تحديد مخاطر الهزات الارضية في محافظة أربيل باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية

أ. م.د. اسحق صالح العكام
قسم جغرافية– كلية التربية للبنات – جامعة بغداد
Dr. Issac Salih Alakaam

م. م. زينب إبراهيم حسين
قسم جغرافية– كلية التربية – الجامعة المستنصرية
Zainb Ibraheem Hussain

المستخلص:

تعاني محافظة أربيل من مخاطر الهزات الأرضية وهي مخاطر ناتجة عن النشاط التكتوني للحزام الالبي على امتداد الحدود الشمالية والشرقية للعراق التي تمثل مناطق تصادم الصفيحة العربية مع الصفيحة الإيرانية والاناضولية، اعتمدت الدراسة الحالية على البيانات الزلزالية لمحافظة أربيل والمسجلة في الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي للفترة من (١٩٧١–٢٠١١)، وتم اسقاط البؤر الزلزالية ومعالجتها ورسم خرائط المنطقة الزلزالية باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، وبالاعتماد على شدة الهزات الارضية صنفت المخاطر الزلزالية في محافظة أربيل الى ثلاث مستويات من الخطورة وهي مناطق قليلة الخطورة الزلزالية وشكلت نسبة (٦٤,٣%)، ومتوسطة الخطورة الزلزالية وشكلت نسبة (٣١,٢%)،ومناطق شديدة الخطورة الزلزالية وشكلت نسبة (١,٩%) من مساحة منطقة الدراسة البالغة(14505كم²).

Abstract

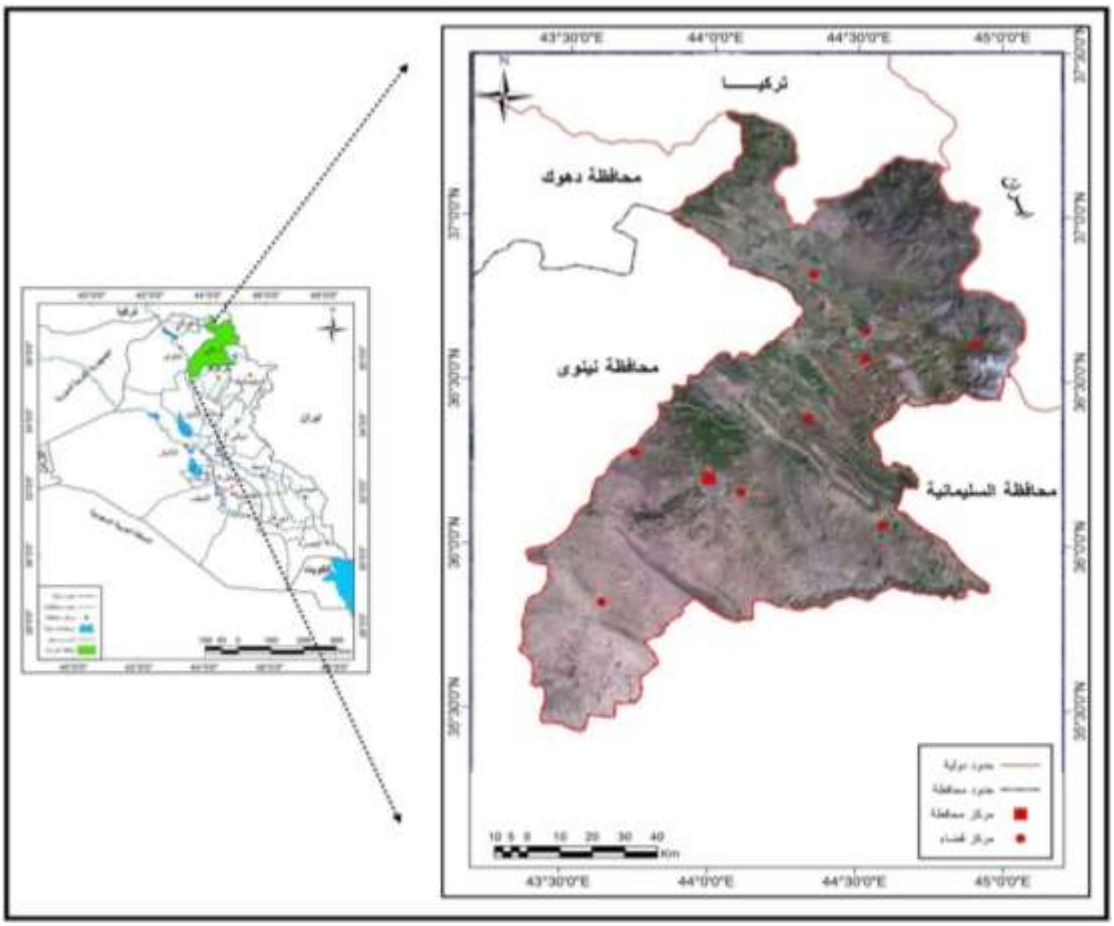
Erbil Governorate suffers from the hazards of earthquakes, which are hazards caused due to tectonic activity of the Alpine Zone along the northern and northeastern boundaries of Iraq, which represents areas of collision between Arabian and Eurasian Plates This study depends on the seismic data of Erbil Governorate that are recorded in the General Faculty of Weather Forecasting and Seismic for the period (1971– 2011). The epicenters were plotted and the seismic maps of the area were constructed using GIS techniques. Depending on the intensity of the earthquakes, the seismic hazards in Erbil Governorate were classified into three levels of hazards, these are: Areas of Low Hazards; forming (64.3%), Areas of Medium Hazards; forming(31. 2%) and Areas of High Hazards; forming (1.9%) from the total coverage area, which is (14505) Km^2.

المقدمة:

يسبب وقوع الزلازل في المناطق المأهولة بالسكان اضراراً بشرية ومادية كبيرة لهذا فان العمل على تحديد المكاني لها تبعاً لاحتمالات الشدة الزلزالية المتوقعة تعد من الخطوات ذات الطابع البيئي والتي يمكن بواسطتها تجنب إقامة المنشآت والمشاريع الضخمة في المواقع ذات الزلزالية العالية تجنباً للأثار المترتبة عن وقوع الزلازل ، اذ توكد المعطيات الزلزالية تعرض محافظة أربيل الى زلازل بقوى مختلفة وان تاريخ الزلازل في المنطقة خلال الفي سنة الأخيرة تؤكد على تعرضها للعديد من تلك الأنواع من الزلازل، لذا يجب التعامل مع هذا الموضوع بشكل موضوعي ومنطقي وعلى ضوء المعطيات الزلزالية القديمة والحديثة التي سترشدنا لتحديد الفترة الزمنية التي تفصل بين الزلازل القوية وبالتالي سيساعدنا على التنبؤ بوقوع زلزال مقبل مع تحديد زمان ومكان وقوعه.

لذا تم إسقاط جميع البؤر الزلزالية السطحية المستحصلة من الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم الرصد الزلزالي للفترة من سنة (١٩٧١ الى ٢٠١١) على خريطة محافظة أربيل ومعالجتها ببرامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Map 9.3).تقع محافظة أربيل من الناحية التكتونية في منطقة حساسة ما بين محل الانتقال بين الوحدتين التكتونيتين (وحدة الجيوسينكلينال الالبي لسلاسل زاكروس والصفيحة العربية من جهة ثانية)،اي بين دائرتي عرض(ً٠٥ ٢١َ ٣٥°) و(ً٠٥ ١٩َ ٣٧°) شمالاً و خطي طول(ً٥٥ ٢٢َ ٤٣°) و(ً٢٥ ٠٦َ ٤٥°) شرقاً، جغرافياً يحد المنطقة شمالاً الجمهورية التركية، وجنوباً محافظة كركوك، والجمهورية الاسلامية الايرانية ومحافظة السليمانية شرقاً، ومحافظتي نينوى ودهوك غرباً، يلاحظ خريطة(١).

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من خريطة العراق



المصدر: اعتماداً على١- Arc Map 9.3 باستخدام برنامج ASTER DEM DAT
٢ -الهيأة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس ١/١٠٠٠٠٠٠، ٢٠١١.

اولاً: الزلازل في محافظة اربيل:

الزلازلEarthquakes هو تحرك وتموج عنيف لسطح الأرض يعقب تحرر الطاقة من الغلاف الصخري وهذه الطاقة تتولد نتيجة لإزاحة عمودية او افقية بين الصخور الأرض عبر الصدوع التي تحدث لتعرضها المستمر للتقلصات والضغوط الكبيرة، وتسمى هذه الزلازل البنائية او التكتونية [١].يعبر عن حجم الزلزال عادة بقياس الشدة (**Intensity**) وقياس المقدار(**Magnitude**) الطبيعية، ومن أشهر مقاييس قوة الزلازل هو المقياس الذي وضعه العالم الامريكي تشارلز ريختر **(Richter)** [٢]، جدول (١) اذ تم الاعتماد في تقدير شدة الزلزالية في محافظة اربيل على مقياس ريختر وحسب المعطيات الموجودة في جميع جداول الهزات الارضية المعتمدة في الدراسة.

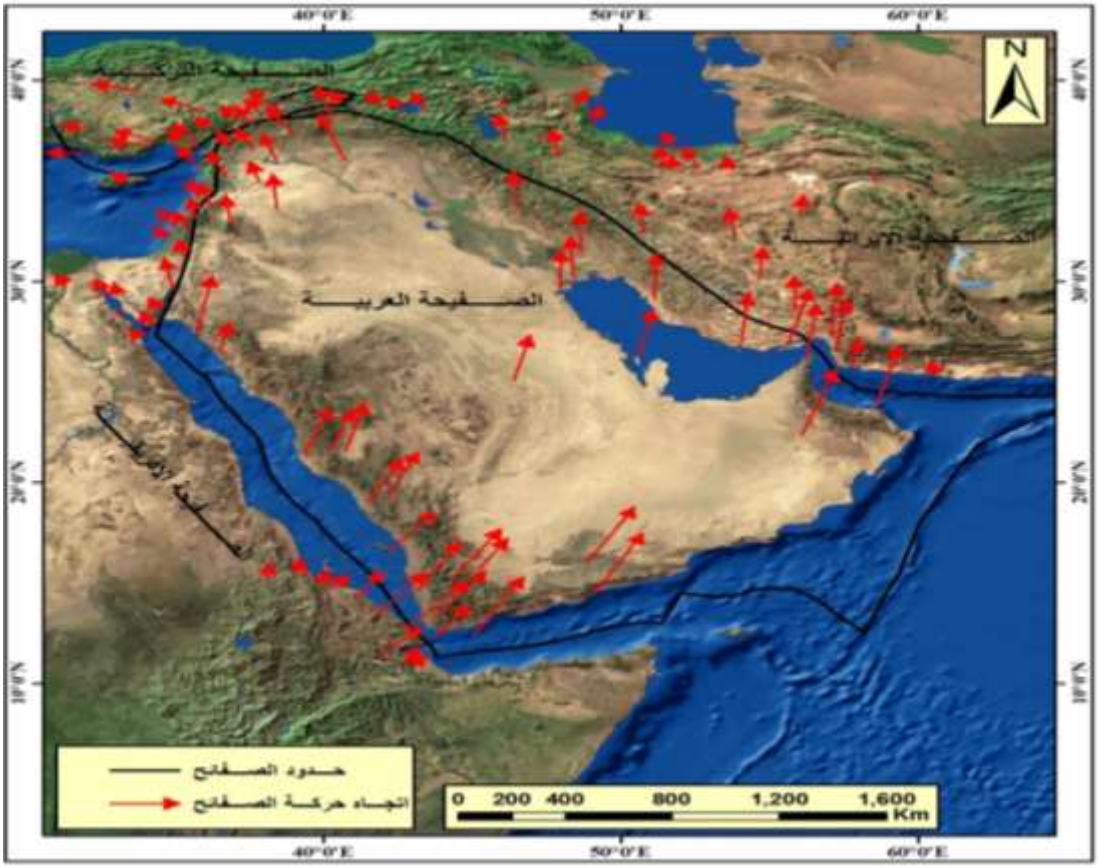
جدول (١) الشدة الزلزالية والآثار الناجمة عنها وفق مقياس ريختر

