

مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 44 . العدد 16

1443 هـ - 2022 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

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

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

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

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

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

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

. هاتف / فاكس : ++ 963 31 2138071

. موقع الإنترنت : www.albaath-univ.edu.sy

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

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

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

- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب - الاقتصاد - التربية - الحقوق - السياحة - التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).

1. مقدمة.
2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
3. أهداف البحث و أسئلته.
4. فرضيات البحث و حدوده.
5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
7. منهج البحث و إجراءاته.
8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
9. نتائج البحث.
10. مقترحات البحث إن وجدت.
11. قائمة المصادر والمراجع.

7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:

- أ- قياس الورق 25×17.5 B5.
 - ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 - يمين 2.5- يسار 2.5 سم
 - ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8
 - ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.

- ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.
- 8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.
- 9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.
- 10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

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

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

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

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

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

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

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

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

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

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

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

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
50-11	م. عاصم خليل د. عصام ملحم	تقييم سلوك مبنى إطاري مقاوم للزلازل من البيتون المسلح تحت تأثير أحمال الانفجارات
72-51	م. عفراء ابراهيم	إدارة الموارد المائية في حوض الحصين باستخدام نظام WEAP21
108-83	م. علي بلال د. وسام نخلة د. بسام فركوح	تقييم كفاءة تعرفه المياه المنزلية والصناعية في الجمهورية العربية السورية
142-109	م. نور المرعي د. غسان عيود	دور المعماري في إدارة وتقييم نفايات الهدم في الجمهورية العربية السورية
158-143	محمد العيسى نضال شقير سامر زيزفون	علاقات تجريبية لاشتقاق قدر العزم الزلزالي (MW) للهزات الأرضية في سورية

تقييم سلوك مبنى إطاري مقاوم للزلازل من البيتون المسلم تحت تأثير أحمال الانفجارات

أ. د عصام ملحم* م. عاصم خليل**

□ ملخص □

في ظل التزايد المستمر للأعمال الإرهابية في الكثير من دول العالم مستهدفة المنشآت الهامة التي يشغلها عدد كبير من الناس، أصبح أحمال الانفجارات موضع اهتمام المهندسين والباحثين للتخفيف من آثارها وتوفير مستوى من التحكم بالانهيار المتوقع حصوله في العناصر الإنشائية؛ للحيلولة دون وقوع خسائر بشرية ومادية كبيرة. تم دراسة نماذج من الإطارات العزمية المقاومة للزلازل من البيتون المسلح، ودراسة تأثير حمولة الانفجارات عليها لتقييم السلوك الإنشائي لهذه الاطارات، وتقديم أفضل الحلول لتجنب الفشل الموضعي الذي قد يتسبب بانهيار كامل المنشأ أو جزء كبير منه، وذلك لضمان استمرار وظيفة المنشأ بعد الانفجار. وقد أظهرت النتائج أن الإطارات الخاصة المقاومة للعزوم من البيتون المسلح ذات سلوك جيد نسبياً تحت تأثير أحمال الانفجارات، وبالتالي يمكن البناء على هذا الأمر للوصول إلى آلية تصميم مشترك ضد الزلازل والانفجارات معاً.

الكلمات المفتاحية: الإطارات العزمية، أحمال الانفجارات، الزلازل، المفاصل اللدنة، المتانة.

* أستاذ - قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث - حمص - سورية
** طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث - حمص - سورية

Evaluation of blast load for an earthquake-resistant RC frame building

Prof. Issam Molhem*
Eng. Assem Khalil**

□ ABSTRACT □

Because of continuous increase of terrorist acts in many countries of the world targeting important facilities and occupied by a large number of people, it made the explosion loads a subject of interest to engineers and researchers to mitigate their effects and provide a level of control over the collapses expected to occur in the structural elements to prevent human and material losses.

Models of earthquake-resistant moment frames made from reinforced concrete were studied under the impact of the explosions load to evaluate the structural behavior of the Frames and to provide the best solutions to avoid local failure, which may cause the collapse of the entire structure or a large part of it in order to ensure the continuity of the function of the structure after the explosion.

The results showed that the special moment resistant frames of reinforced concrete have a relatively good behavior under the influence of explosions, and therefore it is possible to build on this matter to reach a joint design mechanism against earthquakes and explosions together.

Keywords: Moment Frame ; Blast Load ; Earthquake ; Plastic Hinges ; Robustness .

* Professor, Department Of Structural Engineering, Albaath University, Homs, Syria

**Master Degree student , Department Of Civil Engineering, Albaath University, Homs, Syria

1- المقدمة:

إن استخدام المتفجرات من قبل الجماعات الإرهابية لاستهداف الأبنية والمنشآت أصبحت مشكلة حقيقية في المجتمعات الحديثة، حيث أن المتفجرات أصبحت أصغر في الحجم وأكثر قوة، وذلك بسبب زيادة قدرة المواد المتفجرة والتأثيرات الكبيرة المرتبطة بها. إن أعداد الضحايا والوفيات بعد حدوث الانفجار عادة ليس مرتبطاً بالانفجار فقط، وإنما بالفشل الإنشائي الذي يمكن أن يحدث في الهيكل الحامل للمنشأ، والذي يبدأ من عنصر أو عدة عناصر ليستمر أفقياً أو شاقولياً خلال الهيكل مسبباً انهيار كامل المبنى أو جزء كبير منه.

تعددت الهجمات الإرهابية وتتنوع، ومنها ما تعرض له برج التجارة العالمي (WTC) عام 2001، وأيضاً مبنى ألفريد مورا الحكومي في مدينة أوكلاهوما عام 1995. في كلا النموذجين تسبب الفشل الإنشائي بضحايا وإصابات أكثر من موجة الانفجار.

بعد أحداث 11 أيلول عام 2001 التي تسببت بانهيار برج التجارة العالمي، تم إعطاء أهمية إلى احتمالية أن تكون المباني المدنية والحكومية والمناطق ذات الإشغال السكاني الكبير (محطات القطارات، مترو، الملاعب) أهدافاً للجماعات الإرهابية، وبذلك أصبحت المتانة الإنشائية تحت تأثير أحمال الانفجارات قيد الدراسة والاهتمام لسنوات عديدة وخاصة في المجمعات العسكرية، ولهذا السبب فإن معظم الدراسات ليست متاحة للعامة، وإنما فقط متاحة للاستخدام العسكري.

وتسمح بعض الوثائق بالتنبؤ بتأثير أحمال الانفجارات لاستخدامها من قبل مهندسي التصميم؛ مثلاً في EUROCODE EN 1991 – 1 – 7^[1] أعطى اهتماماً بالأحمال العرضية والانفجارات، ولكن ركز بشكل أساسي على فعل الصدم مثل الصدم الناجم عن العربات، القطارات، السفن، الغازات والمركبات بأنواعها، إلا أن نهجاً إجمالياً للتصميم تحت تأثير أحمال الانفجارات الخارجية ما زال غير موجود.

بعض نهج التصميم واستراتيجيتها تعتمد على ضمان زيادة المقاومة في المنشآت لمقاومة الفشل الموضعي ولكن على أية حال لا يوجد توجيهات متوفرة لحساب أحمال الانفجارات.

وتتطور الإجراءات التي تعطي حلول تصميم عملية ضرورية للتصميم للمنشآت الجديدة والقائمة حتى تستطيع مقاومة تأثيرات أحمال الانفجارات؛ حيث يحتاج المهندس لحساب القوى المؤثرة وفق سيناريو انفجار معين والذي يتضمن نوعية ووزن المتفجر المستخدم، المسافة وهندسية المنطقة المحيطة.

هذه القوى يجب أن تطبق على النظام الإنشائي لتصميم العناصر الإنشائية والوصلات مما يضمن صلابة كافية للمبنى لمقاومة الأفعال العرضية.

2- أهمية البحث و أهدافه:

تتنوع المخاطر وتزداد ومنها الزلازل والتهديدات الإرهابية، والأخطاء البشرية وغيرها التي من الممكن حدوثها خلال العمر الافتراضي للمنشأ.

ومن غير المعقول التصميم بشكل منفصل (زلازل - انفجارات)؛ لأن ذلك قد يتسبب بهدر كبير في المواد والكلفة وعدم القدرة على التوفيق بين الصلابة ضد الانفجار والمطاوعة ضد الزلازل وخصوصاً أن التصميم ضد أحد المخاطر قد لا يتناسب مع المخاطر الأخرى.

ومن هنا، يجب الاهتمام في مرحلة إعادة الإعمار بموضوع التصميم المقاوم للانفجارات بهدف الحصول على مباني قوية؛ وذلك لتجنب الخسائر البشرية الفادحة، خصيصاً أن الأعمال الإرهابية في ازدياد كبير.

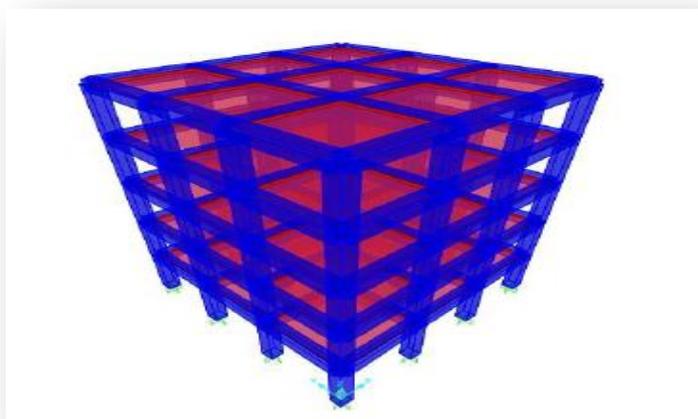
يمكن تلخيص أهداف البحث بما يلي:

دراسة تأثير الحمولات النبضية الانفجارية على الأبنية ذات الجمل الإنشائية المختلفة بشحنات TNT لمعرفة وتقييم مقاومتها وتأثر عناصرها الإنشائية بعد عملية الانفجار بما يسمح بإدخال حمولة الانفجار في تصميم المنشآت الهامة والاستراتيجية والأبنية العالية والمرافق العامة؛ لتخفيف آثار الانفجارات عليها لما

في ذلك من أهمية اجتماعية واقتصادية تتجلى في حماية الأشخاص والتقليل من الخسائر الاقتصادية.

3- الدراسة المرجعية:

- قام الباحثان (Mahavir et al.,2015) [2] بإجراء دراسة عن تأثير حمولة الانفجار على مبنى من الإطارات البيتونية المسلحة. المبنى مكوّن من خمسة طوابق، كما يظهر الشكل (1)، التباعد بين محاور الأعمدة 4m، الارتفاع الطابقي 3m. أبعاد مقاطع الأعمدة 60.60cm، أمّا أبعاد مقاطع الجوائز 30.60cm، سماكة البلاطة 12.5cm ، والمقاومة المميزة للبيتون المسلّح 30Mpa.



الشكل (1): نموذج ثلاثي الأبعاد للمبنى المدروس [2]

- تم حساب حمولة الانفجار بالاستناد إلى (IS 4991 – 1968) ، بالتالي تم تشكيل سجلّ زمني (ضغط- زمن) لحمولة الانفجار، وتقسيم الواجهة إلى نقاط محددة، وحساب مقدار الدفع لكل نقطة منها حيث تم تحميل عقد جوائز- عمود في الواجهة الأمامية للمبنى.

- تم أخذ شحنة بمقدار 100kg وشحنة أخرى بمقدار 500kg تؤثران على مسافة 30m من المبنى، وكانت بارامترات حمولة الانفجار لكلتا الشحنتين كما تظهر الجداول (1,2).

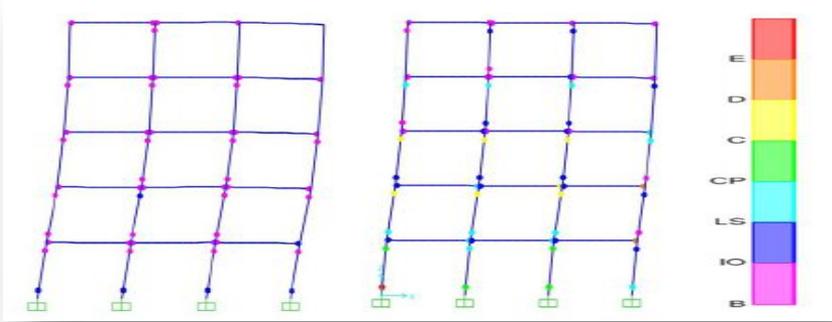
الجدول (1): بارامترات الناتجة عن شحنة الانفجار 100kg [2]

Floor	Point	R (m)	Z(m)	T _d (ms)	Pr	A	P (kN)
1	1	30.69	66.13	13.367	75.24	6	451.45
	2	30.16	64.99	13.126	9.461	12	953.53
	3	30.16	64.99	13.126	79.46	12	953.53
	4	30.69	66.13	13.367	75.24	6	451.45
2	1	3.084	66.96	13.423	73.86	6	443.21
	2	30.55	65.83	13.321	77.4	12	928.8
	3	30.55	65.83	13.321	77.4	12	928.8
	4	31.08	66.96	13.423	73.86	6	443.24
3	1	31.75	68.40	13.507	72.10	6	432.61
	2	31.23	67.3	12.996	73.57	12	882.9
	3	31.23	67.3	12.996	73.57	12	882.9
	4	31.75	68.40	13.507	72.10	6	432.61
4	1	32.68	70.41	13.72	68.67	6	412.02
	2	32.18	69.33	13.599	71.18	12	854.05
	3	32.18	69.33	13.599	71.18	12	854.05
	4	32.68	70.41	13.72	68.67	6	412.02
5	1	33.85	72.94	13.994	64.25	3	192.76
	2	33.37	71.90	13.855	66.21	6	397.30
	3	33.37	71.90	13.855	66.21	6	397.30
	4	33.85	72.94	13.994	64.25	3	192.76

الجدول (2): البارامترات الناتجة عن شحنة الانفجار 500kg [2]

Floor	Point	R (m)	Z(m)	T _d	Pr	A	P (kN)
1	1	30.69	38.674	15.15	225.6	6	1353.7
	2	30.16	38.008	14.9	238.3	1	2860.5
	3	30.16	38.008	14.9	238.3	1	2860.5
	4	30.69	38.674	15.15	225.6	6	1353.7
2	1	30.08	39.163	15.27	220.7	6	1324.3
	2	30.55	38.501	15.14	226.6	1	2719.3
	3	30.55	38.501	15.14	226.6	1	2719.3
	4	31.08	39.163	15.27	220.7	6	1324.3
3	1	31.75	40	15.47	213.8	6	1283.1
	2	31.23	39.357	15.31	217.7	1	2613.3
	3	31.23	39.357	15.31	217.7	1	2613.3
	4	31.75	40	15.47	213.8	6	1283.1
4	1	32.68	41.177	15.87	201.1	6	1206.6
	2	32.18	40.549	15.63	207.9	1	2495.6
	3	32.18	40.549	15.63	207.9	1	2495.6
	4	32.68	41.177	15.87	201.1	6	1206.6
5	1	33.85	42.655	16.27	186.3	3	559.17
	2	33.37	42.048	16.03	193.2	6	1159.5
	3	33.37	42.048	16.03	193.2	6	1159.5
	4	33.85	38.674	15.15	225.6	6	1353.7

أظهرت النتائج تغير في قيم الانتقالات بشكل غير منتظم على كامل ارتفاع المبنى بشكل يختلف عن الانتقالات الناتجة عن أحمال الزلازل أو الرياح؛ أي أن المبنى لم يتصرف بشكل ظفري تحت تأثير أحمال الانفجارات. المبنى تصرف بشكل عادي تحت تأثير الشحنة الأولى بدون انهيار، بينما كان السلوك حرجاً تحت تأثير الشحنة الأكبر، حيث تشكلت المفاصل اللدنة في أغلب الجوائز والأعمدة كما يُظهر الشكل (2).



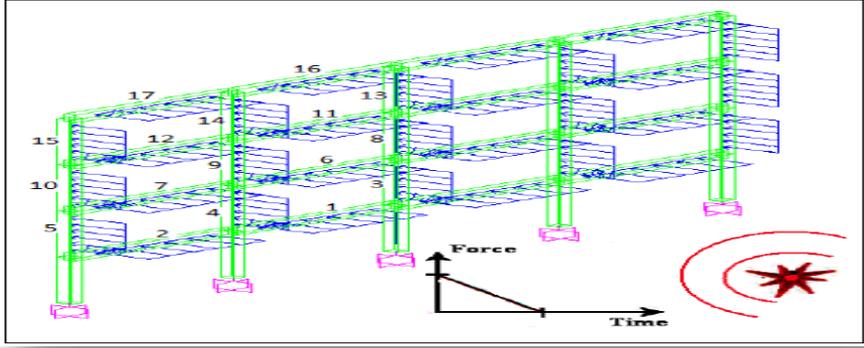
الشكل (2) : المفاصل اللدنة المتشكلة في المبنى [2]

قام الباحثان (Shifferaw et al.,2015) [3] بإجراء دراسة عن تأثير حمولة الانفجار على مبنى من الإطارات الببتونية المسلحة. المبنى مكون من أربعة طوابق، والتباعد بين محاور الأعمدة 6m، الارتفاع الطابقي 3m، أبعاد مقاطع الأعمدة والجوائز موضحة في الجدول (3).

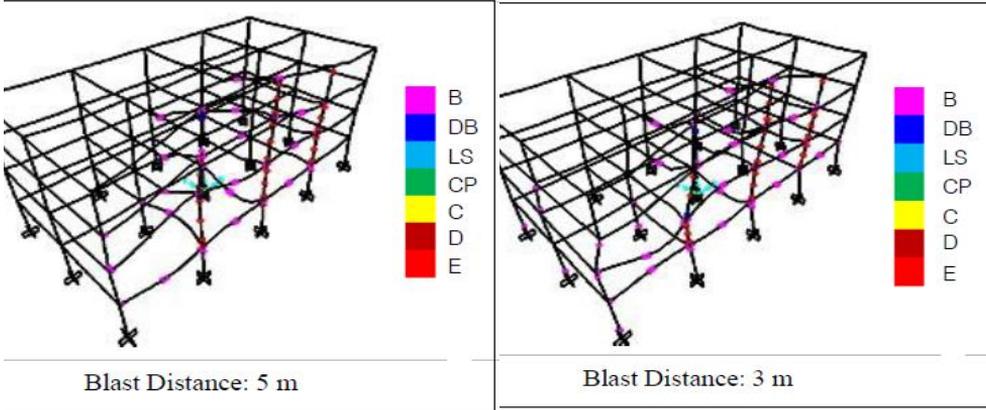
الجدول (3): أبعاد مقاطع الأعمدة والجوائز مع التسليح [3]

Member Group	Dimensions	Top Reinforcement	Bottom Reinforcement
Beams	0.3m × 0.5m	1500 mm ²	1500 mm ²
Columns	0.4m × 0.4m	2800 mm ²	

تم تصميم المبنى على حمولة ميتة 3.23kPA وحمولة حية 2kPA مع الأخذ بعين الاعتبار للأحمال الأفقية، أما بالنسبة لوزن المادة المتفجرة فقد تم افتراضها 113.5kg من TNT تؤثر على مسافات مختلفة من المبنى (3,5,7,10)m وتمت النمذجة الحاسوبية باستخدام برنامج SAP2000، الشكل (3).

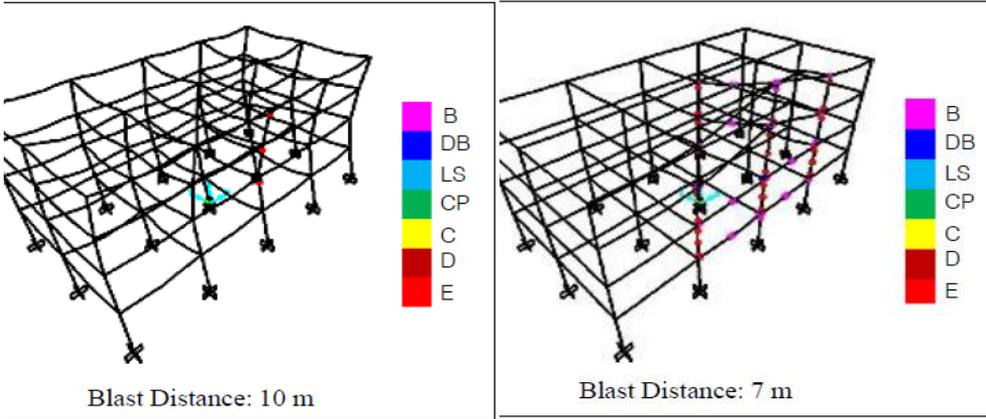


- الشكل (3): تطبيق حمولة الانفجار على الإطار الخارجي للمبنى [3]
- تم الأخذ بعين الاعتبار العزم (M_3) كمفصل لدن في العناصر المنعطفة، وكذلك التأثير المشترك ناظمي وانعطافي ($P-M_2-M_3$) كمفاصل لدنة في الأعمدة.
 - أظهرت النتائج أن المبنى آمن عندما تكون الشحنة على بعد 10m، يزداد عدد المفاصل اللدنة والمنهارة المتشكلة كلما اقتربت الشحنة من المبنى، وبالتالي تزداد احتمالية الانهيار.



الشكل (5): المفاصل اللدنة المتشكلة في المبنى (الانفجار على بعد 5m) [3]

الشكل (4): المفاصل اللدنة المتشكلة في المبنى (الانفجار على بعد 3m) [3]



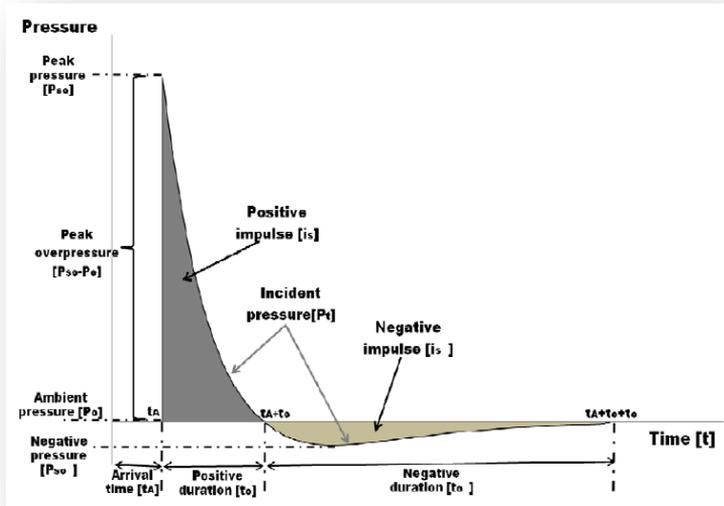
الشكل (7) : المفاصل اللدنة المتشكلة في المبنى (الانفجار على بعد 10m) [3]

الشكل (6) : المفاصل اللدنة المتشكلة في المبنى (الانفجار على بعد 7m) [3]

4- طرائق البحث:

يعرّف الانفجار بأنه تفاعل كيميائي يحدث خلاله انطلاق للغازات وتحرر للطاقة بشكل سريع، وهي ظاهرة تحدث خلال أجزاء من الثانية مسببةً حرارة وضغط عالين خلال الانفجار، الغازات الساخنة المتشكلة تتوسع لتشغل المساحة المتاحة مما يؤدي إلى انتشار موجة بشكل كروي في الوسط المحيط.

إلى جانب الغازات المتشكلة، يكون الهواء المحيط بالانفجار قد بدأ بالتوسع والجزئيات تتراكم مسببة ما يُعرف بموجة الضغط أو الصدمة الأمامية، التي تحوي كمية كبيرة من الطاقة التي تتحرر خلال الانفجار بسرعة أكبر من سرعة الصوت. يظهر الشكل (8) التعريف المثالي لعلاقة (الضغط - زمن) في حالة موجة الانفجار في الهواء والتي تصل إلى نقطة على بعد مسافة معينة من الانفجار^[4].



الشكل (8): السجل الزمني لموجة الانفجار [4]

(t_A) : زمن وصول الموجة (Arrival Time)	(P_o) : الضغط المحيط (ambient pressure)
(P_{so}^-) : ذروة الضغط السالب (Negative Peak pressure)	(P_{so}) : ذروة الضغط الموجب (Positive peak pressure)
(t_0^-) : زمن الطور السالب (Negative duration)	(t_0) : زمن الطور الموجب (Positive duration)

الضغط البدائي يسمى الضغط المحيط (P_0) ambient pressure؛ حيث يزداد فورياً حتى يصل إلى ضغط الذروة (P_{so}) peak pressure خلال زمن t_A عندها يصل الانفجار إلى النقطة المعتبرة. الزمن الذي يحتاجه الضغط حتى يصل إلى الذروة زمن صغير جداً يمكن افتراضه مساوياً للصفر.

يعرف ضغط الذروة ب (P_{so})

$side\ on\ over\ pressure / peak\ pressure$ ، إن قيمة (P_{so}) وكذلك سرعة انتشار موجة الصدمة تتناقص بزيادة المسافة عن مركز الانفجار، بعد ذلك يتناقص P_{so} بمعدل متسارع حتى يصل إلى الضغط المحيط P_0 عند زمن $t_0 + t_A$.

t_0 تشير إلى فترة الطور الموجب من الانفجار، بعد المرحلة الموجبة الضغط أصغر مقارنة بالقيمة البدائية P_0 ليبدأ بعدها الطور السالب من موجة الانفجار. قيمة ذروة الضغط السالب تدعى P_{so}^- ، والفترة الزمنية المرتبطة بالطور السالب ترمز t_0^- ، وهي أطول من الفترة المرتبطة بالطور الموجب للموجة.

المعامل الأكثر حرجاً عند حساب حمولة الانفجار هو المسافة بين نقطة الانفجار و المنشأ المدروس، حيث أن ضغط الذروة وسرعة موجة الضغط يتناقصان بسرعة بزيادة المسافة بين مصدر الانفجار والسطح الخارجي المستهدف.

يؤخذ تأثير المسافة بالحسبان من خلال قانون هو كنجيري و بول ماش [5] وهو القانون الأشهر والأكثر شيوعاً؛ حيث تم الحصول على البارامترات من خلال التجارب:

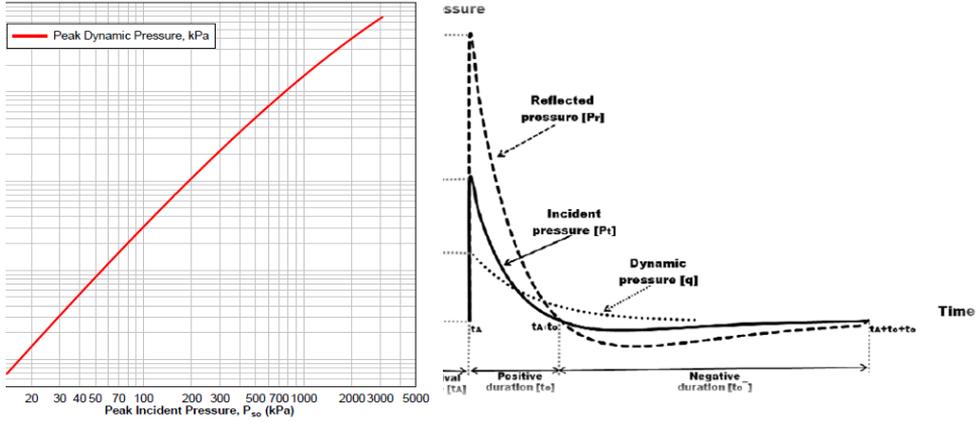
$$Z = R / W^{1/3}$$

R : المسافة بين مصدر الانفجار والنقطة المعتبرة مقدراً ب المتر.

W : وزن المتفجرات مقدراً ب الكيلو غرام.

عندما تصطدم موجة الانفجار مع سطح صلب تنعكس بشكل أكبر مقارنةً مع ضغط الذروة الخارجي P_{So} ، حيث أنه عندما تنتقل الموجة وتصطدم مع السطح عند الوصول وفي الحالة المثالية (الخطية) ينبغي أن ترتدّ جزيئات الهواء بحرية مسببةً ضغطاً منعكساً مساوياً للضغط P_{So} ، وبالتالي سيخضع السطح لضغط مضاعف، ولكن في حالة موجة الضغط القوية والتي هي ظاهرة لا خطية، فإن انعكاس جزيئات الهواء سيكون مواجه للجزيئات اللاحقة مما يسبب قيم ضغط منعكس أكبر من الحالة الأولى. الشكل (9) يظهر الفرق بين الضغط P_{So} والضغط المنعكس P_R ، الضغط المنعكس P_R قد يكون أكبر عدّة مراتٍ من الضغط P_{So} ، وهذا يعتمد على هندسة المنشأ، نمط ووزن الشحنة بالإضافة إلى المسافة والعقبات بين المنشأ والمادة المتفجرة.

تنتشر موجة الضغط في الهواء مع تناقص مستمر في السرعة والتي هي أكبر من سرعة الصوت وبالتالي يتحرّك الهواء خلف مقدمة موجة الضغط بنفس الاتجاه ولكن بسرعة أقل. هذا الهواء خلف مقدمة موجة الضغط مسؤول عن تحميل السطح خلال كامل الطور الموجب وأيضاً بزمن صغير بعد ذلك. والضغط الناتج يعرف بالضغط الديناميكي (q_t). القيمة البدائية q_0 والتي هي أقل من P_{So} أو P_R في حال الضغوط الصغيرة والمتوسطة. قد يبقى الضغط الديناميكي لفترة أطول (2 - 3 sec)؛ يُظهر الشكل (10) تغيّر ذروة الضغط الديناميكي كتابع لقيمة P_{So} .



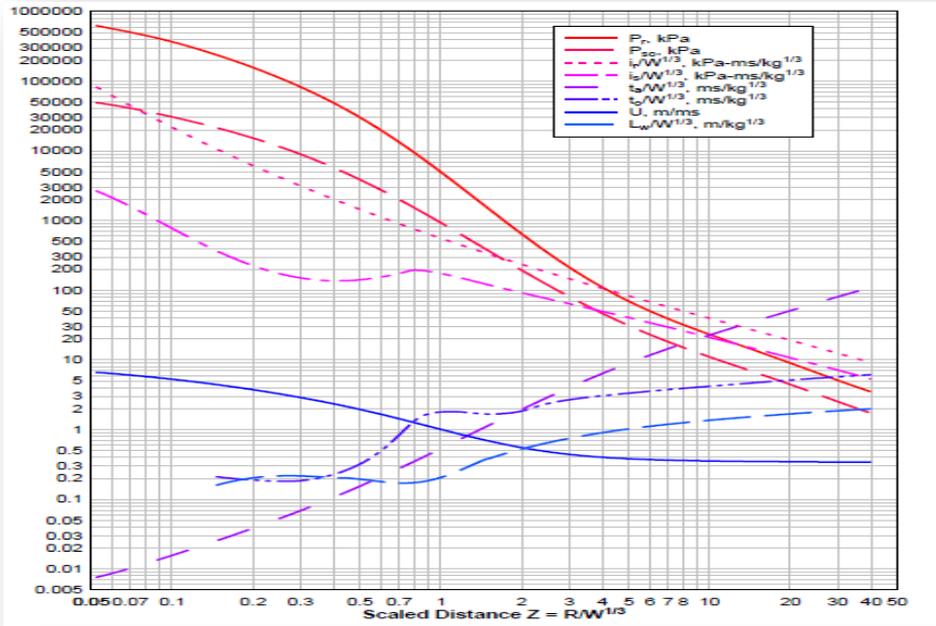
الشكل (9): السجل الزمني للضغط

الشكل (10): تغير قيم الضغط

الديناميكي والانعكاسي [4]

الديناميكي q_t كتابع للضغط P_{SO} [4]

تم الحصول على مجموعة كاملة من العلاقات التحليلية التي تعطي بارامترات الانفجار كتابع لوغاريتمي كثير الحدود، وهذه العلاقات تمت برمجتها؛ حيث يظهر الشكل (11) مخططات للحصول على بارامترات المرحلة الموجبة لحالة الانفجار الأرضي، وهي شاملة وتم رسمها من أجل $Z = 0.05 - 40 \text{ m/kg}^3$. من هذه المخططات وللحصول على القيم الحقيقية لهذه البارامترات يتم مضاعفة القيمة المستخرجة من المخططات بالقيمة $W^{1/3}$ حتى يؤخذ الحجم الفعلي للشحنة بعين الاعتبار (تعفى السرعة والضغط من العملية وتكون القيم كما هي واردة من المخططات).



الشكل (11): بارامترات الطور الموجب للموجة الكروية من الانفجار الهوائي [4]

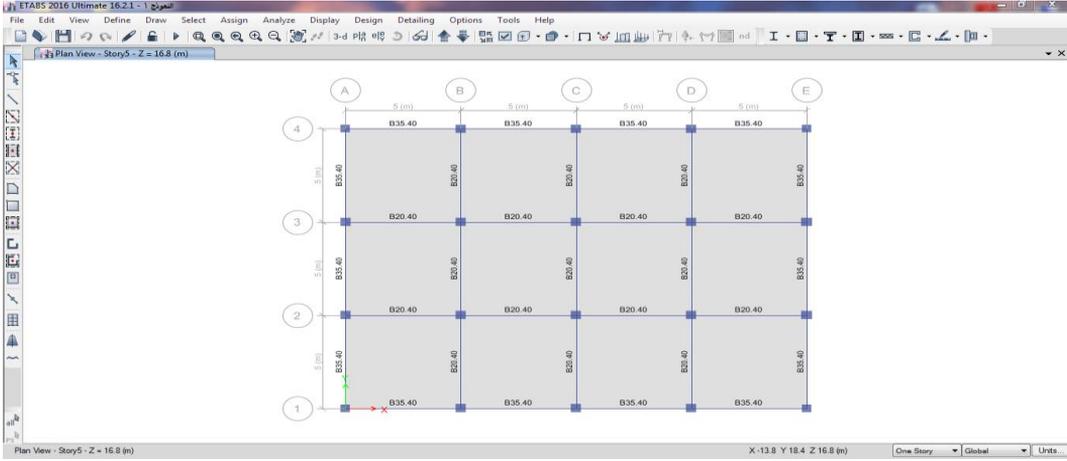
نماذج الأبنية المدروسة:

تقع المباني المدروسة في مناطق زلزالية مختلفة الشدة؛ حيث المبنى الأول مصمّم وفق الشدة (0.3g) من الإطارات الخاصة المقاومة للعزوم، والمبنى الثاني مصمّم وفق الشدة (0.25g) من الإطارات المتوسطة المقاومة للعزوم [6]، المباني مكوّنة من سبعة طوابق مصمّمة وفق الكود العربي السوري وملحقه الثاني [7].

