

دراسة النشاط الزلزالي لمنظومة صدع البحر الميت DSFS من العام 1981 حتى 2020

د. خالد عمر*

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة النشاط الزلزالي لمنظومة صدع البحر الميت (Dead Sea Fault System) باستخدام التسجيلات الزلزالية الحديثة من العام 1981 حتى 2020 للزلازل ذات القدر المحلي $ML \geq 3$ ، وقد تبين أن هذه الزلازل تنتشر بشكل أساسي في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة (منطقة صدع بحيرة طبريا وصدعي اليمونة وسرغايا)، وفي الجزء الشمالي (منطقة صدع اللاذقية كلس والقوس القبرصي)، أما في الجزء الأوسط من منطقة الدراسة (منطقة صدوع مصيف والغاب)، تبين أن عدد الزلازل قليل جداً، وهو في حالة هدوء نسبي من الناحية الزلزالية خلال فترة الدراسة، وكانت أعماق الغالبية العظمى للزلازل تتراوح من 1 حتى 15 كم ويوجد 7 زلازل فقط قدرها $ML \geq 5$. تم الحصول على معاملات غوتنبرغ - ريختر من العلاقة $\text{LogN}(M) = -0.878 M + 5.713$. وتبين أن أكثر الصدوع نشاطاً في منطقة الدراسة هي صدع اليمونة وصدع اللاذقية - كلس.

تم الحصول على آلية البؤر الزلزالية للزلازل ذات القدر $ML \geq 3.6$ من معطيات جامعة هارفارد والمركز الدولي للزلازل، وتم حساب آلية البؤر الزلزالية للهزات ذات القدر $ML \leq 3.6$ من معطيات

*باحث في المركز الوطني للزلازل.

الشبكة الوطنية الرقمية في سورية والمسجلة على 6 محطات على الأقل وتوصلنا لحساب 9 صدوع عكسية، 8 صدوع إزاحة جانبية، 7 صدوع عادية.

الكلمات المفتاحية: آلية البؤرة، النشاط الزلزالي، التكتونيك الزلزالي، منظومة صدع البحر الميت (DSFS).

Study of seismic activity of the Dead Sea Fault System (DSFS) from 1981 to 2020

Dr. Khaled Omar*

Abstract

This research aims to study the seismic activity of the Dead Sea Fault System using recent seismic recordings from 1981 to 2020 of earthquakes of local magnitude $ML \geq 3$, and it was found that these earthquakes are mainly spread in the southern part of the study area (area The Sea of Galilee fault and the Yammouna and Sargaya faults) and in the northern part (the Lattakia Kilis fault area and the Cypriot arc), while in the central part of the study area (the Masyaf and al-Ghab fault area) it was found that the number of earthquakes is very small and it is in a state of relative unactive in terms of seismicity during the study period The depths of the vast majority of earthquakes ranged from 1 to 20 km and there were only 7 earthquakes of $ML \geq 5$, and the Gutenberg - Richter coefficients were obtained from the relationship $\text{LogN}(M) = -0.878 M + 5.713$. It was also found that the most active faults in the study area are the Yammouna fault and the Lattakia Kilis fault.

The focal mechanism for earthquakes of magnitude $ML \geq 3.6$ was obtained from data from Harvard University and the International Center for Seismology, and the focal mechanism for earthquakes of magnitude $ML \leq 3.6$ was calculated from the data of the national digital network in Syria recorded on at least 6 stations, and 9 reverse faults were obtained, 8 side offset faults, 7 normal faults.

Keywords: Focal Mechanism, Seismic activity, Seismic tectonics, Dead Sea Fault System(DSFS)

* Researcher in national earthquake center.

1- المقدمة

تعدّ منظومة صدع البحر الميت (DSFS Dead Sea Fault System) المصدر الرئيسي المولد للزلازل في سورية والمناطق المجاورة، وقد بينت الدراسات التكتونية الحقلية السابقة بأنه صدع انزياح جانبي يساري بالدرجة الأولى؛ إذ درس [Darkal, 1995] التطور التكتوني للانهدام السوري والانزياح الجانبي في الجزء الشمالي للصدع المحول المشرقي وتحديد علاقته التكتونية بالبنيات المجاورة، وتم الحصول على نموذج تكتوني ثلاثي المرحلة لحركة الصفيحة العربية، وقام [Daoud, 1995] بدراسة سمات النشاط الزلزالي التاريخي وهدوئه المؤقت في سورية، وحدد التواتر الزمني لحدوث الزلازل في عدة مدن سورية، ودرس [Ahmad et al, 2013] قاعدة البيانات الزلزالية المتوفرة في المركز الوطني للزلازل في سورية، كما بينت الدراسات الزلزالية التاريخية في المنطقة أنه يوجد العديد من الزلازل التاريخية القوية حدثت على هذا الصدع -El- [Hariri, 1991] و [Sbeinati et al., 2005]، وقد درس عدد من الباحثين النشاط الزلزالي شرق البحر المتوسط وصدع البحر الميت [Salamon, 1996] ، [El Ssayed et al, 1996]، [Van Eck T, Hofstetter A., 1990] ووجدوا أن قيمة المعامل b (b- Value) تتراوح عموماً بين 0.8 و 1 b هي ميل المنحني الممثل للعلاقة بين القدر والعدد التراكمي وتتغير حسب مكان الدراسة وزمانها).