ت	الشدة	الآثار الناجمة
١	أقل من3.5	لا يحس بها أحداً
٢	3.5-4.5	كثيراً ما يحس به دون حدوث دمار يذكر
٣	4.5-5.5	خسائر خفيفة في المباني الضعيفة
٤	5.5-7.0	قد يكون مدمراً في المناطق المأهولة
٥	أكبر من8	زلازل عظيمة تسبب دماراً كبيراً

المصدر: محمد عياد مقيلي، المخاطر الهيدروجيومورفولوجية، سلسلة دراسات المخاطر الطبيعية ، الكتاب الثاني، دار شموع الثقافة، ٢٠٠٣، ص١٠١.

ترجع أسباب الزلازل الى الحركة الافقية للصفائح القارية التكتونية، اذ توجد بين هذه الصفائح حركة نسبية، وهي اما تكون حركة تقاربية **(Convergent)**[٣]اوتباعدية**(Divergent)**، او انتقالية**(Transform)** [٤]، لذا فان الحركات الأرضية تتركز في المناطق الحدودية للصفائح والبعض منها في وسطها [٥].تقع محافظة أربيل في الحدود الشمالية الشرقية للصفيحة العربية التي تتحرك حركة دورانية باتجاه الصفيحة الإيرانية بمعدل (**2**سم/سنة)، يلاحظ الخريطة (٢)، وهي تمثل حركة تباعدية، ومن خلال ملاحظة التوزيع الجغرافي يتضح ان الزلازل تتحرك في حافات الصفيحة وهذه الحدود تكون مؤشراً بخط مستمر من الزلازل في جبال زاكروس وطوروس التي تمثل الحافة الشمالية الشرقية للصفيحة العربية [٦].

خريطة(٢) اتجاه حركة الصفائح التكتونية (الافريقية والعربية والاناضولية)



المصدر :

-Roland Gritto, Mathews Sibol, and ather ,Crustal Velocity Models of the Zagros –Bitlis Zone From Body And Surface Wave Analyses, Sponsored by Air Force Research Laboratory ,Award No. FA 8718-10-C-0003, Monitoring Research Review, Ground Based Nucler Explosion Technologies ,2010 , p72

تقع محافظة أربيل في منطقة زلزالية نشطة نسبياً مقارنة مع النشاط الزلزالي في المناطق الأخرى من العراق لاسيما في المحافظات الجنوبية، اذ أن حزامي زاكروس طوروس مرتبطة مع حركة الارض للصفيحة العربية باتجاه الصفائح الإيرانية والاناضولية وهي تشهد نشاطاً زلزالياً سنوياً بقوة مختلفة [٧].

ثانياً :التوزيع المكاني والزماني للنشاط الزلزالي في محافظة اربيل:

تفيد الدراسات التي تجري على التوزيع المكاني والزماني للنشاط الزلزالي في تقييم زلزالية منطقة معينة، إذ توضح هذه الدراسات احتمالية تحديد المناطق التي يمكن ان تتعرض الى مخاطر زلزالية كبيرة، والتي تنجم عن حدوث الزلازل المستقبلية قوية لذا فان هذه الدراسات يمكن ان تساعدنا في التنبؤ عن حدوث الزلازل المستقبلية في مواقع عديدة [٨].

وذلك من أجل دراسة توزيعها المكاني في منطقة الدراسة، اذ ان الهزات الارضية ظواهر ترتبط بأسباب طبيعية لا دخل للإنسان فيها لذا فان للفعالية الزلزالية في المنطقة تتغير مع الزمن، نجدها في

فترات زمنية تمتاز بارتفاع النشاط الزلزالي خلالها وفترات أخرى يقل فيها النشاط الزلزالي، إذ يعكس ذلك أما أن تكون هناك فترات استقرار مرت المنطقة بها، أو قد يعزى ذلك الى النقص في تسجيل المعلومات الزلزالية.

اذ نجد أن أكبر فعالية لتكرار الزلازل سجلت في المنطقة كانت في سنوات (٢٠٠١، ٢٠٠٢، ٢٠٠٣، ٢٠٠٤، ٢٠٠٥، ٢٠٠٦، ٢٠٠٧، ٢٠٠٨، ٢٠٠٩، ٢٠١٠، ٢٠١١) على التوالي، وهذا يقودنا الى تفسير الفعالية الزلزالية في المنطقة والذي يوضح ان هذه الفعالية تسير نحو الارتفاع في تكراراتها، وعلى أساس التوزيع الزمني والمكاني للنشاط الزلزالي تم تقسيم الزلزالية في محافظة اربيل لها وحسب السنوات الحديثة الى اربعة فترات زلزالية وهي:

١. الهزات الأرضية للفترة من (١٩٧١-١٩٨٠):

يظهر من جدول (٢) ان المحافظة سجلت تكراراً اقل للفعالية الزلزالية تراوحت قوتها بين (**3.7**°) و (**5.9**°) ، وهي هزات خفيفة كثيراً ما يحس بها دون دمار يذكر الى هزات أرضية تسبب خسائر في المباني الضعيفة حسب مقياس ريختر، اما تكرار الهزات بلغت (٣) هزات فقط.

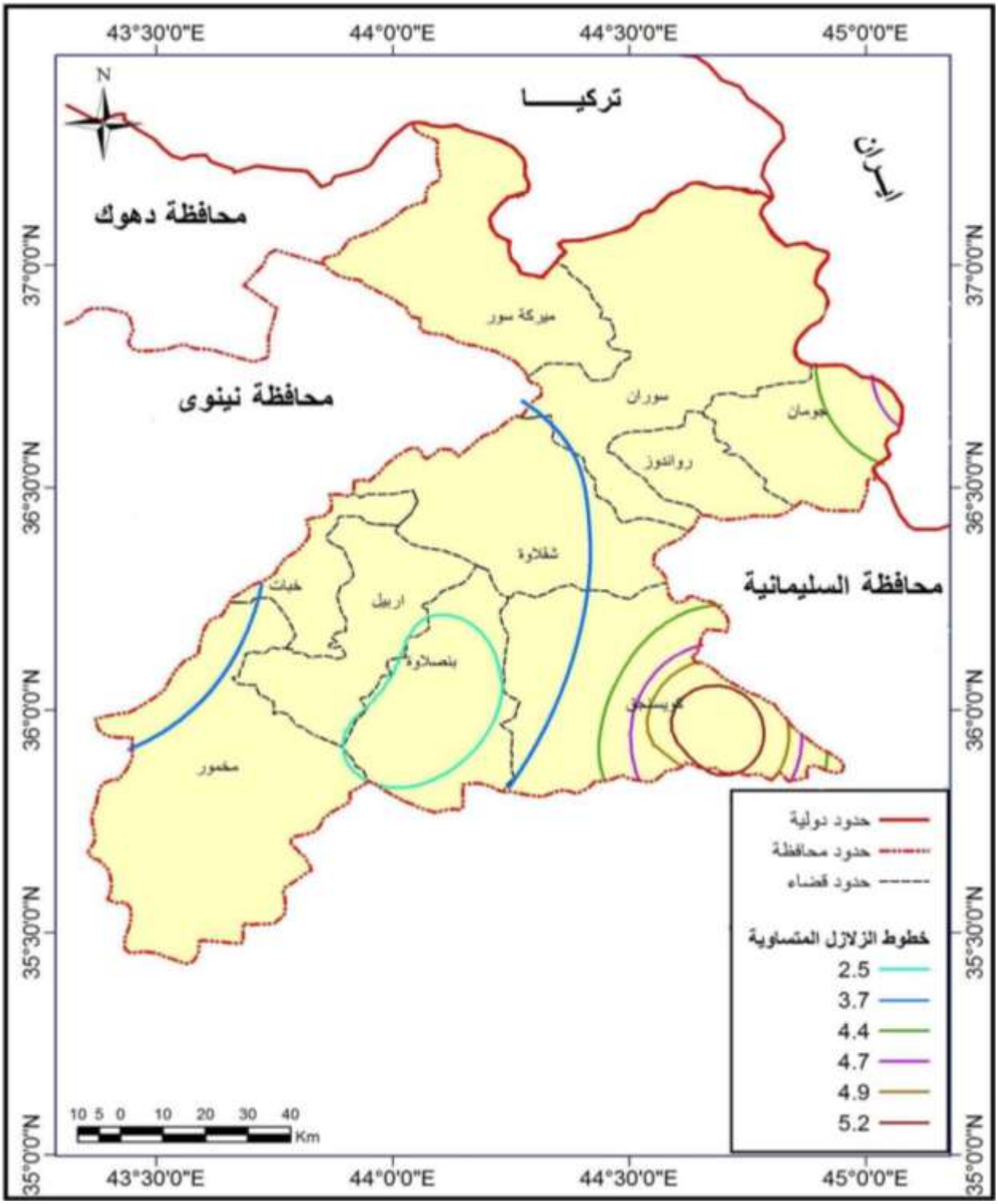
جدول (٢)تكرار الهزات الارضية في منطقة الدراسة حسب شدتها(بمقياس ريختر) وللفترة من (١٩٧١-١٩٨٠)

ت	التاريخ	الوقت	دائرة العرض	خط الطول	درجة الهزة	عمق الهزة كم
١.	26/08/1971	١٢:١١:٣١	36.0900	43.9500	3.7	37.0
٢.	18/12/1980	١٦:٤٠:٥٨	36.0300	44.0500	0.1	1.0
٣.	18/12/1980	١٢:٣٤:١٥	35.9400	44.6700	5.9	33.0

المصدر: الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، وحدة الرصد الجيولوجي، بيانات الهزات الارضية لمحافظة اربيل للفترة من (١٩٧١-١٩٨٠)، بيانات غير منشورة.