المباني المدروسة متطابقة من حيث عدد الطوابق والتباعد بين المحاور وكذلك الارتفاع الطابقي وخصائص المواد المستخدمة، ولكن مختلفة من حيث المنطقة الزلزالية

تقييم سلوك مبنى إداري مقاوم للزلازل من الببتون المسلح تحت تأثير أحمال الانفجارات

وبالتالي الطلب الزلزالي مختلف مما تسبب باختلاف في أبعاد وتسليح بعض العناصر الإنشائية.



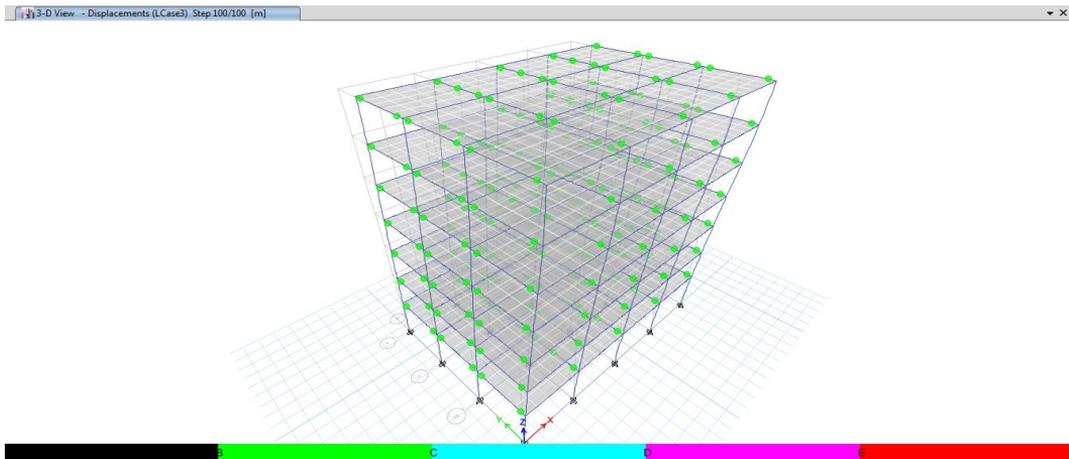
الشكل (12) : مسقط أفقي للمبنى المدروس

المرحلة الأولى: اختبار حمولة 100kg من مادة TNT على بعد 15m من المبنى.

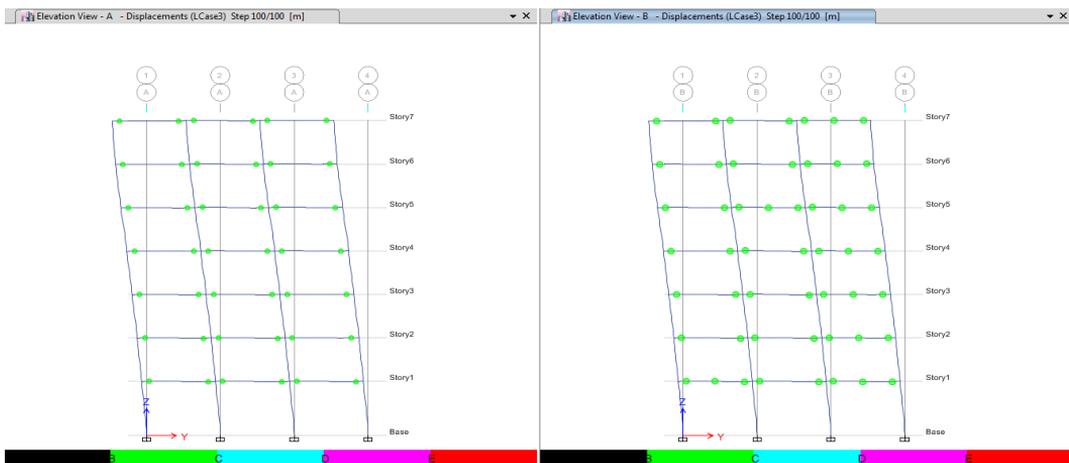
الجدول (4): بارامترات حمولة الانفجار للشحنة 100kg للمبنى المكون من سبعة طوابق

Story	Story 1	Story 2	Story 3	Story 4	Story 5	Story 6	Story 7
Z	3.3	3.5	3.8	4.3	4.7	5.4	6
P_r	260	220	160	150	120	80	70
P_{so}	110	100	70	60	50	30	25
i_r	210	200	160	150	130	100	120
i_s	85	90	70	60	50	50	40
t_A	4.1	4.2	5	6	7	9	10
t_o	3.1	3.2	3.8	4	4.2	4	4.2
t_{rf}	9.5	10.6	11.7	11.8	12	12	16
q_o	32	25	15	11	9	18	20
t_{of}	8.7	10.6	11.7	11.8	12	15.5	15.6
$P_{so} + C_D q_0$	140	125	85	71	59	48	45

النموذج الأول المصمم وفق الشدة $0.3g$

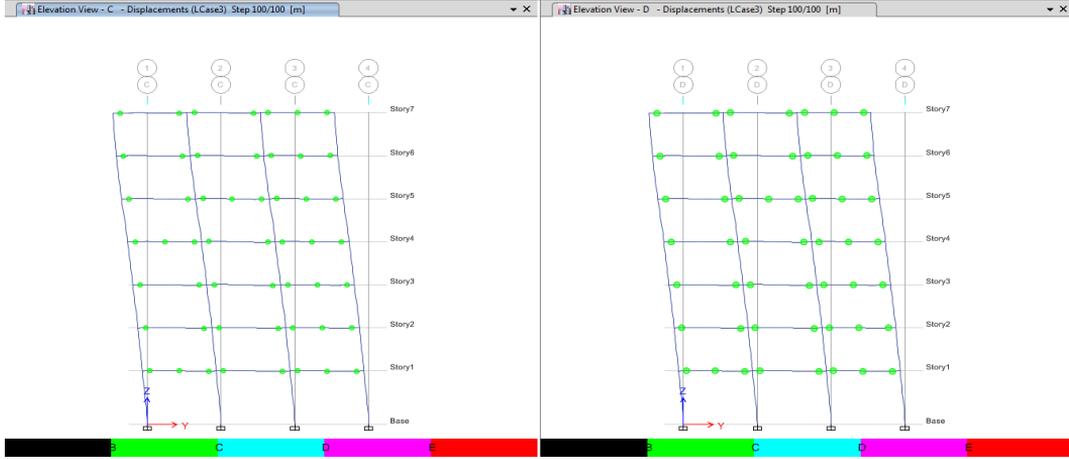


الشكل (13) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الأول المصمم وفق الشدة $0.3g$

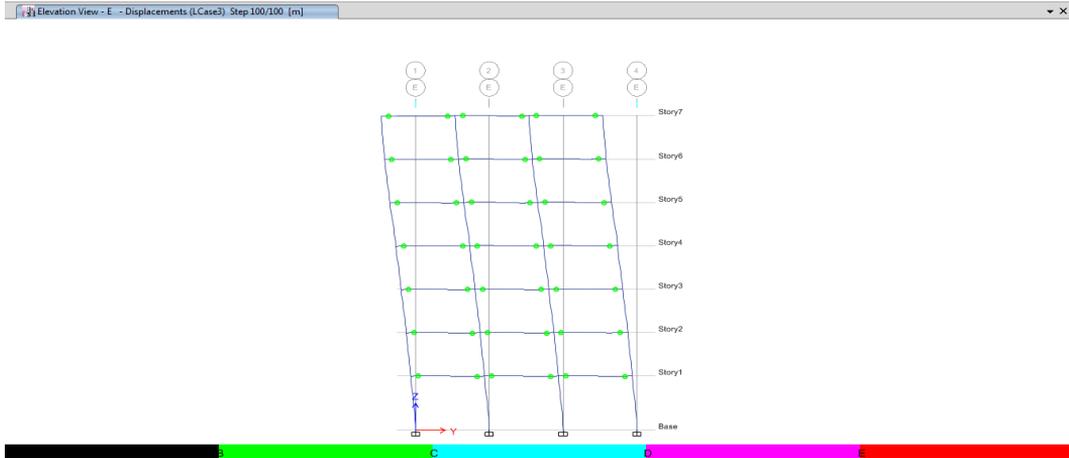


الشكل (14) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الأول وفق المحاور A,B

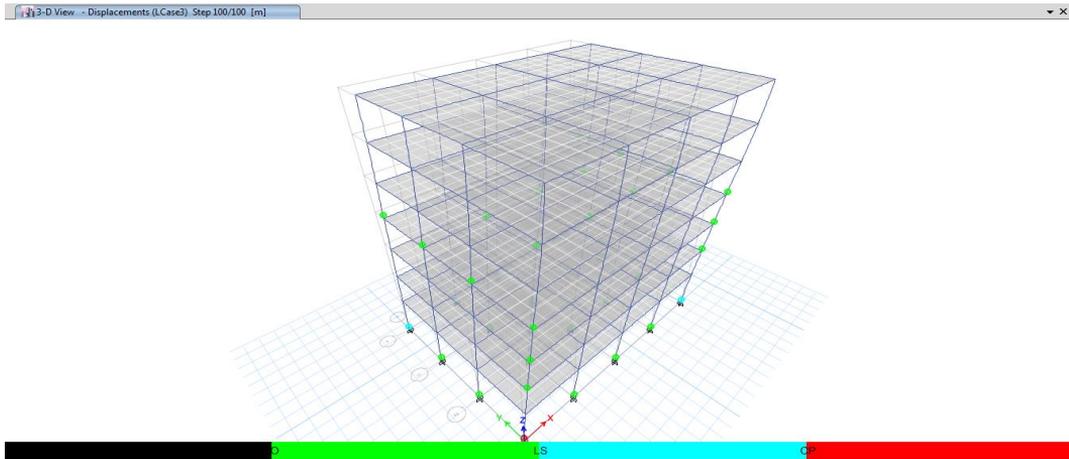
تقييم سلوك مبنى إداري مقاوم للزلازل من الببتون المسلح تحت تأثير أحمال الانفجارات



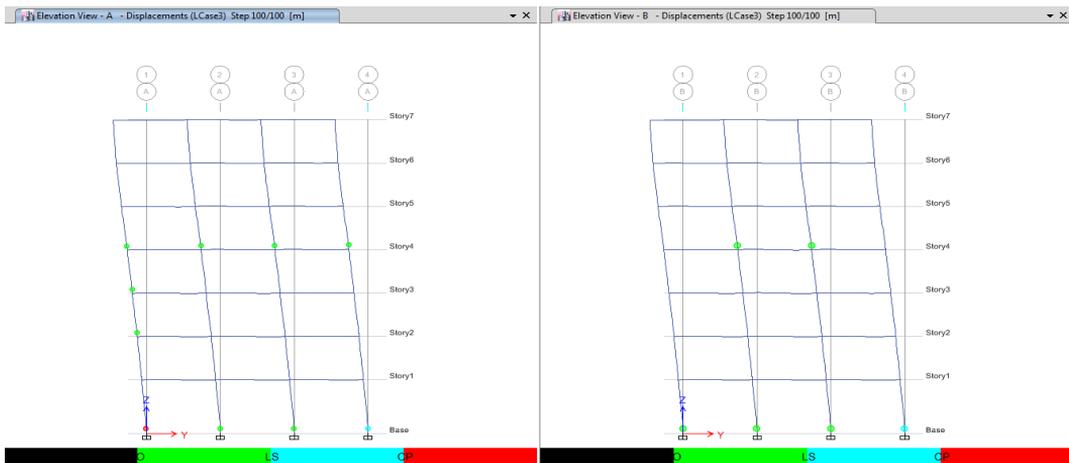
الشكل (15) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الأول وفق المحاور C,D



الشكل (16) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الأول وفق المحور E

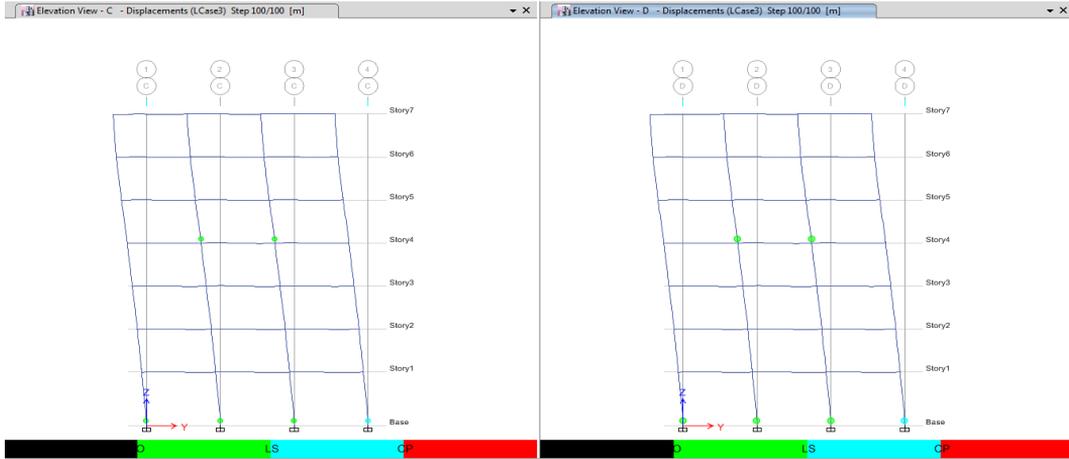


الشكل (17): المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الأول المصمم وفق الشدة 0.3g

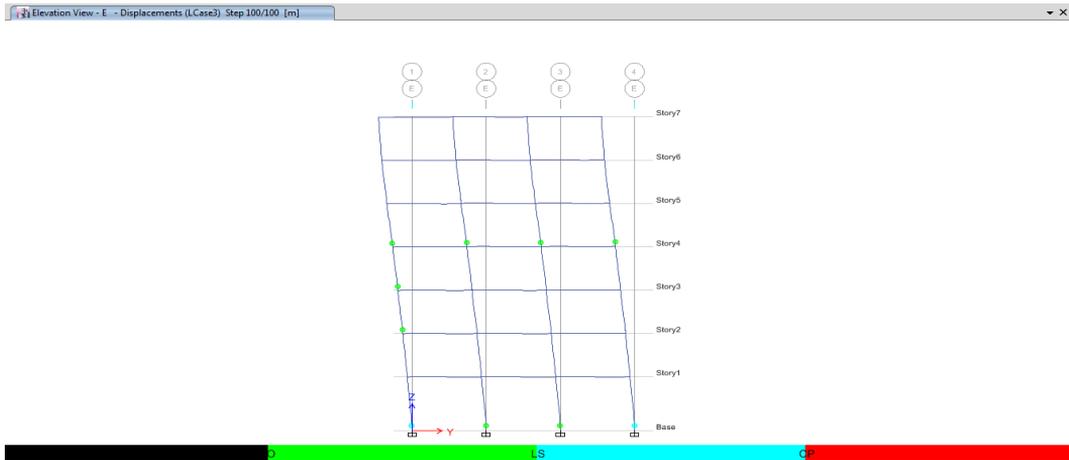


الشكل (18): المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الأول وفق المحاور A,B

تقييم سلوك مبنى إطاري مقاوم للزلازل من الببتون المسلح تحت تأثير أحمال الانفجارات

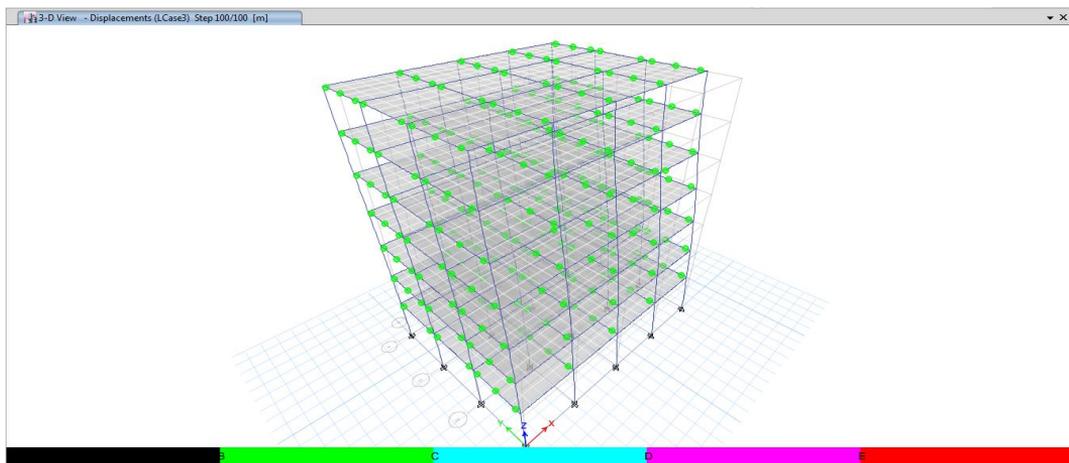


الشكل (19) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الأول وفق المحاور C,D

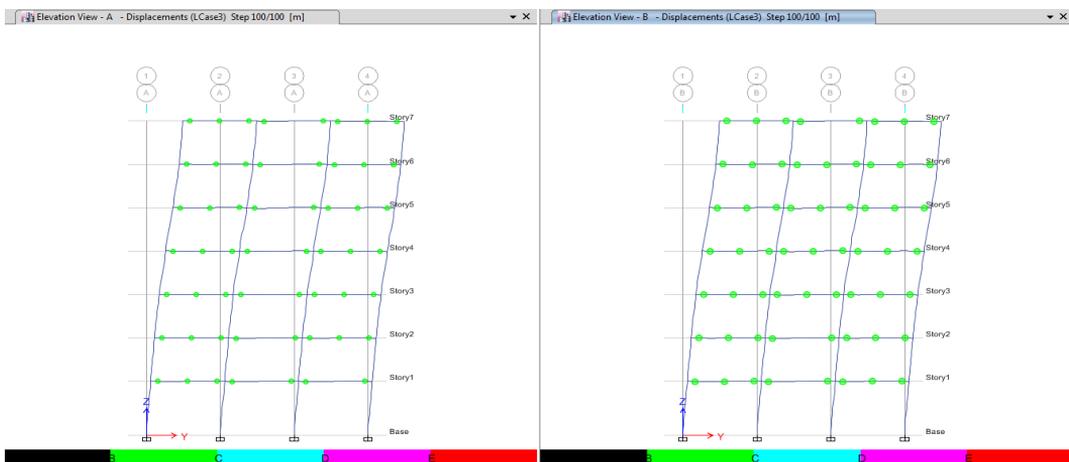


الشكل (20) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الأول وفق المحور E

النموذج الثاني المصمم وفق الشدة 0.25g

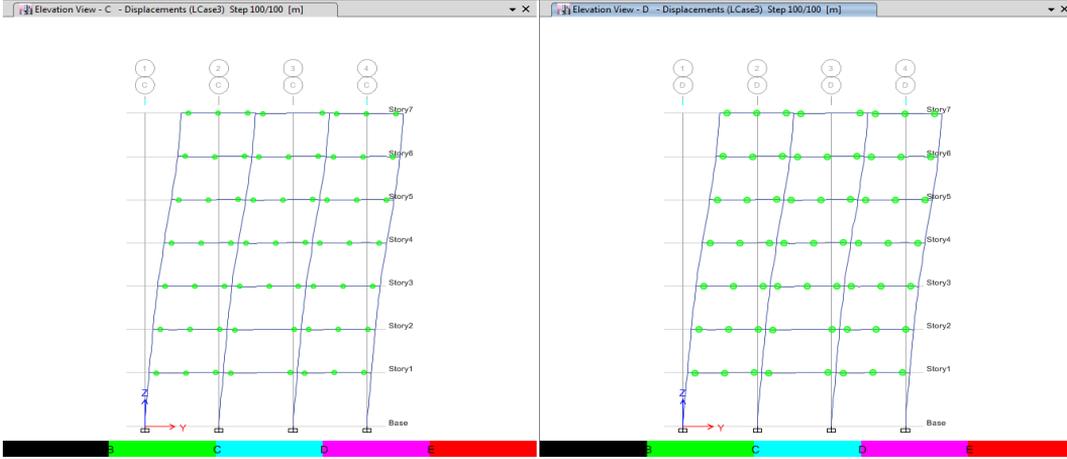


الشكل (21) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الثاني المصمم وفق الشدة 0.25g

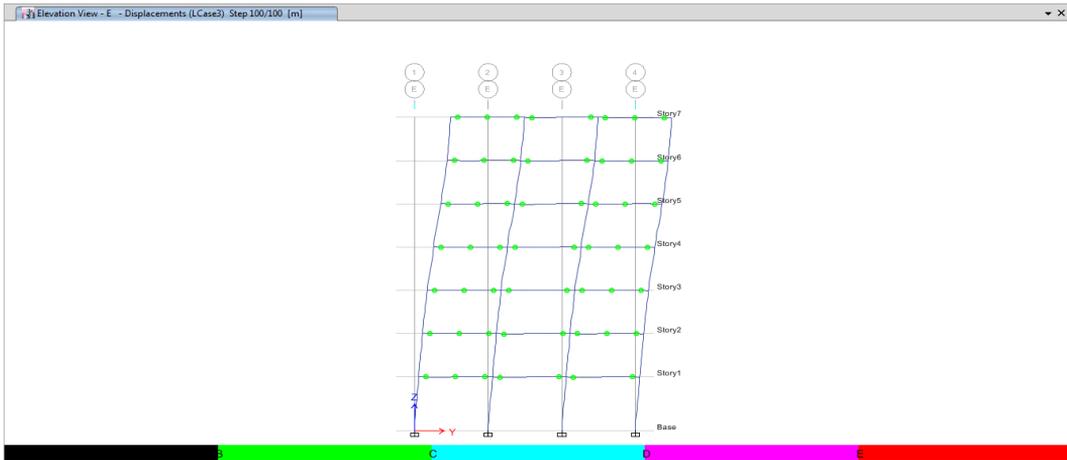


الشكل (22) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الثاني وفق المحاور A,B

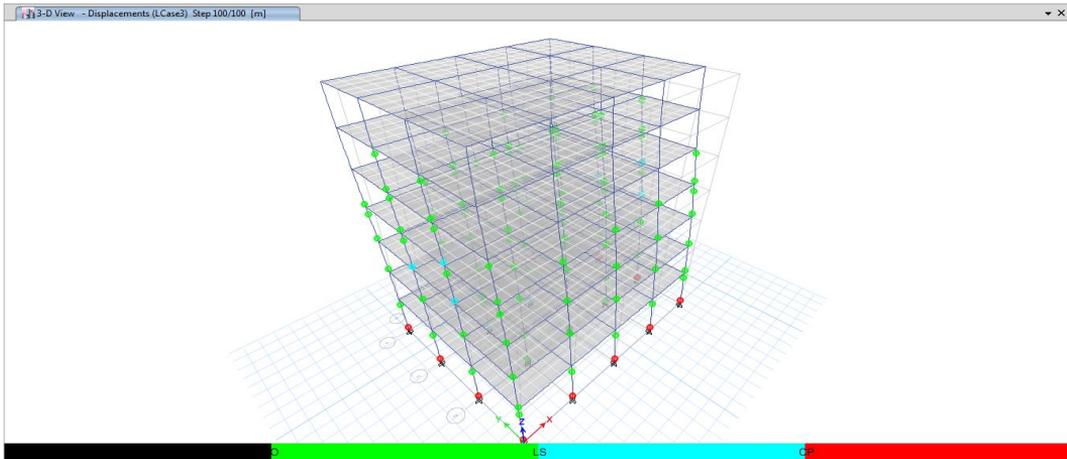
تقييم سلوك مبنى إداري مقاوم للزلازل من الببتون المسلح تحت تأثير أحمال الانفجارات



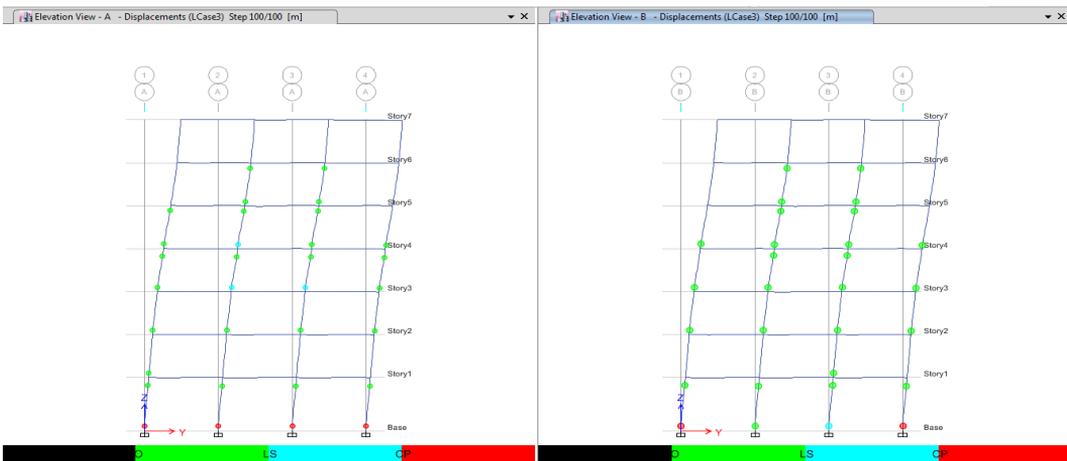
الشكل (23) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الثاني وفق المحاور C,D



الشكل (24) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الثاني وفق المحور E

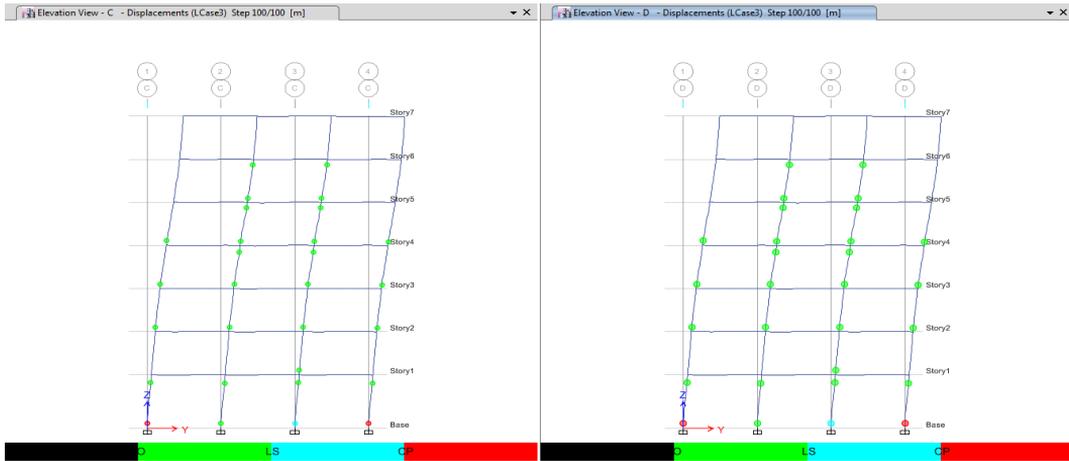


الشكل (25) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الثاني المصمم وفق الشدة $0.25g$

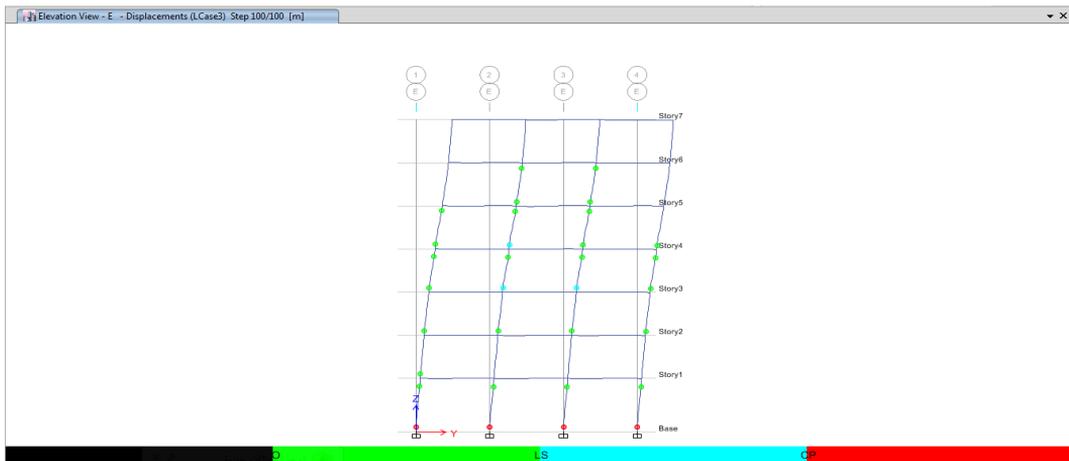


الشكل (26) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الثاني وفق المحاور A,B

تقييم سلوك مبنى إطاري مقاوم للزلازل من الببتون المسلح تحت تأثير أحمال الانفجارات



الشكل (27) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الثاني وفق المحاور C,D



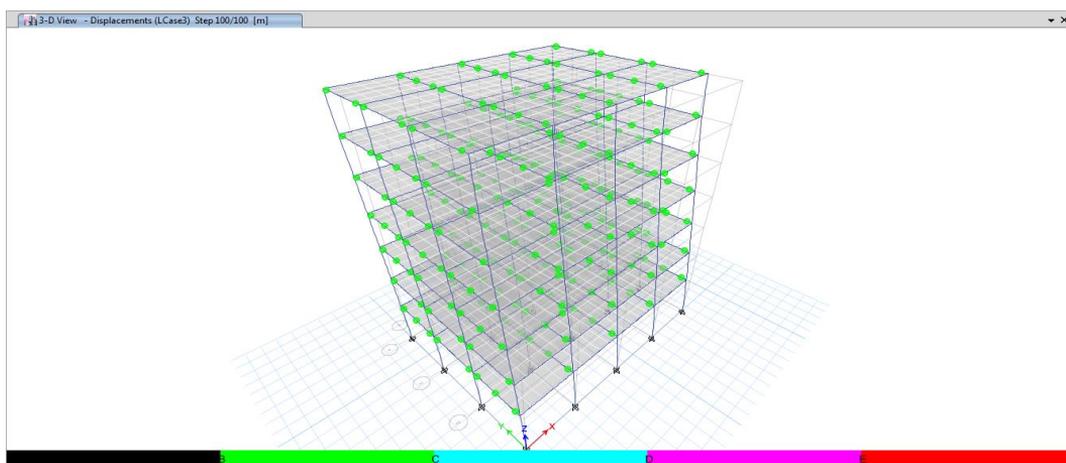
الشكل (28) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الثاني وفق المحور E

المرحلة الثانية: اختبار حمولة 200kg من مادة TNT على بعد 15m من المبنى.