درس [Abdul-Wahed et al., 2010] آلية البؤر الزلزالية ل(49) هزة في سورية قدرها $M_L > 3.5$ من العام 1994 حتى العام 2003 وكانت غالبيتها صدوع إزاحة جانبية، ودرس [Omar, 2016] آلية البؤر الزلزالية ل (35) هزة باستخدام معطيات الشبكة الرقمية في سورية من العام 2009 حتى 2011 وكانت آلية البؤر متنوعة؛ لأن الهزات صغيرة وفي مناطق مختلفة. في هذا البحث تم دراسة النشاط الزلزالي لمنظومة صدع البحر الميت خلال الفترة من تاريخ 1981/11/24 حتى 2020/5/1 للزلازل ذات القدر المحلي $M_L \geq 3$ وبالتحديد للجزء الممتد من

بحيرة طبريا جنوبًا حتى الحدود السورية التركية شمالًا؛ أي المنطقة الواقعة بين خطي الطول 35° و 37° وخطي العرض 32.7° و 37° والمسجلة في الشبكات المحلية والعالمية.

2- المعطيات وطرائق البحث:

تمت دراسة المعطيات الزلزالية من العام 1981 حتى 2020 من الشبكة الأوروبية المتوسطية EMSC ومن المركز الدولي لبحوث الزلازل ISC+ IPRG ومن تسجيلات الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي في سورية SNSN. تم استخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS في رسم الخرائط ومعالجتها.

وقد تم استخدام برنامج SEISAN لتحليل ومعالجة الزلازل بالإضافة لحساب آلية البؤر الزلزالية؛ إذ إنه بعد إدخال نموذج السرعة لمنطقة الدراسة وإدخال إحداثيات المحطات كافة وارتفاعاتها الطبوغرافية وتحديد قطبية الوصول الأولي للموجة P لكل محطة على حدة يقوم البرنامج بحساب زاوية الخروج بين البؤرة الزلزالية والمحطة، وذلك لكل محطة على حدة بعد ذلك نحصل على حلول عدة لآلية البؤرة الزلزالية، ويتم اعتماد الحل الأفضل (Best Solution). ومن الجدير بالذكر هنا أن برنامج (SEISAN) هو برنامج معتمد عالميًا ومعروف بدقته. كما تم التأكد من دقة حلول آلية البؤر باستخدام برنامج آخر FA [Lander, 2004] إذ يتم في هذا البرنامج، أيضًا، إدخال إحداثيات شبكة الرصد الزلزالي والارتفاع الطبوغرافي للمحطات ونموذج السرعة لمنطقة الدراسة، ثم يتم إدخال إحداثيات الهزة وقدرها وعمق البؤرة وقطبية الوصول الأولي للموجة P لكل محطة على حدة بالإضافة لمعاملات عدّة أخرى، وبالنتيجة نحصل على حلول عدة لآلية البؤرة الزلزالية، ثم يتم اعتماد الحل الأفضل (Best Solution).

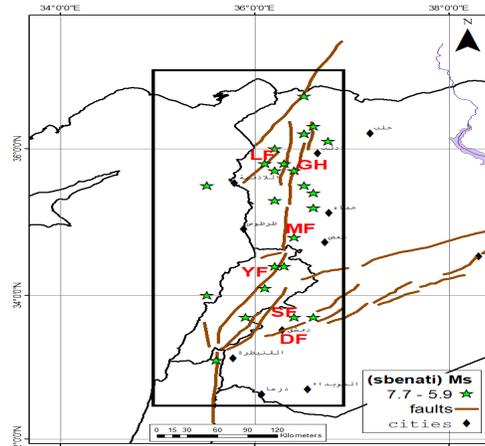
تكمن أهمية العمل في حساب آلية البؤر الزلزالية؛ إذ اختيرت مجموعة من الهزات المحلية والتي تحقق الشروط الآتية:

1- أن تكون الهزات المحلية مسجلة في 6 محطات على الأقل.