ومن خلال تحليل خريطة خطوط الزلازل المتساوية (٣) يتضح ان الاجزاء الشمالية الشرقية من محافظة اربيل ذات نشاط زلزالي متوسط في حين نجد شدة الزلازل في الاجزاء الجنوبية الغربية كانت واطئة، ويعود سبب ذلك الى تأثير النشاط التكتوني لصدع زاكروس الاندفاعي فضلاً عن تأثير فالق (رانية-الفتحة-قلعة دزة) الممتد في الجزء الجنوبي الشرقي من محافظة اربيل. تعطي هذه القيم ان شدة الهزات الارضية

خريطة (٣) خطوط تساوي الشدة الزلزالية في منطقة الدراسة للفترة من (١٩٧١-١٩٨٠)



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (٢) وباستخدام برامج Arc Map 9.3.

خلال هذه الفترة كانت(ضعيفة غير مؤثرة الى مخربة) حسب مقياس ريختر، ويستدل من خريطة(٣) ان تكرار الهزات الارضية خلال سنوات (١٩٧١، ١٩٨٠) كانت تكراراً قليلاً ، واحدة بشدة (**5-9°**) في جنوب قضاء كويسنجق، وواحدة بشدة (٥,٩٠°) في جنوب قضاء اربيل، وواحدة في قضاء بنصلاوة بشدة (**0.1°**) بمقياس ريختر، وعلى الرغم من قلة تكرارها خلال هذه السنوات إلا أن معدل شدة الهزة كان كبير لاسيما في قضاء كويسنجق.اما اعماق الهزات فتراوحت بين (١,٠-٣٧,٠ كم)، يعطي توزيع هذه البؤر عن تركز النشاط الزلزالي في نطاق الجزء الشمالي الشرقي (نطاق زاكروس- طوروس)، فضلاً عن مناطق عكست نشاطاً زلزالياً خلال هذه الفترة وهي منطقة جنوب محافظة اربيل.

٢. الهزات الزلزالية للفترة من (١٩٨١-١٩٩٠):

تميزت هذه الفترة بوجود تكراراً للنشاط الزلزالي أعلى من الفترة السابقة بلغت (١٨) هزة، وتتراوح شدتها ما بين (**5.20-0.1°**) بمقياس ريختر، جدول (٣). ويظهر من خريطة خطوط تساوي الشدة الزلزالية للمنطقة(٤) بان معظم الهزات الارضية تركزت في قضاء كويسنجق بعدد هزات بلغت (٦) هزات، تراوحت شدتها ما بين(**5.20-0.1°**) بمقياس ريختر، يأتي بعد قضاء كويسنجق قضاء بنصلاوة بتكرراً بلغ (٣) هزات فقط وتراوحت شدتها بين (**3.20-0.01°**)بمقياس ريختر، اما قضاء شقلاوة فيأتي بالمرتبة الثالثة من حيث تكرار الهزات والشدة بلغت (٢)هزة، تراوحت شدتها(**4.20-0.01°**) بمقياس ريختر، يأتي بعد قضاء شقلاوة قضاء سوران بتكراراً بلغ (٣) هزات، تراوحت شدتها بين(**4.30-0.01°**) بمقياس ريختر.

اظهر قضاء ميركة سور نشاطاً زلزالياً ضعيفاً بلغ (١) هزة فقط وهي بشدة (**3.20°**) بمقياس ريختر، في حين اظهر قضاء مخمور نشاطاً زلزالياً ضعيفاً جداً بلغت شدته (**0.1°**) ويعود سبب ذلك الى بعد مسافة قضاء مخمور عن نطاق زاكروس الاندفاعي، اما اقضية جومان وراوندوز وخبات فلم يظهر لهم نشاطاً زلزالياً واضحاً خلال هذه الفترة. وبمقارنة هذه القيم مع جدول تأثير الزلازل حسب مقياس ريختر يتضح ان المنطقة تعرضت خلال هذه الفترة الى شدة زلازل من النوع المدمر لا سيما في المباني الضعيفة. نجد ان اغلب الهزات الارضية حدثت بين شهري (كانون الاول ونيسان) بينما وقعت بقية الهزات بين شهري (اب وايلول) ، ربط بعض العلماء قسماً من الزلازل السطحية بالظواهر الجوية والذي يقوم على افتراض ان اكثر الزلازل التي تحدث في النصف الشمالي للكرة الارضية انما يتم حدوثها في فصل الشتاء لاسيما بعد العواصف الشديدة التي تسبب تبدلات بقيم الضغط الجوي فكلما كانت قيم حادة التبدل ازداد عدد الهزات ، مع ملاحظة ان العواصف الجوية لا تعد السبب الرئيس لتولد الزلازل الا انها تكون عاملاً مساعداً لحدوثه في المناطق المهيأة تكتويا لتولد الزلازل[٩].

جدول(٣) تكرار الهزات الارضية في منطقة الدراسة حسب شدتها (بمقياس ريختر) للفترة من (١٩٨١-١٩٩٠)

ت	التاريخ	الوقت	دائرة العرض	خط الطول	درجة الهزة	عمق الهزةكم
1.	02/09/1981	11:15:05	36.3300	44.3000	3.9	33.0
2.	05/09/1981	15:38:00	35.8400	44.2100	3.6	33.0
3.	03/02/1982	20:30:34	36.5000	44.3000	3.0	33.0
4.	06/03/1982	16:57:58	35.8700	44.5100	3.4	33.0
5.	21/04/1982	13:40:05	35.9200	44.3000	3.7	56.0
6.	21/04/1982	8:58:37	36.0900	44.0300	5.2	33.0
7.	21/04/1982	23:03:54	35.8200	44.3600	4.1	60.0
8.	21/04/1984	20:26:46	35.8000	44.3600	4.1	58.0
9.	18/08/1986	23:37:47	35.8500	44.3700	4.9	33.0
10.	25/08/1986	15:38:00	37.0200	44.9200	4.0	10.0
11.	17/12/1986	15:15:00	35.9900	43.7100	0.1	10.0
12.	29/01/1989	0:07:50	36.5700	44.4000	3.2	10.0
13.	12/01/1990	2:41:52	37.1000	44.1900	3.0	10.0
14.	16/02/1990	1:36:14	36.1300	44.0800	3.0	10.0
15.	01/04/1990	21:25:11	36.9000	44.5900	2.9	10.0
16.	02/03/1990	9:36:14	36.0900	44.5400	3.0	10.0
17.	09/03/1990	13:08:00	36.1700	44.5800	3.0	10.0
18.	31/10/1990	11:32:42	36.1000	44.0000	4.3	10.0

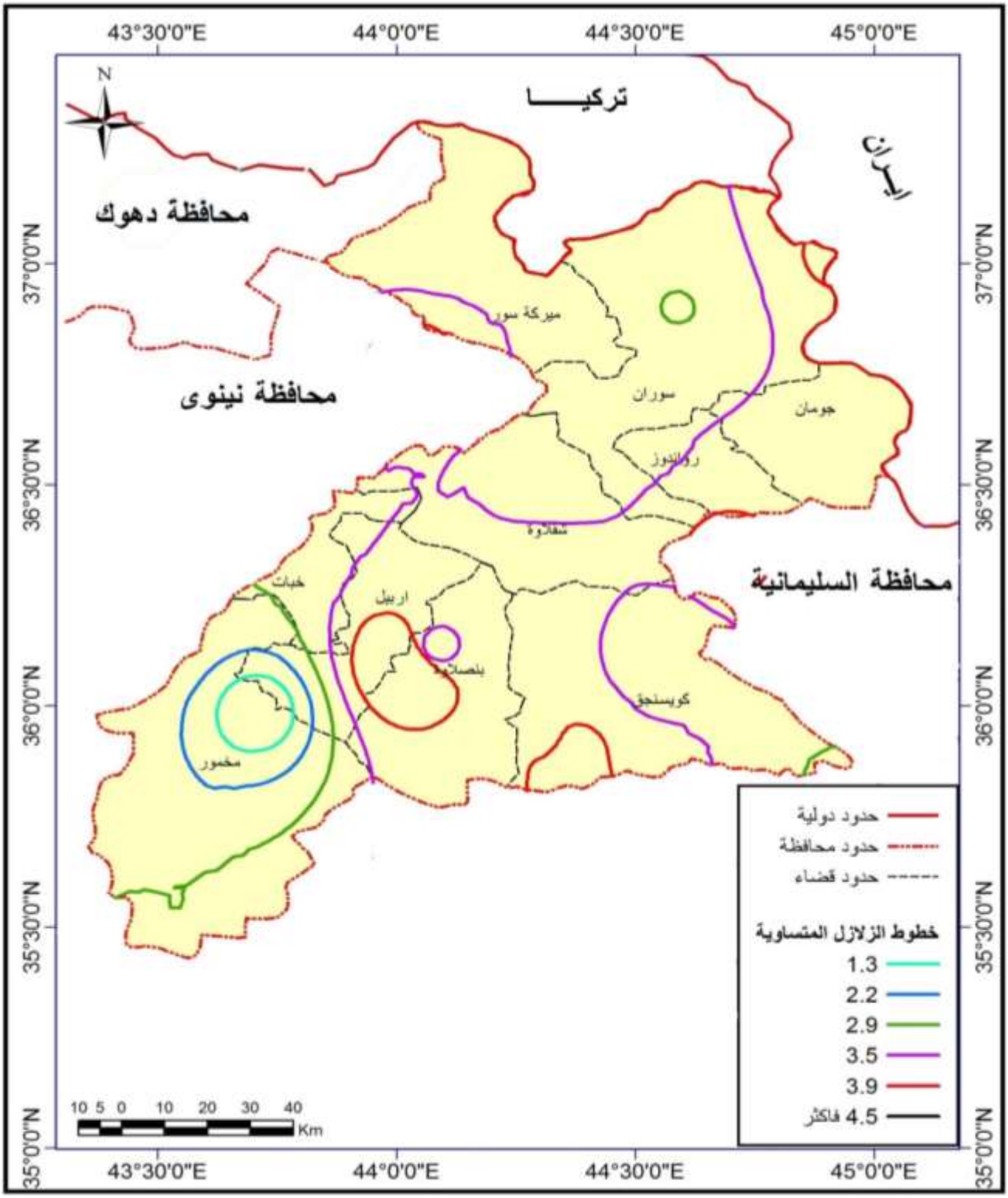
المصدر: الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، وحدة الرصد الجيولوجي، بيانات الهزات الارضية لمحافظة اربيل للفترة من (١٩٨١-١٩٩٠)، بيانات غير منشورة.

