى تشققات تؤثر على كفاءة المنشأة وطريقة عملها وفائدتها كالسدود مثلاً .
- 8- النوع ( V ) : وهو يستخدم فقط في الخرسانة التي ستعرض لهجوم قاسي من تفاعلات الكبريتات وبشكل خاص يقصد بها قواعد المباني التي تتعرض مباشرة للتربة والمياه الجوفية التي تحوي نسبة عالية من الكبريتات .

وفي بحثنا : تم استخدام الإسمنت البورتلاندي العادي صنف ( 32.5 ) إنتاج معمل إسمنت طرطوس وتم الإهتمام بنقل وتخزين الإسمنت وعدم تعرضه للرطوبة لما لذلك من أثر على خصائصه .

### 3-3 الرمل :

تم استخدام الرمل القرواني السوري في صناعة المونة الإسمنتية وهو نوع من أنواع الرمل السيليسي ( Silica Sand ) المتوفر في بلدنا و في معظم دول العالم ، وذلك بعد نخله على المنخل رقم 10 ( 2mm ) لإستبعاد الحبيبات الخشنة و نخله على المنخل رقم 200 ( 0.075 mm ) للتأكد من خلوه من الشوائب .

### 3-4 الماء :

يجب أن يكون الماء نظيف وخالي من الشوائب ومطابق للمواصفات العالمية للماء المستخدم في خلطات البيتون والمتوافقة مع BS EN 12780:2002 ويشكل عام فإن الماء الصالح للشرب يحققها .

### 3-5 الملدنات :

يتم إستخدام الملدنات الخرسانية المعروفة باسم مضافات تقليل المياه بين المهنيين لتحسين قابلية تشغيل الخرسانة. ، حيث أنها تزيد من قابلية تشغيل الخرسانة المخلوطة حديثاً دون زيادة نسبة الماء إلى الإسمنت تضاف الملدنات الخرسانية إلى الخرسانة بنسبة ١٠،٠% إلى ٤٠،٠% من وزن الإسمنت وتقلل إضافة هذه الجرعات من ٥ % إلى ١٥% من متطلبات المياه في الخلطة الخرسانية مع قابلية التشغيل المطلوبة .

### 3-5-1 أنواع عوامل تقليل الماء أو ملدنات الخرسانة :

#### 3-5-1-1 إضافات تقليل المياه منخفضة المدى أو الملدنات العادية :

يساعد الملدن المنتظم في تقليل محتوى الماء بنسبة تصل إلى 15% و تُستخدم بكميات صغيرة جداً، وبشكل عام تستخدم بحوالي 10% من وزن الخرسانة .

#### 3-5-1-2 إضافات عالية الحد من المياه أو الملدنات الفائقة :

تعمل الملدنات الفائقة على تقليل محتوى الماء بنسبة تصل إلى 30% مما يحافظ على قابلية تشغيل الخرسانة ، وتُستخدم في الخلطات الخرسانية عالية القوة والتي تستخدم في المباني الشاهقة والمباني التجارية والمنشآت الصناعية إلخ . ويمكن أن تساعد الملدنات الخرسانية في العمل في ظروف قاسية للحصول على قابلية تشغيل أعلى دون استخدام المياه الزائدة ، حيث أن الملدنات الفائقة هي نوع من الملدنات الخرسانية ، والتي يمكن أن تقلل من محتوى الماء بنسبة تصل إلى 30% للحصول على الخرسانة العملية المطلوبة. وفي بحثنا : تم استخدام ملدن من صنف الملدنات الفائقة supper plasticizers .

### 3-6 الملاط أو المونة الإسمنتية :

الملاط الإسمنتي البورتلاندي : هو عبارة عن خليط من الإسمنت البورتلاندي العادي (OPC)، و هيدروكسيد الكالسيوم والرمل مع الماء وقد أُخترع ذلك في عام 1794 م من قبل جوزيف أسبدين وبراءة اختراع في 18 كانون الأول عام 1824 م ، نتيجة الجهود العلمية المختلفة لتطوير ملاط أقوى مما هو عليه في ذلك الوقت ، وقد صَنع شعبية خلال القرن التاسع عشر، وبحلول عام 1930 م حلّ محلّ ملاط الحجر في البناء الجديد وذلك بسبب الحرب العالمية الأولى ، والأسباب الرئيسية لذلك أن الإسمنت البورتلاندي يجمد بقسوة وسريعاً ، وبالتالي يسمح بوتيرة بناء أسرع ، ويتطلب من العمال

مهارة أقل ، ومع ذلك كقاعدة عامة ، فإن الإسمنت البورتلاندي لا يجب أن يُستخدم لإصلاح المباني القديمة المُشيّدة باستخدام الملاط المصنوع من الجير، والتي تتطلب المرونة والليونة وإمكانية تنفس الجير إذا كانت تعمل بالشكل الصحيح .

#### 4- الدراسة التجريبية :

#### 4- 1 التجارب التي أُجريت على الإسمنت البورتلاندي العادي صنف

( 32.5 ) إنتاج معمل طرطوس :

- تجربة التركيب الكيميائي :

الجدول (1): التركيب الكيميائي للإسمنت البورتلاندي العادي صنف ( 32.5 )

<b>Sio2</b>	<b>% 22.74</b>
<b>Al2o3</b>	<b>% 5.12</b>
<b>Fe2o3</b>	<b>% 4.51</b>
<b>Cao</b>	<b>% 63.41</b>
<b>Mgo</b>	<b>% 2.97</b>
<b>SO3</b>	<b>% 1.45</b>
<b>LOI</b>	<b>% 1</b>
<b>C3s</b>	<b>% 34.81</b>
<b>C2s</b>	<b>% 39</b>
<b>C3a</b>	<b>% 5.95</b>
<b>الوزن الحجمي الصلب ( cm3 /g )</b>	<b>3.15</b>

## التجارب الأخرى :

الجدول (2): نتائج التجارب الخاصة بالإسمنت البورتلاندي العادي صنف

( 32.5 )

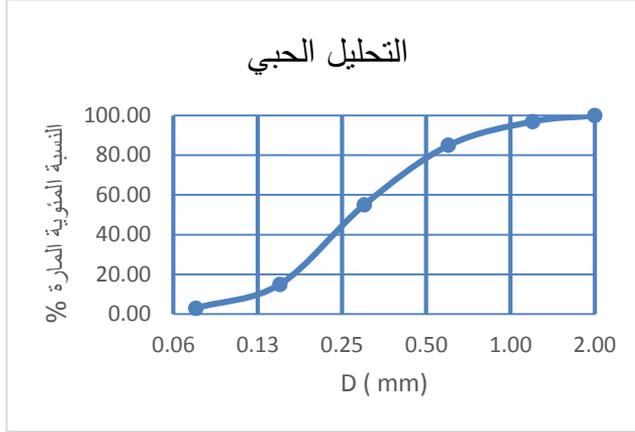
النتيجة	التجربة
3.1	الوزن النوعي
0.28	القوام القياسي ( نسبة الماء إلى الإسمنت )
2 ساعة و 25 دقيقة	زمن ابتداء التجمد
5 ساعات و 15 دقيقة	زمن انتهاء التجمد

4 - 2 التجارب التي أجريت على الرمل القرواني السوري :

- تجربة التحليل الحبي :

الجدول (3): تجربة التحليل الحبي للرمل القرواني السوري

D ( mm )	النسبة المئوية المارة %
2	100
1.2	97
0.6	85
0.3	55
0.15	15
0.075	3



الشكل (5) : يوضح التدرج الحبي للرمل القرواني السوري

- التجارب الأخرى :

الجدول (4): نتائج التجارب الخاصة بالرمل القرواني السوري

النتيجة	التجربة
kg/m <sup>3</sup> 1600	الوزن الحجمي للرمل
2.6	الوزن النوعي
% 70	المكافئ الرملي

- بهدف إجراء الإختبارات اللازمة للبحث قمنا بتشكيل عينات موشورية من الخلطة بدون إضافة ألياف الفيبر جلاس الزجاجية ومع إضافتها .
- حيث تم تشكيل :
- عينات من الخلطة دون إضافة الألياف الزجاجية ( الخلطة حسب المواصفات السورية وهي عبارة عن إسمنت ورمل وماء بنسبة 1 إسمنت ... 3 رمل ... نسبة الماء إلى الإسمنت = 0.6 )
- عينات من الخلطة ذاتها مع إضافة الألياف الزجاجية بنسبة 1 % من مجموع وزن الإسمنت والرمل و إضافة الملدن بنسبة 1 من وزن الإسمنت .

- عينات من الخلطة ذاتها مع إضافة الألياف الزجاجية بنسبة 2 % من مجموع وزن الإسمنت والرمل و إضافة الملدن بنسبة 1 من وزن الإسمنت .
- عينات من الخلطة ذاتها مع إضافة الألياف الزجاجية بنسبة 3 % من مجموع وزن الإسمنت والرمل و إضافة الملدن بنسبة 1 من وزن الإسمنت .

#### 4 - 3 تحضير العينات :

1- تم احضار الإسمنت البورتلاندي العادي صنف 32.5 تصنيع معمل طرطوس و وزن الكمية اللازمة للخلطة .

2- تم تحضير الرمل القرواني التنظيف بعد نخله على المنخل رقم ( 10 ) و المنخل رقم ( 200 ) و وزن كمية تعادل ثلاثة أضعاف كمية الإسمنت الموزون .

3- تم تحضير ألياف الفيبر جلاس وهي عبارة عن ألياف على شكل لفائف طويلة تم إحضارها من معمل المتين في منطقة حسياء الصناعية .

4- تم تحضير الماء التنظيف الخالي من الشوائب والمحقق للمواصفات المطلوبة في خلطات البيتون ويشكل عام فإن الماء الصالح للشرب تتوفر فيه هذه المواصفات .

5- تم احضار الملدن وهو من أنواع supper plasticizers حيث أن

PH : 6.6 - الوزن النوعي : 1.06 - اللون : بني - الوزن الحجمي :

2.55Kg/m3.

6- بالنسبة للعينات المشكلة من دون الألياف الزجاجية: تم الخلط بواسطة الخلاط الآلي الموجود في المخبر حيث تم وضع الإسمنت والرمل ومن ثم إضافة الماء بشكل تدريجي حتى وصلنا إلى خلطة متجانسة حسب المواصفات السورية حيث قمنا بوضع كمية من المخلوط في وعاء جهاز قياس سيولة المونة الإسمنتية وتدوير ذراع الجهاز 25 طريقة

ومن ثم قياس القطر الدائري ، حيث كان قطر المخلوط 113 mm و هو محقق للمواصفات 110<113< 115 mm.

- بالنسبة للعينات المشكلة مع الألياف الزجاجية : تم أيضاً الخلط بواسطة الخلاط الآلي الموجود في المخبر حيث تم وضع الإسمنت والرمل و الألياف الزجاجية بعد أن تم تقطيعها بأطوال تتراوح من ( 3-5 ) cm ، وبعد خلطها بشكل جيد تم إضافة الماء الحاوي على المدن بشكل تدريجي حتى وصلنا إلى خلطة متجانسة حسب المواصفات السورية حيث قمنا أيضاً بوضع كمية من المخلوط في وعاء جهاز قياس سيولة المونة الاسمنتية وتدوير ذراع الجهاز 25 طرقة ومن ثم قياس القطر الدائري ، حيث كان قطر المخلوط 113mm و هو محقق للمواصفات 110<113< 115 mm.

#### ملاحظة :

- حسب المواصفات السورية يجب أن يكون القطر من ( 110 - 115 ) مم كي تكون الخلطة متجانسة وصالحة للإستخدام .



الشكل (6) : يوضح جهاز قياس سيولة المونة الإسمنتية

7- قمنا بتنظيف القوالب الموشورية ذات الأبعاد ( 4 \* 4 \* 16 cm ) و تزييتها و من ثم وضع المخلوط فيها .

8- تم وضع القوالب على الرجاج الكهربائي الموجود في المخبر وذلك للحصول على عينات ذات أبعاد و حواف منتظمة .

- بالنسبة للخلطة الغير المعدلة بالألياف وللحصول على خلطة متجانسة حسب المواصفات المطلوبة كما سبق كانت نسبة الماء المضاف  $(w/c) = 0.6$
- الخلطات المعدلة بالألياف الزجاجية بنسبة 1 % تم إضافة الملدن بنسبة 1 % من وزن الإسمنت ونسبة الماء إلى الاسمنت  $(w/c) = 0.6$
- الخلطات المعدلة بالألياف الزجاجية بنسبة 2 % تم إضافة الملدن بنسبة 1 % من وزن الإسمنت ونسبة الماء إلى الاسمنت  $(w/c) = 0.7$
- الخلطات المعدلة بالألياف الزجاجية بنسبة 3 % تم إضافة الملدن بنسبة 1 % من وزن الإسمنت ونسبة الماء إلى الاسمنت  $(w/c) = 0.81$
- بعد مرور 24 ساعة على وضع العينات في القالب تم فك القالب و وضع العينات في الماء لمدة 28 يوم ومن ثم إخراجها وإجراء الإختبارات اللازمة عليها .

#### 4-4 تحديد نسبة الألياف المثالية :

قمنا بإجراء تجربة المقاومة على الضغط و الإنعطاف للعينات المعدلة بالألياف وفق النسب المذكورة أعلاه وبعد الإطلاع على النتائج كانت النسبة المثالية للألياف الزجاجية هي 1 % كون هذه النسبة أعطت أكبر قيمة للمقاومة على الضغط والإنعطاف وكانت نسبة الملدن 1 % ونسبة الماء إلى الإسمنت 0.6 وهذه النسب تعتبر جيدة من الناحية الإقتصادية وضمن الحدود الطبيعية .

حيث بلغت المقاومة على الإنعطاف ( 78.83 )  $cm^2 / kg$  وأدت إلى زيادة المقاومة على الإنعطاف بحدود 26.51 % عن مقاومة المونة غير المعدلة .

أما المقاومة على الضغط فبلغت ( 448.95 )  $cm^2 / kg$  وأدت إلى زيادة المقاومة على الضغط بحدود 26.12 % عن مقاومة المونة غير المعدلة .