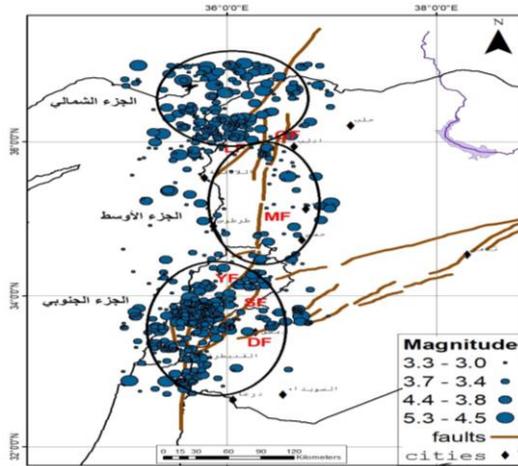
- 2- قطبية الوصول الأولي للموجة P واضحة بشكل جيد.
 - 3- لا تزيد الفجوة السمتمية (زاوية GAP) لتسجيل الهزة عن 200 درجة.
 - 4- لا تزيد الأخطاء في خطوط الطول والعرض والعمق لموقع الهزة عن 5 كم.
 - 5- لا تزيد RMS عن 0.5 (RMS هي قيمة عدم المطابقة الوسطية في تحليل الهزة).
- 3- النشاط الزلزالي في منطقة الدراسة:**

تبين الدراسات الزلزالية التاريخية وجود العديد من الزلازل التاريخية القوية التي حدثت على صدع البحر الميت، في دراسة "أمبريسيز" و"جاكسون" [Ambraseys, Jackson, 1998] يوجد 150 زلزال تاريخي قوي؛ إذ يوجد 78 زلزال حدث قبل عام 1900 ميلادي و72 زلزال بعد عام 1900، كما تبين دراسة سبيناتي [Sbeinati et al., 2005] وجود 24 زلزال تاريخي قوي بقدر Ms يتراوح من 5.9 حتى 7.7 كما هو موضح بالشكل (1).

تم في هذا البحث دراسة الزلازل الحديثة المسجلة من العام 1981 حتى 2020 في منطقة الدراسة، والتي قدرها $ML \geq 3$ كما هو موضح بالشكل (2)؛ إذ يوجد 658 زلزال بقدر ML يتراوح من 3 حتى 5.3 وعمق من 1 حتى 58 كم، تنتشر هذه الزلازل بشكل أساسي في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة (منطقة صدع بحيرة طبريا وصدعي اليمونة وسرغايا)، وفي الجزء الشمالي (منطقة صدع اللانقية-كلس والقوس القبرصي)، أما في الجزء الأوسط من منطقة الدراسة (منطقة صدوع مصيف والغاب) فنلاحظ أن عدد الزلازل قليل جدًا، وهي في حالة هدوء نسبي من الناحية الزلزالية خلال فترة الدراسة.



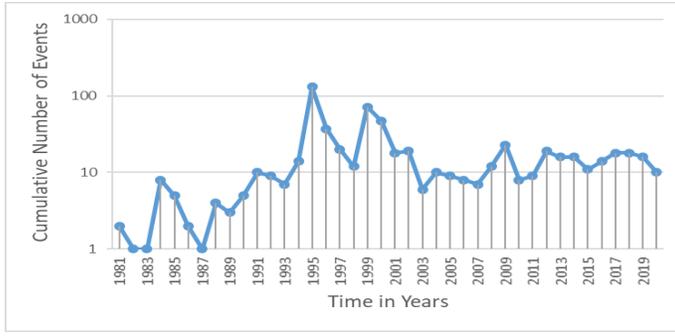
الشكل (1): خارطة الزلازل التاريخية حسب سبيناتي حيث (LF-صدع اللاذقية -كلس، GH-منخفض الغاب، MF-صدع مصياف، YF-صدع اليمونة، SF-صدع سرغايا، DF-صدع دمشق، TB-صدع طبريا).