اما اعماق الهزات الارضية خلال هذه الفترة فتراوحت ما بين (**10.0-60** كم)، علماً ان معدل سمك القشرة الارضية في منطقة الدراسة يتراوح ما بين (٦٢-٦٣ كم) ويستدل من ذلك ان مركز عمق بعض الزلازل في منطقة الدراسة يصل الى طبقة المانتل (الوشاح الصخري) التي تقع تحت القشرة الارضية.[١٠]

3. الهزات الأرضية للفترة من (١٩٩١-٢٠٠٠):

تميزت هذه الفترة بوجود نشاط زلزالي متوسط الفعالية ، تراوحت شدتها بين (**0.1 -5.3°**) بمقياس ريختر، جدول(٤)، الذي يوضح تغير الفعالية الزلزالية مع الزمن.

خريطة (٤) خطوط تساوي الشدة الزلزالية في منطقة الدراسة للفترة من(١٩٨١-١٩٩٠)



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (٣) وباستخدام برامجArc Map 9.3.

جدول (٤) تكرار الهزات الارضية في منطقة الدراسة حسب شدتها (بمقياس ريختر) وللفترة (١٩٩١-٢٠٠٠)

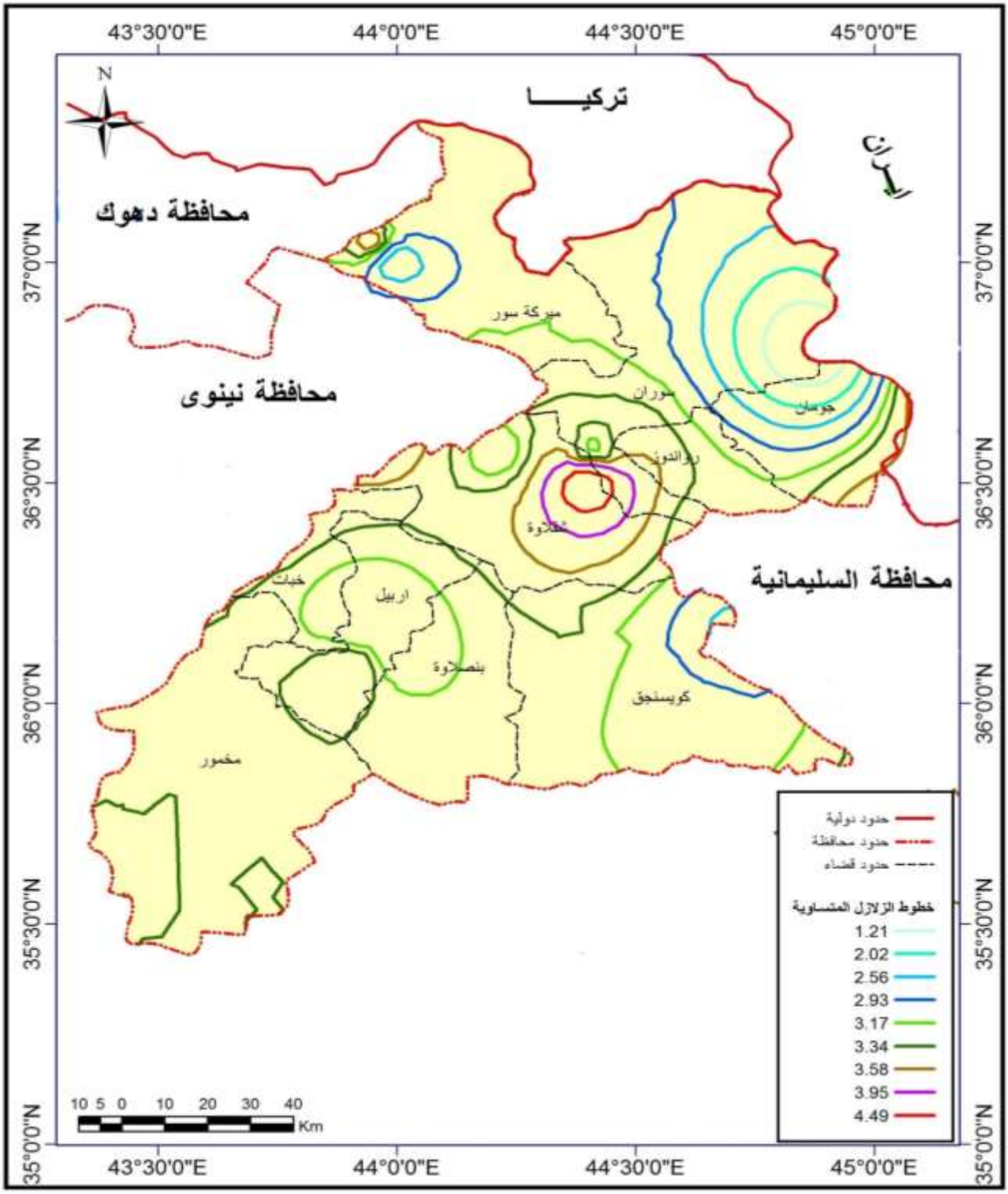
ت	التاريخ	الوقت	دائرة العرض	خط الطول	درجة الهزة	عمق الهزة(كم)
1.	24/07/1991	1:36:14	36.5000	44.4000	5.3	25.0
2.	24/07/1991	20:30:34	37.0500	43.9500	3.9	33.0
3.	28/07/1991	20:30:34	37.1000	44.0000	3.0	0.١
4.	20/12/1992	21:25:11	36.0800	43.9000	3.8	33.0
5.	29/07/1993	15:15:00	36.8100	44.8700	0.1	33.0
6.	10/01/1996	2:41:52	35.9400	44.6300	3.0	0.0
7.	13/01/1999	1:36:14	36.1000	44.0000	3.0	57.0
8.	14/02/2000	9:36:14	36.5700	44.4100	3.0	0.١
9.	07/05/2000	13:08:00	36.9000	44.0000	3.0	0.١
10.	10/05/2000	15:15:00	36.5700	44.2100	3.0	0.١
11.	24/09/2000	2:41:52	37.0000	44.0000	3.9	0.١
12.	26/08/2000	21:25:11	36.2000	43.9500	2.8	0.١

المصدر: الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، وحدة الرصد الجيولوجي، بيانات الهزات الارضية لمحافظة اربيل للفترة من (١٩٩١-٢٠٠٠)، بيانات غير منشورة.

ويلاحظ من الخريطة(٥) التي توضح خطوط تساوي الشدة الزلزالية ،ان المنطقة تعرضت خلال هذه الفترة الى (١٢) هزة ، وهي تتركز ضمن اقضية معينة ، ففي قضاء اربيل وصل تكرار هزاتها الى (٥)هزات فقط تراوحت شدتها بين (**0.1 -4.0**°) بمقياس ريختر، يليه بالمرتبة الثانية قضاء ميركة سور بواقع (٣) هزات فقط تراوحت شدتها بين (**2.9-3.9**°) بمقياس ريختر، اما قضاء شقلاوة فيأتي بالمرتبة الثالثة من حيث تكرار الهزات بلغت (٢) هزة فقط، تراوحت شدتها بين (**2.9-5.3°**) بمقياس ريختر، يأتي قضاء سوران بالمرتبة الرابعة بلغ تكرارها (١) هزة فقط وبشدة (**3.0**°) بمقياس ريختر .ويلاحظ ان قضاء شقلاوة جاء بالمرتبة الاولى من حيث شدة الهزة والتي بلغت (**5.3**°) بمقياس ريختر. اما المناطق الشمالية الشرقية والقريبة من نطاق (زاكروس- طوروس) لم يظهر لها نشاطاً زلزالياً واضحاً خلال تلك الفترة ، فضلاً عن المناطق الجنوبية والمتمثلة بقضاء مخمور.

كما يظهر من الجدول نفسه ان سنوات التسعينات سجلت اعلى تكراراً للهزات مقارنة مع سنة ٢٠٠٠ بلغت (٧) هزات بينما سنه ٢٠٠٠ بلغت (٥) هزات فقط، اما اعماق البؤر الزلزالية تراوحت بين -57.0 (0.1كم).

خريطة (٥) خطوط تساوي الشدة الزلزالية في منطقة الدراسة للفترة من(١٩٩١-٢٠٠٠)



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (٤) وباستخدام برنامج Arc Map 9.3.

٤. الهزات الارضية للفترة من (٢٠٠١-٢٠١١):

تميزت هذه الفترة بوجود أعلى نشاط زلزالي بالمقارنة مع جميع الفترات السابقة، إذ تعرضت المنطقة الى (**162**) هزة خلال السنوات من(٢٠٠١) الى (**2011**)، جدول(٥) وخريطة (٦) التي توضح خطوط تساوي الشدة الزلزالية للمنطقة والتي توزعت في جميع اجزاء المنطقة، تراوحت شدتها بين (١,٠٠-٥,٩٠°) بمقياس ريختر. يلاحظ من الجدول نفسه ان هنالك تباين زمني في تكرار حدوث الهزات في المنطقة من سنة الى اخرى، نجدها في سنوات قليلة التكرار وفي سنوات اخرى تزداد فيها عدد الهزات وبناءاً على ذلك يمكننا تقسم تكرار الهزات حسب السنوات الى الفئات التالية:

- الفئة الاولى / سنوات تكرارها أقل من (١٦) هزة: وهي تشمل سنوات ٢٠٠١ بتكرار (١ هزة) وهي بشدة (٣,٩°) بمقياس ريختر، ٢٠٠٤ بتكرار (١هزة) وبشدة (٤,٠°) بمقياس ريختر، ٢٠٠٢ بتكرار(٥هزات) وبشدة تراوحت بين (٣,٠-٤,٢°) بمقياس ريختر، ٢٠٠٥ بتكرار (٥ هزات) وبشدة تراوحت بين (٢,٧-٤,٢°) بمقياس ريختر ٢٠٠٩ بتكرار (٨هزة) وبشدة تراوحت بين(٢,٩-٣,٦°) بمقياس ريختر،٢٠٠٨ بتكرار (١٢ هزة) وبشدة تراوحت بين (٢,٥-٤,٠°) بمقياس ريختر،٢٠١٠ بتكرار (١٦ هزة) وهي بشدة تراوحت بين (٢,٨-٤,١°) بمقياس ريختر.
- الفئة الثانية/ سنوات تكرارها بين (١٧-٣٢) هزة: وهي تشمل سنة ٢٠١١ بتكرار بلغ (٢٣ هزة)، وبشدة تراوحت بين (١,١-٤,١°) بمقياس ريختر.
- الفئة الثالثة/ سنوات تكرارها بين (٣٣-٤٨) هزة: وهي تتضمن سنوات ٢٠٠٧ بتكرار بلغ (٤٥ هزة) بشدة تراوحت بين (٢,٨-٤,٥°) بمقياس ريختر، ٢٠٠٦ بتكرار (٤٦ هزة) وبشدة تراوحت بين (٢,٧-٣,٨°) بمقياس ريختر.