عند إضافة الألياف بنسبة 2 و 3 % تراجعت المقاومة على الضغط والإنعطاف والسبب يعود إلى نسبة الماء الكبيرة المضافة إلى الإسمنت للحصول على قابلية تشغيل جيدة

والتي بلغت 0.7 لنسبة 2 % و 0.81 لنسبة 3 % حيث أنه كلما زادت نسبة الماء قلت مقاومة الخلطة .

المقاومة على الإنعطاف :

• تحسب مقاومة الشد بالإنعطاف بالعلاقة :

$$\sigma = \frac{1.5 \times P \times L}{B \times h^2}$$

حيث p : قوة الإنهيار L : المسافة بين المسندين B : عرض العينة h : ارتفاع العينة

الجدول (5): نتائج تجربة المقاومة على الإنعطاف للعينات الغير معدلة بالألياف والمعدلة وفق النسب

العينه	نسبة الألياف	الطول * العرض * الارتفاع	المسافة بين لمسندين	قوة الأنعطاف	المقاومة على الأنعطاف	وسطي المقاومة على الأنعطاف
	%	cm	cm	Kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0	16*4*4	10	267	62.61	62.31
				266	62.39	
				264	61.94	
2	1	16*4*4	10	344	79.92	78.83
				332	77.81	
				336	78.75	
3	2	16*4*4	10	242	56.71	57.02
				247	57.89	
				241	56.48	
3	3	16*4*4	10	208	48.75	48.91
				206	48.28	
				212	49.68	

### المقاومة على الضغط :

حيث تحسب المقاومة على الضغط بالقانون التالي :

$$\sigma = P/S$$

حيث : قوة الانهيار P مساحة مقطع العينة S المقاومة على الضغط  $\sigma$

الجدول (6): نتائج تجربة المقاومة على الضغط للعينات الغير معدلة بالألياف والمعدلة وفق النسب

وسطي المقاومة على الضغط	المقاومة الضغط	قوة الضغط	الطول * العرض	نسبة الألياف	العينة
kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	cm	%	
355.95	354.68	5675	4*4	0	1
	356.13	5698	4*4		2
	357.06	5713	4*4		3
448.95	445.75	7132	4*4	1	1
	449.56	7193	4*4		2
	451.56	7225	4*4		3
328.04	327.06	5233	4*4	2	1
	331.13	5298	4*4		2
	325.94	5215	4*4		3
266.83	266.31	4261	4*4	3	1
	265.75	4252	4*4		2
	268.43	4295	4*4		3

#### 4-5 تحديد طول الليف المثالي في الخلطة :

في بحثنا قمنا باستخدام ألياف بأطوال تتراوح بين ( 3 - 5 ) cm ولكن للتأكد من الطول الأنسب للألياف الداخلة في الخلطة من حيث التجانس ومقاومة العينات قمنا بتشكيل عينات باستخدام ألياف بأطوال من ( 1-3 ) ومن ( 3-5 ) ومن ( 5-7 ) ومن ( 7-9 ) cm وذلك بنسبة 1 % للألياف من مجموع وزن الإسمنت والرمل وإجراء تجارب المقاومة على الضغط والإنعطاف للعينات المشكولة .

- بالنسبة للخلطة المعدلة بالألياف ذات الأطوال من ( 1-3 ) cm وللحصول على خلطة متجانسة حسب المواصفات المطلوبة كما سبق كانت نسبة الماء المضاف  $w/c = 0.6$  ( w/c ) ونسبة الملدن 1 % .

- بالنسبة للخلطة المعدلة بالألياف ذات الأطوال من ( 3-5 ) cm وللحصول على خلطة متجانسة حسب المواصفات المطلوبة كما سبق كانت نسبة الماء المضاف  $w/c = 0.6$  ( w/c ) ونسبة الملدن 1 % .

- بالنسبة للخلطة المعدلة بالألياف ذات الأطوال من ( 5-7 ) cm وللحصول على خلطة متجانسة حسب المواصفات المطلوبة كما سبق كانت نسبة الماء المضاف  $w/c = 0.64$  ( w/c ) ونسبة الملدن 1 % .

- بالنسبة للخلطة المعدلة بالألياف ذات الأطوال من ( 7-9 ) cm وللحصول على خلطة متجانسة حسب المواصفات المطلوبة كما سبق كانت نسبة الماء المضاف  $w/c = 0.67$  ( w/c ) ونسبة الملدن 1 % .

الجدول (7): نتائج المقاومة على الإنعطاف حسب طول الليف

طول الليف cm	قوة الإنعطاف kg	المقاومة على الإنعطاف kg/cm2	وسطي المقاومة على الإنعطاف kg/cm2
( 3 - 1 )	3.21	75.23	74.68
	3.17	74.29	
	3.18	74.53	
( 5 - 3 )	3.36	78.75	78.89
	3.35	78.51	
	3.39	79.45	
( 7 - 5 )	3.09	72.42	72.11
	3.06	71.71	
	3.08	72.18	
( 9 - 7 )	2.98	69.84	70.15
	3.01	70.54	
	2.99	70.07	

الجدول (8): نتائج المقاومة على الضغط حسب طول الليف

طول الليف cm	قوة الضغط kg	المقاومة على الضغط kg/cm2	وسطي المقاومة على الضغط kg/cm2
( 3 - 1 )	6813	425.81	425.41
	6809	425.56	
	6798	424.87	
( 5 - 3 )	7179	448.68	448.66
	7181	448.81	
	7176	448.49	
( 7 - 5 )	6637	414.81	415.97
	6654	415.87	
	6676	417.25	
( 9 - 7 )	6412	400.75	401.02
	6409	400.56	
	6428	401.75	

**نستنتج ماسبق :**

أن الطول الأنسب للألياف الزجاجية من ( 3 - 5 ) cm حيث أن هذا الطول أعطى الوفرة من حيث إستخدام الماء وأكبر قيم للمقاومة على الضغط والإنعطاف ، وكلما زاد طول الليف أدى ذلك إلى ضعف المقاومة والحاجة إلى إستخدام كمية أكبر من الماء.

**4 - 6 إختبار مقاومة العينات المعدلة بالألياف وغير المعدلة للأحماض****والقلويات :**

بهدف إختبار مقاومة العينات الموشورية المعدلة بالألياف وغير المعدلة للأحماض والقلويات قمنا بإحضار نوعين من الأحماض و نوعين من القلويات المتوفرة وذلك من معمل الوادي من المنطقة الصناعية في طرطوس ، حيث بالنسبة للأحماض تم إحضار :

- حمض الكبريت

- حمض كلور الماء

أما بالنسبة للقلويات تم إحضار :

- ماءات الصوديوم

- ماءات الأمونيوم

حيث قمنا بوضع العينات المعدلة بالألياف وغير المعدلة في أواني معدنية وغمرها بشكل كامل في المحلول الحمضي والقلوي .

وبالنسبة لتركيز المحلول الحمضي والقلوي وزمن الغمر، تم وضع المحلول بتركيز 10 % ( وهو نسبة المحلول وزناً إلى الماء ) وزمن الغمر 30 يوماً ، وتم تبديل المحلول كل أسبوعين مرة وبعد ذلك تم إخراج العينات المغمورة بالمحلول لمدة 30 يوم وإجراء إختبار الشد و الضغط عليها ، وتم أيضاً ملاحظة التأثير الناتج عن الغمر من خلال المشاهدة البصرية وملاحظة الفرق بين العينات المعدلة بالألياف بنسبة 1 % وغير المعدلة .

#### 4-6-1 دراسة تأثير الأحماض والقلويات على العينات من خلال المقاومات على الضغط والإنعطاف والمشاهدة البصرية الموضحة بالصور:

#### 4-6-1-1 تأثير حمض كلور الماء :

الجدول (9): المقاومة على الإنعطاف والضغط بعد الغمر في محلول حمض كلور الماء

العيونة	الصفن	قوة الإنعطاف kg	المقاومة على الإنعطاف بعد الغمر في المحلول kg/cm2	وسطي المقاومة kg/cm2	قوة الضغط kg	المقاومة على الضغط بعد الغمر في المحلول kg/cm2	وسطي المقاومة kg/cm2
1	بلا ألياف	121	28.36	29.06	2551	159.44	158.48
		129	30.23		2532	158.25	
		122	28.59		2524	157.75	
2	مع ألياف	248	58.13	57.81	4751	296.94	296.98
		241	56.48		4793	299.56	
		251	58.83		4711	294.44	



الشكل (8) : عينات مع ألياف



الشكل (7) : عينات بدون ألياف

## 4-6-1-2 تأثير حمض الكبريت :

الجدول (10): المقاومة على الإنعطاف والضغط بعد الغمر في محلول حمض الكبريت

العينه	الصفه	قوة الانعطاف kg	المقاومة على الانعطاف بعد الغمر في المحلول kg/cm2	وسطي المقاومة kg/cm2	قوة الضغط kg	المقاومة على الضغط بعد الغمر في المحلول kg/cm2	وسطي المقاومة kg/cm2
1	بلا ألياف	85	19.92	19.29	1713	107.06	106.62
		79	18.52		1698	106.13	
		83	19.45		1707	106.68	
2	مع ألياف	164	38.44	38.12	3151	196.94	197.08
		159	37.26		3137	196.06	
		165	38.67		3172	198.25	



الشكل (10) : عينات بدون ألياف



الشكل (9) : عينات مع ألياف

4-6-1-3 تأثير ماعات الصوديوم :

الجدول (11): المقاومة على الإنعطاف والضغط بعد الغمر في محلول ماعات الصوديوم

وسطي المقاومة kg/cm2	المقاومة على الضغط بعد الغمر في المحلول kg/cm2	قوة الضغط kg	وسطي المقاومة kg/cm2	المقاومة على الإنعطاف بعد الغمر في المحلول kg/cm2	قوة الإنعطاف kg	الصفن	العينة
170.02	169.63	2714	31.80	31.88	136	بلا ألياف	1
	170.06	2721		30.94	132		2
	170.38	2726		32.58	139		3
318.48	318.56	5097	62.11	62.11	265	مع ألياف	1
	318.06	5089		63.05	269		2
	318.81	5101		61.17	261		3



الشكل (12) عينات مع ألياف

الشكل (11) : عينات بدون ألياف

## 4-1-6-4 تأثير ماعات الأمونيوم :

الجدول (12): المقاومة على الإنعطاف والضغط بعد الغمر في محلول ماعات الأمونيوم

وسطي المقاومة kg/cm2	المقاومة على الضغط بعد الغمر في المحلول kg/cm2	قوة الضغط kg	وسطي المقاومة kg/cm2	المقاومة على الإنعطاف بعد الغمر في المحلول kg/cm2	قوة الإنعطاف kg	الصفن	العينة
184.42	185.06	2961	34.84	33.98	145	بلا ألياف	1
	184.63	2954		35.63	152		2
	183.56	2937		34.92	149		3
335.44	335.44	5367	66.33	66.56	284	مع ألياف	1
	334.06	5345		65.16	278		2
	336.81	5389		67.27	287		3



الشكل (14) : عينات مع ألياف



الشكل (13) : عينات بدون ألياف

### نستنتج من الجداول المبينة أعلاه :

- بالنسبة لحمض كلور الماء : كانت مقاومة العينات غير المعدلة على الانعطاف بعد الغمر  $29.06 \text{ kg/cm}^2$  ، ومقاومة العينات المعدلة  $57.81 \text{ kg/cm}^2$  ، حيث أعطت العينات المعدلة تحسن في المقاومة على الانعطاف بمقدار  $98.93 \%$  ، أما بالنسبة لمقاومة العينات على الضغط : فكانت للعينات غير المعدلة  $158.48 \text{ kg/cm}^2$  وللعينات المعدلة  $296.98 \text{ kg/cm}^2$  ، وكان التحسن في المقاومة على الضغط بمقدار  $87.39 \%$  ..

- بالنسبة لحمض الكبريت : كانت مقاومة العينات غير المعدلة على الانعطاف بعد الغمر  $19.29 \text{ kg/cm}^2$  ، ومقاومة العينات المعدلة  $38.12 \text{ kg/cm}^2$  ، حيث أعطت العينات المعدلة تحسن في المقاومة على الانعطاف بمقدار  $97.62 \%$  ، أما بالنسبة لمقاومة العينات على الضغط : فكانت للعينات غير المعدلة  $106.62 \text{ kg/cm}^2$  وللعينات المعدلة  $197.08 \text{ kg/cm}^2$  ، وكان التحسن في المقاومة على الضغط بمقدار  $84.84 \%$  .

- بالنسبة لماءات الصوديوم : كانت مقاومة العينات غير المعدلة على الانعطاف بعد الغمر  $31.80 \text{ kg/cm}^2$  ، ومقاومة العينات المعدلة  $62.11 \text{ kg/cm}^2$  ، حيث أعطت العينات المعدلة تحسن في المقاومة على الانعطاف بمقدار  $95.31 \%$  ، أما بالنسبة لمقاومة العينات على الضغط : فكانت للعينات غير المعدلة  $170.02 \text{ kg/cm}^2$  وللعينات المعدلة  $318.48 \text{ kg/cm}^2$  ، وكان التحسن في المقاومة على الضغط بمقدار  $87.32 \%$  .

- بالنسبة لماءات الأمونيوم : كانت مقاومة العينات غير المعدلة على الانعطاف بعد الغمر  $34.84 \text{ kg/cm}^2$  ، ومقاومة العينات المعدلة  $66.33 \text{ kg/cm}^2$  ، حيث أعطت العينات المعدلة تحسن في المقاومة على الانعطاف بمقدار  $90.38 \%$  ، أما

بالنسبة لمقاومة العينات على الضغط : فكانت للعينات غير المعدلة  $kg/cm^2$  (184.42) وللعينات المعدلة  $kg/cm^2$  (335.44) ، وكان التحسن في المقاومة على الضغط بمقدار (81.89) %.