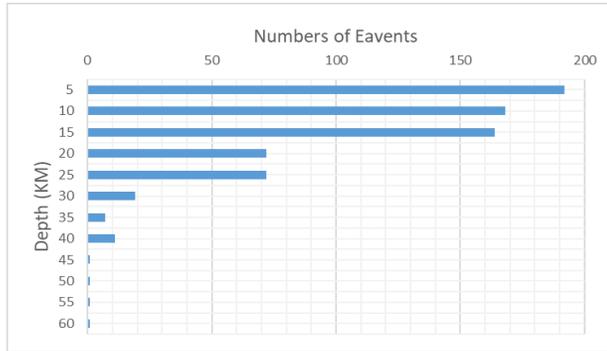
الشكل (2): خارطة توزيع الزلازل الحديثة من العام 1981-2020 ذات القدر $ML \geq 3$

تم رسم المخطط التراكمي للزلازل مع الزمن كما هو موضح بالشكل (3)؛ إذ ازداد عدد الزلازل ازديادًا واضحًا خلال الفترة من العام 1995 حتى 2002، ويمكن إرجاع ازدياد عدد الزلازل خلال هذه الفترة إلى أحد سببين: السبب الأول والأهم تركيب محطات الشبكة الوطنية للرصد الزلزالي التي أصبحت تسجل الهزات الصغيرة والكبيرة كافة؛ إذ إن محطات الشبكات العالمية البعيدة كانت تسجل فقط الهزات التي يزيد قدرها عن 2، السبب الثاني احتمال وجود نشاط تكتوني على تلك الصدوع في منطقة الدراسة أدت إلى زيادة عدد الهزات خلال هذه الفترة.

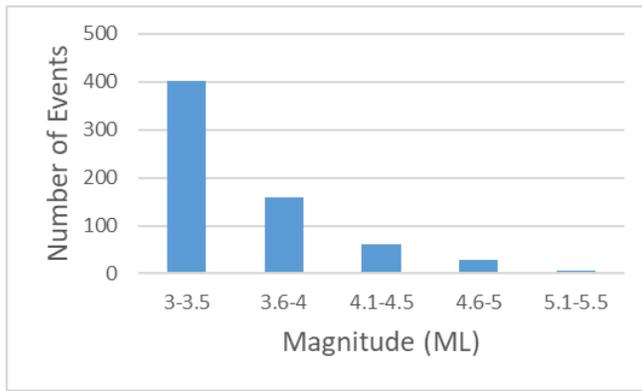
يبين الشكل (4) أن أعماق الزلازل على صدع البحر الميت تتركز بشكل رئيسي في الأعماق من 1 حتى 15 كم وبشكل أقل تصل حتى عمق 25 كم، ويوضح الشكل (5) أن عدد الزلازل يتناقص مع ازدياد القدر، وغالبية الزلازل هنا يتراوح قدرها ML من 3 حتى 3.5.



الشكل (3): المخطط التراكمي للزلازل مع الزمن

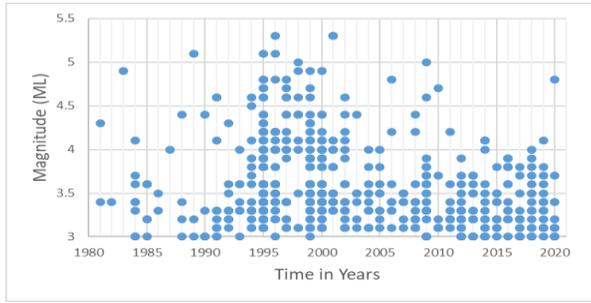


الشكل (4): تغير عدد الزلازل مع العمق



الشكل (5): تغير عدد الزلازل مع القدر

أما الشكل (6) يوضح توزيع قدور الزلازل مع الزمن ونلاحظ هنا وجود 7 زلازل فقط قدرها $ML \geq 5$ خلال فترة الأربعين عام الماضية.



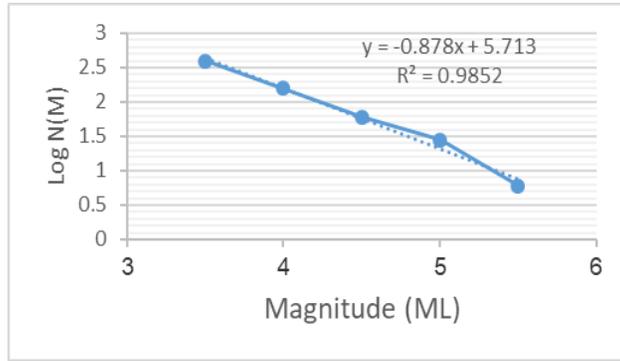
الشكل (6): توزيع قدور الزلازل مع الزمن

تم تطبيق علاقة غوتنبرغ-ريختر التي تصف العلاقة بين تكرار حدوث الزلازل، وقدره:

$$\text{Log } N(M) = a - bM$$

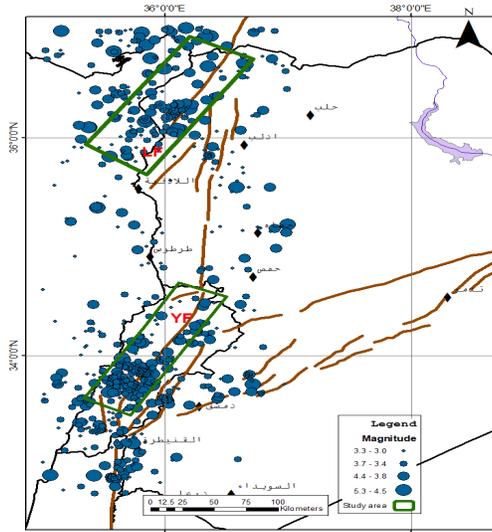
حيث $N(M)$ هي تكرار الزلازل M .

تعبر القيمة a عن النشاط الزلزالي في منطقة ما، وهي مرتبطة بعدد الزلازل التي حدثت في منطقة معينة خلال فترة محددة وبقيمة القدر الأعظمي. أما b فهي ميل المنحني الممثل للعلاقة بين القدر والعدد التراكمي، وتتغير حسب مكان الدراسة وزمانها. وكما هو موضح بالشكل (7) علاقة ميل المنحني بين القدر والعدد التراكمي للزلازل ومنه تم الحصول على معاملات غوتنبرغ - ريختر الخاصة بمنطقة الدراسة، وكانت قيمة المعاملين $a = 5.713$ و $b = 0.878$. إن انخفاض قيمة b هو مؤشر على ارتفاع النشاط الزلزالي في المنطقة، أما ارتفاع قيمة b فهو مؤشر على انخفاض النشاط الزلزالي في المنطقة.



الشكل (7): علاقة ميل المنحني بين القدر والعدد التراكمي للزلازل

إن أهم الصدوع الموجودة ضمن منظومة صدع البحر الميت والتي تنتشر عليها الزلازل بكثرة هي: صدع اليمونة وصدع اللاذقية-كلس كما هو موضح بالشكل (8)؛ إذ يوجد على صدع اليمونة 147 زلزالاً مسجلاً من العام 1984 حتى 2019 يتراوح قدرها المحلي ML من 3 حتى 5.1 وأعماقها من 1 حتى 38 كم. كما يوجد على صدع اللاذقية-كلس 105 زلازل مسجلة من العام 1990 حتى 2020 يتراوح قدرها المحلي ML من 3 حتى 5 وأعماقها من 1 حتى 21 كم حسب تسجيلات الشبكات العالمية وتسجيلات الشبكة الرقمية الوطنية في سورية [National Earthquake Center, 2020].



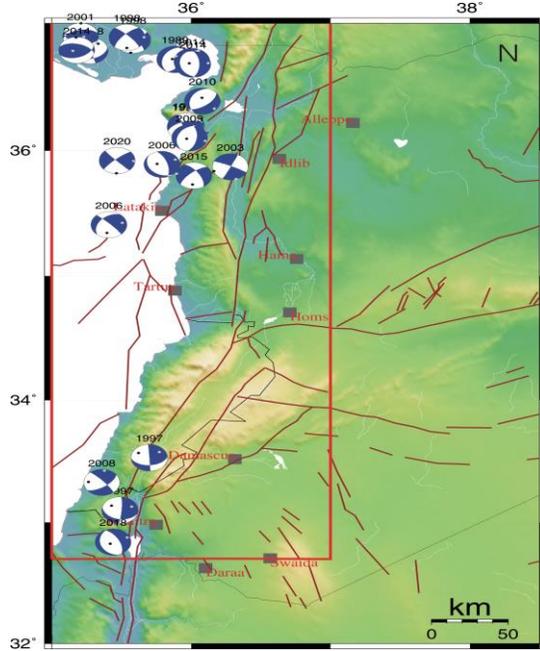
الشكل (8): أهم الصدوع في منطقة الدراسة (صدع اليمونة وصدع اللاذقية-كلس)

4- التكتونيك الزلزالي:

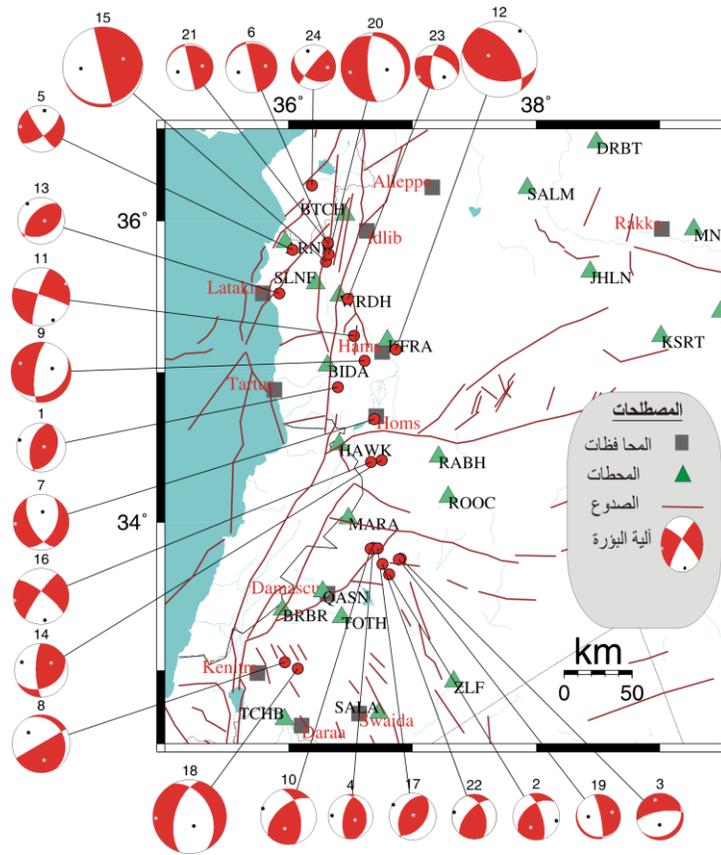
بينت دراسات آلية البؤر الزلزالية للزلازل ذات القدر $ML \geq 3.6$ التي قامت بها جامعة هارفارد والمركز الدولي للزلازل [Global CMT catalogue, 2019] أنه يوجد 21 آلية بؤرة زلزالية في منطقة الدراسة الموضحة بالشكل (9) وكانت حلول آلية البؤر الزلزالية كما يلي: 11 أحد عشر صدعًا عاديًا، 8 ثمانية صدوع إزاحة جانبية، 2 صدعان عكسيان.

في هذا البحث تم دراسة آلية البؤر الزلزالية للهزات ذات القدر $ML \leq 3.6$ المحسوبة من معطيات الشبكة الوطنية الرقمية في سورية ومسجلة على 6 محطات على الأقل، وقد بلغ عددها 24 هزة كما هو موضح بالشكل (10). وتم الحصول على 9 تسعة صدوع عكسية، 8 ثمانية صدوع إزاحة جانبية، 7 سبعة صدوع عادية. يبين الشكل (10) أن آلية البؤر الزلزالية على صدع

دمشق (البؤر رقم: 22، 4، 17، 22) تؤكد أنه صدع عكسي، وآلية البؤر الزلزالية على صدع اللاذقية كلس (البؤر رقم: 5، 24) تبين أنه صدع إزاحة جانبية، وآلية البؤر الزلزالية في منخفض الغاب (البؤر رقم: 14، 21، 6، 23، 11) هي بؤر صدوع إزاحة جانبية وأحياناً صدوع عادية مثل (البؤرة رقم: 20، 9)، ننوه هنا أن الهزات ذات القدر الصغيرة غالباً ما تكون ناتجة عن صدوع ثانوية. يبين الجدول (1) معاملات الزلازل التي تم حساب آلية بؤرتها من معطيات الشبكة الرقمية في سورية.



الشكل (9): آلية البؤر الزلزالية ذات القدر $ML \geq 3.6$ حسب هارفارد والمركز الدولي للزلازل



الشكل (10): آلية البؤر الزلزالية للهزات ذات القدر $ML \leq 3.6$ المحسوبة من معطيات الشبكة الوطنية الرقمية (حيث حجم الكرة يتناسب مع قدر الهزة).

الجدول (1): معاملات الزلازل التي حُسبت آلية بؤرتها من معطيات الشبكة الرقمية في سورية.