الجدول (5): بارامترات حمولة الانفجار للشحنة 200kg للمبنى المكوّن من سبعة طوابق

Story	Story 1	Story 2	Story 3	Story 4	Story 5	Story 6	Story 7
Z	2.65	2.5	3	3.5	3.8	4.3	4.7
P_r	500	400	300	220	160	150	120
P_{so}	160	140	120	100	70	60	50
i_r	280	240	220	200	160	150	130
i_s	100	90	80	90	70	60	50
t_A	2.8	3.5	4	4.2	5	6	7
t_o	2.4	2.8	3	3.2	3.8	4	4.2
t_{rf}	6.5	7	8.5	10.6	11.7	11.8	12
q_o	60	50	40	25	15	11	9
t_{of}	7.3	7.5	7.8	10.6	11.7	11.8	12
$P_{so} + C_D q_0$	220	190	160	125	85	71	59

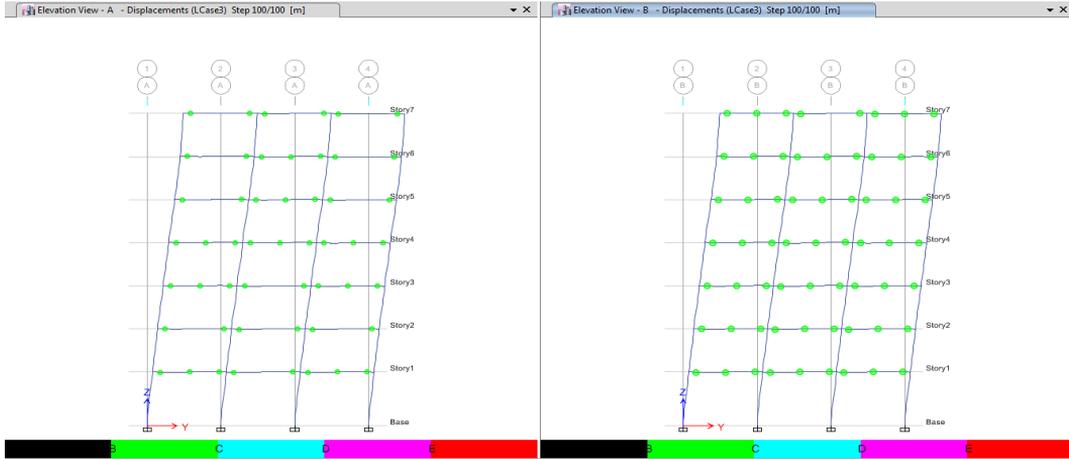
النموذج الأول المصمّم وفق الشدّة 0.3g



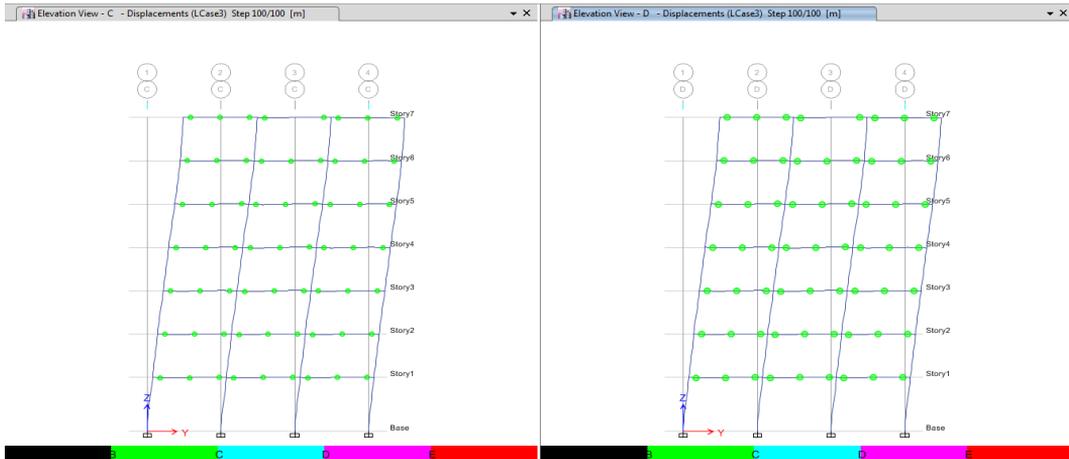
الشكل (29) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الأول المصمّم وفق الشدّة

0.3g

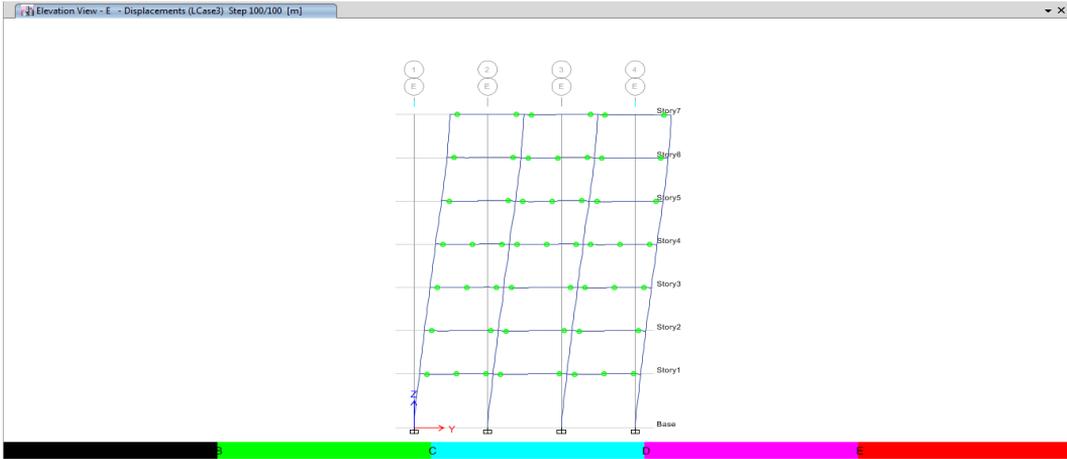
تقييم سلوك مبنى إداري مقاوم للزلازل من الببتون المسلح تحت تأثير أحمال الانفجارات



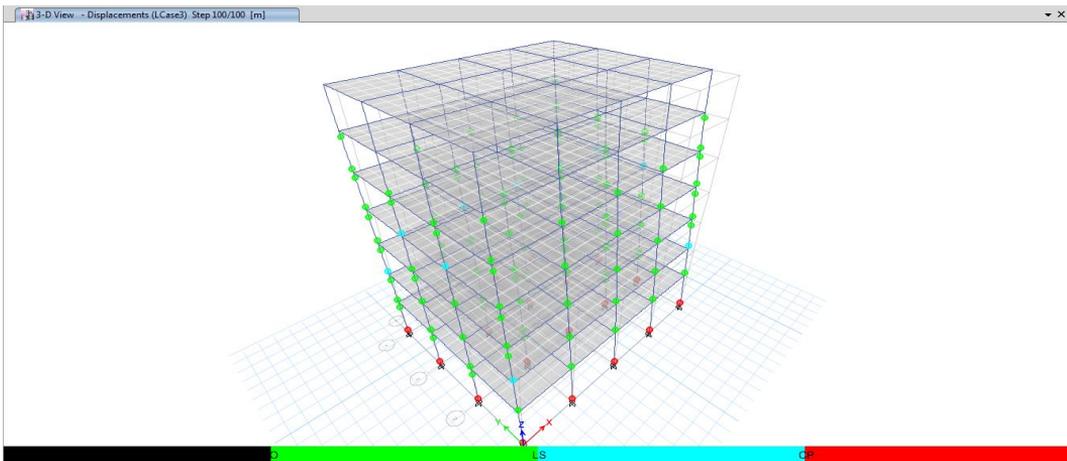
الشكل (30) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الأول وفق المحاور A,B



الشكل (31) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الأول وفق المحاور C,D



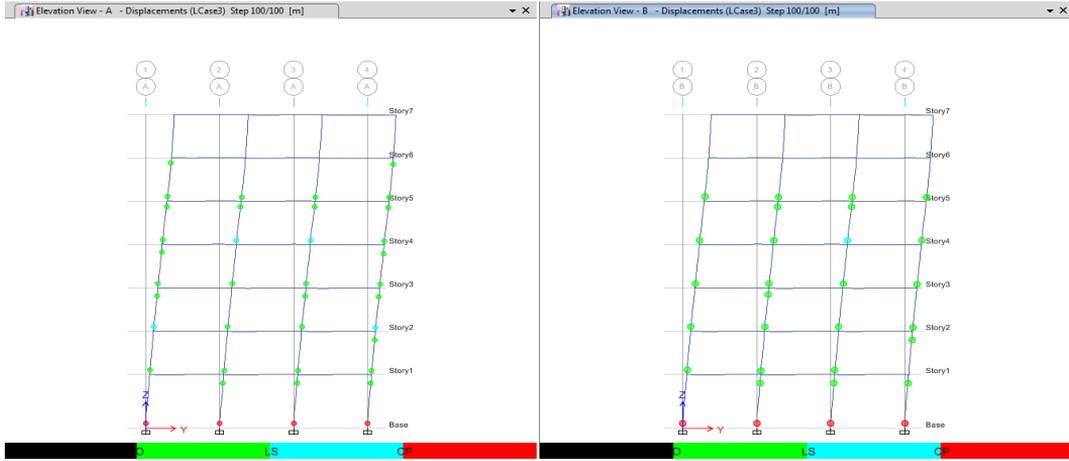
الشكل (32) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الأول وفق المحور E



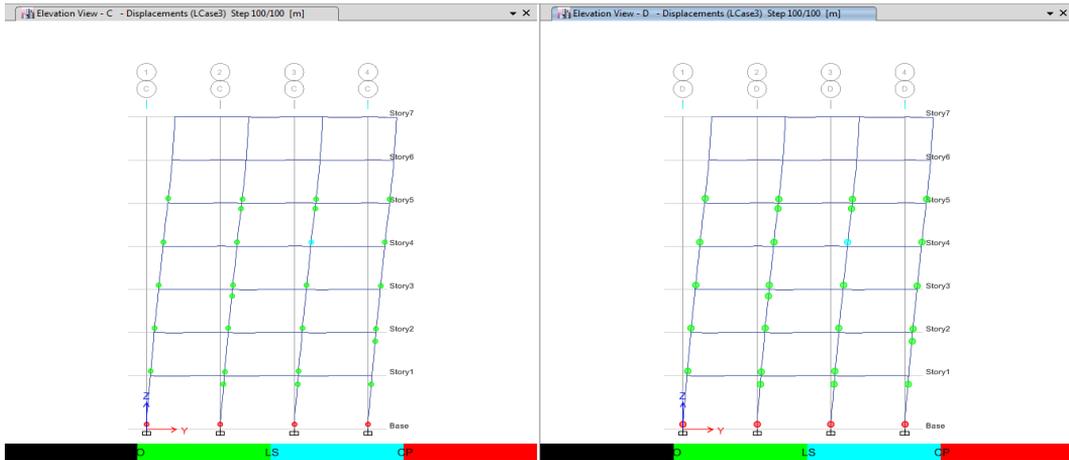
الشكل (33) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الأول المصمم وفق الشدة

0.3g

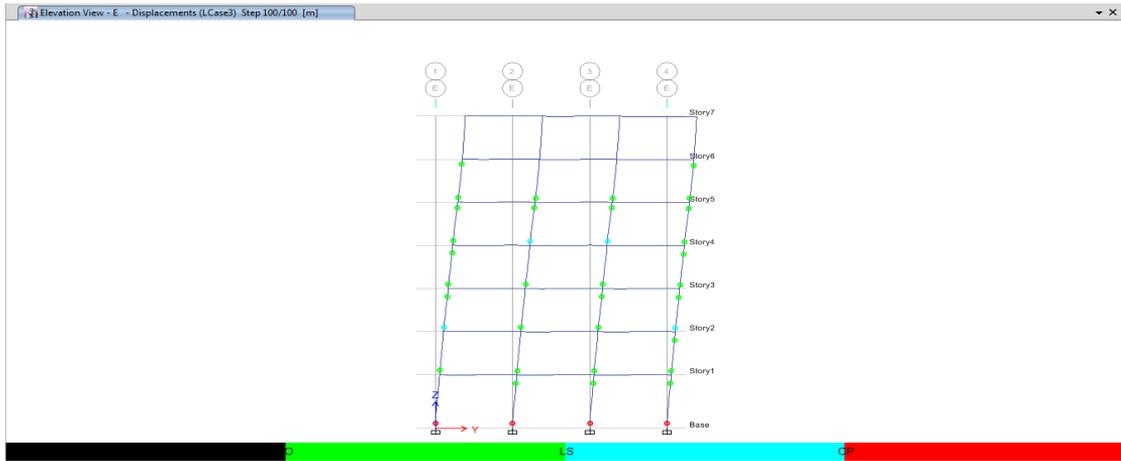
تقييم سلوك مبنى إطاري مقاوم للزلازل من الببتون المسلح تحت تأثير أحمال الانفجارات



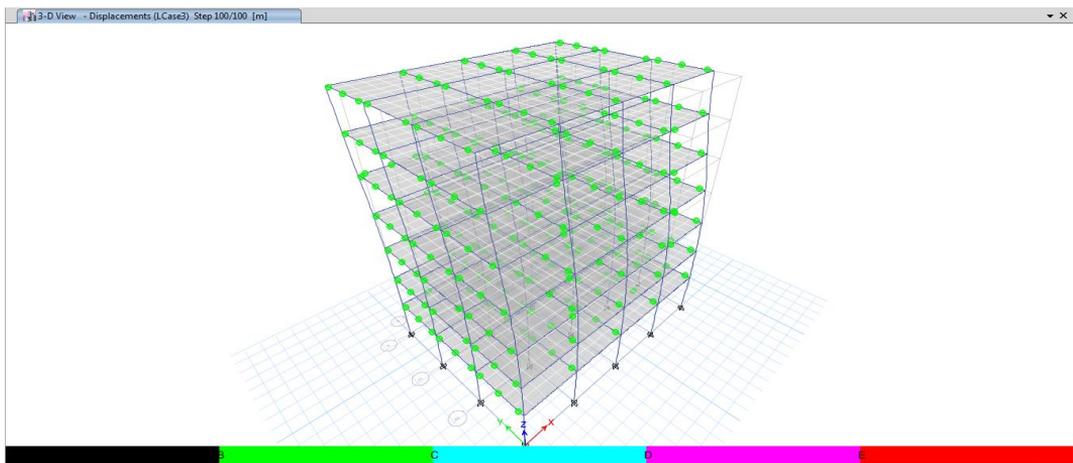
الشكل (34) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الأول وفق المحاور A,B



الشكل (35) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الأول وفق المحاور C,D



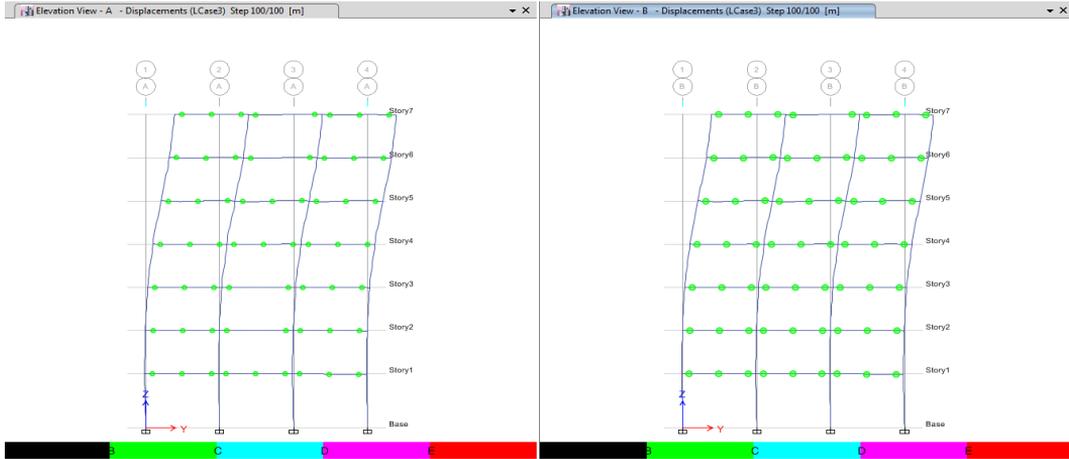
الشكل (36) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الأول وفق المحور E



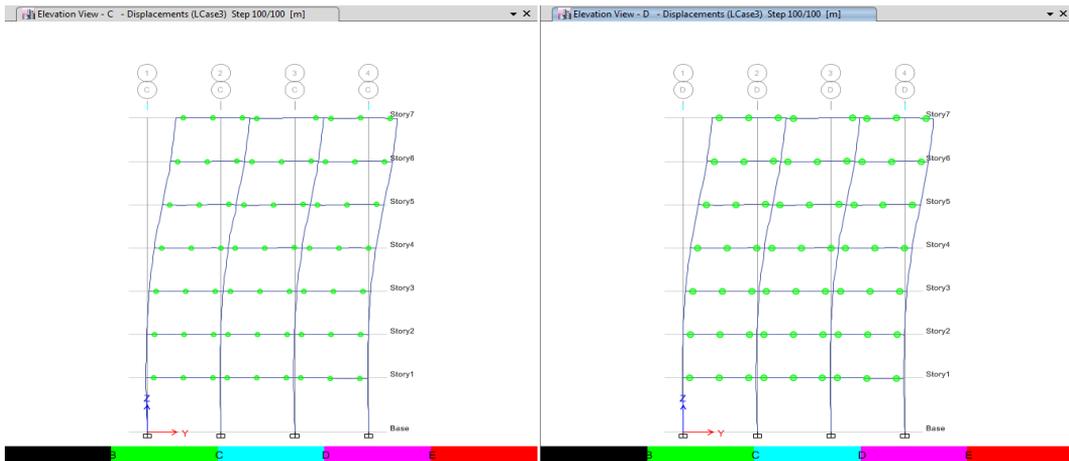
الشكل (37) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الثاني المصمم وفق الشدة

0.25g

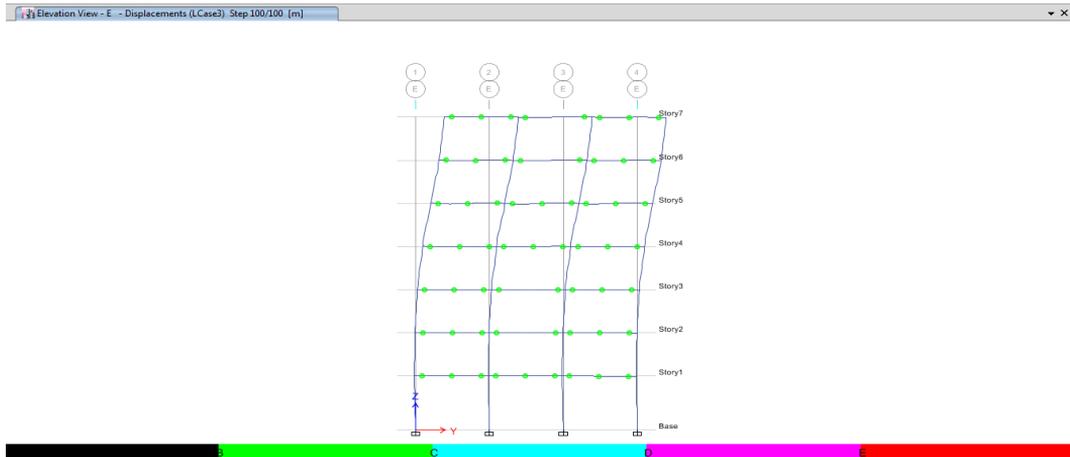
تقييم سلوك مبنى إطاري مقاوم للزلازل من الببتون المسلح تحت تأثير أحمال الانفجارات



الشكل (38) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الثاني وفق المحاور A,B

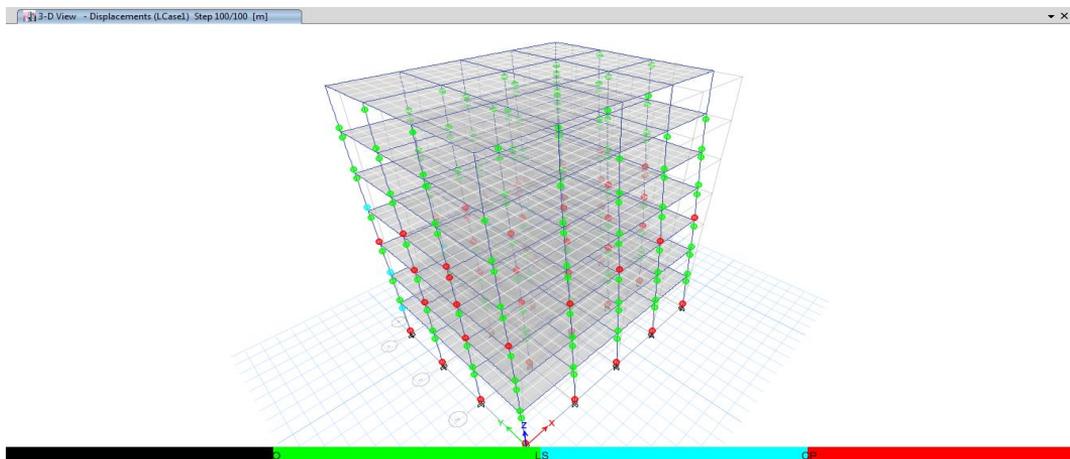


الشكل (39) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الثاني وفق المحاور C,D



الشكل (40) : المفاصل اللدنة المتشكلة في جوائز النموذج الثاني وفق المحور E

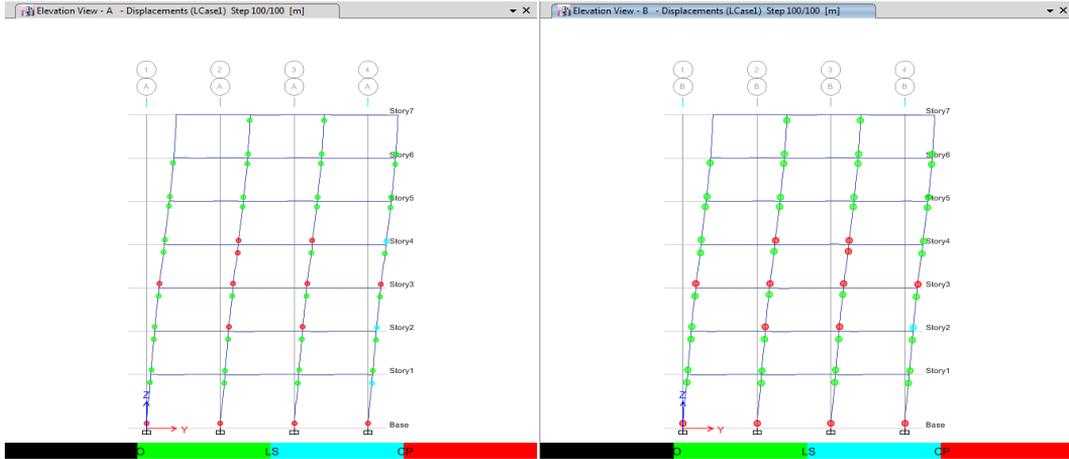
النموذج الثاني المصمم وفق الشدة 0.25g



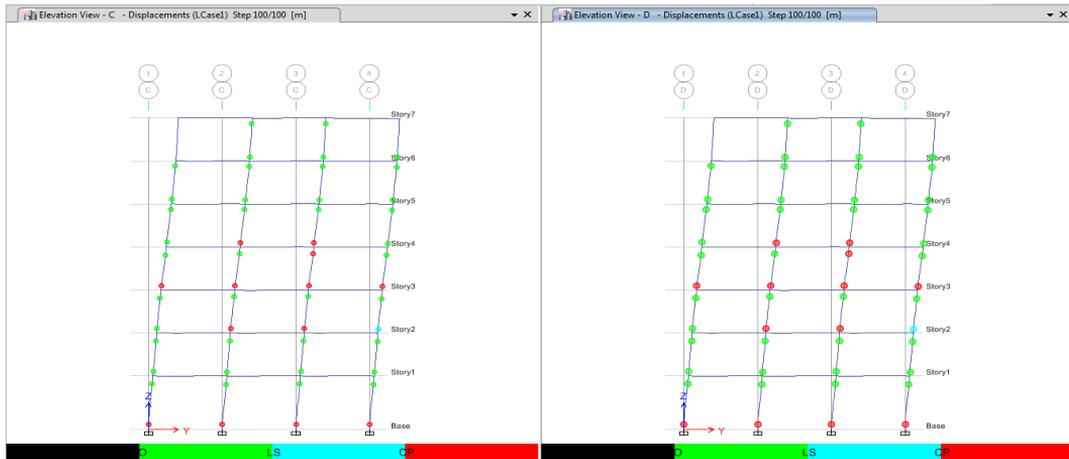
الشكل (41) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الثاني المصمم وفق الشدة

0.25g

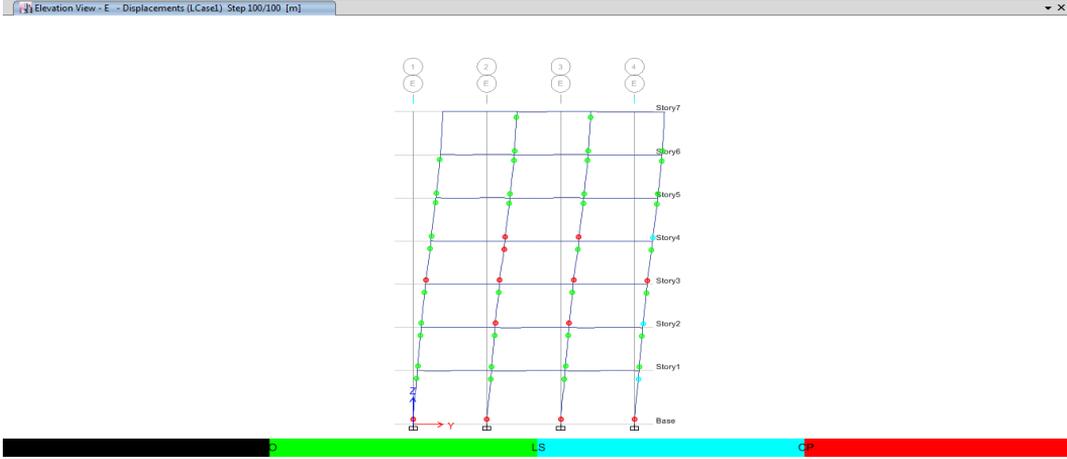
تقييم سلوك مبنى إطاري مقاوم للزلازل من الببتون المسلح تحت تأثير أحمال الانفجارات



الشكل (42) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الثاني وفق المحاور A,B



الشكل (43) : المفاصل اللدنة المتشكلة في أعمدة النموذج الثاني وفق المحاور C,D



الشكل (44) : المفاصل اللدنة المتشكلة في اعمدة النموذج الثاني وفق المحور E

5- النتائج و المناقشة:

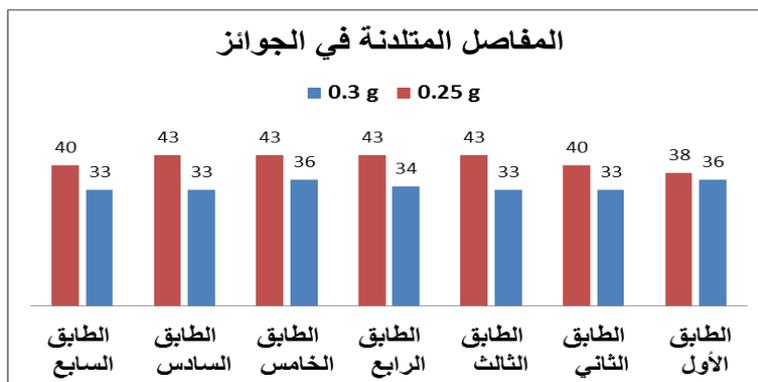
المرحلة الأولى: اختبار حمولة 100kg من مادة TNT على بعد 15m من المبنى:

يظهر الشكل (45) مقارنة بين المفاصل المتلدنة في الجوائز بين النموذجين (0.3g, 0.25g) عند مستوي كل طابق.

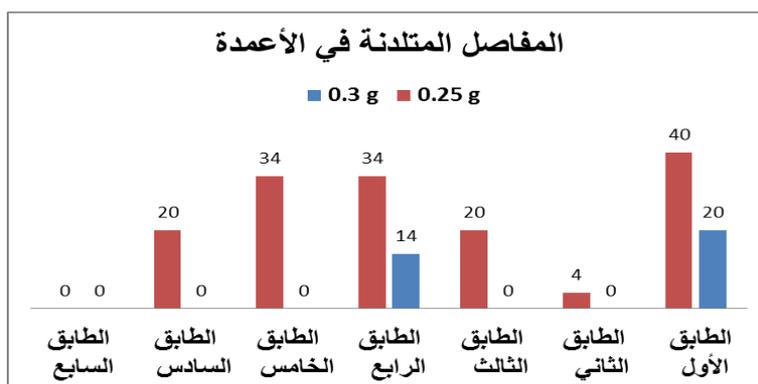
يظهر الشكل (46) مقارنة بين المفاصل المتلدنة في الأعمدة بين النموذجين (0.3g, 0.25g) عند مستوي كل طابق.

يظهر الشكل (47) مقارنة بين مستويات الأداء التي وصلت إليها المفاصل في الأعمدة بين النموذجين (0.3g, 0.25g).

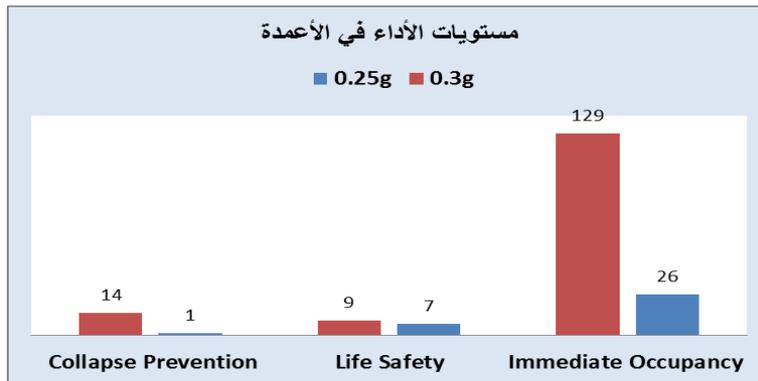
يظهر الشكل (48) مقارنة بين إجمالي عدد المفاصل المتلدنة في الأعمدة والجوائز بين النموذجين (0.3g, 0.25g) .



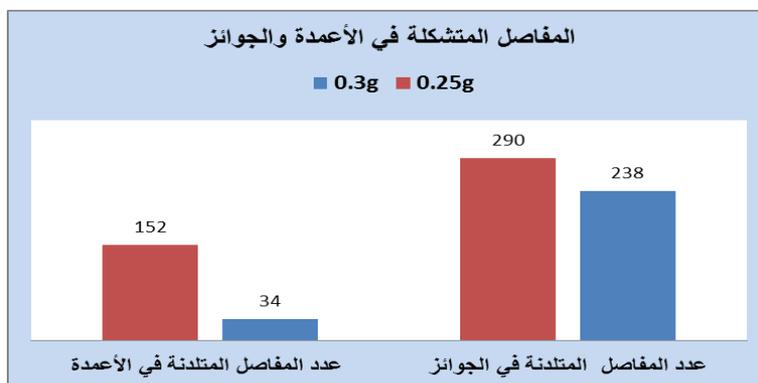
الشكل (45) : المفاصل المتلدنة في الجوائز للمبنى المكوّن من سبعة طوابق



الشكل (46) : المفاصل المتلدنة في أعمدة المبنى المكون من سبعة طوابق



الشكل (47) : مستويات الأداء في المفاصل المتشكلة للمبنى المكون من سبعة طوابق



الشكل (48) : إجمالي عدد المفاصل المتشكلة للمبنى المكون من سبعة طوابق

نتائج المرحلة الثانية: اختبار حمولة 200kg من مادة TNT على بعد 15m من

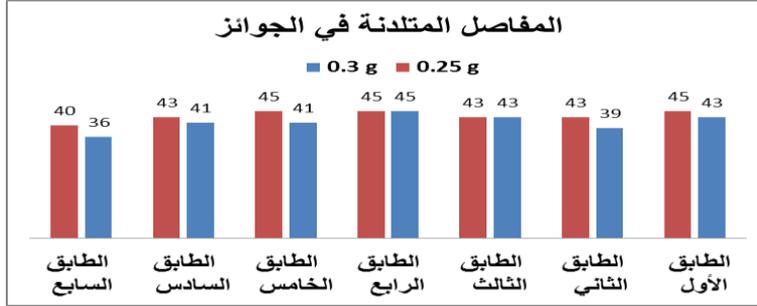
المبنى:

يظهر الشكل (49) مقارنة بين المفاصل المتلدنة في الجوائز بين النموذجين (0.3g, 0.25g) عند مستوي كل طابق.

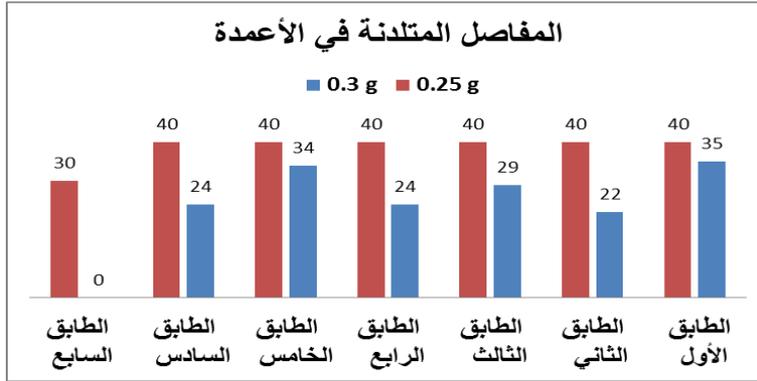
يظهر الشكل (50) مقارنة بين المفاصل المتلدنة في الأعمدة بين النموذجين (0.3g, 0.25g) عند مستوي كل طابق.

يظهر الشكل (51) مقارنة بين مستويات الأداء التي وصلت إليها المفاصل اللدنة في الأعمدة بين النموذجين (0.3g, 0.25g).

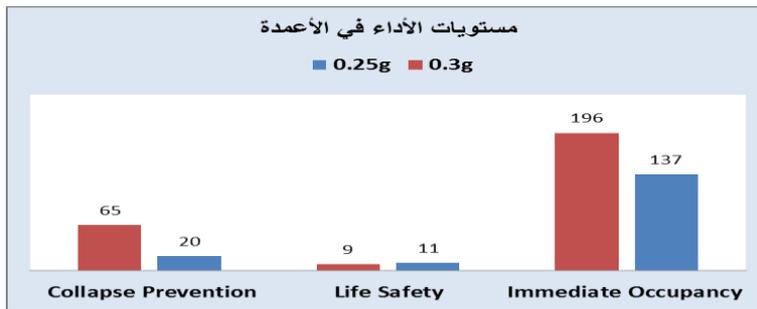
يظهر الشكل (52) مقارنة بين إجمالي عدد المفاصل المتلدنة في الأعمدة والجوائز بين النموذجين (0.3g, 0.25g).



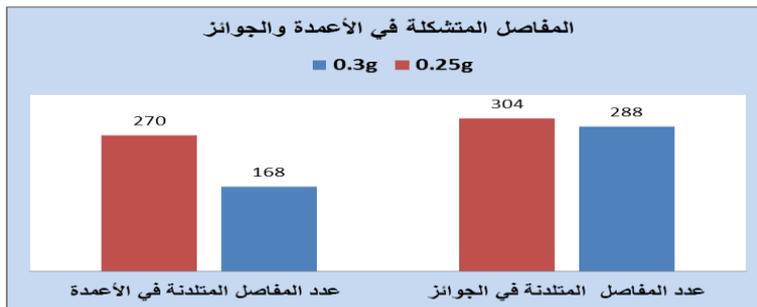
الشكل (49) : المفاصل المتلدنة في الجوائز للمبنى المكون من سبعة طوابق



الشكل (50) : المفاصل المتلدنة في أعمدة المبنى المكون من سبعة طوابق



الشكل (51) : مستويات الأداء في المفاصل المتشكلة للمبنى المكون من سبعة طوابق



الشكل (52) : إجمالي عدد المفاصل المتشكلة للمبنى المكون من سبعة طوابق

6- الاستنتاجات والتوصيات:

- إن سلوك المبنى الأول المصمّم وفق الشدة الزلزالية $0.3g$ والمكوّن من الإطارات الخاصة أفضل من سلوك المبنى الثاني المصمّم وفق الشدة $0.25g$ ذي الإطارات المتوسطة؛ أي أن زيادة الطلب الزلزالي ساهمت في تحسين استجابة المنشأ تحت تأثير أحمال الانفجارات.
- تشكلت مفاصل لدنة على الانعطاف في معظم الجوائز وفي كلا النموذجين ولكن جميعها مقبولة ولم تنهار تحت تأثير أحمال الانفجار المعتمدة.
- تشكلت العديد من المفاصل المتلدنة في الأعمدة وفي كلا النموذجين تحت التأثير المشترك للحمولة الناظمية و الانعطافية.
- في المرحلة الأولى ($100kg/15m$) كان المبنى المصمّم وفق الشدة $0.3g$ مقاوم للانفجار ويحتاج الى تعديلات بسيطة جداً مقارنة مع كلفة الإنشاء حيث تشكلت مفاصل منهارة في عمودين فقط في مستوي الطابق الأرضي بينما تشكلت مفاصل منهارة في العديد من أعمدة النموذج الثاني المصمّم وفق الشدة $0.25g$.
- في المرحلة الثانية ($200kg/15m$) تشكلت العديد من المفاصل المنهارة في جميع الأعمدة في النموذج الثاني المصمّم وفق الشدة $0.25g$ بينما تشكلت في

أعمدة محددة فقط في مستوي الطابق الأرضي للنموذج الأول المصمم وفق الشدة 0.3g .