#### نستنتج من الصور المبينة أعلاه :

- بالنسبة لحمض كلور الماء : بالمقارنة بين الصور كان التخرّب ظاهر بشكل واضح على السطح الخارجي للعينات الغير معدلة بالألياف ، وحافظت نوعا ما على إنتظام حوافها ، أما بالنسبة للعينات المعدلة بالألياف فكانت مقاومتها للتخرّب أكبر بكثير من العينات الغير معدلة .

- بالنسبة لحمض الكبريت : تبين الصور مقدار التخرّب الواضح للعينات المغمورة الغير معدلة بالألياف والذي ظهر على شكل إنتفاخ وتشوه في شكل العينة ، في حين نلاحظ أن العينات المعدلة بالألياف أبدت مقاومة أكبر وحافظت على إنتظام حوافها رغم الغمر .

- بالنسبة لماءات الصوديوم : نلاحظ من الصور بأنه ظهر التخرّب على السطح الخارجي للعينات الغير المعدلة ولكن بشكل أخف من العينات المعرضة لحمض كلور الماء وحافظت كذلك الأمر على إنتظام حوافها . أما العينات المعدلة فكانت مقاومتها أكبر بكثير للتخرّب .

- بالنسبة لماءات الأمونيوم : أظهرت الصور بأن العينات الغير معدلة بالألياف أبدت مقاومة خفيفة وظهر التخرّب على شكل مسامات وثقوب فقط في السطح الخارجي للعينة ، أما بالنسبة للعينات الغير معدلة فكان تأثير الماءات قليل جدا وأبدت مقاومة أكبر مع الحفاظ على إنتظام الحواف لكلا العينات .

5- المراجع :

المراجع الأجنبية :

1. AGY International Ltd. *High strength glass fibers*, 2006, 12.
2. GRAHAM, T. *GFRC-30 Years of High Fiber Cement Composite Applications Worldwide*, American Concrete Institute, Vol. 12, NO. 4, 2004, 1-19.
3. ALP, .et al. *Pozzolanic characteristics of a natural raw material for blended cements*, Iranian Journal of Science & Technology, Vol. 33, No. B4, 2009, 291-300.
4. HARLE, S. *Glass Fiber Reinforced Concrete and Its Properties*, International Journal of Engineering Sciences and Research Technology , Vol. 3, No. 1, 2014, 118-120.

المراجع العربية

- 5- الدليل العملي لمواد البناء ، د م بسام ميخائيل حنا ، جامعة البعث ، كلية الهندسة المدنية .

# دراسة تأثير طول الليف و نسبة الألياف الزجاجية المستخدمة مع الملدنات في تحسين مقاومة المونة الإسمنتية للضغط والانعطاف

طالب الدكتوراه : م. إيهاب نواف ديب

قسم هندسة المواصلات والنقل - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث

إشراف : الدكتور المهندس مروان خوري

## الملخص :

تتعرض المونة الإسمنتية المستخدمة في الإكساء الداخلي والخارجي للأبنية إلى العديد من العوامل التي تؤدي إلى تآكلها وتخریبها بمرور الزمن كالتغيرات الجوية والحرارية المختلفة والتأثير الكيميائي للكبريتات والأملاح القابلة للذوبان وعوامل أخرى، لذلك لا بد من البحث عن إضافات جديدة تقاوم تأثير هذه العوامل بهدف الحصول على أطول عمر للإستثمار . وفي بحثنا هذا قمنا بإضافة ألياف الفيبر جلاس الزجاجية والملدنات إلى المونة الإسمنتية المصنعة وفق المواصفات السورية، وذلك بغية تحسين مقاومتها في الضغط والانعطاف، حيث قمنا بتحديد طول الليف المثالي و نسبة الألياف المثالية، وتحديد نسبة الملدن المضاف إلى المونة الإسمنتية للحصول على أعلى مقاومة في الضغط والانعطاف . وقد بينت نتائج الدراسة أن نسبة الألياف المثالية كانت 1 % من مجموع وزن الإسمنت والرمل، و أن الطول الأنسب للألياف الزجاجية من (3 - 5) cm ، حيث أن هذه القيم أعطت قابلية تشغيل جيدة دون الحاجة لزيادة كمية الماء وأعطت تحسن في المقاومة على الإنعطاف بنسبة 26.51 % وتحسن في المقاومة على الضغط بنسبة 26.12 % .

**الكلمات المفتاحية :** المونة الإسمنتية ، ألياف الفيبر جلاس الزجاجية ، الملدنات ، مقاومة الضغط ، مقاومة الإنعطاف .

## **Study of the effect of the length and percentage of glass fibers used with plasticizers in improving the resistance of cement mortar to compression and bending**

### **Abstract :**

The cement mortar used in the internal and external cladding of buildings is exposed to many factors that lead to its erosion and destruction over time, such as various weather and thermal changes and the chemical effect of sulfates and soluble salts and other factors, so it is necessary to search for new additives that resist the influence of these factors in order to obtain On the longest life of the investment.

In our research, we have added fiberglass and plasticizers to the cement mortar manufactured according to Syrian specifications in order to improve its resistance to pressure and bending.

After examining the results, it was found that the ideal fiber ratio was 1% of the total weight of cement and sand, and the most gave good workability without the need to increase the amount of water and gave the largest values of resistance On pressure and cornering.

### **Key words :**

Mortar, fiberglass, plasticizer, pressure resistance, bending resistance.

**1- مقدمة :**

مع تسارع الزمن وتطور تقنيات البناء بشكلٍ سريع وفي إطار تطوير المواد الإنشائية التي تدخل في عملية البناء والتشييد، وبخاصة في بلدنا الحبيب سورية القادم على مرحلة إعادة الاعمار . الأمر الذي يتطلب منا تقديم جميع الإمكانيات لإبتكار تقنيات ومواد بناء جديدة لاستخدامها في مجال البناء السريع والأمن . تتجه جميع الدول المتقدمة عمرانياً إلى استخدام الألياف الصناعية (ألياف الكربون وألياف الفولاذ وألياف الزجاج )، لما لها من دور في تحسين مقاومة وديمومة العناصر الإنشائية التي تدخل في تركيبها ومعالجة العيوب الحاصلة في هذه العناصر، والناجمة عن تأثير الانكماش وقوى الضغط والشد و العوامل الجوية والمناخية ( كالماء والهواء و الأحماض والقلويات ) حيث تعمل هذه الألياف بمختلف أصنافها على مقاومة السحب نحو الأسفل بفعل الجاذبية، كما تساعد في زيادة التلاحم والترابط في العناصر التي تدخل في تركيبها . ويمكن استخدامها في العديد من التطبيقات الهندسية، وقد تطرقنا في هذا البحث إلى استخدام ألياف الفيبر جلاس الزجاجية ( Glass Fiber ) مع ملدن من أنواع الملدنات الفائقة ودراسة تأثيرها في المونة الاسمنتية، وذلك بهدف تحسين خواصها ومقاومتها على الضغط والانعطاف والحصول على أطول عمر للاستثمار .

**2-الهدف الرئيسي للبحث :**

يهدف البحث إلى تحسين مقاومة المونة الإسمنتية على الضغط والانعطاف وذلك عن طريق إضافة ألياف الفيبر جلاس الزجاجية ( Glass Fiber ) والملدن، وتحديد طول الليف المثالي و نسبة الألياف المثالية التي تعطي أكبر مقاومة للمونة الإسمنتية على الضغط والانعطاف .

### 3- الدراسة النظرية و المرجعية:

#### 3 - 1 الدراسة المرجعية :

إن استخدام ألياف الفيبر جلاس الزجاجية لا يزال قيد البحث، ولا يزال البحث جارياً في هذا المجال، وبحسب دراسات وتطبيقات عملية أجراها باحثون[1] توصلوا إلى أن استخدامها إنشائياً يقتصر في العناصر الحاملة في مجال الأبنية العالية على عناصر البلاطات، ولكن مع وجود فولاذ تسليح خفيف داعم أو في المباني مسبقة الصنع التي تكون مجازاتها عادة ليست كبيرة ولأقل من ثلاثة طوابق . كما أشار باحثون آخرون[2] إلى أنه يمكن استخدامها في العناصر الحاملة بشكل مؤقت كقوالب formwork، أو في مجال تصنيع الأرضيات الصناعية . وفي دراسة أخرى[3] تم تجريب إمكانية استخدامها مع أو بدون قضبان تسليح داعم في تصنيع أبراج لشبكات الاتصالات فوجد أنها تصلح أن تستخدم بهذا الإطار .

وتعتبر المواد التي تدخل فيها ألياف الفيبر جلاس الزجاجية مواد صديقة للبيئة، وبحسب دراسات[4] تبين أن هذه المواد تؤمن راحة حرارية بالمبنى وذلك بفضل الألياف التي تنقص من الناقلية الحرارية للخلطة، لأن الناقلية الحرارية أمر يتعلق بكثافة الخلطة ومساميتها ، ووجود الألياف يسبب نقص المسامية ويقلل الكثافة مما يسهم في تخفيض الناقلية الحرارية ، هذا بالإضافة الى العازلية العالية لمادة الحشو التي تستخدم في جدران الساندوش بانلز والتي تكون عادة من مواد ذات عازلية عالية تفوق عازلية الصوف الزجاجي ، كما أن الأثر البيئي لمنتجات ألياف الفيبر جلاس أقل منها لمثيلاتها من أنواع البيتون مسبقة الصنع .

## 3 - 2 الدراسة النظرية :

## 3 - 2 - 1 ألياف الفايبر جلاس الزجاجية (Glass Fiber):

في ظل استخدام الزجاج في العديد من الصناعات والتطبيقات الهندسية، عرف ما يسمى بألياف الزجاج المقاومة للقلويات ( AR - Fiber Glass )، و هي عبارة عن ألياف على شكل خيوط زجاجية دقيقة بأقطار صغيرة جداً برتبة (  $\mu$  )، و تكون هذه الخيوط مجدولة على شكل خصلات بأطوال مختلفة [5].

تمتاز الألياف الزجاجية بكونها مادة غير عضوية ذات مقاومة عالية للحرارة والتآكل حيث أن مادة التسليح بالألياف الزجاجية تقدم للمواد المركبة العديد من الخصائص الميكانيكية والفيزيائية والكيميائية حيث تجعل هذه الخصائص استخدام الألياف الزجاجية منتشرة بشكل أكبر مقارنة مع باقي الأنواع الأخرى من الألياف ، وأهم هذه الخصائص [6]:

1- انخفاض الاستطالة بمقدار 3% .

2- معامل مرونة عالية .

3- مقدار استطالة وقوة شد أكبر .

4- الألياف غير عضوية مقاومة للتآكل وغير قابلة للاحتراق .

5- انخفاض امتصاص الماء للمركبات المحقونة بالألياف .

6- مقاومة جيدة لعوامل الطقس .

## 3 - 2 - 1 أنواع الألياف الزجاجية الرانجة الاستخدام :

هناك أنواع عديدة للألياف الزجاجية بحسب نوع المنتج والغاية من استخدامه، وهذا عرض لأنواع الألياف الزجاجية [7]:

- glass fiber - A : ( Soda lime silicate glasses )

تستخدم لغايات متعددة وتعتبر من الأنواع التجارية لأن تكلفة تصنيعها أقل .

دراسة تأثير طول الليف و نسبة الألياف الزجاجية المستخدمة مع الملدنات في تحسين مقاومة المونة الإسمنتية للضغط والإنعطاف

( calcium borosilicate glasses ) : C – glass fiber –

وتتميز بمقاومة كيميائية عالية وتستخدم للتقوية ومقاومة التآكل حيث الأوساط الحمضية المخربة .

( borosilicate glass ) : D – glass fiber –

وتستخدم في التطبيقات والأعمال الكهربائية التي تستدعي عازلية منخفضة .

Glasses Alumina – calcium borosilicate ) : E – glass fiber –

( glasses

وهي من أكثر أنواع الألياف الزجاجية استخداماً لأنه يمكن استخدامها لتسليح مواد متعددة و تستخدم بكثرة في المنتجات الصناعية .

( Calcium aluminosilicate glasses ) : R – glass fiber –

وتستخدم لأغراض التقوية ومقاومة التآكل بالبيئات المخربة .

( Magnesium aluminosilicate glasses ) : S-2 glass fiber –

تتميز بمقاومة أعلى ومعامل مرونة كبير الأمر الذي يزيد من تكلفة إنتاجها، و تستخدم بكثرة لأغراض التقوية والتسليح في العديد من الصناعات كالصناعات النسيجية وتصنع بأقطار من 5 إلى 24 ميكرون .

( Alkali resistant glasses ) : AR– glass fiber –

وتستخدم لتسليح الأوساط عالية القلوية ( PH=12-13 ) كالخلاطات الإسمنتية والبيتونية.

### 3 - 2 - 1 - 2 أشكال الألياف الزجاجية المستخدمة في الخلطات الإسمنتية و البيتونية:

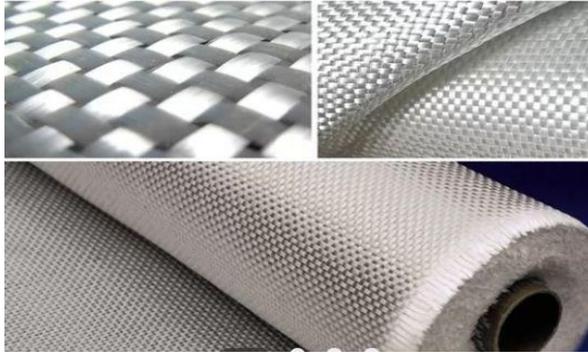
يمكن تقسيم الألياف الزجاجية المستخدمة في الخلطات الإسمنتية والبيتونية إلى [8]:

- الألياف الحبلية **Roving** : وهي تجميع لخيوط زجاجية متوازية على شكل حزم أسطوانية الشكل تزن حوالي 20 كيلوغرام للحزمة الواحدة . ويبين الشكل رقم (1) شكل الألياف الحبلية .



الشكل (1) : ألياف الفيبر جلاس الحبلية

- ألياف بشكل شبكة **Mesh** : ويستخدم هذا النوع بشكل أساسي لتقوية جدران البلوك ولأغراض تقليل سماكة طبقة التغطية في البيتون المسلح بالإضافة إلى استخدامات أخرى. ويبين الشكل رقم (2) شكل ألياف شبكة Mesh .