No	Date التاريخ	Time الوقت	Latitude خط العرض	Longitude خط الطول	Depth العمق (كم)	ML القدر المحلي	First Plane المستوي الأول			Second Plane المستوي الثاني		
							Strike	Dip	Slip	Strike	Dip	Slip
1	04/08/2009	12:15	34.901	36.399	1.2	2.2	194	54	83	26	36	100
2	25/11/2009	11:05	33.648	36.812	7.2	2.1	342	70	47	231	47	151
3	27/12/2009	10:00	33.755	36.906	11.4	2.1	260	72	-81	53	20	-116
4	17/01/2010	13:07	33.828	36.682	5.4	2	192	63	102	347	29	68
5	20/02/2010	19:23	35.808	36.033	1.9	2.1	145	82	-155	52	66	-9
6	21/03/2010	11:32	35.849	36.318	2.1	2.3	347	90	-98	257	8	0
7	15/05/2010	11:09	34.688	36.693	12.7	2.5	152	59	-126	26	46	-46
8	20/08/2010	02:39	33.055	35.970	4.2	2.6	60	90	-110	330	20	0
9	08/09/2010	01:31	35.078	36.614	6.7	2.7	188	73	-110	59	26	-42
10	04/12/2010	10:02	33.822	36.663	7.6	2.5	229	56	137	347	56	43
11	19/12/2010	19:51	35.241	36.527	16.4	2.6	288	85	-170	198	80	-5
12	13/01/2011	00:31	35.152	36.867	3.4	3.4	326	57	118	102	42	54
13	18/02/2011	21:00	35.523	35.923	13.8	2.1	223	54	79	61	37	104
14	13/03/2011	10:34	34.415	36.753	7.4	2.4	179	74	59	65	35	152
15	17/03/2011	18:54	35.73	36.3	6.7	3.6	167	90	81	77	8	180
16	24/03/2011	10:13	34.403	36.666	2.8	2.5	215	81	-13	307	77	-170
17	15/05/2011	03:17	33.824	36.719	2.3	2.1	38	45	99	206	45	81
18	29/05/2011	19:17	33.012	36.075	1	3.3	195	57	-65	334	41	-123
19	31/07/2011	08:40	33.75	36.889	2.2	2	349	81	-81	124	12	-134
20	20/08/2011	12:25	35.779	36.324	2.8	3.1	177	72	-79	21	21	-121
21	28/09/2011	00:28	35.854	36.318	6	2.1	347	90	-99	257	9	0
22	02/10/2011	10:15	33.72	36.759	5.4	2	222	62	133	339	50	38
23	17/10/2011	04:47	35.486	36.48	13.5	2	185	66	-39	294	55	-150
24	25/11/2011	13:19	36.231	36.187	1.6	2	219	83	47	122	44	170

5- المناقشة والنتائج:

إن دراسة النشاط الزلزالي لمنظومة صدع البحر الميت باستخدام التسجيلات الزلزالية الحديثة من العام 1981 حتى 2020 للزلازل ذات القدر المحلي $ML \geq 3$ تبين وجود 658 زلزالاً بقدر ML يتراوح من 3 حتى 5.3 وعمق من 1 حتى 58 كم، إن هذه الزلازل تنتشر بشكل رئيسي في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة (منطقة صدع بحيرة طبريا وصدعي اليمونة وسرغايا)، وفي الجزء الشمالي (منطقة صدع اللاذقية كلس والقوس القبرصي)، أما في الجزء الأوسط من منطقة الدراسة (منطقة صدوع مصيف والغاب) تبين أن عدد الزلازل قليل جداً، وهي في حالة هدوء نسبي من الناحية الزلزالية خلال فترة الدراسة، وكانت أعماق الغالبية العظمى للزلازل تتراوح من 1 حتى 15 كم، إن أكثر الصدوع نشاطاً في منطقة الدراسة خلال فترة الأربعين عاماً الماضية هي صدع اليمونة في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة وصدع اللاذقية-كلس في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة وهي موضحة بالشكل (8).

تم الحصول على معاملات غوتنبرغ - ريختر من العلاقة $\text{Log}N(M) = -0.878 M + 5.713$ ؛ أي أن قيمة $b = 0.878$ وهذا يتوافق مع جميع الدراسات السابقة والتي بينت أن قيمة b تتراوح بين 0.8 و 1 لصدع البحر الميت. فقد درس [Salamon, 1996] النشاط الزلزالي شرق البحر المتوسط ووجد قيمة المعامل b (b Value) لصدع البحر الميت وهي $b = 1$ ، وفي دراسة [El Ssayed et al, 1996] للخطر الزلزالي في سورية وجد قيمة $b = 0.9$ ، وبينت دراسة [Van Eck T, Hofstetter A., 1990] لصدع البحر الميت أن قيمة b تتراوح بين 0.8 و 0.9. من الجدير بالذكر هنا أن النتائج تم الحصول عليها من تسجيلات الشبكات العالمية وتسجيلات الشبكة الرقمية الوطنية في سورية، وبذلك تكون هذه النتائج غطت النقص في الشبكات العالمية.