واهم ما يميز هذه الفترة هو تكرار حدوث هزات ارضية بشدة اقل او يساوي (٣) درجة، وتصنف هذه الهزات بكونها من الزلازل الدقيقة والتي لها شدة زلزالية أقل او يساوي (٣) درجة وأكبر او يساوي (١)، ويوجد صنف اخر من الهزات والتي لها شدة زلزالية اقل او يساوي واحد وتسمى بالزلازل الدقيقة جداً [١١].

جدول (٥) تكرار الهزات الارضية في منطقة الدراسة حسب شدتها (بمقياس ريختر) وللفترة من (٢٠٠١-٢٠١١)

ت	التاريخ	الوقت	دائرة العرض	خط الطول	درجة الهزة	عمق الهزة (كم)
٠١	12/08/2001	21:41:31	37.2200	44.0300	3.9	55.0
٠٢	17/02/2002	0:42:10	35.8200	43.7900	3.0	0.0
٠٣	08/03/2002	20:53:03	36.4400	44.6600	4.2	33.0
٠٤	07/04/2002	20:30:01	36.4400	44.0000	3.0	0.0
٠٥	05/05/2002	23:20:46	35.8400	43.8200	3.3	0.0
٠٦	19/05/2002	5:45:35	37.0900	44.0400	3.3	0.0
٠٧	07/07/2004	23:34:54	35.9100	44.8100	4.0	0.0
٠٨	03/01/2005	21:20:55	37.0400	44.4100	4.2	30.0
٠٩	23/06/2005	16:51:59	36.9000	44.3000	4.0	0.0
٠١٠	18/08/2005	8:44:15	36.0500	43.8400	3.0	0.0
٠١١	29/08/2005	9:19:54	36.0500	43.8400	2.7	0.0
٠١٢	24/12/2005	5:42:48	36.6100	44.7700	2.8	11.0
٠١٣	11/01/2006	14:29:18	37.0700	44.5500	3.0	15.0
٠١٤	11/01/2006	5:50:10	37.0600	44.5400	3.0	11.0
٠١٥	21/02/2006	20:34:54	36.6100	44.9000	2.7	11.0
٠١٦	28/02/2006	17:22:51	36.0000	44.4300	2.7	11.0
٠١٧	12/03/2006	10:50:35	37.1100	44.5700	3.0	7.0
٠١٨	21/03/2006	3:23:24	35.6500	43.4200	2.9	11.0
٠١٩	26/03/2006	15:23:37	36.1000	43.8400	3.0	27.0
٠٢٠	29/03/2006	0:17:46	36.1500	43.8700	3.0	20.0
٠٢١	30/03/2006	17:19:05	36.0500	43.7900	2.8	35.0
٠٢٢	31/03/2006	19:35:11	36.1600	43.8900	3.0	11.0
٠٢٣	31/03/2006	2:45:33	36.1400	43.8400	3.0	11.0
٠٢٤	12/04/2006	17:02:44	36.1600	44.1700	3.0	11.0
٠٢٥	13/04/2006	0:04:44	36.1500	44.1500	3.0	11.0
٠٢٦	13/04/2006	18:23:05	36.1700	44.1200	3.0	11.0
٠٢٧	17/05/2006	22:16:51	37.0000	44.2200	3.8	2.0
٠٢٨	22/05/2006	1:02:16	36.5600	44.9000	3.2	7.0
٠٢٩	26/05/2006	19:21:34	35.8700	43.5100	3.3	11.0
٠٣٠	29/05/2006	16:51:16	36.1400	43.9000	3.3	15.0
٠٣١	05/06/2006	0:44:53	37.0300	44.2500	3.0	21.0
٠٣٢	05/06/2006	16:44:26	36.3100	44.4000	3.0	11.0
٠٣٣	06/06/2006	11:25:26	36.2400	44.2100	3.2	11.0
٠٣٤	10/06/2006	23:03:28	36.4700	44.2300	3.0	11.0
٠٣٥	25/06/2006	4:00:39	36.1600	44.0900	3.0	7.0
٠٣٦	06/07/2006	0:52:39	35.8500	44.7600	3.5	2.0
٠٣٧	06/08/2006	3:38:54	37.2500	44.5900	2.9	2.0
٠٣٨	08/08/2006	4:13:13	36.3100	44.3800	3.0	2.0
٠٣٩	14/08/2006	7:50:58	36.2200	44.7800	2.7	11.0
٠٤٠	23/08/2006	18:39:03	36.3300	44.3900	3.0	6.0

٤١.	24/08/2006	4:13:23	35.9200	44.2300	3.3	11.0
٤٢.	26/08/2006	0:13:24	35.8600	44.0900	3.3	12.0
٤٣.	26/08/2006	1:27:29	36.9700	44.3400	3.2	11.0
٤٤.	06/09/2006	6:52:16	35.9800	44.5200	3.0	11.0
٤٥.	07/09/2006	8:15:15	35.7700	43.6400	3.1	3.0
٤٦.	17/09/2006	1:31:43	35.9100	43.5000	3.0	11.0
٤٧.	05/10/2006	22:29:57	36.7500	44.6300	3.0	12.0
٤٨.	10/10/2006	14:37:24	35.9900	43.5700	3.2	2.0
٤٩.	12/10/2006	5:07:54	36.1900	44.7300	3.5	2.0
٥٠.	17/10/2006	13:00:06	37.0000	44.3000	3.5	13.0
٥١.	22/10/2006	17:00:32	36.4400	44.3800	3.0	12.0
٥٢.	24/10/2006	6:56:26	36.4800	45.0400	3.0	11.0
٥٣.	28/10/2006	7:28:16	36.5200	44.2300	3.0	11.0
٥٤.	07/12/2006	22:41:20	36.4700	44.3400	3.2	12.0
٥٥.	10/12/2006	1:37:09	36.0700	43.5800	3.0	2.0
٥٦.	24/12/2006	2:50:34	35.9900	44.7200	3.3	7.0
٥٧.	26/12/2006	9:23:48	35.8600	44.3200	3.0	11.0
٥٨.	27/12/2006	13:54:42	35.8800	44.7500	3.0	11.0
٥٩.	10/01/2007	7:04:03	36.1500	44.2100	3.1	11.0
٦٠.	02/02/2007	11:10:15	35.9700	44.1600	3.5	12.0
٦١.	15/02/2007	1:47:42	35.9700	44.0500	3.0	11.0
٦٢.	18/02/2007	21:39:57	36.2300	44.6900	3.1	11.0
٦٣.	25/02/2007	23:07:55	36.4600	44.3100	3.0	12.0
٦٤.	27/02/2007	8:39:25	35.8100	43.6800	3.0	11.0
٦٥.	03/03/2007	19:03:40	36.6600	44.7300	3.2	11.0
٦٦.	15/03/2007	18:03:28	36.5900	44.4700	3.0	1.0
٦٧.	23/03/2007	2:55:13	36.1600	44.2300	2.8	11.0
٦٨.	16/04/2007	11:40:11	35.9900	44.7700	3.2	11.0
٦٩.	16/04/2007	19:57:15	35.9800	44.7800	3.4	11.0
٧٠.	05/07/2007	16:53:01	35.8300	44.4600	3.3	12.0
٧١.	08/07/2007	13:50:17	36.5200	45.0600	4.1	6.0
٧٢.	08/07/2007	5:40:29	36.5300	45.0700	4.5	20.0
٧٣.	09/07/2007	3:50:35	36.4900	44.9700	3.4	11.0
٧٤.	10/07/2007	12:00:03	36.4900	44.9600	3.0	11.0
٧٥.	11/07/2007	3:12:44	36.5300	45.0100	3.0	12.0
٧٦.	11/07/2007	8:08:00	36.4500	44.9600	2.8	11.0
٧٧.	14/07/2007	17:31:17	36.7400	44.9200	3.0	3.0
٧٨.	01/08/2007	20:15:10	36.5400	45.0100	3.5	2.0
٧٩.	15/08/2007	7:51:03	36.0500	44.2000	3.0	6.0
٨٠.	21/08/2007	6:43:02	36.0200	43.6200	3.4	12.0
٨١.	22/08/2007	0:51:55	36.3900	44.0500	3.0	12.0
٨٢.	28/08/2007	8:44:44	36.5200	44.4800	3.0	12.0
٨٣.	31/08/2007	6:14:12	36.5300	45.0100	3.1	12.0
٨٤.	05/09/2007	20:15:44	36.2200	44.4200	3.0	2.0