الشكل (2) : ألياف الفيبر جلاس بشكل شبكة Mesh

دراسة تأثير طول الليف و نسبة الألياف الزجاجية المستخدمة مع الملدنات في تحسين مقاومة المونة الإسمنتية للضغط والإنعطاف

- الألياف المقطعة أو المفرومة **Chopped strands** : وهي ألياف زجاجية مقطعة بأطوال محددة ومتساوية تتراوح عادة بين (3 - 50) ملمتر. ويبين الشكل رقم (3) شكل الألياف المقطعة أو المفرومة .



الشكل (3) : ألياف الفيبر جلاس المقطعة أو المفرومة

وفي بحثنا قمنا بإستخدام ألياف حبلية من نوع ( AR- glass fiber ).



الشكل (4) : ألياف الفيبر جلاس المستخدمة

### 3 - 2 - 2 الإسمنت :

في هذا البحث تم استخدام الإسمنت البورتلاندي العادي صنف (32.5) وتم إحضاره من معمل إسمنت طرطوس ، وتم الاهتمام بنقل وتخزين الإسمنت وعدم تعرضه للرطوبة لما لذلك من أثر على خصائصه .

**3 - 2 - 3 الرمل :**

تم استخدام الرمل القرواني السوري في صناعة المونة الإسمنتية، وهو نوع من أنواع الرمل السيليسي ( Silica Sand ) المتوفر في بلدنا وفي معظم دول العالم ، وذلك بعد نخله على المنخل رقم 10 ( 2mm ) لإستبعاد الحبيبات الخشنة .

**3 - 2 - 4 الماء :**

يجب أن يكون الماء نظيف وخالي من الشوائب ومطابق للمواصفات العالمية للماء المستخدم في خلطات الببتون والمتوافقة مع BS EN 12780:2002 وبشكل عام فإن الماء الصالح للشرب يحققها .

**4 - الدراسة التجريبية :**

بهدف معرفة خصائص الاسمنت المستخدم في البحث، قمنا بإجراء التجارب المخبرية الخاصة بالإسمنت البورتلاندي العادي صنف (32.5)، وذلك في مخبر مواد البناء في كلية الهندسة المدنية في جامعة البعث .



الشكل (5) : يوضح العمل في مخبر مواد البناء

1-4 التجارب التي أجريت على الإسمنت البورتلاندي العادي صنف ( 32.5 )

إنتاج معمل طرطوس:

- تجربة التركيب الكيميائي :

الجدول (1): التركيب الكيميائي للإسمنت البورتلاندي العادي صنف ( 32.5 )

<b>Sio2</b>	<b>% 22.74</b>
<b>Al2o3</b>	<b>% 5.12</b>
<b>Fe2o3</b>	<b>% 4.51</b>
<b>Cao</b>	<b>% 63.41</b>
<b>Mgo</b>	<b>% 2.97</b>
<b>SO3</b>	<b>% 1.45</b>
<b>LOI</b>	<b>% 1</b>
<b>C3s</b>	<b>% 34.81</b>
<b>C2s</b>	<b>% 39</b>
<b>C3a</b>	<b>% 5.95</b>
<b>الوزن الحجمي الصلب ( cm3 /g )</b>	<b>3.15</b>

- تجارب ( تعيين الوزن النوعي والقوام القياسي وزمن التجمد ):

الجدول (2): التجارب الخاصة بالإسمنت البورتلاندي العادي صنف ( 32.5 )

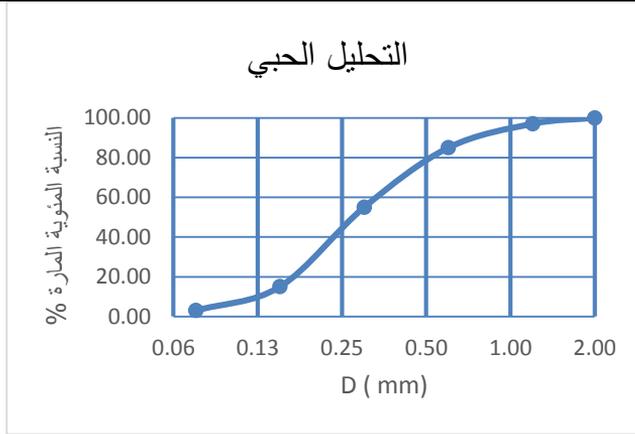
النتيجة	التجربة
3.1	الوزن النوعي
0.28	القوام القياسي ( نسبة الماء إلى الإسمنت )
2 ساعة و 25 دقيقة	زمن ابتداء التجمد
6 ساعات و 15 دقيقة	زمن انتهاء التجمد

4 - 2 التجارب التي أجريت على الرمل القرواني السوري :

- تجربة التحليل الحبي :

الجدول (3): تجربة التحليل الحبي للرمل القرواني السوري

D ( mm )	النسبة المئوية المارة %
2	100
1.2	97
0.6	85
0.3	55
0.15	15
0.075	3



الشكل (6) : التدرج الحبي للرمل القرواني السوري

- تجارب ( تعيين الوزن الحجمي والوزن النوعي والمكافئ الرملي ) :  
الجدول (4): نتائج التجارب الخاصة بالرمل القرواني السوري

النتيجة	التجربة
kg/m <sup>3</sup> 1600	الوزن الحجمي للرمل
2.6	الوزن النوعي
% 70	المكافئ الرملي

#### 4 - 3 تحديد طول الليف المثالي ونسبة الألياف المثالية :

استخدمنا في هذا البحث ألياف زجاجية حبلية من نوع ( AR- glass fiber ) ، ويهدف معرفة الطول الأنسب للألياف الزجاجية قمنا بتشكيل عينات موشورية من خلطة المونة الإسمنتية وفق المواصفات السورية وذلك بعد إضافة الألياف الزجاجية وتقطيعها بمجالات أطوال من ( 1 - 3 ) ومن ( 3 - 5 ) ومن ( 5 - 7 ) ومن ( 7 - 9 ) .cm

خلطة المونة الإسمنتية حسب المواصفات السورية هي عبارة عن إسمنت ورمل وماء بنسبة ( 1 إسمنت ... 3 رمل ... نسبة الماء إلى الإسمنت ) 0.5 - 0.6 ( وذلك حسب نوع الرمل وتدرجه الحبي ) .

يتم تحديد نسبة الماء اللازمة للحصول على خلطة متجانسة وقابلية تشغيل مثالية عن طريق جهاز قياس سيولة المونة الإسمنتية ، حيث نقوم بوضع كمية من المخلوط في الوعاء الخاص والموجود أعلى الجهاز وتعبئته بشكل كامل ، ومن ثم تدوير ذراع الجهاز 25 طريقة ورفع الوعاء ومن ثم قياس القطر الأعظمي للمخلوط .

للحصول على قابلية تشغيل مثالية وخلطة متجانسة وفق المواصفات السورية يجب أن يكون القطر الأعظمي من ( 110 - 115 ) mm .

#### 4 - 3 - 1 تحديد طول الليف المثالي :

قمنا بتشكيل عينات موشورية بأبعاد ( 4\*4\*16 ) cm من خلطة المونة الإسمنتية بدون إضافة الألياف الزجاجية ( الخلطة حسب المواصفات السورية وهي عبارة عن إسمنت ورمل وماء بنسبة 1 إسمنت ... 3 رمل ... نسبة الماء إلى الإسمنت = 0.6 ) .

حيث كان القطر الأعظمي للمخلوط للحصول على خلطة متجانسة مثالية ( 113 ) mm على جهاز قياس سيولة المونة الإسمنتية .

بعد ذلك قمنا بتشكيل عينات من المونة الإسمنتية مع إضافة الألياف الزجاجية المقطعة وفق مجالات الأطوال المذكورة سابقاً .

دراسة تأثير طول الليف و نسبة الألياف الزجاجية المستخدمة مع الملدنات في تحسين مقاومة المونة الإسمنتية للضغط والإنعطاف

وتم اختيار نسبة ألياف ثابتة وهي 1% من مجموع وزن الإسمنت والرمل ونسبة ملدن ثابتة وهي 1% من وزن الإسمنت ، بحيث تكون نسبة الماء هي المتغيرة ، وكانت نسب الخلطة كالتالي :

الجدول (5): نسب الخلط للعينات حسب طول الليف

نسبة الماء إلى الإسمنت	نسبة الملدن	نسبة الألياف %	نسبة الرمل	نسبة الإسمنت	طول الليف cm
0.6	%1	%1	3	1	( 3 - 1 )
0.6	%1	%1	3	1	( 5 - 3 )
0.64	%1	%1	3	1	( 7 - 5 )
0.67	%1	%1	3	1	( 9 - 7 )

خط العينات :

- بالنسبة للعينات المشكلة من دون الألياف الزجاجية : تم الخلط بواسطة الخلاط الآلي الموجود في المخبر ، حيث تم وضع الإسمنت والرمل ومن ثم إضافة الماء بشكل تدريجي حتى وصلنا إلى خلطة متجانسة حسب المواصفات السورية ومن ثم وضع الخلطة في القالب المخصص .
- بالنسبة للعينات المشكلة مع الألياف الزجاجية : تم أيضاً الخلط بواسطة الخلاط الآلي الموجود في المخبر حيث تم وضع الإسمنت والرمل و الألياف الزجاجية وبعد خلطها بشكل جيد تم إضافة الماء الحاوي على الملدن بشكل تدريجي حتى وصلنا إلى خلطة متجانسة حسب المواصفات السورية ومن ثم وضع الخلطة في القالب المخصص .



الشكل (7) : جهاز قياس سيولة المونة الإسمنتية

بعد مرور 24 ساعة على وضع الخليط في القالب تم فك القالب و وضع العينات في الماء لمدة 28 يوم ومن ثم إخراجها وإجراء اختبارات المقاومة على الانعطاف والضغط عليها .

- الاختبارات التي تم إجراؤها على العينات المشكلة :
- تعيين مقاومة العينات على الانعطاف :

تحسب مقاومة الشد بالانعطاف بالعلاقة :

$$\sigma = (1.5 \times P \times L) / (B \times h^2)$$

حيث p : قوة الإنهيار      L : المسافة بين المسندين      B : عرض  
العيينة      h : ارتفاع العيينة

قمنا بإجراء الإختبار وكانت النتائج كمايلي :

دراسة تأثير طول الليف و نسبة الألياف الزجاجية المستخدمة مع الملدنات في تحسين مقاومة المونة الإسمنتية للضغط والإنعطاف

الجدول (6): المقاومة على الانعطاف للعينات حسب طول الليف

طول الليف cm	قوة الإنعطاف kg	المقاومة على الإنعطاف kg/cm2	وسطي المقاومة على الإنعطاف kg/cm2
( 3 - 1 )	3.21	75.23	74.68
( 3 - 1 )	3.17	74.29	
( 3 - 1 )	3.18	74.53	
( 5 - 3 )	3.36	78.75	78.89
( 5 - 3 )	3.35	78.51	
( 5 - 3 )	3.39	79.45	
( 7 - 5 )	3.09	72.42	72.11
( 7 - 5 )	3.06	71.71	
( 7 - 5 )	3.08	72.18	
( 9 - 7 )	2.98	69.84	70.15
( 9 - 7 )	3.01	70.54	
( 9 - 7 )	2.99	70.07	

• تعيين مقاومة العينات على الضغط :

تؤخذ أنصاف المواشير الناتجة من الكسر على الانعطاف، قياس ( 4 \* 4 ) cm

وتوضع على جهاز الكسر حيث يتم تطبيق القوة حتى الكسر .

و تحسب المقاومة على الضغط بالقانون التالي :

$$\sigma = P / S$$

S مساحة مقطع العينة

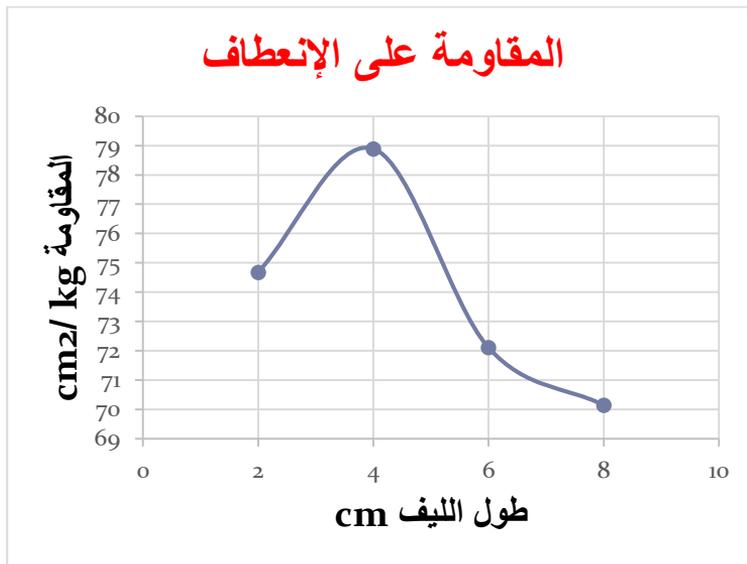
P قوة الانهيار

$\sigma$  المقاومة على الضغط

بعد إجراء التجربة كانت النتائج كالتالي :

الجدول (7): المقاومة على الضغط للعينات حسب طول الليف

وسطي المقاومة على الضغط kg/cm <sup>2</sup>	المقاومة على الضغط kg/cm <sup>2</sup>	قوة الضغط kg	طول الليف cm
425.41	425.81	6813	(3 - 1)
	425.56	6809	(3 - 1)
	424.87	6798	(3 - 1)
448.66	448.68	7179	(5 - 3)
	448.81	7181	(5 - 3)
	448.49	7176	(5 - 3)
415.97	414.81	6637	(7 - 5)
	415.87	6654	(7 - 5)
	417.25	6676	(7 - 5)
401.02	400.75	6412	(9 - 7)
	400.56	6409	(9 - 7)
	401.75	6428	(9 - 7)



الشكل (8) : المقاومة على الانعطاف حسب طول الليف



الشكل (9) : المقاومة على الضغط حسب طول الليف

نستنتج من الجداول والمنحنيات البيانية :

1 - جميع مجالات الأطوال أعطت مقاومات جيدة على الإنعطاف والضغط بحيث لا تقل المقاومات حسب المواصفات السورية عن ( 50 ) kg/cm<sup>2</sup> للإنعطاف و kg/cm<sup>2</sup> 300 للضغط .