- لم تتشكل مفاصل متلدنة على القص في النموذج الأول المصمم وفق الشدة 0.3g ، بينما تلدنت بعض المفاصل على القص في النموذج الثاني 0.25g وذلك بسبب ترتيبات التسليح العرضي في الإطارات الخاصة والمتوسطة وفق الكود العربي السوري.
- تفاوت عدد المفاصل المتشكلة باختلاف الطابق يشير إلى ضرورة الاهتمام بجميع العناصر الإنشائية وفي مختلف الطوابق؛ لأن أي فشل أولي قد يسبب انهيار المبنى أو جزء كبير منه.
- يجب الاهتمام بالأعمدة في مستوي الطابق الأرضي عن طريق تحسين المقاومة وزيادة المتانة، كون المفاصل المنهارة محصورة في أعمدة الطابق الأرضي.

التوصيات:

- يجب دراسة الاستجابة الإنشائية للمباني ذات حمل جدران القص والمختلطة تحت تأثير أحمال الانفجارات.
- الاهتمام بدراسة الأبنية الهامة القائمة والمباني غير المؤهلة على الزلازل تحت تأثير الانفجارات.

7- المراجع:

- [1] European Committee for Standardization (CEN) Eurocode 1: Actions on structures, Part 1-7: pr EN 1991-1-7: “General Actions-Accidental actions”, 2006.
- [2] Varma M. B., (2014) “Effect of Blast on G+4 RCC Frame Structure”, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Volume 4, Issue 11.
- [3] Shifferaw T ., (2015) “ Quality of computerized blast load simulation for non-linear dynamic response analysis of framed structures”, Journal of EEA, Vol. 33,.
- [4] Unified Facilities Criteria (2008), “UFC 3-340-02 Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions “, U.S. Army Corps of Engineers, Naval Facilities Engineering Command, Air Force Civil Engineer Support Agency.
- [5] Kingery C. N., Bulmash G., (1984) “Technical report ARBRL-TR-02555: Air blast parameters from TNT spherical air burst and hemispherical burst”, AD-B082 713,U.S. Army Ballistic Research Laboratory, Aberdeen Proving Ground, MD.
- [6] ACI 318-08. Building Code requirement for structural concrete and commentary .Detroit;2008.
- [7] Syrian Arab Code for design and implementation of the facilities in the reinforcement concrete .Fourth Edition ,Damascus,2012.

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 حوض نهر مرقية ومن الجنوب حوض نهر الغمقة ، وتبلغ مساحة منطقة البحث حوالي 355Km^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 (2009-2010) كسنة مرجعية للدراسة. اعتمدت منهجية البحث على تجميع البيانات واقتراح ثلاثة سيناريوهات حتى عام 2030 ، توصلت الدراسة إلى زيادة الاحتياج المائي بمقدار $5.38\text{ M.m}^3/\text{year}$ عند تطبيق سيناريو زيادة معدل استهلاك الفرد، وزيادة الاحتياج المائي للري بمقدار $13.49\text{M.m}^3/\text{year}$ عند تطبيق سيناريو زيادة مساحة الأراضي الزراعية المروية، وزيادة الاحتياج المائي $4.591\text{M.m}^3/\text{year}$ 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 basin from north and Alghamqa river basin from the south. The area covers about (355) km².

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.m3 / year when applying the scenario of increased domestic use , and an increase the water requirement by4.591M.m3 / year when applying the scenario of high population growth rate, and increase the water requirement by 13.491M.m3 / 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 وتتمية 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 جزء الحوض الذي يمتد من الحدود السورية إلى سد الرستن، وذلك من أجل تقدير الاحتياج المستقبلي من المياه (مياه الشرب ومياه الري ومياه صناعية) و الاستغلال الأفضل للمياه، ووضع الخطط المناسبة من أجل تغطية العجز المائي [2].

وفي دراسة أعدتها (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]

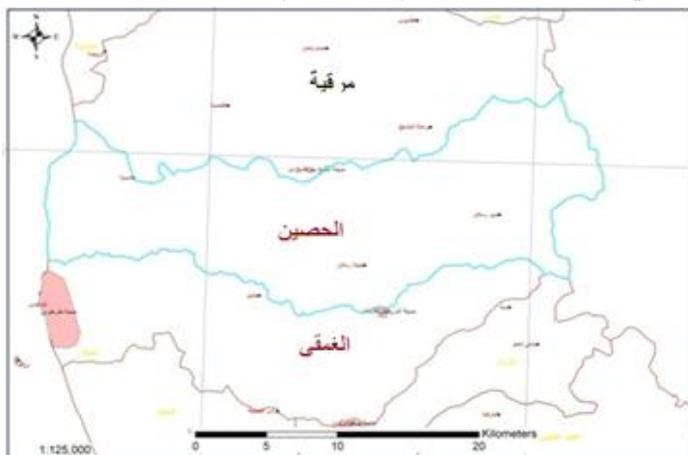
اعتمد (A.J.shirke et all, 2012) نموذج weap21 كجزء من العمل البحثي المستمر في حوض نهر (Subernarekha) في الهند لتطوير الإدارة الفعالة لموارد المياه والأراضي ثم تطبيق عدة سيناريوهات على النموذج (نمو سكاني، نمو اقتصادي، نمو زراعي). توصل البحث إلى ازدياد الاحتياج المائي للمناطق السكنية من $M.m^3/year$ (7.1) حتى $(10.9M.m^3/year)$ واحتياج المناطق الزراعية من $M.m^3/year$ (2.2) حتى $(5.3) M.m^3/year$ ، واحتياج المناطق الصناعية من $M.m^3/year$ (235.7) حتى $(253.3) M.m^3/year$ خلال فترة تطبيق السيناريوهات من (2000-2020) [4].

قدم (Mugatsia Erick,2010) 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)، واقتُرحت الدراسة بناء سدين ، الأمر الذي سيساعد على استقرار التدفق ويحسن تغطية الطلب إلى ما بين % (60-100) والتخزين في السدين سيساعد في تزويد مياه $(13000m^3/day)$ إلى البلدات المجاورة ، كما ستزيد كمية المياه للاستخدام الزراعي بنسبة % 90 في منطقة الدراسة [5].

يعد حوض نهر الحصين جزءاً من حوض الساحل في محافظة طرطوس، ويعتبر نهر الحصين من أهم الأنهار في المنطقة الساحلية ، ويقع حوض نهر الحصين بين حوضي نهر مرقية ونهر الغمقة ، تبلغ مساحة حوضه الصباب $355km^2$ ، ميله المتوسط فيبلغ % 28.8، الارتفاع المتوسط للحوض 560m عن سطح البحر .

- نهر الحصين كغيره من الأنهار الساحلية يجري 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 ، يبلغ طول المجرى الرئيسي 36Km لنهر قيس ، 34Km لنهر الخوابي .

أقيم مركز هيدرومتري على بعد (2.2km) من المصب وعلى موقع جسر طريق سيارات بانياس - طرطوس ومجهز بجهاز آلي ومسطرة للقياسات المائية وحالياً مركز جهاز آلي دجيتل لشركة جايكا (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، ولاسيما فيما يتعلق بإدارة السدود العديدة المقامة على نهر الحصين، هذا إلى 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 بالحسبان معدلات النمو الاقتصادي وتباين الاستخدام .

3- مواد وطرق البحث :

تجري معالجة المعطيات وتحليلها باستخدام موديلات النمذجة ، وتحتاج محاكاة السطح كله أو أجزاء منه ومحاكاة المياه الجوفية أو كليهما معا" 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، و إنشاء 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]

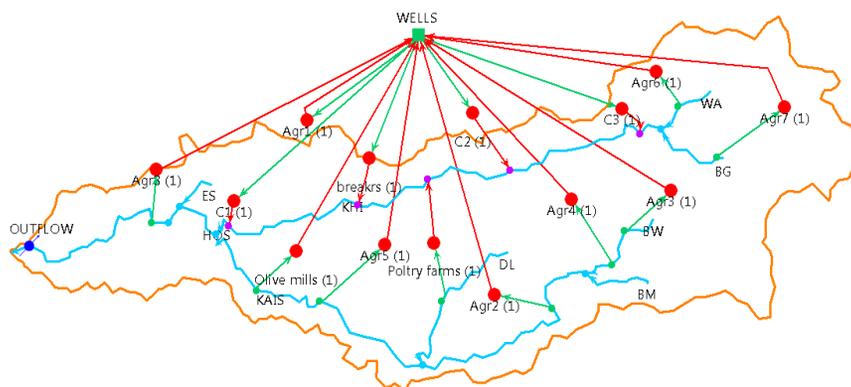
يعتمد نظام weap 21 على إدخال معطيات حالية (current account) للنظام المائي المدروس (السنة الحالية للبحث هي العام الهيدرولوجي 2009-2010) والفترة الزمنية للدراسة هي (2010-2030)، ثم يتم بالاعتماد على اختلاف

الاتجاهات الاقتصادية والهيدرولوجية والديموغرافية والتكنولوجية، إنشاء سيناريو تخطيطي يسمى بالسيناريو المرجعي Reference Scenario. ويمكن بعدها تطوير سيناريو أو أكثر بافتراضات بديلة حول التطورات المستقبلية، ويمكن للسيناريوهات أن تعطي مجالاً واسعاً من الأسئلة.

4- بناء النموذج باستخدام برنامج WEAP21:

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

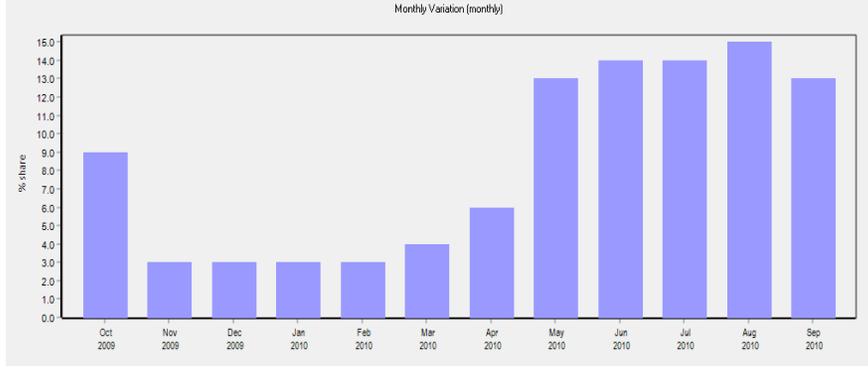
مواقع الاحتياج Demand sites:

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 وباللغة $40.15 \text{ m}^3 / \text{year}$ ، أي 110 L/cap/d [1]، الجدول (1).
- 2- اعتماد نسبة الاستهلاك % 15 من مجمل الاحتياج المائي المنزلي لكل فرد، حيث تخرج هذه النسبة من الموازنة المائية للمنطقة والراجع هو عبارة عن صرف صحي يصب في مجرى النهر (الحصين).
- 3- ندخل تغير الاستهلاك الشهري خلال سنة الأساس 2009-2010 كما يوضح (الشكل:3)، وتتراوح بين % (4-15) ، وتكون النسب المرتفعة للاستهلاك في فصل الصيف.

الجدول (1) الطلب على المياه لأغراض الشرب

المصدر	اسم النقطة في نموذج WEAP21	عدد السكان (نسمة)	أجمالي الاحتياج (مليون متر مكعب/السنة)
المياه الجوفية (wells)	C1	34506	1.38
	C2	77500	3.11
	C3	20060	0.80



الشكل (3) تغير استهلاك المياه الشهري للسكان بـ %، الباحثة.

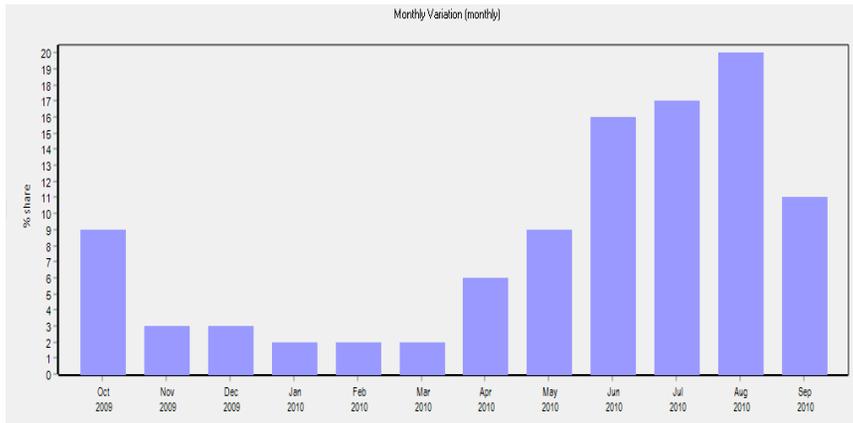
- نقاط الطلب الزراعي (Agriculture):

تبلغ مساحة الأراضي المروية ضمن الحوض ما يقارب 8366ha، بمعدل استهلاك سنوي $5500 \text{ m}^3/\text{ha}$ [8].

ندخل التغيرات الشهرية لكل نقطة طلب زراعية (نسبة الاحتياج الشهري من الاحتياج السنوي الكلي الجدول (2)، و نظراً للمناخ البارد الذي يسيطر على منطقة البحث، تزداد الزراعات المروية في الفصول الدافئة وفق نسب الاستهلاك الشهرية الموضحة في (الشكل 4).

الجدول (2) الطلب على مياه حوض الحصين للأغراض الزراعية.

المصدر	اسم النقطة في نموذج WEAP21	المساحة (هكتار)	احتياج الهكتار (متر كعب/السنة)	اجمالي الاحتياج (مليون متر مكعب/السنة)
الآبار	Agr1	3900	6500	25.35
الحصين	Agr2	1269.6	6300	8.2
نبع بمحصر	Agr3	496	5300	2.63
نبع بيت الوادي	Agr4	525	5477	2.87
نبع الدلبة	Agr5	430	5780	2.48
وادي العيون	Agr6	680	6300	4.284
البعلة	Agr7	365	6000	2.19
نبع الاسماعيلية	Agr8	700	6100	4.48



الشكل (4) تغير نسب الاستهلاك الشهرية للمياه في الأراضي الزراعية المروية، الباحثة.

- الاستهلاك لكل نقطة زراعية %80 من الأحتياج المائي 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 الأحتياج المائي $1820m^3/year$ للمنشأة الواحدة، تم تقدير متوسط إنتاج المعاصر ب $1.1775kg/day$ [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 الأحتياج المائي لكل طير خلال فترة التربية) حوالي 45 يوم) ب 15 ليتر تقريباً، حيث يبلغ الأحتياج المائي السنوي للمداجن حوالي $60750m^3/year$. [8]

- الكسارات (breakers)

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

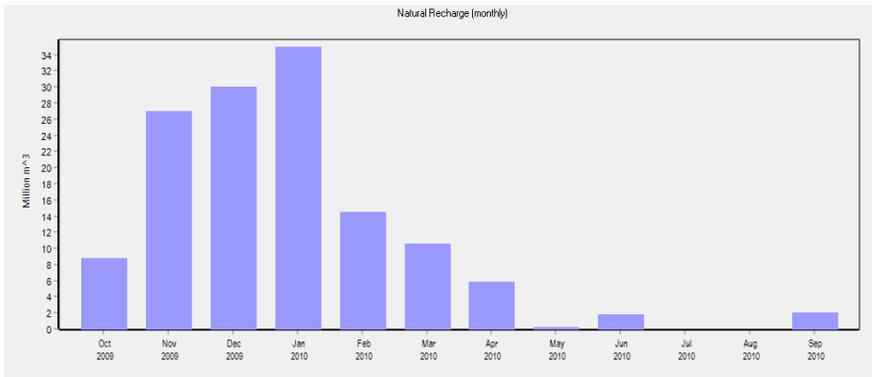
المصادر المائية Water Resources:

- 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، الباحثة.

❖ الينابيع Springs:

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

5- 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.

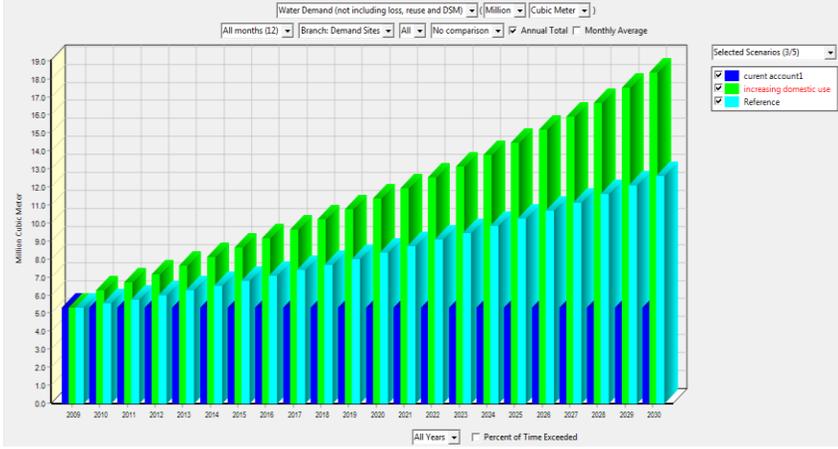
4- 1 سيناريو ازدياد معدل احتياج الفرد مع ازدياد معدل النمو السكاني:

- فرضيات سيناريو ازدياد معدل احتياج الفرد:

بينت دراسات مؤسسة مياه الشرب في محافظة طرطوس أن معدل استهلاك الفرد في عام 2011 وصل إلى (125L/day) بعد أن كان في عام 2009 (110L/day) ، تبعاً للتطورات الاقتصادية والاجتماعية، وبالتالي فإن معدل استهلاك الفرد بارتفاع، وبناء عليه فإنه تم افتراض أن معدل استهلاك الفرد سيكون (160L/day) عام 2030 ، وأن معدل استهلاك الفرد سيكون بازدياد تدريجي خلال فترة الدراسة .

توضح نتائج سيناريو ازدياد معدل استهلاك الفرد ما يلي:

أ- زيادة الطلب على المياه في التجمعات السكنية (C1,C2,C3)، بزيادة عن السيناريو المرجعي في عام 2030 مقدارها (5.38 M.m³/year) لزيادة عدد السكان وازدياد الاحتياج المائي للفرد، و يبين (الشكل:6) المقارنة بين السنة المرجعية والسيناريو المرجعي والحالي.

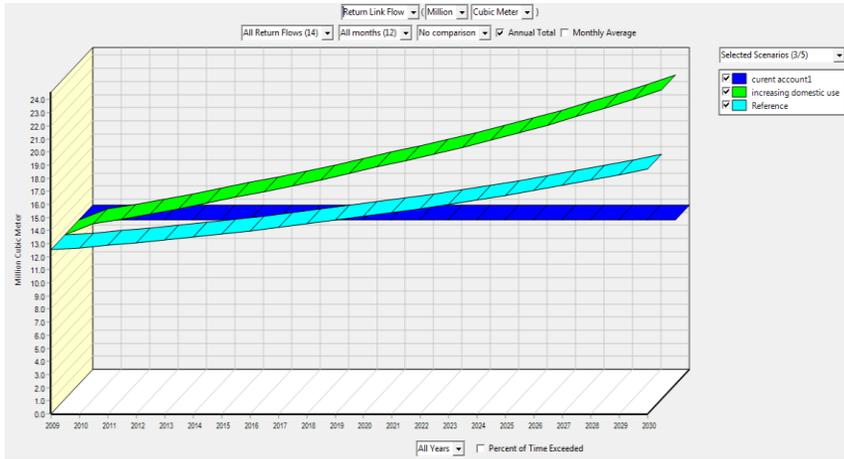


الشكل (6) مقارنة الطلب على المياه في سيناريو زيادة معدل استهلاك

الفرد والسنة المرجعية والسيناريو المرجعي

ب-زيادة الراجع من مياه الصرف:

وصلت زيادة كمية الراجع إلى النهر من التجمعات السكنية فقد وصلت في نهاية الفترة المدروسة إلى $(22.9208M.m^3/year)$ بعد أن كانت $(18.2572M.m^3/year)$ في السيناريو المرجعي، يبين (الشكل: 7) المقارنة بين السنة المرجعية والسيناريو المرجعي وسيناريو ازدياد معدل احتياج الفرد.

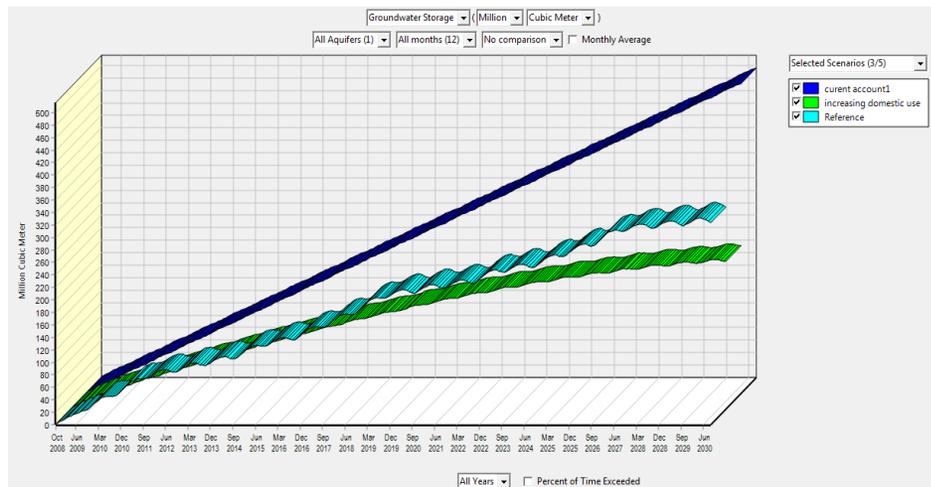


الشكل (7) مقارنة الراجع من مياه الصرف في سيناريو زيادة معدل استهلاك الفرد

والسنة المرجعية والسيناريو المرجعي

ج- تناقص مخزون المياه الجوفية:

نلاحظ وجود هبوط في منسوب المياه الجوفية (استنزاف) ، بسبب زيادة السحب من الآبار نتيجة زيادة عدد السكان وزيادة معدل الاستهلاك ، وانخفاض حجم التخزين الجوفي بمقدار (93.801 M.m³/year) خلال الفترة المدروسة، (الشكل:8) يبين المقارنة بين السنة المرجعية والسيناريو المرجعي والحالي.

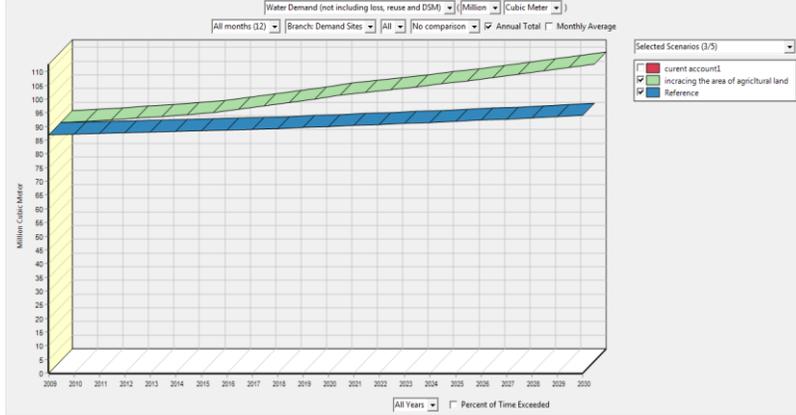


الشكل (8) يبين المقارنة في تغير حجم تخزين المياه الجوفية بين سيناريو زيادة معدل استهلاك الفرد والسنة المرجعية والسيناريو المرجعي .

2-4 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.

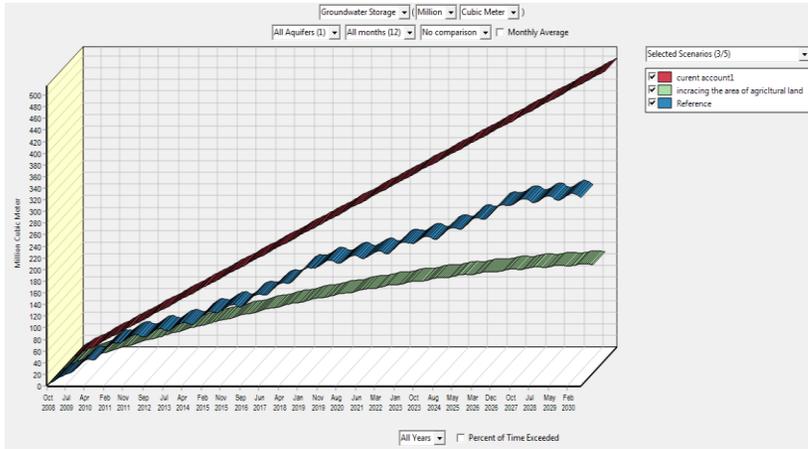
بتطبيق التغير في مساحة الأراضي الزراعية المروية ، وبمقارنة سيناريو زيادة مساحة الأراضي المروية مع السيناريو المرجعي سيزداد الاحتياج المائي للأراضي الزراعية بمقدار 14.49M.m³/year، كما يوضح (الشكل:9)



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

نتائج تطبيق سيناريو زيادة المساحة المروية:

- أ- تناقص مخزون المياه الجوفية بسبب زيادة السحب من الآبار ، بالمقارنة مع السيناريو المرجعي، فقد انخفض حجم التخزين الجوفي في نهاية الفترة المدروسة مقدار $144.49M.m^3/year$ ، كما يبين (الشكل: 10)



الشكل (10) مقارنة التغير في حجم التخزين الجوفي بين سيناريو زيادة المساحة المروية و السيناريو والمرجعي و السنة المرجعية.

ب-ازداد الراجع من مياه الصرف الزراعي إلى النهر ، وقد بلغت الزيادة في نهاية الفترة المدروسة (1.045 M.m³/year) بالمقارنة مع السيناريو المرجعي، كما يوضح (الشكل :11).

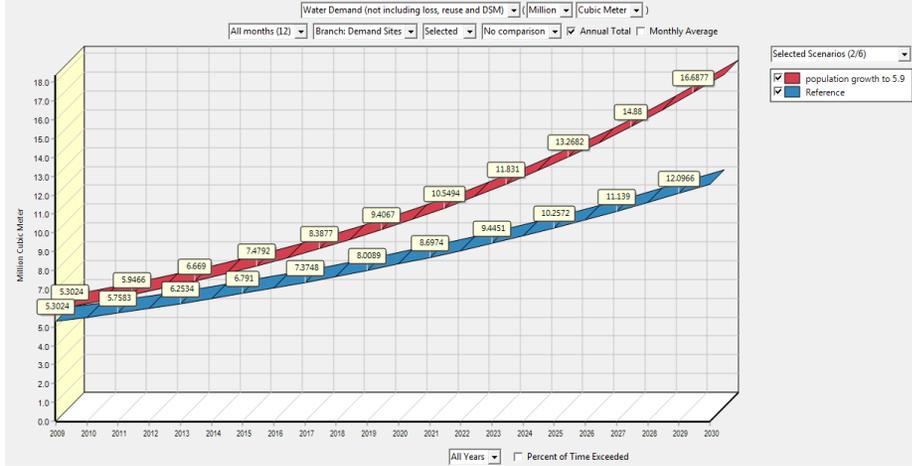


الشكل (11) مقارنة الراجع من المياه في سيناريو زيادة المساحة المروية بالنسبة للسنة المرجعية والسيناريو المرجعي

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 2011، حيث ارتفع عدد السكان في منطقة البحث بنسبة % 18 أكثر مما كانت عليه قبل العام 2011 م، وكان معدل النمو السكاني في هذا السيناريو % 5.9 . بمقارنة سيناريو ارتفاع معدل النمو السكاني بالسيناريو المرجعي سيزداد الاحتياج السنوي للقرى الواقعة

ضمن حوض نهر الحصين بمقدار (4.591Mm³/year) بحلول عام 2030، كما يبين (الشكل:12).

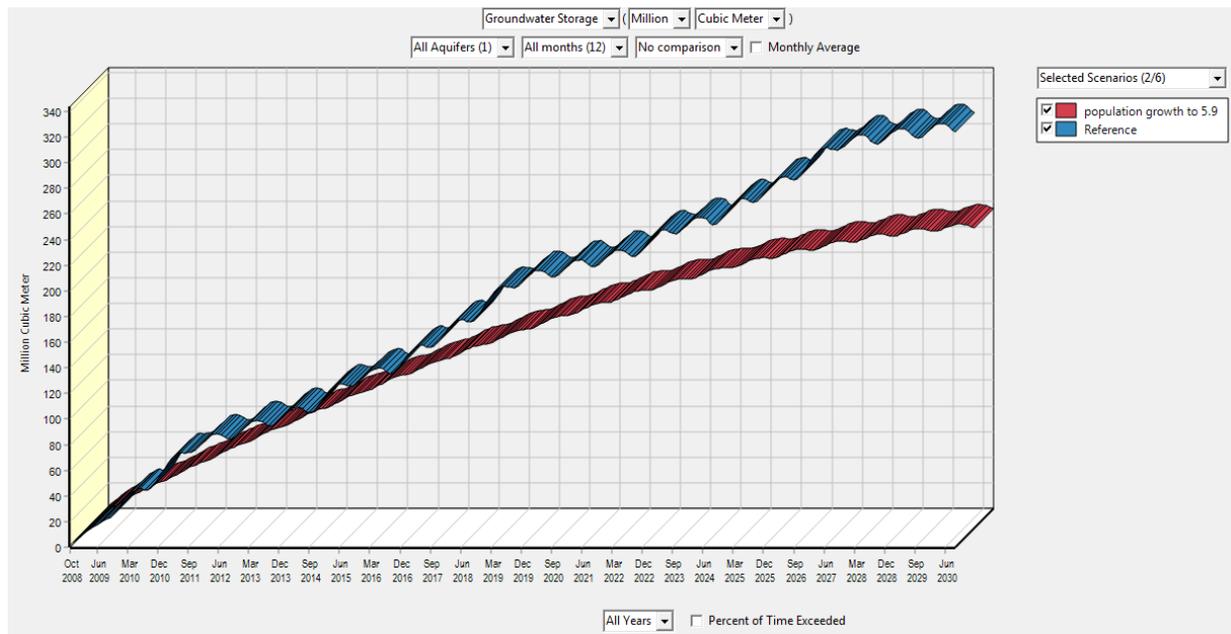


الشكل (12) زيادة الطلب على المياه في سيناريو زيادة معدل النمو السكاني بالنسبة للسيناريو المرجعي

نتائج سيناريو ارتفاع معدل النمو السكاني :

أ- تناقص مخزون المياه الجوفية نتيجة زيادة السحب من الآبار ، بلغ مقدار الانخفاض في منسوب المياه الجوفية في نهاية الفترة المدروسة (87.145M.m³/year) بالمقارنة مع السيناريو المرجعي ، كما يوضح

(الشكل : 13)



(الشكل - 13) انخفاض منسوب المياه الجوفية في سيناريو ارتفاع معدل النمو

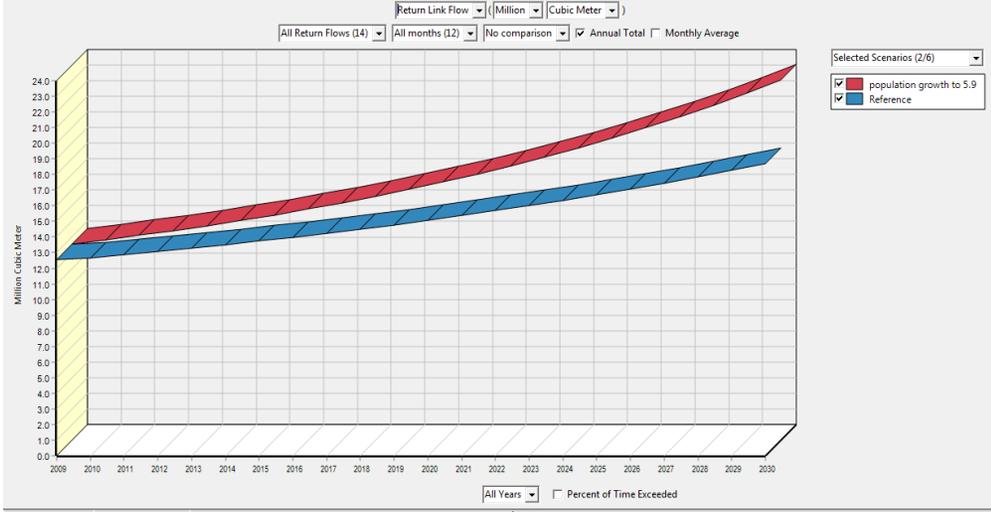
السكاني مقارنة بالسيناريو المرجعي

ب- زيادة الراجع من مياه الصرف إلى النهر ، وقد بلغت الزيادة في كمية مياه

الصرف الراجعة في نهاية الفترة المدروسة (3.973M.m³/year) بالمقارنة مع

السيناريو المرجعي ، كما يبين (الشكل: 14).

إدارة الموارد المائية في حوض الحصين باستخدام نظام WEAP21



(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 $(5.38M.m^3/year)$ بحلول عام 2030 نتيجة ل ازدياد معدل استهلاك الفرد للمياه .
- ازدياد الاحتياج المائي السنوي للقرى الواقعة ضمن الحوض بمعدل يصل إلى $(4.591M.m^3/year)$ بحلول عام 2030 نتيجة لارتفاع معدل النمو السكاني والزيادة الطارئة في عدد السكان بسبب النزوح.
- ازدياد الاحتياج المائي للأراضي الزراعية المروية بمقدار $(13.483M.m^3/year)$ خلال عام 2030 نتيجة زيادة مساحتها من (23.5%) حتى (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:

- 1- فركوح، بسام؛ شاكر، أمجد؛ أب الشعر، وائل. الإدارة المتكاملة للموارد المائية . 2006 جامعة دمشق-كلية الهندسة المدنية-قسم الهندسة المائية ضمن إطار مشروع Tempus، 2003-31054-JEP، 2006، 312.
- 2-محمد، ديمة؛ حايك، شريف؛ عمار، غطفان. تأثير التغيرات المناخية على تدفقات نبع بانياس. سورية، مجلة جامعة تشرين، سوريا، 2013، 18.
- 3-رشيد، فراح سياسة إدارة الموارد المائية في الجزائر ومدى تطبيق الخصخصة في قطاع المياه في المناطق الحضرية. أطروحة دكتوراه ، الجزائر 2010، 357.
- 4-الأسعد، علي؛ عمار، غطفان. الهيدرولوجيا الهندسية. جامعة تشرين 2007، 506.
- 5- مديرية الزراعة في طرطوس. تقارير فنية واحصائية (غير منشورة)، 2018 .
- 6- مديرية الموارد المائية في طرطوس. تقارير ودراسات مناخية (غير منشورة)، 2018.