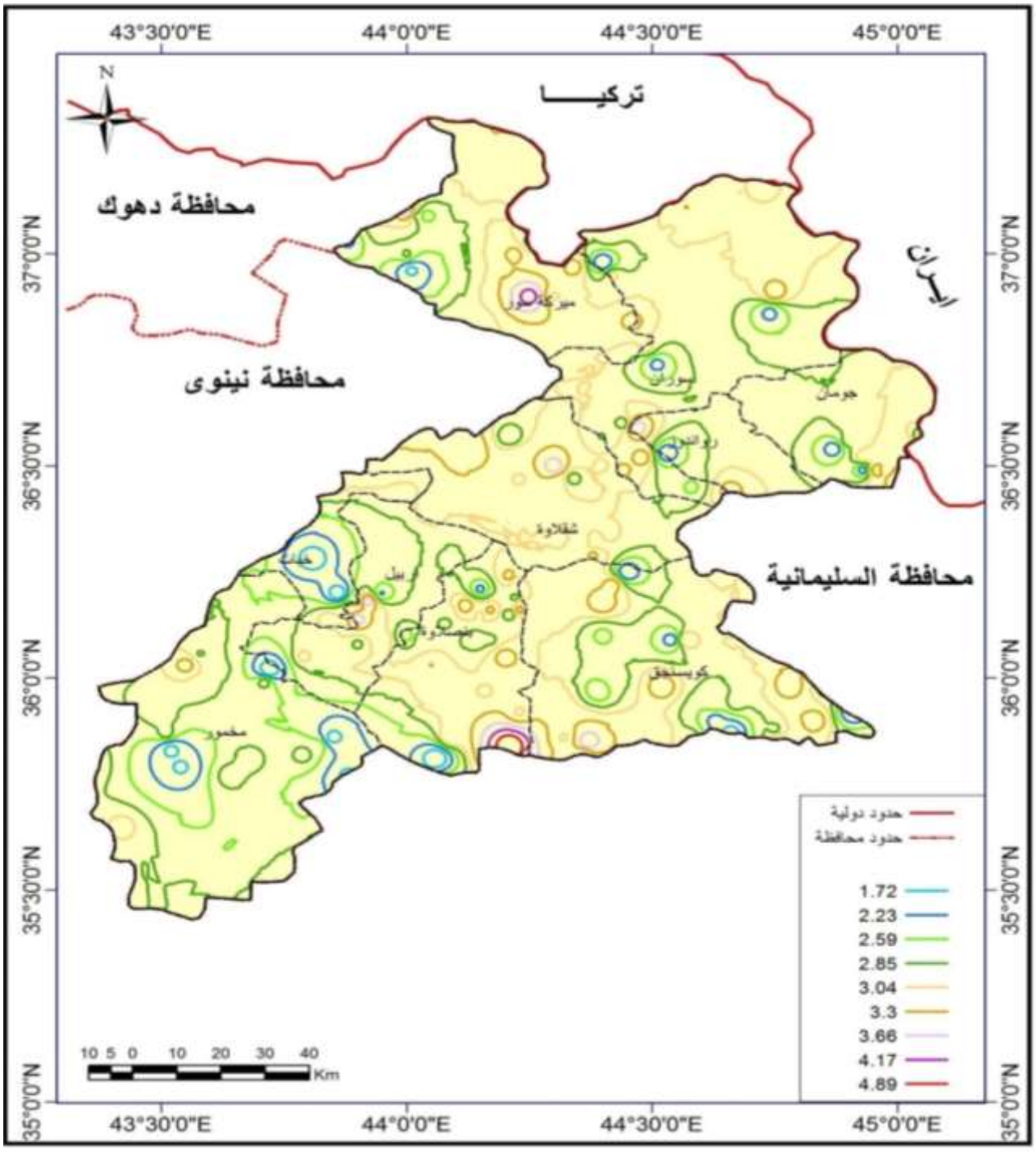
٠٨٥	05/09/2007	20:08:14	36.6000	44.4400	3.3	12.0
٠٨٦	05/09/2007	3:06:38	36.1900	44.2200	3.2	12.0
٠٨٧	08/09/2007	14:35:57	36.5200	44.9300	3.5	12.0
٠٨٨	09/09/2007	14:34:08	36.3400	44.4100	3.0	11.0
٠٨٩	10/09/2007	16:19:17	36.2900	44.3800	3.0	11.0
٠٩٠	26/09/2007	18:40:40	36.1000	44.4000	3.0	1.0
٠٩١	06/10/2007	19:18:57	36.1500	44.2400	3.3	11.0
٠٩٢	07/10/2007	9:14:01	36.4700	44.3400	3.4	2.0
٠٩٣	24/10/2007	15:10:23	36.8300	44.5900	3.0	15.0
٠٩٤	29/10/2007	0:24:57	36.2000	44.7500	3.5	12.0
٠٩٥	12/11/2007	0:16:43	35.9600	43.4800	3.6	1.0
٠٩٦	19/11/2007	23:55:33	36.3200	44.7000	3.0	13.0
٠٩٧	22/11/2007	11:01:18	36.1500	44.2500	3.0	11.0
٠٩٨	08/12/2007	14:48:40	37.1600	44.7300	3.0	1.0
٠٩٩	22/12/2007	4:09:33	37.1000	44.8500	3.0	12.0
١٠٠	23/12/2007	0:59:16	36.8400	44.4600	3.0	12.0
١٠١	24/12/2007	23:47:17	36.9500	44.4200	3.2	1.0
١٠٢	26/12/2007	7:49:01	36.5200	44.6900	3.0	12.0
١٠٣	28/12/2007	14:37:04	35.9000	44.8300	3.3	12.0
١٠٤	15/01/2008	20:40:09	36.2800	44.0900	3.2	1.0
١٠٥	07/02/2008	4:08:56	36.1900	44.7900	3.0	2.0
١٠٦	20/02/2008	4:48:29	36.5200	45.0600	3.0	19.0
١٠٧	20/02/2008	13:54:36	36.5100	45.0300	2.9	2.0
١٠٨	21/02/2008	16:52:42	36.1800	44.4000	3.0	2.0
١٠٩	27/02/2008	22:11:25	36.0600	43.5800	3.0	1.0
١١٠	27/02/2008	1:13:31	37.2200	44.2100	3.0	2.0
١١١	28/02/2008	9:25:59	36.5400	44.1300	3.0	2.0
١١٢	12/03/2008	16:01:34	36.7900	44.1600	2.6	1.0
١١٣	25/03/2008	4:38:37	36.8400	44.1600	3.0	2.0
١١٤	24/05/2008	16:12:57	35.8000	44.5500	4.0	0.0
١١٥	25/11/2008	13:18:43	35.8600	43.8500	2.5	29.0
١١٦	31/01/2009	2:18:43	36.4900	44.9300	3.0	0.0
١١٧	01/06/2009	2:57:50	36.8600	44.7400	3.4	9.0
١١٨	14/06/2009	21:21:58	36.0200	43.7200	3.6	14.0
١١٩	15/06/2009	4:05:10	35.8300	43.5200	3.2	15.0
١٢٠	15/06/2009	12:44:49	35.7900	43.5400	3.0	10.0
١٢١	25/10/2009	20:14:51	36.5300	44.5300	3.1	26.0
١٢٢	28/11/2009	17:56:52	36.1100	44.7300	2.9	1.0
١٢٣	10/12/2009	3:44:43	35.8700	44.6600	3.0	15.0
١٢٤	29/01/2010	10:19:15	35.7700	43.8800	2.9	1.0
١٢٥	04/02/2010	4:25:05	36.5400	44.8700	3.5	1.0
١٢٦	15/02/2010	20:56:47	36.7800	44.4900	3.1	1.0
١٢٧	02/03/2010	10:09:32	35.9700	44.3900	3.1	1.0
١٢٨	31/03/2010	10:02:58	36.9100	44.7500	3.2	3.0

١٢٩.	07/06/2010	11:15:22	35.8100	44.0600	3.1	1.0
١٣٠.	13/06/2010	19:13:27	36.2500	44.4500	3.1	1.0
١٣١.	17/07/2010	23:43:44	36.9000	44.2500	3.0	1.0
١٣٢.	08/08/2010	5:41:25	36.5700	45.0500	4.1	1.0
١٣٣.	13/08/2010	23:35:55	36.4500	44.5800	3.2	1.0
١٣٤.	28/08/2010	3:28:48	36.9600	44.0100	3.5	15.0
١٣٥.	28/08/2010	14:41:04	37.0900	44.0200	3.4	3.0
١٣٦.	24/09/2010	0:50:43	36.9300	44.0100	3.2	1.0
١٣٧.	23/10/2010	16:57:32	36.7800	44.2300	2.8	1.0
١٣٨.	10/11/2010	16:57:42	35.9000	44.6300	2.9	53.0
١٣٩.	09/12/2010	22:00:57	35.9700	44.8500	3.0	3.0
١٤٠.	02/01/2011	14:42:00	36.2000	43.8600	4.1	1.0
١٤١.	02/01/2011	3:16:14	36.2800	43.8100	3.1	1.0
١٤٢.	08/01/2011	20:05:18	36.9800	44.4000	2.9	5.0
١٤٣.	16/04/2011	23:46:17	36.2100	44.1500	3.2	1.0
١٤٤.	30/04/2011	8:03:28	36.2300	44.2200	3.7	1.0
١٤٥.	01/05/2011	3:34:26	37.0500	44.3000	2.9	1.0
١٤٦.	27/05/2011	14:17:28	36.4700	44.5500	4.2	1.0
١٤٧.	18/06/2011	18:43:59	36.7400	44.5100	3.0	2.0
١٤٨.	23/07/2011	23:51:21	36.6100	45.1100	2.8	0.0
١٤٩.	07/08/2011	4:13:57	36.4400	45.0200	2.9	1.0
١٥٠.	19/08/2011	4:14:07	36.4900	44.4400	2.1	1.0
١٥١.	20/08/2011	4:41:05	37.0300	43.8800	1.1	1.0
١٥٢.	20/08/2011	23:28:05	37.0800	43.9500	1.5	1.0
١٥٣.	24/08/2011	18:59:54	36.0300	43.5500	3.4	2.0
١٥٤.	27/08/2011	23:08:49	36.0900	44.5700	2.7	2.0
١٥٥.	05/09/2011	0:36:45	36.3200	43.9500	1.4	2.0
١٥٦.	11/09/2011	3:12:35	36.0900	44.1400	1.6	1.0
١٥٧.	11/09/2011	13:24:05	36.0900	44.1700	1.8	1.0
١٥٨.	12/10/2011	10:30:42	36.8700	44.2500	1.6	1.0
١٥٩.	22/10/2011	0:00:34	36.1000	43.6300	1.9	1.0
١٦٠.	26/10/2011	8:31:15	36.6700	44.4500	2.2	5.0
١٦١.	28/10/2011	8:31:07	37.2100	44.0700	1.8	2.0
١٦٢.	28/10/2011	23:56:58	37.2000	44.0600	2.1	2.0

المصدر: الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، وحدة الرصد الجيولوجي، بيانات الهزات الارضية لمحافظة اربيل للفترة من (٢٠٠١-٢٠١١)، بيانات غير منشورة.

يقترن التوزيع المكاني لهذه الهزات مع مناطق حدوث الهزات الارضية العالية بشدة تتراوح بين (٣,٦١-٤,٢٠°) و(٤,٢١-٥,٩٠°)، ويفسر النشاط الزلزالي ولا سيما الهزات الدقيقة الى وجود درجة من النشاط التكتوني في تلك المنطقة.

خريطة (٦) خطوط تساوي الشدة الزلزالية في منطقة الدراسة للفترة من (٢٠٠١-٢٠١١)



المصدر: بالاعتماد على جدول (٥) وباستخدام **برنامج** Arc Map 9.3.

كما اظهرت هذه الهزات تبايناً في توزيعها المكاني خلال هذه الفترة فيمكن تقسيمها حسب الاقضية الى الفئات التالية:

الفئة الاولى /اقضية تكرارها أقل من (١٣ هزة): وهي تشمل قضاء راوندوز بتكرار بلغ (٤ هزات) فقط.