2 - أن الطول الأمثل للألياف الزجاجية هو من ( 3 - 5 ) cm حيث أن هذا الطول أعطى أكبر قيم للمقاومة على الضغط والإنعطاف ، حيث بلغت قيمة المقاومة على الإنعطاف ( 78.89 ) kg/cm<sup>2</sup>، وقيمة المقاومة على الضغط ( 448.66 ) kg/cm<sup>2</sup> ، وكانت نسبة الماء إلى الإسمنت (0.6).

3 - بالنسبة لمجال الطول من ( 3 - 1 ) cm : بلغت قيمة المقاومة على الانعطاف  $kg/cm^2(74.68)$  ، وقيمة المقاومة على الضغط (  $425.41 kg/cm^2$  ) ، وكانت أيضاً نسبة الماء إلى الإسمنت (0.6) .

4 - بالنسبة لمجال الطول من ( 7 - 5 ) cm : بلغت قيمة المقاومة على الانعطاف  $kg/cm^2(72.11)$  ، وقيمة المقاومة على الضغط (  $415.97 kg/cm^2$  ) ، وكانت أيضاً نسبة الماء إلى الإسمنت (0.64) .

5 - بالنسبة لمجال الطول من ( 9 - 7 ) cm : بلغت قيمة المقاومة على الانعطاف  $kg/cm^2(70.15)$  ، وقيمة المقاومة على الضغط (  $401.02 kg/cm^2$  ) ، وكانت أيضاً نسبة الماء إلى الإسمنت (0.67) .

6 - عند إضافة الألياف بأطوال من ( 5 - 1 ) cm ، كانت نسبة الماء إلى الإسمنت (0.6) ، وبعد هذا الطول تطلبت الخلطة كمية أكبر من الماء ، الأمر الذي أدى إلى تراجع قيم المقاومة .

7 - توصلنا إلى إمكانية استخدام الألياف بأطوال من ( 5 - 1 ) cm ، إلا أن الطول الأمثل هو من ( 3 - 5 ) cm حيث أن هذا الطول أعطى أكبر قيم للمقاومة على الضغط والانعطاف .

دراسة تأثير طول الليف و نسبة الألياف الزجاجية المستخدمة مع الملدنات في تحسين مقاومة المونة الإسمنتية للضغط والإنعطاف

4 - 3 - 2 تحديد نسبة الألياف المثالية :

بعد تحديد طول الليف المثالي قمنا بتشكيل :

عينات موشورية بأبعاد ( 4\*4\*16 ) cm من خلطة المونة الإسمنتية بدون إضافة الألياف الزجاجية .

عينات موشورية بأبعاد ( 4\*4\*16 ) cm من خلطة المونة الإسمنتية مع إضافة الألياف الزجاجية بنسب 1 % و 2 و 3 % .

وكانت نسب الخلطة كالتالي :

الجدول (8): نسب الخلط للعينات حسب نسبة الألياف

نسبة الألياف %	نسبة الإسمنت	نسبة الرمل	نسبة الملدن	نسبة الماء إلى الإسمنت
0	1	3	%1	0.6
1	1	3	%1	0.6
2	1	3	%1	0.7
3	1	3	%1	0.81

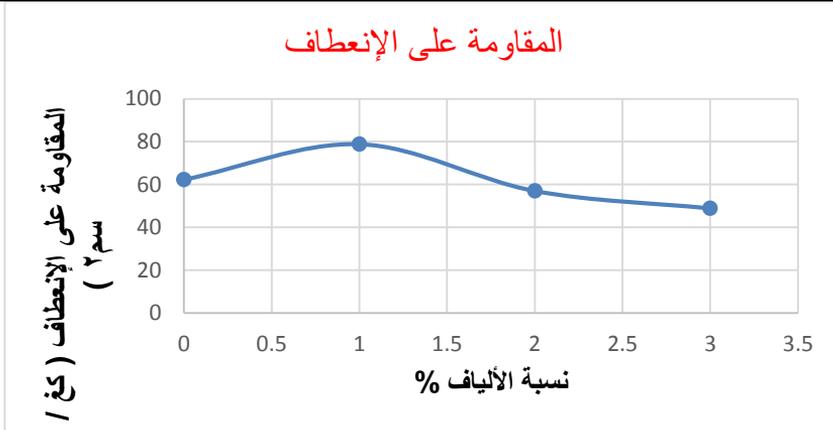
• قمنا بإجراء تجربة المقاومة على الانعطاف للعينات على عمر 28 يوم :

وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول :

الجدول (9): المقاومة على الانعطاف للعينات المعدلة بالألياف وغير المعدلة

وسطي المقاومة على الانعطاف	المقاومة على الانعطاف	قوة الانعطاف	المسافة بين لمسنتين	الطول * العرض * الارتفاع	نسبة الألياف	العينة
kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Kg	cm	cm	%	
62.31	62.61	267	10	16*4*4	0	1
	62.39	266	10	16*4*4		2
	61.94	264	10	16*4*4		3
78.83	79.92	344	10	16*4*4	1	1
	77.81	332	10	16*4*4		2
	78.75	336	10	16*4*4		3
57.02	56.71	242	10	16*4*4	2	1
	57.89	247	10	16*4*4		2
	56.48	241	10	16*4*4		3
48.91	48.75	208	10	16*4*4	3	1
	48.28	206	10	16*4*4		2
	49.68	212	10	16*4*4		3

دراسة تأثير طول الليف و نسبة الألياف الزجاجية المستخدمة مع الملدنات في تحسين مقاومة المونة الإسمنتية للضغط والإنعطاف



الشكل (10) : المقاومة على الإنعطاف للعينات المعدلة وغير المعدلة

- قمنا بإجراء تجربة المقاومة على الضغط للعينات على عمر 28 يوم :  
وكانت النتائج كما هو موضح في الجدول :

الجدول (10): المقاومة على الضغط للعينات المعدلة بالألياف وغير المعدلة

العينات	نسبة الألياف	الطول * العرض	قوة الضغط	المقاومة الضغط	وسطي المقاومة على الضغط
	%	cm	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
1	0	4*4	5675	354.68	355.95
		4*4	5698	356.13	
		4*4	5713	357.06	
2	1	4*4	7132	445.75	448.95
		4*4	7193	449.56	
		4*4	7225	451.56	
3	2	4*4	5233	327.06	328.04
		4*4	5298	331.13	
		4*4	5215	325.94	
3	3	4*4	4261	266.31	266.83
		4*4	4252	265.75	
		4*4	4295	268.43	



الشكل (11) : المقاومة على الانعطاف للعينات المعدلة وغير المعدلة

ملاحظة : تم احضار ملدن واحد فقط وهو من أنواع supper plasticizers حيث أن  
 PH : 6.6 - الوزن النوعي : 1.06 - اللون : بني - الوزن الحجمي :  
 2.55 Kg/m<sup>3</sup>.



الشكل (12) : الملدن المستخدم في الخلطة

#### 4 - 5 تحديد نسبة الألياف المثالية :

بينت نتائج البحث من خلال الجداول والمنحنيات البيانية أن النسبة المثالية للألياف الزجاجية هي 1 % كون هذه النسبة أعطت أكبر قيمة للمقاومة على الضغط والإنعطاف وكانت نسبة الملدن 1 % ونسبة الماء إلى الإسمنت 0.6% وهذه النسب تعتبر جيدة من الناحية الإقتصادية وضمن الحدود الطبيعية .

دراسة تأثير طول الليف و نسبة الألياف الزجاجية المستخدمة مع الملدنات في تحسين مقاومة المونة الإسمنتية للضغط والإنعطاف

حيث بلغت المقاومة على الإنعطاف ( 78.83 )  $cm^2 / kg$  وأدت إلى زيادة المقاومة على الإنعطاف بحدود 26.51 % عن مقاومة المونة غير المعدلة .

أما المقاومة على الضغط فبلغت ( 448.95 )  $cm^2 / kg$  وأدت إلى زيادة المقاومة على الضغط بحدود 26.12 % عن مقاومة المونة غير المعدلة .

**ملاحظة ( مبرر إنخفاض المقاومات عند نسبة 2 % ):** عند إضافة الألياف بنسبة 2% تراجعت المقاومة على الضغط والإنعطاف والسبب يعود إلى نسبة الماء الكبيرة المضافة إلى الإسمنت للحصول على قابلية تشغيل جيدة والتي بلغت 0.7 % حيث أنه كلما زادت نسبة الماء قلت مقاومة الخلطة وكذلك الأمر لنسبة الألياف 3 % والتي بلغت 0.81.

## 5 - النتائج :

1 - توصلنا إلى أن النسبة المثالية للألياف الزجاجية هي 1 % من مجموع وزن الإسمنت والرمل كون هذه النسبة أعطت أكبر مقاومة على الإنعطاف وأدت إلى زيادة المقاومة بحدود 26.51 % ، كما أعطت أكبر مقاومة على الضغط وأدت إلى زيادة المقاومة بحدود 26.12 % .

2 - توصلنا إلى أن الطول الأنسب للألياف الزجاجية من ( 3 - 5 ) cm حيث أن هذا الطول أعطى الوفرة من حيث إستخدام الماء وأكبر قيم للمقاومة على الضغط والإنعطاف .

3 - توصلنا إلى أنه كلما زاد طول الليف أدى ذلك إلى ضعف المقاومة والحاجة إلى إستخدام كمية أكبر من الماء .

## 6 - التوصيات :

- 1 - البحث في تأثير أنواع الألياف الزجاجية الأخرى في المونة الإسمنتية .
- 2 - البحث في تأثير أنواع الإسمنت وأنواع الرمل الأخرى في المونة الإسمنتية .
- 3 - البحث في توضع الألياف الزجاجية ميكروسكوبياً عن طريق جهاز الميكروسكوب الذي يكشف مدى تجانس الألياف وتوزعها ضمن العينات المعدلة بالألياف، والتي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة .

7- المراجع :

المراجع الأجنبية :

1. AGY International Ltd. High strength glass fibers, 2006, 12.
2. GRAHAM, T. GFRC-30 Years of High Fiber Cement Composite Applications Worldwide, American Concrete Institute, Vol. 12, NO. 4, 2004, 1-19.
3. ALP, .et al. Pozzolanic characteristics of a natural raw material for blended cements, Iranian Journal of Science & Technology, Vol. 33, No. B4, 2009, 291-300.
4. HARLE, S. Glass Fiber Reinforced Concrete and Its Properties, International Journal of Engineering Sciences and Research Technology , Vol. 3, No. 1, 2014, 118-120.
- 5 - Glass fibers Reinforced Concrete . Practical Design and Structural Analysis . Verlag Dusseldorf . 1995 .
- 6 -Properties of fiberglass · Mechanicalstrength: Fiberglass has a specific resistance greater than steel. · Electrical characteristics: Fiberglass .
- 7 - Fiberglass is a type of fiber-reinforced plastic where glass fiber is the reinforced plastic. That is why fiberglass is sometimes known as glass fiber reinforced plastic or glass reinforced plastic.
- 8- Structural Shapes ; FIBERGLASS ANGLE Angle ; FIBERGLASS PLATE Plate ; FIBERGLASS TUBING Round Tube ; METAL SLOTTED ANGLES Slotted Angles.

المراجع العربية

- 9 -الدليل العملي لمواد البناء ، د م بسام ميخائيل حنا ، جامعة البعث ، كلية الهندسة المدنية، (2000/1/1 م)

## إدارة الموارد المائية في حوض الحصين

### باستخدام نظام WEAP21

الباحثة: م. عفراء محمود ابراهيم

كلية: الهندسة المدنية - جامعة: دمشق

#### ملخص

تشكل منطقة البحث جزءاً من حوض الساحل على الساحل الشرقي للبحرالأبيض المتوسط، وتقع شمال مدينة طرطوس. يحدها من الغرب البحر المتوسط ومن الشمال نهر مرقية ومن الجنوب نهر الغمقة ، وتبلغ مساحة منطقة البحث حوالي  $355\text{Km}^2$ . يهدف البحث إلى تنفيذ إدارة متكاملة للموارد المائية المتاحة ضمن حوض نهر الحصين، باستخدام برنامج Weap21 من خلال نمذجة مصادر التزويد ومناطق الاحتياج ضمن الحوض واعتماد العام الهيدرولوجي (2010-2009) كسنة مرجعية للدراسة. اعتمدت منهجية البحث على تجميع البيانات واقتراح ثلاثة سيناريوهات حتى عام 2030 ، توصلت الدراسة إلى زيادة الاحتياج المائي بمقدار  $5.38\text{ MCM}$  عند تطبيق سيناريو زيادة معدل استهلاك الفرد، وزيادة الاحتياج المائي للري بمقدار  $13.49\text{MCM}$  عند تطبيق سيناريو زيادة مساحة الأراضي الزراعية المروية، وزيادة الاحتياج المائي  $4.591\text{MCM}$  عند تطبيق سيناريو زيادة معدل النمو السكاني.

**الكلمات المفتاحية:** نهر الحصين، الاحتياج المائي، السنة المرجعية، سيناريو، إدارة

الموارد المائية.

## ( Management of Water Resources in Hossain Basin using WEAP21 system)

### ABSTRACT

The studied area forms a part of the coastal basin on the east coast of the Mediterranean Sea located north of Tartous city .The area is bordered by the Mediterranean Sea from the west, Marqiyeh river from north and Alghamqa river from the south. The area covers about (355) km<sup>2</sup>.

The research aims to implement an integrated management of available water resources within the studied basin, using weap21 program, through the modeling of the Sources and areas of demand within the basin considering year (2010-2011) as the reference year for the study.