- 7- 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
- 8–DHV Company; TNO-NITG Company .*Costal water resources management project*.222 ,5112.
- 9- SHIRKE.A.J et all .*Watershed Management Using Weap – An Overview* , Proceeding of International Conference SWRDM.11 ,5115 ,
- 10- MUGATSIA, E. *Simulation and scenario analysis of water resourcesmanagement in perkerra catchment using WEAP model*.
Moi University, 2010,156.

تقييم كفاءة تعرفقة المياه المنزلية والصناعية

في الجمهورية العربية السورية

المهندس علي بلال: طالب دراسات عليا (دكتوراه) في قسم الهندسة المائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق

بإشراف:

الدكتور المهندس وسام نخلة: أستاذ مساعد في قسم الهندسة المائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق.

الدكتور المهندس بسام فركوح: مدرس في قسم الهندسة المائية، كلية الهندسة المدنية، جامعة دمشق.

ملخص البحث:

تعد المياه العنصر الأساس لاستمرار الحياة بكل أشكالها وأنشطتها الزراعية والصناعية والسياحة والخدمية.

تعتمد السياسات المائية في سورية على التوسع باستخدام المياه مقابل تعرفات منخفضة، مما أدى إلى هدر كميات كبيرة من المياه واختلال الموازنة المائية وتهديد استدامة هذا المورد الحيوي.

يناقش هذا البحث كفاءة تعرفة المياه في القطاع المنزلي والقطاع الصناعي، وذلك وفق نظام استثمار المياه الموحد المعتمد في الجمهورية العربية السورية، وقياس الفجوة المالية الكبيرة جداً بين التعرفة المطبقة والكلفة الحقيقية لواحدة الحجم من المياه. وانعكاس ذلك على استمرارية الخدمات المائية المقدمة وجودتها، وقد أثبت البحث ضعف كفاءة نظام التعرفة حيث تراوحت نسبة الاسترداد بين (0.90 و 3.14) %، وبالتالي ضعف كفاءة نظام التعرفة في الحد من الهدر بسبب الفجوة الكبيرة بين التعرفة المعتمدة والتكلفة الفعلية للتزويد.

كلمات مفتاحية: تعرفة المياه- السياسات المائية- كفاءة استخدام المياه- العرض المائي- الطلب المائي.

Evaluating the efficiency of domestic and industrial water tariffs in the Syrian Arab Republic

Eng.Ali Bilal: Postgraduate Student (PhD), Water Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Damascus University.

Dr. Eng. Wissam Nakhleh: Associated Professor, Water Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Damascus University.

Dr. Eng. Bassam Farkouh: Lecturer, Water Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Damascus University.

ABSTRACT

Water is the basic element for the continuation of life in all its forms and activities in agriculture, industry, tourism and services.

Water policies in Syria depend on expanding the use of water at low tariffs, which has led to the waste of large quantities of water, disrupting the water balance and threatening the sustainability of this vital resource.

This research discusses the efficiency of water tariffs in the domestic and industrial sectors, according to the unified water investment system adopted in the Syrian Arab Republic, and measures the very large financial gap between the applied tariff and the real cost of one volume of water. This reflects on the continuity and quality of the water services provided. The research proved the weak efficiency of the tariff system, as the recovery rate ranged between (0.90 and 3.14%), and thus the weak efficiency of the tariff system in reducing waste due to the large gap between the approved tariff and the actual cost of supply.

Keywords: Water Tariff - Water Policies - Water Use Efficiency - Water Supply - Water Demand.

1- مقدمة:

للماء قدسية تعادل قدسية الحياة ذاتها، فلا حياة بدون الماء، وهو العنصر الأساس لاستمرار الحياة بكل أشكالها وأنشطتها الزراعة والصناعة والسياحة والخدمية.

تعتمد السياسات المائية المتبعة في سورية على التوسع باستخدام المياه لكافة القطاعات، وتتكفل الدولة بتوفير المياه مقابل تعرفات منخفضة، وأدى ذلك إلى هدر كميات كبيرة من المياه وارتفاع تكاليف الضخ وزيادة التكلفة وتهديد استدامة هذا المورد.

يناقش هذا البحث كفاءة تعرفة المياه في القطاع المنزلي والقطاع الصناعي وفق نظام استثمار المياه الموحد في الجمهورية العربية السورية.

2- هدف البحث:

يتلخص الهدف العلمي من البحث بتقييم كفاءة تعرفة المياه المطبقة في الجمهورية العربية السورية للاستخدامات المنزلية والصناعية، وتقديم مقترحات للحد من تبديد هذه الثروة باستخدام التعرفة.

3- مواد وطرق البحث:

3-1- ترشيد السياسات المائية:

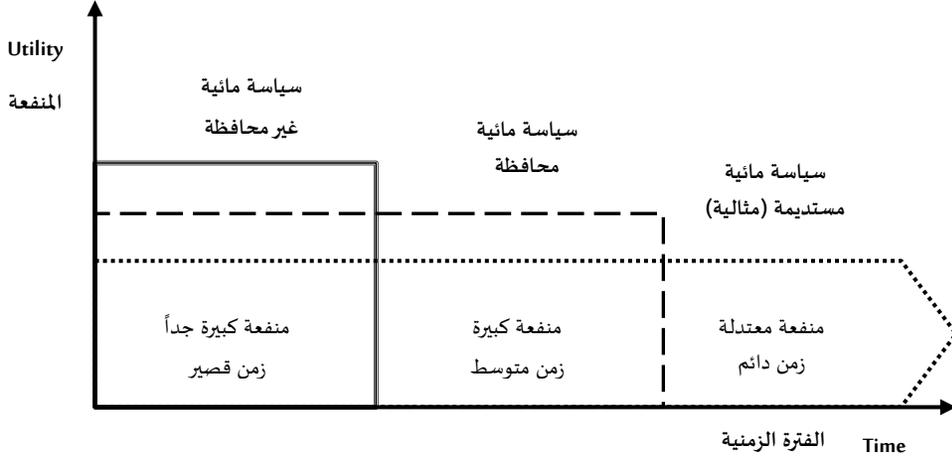
يُميز عادة بين سياستين مائيتين لاستخدام الموارد المائية [1]:

- سياسة مائية غير محافظة: حيث يتم استهلاك المياه المتاحة بشكل يفوق إمكانية تجديدها.

- سياسة مائية محافظة: تهدف إلى تقليل معدل استهلاك المياه من أجل إتاحتها للأجيال القادمة، وتكون هذه السياسة في حالة مثالية عندما يتم استهلاك الموارد في حدود الكمية المتجددة (سياسة مائية مستدامة).

يبين الشكل رقم (1) تمثيلاً لهذه السياسات، فعندما يتم الاستخدام الجائر للمياه تكون المنفعة (الاجتماعية والاقتصادية) كبيرة جداً، ولكنها تنتهي مع نضوب المصادر المائية أو عندما يصبح استثمارها غير مجدٍ اقتصادياً أو بيئياً (سياسة غير محافظة). وتتخفف

المنفعة مع ضبط الاستخدام ولكنها تدوم لفترة أكبر (سياسة محافظة). كما يظهر الشكل أن المنفعة تستمر بشكل دائم عندما يتم استخدام المياه بشكل متناسب مع حجم تجدها (سياسة مائية مستديمة):



الشكل (1): تأثير السياسات المائية على حجم واستدامة المنفعة

المصدر: [2] بتصريف.

3-2- كفاءة استخدام المياه (Water Use Efficiency):

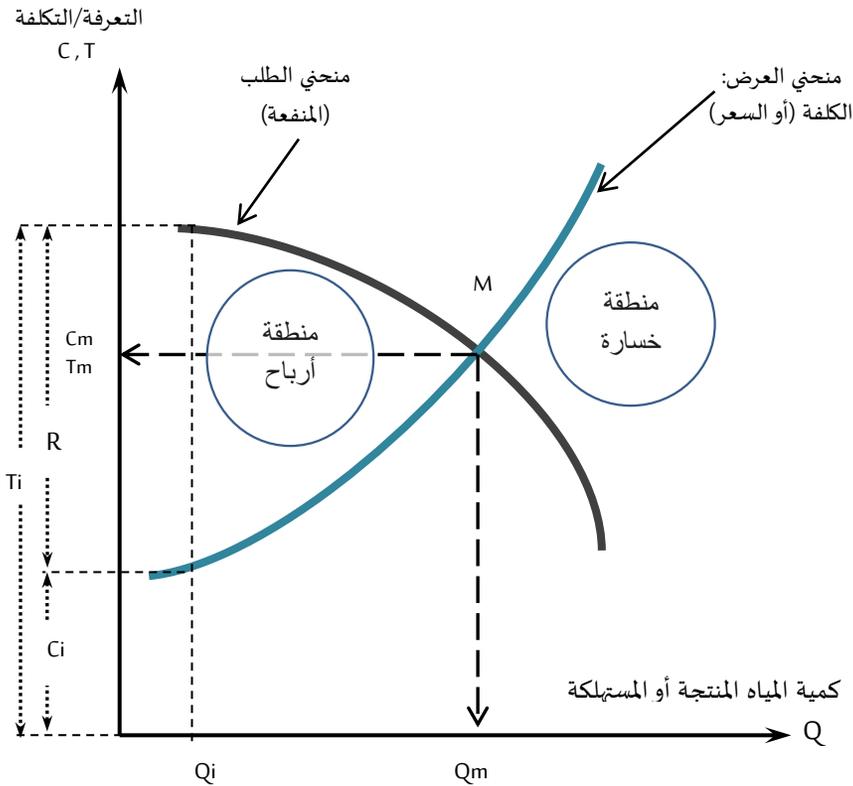
أطلق مؤتمر دبلن عام 1992 عدة مناهج لزيادة كفاءة استخدام المياه أهمها: المنهج الشمولي (Holistic Approach)، والمنهج التشاركي (Participatory Approach)، والمنهج الاقتصادي (Economic Approach) [3].

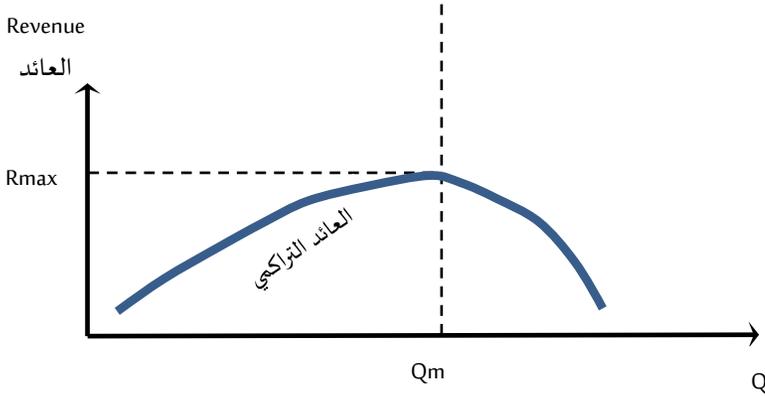
يستوجب المنهج الاقتصادي الاعتراف بالقيمة الاقتصادية للمياه في كل استخداماتها، مع الحفاظ على الحقوق الاجتماعية على رأس أولويات الاستخدام، وبالتالي يمكن استخدام المبادئ الاقتصادية لحل المشكلات المائية ورفع كفاءة الاستخدام بشكل فعال [4].

يتم مواجهة التحديات المائية باستخدام العديد من الوسائل: (فنية- اقتصادية- مؤسساتية- تشريعية- تنظيمية). تتضمن الوسائل الاقتصادية استخدام نظام التعرف أو تسعير المياه (Water Pricing) كأداة لترشيد الاستهلاك من خلال تغيير

السلوك الاستهلاكي، واسترداد تكلفة توفير المياه ومعالجة التلوث [5]. فلم تعد الموارد المائية مجرد مادة حرة يمكن الحصول عليها مجاناً، بل أصبحت مورداً اقتصادياً ولها قيمة تتناسب مع ندرتها النسبية، ويتطلب توفيرها استخدام تقنيات وبنى تحتية وكلف إنشاء سدود وحفر آبار ومنظومات نقل وصيانة وتشغيل. كما إن استنزاف الموارد المائية يؤدي إلى ارتفاع التكاليف استخراجها واستثمارها، والتأثير على حقوق الأجيال القادمة.

3-3- العلاقة بين العرض والطلب على المياه:



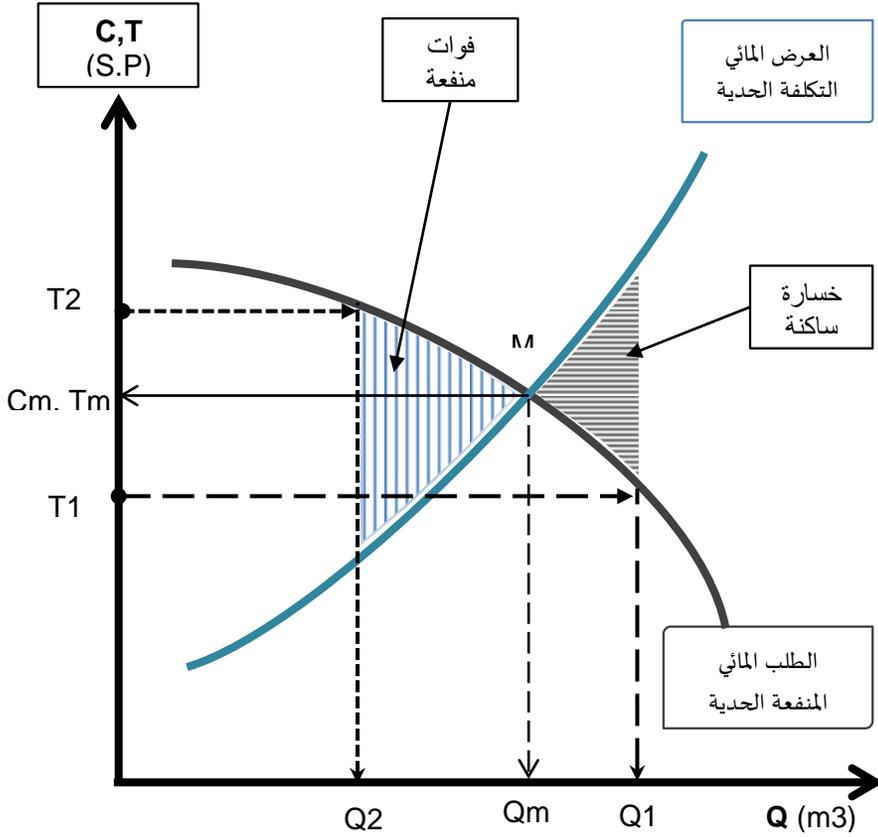


الشكل (2): العلاقة بين العرض والطلب على المياه، والعائد على الاستخدام
المصدر: من اعداد الباحثين بناء على: [6] و [7].

- تمثل المساحة الواقعة تحت منحنى العرض (تكاليف تزويد المياه)، وتمثل المساحة الواقعة تحت منحنى الطلب (منافع استخدام المياه).
- تمثل المنطقة الواقعة إلى يمين نقطة التعادل منطقة الخسارة الناجمة عن الإفراط في استخدام المياه مقابل تعرفات مخفضة (تكاليف توفير المياه أكبر من منافع استخدامها).
- تمثل المنطقة الواقعة إلى يسار نقطة التعادل منطقة الأرباح المتحققة من استخدام المياه (تكاليف توفير المياه أقل من منافع استخدامها).
- من أجل وحدة مائية (Q_i)، يعطى العائد على الاستخدام بالعلاقة: $R_i = T_i - C_i$
- يكون العائد موجياً عند بداية الاستهلاك، وينعدم عند تقاطع منحنى العرض والطلب في نقطة التوازن (النقطة التي تحقق أكبر ارتفاع من المياه)، ويصبح العائد سالباً بعد نقطة التوازن [8]، كما يظهر الشكل رقم (2).
- يتزايد العائد التراكمي حتى يبلغ الحد الأعظمي عند نقطة التوازن ($T_i = C_i$)، ثم يبدأ بعدها بالتراجع حيث يصبح ($T_i < C_i$).
- يتحقق الاستهلاك الأمثل عند نقطة التعادل (M) التي تمثل توافق المنتج والمستهلك، وهي النقطة التي تتحدد عندها كمية التعادل وسعر التعادل.

3-4- استخدام تعرفه المياه كأداة لضبط الاستهلاك المياه:

- يتقاطع منحني العرض والطلب في نقطة التوازن (النقطة التي تحقق أكبر انتفاع من المياه) كما يظهر الشكل رقم (3).
- يتم تعظيم المنفعة من استخدام المياه عند تسعير المياه بتكلفتها الحدية، أي عندما تتساوي التكلفة الحدية والمنفعة الحدية (نقطة التوازن).
- إذا تم تسعير المياه للمستهلك بتعرفة (T_1) أقل من كلفة التوازن (T_m) فسيتم استهلاك كمية (Q_1) أكبر من (Q_m) وتكون (زيادة التكاليف < زيادة المنافع)، وبالتالي ستكون هناك خسارة مقابلة في صافي المنافع تسمى (خسارة ساكنة (deadweight loss)) ناتجة عن الاستهلاك الجائر [9].
- إذا تم تسعير المياه بتعرفة (T_2) أكبر من كلفة التوازن (T_m) فسيستهلك كمية (Q_2) أقل من (Q_m)، وتكون (زيادة المنافع < زيادة التكاليف)، وبالتالي ستكون هناك خسارة في صافي المنافع تسمى "فوات منفعة" بسبب عدم استهلاك كل المياه المتاحة:



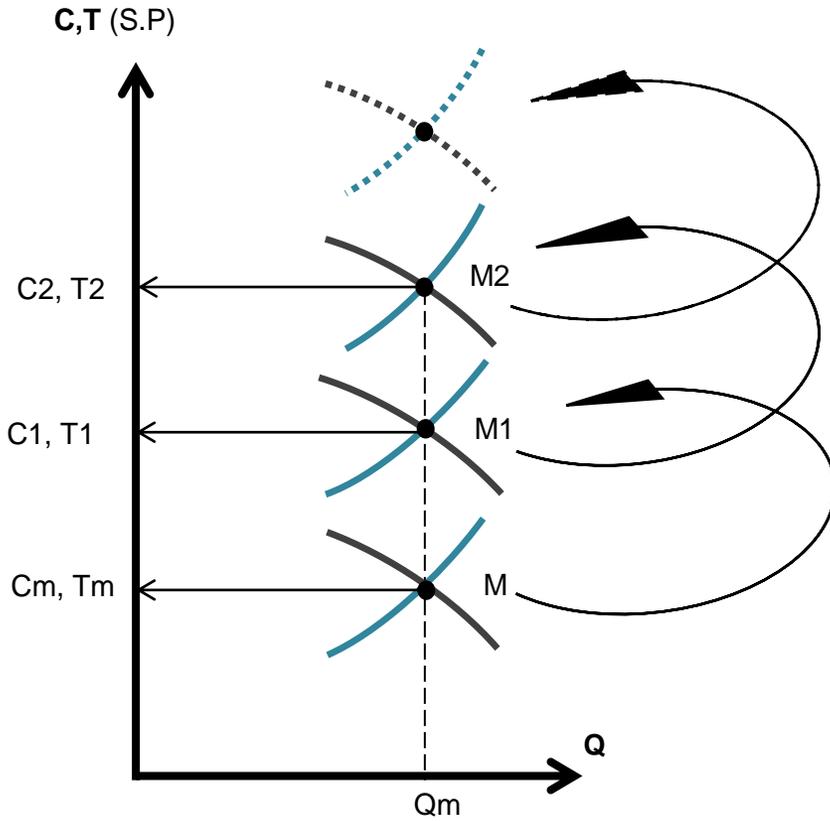
الشكل (3): نقطة التوازن بين العرض والطلب في استهلاك المياه

المصدر: [8] و [9]

– ومع استمرار الاستهلاك الجائر للمياه ستستمر الزيادة في تكلفة توفير الكمية نفسها (بسبب زيادة التكاليف الاستثمارية والتشغيلية)، وبالتالي تنتقل نقطة التوازن (M) إلى الأعلى (M₁) ثم (M₂) ... إلخ، وتزداد التكلفة باستمرار كما في الشكل رقم (4).

مما تقدم يتضح أن تعرفه المياه يجب أن تعبر عن قيمتها، وبالتالي يمكن استخدام التعرفة كأداة لضبط الاستهلاك، دون المساس بالحقوق الاجتماعية،

وعدم التعامل معها كسلعة سوقية تُباع وتُشتري [1]، فالمياه ملك لجميع الأفراد. بالإضافة إلى ذلك فإن ندرة المياه النسبية وارتباطها الوثيق بالحياة واحتياجات المجتمع تقتضي إدارتها وتنظيم استثمارها للحفاظ عليها واستدامتها وتعظيم منفعتها للدولة والمجتمع.



الشكل (4): تغير موقع نقطة التوازن مع الاستثمار الجائر للمياه إلى وضع أسوأ

المصدر: من اعداد الباحثين بناء على [8] و [9]

3-5- أنظمة تسعير (تعرفه) المياه:

تؤثر أنظمة تسعير المياه على كمية الاستهلاك بحيث يدفع المستهلك سعر المياه مهما ارتفع ما دام يحتاج لها، أما كميات المياه فوق الحاجة فتحكمها علاقة عكسية بين سعرها والطلب عليها [10]. ويعتمد التسعير على حجم الأموال اللازمة لإنشاء وإدارة وصيانة المنظومات المائية. وتتعلق هيكلية التسعير بخصوصية كل دولة مثل: (طبيعة الطلب المائي، معدل النضوب، نوعية المياه، درجة الرفاه الاجتماعي، قدرة واستعداد المستهلك على الدفع، القيود التشريعية والإدارية) [1]. وينتج عن أنظمة التسعير الفعالة تخفيض الطلب على المياه وتوفير الفائض لاستخدامات أخرى [11]، وتحقيق العدالة، وتحسين الكفاءة الإدارية، واستدامة المورد [12].

3-5-1- أهداف نظام تسعير المياه:

يجب أن يحقق نظام تسعير المياه العديد من الأهداف ليكون نظاماً فعالاً كما في الشكل (5)، من أهم هذه الأهداف [4]:

أ. كفاية الإيرادات (Revenue Sufficiency):

يجب أن يغطي نظام التعريفه جميع تكاليف تزويد المياه، لتأمين التدفقات النقدية الكافية لضمان تشغيل وإدارة نظام الإمداد بكفاءة وفعالية، والحفاظ على جودة الخدمة رضا المستهلك ورغبته في الدفع. وتشمل التكاليف التالية:

- تكاليف التشغيل والصيانة (الكهرباء وتكاليف العمالة والإصلاح...)
- تكاليف رأس المال: وتشمل الاستثمارات في البنية التحتية القائمة والجديدة، وخدمة الديون.
- تكلفة الفرصة البديلة (Opportunity Cost): أي الخسارة الناجمة عن عدم إمكانية الاستفادة من المياه في استخدام آخر [9].
- تكلفة العوامل الاقتصادية الخارجية (مثل استنزاف المياه الجوفية، أو التلوث).

ب. الكفاءة الاقتصادية (Economic Efficiency):

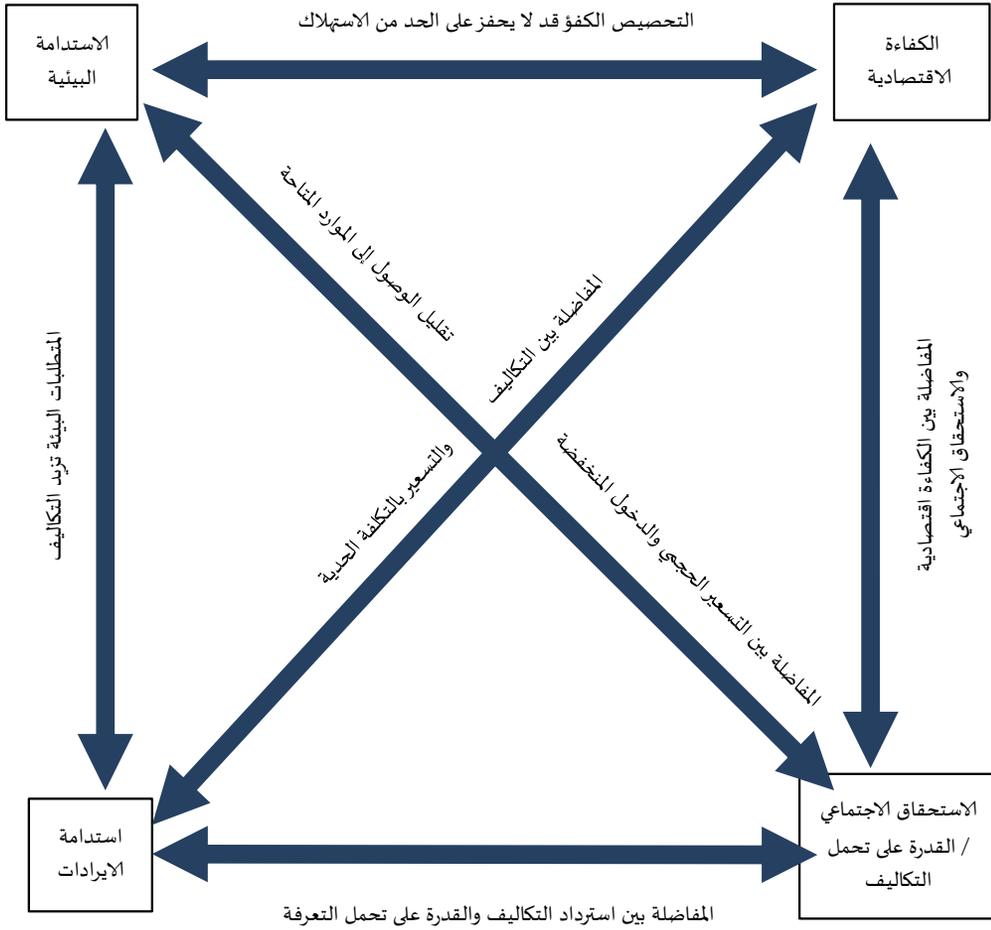
يقتضي مبدأ الكفاءة الاقتصادية وضع نظام تسعير المياه يراعي تخصيص المياه حسب الفوائد الحدية الأعلى، كما يجب أن يحد نظام التسعير من الاستخدام المفرط للمياه حيث تتجاوز الفوائد الحدية التكلفة الحدية لكل وحدة مياه مستهلكة.

ج. الاستدامة البيئية (Environmental Sustainability):

يعد مورد المياه ضرورياً للنظام البيئي وتحقيق الاستدامة البيئية، ويجب أن يضع نظام التسعير حوافز لحماية المياه في الطبيعة

د. الاستحقاقات الاجتماعية (Social Concerns):

يجب أن تكون إمدادات المياه في متناول جميع المستهلكين وبأسعار معقولة، بهدف حماية الفئات الضعيفة ذات الدخل المنخفض بشكل أساسي.



الشكل (5)، أهداف نظام التسعير الفعال

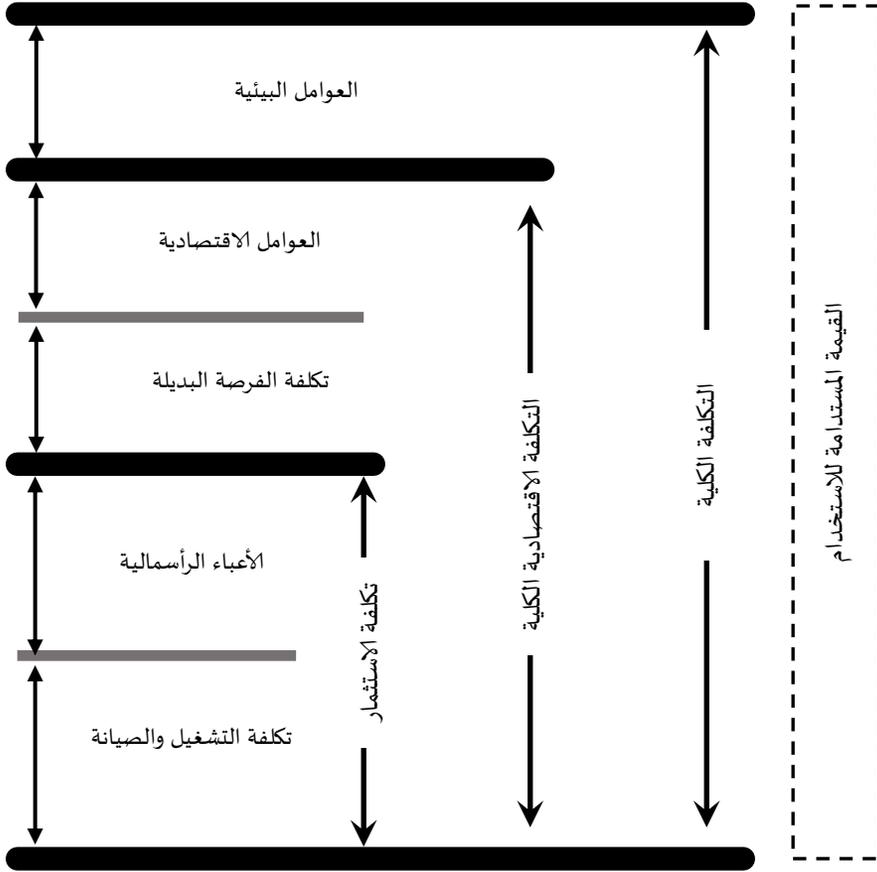
المصدر: [4]

ترتبط الأهداف الأربعة بعضها ببعض بطرق مختلفة، فعلى سبيل المثال تؤدي الزيادة في السعر الحجمي إلى تحقيق هدف كفاية الإيرادات، ولكنها قد تؤدي أيضاً إلى تقليل موارد المياه المستخدمة بسبب انخفاض الطلب على المياه مما يسهل تحقيق هدف الاستدامة البيئية.

وهذا يعني أنه بغض النظر عن الميزانية يجب أن يحصل الجميع على الحد الأدنى من احتياجاته المائية.

3-5-2- مكونات التسعيرة (التعرفة):

يوضح الشكل رقم (6) مكونات التعرفة:



الشكل (6): مكونات تعرفه المياه

المصدر: [4]

لا تقوم معظم الدول باسترداد النفقات الرأسمالية، أو تكتفي باسترداد جزء منها وبشروط ميسرة [13]. أما تكلفة الصيانة والتشغيل فتتضمن نفقات الصيانة الدورية والطائرة للمعدات والتجهيزات والمباني والشبكات وأجور العمالة والفنيين والإداريين والمواد المستخدمة والأدوات والطاقة المستخدمة والاتصالات ووسائل النقل والإيجارات.

تضم التكاليف البيئية قيمة الإخلال بالتوازن الطبيعي بسبب تلوث المياه. ففي عام 1972 أوصت منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية باستخدام مبدأ "الملوث يدفع" أي تحميل تكلفة معالجة آثار التلوث على التكلفة [14].

3-5-3- مبادئ تسعير مياه الشرب:

عند تسعير الموارد المائية يمكن تصميم أشكال مختلفة من أنظمة تعرفه المياه ووضعها في التطبيق بالاستناد إلى المبادئ التالية [15]:

أ. مبدأ أقصى حجم من الأرباح:

يتلخص هذا المبدأ بتعظيم الفارق بين الإيرادات الحدية والتكاليف الحدية للمياه المنتجة، أي عندما يتعادل الإيراد الحدي¹ مع التكلفة الحدية²، وهذا يعني استغلال كل وحدة مياه عندما يكون الإيراد الناتج عنها أكبر من تكلفة إنتاجها. يحقق هذا المبدأ فوائض مالية للمؤسسة المسؤولة عن المياه يساعدها في توسيع مشاريعها وتحقيق جودة خدماتها وتخفيف الأعباء المالية عن الدولة. إلا أن هذا المبدأ يتعارض مع الأهداف العامة للدولة لأن الأرباح المتحققة تكون على حساب رفاهية المستهلك.

ب. مبدأ سعر التعادل:

يتم إنتاج المياه وفق هذا المبدأ عند مستوى يتعادل فيه الإيراد المتوسط مع متوسط التكلفة الكلية لوحدة المياه.

يحقق هذا المبدأ إيرادات كلية تغطي جميع النفقات الكلية. إلا أنه لا يحقق الكفاءة الاقتصادية، ويصعب تطبيقه حيث تشترك مياه الشرب والمياه الصناعية والخدمية بشبكة واحدة، وتتشارك جميعها باستهلاك الطاقة والتخزين والتوزيع [1].

¹ الإيراد الحدي: هو الإيراد الذي يتم الحصول عليه من بيع وحدة إضافية (حدية) من المياه.

² التكلفة الحدية: هي تكلفة إنتاج وحدة إضافية (حدية) من المياه.

ج. مبدأ التسعير الحدي:

تحدد كمية المياه المنتجة والسعر المقابل لها عندما يتعادل الإيراد المتوسط (السعر) مع التكلفة الحدية للإنتاج متضمنة (نفقات توفير المياه ونقلها ومعالجتها وتوزيعها وإدارتها، والتكاليف الاجتماعية وقيمة الندرة). ويسمى هذا المبدأ "مبدأ التسعير الأمثل" فهو يؤدي إلى زيادة كفاءة استخدام المياه [1] ويحد من الهدر، كما يمكن تحميل السعر رسوم مقابل تلويث المياه والبيئة.

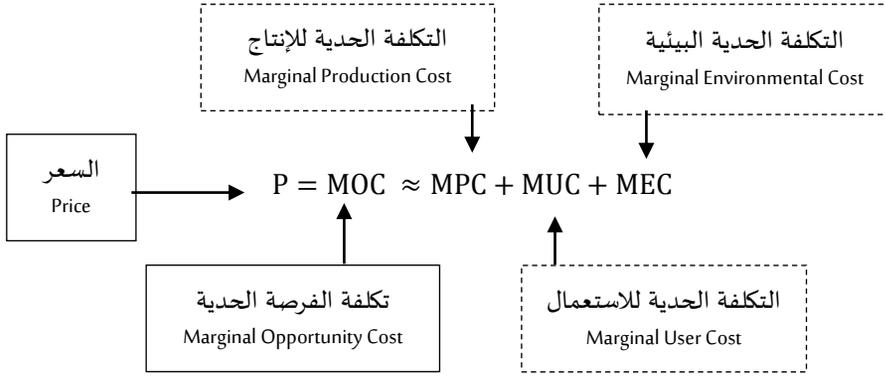
ومن عيوب استخدام هذا المبدأ صعوبة حساب التكاليف الحدية وارتباطها بنوعية المياه، ولا يراعي عدالة التوزيع، كما أن تطبيق هذا المبدأ يتطلب استخدام عدادات دقيقة لقياس كميات المياه المستخدمة وبالتالي ارتفاع التكاليف [13].