- الفئة الثانية/ اقضية تكرارها بين (١٤-٢٣ هزة): تقع تحت هذه الفئة اقضية منها جومان بتكرار (١٤ هزة)، شقلاوة بتكرار (١٥ هزة)، اربيل وخبات بتكرار (١٧ هزة)، مخمور بتكرار (١٨ هزة)، ميركة سور بتكرار (١٩هزة)، بنصلاوة (٢٣هزة)، سوران بتكرار (٢٣ هزة).
- الفئة الثالثة/ اقضية تكرارها يقع بين (٢٤-٣٣ هزة): وهي تشمل قضاء كويسنجق بتكرار بلغ (٣١ هزة).

وقد يعزى سبب تزايد عدد الهزات مع الزمن اي يدل ان النسبة بين عدد الهزات الارضية القوية والضعيفة في الفترة الاولى كانت أكبر مما عليه في الفترة الثانية وفي الثانية كانت أكبر مما عليه في الفترة الثالثة وفي الفترة الثالثة اكبر من الفترة الرابعة، الا انه في الفترة الاولى كانت محطات الرصد قليلة ومتباعدة وغير حساسة إلى للهزات الارضية القوية فقط، اما الهزات الضعيفة فلم تكن بمقدور تلك الأجهزة من التحسس بها، ولكن بعد تطور شبكات التسجيل اصبح بالإمكان تسجيل جميع الهزات القوية منها والضعيفة لهذا نجد نسبة عدد الهزات الضعيفة الى قوية في الفترات الاخيرة[١٢].

يرتبط تزايد عدد الهزات في منطقة الدراسة مع تزايد عدد الهزات في المنطقة الشمالية من العراق اذ شهدت المناطق المحاذية لمنطقة الدراسة تزايد في تكرار عدد الهزات خلال هذه الفترة[١٣]، كما ترتبط فعالية النشاط الزلزالي في المنطقة خلال هذه الفترة مع النشاط الزلزالي في العالم اذ تعرض العالم خلال هذه الفترة الى زلازل تفوق في خسائرها ما حدث في نهاية القرن الماضي بعدة اضعاف، اذ تبين ان سنة ٢٠٠٠ شهد ١٧٣ زلزالا تصل درجاتها اكثر من (٦°)، وسنة ٢٠٠١ شهد ١٦ زلزالاً درجاتها اكثر من(٧°)، وسنة ٢٠٠٤ شهد زلزالين شديدين اكثر من ٨ درجة، اما سنة ٢٠٠٥ فقد شهد ١٤٧٧١ زلزالا بدرجة اكثر من(٤°) ، اما سنة ٢٠٠٦ فقد شهد وتيرة عالية من الزلازل ولاسيما التي تزيد عن(٦°) اذ بلغت اكثر من ٩٢ زلزالا علماً ان الاحصاءات المتوفرة كانت لغاية شهر ٨ واكثر من(٥°) بلغ (١٠٦٢) زلزالاً في تلك السنة، ويستدل من ذلك ان عدد الزلازل في تزايد مستمر خلال السنوات الاخيرة. [١٤]

اما اعماق البؤر للهزات فنلاحظ اختلاف اعماقها من مكان الى اخر جدول (٥)، ونجد ان الهزات الارضية التي لها عمق بؤري يبلغ (٥٣,٠ كم) و(٥٥,٠ كم) يبلغ عددها (٢) زلزالاً فقط، اما بقية الهزات فتراوحت اعماقها بين (٠,٠-٥٥,٠ كم) . يستدل من الاعماق البؤرية للهزات ان معظم الزلازل في منطقة الدراسة هي متوسطة الشدة ولها اعماق بؤرية ضحلة تقع ضمن القشرة الارضية واغلبها تتركز ضمن مناطق الطيات البسيطة ومنطقة السهول المتموجة.

ثالثاً-احتمالية تكرار مخاطر الهزات الارضية في المنطقة:

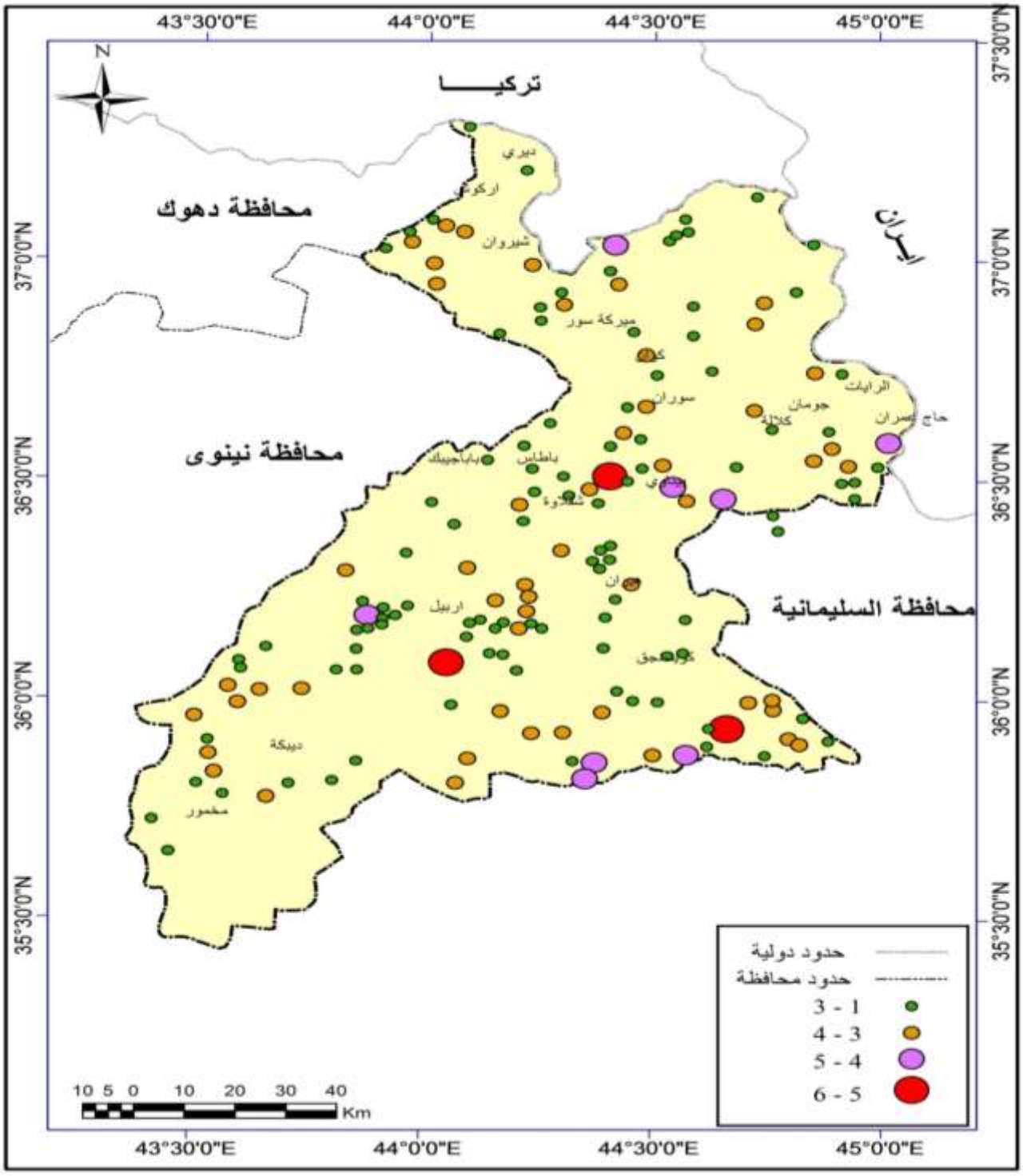
تعرف المخاطر الزلزالية **(Seismic Risk)** بانها احتمالية كون الخسائر الاقتصادية او الاجتماعية المترتبة نتيجة لحدوث زلازل معينة سوف تساوي او تتجاوز قيم محددة في مكان ما، او في منطقة معينة خلال فترة تعرض محددة، إذ أن من الضروري عند تحديد المخاطر الزلزالية هو معرفة المكان الذي تحدث فيه الزلازل والزمان الذي يحتمل حدوثها [١٥].إذ تعد منطقة الدراسة من ضمن المناطق المعرضة لاحتمالية حدوث الزلازل إذ تم تسجيل حالات من الزلازل في السنوات الماضية، إذ أن حدوث هذه الزلازل يشير الى ان هناك احتمالية كبيرة لتكرار هذه الزلازل في المستقبل، لاسيما بعد التوسع العمراني خلال السنوات الاخيرة وارتفاع الكثافة السكانية فيها، فان تأثير هذه الزلازل سوف يكون على أشده.

وبعد دراسة التاريخ الزلزالي للمنطقة وتحديد مناطق البؤر الزلزالية فيها وبالتالي يمكن تحديد الأماكن التي تكررت فيها الزلازل بشكل كبير وبناء على ذلك يمكن ان نتوقع ان هذه المناطق هي الاكثر احتمالية لحدوث نشاط زلزالي في المستقبل حسب قوة الزلزال الذي حدث فيها. لذلك يمكن توقع حدوث الزلازل في منطقة ما ومحاولة التنبؤ بقوتها طبقاً لما حدث من زلازل سابقة ويمكن توقع ذلك باتباع طريقة دراسة مدى تكراريتها في المنطقة ما ومقدار قوة هذه الزلازل، والمناطق التي تنخفض فيها احتمالية حدوث زلازل في المستقبل.