تمت دراسة آلية البؤر الزلزالية للهزات ذات القدر $ML \leq 3.6$ المحسوبة من معطيات الشبكة الوطنية الرقمية في سورية ومسجلة على 6 ست محطات على الأقل، وقد بلغ عددها 24 هزة

كما هو موضح بالشكل (10). وتم الحصول على 9 تسعة صدوع عكسية، 8 ثمانية صدوع إزاحة جانبية، 7 سبع صدوع عادية، إن حلول آليات بؤر الزلازل الصغيرة في هذا البحث متنوعة بين حلول عادية وعكسية وإزاحة جانبية، ويعود سبب ذلك على الأرجح إلى الزلازل الصغيرة المرتبطة بالصدوع الصغيرة متعددة الاتجاهات، أما الزلازل القوية فترتبط على الأغلب بالصدوع الرئيسية.

وفيما يلي أهم النتائج التي تم التوصل إليها:

1- تنتشر الزلازل بشكل أساسي في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة (منطقة صدع بحيرة طبريا وصدعي اليمونة وسرغايا) وفي الجزء الشمالي (منطقة صدع اللاذقية كلس والقوس القبرصي).

2- إن الزلازل المسجلة في منطقة صدوع مصياف والغاب قليلة جداً، وهي في حالة هدوء نسبي من الناحية الزلزالية خلال فترة الدراسة.

3- أكثر الصدوع نشاطاً في منطقة الدراسة صدع اليمونة (147 زلزال) وصدع اللاذقية- كلس (105 زلزال).

4- أعماق الغالبية العظمى للزلازل في منطقة الدراسة تتراوح من 1 حتى 15 كم، ويوجد 7 زلازل فقط قدرها $ML \geq 5$ خلال فترة الأربعين عام الماضية.

5- تم الحصول على معاملات غوتنبرغ - ريختر من العلاقة $\log N(M) = -0.878 M + 5.713$

6- تم حساب آلية البؤر الزلزالية للهزات ذات القدر $ML \leq 3.6$ في منطقة الدراسة والحصول على تسع 9 صدوع عكسية، 8 ثمانية صدوع إزاحة جانبية، 7 سبعة صدوع عادية. ويعود سبب ذلك على الأرجح إلى الزلازل الصغيرة المرتبطة بالصدوع الصغيرة متعددة الاتجاهات.

6-المراجع:

- 1- Abdul-Wahed M.K., Al-Tahhan I., 2010. Preliminary outline of the seismologically active zones in Syria. *Annals of Geophysics*, 53, 4; doi: 10.4401/ag- 4683.
- 2- Ahmad R., Zizafon S., Khalil A., Hammoud A. 2013. Studying the seismic database available at the center, an internal report, the National Earthquake Center. 1-13. (In Arabic)
- 3- Ambraseys N.N., Jackson J.A., Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean. *Geophys. Jour. Intern.* 1998. Vol. 133, N 2. P. 390–406.
- 4-Daoud M., 1995. Characteristics of historical seismic activity and its temporary calm in Syria. *Damascus University Journal*, Volume 11, Issues (43-44). (In Arabic)
- 5-Drakal A.N., 1995., The tectonic evolution of the Syrian collapse (Levantine Transforming Rift). *Damascus University Journal*, Volume 11, Issues (43-44). (In Arabic)
- 6-Global CMT catalogue (2019) <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>.
- 7-EL SSAYYED H.M., Zaineh H., Dojcinovski D., Mihailov V., 2012. Re-Evaluations of Seismic Hazard of Syria. *International Journal of Geosciences*, 2012, 3, 847-855.
- 8-International Seismological Centre <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/>
- 9-National Earthquake Center, 2020. <http://necsyria.sy>
- 10-Lander A.V., 2004. Complex programs determination of earthquake focal mechanisms, and their graphic representation. Report: Integrated seismic and geophysical studies of Kamchatka and the Commander Islands. RAS HS OMSP Kamchatka, Petropavlovsk-Kamchatsky, (In Rus).
- 11-Omar K., Kiki Khursi N., 2016. Mechanism of seismic foci and identification of trends in the current field of tectonic stresses using digital network records at the National Seismological Center in Syria. *Damascus University Journal of Basic Sciences*, Volume 32-Issue II-2016, pages 199-215. (In Arabic).

- 12-Salamon A, Hofstetter A., 1996. Seismicity of Eastern Mediterranean Region: Perspective from the Sinai Subplate. *Tectonophysics* 263 (1996) 293-305.
- 13-Sbeinati M.R., Darawcheh R., Mouty M., 2005. The historical earthquakes of Syria: an analysis of large and moderate earthquakes from 1365 B.C. to 1900 A.D. *Ann. Geophys.* Vol. 48, N 3. P. 347–435.
- 14-Van Eck T, Hofstetter A., 1990. Fault geometry and spatial clustering of microearthquakes along the Dead Sea Jordan rift fault zone. *Tectonophysics*, 180 (1): 15-27.