د. مبدأ التسعير الكفؤ:

بحسب هذا المبدأ، ينبغي لأي نظام تسعير إشباع الحاجات الاجتماعية وتحقيق عدالة التوزيع، ويتحقق ذلك بتطبيق مبدأ تسعير اعتماداً على تكلفة الفرصة البديلة³، إضافة إلى التسعير المتعدد حسب كميات الاستهلاك المنزلي خلال زمن معين.

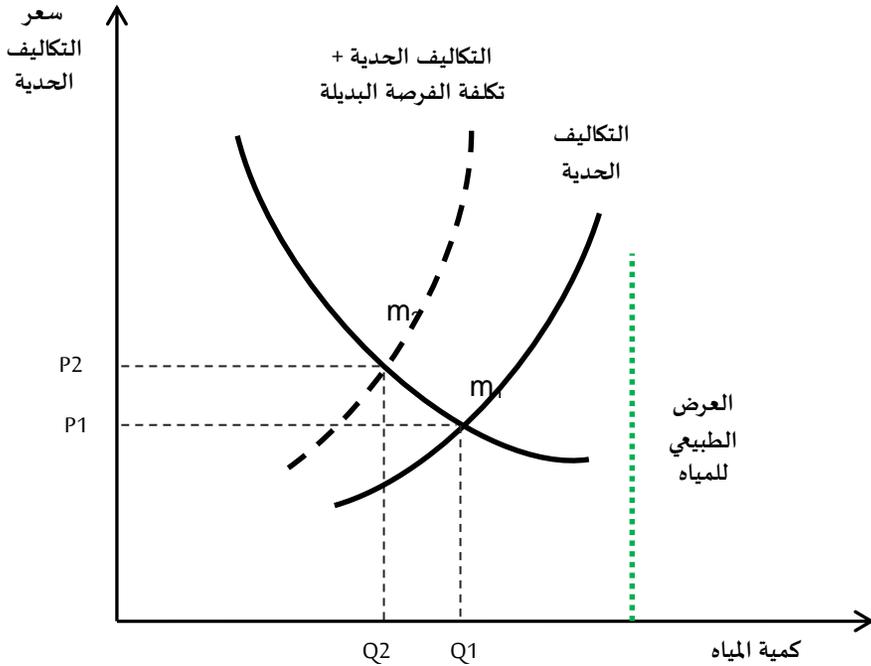
ويأخذ شكل معادلة التسعير وفق هذا المبدأ [7] و [13]:

³ تكلفة الفرصة البديلة الاجتماعية: يتم تقدير تكلفة المياه بما يعادل التكلفة التي يتحملها المجتمع نتيجة توجيه واستخدام المياه في استخدام آخر أقل كفاءة (مثلاً التكلفة الناتجة عن الإيرادات الضائعة بسبب عدم تأمين المياه لاستخدام بديل كفؤ).



حيث:

- تشمل التكلفة الحدية للإنتاج (MPC) التكاليف الاستثمارية وتكاليف التشغيل.
 - تظهر التكلفة الحدية للاستعمال (MUC) باستخدام المورد المائي المحدود ثم البحث عن بديل له مستقبلاً، ويرافق ذلك تكلفة ناتجة عن الفرصة المضحية بها في المستقبل نتيجة الاستغلال الحالي المفرط بالتكلفة الحدية للاستعمال.
 - تشمل التكلفة الحدية البيئية (MEC) التكاليف الخارجية الناتجة عن إنتاج واستهلاك المياه المنزلية.
- يظهر الشكل رقم (7) انتقال نقطة التوازن الحدية من (m1) إلى (m2) عند الأخذ بالاعتبار تكلفة الفرصة الاجتماعية البديلة، أي تخفيض نسبة كمية المياه التي يمكن استخدامها من إجمالي كمية المياه المتاحة بشكل طبيعي:



الشكل (7): انتقال موقع نقطة التوازن مع الاخذ بالاعتبار تكلفة الفرصة الاجتماعية البديلة

المصدر: [7]

يتضح مما تقدم أن مبدأى التسعير الحدي والتسعير الكفؤ للمياه المنزلية هما الأسلوبان الأكثر تحقيقاً للكفاءة الاقتصادية والاجتماعية مقارنة بأساليب التسعير الأخرى، مع مراعاة التسعير المتعدد الذي يأخذ بالحسبان طبيعة الاستهلاك (منزلي، تجاري، صناعي) وظروف التشغيل (وقت الذروة، وقت عادي) بحيث يتم تحميل المستهلكين في أوقات الذروة النصيب الأكبر من التكاليف.

3-5-4- طرائق تسعير مياه الشرب:

تلجأ معظم الدول إلى ترشيد استهلاك المياه، والحفاظ على جودة الخدمات المائية كماً ونوعاً وتوفير المال اللازم، وذلك من خلال تصميم تسعير ملائمة:

أ. الطريقة التصاعديّة:

تُحسب تكلفة الانتاج الوسطية لوحدة المياه، ثم يتم تقسيم كمية المياه المتوقع استهلاكها على شرائح حجمية وتسعيرها تصاعدياً، بحيث يدفع المستهلك رسوماً ثابتة مخفضة لكمية الشريحة الأولى، وتزداد في الشرائح التالية وصولاً إلى شريحة الاستهلاك الأعلى والتي توافق المعدل السعري الزاجر (Block Rates) الذي يُعوّل عليه منع المستهلك من تجاوز حد الاستهلاك المفرط [4].

ب. طريقة السعر الموحد ذي التعرفة المخفضة:

تهدف هذه الطريقة إلى تشجيع الحد من الاستهلاك [10]. ويكون سعر المياه المحسوب مساوياً للتكلفة الحدية للمياه، وتتضمن فاتورة الاستهلاك جزأين:
- يتعلق الجزء الأول بحجم الاستهلاك ويكون سعر المتر المكعب مساوياً للتكلفة الحدية.
- يتضمن الجزء الثاني حسماً ثابتاً على الاستهلاك (أو كمية استهلاك مجاني).

ج. طريقة أسواق المياه:

تطورت هذه الطريقة في مناطق ندرة المياه العالية مثل تشيلي وأستراليا وغرب الولايات المتحدة [16]. وتعد أداة التخصيص الرئيسة في تشيلي، وقد تبين من التطبيق العملي أن أسواق المياه يمكن أن تزيد من كفاءة الاستخدام. وقد تكون أسواق المياه رسمية أو غير رسمية، وتستخدم أسواق المياه في قطاع الاستخدام المنزلي عن طريق التوزيع المباشر أو المياه المعبأة بعبوات.

3-6- تقييم كفاءة تعرفه المياه وفق نظام الاستثمار الموحد:

يتم تقييم كفاءة تعرفه استخدام المياه الصادرة استناداً إلى نظام الاستثمار الموحد للمؤسسات العامة لمياه الشرب والصرف الصحي الصادر بقرار⁴ وزير الموارد

⁴ تم بموجب القرار الجديد تعديل النظام السابق الصادر بقرار وزير الإسكان والتعمير رقم 528/ تاريخ

2005/12/22.

المائية رقم/1408 لعام 2015 والمطبق على الاستخدامات المنزلية والخدمية والسياحية والصناعية.

يتم تزويد المشتركين بالمياه لأغراض الشرب والمنشآت الاستثمارية وفق التعرفة الموحدة الجديدة المطبقة منذ عام 2021، والتي تتألف من ثمان شرائح للاستهلاك المنزلي خلال الدورة (شهرين) وفق الجدول رقم (1):

التعرفة (ل.س/م ³)	الكمية (م ³ /دورة)	الشرائح	
0	5 - 1	الشريحة الأولى	منزلي
7	15 - 6	الشريحة الثانية	
15	25 - 16	الشريحة الثالثة	
22	35 - 26	الشريحة الرابعة	
30	50 - 36	الشريحة الخامسة	
40 (لكامل الاستهلاك)	80 - 51	الشريحة السادسة	
50 (لكامل الاستهلاك)	120 - 81	الشريحة السابعة	
60 (لكامل الاستهلاك)	121 فما فوق	الشريحة الثامنة	
50	الدوائر الرسمية		
120	تجاري - صناعي - سياحي		

جدول رقم (1): تعرفه الشرائح التصاعدية المعتمدة في الجمهورية العربية السورية

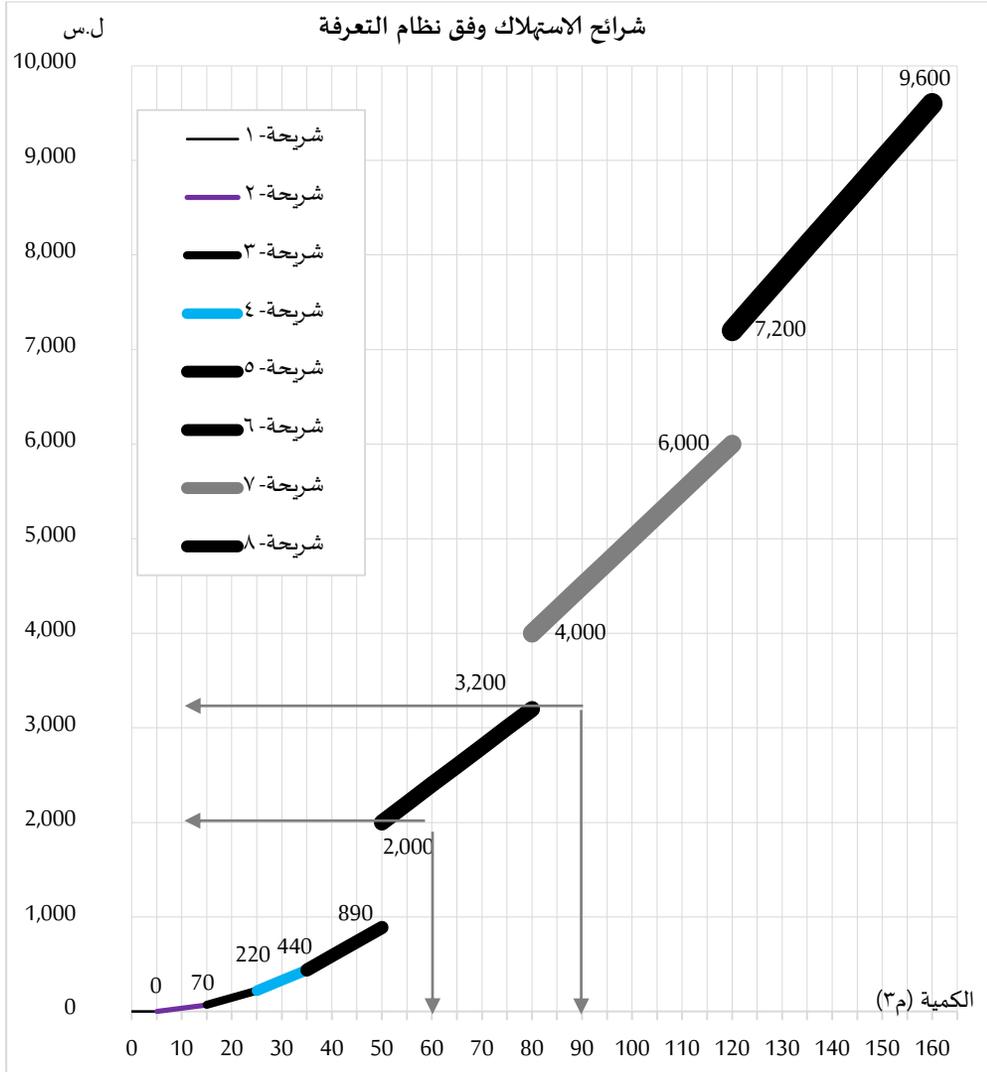
المصدر: وزارة الموارد المائية

3-6-1- كفاءة استخدام مياه الشرب والأغراض المنزلية:

يتم توفير المياه للشرب وللأغراض المنزلية بتعرفة رمزية كونها حقاً اجتماعياً وليست مورداً اقتصادياً، إلا أن توفير المياه بكميات كبيرة وتعرفة رمزية يؤدي إلى خسائر اقتصادية وطبيعية وبيئية جسيمة سيتحملها المجتمع نفسه، ولذلك يجب تقييد هذا الحق في حدود الاحتياجات الضرورية وباستخدام نظام تعرفه يضمن هذا الحق من جهة ويمنع الهدر من جهة أخرى. وإن الوصول إلى ذلك

يقنضي أن يراعي نظام التعرفه تأمين الاحتياجات الوسطية للأسرة مقابل رسوم مالية مناسبة، وبعد ذلك تبدأ التعرفه بتصاعد متزايد يكون قادراً على زجر المستهلك عن الإفراط في الاستخدام.

يظهر الشكل رقم (8) قيمة فاتورة المياه المنزلية (ل.س) حسب الكميات المستهلكة وحسب كل شريحة من شرائح الاستهلاك، فبالنسبة للشريحة السادسة مثلاً يظهر المحور الأفقي كمية المياه الموافقة للشريحة، ويظهر على المحور الشاقولي قيمة الفاتورة الموافقة لهذه الشريحة وفق التعرفه المحددة بالجدول رقم (1)، وتمثل الأرقام على الشريحة قيمة الفاتورة (ل.س) عند بداية ونهاية الشريحة المعنية:



شكل (8)، تغير تعرفة استهلاك المياه المنزلية حسب حجم الاستهلاك في الدورة (شهرين)

المصدر: من اعداد الباحثين

ومن ناحية أخرى، تراوحت تكلفة تزويد المياه للمستهلكين المشتركين لدى مؤسسات المياه في مختلف المحافظات ما بين (400 - 1400) ل.س/م³ لأغلب الحالات، وذلك حسب تقديرات وزارة الموارد المائية في بداية عام 2022. تتشكل فجوة كبيرة بين التعرفة المعتمدة والتكلفة الفعلية للتزويد حسب الكميات المستهلكة. ويبين الشكل رقم (9) حجم الفجوة المالية في قطاع المياه المنزلية

الموافقة لاستهلاك كمية 35 م³/دورة (أسرة متوسطة)، حيث تكون التعرفة الموافقة (440) ل.س بينما تتراوح التكلفة الفعلية بين القيمتين التاليتين:

$$35 * 400 = 14000 \text{ SP} \quad \text{التكلفة الدنيا:}$$

$$35 * 1400 = 49000 \text{ SP} \quad \text{التكلفة العظمى:}$$

وتكون الفجوة بين التكلفة والتعرفة المطبقة:

$$14000 - 440 = 13560 \text{ SP} \quad \text{الفجوة الصغرى:}$$

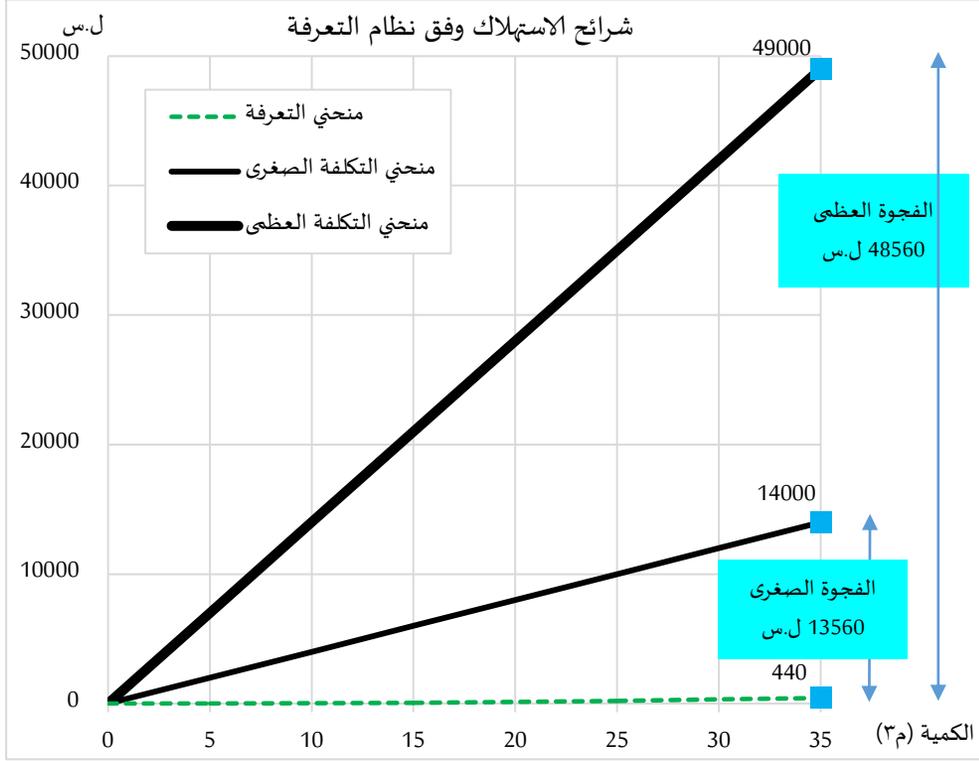
$$49000 - 440 = 48560 \text{ SP} \quad \text{الفجوة العظمى:}$$

كما يمكن حساب نسبة التغطية (الاسترداد) وفق الآتي:

$$440 / 14000 = 0.0314 \approx 3.14 \%$$

$$440 / 49000 = 0.00898 \approx 0.90 \%$$

يتبين أن نسبة استرداد التكاليف تتراوح بين (0.90 - 3.14) % من نفقات التشغيل والصيانة فقط، وهي نسبة متدنية بشكل كبير رغم إغفال التكاليف الاستثمارية وتكلفة الفرصة البديلة والعوامل الاقتصادية والبيئية:



شكل (9)، الفجوة المالية (العظمى - الصغرى) بين تعرفة المياه المنزلية وتكلفتها الحقيقية المصدر: من اعداد الباحثين

4- النتائج ومناقشتها:

يتصف نظام التعرفة المعتمد:

- ضعف كفاءة الاسترداد بسبب عدم مواكبة التعرفة للتكاليف الحقيقية للمياه المنتجة، وهو ما يسبب خسائر كبيرة للمؤسسة، وإضعاف قدرتها على تأمين المياه للمستخدمين بوثوقية عالية حيث تراوحت نسبة الاسترداد بين (0.90 و 3.14) % فقط.
- ضعف كفاءة النظام في الحد من الهدر بسبب الفجوة الكبيرة بين التعرفة المعتمدة والتكلفة الفعلية للتزويد، فلن تمنع التعرفة المنخفضة المستهلكين من الاستخدام

المفرط، حيث يستمر المستهلك باستخدام المياه ما دام يحصل عليها بأقل من تعرفتها الحدية.

- ضعف كفاءة الشرائح التصاعديّة المنزلية في الحد من الهدر، حيث يتركز العدد الأكبر من الشرائح في بداية منحنى التسعير أي قبل الحد المتوقع لتأمين الاحتياج المائي للأسرة، وبالتالي لن تكون الشرائح فعالة ما لم يحصل الفرد على حقوقه المائية الدنيا، وهذا ما نجده معكوساً إذ يقل عدد الشرائح العليا وتزداد كمياتها لتصبح غير محدودة في الشريحة الثامنة.

- يراعي نظام التعرفه المنزلية البعد الاجتماعي للمياه إلى حد كبير، وهو ما تعكسه نسبة الاسترداد المتدنية.

- لا يتمتع نظام التعرفه للاستخدامات الصناعية بالكفاءة الاقتصادية، فقد اعتمدت تعرفه شريحة استهلاك ثابتة (120 ل.س) مهما بلغت كمية الاستهلاك، وهو ما يتعارض مع مبدأ ارتباط التكلفة بالكمية، ويلغي دور الشرائح التصاعديّة في منع الاستخدام غير الكفؤ. وإن الربح الذي يحققه الصناعي من تدني فاتورة المياه يكون على حساب خسارة الدولة وتبديد مواردها المائية.

5- الاستنتاجات والتوصيات:

ضرورة العمل على صياغة نظام تعرفه مائية يتمتع بالكفاءة الاقتصادية (دون الإخلال بالكفاءة الاجتماعية)، وزيادة نسبة الاسترداد، والفعالية في الحد من الاستخدام المفرط. وذلك من خلال إعادة هيكلة الشرائح وتعديل حدودها والتعرفه المقابلة لكل منها، وتطبيق الشرائح التصاعديّة على الاستخدامات الصناعية.

6- المراجع:

- [1] زوييدة محسن. 2013- التسيير المتكامل للمياه كأداة للتنمية المحلية المستدامة. ورقة: جامعة قاصدي مرباح، عدد الصفحات 419.
- [2] حبيب محمود، و كارول الصايغ. 2016- دراسة تحليلية لاقتصاديات الموارد المائية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، المجلد (37)، العدد (5) لعام 2015، الصفحات (147 - 167).
- [3] رابح حمدي. 2016- الأمن الغذائي والتنمية المستدامة. مركز الكتاب العربي، الجزائر، عدد الصفحات 226.
- [4] MERAN, G., Siehlow, M., & Hirschhausen, C. v. 2021- The Economics of Water, Rules and Institutions. Springer, 1th edition. Gewerbstrasse, Switzerland, 301 p.
- [5] هاني أحمد أبو قديس. 2004- استراتيجيات الإدارة المتكاملة للموارد المائية. الإمارات العربية المتحدة، أبو ظبي مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية، الطبعة الأولى، عدد الصفحات 106.
- [6] MCKINNEY, D. 2003- Economic Analysis of Water Resources. Austin: Department of Civil Engineering, University of Texas, 74 p.
- [7] FAO. 2004- Report no. 27: Economic valuation of water resources in agriculture. Italy, Rome, 187 p.
- [8] PERRY, C., Rock, M., & Seckler, D. 2005- Water as an Economic Good: A Solution, or a Problem? Colombo, Sri Lanka: International Irrigation Management Institute.
- [9] BRISCOE, J. 1996- Water As An Economic Good: The Idea And What It Means In Practice. The World Congress of the International Commission on Irrigation and Drainage. Cairo: The World Bank, 24 p.
- [10] كفاح حسيان، مصطفى غيث، و محمد علام. 2006- إدارة الطلب على المياه بالوطن العربي، حالة دراسية: سورية، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة. الرياض، المملكة العربية السعودية، عدد الصفحات 40.
- [11] معهد أبحاث السياسات الاقتصادية الفلسطيني. 2013- نظام تعريفية المياه في الأراضي

الفلسطينية بين الكفاءة الاقتصادية والعدالة الاجتماعية. القدس، عدد الصفحات 60.

- [12] ROGERSA, P., de Silvab, R., & Bhatia, R. 2002- Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability. Amsterdam: Elsevier. Water Policy.
- [13] سالم اللوزي. 2005- دراسة تطور أساليب استرداد تكلفة إتاحة مياه الري على ضوء التطورات المحلية والدولية. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الطبعة الأولى. السودان، الخرطوم. عدد الصفحات 136.
- [14] PORTO, M., & Lobato, F. 2005- Mechanisms of Water Management: Economics Instruments and Voluntary Adherence Mechanisms. DoksiEngine ,São Paulo,Brasil. 27 p.
- [15] حمد محمد آل الشيخ. 2007- اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئية. مكتبة العبيكان، الطبعة الأولى. الرياض، عدد الصفحات 430.
- [16] The Canadian Water Network. 2005- Economic Instruments for Water Demand Management in an Integrated Water Resources Management Framework. Canada, 72 p.

دور المعماري في إدارة وتقييم نفايات الهدم في الجمهورية العربية السورية

طالبة دكتوراه: م. نور محمود المرعي كلية الهندسة المعمارية-جامعة دمشق
اشراف أ.د. غسان برجس عبود أستاذ في كلية الهندسة المعمارية-جامعة دمشق

الملخص:

أدت الحرب التي لحقت ببعض المدن والقرى السورية إلى تدمير عدد لا بأس به من الأبنية ونتج عنها أطنان من نفايات الهدم، ومن أجل التخلص من تلك النفايات كان من الواجب إجراء عملية تقييم لنفايات الهدم بأعلى المعايير تضمن استخدامها وتدويرها بالشكل الأمثل، ونرى أن للمعماري دور هام في عملية تقييم تلك النفايات كونه المعني الأساسي بعملية توصيف مواد البناء والاكساء ماقبل البناء أي أنه على دراية مسبقة بالمواد الموجودة ضمن نفايات الهدم، كما يعتبر دور المعماري مهماً بعد عملية التقييم من خلال وضع دراسات تصميمية وأسس لتقنيات التنفيذ التي تلبى الحاجة في التخلص من المواد المستخرجة من الموقع للحد منها وإزالتها وفق الامكانيات المتاحة في السوق المحلية ووضعها حيز التنفيذ على المباني التي سيتم انشاؤها في الموقع المهدم. تطرق البحث إلى فهم معمق عن أسباب تقييم نفايات الهدم والركام البيتوني والعوامل المؤثرة عليها وتصنيف نفايات الهدم ضمن مجموعات معتمدة عالمياً. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي من خلال تحليل الدراسات والمعايير التي تم وضعها من قبل الدول المتقدمة والمهتمة بالتخلص من الركام البيتوني بشكل خاص ونفايات الهدم بشكل عام. توصل البحث إلى منهجية تحدد آلية تقييم نفايات الهدم في الحلول المعمارية حيث تم تحديد المعايير والمؤشرات والعوامل الثابتة والمتغيرة والمؤثرات المتعلقة بعملية إدارة وتقييم نفايات الهدم للوصول إلى دور المعماري في هذه العملية.

الكلمات المفتاحية: عملية التقييم - نفايات الهدم - تكنولوجيا البناء- التصميم المعماري - مواد معاد تدويرها.

The Architect's function in managing and evaluating demolition waste in Syria

A.Noor Mahmood al-Meraie

PhD student in Faculty of Architecture, University of Damascus

Ph.A.Gassan Aboud

Professor in Faculty of Architecture, University of Damascus

Abstract:

The war that befell some Syrian cities and villages led to the destruction of a good number of buildings and resulted in tons of concrete rubble. An important role in the process of evaluating this waste, as it is the primary concerned with the process of characterizing building materials and pre-construction cladding, that is, he is aware in advance of the materials contained within demolition waste .Implementation that meets the need to dispose of the materials extracted from the site to reduce and remove them according to the available capabilities in the local market and put them into effect on the buildings that will be constructed in the demolished site. The research dealt with an in-depth understanding of the reasons for evaluating demolition waste, the factors affecting them, and the classification of demolition waste into internationally approved groups. The study relied on the descriptive analytical approach by analyzing studies and standards that were developed by developed countries interested in getting rid of concrete rubble in particular and demolition waste in general.The research found a methodology that determines the mechanism of evaluating demolition waste and concrete in architectural solutions, where the criteria, indicators, fixed and variable factors and influences related to the process of managing and evaluating demolition waste, were determined to reach the architect's role in this process.

Keywords: evaluation process - demolition waste - building technology - architectural design - recycled materials.

مقدمة:

تسعى الدول في جميع أنحاء العالم لوضع استراتيجيات للحد من نفايات الهدم، وعلى مستوى أعلى من ذلك، بدأ العلماء بتحديد أهم المؤشرات لتقييم نفايات الهدم قبل عملية البناء للحد من تراكم نفايات الهدم عند إزالة البناء بوقت لاحق.

تبدأ عملية إدارة وتقييم لنفايات الهدم بوضع معايير وفقاً للأهداف المرجوة من تلك العملية التي تتمحور حول التخلص من كمية النفايات بشكل كامل وتخفيض مستوى الأعمال والنفقات ضمن الموقع المهدم ومن ثم دراسة العوامل المؤثرة على عملية التقييم للوصول إلى مؤشرات تساعدنا في إدارة عملية التقييم بشكل جيد.

ولكن معظم الدول النامية ومنها الدول العربية، فلم تعط هذه القضية الاهتمام الكافي حتى الآن لا من قبل الشركات المصنعة ولا متخذي القرارات وواضعي السياسات البيئية والمدنية ولا حتى من الباحثين والمهندسين، وغالباً ما يكون مصير هذه النفايات للظمر أو في وضعها في مكبات بشكل غير قانوني.

هدف البحث:

تحديد دور المعماري وامكانياته في عملية إدارة و تقييم نفايات الهدم من خلال وضع معايير ومؤشرات وتحديد العوامل المؤثرة على عملية التقييم والتي تخدم المتطلبات المعمارية في جميع اتجاهاتها من تصميم وتخطيط وتنفيذ وتضمن التخلص من نفايات الهدم في الموقع المهدم بادراج المواد المستخلصة ضمن التصميم المعماري وأسس التنفيذ.

منهجية البحث:

اعتمد البحث على المنهج التحليلي الوصفي حيث تم رصد دراسات ومعايير عالمية لتحليل البيانات للوصول إلى أسس تقييم تلك النفايات ضمن الواقع المحلي معمارياً من خلال وضع منهجية تحدد المؤشرات والعوامل المؤثرة والآثار المرتبطة بعملية إدارة وتقييم نفايات الهدم وذلك لتأطير العمل المعماري وتحديد مدى مشاركة المعماري في تلك العملية .

1- الاطار النظري للدراسة.

1-1- تعاريف ومصطلحات الدراسة.

- إدارة مخلفات الهدم: (Demolition waste management) تعني تدوير وإعادة استخدام هذه المخلفات بطريقة ممكن الاستفادة منها في الأعمال الانشائية والمعمارية وتعتبر أحد أكبر مكونات التنمية المستدامة[3].
- عملية التقييم: (evaluation process) هي عملية الحكم على الأشخاص أو المنظمات أو الأشياء وذلك بما يتماشى مع معايير محددة لطبيعة المكان أو المنظمة أو المؤسسة، وأيضاً قياس لمدى تحقيق الأهداف التي تضعها المنظمات والمؤسسات والأشخاص، ويتم ذلك وفق محددات ونماذج علمية واضحة.[16]
- نفايات الهدم (demolition waste): مخلفات صلبة غير خطرة تتولد من نشاط البناء والصيانة وهدم المنشآت والأبنية، الطرق والجسور، إنشاء الصرف الصحي وهذه المخلفات تختلف من موقع بناء إلى آخر، ومن ناحية أخرى من الممكن تواجد مواد خطرة وخاصة في حال الحروب كالألغام[3].
- الركام (Aggregates): هو مادة حبيبية خامدة مثل الرمل والحصى والصخور المسحوقة وهي تشكل المادة الأساسية للخلطات البيتونية وذلك بعد إضافة الماء والاسمنت ويمثل الركام من 60-80 % من حجم الخلطة البيتونية. ومن أهم أنواع الركام (الركام المدور) هو الناتج من إعادة تدوير بعض المواد الانشائية مثل البيتونات القديمة المزالة أو من مخلفات عمليات الإنشاء أو الإنهاءات وركام مخلفات المواد غير الانشائية مثل مخلفات الزجاج والخبث والمطاط وغيرها[4].

• الركام البيتوني (concrete aggregate): مخلفات صلبة من مواد اسمنتية غير خطيرة تتولد من نشاط البناء والصيانة وهدم المنشآت والأبنية، الطرق والجسور وهذه المخلفات تختلف من موقع بناء إلى آخر [3].

يعد تقييم نفايات الهدم خطوة مهمة في تخطيط مشاريع إعادة الإعمار بحيث يتم معرفة نوع وكمية العناصر والمواد التي سيتم تفكيكها أو هدمها وبالتالي التوصل إلى إصدار توصيات بشأن معالجتها الإضافية لتوصيف المواد قبل عملية التشغيل وتقنيات تنفيذها [3-4].

يعتبر التخلص من نفايات الهدم والحد منها ضمن الموقع المهدم من أهم أهداف عملية إدارة و تقييم نفايات الهدم اضافة إلى استخدام هذه النفايات وتحويلها لمواد ذات فعالية وعدم نقلها إلى المكبات وطمرها وزيادة مساحات مطامر هي الهدف الأشمل في عملية تقييم نفايات الهدم.

1-2- الأضرار التي تسببها نفايات الهدم.

تسيطر نفايات الهدم على حيز كبير من المساحات التي تكون بحاجة لمثلها بمكونات انسانية واجتماعية أهم من ذلك كالمساحات والملاعب أو أية مرافق عامة، كما تعتبر ذات ضرر صحي على الانسان و الهواء.

يمكن أن تتعرض نفايات الهدم لعبث الأطفال القاطنين بجوار تلك المساحات، ويعتبر تجمع تلك النفايات في أماكن تمديدات الصرف الصحي وشبكات التغذية الكهربائية والمائية عائقاً بالعمل أثناء أعمال الصيانة [17-19].

1-3- مميزات إدارة وتقييم نفايات الهدم

تقدم عملية تقييم نفايات الهدم سلسلة من المميزات الاقتصادية والبيئية مما توفر قيمة مضافة مهمة للمشروع بأكمله، حيث تعتبر عملية التقييم الخطوة الأولى نحو إعادة

التدوير وتزويد من الوعي المجتمعي للمواد المستهدفة في إعادة التدوير وتسهيل عمليات التتبع للمواد والتطبيقات اللاحقة لها.

تشمل تقييم نفايات الهدم جوانباً بيئية مهمة التي سيتم تحسينها من خلال ما يلي:

- معرفة مواصفات المواد الخطرة المتواجدة في الموقع.
 - المساهمة في التأكد من إزالتها بطريقة مسؤولة بيئياً.
 - تحقيق جودة بيئية أعلى للمواد النفايات القابلة لإعادة التدوير.
- كما تساهم عمليات تقييم نفايات الهدم في تحسين إدارة نفايات الهدم والتي تؤدي لمعرفة كميات وطبيعة المواد الموجودة في الموقع. [3]

1-4- معوقات إدارة وتقييم نفايات الهدم.

- 1- التخطيط غير الملائم للموقع وكذلك المعدات وكفاءة المشغلين [2].
- 2- عدم توريد تجهيزات ومعدات إنشائية لتغذية الموقع. [5]
- 3- وجود تجهيزات ذات كلف مرتفعة وعدم توافرها بالسوق المحلية. [2]
- 4- نوعية الادراك والتوعية المجتمعية للمواد التي سيعاد تدويرها ووضعها ضمن الأعمال المعمارية من اكساء واجهات وتنفيذ مواقع عامة. [2]

1-5- العوامل المؤثرة في عملية إدارة وتقييم نفايات الهدم.