Research methodology based on collecting data and proposing three scenarios in year2030.The study found increase the water requirement by 5.38 M.m<sup>3</sup> / year when applying the scenario of increased domestic use , and increase the water requirement by4.591M.m<sup>3</sup> / year when applying the scenario of high population growth rate, and increase the water requirement by 13.491M.m<sup>3</sup> / year when applying the scenario of increased irrigated agricultural land area.

**Key words:** Alhosain River, Water requirement, Reference Year, Scenario, Water Resources Management.

## 1- المقدمة :

الماء أو ما يسمى بالذهب الأزرق أهم مورد طبيعي على الإطلاق، حيث يمثل عصب ومصدر الحياة الذي لا يمكن الاستغناء عنه، وأساس التنمية الاقتصادية والاجتماعية، كما أنو عماد كل حضارة وتنمية وهو أثن عناصر الطبيعة.

تزداد حدة مشكلة المياه في بلادنا بسبب زيادة الطلب المستمر عليها نتيجة الزيادة السكانية السريعة والمستمرة وما يترتب عليها من ضرورة التوسع الزراعي، وزيادة الأنشطة الصناعية والخدمية المستخدمة للمياه، بالإضافة إلى تلوث بعض مصادر المياه بالنفايات المنزلية والصناعية والزراعية التي أخرجت عن نطاق الاستخدام كميات معتبرة من المياه العذبة في مختلف القطاعات.

قامت شركة DHV للمياه وشركات أخرى هولندية تهتم بمسائل إدارة الموارد المائية، بإنجاز مشروع إدارة الموارد المائية لحوض الساحل، بدأ المشروع في شهر تشرين أول 2002 بهدف وضع تطورات مستقبلية لتطوير الموارد المائية المتاحة في حوض الساحل السوري، واقتراح استراتيجيات المحافظة على هذه الموارد من التلوث والنضوب. وفي شهر أيلول من عام 2004 تم إصدار نتائج هذه الدراسة في ثمانية مجلدات تناول إحداها تقويم الظروف الهيدرولوجية في منطقة الدراسة، وإعداد نموذج رياضي مبسّط لإدارة موارد المياه باستخدام برنامج weap21 في حوض نهر الصنوبر[1].

قدمت جامعة دمشق ضمن إطار مشروع " تيمبوس " بحثاً حول الإدارة المتكاملة للموارد المائية لحوض العاصي الأعلى باستخدام برنامج ( weap21 ) عام 2006، يهدف هذا البحث إلى دراسة كيفية إدارة المياه السطحية في الجزء من الحوض الذي يمتد من الحدود السورية إلى سد الرستن، وذلك من أجل تقدير الاحتياج

المستقبلي من المياه (مياه الشرب ومياه الري ومياه صناعية) ومن الاستغلال الأفضل للمياه، ووضع الخطط المناسبة من أجل تغطية العجز المائي [2]. وفي دراسة اعدتها (ديمة محمد وآخرون 2013) حول الإدارة المثلى لموارد مياه نبع بانياس باستخدام برنامج weap21 توصلت الدراسة إلى أن نسبة تغطية الاحتياج المائي 88 % في سيناريو تزويد مدينة بانياس، بينما كانت متباينة خلال السنة في سيناريو تلبية الاحتياج المائي لمصفاة بانياس حيث بلغت 84 % في الأشهر الأولى من السنة وانخفضت في شهر تشرين الأول إلى 52 %، ويتم تغطية الاحتياج المائي في السيناريوهين بوساطة الآبار المحفورة في طبقة المياه الجوفية المضغوطة في المنطقة [3]

اعتمد (A.J.shirke et all 2012) نموذج weap21 كجزء من العمل البحثي المستمر في حوض نهر (Subernarekha) في الهند لتطوير الإدارة الفعالة لموارد المياه والأراضي ثم تطبيق عدة سيناريوهات على النموذج (نمو سكاني، نمو اقتصادي، نمو زراعي). توصل البحث إلى ازدياد الاحتياج المائي للمناطق السكنية من (7.1→10.9) M.CM، واحتياج المناطق الزراعية من (2.2→5.3) MCM، واحتياج المناطق الصناعية من (235.7→253.3) M.CM، خلال فترة تطبيق السيناريوهات من (2000-2020) [4].

قدم (2010 Mugatsia Erick) دراسة حول نمذجة وتطبيق سيناريوهات إدارة المياه في منطقة (Perkerra) في كينيا باستخدام نظام (weap21)، أشارت النتائج إلى وجود تغطيه متفاوتة للطلب على المياه تتراوح بين (10%-100%)، واقترحت الدراسة بناء سدين ، الأمر الذي سيساعد على استقرار التدفق ويحسن تغطية الطلب إلى ما بين (60%-100%) والتخزين في السدين سيساعد في تزويد مياه

(13000 m<sup>3</sup>/day) إلى البلدات المجاورة ، كما ستزيد كمية المياه للاستخدام الزراعي بنسبة 90% في منطقة الدراسة [5].

حوض نهر الحصين هو جزء من حوض الساحل في محافظة طرطوس، ويعتبر نهر الحصين من أهم الأنهار في المنطقة الساحلية ، حيث يقع حوض نهر الحصين بين حوضي نهر مرقية ونهر الغمقة ، مساحة حوضه الصباب 355km<sup>2</sup>، ميله المتوسط فيبلغ 28.8%، الارتفاع المتوسط للحوض 560m .

- نهر الحصين كغيره من الأنهار الساحلية يتجه باتجاه الغرب ليصب في البحر الأبيض المتوسط ، وهو يتشكل من ثلاث روافد رئيسية الأول وهو نهر قيس والثاني وهو نهر الاسماعيلية والذي يلتقي بنهر قيس بالقرب من محور السد ويتابع بعدها نهر قيس مسيره باتجاه الغرب ليلتقي بنهر الخوابي على بعد (3.5Km) من محور السد حيث يسمى بعدها النهر بنهر الحصين ، طول المجرى الرئيسي 36Km لنهر قيس ، 34Km لنهر الخوابي .

أقيم مركز هيدرومتر على بعد (2.2km) عن المصب وعلى موقع جسر طريق سيارات بانياس - طرطوس ومجهز بجهاز آلي ومسطرة للقياسات المائية وحالياً مركز جهاز آلي دجيتل لشركة جايبكا (الشكل -1).



(الشكل-1) الحوض الساكب لنهر الحصين

## 2- هدف البحث:

يعد حوض الحصين من الأحواض المائية الهامة الواقعة في محافظة طرطوس، إلا أنه رغم تمتعه بوفرة الهطولات المطرية وكثافة شبكة المسيلات المائية فيه، فمستوى إدارة الموارد المائية المتوافرة فيه ما يزال دون المستوى المطلوب، ولا سيما فيما يتعلق بإدارة السدود العديدة المقامة على نهر الحصين، هذا إلا جانب تعرضه للتلوث بمياه الصرف الصحي.

يتلخص هدف البحث باقتراح خطة عمل تمتد حتى سنة 2030، لإدارة الموارد المائية المتاحة لنهر الحصين، من خلال إعداد سيناريوهات الإدارة المثلى للموارد المائية للنهر، اعتماداً على احتياجات التزويد ومتطلباته لمواقع الاحتياج الرئيسية، مع الأخذ بعين الاعتبار معدلات النمو الاقتصادي وتباين الاستخدام.

## 3- مواد وطرق البحث :

تجري معالجة المعطيات وتحليلها باستخدام موديلات المحاكاة، وتحتاج محاكاة السطح كله أو أجزاء منه ومحاكاة المياه الجوفية أو كليهما معاً إلى برنامج لمحاكاة الحوادث التاريخية.

وقد تطورت خلال العقود الأخيرة المحاكاة بواسطة الكمبيوتر لأنظمة موارد المياه

الجوفية والسطحية وأصبحت طريقة هندسية تطبيقية واسعة الانتشار. [7]

وتم باستخدام برنامج WEAP21 نمذجة منطقة البحث، ويتضمن ذلك بناء نموذج رياضي للمنطقة المدروسة يوضح فيها المصادر والمنشآت المائية، ونقاط الطلب عليها، وإنشاء النموذج الحاسوبي للمنطقة المدروسة بالاعتماد على خرائط رقمية تم الحصول عليها من عدة مصادر، وجرت معالجتها باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS ثم تصدير هذه المخططات الناتجة إلى برنامج تقييم وتخطيط المياه WEAP21.

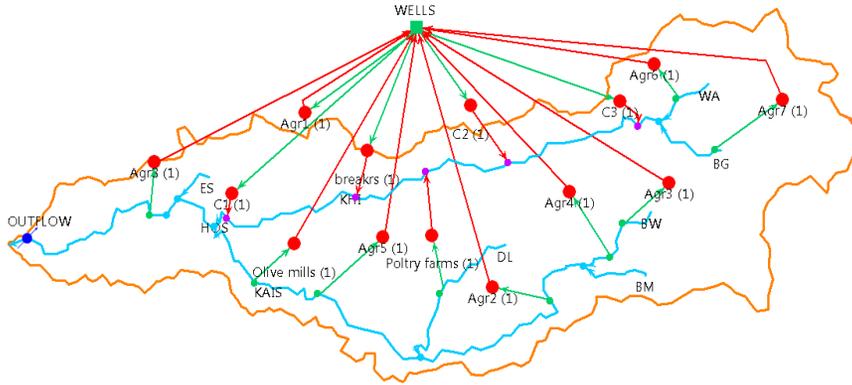
ويسهم البرنامج بعمليات التحليل وصياغة البدائل المقترحة للإدارة ، ويطور القدرات في مجال البحث والتخطيط وإدارة المياه والزراعة والبيئة ، ويساعد في صنع القرار وتقييم الأوضاع الحالية ووضع الخطط المستقبلية. [3]

يعتمد نظام weap 21 على إدخال معطيات حالية current account للنظام المائي المدروس (السنة الحالية للبحث هي العام الهيدرولوجي 2010-2009) والفترة الزمنية للدراسة هي (2030-2010)، ثم يتم بالاعتماد على اختلاف الاتجاهات الاقتصادية والهيدرولوجية والديموغرافية والتكنولوجية، إنشاء سيناريو تخطيطي يسمى بالسيناريو المرجعي scenario Reference.

ويمكن بعدها تطوير سيناريو أو أكثر بافتراضات بديلة حول التطورات المستقبلية، ويمكن للسيناريوهات أن تعطي مجالاً واسعاً من الأسئلة.

### الشكل التخطيطي :

قمنا ببناء الشكل التخطيطي في بيئة برنامج (WEAP 21) (الشكل 2)، وهو يتضمن نهر الحصين الذي يتلقى الجريان السطحي من الحوض الساكب ويتصل هيدروليكيًا بالمياه الجوفية. يشتمل الحوض الساكب على الغابات والغطاء النباتي، إضافةً إلى المناطق الزراعية والسكنية ومواقع الاحتياج الأخرى (معاصر الزيتون، كسارات حجارة، الثروة الحيوانية...) التي تتم تغذيتها من المياه الجوفية بشكل رئيسي.



(الشكل-2) الشكل التخطيطي للنموذج ضمن بيئة weap21

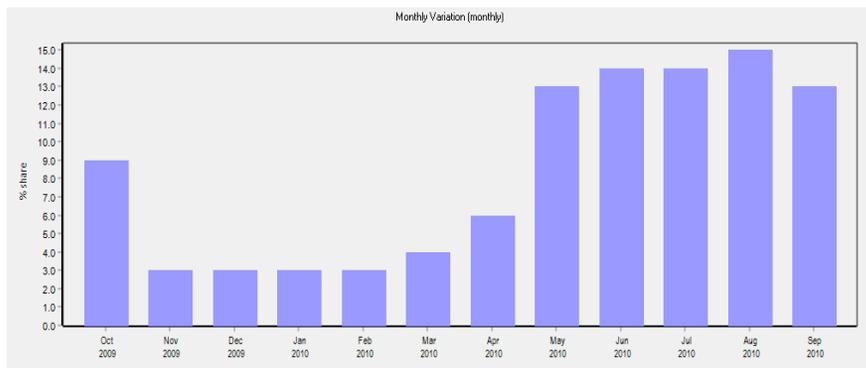
### مواقع الاحتياج Demand sites:

### نقاط الطلب السكاني (Demand City):

1- تم إدخال عدد السكان الواقع ضمن الحوض الهيدرولوجي لنهر الحصين والذي يبلغ 132000 نسمة تقريباً، وكمية المياه المستهلكة سنوياً للشخص الواحد وبالغاة 40.15 year/3m ، أي 110L/cap/d [1].

- اعتماد نسبة الاستهلاك 15% من مجمل الاحتياج السكاني لكل فرد، حيث تخرج هذه النسبة من الموازنة المائية للمنطقة والراجع هو عبارة عن صرف صحي يصب في مجرى النهر (الحصين).

- ندخل تغير الاستهلاك الشهري خلال سنة الأساس 2009-2010 موضح في (الشكل-3)، وتتراوح بين (4-15)%، وتكون النسب المرتفعة للاستهلاك في فصل الصيف.

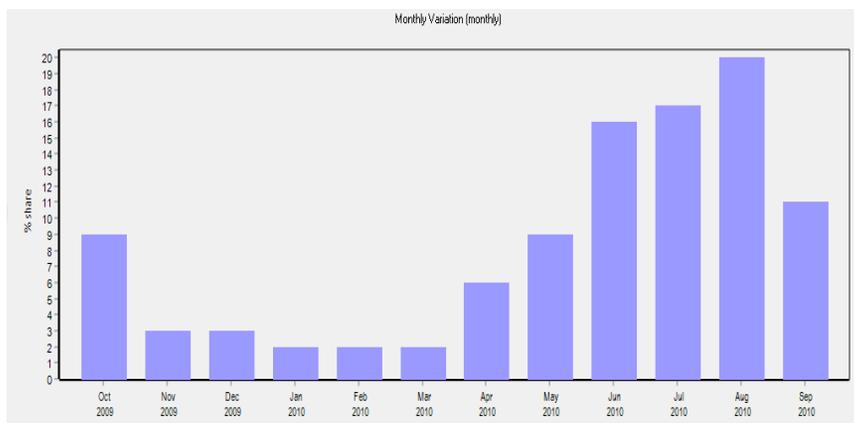


(الشكل - 3) تغير استهلاك المياه الشهري للسكان بـ%

- نقاط الطلب الزراعي (agriculture):

تبلغ مساحة الأراضي المروية ضمن الحوض ما يقارب 8366ha، بمعدل استهلاك سنوي 5500 m<sup>3</sup>/ha [8].