أكدت الدراسات المعنية بإدارة نفايات الهدم والبناء في أوروبا بوجود عدة عوامل مؤثرة على عملية تقييم تلك النفايات ضمن الموقع وهي كالتالي:

- 1- سلامة الموقع [4]: والتي قد تزيد من تكاليف المشروع. يجب أن يتم دراسة الموقع قبل البدء بعملية التقييم للحفاظ على سلامة طاقم العمل من أي خطر (مباني آيلة للسقوط - متفجرات- مواد سامة وخطرة) وخاصة في المناطق التي تعرضت للحروب.

2- الزمن[4]: يحتاج التقييم في الموقع المهتم وقتاً أطول من التقييم في موقع مهتم جزئياً، لذلك من المتوقع ارتفاع التكاليف، حيث ينبغي النظر في الحلول المثلى فيما يتعلق بإمكانية التقييم من خلال المستندات الورقية قبل عملية الهدم والعمل على تجميع الملفات الورقية قبل البدء بالمسح الميداني للتقليل من مدة العمل.

3- الجدوى الاقتصادية وقبول السوق للمواد المستخرجة[11]: يعتبر الأثر الاقتصادي في عملية تقييم نفايات الهدم دور بالغ في الأهمية بما يعمل على خفض معدل توليد نفايات الهدم والذي يوفر في التكاليف المترتبة على أية مشروع. ومن ناحية أخرى تحظى المبيعات لمواد البناء المعاد تدويرها وفضلاً اقتصادياً وعدم نضوب المواد الطبيعية والاكثار من مساحة المكبات لتلك النفايات.

4- موقع الأنقاض[4]: يمكن أن يكون هناك حاجة إلى تخطيط جيد للموقع من أجل وضع أماكن للفرز والفصل للمواد ومن الممكن الاضطرار إلى استخدام فراغ خارج موقع الأنقاض لإستكمال هذه العمليات واستحداث مرافق لإعادة التدوير والفرز والفصل بمناطق محيطة بفراغ نفايات الهدم.

5- العوامل الجوية[4]: تلعب العوامل الجوية دوراً مهماً في أوقات تقييم المخلفات إلا إذا كانت الخطة للعمل ضمن مرافق مخصصة لأعمال المسح الميداني.

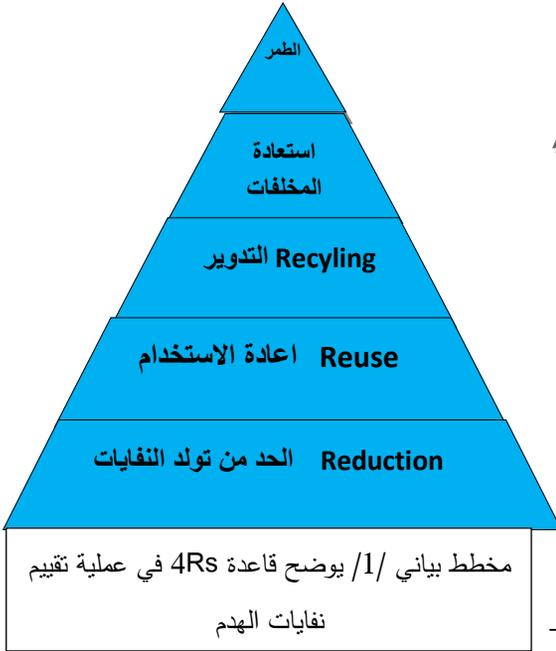
6- الفئة المستفيدة من نفايات الهدم[1]: إن عملية تدوير نفايات الهدم لها أهمية بالغة لدى العديد من الفئات المستفيدة وذلك بنسب معينة وطبعاً المهندس المعماري واحد من تلك الفئات التي من الممكن أن يستفاد من تلك النفايات بمواد معاد تدويرها ضمن تصميماته من خلال مواد الأكساء والانشاء والأعمال المعمارية ضمن الموقع.

2- دراسات ومعايير عالمية في عملية إدارة وتقييم نفايات الهدم.

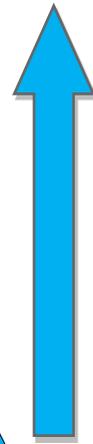
سعت غالبية الدول المتقدمة على وضع بروتوكول ومعايير ونظم للحد من تراكم نفايات الهدم جراء عمليات الهدم أو بسبب الحروب والكوارث التي تحصل في بعض دول العالم حيث تعمل على وضع أسس لكيفية إدارة وتقييم هذه النفايات لتأطيرها ضمن أعمال إعادة التدوير التي ستؤثر بشكل ايجابي على البيئة والمجتمع والاقتصاد.

2-1- الخطط المتبعة لتقييم نفايات الهدم:

اعتمدت الدراسات في عملية تقييم نفايات الهدم على قاعدة 4Rs وتمثل بالمخطط التالي [18-19]:



المواد الموجودة ضمن نفايات الهدم كما هي.



1- التقليل (reduce): وهي التدبير الأمثل لإدارة نفايات الهدم لأنها العملية الأقل ضرراً على البيئة المحيطة للموقع المهدم.

2- اعادة الاستخدام (reuse): وتعني استخدام نفايات الهدم في غرضها الأصلي و إن كانت تقي بأعمال أخرى وهي أكثر الاستراتيجيات فعالية لغرض الحفاظ على الموارد الطبيعية وحماية البيئة وتوفير الكلفة.

3- اعادة التدوير (recycling): وهي تحطيم المواد الموجودة في نفايات الهدم من أجل صناعة منتجات جديدة ولكن للأسف يعتبر السوق غير ناضج لإدخال مواد معاد تدويرها ضمنها.

4-

حيث حددت الدراسة التي قامت بها جامعة المنوفية في مصر المبادئ التوجيهية لتقييم نفايات الهدم وهي على النحو التالي [20]:

• التسلسل الهرمي لإدارة النفايات كما موضح بالشكل 1/ استناداً إلى قاعدة 4Rs أي التعامل مع المخلفات إما بالحد من التولد (reduction) فإن لم يكن بإعادة الاستخدام (reuse) فإن لم يكن فبالإعادة التدوير (recycling) أو باستعادة المخلفات (recoverd).

• دراسة مراحل التنفيذ وهو تخطيط مبكر ماقبل العقود وصياغتها.

• التكنولوجيا التي ستطبق للحد من تولد تلك النفايات.

• زيادة درجة إشراك صناعات البناء بالقرارات.

• فرز المخلفات من المنبع وبالتالي يخفض من تكلفة الجمع والنقل.

نرى في هذه المبادئ عدم التوجه للوصول إلى حالة طمر تلك النفايات التي ستؤثر على قيمة المساحات المخصصة لها بيئياً وحاجة المجتمع لتلك المساحات بوظائف أخرى لرفع سوية المجتمع لديهم.

وفي دراسة أخرى لمدينة Guangzhou للتقييم البيئي لنفايات الهدم لديها، كانت التشريعات القائمة للمدينة بأن يتم التخلص من نفايات الهدم بأربع طرق وهي: الطمر غير القانوني و الطمر البسيط والتخلص القائم على الموارد واستخدام المواد ضمن الموقع.

توصلت الدراسة لاستنتاج عدة مفاهيم من قبل المهندسين المعماريين وتتلخص على الشكل التالي [12]:

- تطوير مواد بناء خضراء ودعم التصاميم الحضرية الصديقة للبيئة من قبل المصممين المعماريين بحيث يجب اعطاء الأولوية للمواد القابلة للتدوير أو المتجددة لتحسين كفاءة إعادة التدوير لمواد البناء والتقليل من استهلاك الطاقة.
 - تشجيع وحدات البناء المستخدم بصناعتها مواد معاد تدويرها والمواد القابلة للفك والتركيب ضمن الدراسات المعمارية.
 - تشجيع تطوير صناعة المواد المعاد تدويرها من مخلفات الهدم ودعم السوق بالسياسات المطبقة بسبب عدم وجود سوق ناضج وشركات ذات صلة لإعادة تدويرها.
 - الوعي المجتمعي بالبيئة وتدوير نفايات الهدم وتكريس مفهوم العمارة الخضراء.
- نرى في هذه الدراسة ضرورة عمل المعماري في تصوره لطرق الاستفادة من مخلفات الهدم بالتصميمات التي ستنفذ ضمن الموقع المهدم من خلال المعايير المستدامة للتخفيف من العبء الاقتصادي والبيئي والمجتمعي.

2-2- عملية التقييم المتبعة في منظمة CSI للركام البيتوني المعاد تدويره.

اعتمدت منظمة¹ CSI على مجموعة من الدراسات التي تشكل عملية تقييم متكاملة للركام البيتوني وتتكون من مؤشرات عن كيفية إعادة تدوير الركام البيتوني وآلية قياسه ومستوى المسؤولية المعتمد في كل شريحة لوضع معادلة رياضية تعمل على فهم وتوضيح كمية الركام وآلية تدويره[1].

¹ CSI هي مبادرة استدامة الاسمنت وهو جهد عالمي حول 18 من كبار منتجي الاسمنت. يقع المقر في 14 دولة بشكل جماعي وتمثل هذه الدول 30% من إنتاج الاسمنت في العالم وهي شركات متعددة الجنسيات إلى منتجين محليين. تركز الشركة على فهم وإدارة وتقليل تأثير إنتاج الاسمنت من خلال معالجة العديد من القضايا بما في ذلك تغيير المناخ واستخدام الوقود وسلامة الموظفين والانبعاثات وإعادة تدوير الخرسانة وإدارة المحاجر.

جدول 1/ يوضح المؤشرات المعتمدة في منظمة CSI لعملية تقييم الركام البيئوني.

المؤشر	القياس	المعادلة	مستوى المسؤولية
استرداد نفايات الهدم والبناء	<ul style="list-style-type: none"> • % استرداد نفايات الهدم والبناء • % المظمر 	<ul style="list-style-type: none"> • نفايات الهدم ب طن/اجمالي نفايات الهدم ب طن • مدافن الهدم ب طن/ اجمالي النفايات ب طن 	الحكومات مع الفئة المستفيدة
استخدام الركام المعاد تدويره كبدائل عن الركام الطبيعي	استخدام الركام المعاد تدويره كنسبة مئوية من اجمالي الركام المستعمل	كمية إنتاج الركام المعاد تدويره طن/اجمالي الركام المنتج في الدولة ب طن	جمعيات تجارة الركام والحكومات
استخدام الخرسانة المعاد تدويرها في الخرسانة	<ul style="list-style-type: none"> • % من منتجات الخرسانة مسبقة الصب في السوق • % من الخرسانة المنتجة الذي يستخدم مكون من الركام المعاد تدويره. 	<ul style="list-style-type: none"> • منتجات خرسانة مسبقة الصب ب طن / اجمالي منتجات الخرسانة الجاهزة ب طن • إنتاج الخرسانة المستخدم بإعادة التدوير م3/اجمالي منظمات المباني الخضراءنتاج الخرسانة م3 	الحكومات والتجار ذات الصلة
الاعتراف ببرامج نفايات الهدم والبناء في المباني الخضراء (BREEAM-LEED-CASBEE)	% خطط استرداد نفايات الهدم والبناء من المشاريع. وعدد المشاريع المبلغ عنها التي تحوي على ركام خرساني معاد تدويره	<ul style="list-style-type: none"> • عدد المشاريع ذات خطط لوضع استرداد النفايات/العدد الاجمالي من المشاريع 	منظمات المباني الخضراء
تحسين إعادة تدوير الخرسانة	عدد التقنيات الجديدة التي اعتمدت تجارياً و التمويل المخصص للبحث و التطوير على إعادة تدوير الخرسانة		الحكومة والصناعة

3-2- تقييم نفايات الهدم من خلال التصميم المعماري.

أكدت الدراسة التي أجريت في مؤسسة أبحاث علوم البناء في مدينة Shenzhen بأن تقييم التصميم المعماري هو الأداة الأهم للوصول إلى تقليل نفايات الهدم كخطوة استباقية قبل الشروع بهدم المبنى. [15]

حدد الباحثون متغيرات مهمة تؤثر على هذه العملية من خلال التركيز على محورين أساسيين هما: **تقنيات التنفيذ المتبعة من قبل المعماري والتصميم المعماري للمبنى.**

وللوصول إلى المفاهيم التي تعمل على الحد من تولد نفايات الهدم وتراكم الركام البيتوني بشكل أساسي يجب أن تؤخذ المؤشرات التالية بعين الاعتبار [15]:

- خطوات التصميم التي من الممكن استخدامها ضمن المشروع المقترح والعوامل المؤثرة ذات الصلة المساهمة في الحد من نفايات الهدم.
- العلاقة المتبادلة الموجودة بين تلك الخطوات والعوامل المستنتجة.
- السياسات والحلول المعمارية (الأدوات- الضوابط) التي تؤثر على الحد من تلك النفايات.

يمكن تحديد أهم المتغيرات التي تؤثر على الحد من تولد نفايات الهدم من خلال التصميم المعماري المقترح للمباني التي سيتم انشاؤها ضمن الموقع المهتم من خلال المخطط

التالي: [13-15]



مخطط بياني /2/ يوضح المتغيرات التي تؤثر على الحد من تولد النفايات [15]

يندرج ضمن مفهوم التصميم المعماري عدة محاور يقوم بها المهندس المعماري أثناء وضع الأفكار والمخططات المطلوبة منه لتنفيذ المبنى وهي [15]:

- 1- ادراج مواد معاد تدويرها.
- 2- تصميمات قليلة التعديل أثناء التنفيذ.
- 3- تصميمات معيارية تناسب تلك النفايات.
- 4- وضع ضمن التصميمات التنفيذية جدران مسبقة الصب حاملة وجدران قابلة للفك والتركيب للفراغات الداخلية.

أما مفهوم تكنولوجيا البناء فيتبع عدة محاور يمكن أن يتداخل عمل المهندس المعماري مع الانشائي لتكامل العملية بالشكل المطلوب ونذكر منها:

- 1- تنفيذ مكونات مسبقة الصنع [13].
- 2- تصنيع مواد معاد تدويرها ضمن المعامل والتحكم بكميات الانتاج [13].
- 3- استخدام القوالب والسقالات المعدينة التي من الممكن اعادة تدويرها [13].

4- العمل المؤقت في البناء حسب الدراسات المعدة لإدارة نفايات الهدم بالموقع [15].

نستنتج من هذه الدراسة أنه يمكن تطبيق تلك المفاهيم على المناطق المهدامة بدراسة تصميمية للمباني التي سيتم انشاؤها من خلال إدراج المواد المستخرجة من نفايات الهدم والمعاد تدويرها في العملية البنائية اللاحقة للموقع المهدم وتحديد المؤثرات والمتغيرات والعوامل المؤثرة في عملية التقييم لتلك النفايات.

4-2- بروتوكول الاتحاد الأوروبي في عملية تقييم نفايات الهدم:

ساهم الاتحاد الأوروبي على تطوير إدارة التخلص من نفايات الهدم في الدول المنضمة إليه من خلال بروتوكول تم إقراره في عام 2018، وتم وضع عدة نقاط منها كيفية تقييم هذه النفايات والوصول إلى حلول للتخلص منها عن طريق استردادها بشتى الطرق من إعادة استخدام أو تدوير أو الدفن بالمطمر إن دعت الحاجة [3].

من خلال الدراسات التي أجريت على نفايات الهدم في الاتحاد الأوروبي بشكل عام توصل الباحثون إلى أن نفايات الهدم هي الأكثر حجماً وتمثل حوالي ثلث إجمالي نفايات البلدان، لذلك يمكن من خلال التقييم السليم لنفايات الهدم وآلية إعادة تدويرها فوائد كبيرة في اشتراطات السلامة ونوعية الحياة المستدامة والتطبيقات الحديثة في صناعة مواد البناء من خلال إدراج مواد معاد تدويرها ذات أسس معينة.

أكد البروتوكول على ضرورة إجراء تدقيق جيد للنفايات بواسطة خبير مؤهل على سبيل المثال: المهندسين المعماريين والمصممين بسبب معرفتهم بأنواع المباني ومواد البناء والجمل الانشائية المتبعة وبالتالي يمكنهم إجراء التقييم بكفاءة، لكنهم قد يفتقرون إلى المعرفة بالمواد وتحديد المواد الخطرة التي من شأنها المساهمة في عملية تدقيق ناجحة [4].

نستشف من بروتوكول الاتحاد الأوروبي لنفايات الهدم والبناء ضرورة وجود المهندس المعماري في فريق إدارة وتقييم نفايات الهدم كونه المعني بتحديد وتصنيف المواد

الموجودة بكل مبنى حسب وظيفته وخاصة إذا كانت المنطقة المدروسة مهدمة بالكامل، بالإضافة إلى تحديد العوامل المؤثرة على استخدام نفايات الهدم بمنظور شامل.

3- منهجية إدارة وتقييم نفايات الهدم والركام البيتوني حسب المتطلبات المعمارية. تعتبر عملية تقييم نفايات الهدم عملية مترابطة ومتسلسلة في مراحلها للوصول إلى الأهداف المرجوة منها وهي الحد من النفايات ضمن الموقع المهدم وعدم الاضطرار إلى نقلها للمطامر أو المكبات المخصصة لها.

يوضح الشكل التالي مراحل عملية إدارة وتقييم نفايات الهدم والركام البيتوني.



مخطط بياني رقم 3/ يوضح تسلسل عملية إدارة وتقييم نفايات الهدم، المصدر، الباحثة.

3-1- تحديد المعايير في عملية إدارة وتقييم نفايات الهدم.

من خلال الدراسات المرجعية نرى أن المعايير المتبعة في عملية إدارة وتقييم نفايات الهدم هي الحد من تولد نفايات الهدم والتخلص منها بشكل كامل ضمن الموقع المهدم وذلك من خلال القاعدة 4RS المذكورة في المخطط البياني/1 والتي تتضمن تقليل نفايات الهدم ضمن الموقع ومن ثم استرداد النفايات الممكن استخدامها وبعد ذلك إعادة استخدام وتدوير نفايات الهدم من خلال المعالجات الواجبة عليها وفي النهاية تحديد المواد غيرالصالحة ونقلها خارج الموقع المهدم إلى المكبات والمطامر.

2-3- مؤشرات عملية إدارة وتقييم نفايات الهدم.

ترى الباحثة من خلال الدراسات السابقة أنه لا بد من تقسيم الإجراءات اللازمة لعملية إدارة وتقييم نفايات الهدم إلى ثلاث حالات: الإجراءات التخطيطية ، إجراءات التصميم المعماري والمتطلبات التنفيذية.

أولاً: الإجراءات التخطيطية :

هناك عدة متطلبات يتم العمل عليها قبل مرحلة إزالة الركام البيتوني ونفايات الهدم بشكل عام، وبالتالي على المعماري تقديم المؤشرات التالية للوصول إلى بنية تحتية صحيحة للبدء بالأعمال اللاحقة:

- 1- تقسيم الموقع (القطاع المهدم) إلى عدة مقاسم أو في حال وجود مخطط تنظيمي يتم اعتماده، ويتم اختيار مقسم أو أكثر حسب كمية النفايات الموجودة في القطاع ونقلها لهم لتصبح بشكل غير مباشر مكباً مؤقتاً لهم، مع الأخذ بعين الاعتبار تقليل تكلفة النقل ضمن الموقع ووضع النفايات البيتونية في أماكن تكون شبه مركزية لحد ما.
- 2- من الممكن تفريغ كافة محتويات نفايات الهدم من مواد يمكن إعادة تدويرها في موقعها دون الحاجة إلى نقلها كالحديد والألمنيوم والخشب والبلاستيك والإبقاء على الركام البيتوني فقط كون تلك المواد من الممكن أن يتم الاتفاق مع أصحاب الصلة بها من شركات ومصانع وأفراد على فصلها ونقلها إلى الأماكن المطلوبة لإعادة التدوير وبشكل أسرع وتقليل الكلف الاقتصادية.
- 3- تحديد أماكن منشآت الفرز ومخازن ومرافق ملحقة بها ضمن المقسم المختار أو مقسم مجاور له حسب المساحة المرجوة من ذلك.
- 4- تحديد الشرائح المجتمعية المستفيدة من المواد المعاد تدويرها لتحديد طريقة إعادة تدويرها والكلف المترتبة لذلك.
- 5- تدريب الكوادر على آلية التقييم لتلك النفايات.

ثانياً: الإجراءات التصميمية لعملية إدارة وتقييم نفايات الهدم.

على المهندس المعماري التعامل مع الكميات الموجودة من نفايات الهدم والركام البيتوني بشكل واقعي وادراج هذه النفايات ضمن التصاميم المعمارية والتكنولوجيا المتبعة في عملية البناء اللاحقة للموقع المهدم.

يمكن تحديد عدة مؤشرات تصميمية تقع على عاتق المعماري من الممكن أن تؤثر على عملية التقييم لنفايات الهدم والتقليل منها ضمن الموقع وهي على الشكل التالي:

- تصميم أفكار لجدران وواجهات من مواد معاد تدويرها متواجدة ضمن نفايات الهدم والركام البيتوني وتستخدم غالبيتها في عملية الاكساء، فعلى سبيل المثال، تجربة مقهى أوتو في كوريا الجنوبية حيث تم تنفيذ جدران اكسائية بنفس طريقة gabion wall² (الأحجار ضمن الأقفاس) وذلك عن طريق تنفيذ قفص معدني بداخله أحجار مأخوذة من الموقع ولكن لم يتم تعبئة القفص بشكل كامل وإنما تم تصميمه بالشكل الموضح بالصورة وذلك حسب التصميم المقترح [9].

² Gabion wall : هي عبارة عن جدار مكون من أقفاص معدنية مغلقة تعبئ بأحجار طبيعية من الموقع أو ركام بيتوني ذات حجم كبير نسبياً وذلك حسب الوظيفة المرجوة من ذلك الجدار، وتعتبر هذه الأقفاص ذات كلفة منخفضة للتكسير والتعبئة كونها تنفذ بأيدي عاملة لقاطني المكان وبدون الحاجة إلى معدات وآليات ضخمة.



صورة 1/ توضح شكل الجدران ضمن المقهى

- تصميم جدران حاملة من مواد معاد تدويرها وخاصة من الركام البيتوني كما في تجربة هايتي في عام 2011 حيث أدى زلزال مدمر إلى تدمير 70% من المدينة كون غالبية أحيائها عشوائية وطرق ضيقة وبنى تحتية سيئة. جاءت فكرة إعادة استخدام الركام البيتوني ضمن مبدأ نظام جدران gabion wall لإعادة البناء بدلاً من استخراجها ونقلها وتفريغها، حيث تم الدمج مع هذا الخيار التكسير اليدوي والميكانيكي لإعادة معالجة الركام البيتوني بشكل أكبر وتحويله إلى حصويات وذلك لوضعها كطبقة تأسيس للطرق [14].



صورة 2/ توضح آلية تنفيذ أقفاص الركام البيتوني في مدينة هايتي

- تعديل مخططات المناسيب بما يتناسب مع كمية الأتربة والركام التي تم تقييمها للتخلص منها بشكل كامل ضمن الموقع المهدم.
- استخدام الركام البيتوني لأعمال التصميم الحدائقي والفرش العمراني : وذلك من خلال تطبيق نظام GABION WALL حيث تطرق تنفيذ هذا النظام في عمليات الفرش العمراني من مقاعد وطاولات للاستعمال الخارجي وأحواض زراعية ونصب دلالية أو تذكارية للمكان كما هو موضح في الصورة /3/.
- فمن الممكن استخدام هذه الطريقة ضمن الحدائق العامة والخاصة والزام هذه الطريقة ضمن المدن المهدمة من خلال تشريعات مناسبة للاستفادة قدر الامكان من تلك النفايات والانتهاء منها بشكل كامل بصبغة جديدة ومبتكرة تساعد على تشكيل رؤية جديدة للمدن بمنظار مواد متوفرة في المكان
- وضع المواصفات والشروط الفنية من قبل المعماري لتلك المواد لتنفيذها بالشكل الأمثل.



صورة 3/ تبيين استخدام gabion wall للتصميم الحدائقي والفرش العمراني

ثالثاً: متطلبات التنفيذ لعملية إدارة وتقييم نفايات الهدم.

يجب اعتبار عمليات تقييم النفايات على أنها اضبارة تنفيذية يتم مراجعتها بشكل دوري خلال العمل . من الواجب التأكد من جودة التقييم المنفذ قبل عملية الهدم الكلي ونقل مكونات الهدم ويفضل أن يتم ذلك على مرحلتين:

المرحلة الأولى: الدراسة المكتبية.

تهدف الدراسة المكتبية إلى جمع كل المعلومات ذات الصلة من وثائق المبنى أو الأعمال الأخرى. من الأهمية بمكان جمع ما لا يقل عن عمر المبنى أو البنية التحتية - معلومات حول تاريخ المبنى ونوع المواد وتقنيات البناء المعمول بها -

والمخططات المعمارية والرسومات الفنية ،حيث تعمل هذه الوثائق من أجل التحديد الأولي لفترة البناء، والأبعاد، وأنواع البناء، والتكوين، ونوع المواد، وموقع الآلات والمنشآت، وتفاصيل الأماكن المخفية أو التي يصعب الوصول إليها. تعتبر معرفة التراخيص الإدارية والمهنية المعطى للمبنى مصدرًا مفيدًا للمعلومات المتعلقة بتخزين واستخدام المنتجات الخطرة أو وجود مواد خطرة ضمن أعمال الاكساء للمبنى حسب الوظيفة المرجوة للمبنى[4]. تعتبر هذه الدراسة أول خطوة في عملية إدارة وتقييم نفايات الهدم.

المرحلة الثانية: المسح الميداني.

لا يمكن تحديد منهج وطريقة واحدة لعملية المسح الميداني بسبب وجود عدة حالات للمباني (مباني مهدمة بشكل كامل - مباني مهدمة بشكل جزئي - مباني من الممكن إعادة ترميمها فقط - مباني أثرية).

يمكن تحديد عدة نقاط من الممكن أن تتماشى مع جميع مكونات مواقع الهدم بشكل عام[3]:

- 1- زيارة ميدانية وتحليل عام للمبنى (التحقق مما تم معرفته أثناء الدراسة المكتبية)
- 2- المراجعة العامة: يجب أن يكون للمراجعة العامة فكرة (لكل جزء من المبنى) عن المواد التي تحدث فيها وجمع المعلومات اللازمة لتحديد وتوطينها في المبنى.
- 3- جرد مواد البناء وهنا يتم تفصيل مواد البناء لكل فراغ في المبنى (أغطية الأرضيات ، وحدات الإضاءة ، الجدران الداخلية ، الأسقف المعلقة ، إلخ).
- 4- أخذ العينات وتحليلها (لا يمكن تحديد جميع المواد بصريًا. لذلك، يجب أخذ عينات من المواد المشبوهة في خطورتها وتحليلها)
- 5- التأكد من القياسات والكميات ، والتخطيط الأولي لتقنيات التفكيك ومعالجة النفايات في الموقع.

6- التواصل مع الشركات الفعالة المشاركة لإمكانية معالجة نفايات الهدم ضمن الموقع أو ترحيلها إلى مصانعهم لإعادة التدوير بشكل مباشر.

3-3 العوامل المؤثرة في عملية تقييم وإدارة نفايات الهدم.

أثبتت الدراسات وجود عدة عوامل تؤثر على عملية التقييم لنفايات الهدم ذُكرت في البند 5-1 ولكن من الممكن إضافة عوامل أخرى وذلك حسب الظروف المحلية في سورية وهي على الشكل التالي:

1- العوامل الادارية وأنظمة البناء للمناطق المهدمة: حيث حتى الآن لم يتم النظر بأي اشتراطات محددة ضمن تلك المناطق وحتى لا يوجد مكبات مخصصة لنفايات الهدم في محافظتي دمشق وريفها.

2- مستوى التنفيذ وتكنولوجيا البناء: وهنا من واجب المعماري التأكيد على تكنولوجيا البناء من خلال التصاميم المعمارية والتنفيذية والتأكد من إمكانية تنفيذها على أرض الواقع من خلال الامكانيات المتاحة في سورية واعداد دفتر مواصفات وشروط فنية دقيقة للتأكيد على جميع التفاصيل لتنفيذ العمل بأعلى مستوى من الجودة.

3- جودة العاملين في عملية التقييم: يجب أن يستوفي العاملون في عملية إدارة وتقييم نفايات الهدم على المتطلبات الدنيا التالية:

- المهارات: يجب إظهار المعرفة والخبرة المشتركة. توفر الخبرة خلفية مهمة يمكن أن تكمل الخلفية التعليمية للمدقق والتدريب المحدد.
- التعليم المناسب والتدريب النوعي: يجب أن يكون لدى المدققين معرفة بالبناء الحالي والتاريخي ونظام البناء المتبع في الموقع ومواد البناء ومعرفة المواد الخاملة من النشطة من الخطرة .

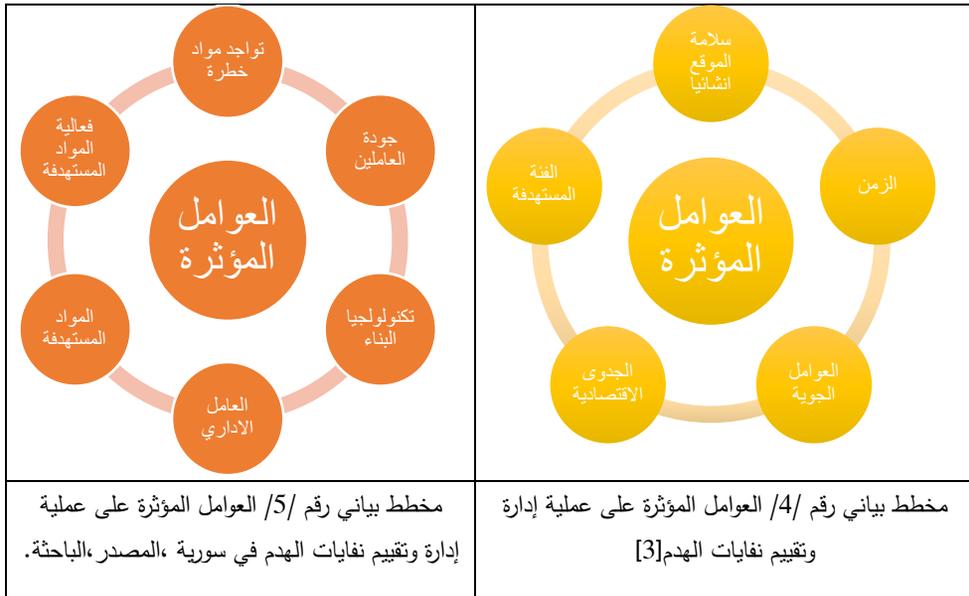
4- تواجد المواد الخطرة ضمن نفايات الهدم: يمكن تواجد بعض المواد الخطرة المستخدمة في الأعمال المعمارية وخاصة في دور الرعاية الصحية كالمستشفيات

والمخابر مثل مادة الاسبستوس³ وبعض المواد الكيميائية كالرصاص المتواجد بكثرة في مراكز التصوير الشعاعي.

وفي ظروف خاصة كالتالي حصلت في سورية فمن الممكن تواجد عناصر خطرة كالألغام والمتفجرات وأدوات حربية ومواد سامة، لذلك من الضروري التقصي عنها من قبل فرق قادرة على ايجادها قبل عملية التقييم لحماية العاملين في تلك العمليات.

5- المواد المستهدفة ضمن الموقع المهدم: فمن الممكن أن تتغير كمية المواد من موقع إلى آخر حسب الجمل الانشائية المستخدمة في الموقع المهدم ووظائف المباني وتقنيات التنفيذ والاكساء المتبعة.

6- فعالية المواد المستهدفة بعد عملية الفرز والفصل والتجميع وامكانية استخدامها أو اعادة تدويرها ضمن أعمال البناء في الموقع المهدم لاحقاً.



³ الاسبستوس أو الأمينت Asbestos ، هي مواد غير عضوية تحتوي على العديد من المعادن الطبيعية التي يدخل في تركيبها أملاح السيليكات إلا أنها تختلف عن بعضها في التركيب الكيميائي والخواص الطبيعية. يستخدم ضمن مواد العزل للأسقف وأنباب الصرف الصحي.

3-4- المؤثرات المرتبطة بعملية إدارة و تقييم نفايات الهدم.

يعتمد مدى إمكانية تقييم نفايات الهدم بشكل فعال على تحديد المؤثرات التي ستساهم في التنمية المستدامة للمناطق المهدامة وخاصة في التأثير البيئي والاجتماعي لها.

قسمت الدراسة لمشروع ادارة النفايات الصلبة في غزة [18] نوعين من التأثيرات على المنطقة المحيطة بمكان تجمع النفايات الصلبة وهي التأثيرات الاجتماعية والبيئية . حددت الدراسة مجموعة من التأثيرات البيئية وهي: التأثير البصري ،انبعاث الروائح ،جودة الهواء ،تعشيش القوارض والزواحف ،الضوضاء واستخدام الأراضي. أما التأثيرات الاجتماعية فحددت العوامل التالية: تأمين فرص عمل ،جودة العاملين في الموقع والتأثير على الصحة العامة.

وحسب البروتوكول الخاص بنفايات الهدم والبناء في الاتحاد الأوروبي [4] فحدد عدة عوامل تؤثر على عملية تقييم نفايات الهدم وهي: جودة العاملين وتواجد المواد الخطرة .

وبالتالي نستنتج التأثيرات المتعلقة بالمناطق المهدامة في سورية والتي تم اسئنفافها من الدراسات التي ذكرت أعلاه والتي تصب في عمل المهندس المعماري بشكل مباشر وهي على النحو التالي:

1- **التأثيرات البصرية:** يؤثر تواجده كميات كبيرة من نفايات الهدم والركام البيتوني تأثيراً سلبياً على الصورة العامة للموقع ما عدا الشعور السلبي بتواجد تلك النفايات.

وهنا يأتي دور المعماري في تجميل صورة الموقع وما يحيطه من خلال الحد من تراكم تلك النفايات من خلال إيجاد طرق لنقلها وإعادة تدويرها بشكل سريع ووضعها في أماكن محددة وغير مكشوفة.

2- **انبعاثات الروائح:** لا تعتبر نفايات الهدم ذو رائحة نافذة تضر بالصحة البشرية بشكل عام.

- 3- **تعشيش القوارض والزواحف بين نفايات الهدم:** من الممكن تعشيش الزواحف والقوارض والحشرات بين مخلفات الهدم كونها أصبحت المناطق المهذومة مهجورة ومن الممكن تفشي هذه الظاهرة.
- 4- **التأثير على جودة الهواء وذلك من خلال انبعاث الأتربة الناتجة عن أعمال الحفر والإزالة:** تؤثر انبعاثات التربة بشكل سلبي على جودة الهواء في المنطقة خلال المراحل الأولية للعمل، حيث سيتعرض مستخدمي الشوارع المحيطة وسكان المنازل القريبة من الموقع لبعض الإزعاج الناتج عن تلك الأتربة.
- 5- **تأثير الضوضاء:** تتضمن أعمال نقل نفايات الهدم وهدم ما تبقى من المباني أنشطة مثيرة للضوضاء بسبب المعدات الضخمة المستخدمة لهذا الغرض. ولكون المناطق المهذمة غير مأهولة بشكل كامل فيعتبر تأثيرها ضعيفاً على الموقع نفسه.
- 6- **تأثير استخدام الأراضي:** تحتاج نفايات الهدم والركام البيتوني إلى مساحات هائلة لطمرها أو مكبات لنقلها وبالتالي ستستهلك مساحة كبيرة من الأراضي غير النافعة لها، وبالتالي على المعماري تقييم النفايات وفصلها وإعادة تدويرها واستخدامها للتقليل من كمية الركام البيتوني بالحد الأقصى والعمل على وضع دراسات معمارية للاستفادة من كافة الركام البيتوني في عملية إعادة الإعمار.
- 7- **تواجد أبنية أثرية أو قطع أثرية ضمن منطقة الهدم:** تحوي غالبية المناطق المهذمة على مباني أثرية مهمة كون منطقتنا غنية بالتراث والآثار على مر العصور، ومن الممكن أن تكون تلك المباني أو حتى الموقع بشكل كامل مسجل على لائحة التراث الوطني أو العالمي وبالتالي من الواجب فرز وتقييم نفايات الهدم من قبل مختصين آثاريين ومعماريين بشكل دقيق وضمن دراسة ممنهجة لمنع تدمير العناصر المعمارية التي بالإمكان إعادة بناؤها من جديد أو ترميمها بالحد الأدنى. وهنا يتعين على المعماري وبمشاركة الآثاريين تحديد مواقع المباني الأثرية من خلال الخرائط والمخططات المتوفرة وتقييم مقدار الضرر لها ووضع دراسة مفصلة عن المبنى أو الموقع.

8- تأمين فرص عمل للقاطنين السابقين بالمناطق المهدامة: تأثر أصحاب المناطق المهدامة بضياح فرص عملهم كون هناك قسم منهم يعملون بنفس الموقع وبالتالي أدى ذلك إلى تدهور الحياة الاقتصادية لهم بشكل كبير، وبالتالي من الواجب خلق فرص عمل لأصحاب الممتلكات المهدامة والمساهمة في إعادة بناء مساكنهم حسب الوظائف المرجوة في كل موقع والأعمال المعتمدة لذلك من خلال عمل إحصائيات لكل من السكان والمهنة العاملين بها.

ونرى من خلال تلك التأثيرات أنه بالإمكان إجراء تقييم يحدد مدى تأثير كل معيار على الموقع المهدم والنسيج العمراني المحيط أي على المؤشرات التخطيطية فقط من تأثير عالي الشدة وتأثير متوسط الشدة وتأثير ضعيف الشدة وذلك حسب رؤية المعماري لكل تأثير وارتباطه بالموقع المهدم.

جدول 2/ يوضح تقييم المؤثرات المرتبطة بعملية إدارة وتقييم نفايات الهدم على الموقع المهدم

المؤثر	التقييم	تأثير عالي الشدة	تأثير متوسط الشدة	تأثير ضعيف الشدة

وبالنهاية نستخلص طريقة تقييم نفايات الهدم من وجهة نظر معماري وذلك

حسب الجداول التالية :

جدول/3/ يوضح مؤشرات تقييم الإجراءات التخطيطية لعملية إدارة وتقييم نفايات الهدم والركام البيتوني، المصدر، الباحثة.

الفئة المستفيدة/ المستهدفة	التقييم			المؤثرات	التقييم			المؤشر	الإجراء	المعيار
	ضعيف	متوسط	عالي		لا	النسبة	نعم			
				التأثير البصري				تقسيم الموقع	الإجراء التخطيطي	التقليل من نفايات الهدم ضمن الموقع
				جودة الهواء - الضوضاء				تحديد مواقع المستوعات		
				تواجد أبنية أثرية				تحديد نقاط الدخول والخروج		
				استخدام الأراضي				تحديد أماكن الفصل		
				تأمين فرص عمل				تحديد أماكن الفرز		
				انبعاث الروائح				تحديد اماكن التجميع		
				تعشيش القوارض والزواحف				تدريب الكوادر العاملة		
								التواصل مع الفئات المستفيدة		

دور المعماري في إدارة وتقييم نفايات الهدم في الجمهورية العربية السورية

جدول/4/ يوضح مؤشرات تقييم إجراءات التصميم المعماري لعملية إدارة وتقييم نفايات الهدم والركام البيتوني،المصدر،الباحثة.

الفئة المستفيدة/ المستهدفة	التقييم			المؤشر	الإجراء	المعيار
	لا	النسبة	نعم			
				تصميم مواد اكساء وتغليف مباني	الإجراء التصميمي	اعادة استخدام وتدوير نفايات الهدم والركام البيتوني
				جدران حاملة		
				تصميم داخلي من مواد معاد تدويرها		
				فرش عمراني وتصميم حدائق		
				تغيير مناسيب الموقع		
				اعداد شروط ومواصفات بالمواد المعاد تدويرها		

جدول/5/ يوضح مؤشرات تقييم إجراءات التنفيذ لعملية إدارة وتقييم نفايات الهدم والركام البيتوني،المصدر،الباحثة.

الفئة المستفيدة/ المستهدفة	التقييم			المؤشر	الإجراء	المعيار
	لا	النسبة	نعم			
				التراخيص الادارية	الدراسة المكتبية	التخلص من نفايات الهدم والركام البيتوني
				عمر المبنى والبنية التحتية		
				تاريخ المبنى ووظيفتها لاخيرة		
				تحديد الجملة الانشائية المستخدمة		
				تحديد مواد البناء من انشاء واكساء		
				مخططات ورسومات هندسية		
				التحقق من الدراسة المكتبية	المسح الميداني	
				جرد المواد لكل مبنى		
				تفصيل المواد الانشائية والاكسائية لكل مبنى		
				تحليل العينات المشبوهة		
				التأكد من القياسات والكميات		
				التواصل مع الفئات المستفيدة		

4- النتائج والتوصيات:

النتائج:

- 1- يعتبر المعماري المؤسس لعمليات توصيف مواد البناء من أعمال انشاء واكساء قبل وأثناء عملية البناء، كما أنه على دراية في عملية تركيب وتنفيذ هذه المواد ضمن البناء أثناء عملية التنفيذ، وبالتالي في حال وجود أبنية مهدمة بشكل كامل يكون لدى المعماري صورة مسبقة عن المواد التي من الممكن تواجدها في نفايات الهدم، وبالتالي يتمكن من عملية التقييم بالشكل الامثل.
- 2- تبدأ عملية تقييم نفايات الهدم من قبل المعماري بالعملية التخطيطية ومن ثم التنفيذية أي العمل على أرض الواقع من عمليات مسح ميداني وتقييم تلك النفايات وتنتهي بالعملية التصميمية التي تعمل على قولبة عملية إعادة التدوير (مابعد عملية التقييم) حسب التصاميم وتقنيات التنفيذ المعتمدة من قبل المعماري وذلك بعد معرفة جودة وكمية المنتجات التي ستقدم من تلك النفايات.
- 3- من الواجب إعداد مخطط توجيهي لإدارة نفايات الهدم بحيث يتم انجازه من قبل المعماري من خلال عدة مراحل:

المرحلة الأولى: دراسة الوضع الراهن وتتضمن تحديد المناطق المراد التخلص من نفايات الهدم فيها وكمية النفايات المتولدة وتحليلها أي تقييمها وتحديد مواقع نقلها.

المرحلة الثانية: تقديم دراسة لإدارة نفايات الهدم والركام البيتوني وتتضمن تحديد الأهداف والغايات المرجوة والتقنيات المتاحة والمقترحات التي يمكن تنفيذها ضمن الآليات الموجودة في سورية.

المرحلة الثالثة: إعداد خطة مشاريع ودراسة جدوى اقتصادية وتقديم مخطط توجيهي نهائي يتضمن مايلي:

- مخططات تشمل آلية تقسيم الأراضي ومراكز الفصل ومراكز إعادة التدوير حسب كمية ونوعية نفايات الهدم.
- جداول بنتائج المعلومات التقنية (التي تمت من خلال عملية التقييم) ، وتشمل المنشآت المقترحة والمعدات والأيدي العاملة والتكاليف المبدئية.

- جداول تحوي المواصفات الفنية للمواد المعاد تدويرها التي ستدخل ضمن العملية التصميمية للمباني المقترحة للموقع المهدم.

المرحلة الرابعة: تحديد المعوقات والصعوبات والحلول الممكنة ضمن الامكانيات المتاحة والفرص الممكنة للاستفادة من كافة نفايات الهدم (توفير أسواق للمواد المعاد تدويرها- وجود مطامر).

المرحلة الخامسة: إنشاء معامل مؤقتة للجمع والفصل والفرز وإنشاء حاوية متنقلة بين الموقع للجهات المطلوبة. كما من الممكن إنشاء معامل ضمن الموقع في حال إمكانية تدوير بعض المنتجات ضمنه.

4- من الصعوبة تأمين تمويل لعمليات تقييم نفايات الهدم إلا إذا أُدرجت ضمن الأعمال التي ستليها من إعادة تدوير واستخدام لتلك المواد ضمن الدراسات التصميمية، وبالتالي لا يمكن تقسيم هذه الأعمال وإنما يتم عملها على مراحل لتجنب الخسائر الاقتصادية.

5- يجب وضع خطة تخدمية بين موقع الهدم والمواقع الأخرى ذات الصلة أثناء مرحلة التشغيل وتوفير الترابط بين الآليات والمعدات وأماكن العمل والمطامر في حال اقتضى ذلك.

6- لا يمكن وضع خطة شاملة لتقييم نفايات الهدم والركام البيتوني لكافة المناطق المهدمة بسبب وجود خصوصية لكل منطقة وبالتالي تمت الدراسة على وضع خطوط عريضة من الممكن الاستعانة فيها ضمن أعمال الدراسة.

التوصيات:

1- التأكيد على وجود دور للمعماري في عملية تقييم نفايات الهدم وربطها مع المؤسسات ذات الصلة من مكاتب الممارسة للمهنة ونقابة المهندسين الخ...

2- اعتماد مبادئ الاستدامة والمباني الخضراء لكل عمليات البناء وخاصة في المواد المدخلة في البناء والتي من الممكن إعادة تدويرها والتأكد عليها من خلال القرارات والأنظمة النازمة للمناطق المهدمة.

3- تشجيع الخبرات العلمية والعملية على وضع دراسات ومعايير للمواد المعاد تدويرها ومن الممكن أن تدخل في العملية التصميمية لترويجها ضمن السوق المحلية بأعلى جودة ونشر الثقافة المجتمعية بذلك.

4- اشراك المهندسين والمختصين بأعمال أخرى كالأثاريين بعملية تقييم نفايات الهدم والركام البيتوني لضمان حسن سير العملية بالشكل الأمثل.

المراجع:

- 1- Cited in WRAP 2003 A Strategy for construction, demolition and excavation waste recycled aggregates, Banbury, WRAP, 201.
- 2- Environmental Guideline on Demolition of buildings, no 6,2017
- 3- EU Construction & Demolition Waste Management Protocol, September 2016. Directorate-General for Internal market, Industry, Entrepreneurship and SMEs.

- 4- Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings.2018. EU Construction and Demolition Waste Management.
- 5- H. McWilliams, C.T. Griffin, 2010. A critical assessment of concrete and masonry structures for reconstruction after seismic events in developing countries, Portland State University, Portland, Oregon: United States.
- 6- Hurley, J.W., McGrath, C., Fletcher, S.L. and Bowes, H., Deconstruction and re-use of construction materials, London:England.
- 7- Jianzhuang, Xiao- Long, Li, Review on Recycled Aggregate Concrete in the Past 15 Years in China, Department of Building Engineering, Tongji University, Shanghai: China.
- 8- <https://www.epa.gov/coalash/coal-combustion-residuals-ccr-part-implementation>.
- 9- <https://pursuitist.com/seouls-unforgettable-stone-cage-wall-display-at-cafe-ato>.
- 10- Kabirifar,Kamyar.Mojtahedi,Mohammad. Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: Areview.2020. Article in Journal of Cleaner Production.
- 11- Liu, Jingkuang. Wang, Xuetong. An environmental assessment model of construction and demolition waste based on system dynamics: a case study in Guangzhou.2019. Journal of environmental toxicology and biogeochemistry of ecosystems.
- 12- Marrero, Madelyn. Puerto, Manuel. Assessing the economic impact and ecological footprint of construction and demolition waste during the urbanization of rural land.2016. Journal Resources, Conservation and Recycling.

- 13- Nikmehr, Bahareh. Chileshe, Nicholas. An integrated model for factors affecting construction and demolition waste management in Iran.2017. Article in Engineering Construction & Architectural Management.
- 14- Regan Potangaroa , THE GABION HOUSE REVISITED., Department of Architecture, UNITEC,New Zealand.
- 15- Wang, Jiayuan. W.Y. Tam, Vivian. Identifying best design strategies for construction waste minimization.2015. Journal of Cleaner Production.
- 16- Isaac, S., & Michael, W. B. (1995).Handbook in research and evaluation: A collection of principles, methods, and strategies useful in the planning, design, and evaluation of studies in education and the behavioral sciences. Edits publishers.

• المراجع باللغة العربية:

- 17- الساعدي ،م.عبدالله محمد . 2018،إعادة استخدام مخلفات المواد، درنة: ليبيا.
- 18- دراسة الأثر البيئي والاجتماعي لمشروع إدارة النفايات الصلبة في قطاع غزة،2012، الملخص التنفيذي،Eco Con Serve.
- 19- عبد نور.علي فيصل،غليم ،صلاح مهدي . 2006.إدارة المخلفات الانشائية ،وزارة البيئة ،قسم إدارة المخلفات الصلبة،،ص:4~8.
- 20- عوض محمد.م.هشام، دراسة العلاقة بين كميات مخلفات الهدم والحالة التعليمية والاجتماعية بمصر.2018،جامعة المنوفية،مجلة ERJ،العدد 41
- 21- النجار .م.عمار ،استخدام الحصىيات المدورة المستخلصة من ركام البناء في العناصر البيتونية. 2016، رسالة ماجستير ،كلية الهندسة المدنية ، جامعة دمشق

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

محمد جهاد العيسى⁽¹⁾، نضال شقير⁽¹⁾، سامر زيزفون⁽²⁾

(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⁽¹⁾, Nidal SHOUKEIR⁽¹⁾, Samer ZEIZAFOUN⁽²⁾

(1)Higher Institute of Earthquake studies and Research, Damascus university E-mail: 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 حالتي 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, 1979; Hanks and Kanamori, 1977). 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 تتفد 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 باستنباط 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., 2008; Hussein et al., 2003) 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) المؤد للزلزال ومقدار الإزاحة الصدعية (D) ومعامل صلابة الصخور (μ) 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:

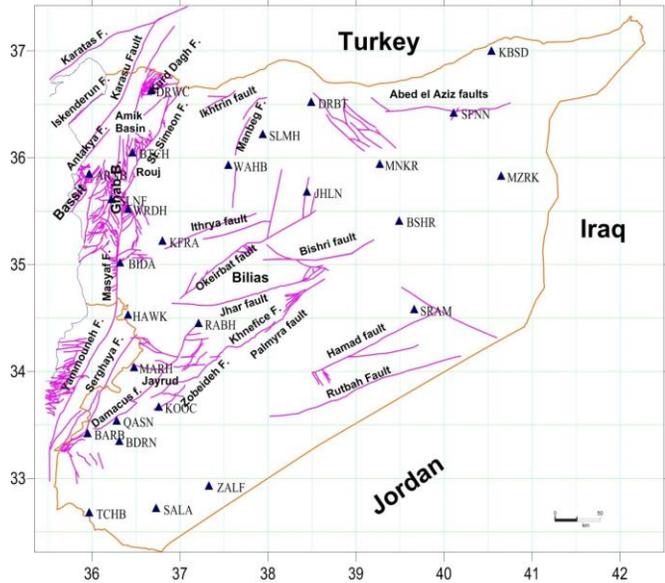
$$M_w = (2/3) \log(M_0) + 10.73 \quad (2)$$

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).

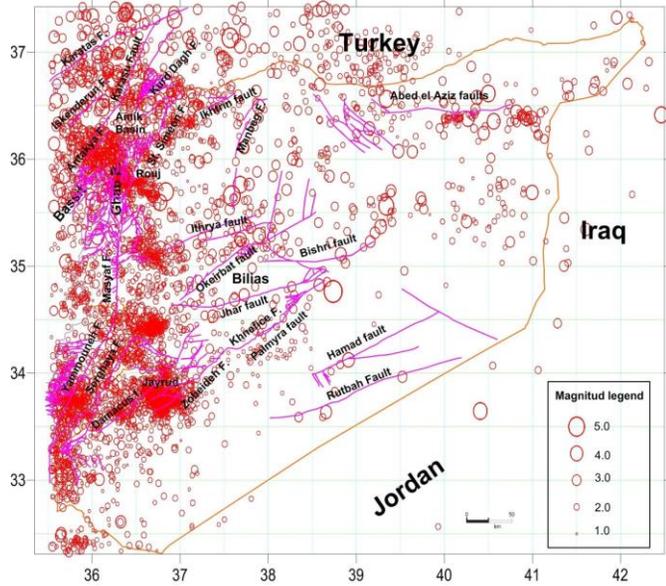
3-2 الوضع الزلزالي في سورية

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 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 (M_C) (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) فتمثل 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 ($\log(A_0)$) منحني تصحيح تخامد الأمواج مع المسافة، أما (C) فيمثل 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 منحني 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

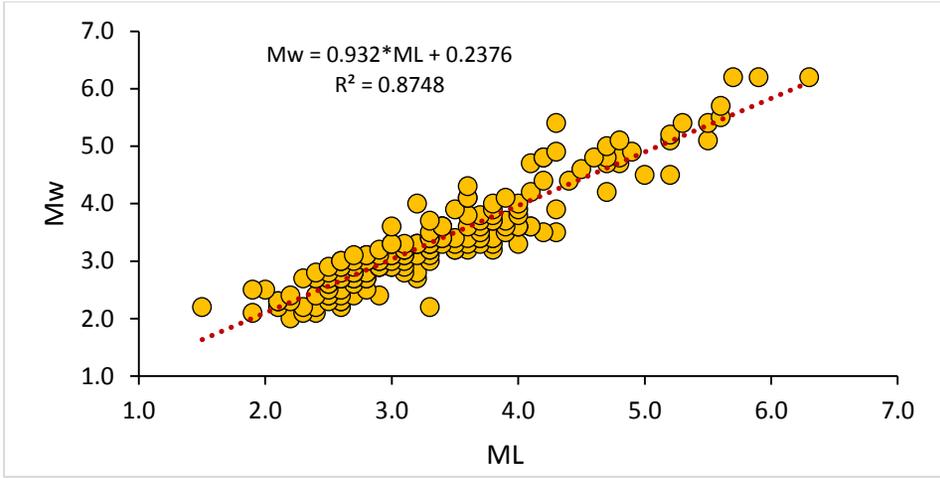
نلاحظ مما سبق أن النشرات الزلزالية الصادرة عن المركز الوطني للرصد الزلزالي كانت تتضمن قدر نهاية التسجيل (M_C) فقط خلال الفترة 1995-2008 وأنها اشتملت على قدر الهزات المحلية (M_L) خلال الفترة 2008-2012. وبناء على ذلك كان لابد لنا من توسيع قاعدة معطياتنا لتشمل النتائج المنشورة في المركز الزلزالي الدولي (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

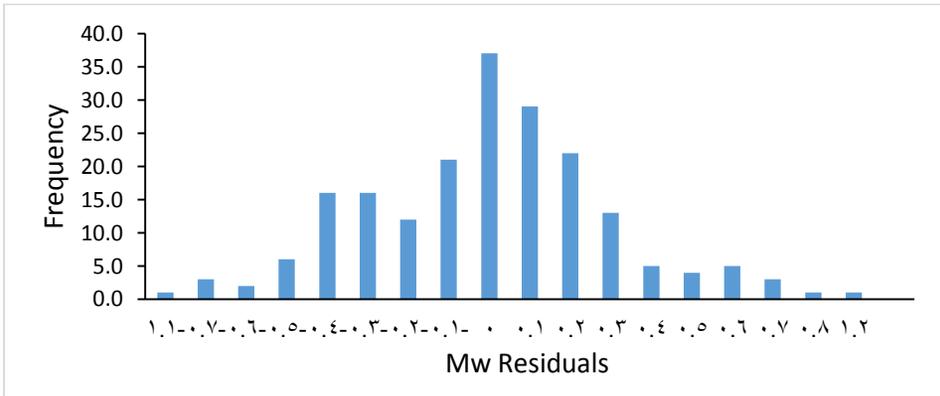
تزخر الأدبيات العلمية المنشورة بالعديد من العلاقات التجريبية التي تربط بين مختلف أنواع القدر وهذه العلاقات تختلف من منطقة إلى أخرى من بقاع العالم وذلك تبعاً للظروف المحلية مثل خصائص القشرة الأرضية وغيرها. لكن الشكل العام لها هو شكل العلاقة الخطية: $(Y=a.X + c)$ حيث تُحدد الثوابت التجريبية (a, c) بطريقة الإرجاع الخطي (Linear regression). يحدد معامل الارتباط الخطي (R^2) جودة العلاقة المستنبطة 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

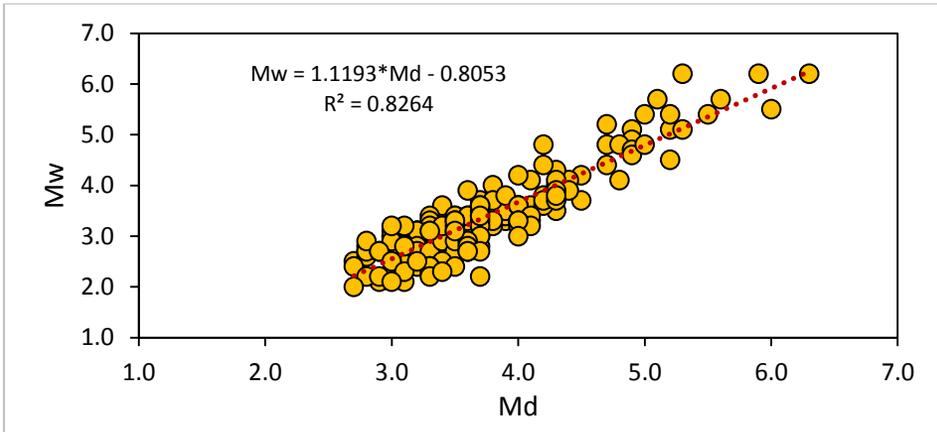
تم اشتقاق علاقات تجريبية بين قدر العزم (M_w) وبين ثلاثة أنواع رئيسية للقدر متوفرة في المركز الزلزالي الدولي (ISC) وهي: قدر الهزات المحلية (M_L) وقدر المدة (M_D) وقدر الأمواج السطحية (M_S) وقدر الأمواج الجسمية (M_B) . ونظراً لكون قدر نهاية التسجيل (M_C) كان الوحيد المتوفر في المركز الوطني للرصد الزلزالي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



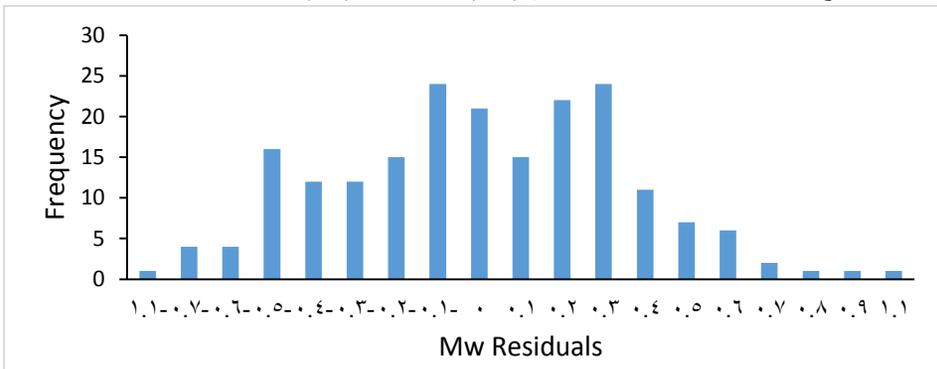
شكل 3. نتائج العلاقة التجريبية بين قدر العزم (M_w) وقدر الهزات المحلية (M_L).



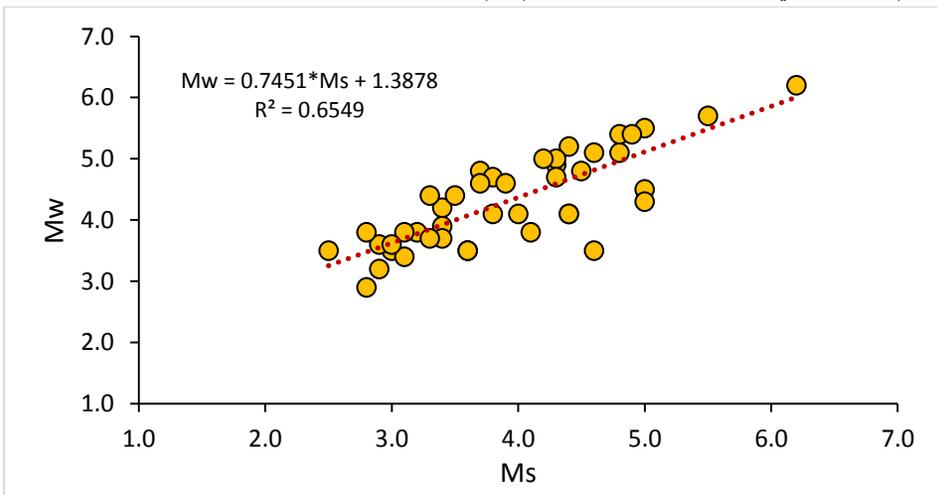
شكل 4. هيستوغرام الفروقات بين قدر العزم (M_w) المحسوب من العلاقة التجريبية بين قدر العزم (M_L) والملاحظ في قاعدة المعطيات قدر الهزات المحلية (M_L).



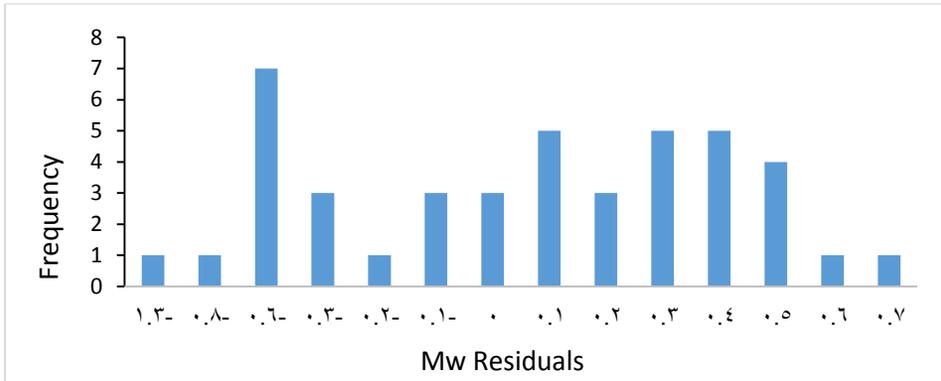
شكل 5. نتائج العلاقة التجريبية بين قدر العزم (M_w) وقدر المدة (M_D).



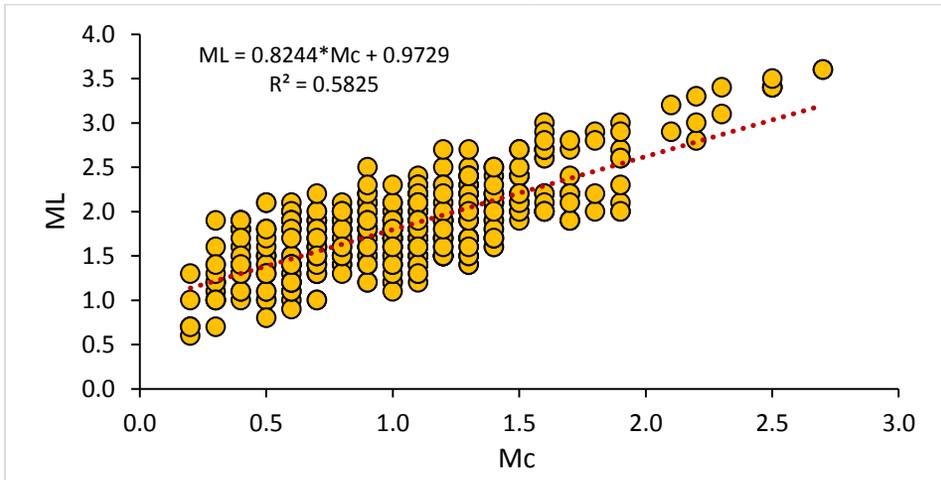
شكل 6. هيسنوغرام الفروقات بين قدر العزم (M_w) المحسوب من العلاقة التجريبية بين قدر العزم (M_w) والملاحظ في قاعدة معطيات قدر المدة (M_D).



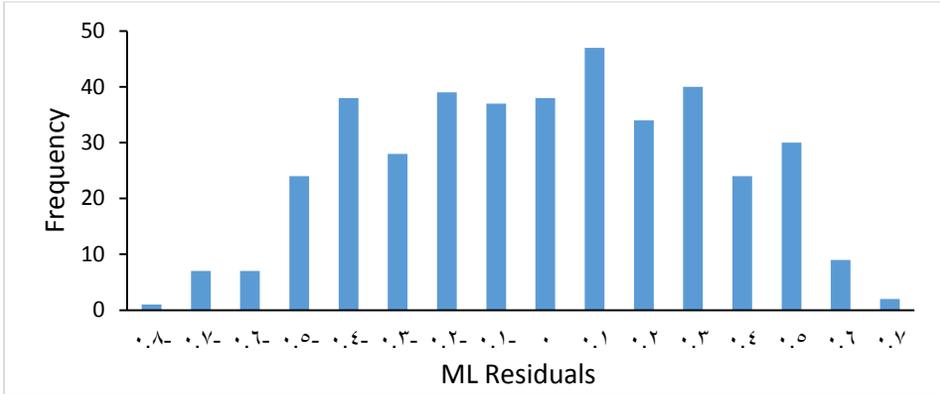
شكل 7. نتائج العلاقة التجريبية بين قدر العزم (M_w) وقدر الأمواج السطحية (M_s).



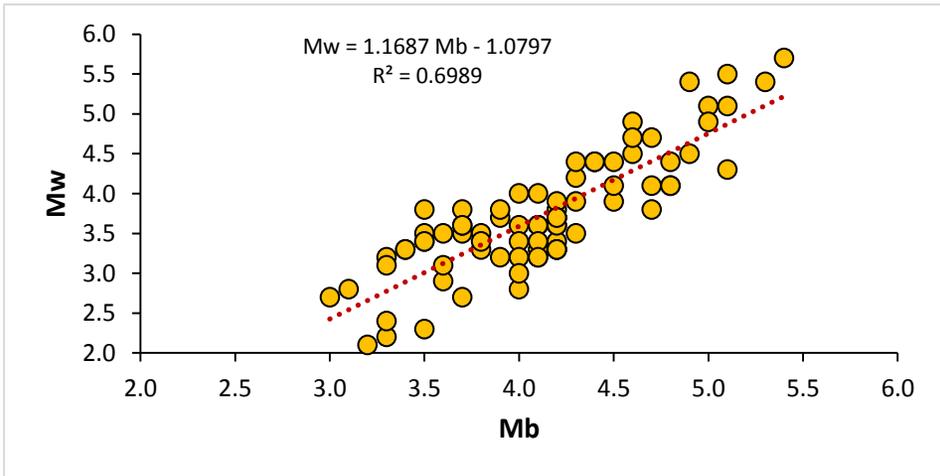
شكل 8. هيستوغرام الفروقات بين قدر العزم (M_W) المحسوب من العلاقة التجريبية بين قدر العزم (M_W) الملاحظ في قاعدة معطيات قدر الأمواج السطحية (M_S).



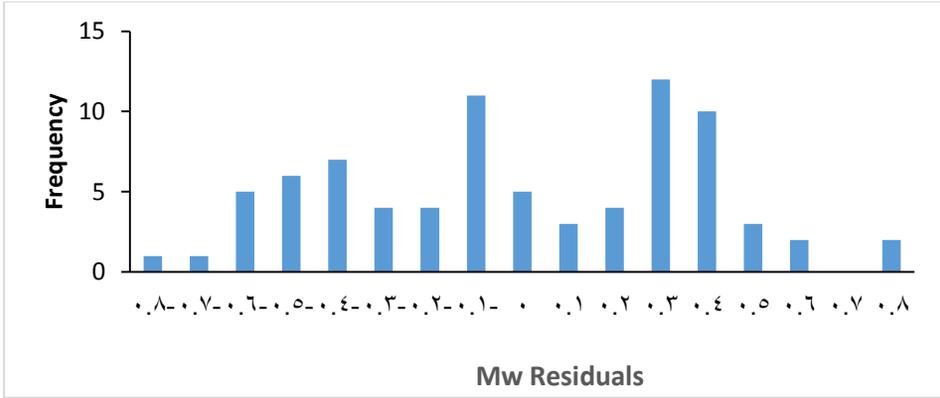
شكل 9. نتائج العلاقة التجريبية بين قدر الهزات المحلية (M_L) وقدر نهاية التسجيل (M_C).



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 توزع 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 التبعر للنقاط التجريبية (الشكل 9) وقد بلغ معامل الارتباط الخطي (R^2) قيمة مقبولة نسبياً فكان حوالي 0.58. يمكن تفسير التبعر 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) بين قدر الهزات المحلية (M_L) الملاحظ في قاعدة معطيات الشبكة السورية خلال الفترة 2008-2012 كانت بحدود (± 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.