ندخل التغيرات الشهرية لكل نقطة طلب زراعية (نسبة الاحتياج الشهري من الاحتياج السنوي الكلي)، ونظراً للمناخ البارد الذي يسيطر على منطقة البحث، تزداد الزراعات المروية في الفصول الدافئة وفق نسب الاستهلاك الشهرية الموضحة في (الشكل -4).



(الشكل - 4) تغير نسب الاستهلاك الشهرية للمياه في الأراضي الزراعية المروية

- الاستهلاك لكل نقطة زراعية 80% من حجم المياه المطلوب تقديمه لهذه النقطة، حيث تخرج هذه النسبة من الموازنة المائية للمنطقة والراجع هو عبارة عن صرف زراعي راجع للمياه الجوفية.

- معاصر الزيتون (olive mills)

يبلغ العدد الحالي لمعاصر الزيتون في منطقة البحث 40 منشأة، تعمل في كل عام من شهر تشرين الأول حتى شهر كانون الأول، ومتوسط احتياج  $1820 \text{ m}^3/\text{year}$  للمنشأة الواحدة، تم تقدير متوسط إنتاج المعاصر بـ  $1775 \text{ kg/day}$  [8].

- المداجن (poultry farms)

يبلغ عدد المداجن الموجودة في منطقة الدراسة 450 مدجنة، يتم استثمارها لتربية ثلاثة أفواج من الطيور سنوياً وبمعدل تربية 3000 طير خلال الفوج الواحد بشكل وسطي (يقدر الاحتياج المائي لكل طير خلال فترة التربية) حوالي 45 يوم) بـ  $15 \text{ لتر تقريبا}$ ، حيث يبلغ الاحتياج المائي السنوي للمداجن حوالي  $60750 \text{ m}^3/\text{year}$ . [8]

- الكسارات (breakers)

يبلغ عدد الكسارات التي تعمل على غسل الصخور وفصل الأتربة عنها ثمانية كسارة في حوض نهر الحصين، ب احتياج مائي يقدر بـ  $80 \text{ m}^3/\text{day}$ . [9]. يؤخذ من آبار مياه جوفية في المنطقة ومن الماء المتوفر في النهر وتعود المياه الناتجة إلى حوض النهر، يصل الاحتياج المائي السنوي الأعظمي للكسارة الواحدة إلى  $30000 \text{ m}^3/\text{year}$ .

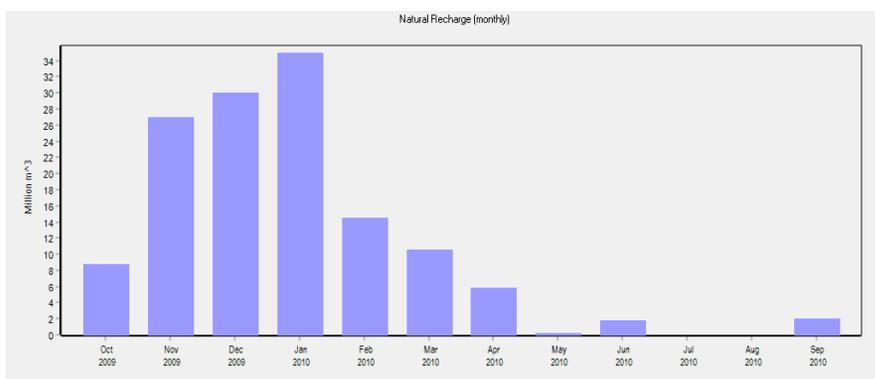
### المصادر المائية Water Resources:

- مجرى نهر الحصين: تم التعامل مع النهر كأجزاء وإدخال تصارييف كل جزء على حدى كقيم وسطية في السنة الحالية للبحث (2009-2010) (يتشكل نهر الحصين من التقاء نهر قيس مع نهر الخواي ثم يجتمعان في مجرى واحد يرفده بعد ذلك نهر الاسماعيلية ليتابع النهر مساره باتجاه الغرب باسم نهر الحصين)

### - نقاط التزويد Supply Points:

#### ❖ الآبار WELLS:

تم تمثيل جميع الآبار (شرب وزراعة) في نقطة واحدة (WELLS) كمصدر للمياه الجوفية (Ground Water)، مع اعتبار أن هذا المصدر ذو حجم تخزين كبير نظرا لطبيعة المنطقة، وقدرت كمية التغذية الطبيعية للمخزون الجوفي خلال السنة المرجعية (2009-2010)، بـ 0.45% من الهطل المطري، ويوضح (الشكل-5) القيم الشهرية لتغذية المياه الجوفية من الهطل المطري.



(الشكل - 5) التغير الشهري لتغذية المياه الجوفية من الهطل المطري

## ❖ الينابيع Springs:

تم تمثيل الينابيع كروافد للنهر، و إدخال التصاريح الشهرية للينابيع في السنة المرجعية (2009-2010).

### 4- النتائج ومناقشتها :

يتم بناء سيناريوهات إدارة موارد مياه نهر الحصين ومناقشة نتائج هذه السيناريوهات، حيث يتم وضع هذه السيناريوهات بناء على ثلاثة أسس، وهي الكمية أو النوعية أو الكلفة أو جميعها معاً، وفي ظل تحليل النتائج من حيث التغيرات الحاصلة على كميات المياه المقدمة والمطلوبة، وضمن العوامل الموجودة والرؤية المستقبلية.

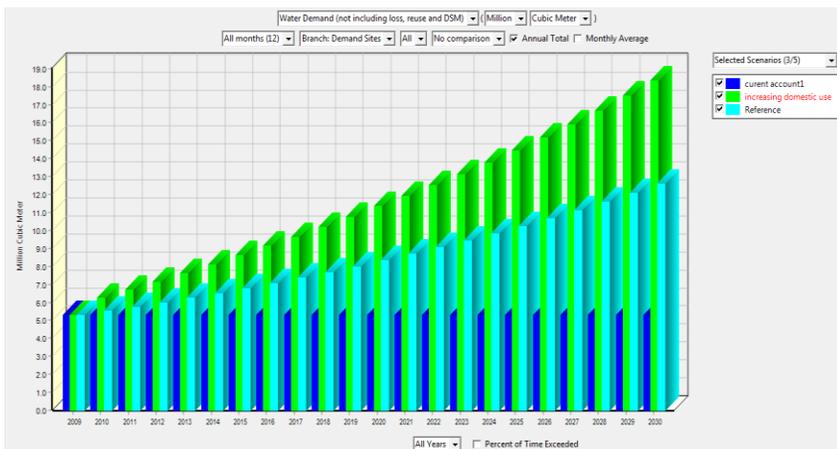
### 4- 1 سيناريو ازدياد معدل احتياج الفرد:

- فرضيات سيناريو ازدياد معدل احتياج الفرد:

بينت دراسات مؤسسة مياه الشرب في محافظة طرطوس أن معدل استهلاك الفرد في عام 2010 وصل إلى 125L/day بعد أن كان في عام 2009 110L/day ، تبعاً للتطورات الاقتصادية والاجتماعية، فإن معدل استهلاك الفرد بارتفاع، وبناء عليه فإنه تم افتراض أن معدل استهلاك الفرد سيكون عام 2030 160L/day، وأن معدل استهلاك الفرد سيكون بازدياد تدريجي خلال فترة الدراسة .

نتائج سيناريو ازدياد معدل استهلاك الفرد:

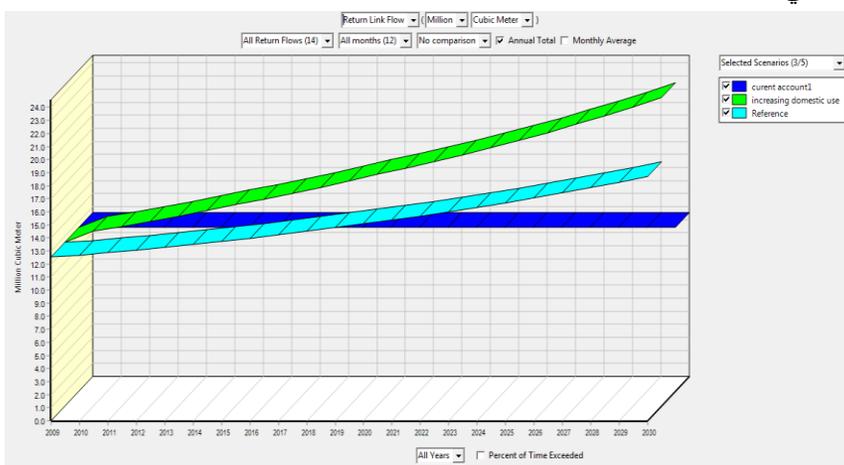
- زيادة الطلب على المياه في التجمعات السكنية (C1,C2,C3)، بزيادة عن السيناريو المرجعي في عام 2030 مقدارها (5.38 MCM) لزيادة عدد السكان وازدياد الاحتياج المائي للفرد، يبين (الشكل-6 ) المقارنة بين السنة المرجعية والسيناريو المرجعي والحالي.



(الشكل - 6) مقارنة الطلب على المياه في سيناريو زيادة معدل استهلاك الفرد والسنة المرجعية والسيناريو المرجعي

زيادة الراجع من مياه الصرف:

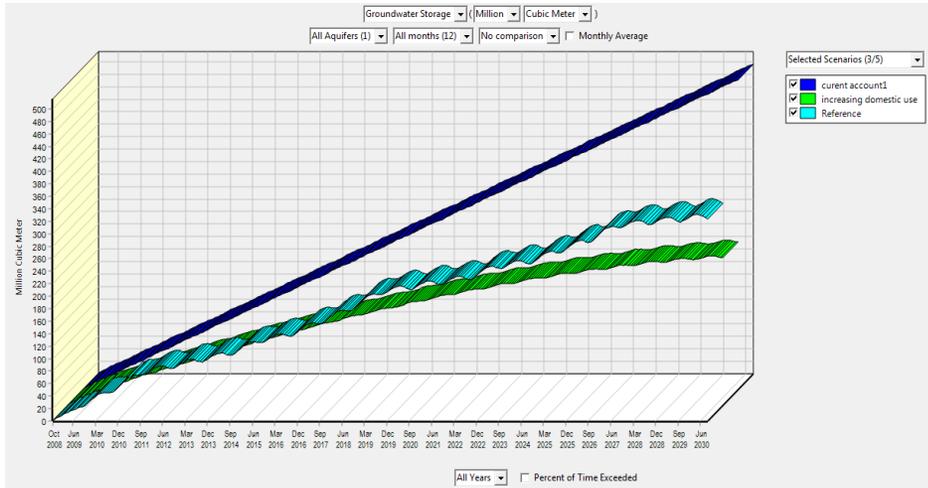
زيادة كمية الراجع إلى النهر من التجمعات السكنية فقد وصلت في نهاية الفترة المدروسة إلى (22.9208MCM) بعد أن كانت (18.2572MCM) في السيناريو المرجعي، (الشكل -7) يبين المقارنة بين السنة المرجعية والسيناريو المرجعي والحالي



(الشكل - 7) مقارنة الراجع من مياه الصرف في سيناريو زيادة معدل استهلاك الفرد والسنة المرجعية والسيناريو المرجعي

- تناقص مخزون المياه الجوفية:

نلاحظ وجود هبوط في منسوب المياه الجوفية ( استنزاف) ، بسبب زيادة السحب من الآبار نتيجة زيادة عدد السكان وزيادة معدل الاستهلاك ، انخفض منسوب المياه الجوفية بمقدار (93.801 MCM) خلال الفترة المدروسة، (الشكل-8) يبين المقارنة بين السنة المرجعية والسيناريو المرجعي والحالي.

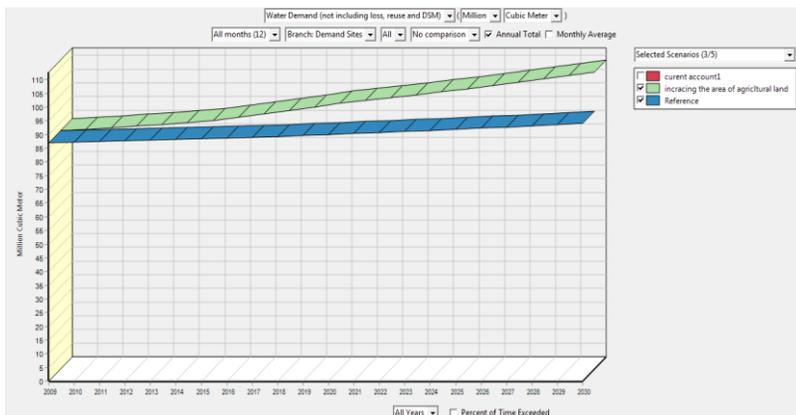


( الشكل-8 ) يبين المقارنة تخزين المياه الجوفية في سيناريو زيادة معدل استهلاك الفرد والسنة المرجعية والسيناريو المرجعي .

5- 2 سيناريو زيادة المساحة المروية :

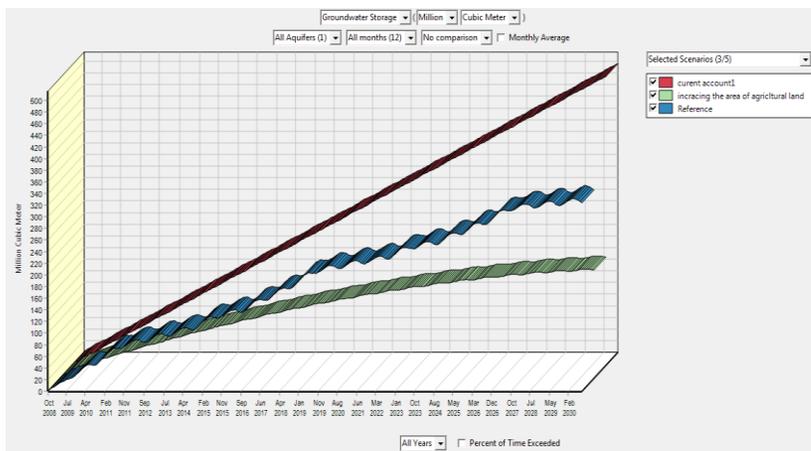
نتيجة للنشاط الزراعي المتزايد في منطقة البحث يتوقع أن تغطي الأراضي الزراعية المروية نسبة تصل إلى %28.78 من مساحة الحوض بحلول العام 2030 حوالي 10220 ha.

بتطبيق التغير في مساحة الأراضي الزراعية المروية ، وبمقارنة سيناريو زيادة مساحة الأراضي المروية مع السيناريو المرجعي سيزداد الاحتياج المائي للأراضي الزراعية بمقدار 14.49MCM، (الشكل-9)



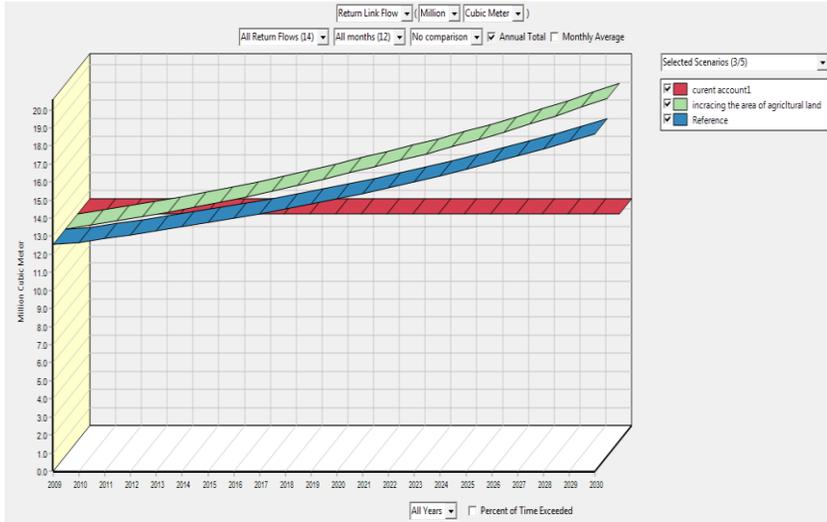
(الشكل -9) مقارنة الطلب على المياه في سيناريو زيادة المساحة المروية بالنسبة للسيناريو المرجعي والسنة المرجعية.

تتناقص مخزون المياه الجوفية بسبب زيادة السحب من الآبار ، بالمقارنة مع السيناريو المرجعي فقد انخفض منسوب المياه الجوفية في نهاية الفترة المدروسة مقدار 144.49MCM ، (الشكل - 10)



(الشكل - 10 ) مقارنة منسوب المياه الجوفية في سيناريو زيادة المساحة المروية بالنسبة للسيناريو والمرجعي والسنة المرجعية.

زيادة الراجع من مياه الصرف الزراعي إلى النهر ، وقد بلغت الزيادة في نهاية الفترة المدروسة 1.045 MCM بالمقارنة مع السيناريو المرجعي، (الشكل -11).

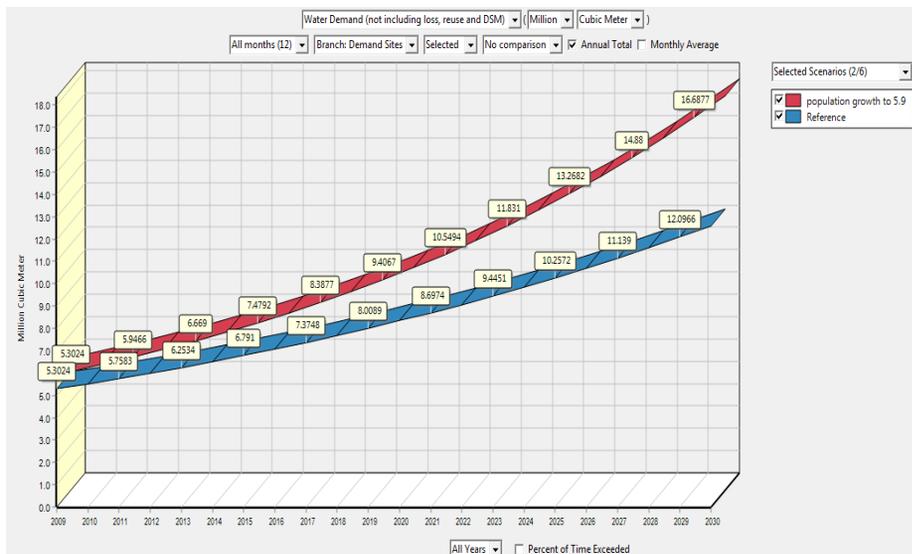


(الشكل - 11) مقارنة الراجع من المياه في سيناريو زيادة المساحة المروية بالنسبة للسنة المرجعية والسيناريو المرجعي

#### 3-4 سيناريو ارتفاع معدل النمو السكاني:

يقترح هذا السيناريو ارتفاع معدل النمو السكاني في منطقة البحث كحالة قد تكون متوقعة مستقبلاً، مع الأخذ بالحسبان الزيادة المفاجئة لعدد السكان في المنطقة نتيجة النزوح الناتج عن الأحداث الأمنية الحالية والمستمرة منذ عام [10]2011. حيث ارتفع عدد السكان في منطقة البحث بنسبة % 18 أكثر مما كانت عليه قبل العام 2011م، وكان معدل النمو السكاني في هذا السيناريو % 5.9 . بمقارنة سيناريو ارتفاع معدل النمو السكاني بالسيناريو المرجعي سيزداد الاحتياج السنوي للقوى الواقعة ضمن حوض نهر الحصين بمقدار 4.591MCM بحلول عام 2030،

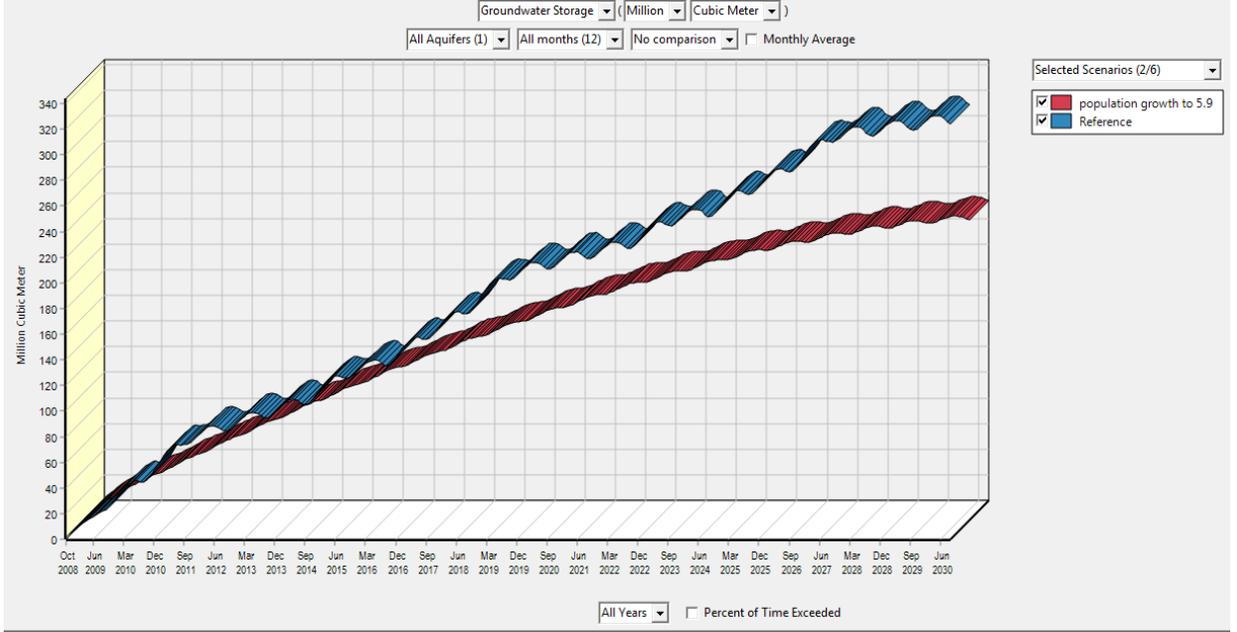
(الشكل-12)



(الشكل - 12) زيادة الطلب على المياه في سيناريو زيادة معدل النمو السكاني بالنسبة للسيناريو المرجعي

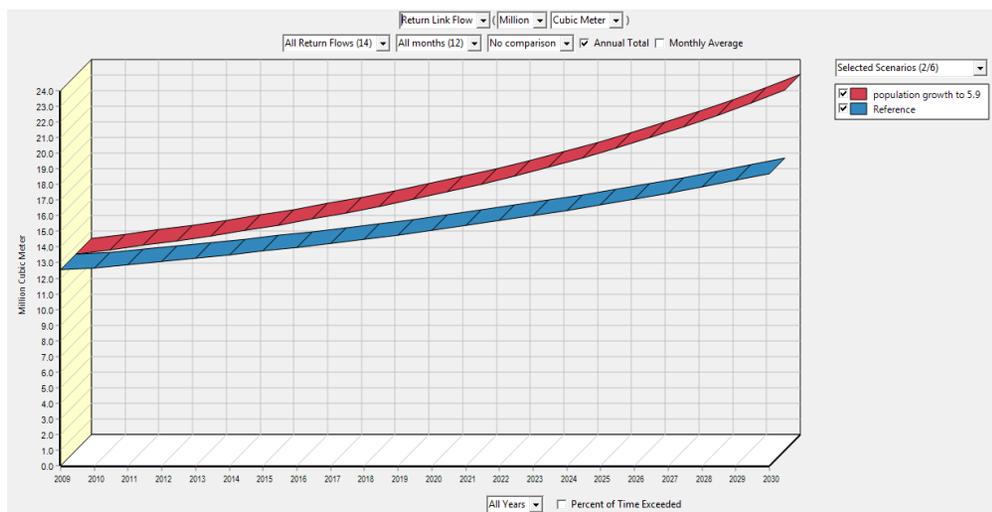
- تتناقص مخزون المياه الجوفية نتيجة زيادة السحب من الآبار ، بلغ مقدار الانخفاض في منسوب المياه الجوفية في نهاية الفترة المدروسة 87.145MCM بالمقارنة مع السيناريو المرجعي ،(الشكل - 13)

## إدارة الموارد المائية في حوض الحصين باستخدام نظام WEAP21



(الشكل - 13) انخفاض منسوب المياه الجوفية في سيناريو ارتفاع معدل النمو السكاني مقارنة بالسيناريو المرجعي

زيادة الراجع من مياه الصرف إلى النهر ، وقد بلغت الزيادة في كمية مياه الصرف الراجعة في نهاية الفترة المدروسة 3.973MCM بالمقارنة مع السيناريو المرجعي ، (الشكل - 14)



(الشكل - 14 ) زيادة الراجع نتيجة سيناريو ارتفاع معدل النمو السكاني مقارنة بالسيناريو المرجعي

#### الاستنتاجات والتوصيات

- ازدياد الاحتياج المائي السنوي للقرى الواقعة ضمن الحوض بمعدل يصل حتى 5.38MCM بحلول عام 2030 نتيجة ل ازدياد معدل استهلاك الفرد للمياه .
- ازدياد الاحتياج المائي السنوي للقرى الواقعة ضمن الحوض بمعدل يصل إلى 4.591mcm بحلول عام 2030 نتيجة لارتفاع معدل النمو السكاني والزيادة الطارئة في عدد السكان بسبب النزوح.
- ازدياد الاحتياج المائي للأراضي الزراعية المروية بمقدار 13.483MCM خلال عام 2030 نتيجة زيادة مساحتها من (23.5←28.7) % من مساحة الحوض .
- ضرورة استمرارية وأتمتة القياسات المائية والمُناخية في الأحواض الساكنة خاصة الحوض المدروس.
- ضرورة إعادة تقييم الموارد المائية المتاحة تحت تأثير السيناريوهات المختلفة ووضع خطط جديدة لتطويرها.

## المراجع References:

- DHV Company; TNO-NITG Company .*Costal water resources management project*.222 ,5112.
- فركوح، بسام؛ شاكر، أمجد؛ أب الشعر، وائل .الإدارة المتكاملة للموارد المائية . 2006 جامعة دمشق-كلية الهندسة المدنية-قسم الهندسة المائية ضمن إطار مشروع . 312،2006،JEP-31054-2003، Tepmpus
- محمد، ديمة؛ هايك، شريف؛ عمار، غطفان .تأثير التغيرات المناخية على تدفقات نبع بانياس . .سورية، مجلة جامعة تشرين، سوريا، 2013، 18
- SHIRKE.A.J et all .*Watershed Management Using Weap – An Overview* , Proceeding of International Conference SWRDM.11 ,5115 ,
- MUGATZIA, E. *Simulation and scenario analysis of water resourcesmanagement in perkerra catchment using WEAP model*. Moi University, 2010,156.
- رشيد،فراح سياسة إدارة الموارد المائية في الجزائر ومدى تطبيق الخصخصة في قطاع المياه في المناطق الحضرية. أطروحة دكتوراه ، الجزائر 2010، 357.
- الأسعد، علي؛ عمار، غطفان .الهندرولوجيا الهندسية .جامعة تشرين 2007،506 .
- مديرية الزراعة في طرطوس .تقارير فنية واحصائية ( غير منشورة)، 2018 .
- مديرية الموارد المائية في طرطوس .تقارير ودراسات مناخية( غير منشورة)، 2018 .
- FAYAD ,A ;FAOUR ,GH .*Water Environment in the Coastal Basins of Syria –Assessing the Impacts of the War* .National Council for Scientific Research . Beirut, Lebanon, 2014,20