لذا تم عمل نمذجة مكانية لتمثيل الزلزالية في منطقة الدراسة بالاعتماد على التوزيع المكاني للبؤر الزلزالية لجميع السنوات من سنة (١٩٧١ الى سنة ٢٠١١) في خريطة واحدة رقم(٧) من اجل تحديد الاماكن الاكثر خطورة ، يلاحظ خريطة(٨)، وقسمت المنطقة الى اربعة درجات زلزالية تتراوح شدتها بين (١-٦°) بمقياس ريختر، جدول (٦) وهي كالاتي:

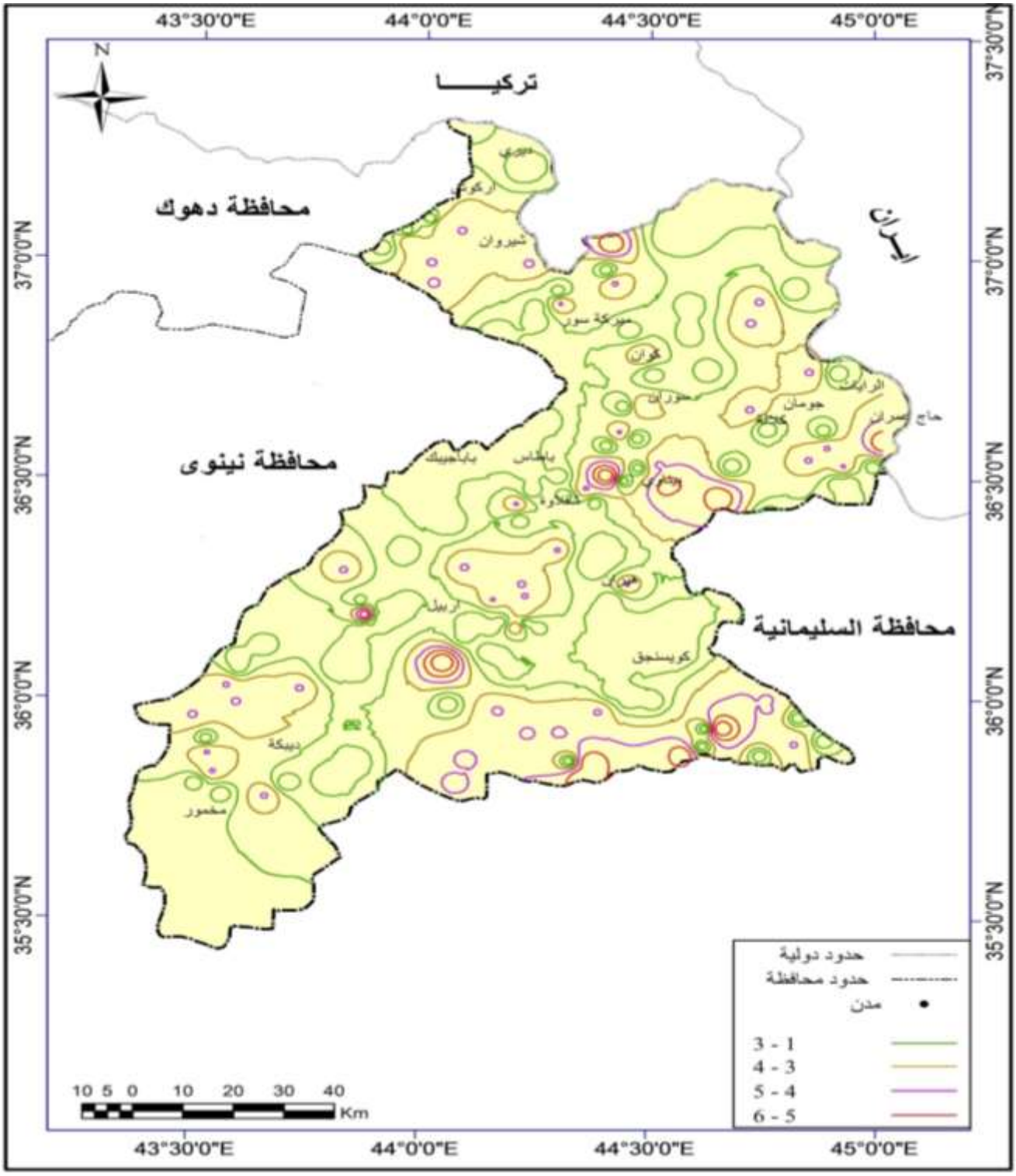
اذ نجد ان الدرجة الزلزالية التي تتراوح بين (١-٣°) بمقياس رختر تغطي معظم مساحة منطقة الدراسة بلغت (**9337**كم²) وبنسبة (٦٤,٣%) من مجموع مساحة منطقة الدراسة، تليها من حيث المساحة المعرضة للاحتمالية الهزات الارضية الدرجة الزلزالية (٣-٤°) بمقياس ريختر وهي تغطي مساحة (٤٥٣٧كم²) وبنسبة (٣١,٢%) من مساحة منطقة الدراسة.

خريطة (٧) توزيع البؤر الزلزالية حسب شدتها (بمقياس ريختر) في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات جداول (٢، ٣، ٤،٥) وباستخدام برنامجArc Map 9.3

خريطة (٨) خطوط تساوي مخاطر الشدة الزلزالية في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (٢،٣،٤،٥) واستخدام برنامج Arc Map 9.3

جدول(٦) مساحة انطقة الهزات الارضية في منطقة الدراسة حسب درجة الزلزال (بمقياس ريختر)

ت	درجة الزلزالية/ بمقياس ريختر	المساحة / كم٢	النسبة المئوية %
.١	٣ -١	9337	64.3
.2	٤ – ٣	4537	31.2
.3	٥ – ٤	351	2.4
.4	٦ – ٥	280	1.9
المجموع		14505	99.8

المصدر: بالاعتماد على خريطة (٦).

أما درجة (٤-٥°) بمقياس ريختر فتغطي مساحة بلغت (٣٥١كم²) وبنسبة (٢,٤%) من مساحة منطقة الدراسة، وينتشر توزيعها المكاني بشكل غير متساوي وفي مناطق متفرقة وقليلة مع الحدود المحاذية لتركيا شمال قضاء ميركة سور، وفي منطقة حاج عمران، وقضاء رواندوز وجنوب قضاء كويسنجق.

اما الدرجة الزلزالية التي تقع بين (٥-٦°) بمقياس ريختر وهي تشغل اقل مساحة معرضة لاحتمالية الهزات الارضية بلغت (٢٨٠كم²) وبنسبة (١,٩%) من مساحة منطقة الدراسة البالغة(14505 كم²) و هي تنتشر على شكل مساحات صغيرة متفرقة في شمال قضاء شقلاوة، وجنوب مدينة اربيل، وجنوب قضاء كويسنجق.

ولأجل تحليل التوزيع المكاني للمناطق المعرضة لمخاطر الهزات الارضية في منطقة الدراسة تم انتاج خريطة مخاطر الشدة الزلزالية بالاعتماد على خرائط رقم (٢،٣،٤،٥) وجدول (٦) لذا قسمت خريطة المنتجة الى ثلاث مناطق حسب درجة الشدة الزلزالية، خريطة (٨) وشكل (١)، وهي كلاتي:

١-مناطق قليلة الخطورة:

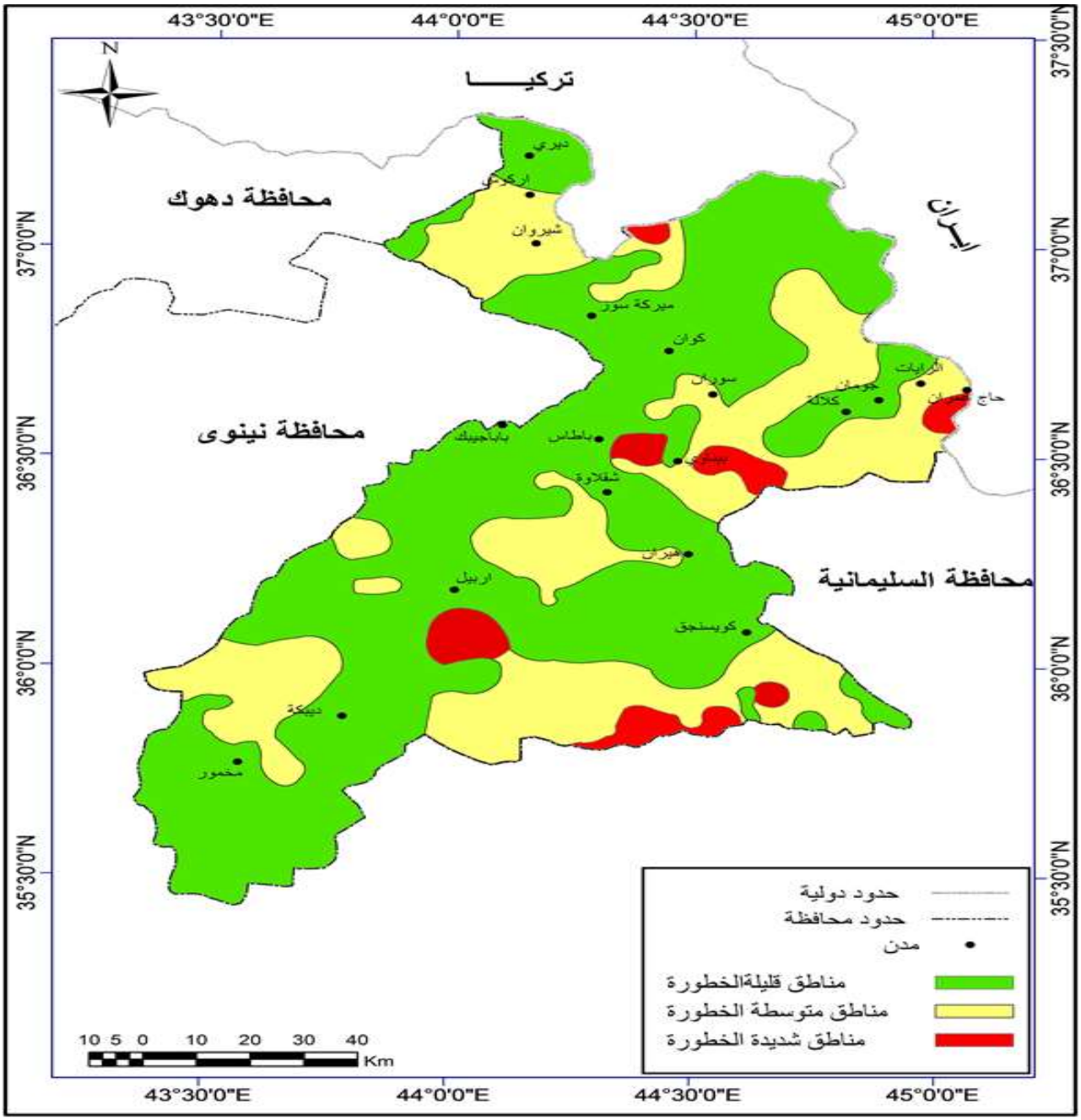
وهي تشغل مساحة(٩٣٣٧كم²) وبنسبة(٦٣,٤%) من مساحة منطقة الدراسة، جدول(٦)وهي تشغل المساحة الاكبر من بين المناطق المعرضة لاحتمالية حدوث الهزات الارضية في منطقة الدراسة، خريطة(٨).

٢-مناطق متوسطة الخطورة:

وهي تشكل مساحة متوسطة الخطورة اذ تبلغ (٤٥٣٧كم²) وبنسبة (٣١,٢%) من مساحة منطقة الدراسة، جدول(٦)، وهي تتوزع ضمن اقضية متفرقة في الجزء الشمالي من قضاء ميركة سور، وفي قضاء سوران، وفي قضاء جومان وقضاء راوندوز، والجزء الجنوبي من قضاء شقلاوة ، والجزء الشمالي

من قضاء كويسنجق وجنوبها، وفي قضاء بنصلاوة ،وفي مدينة اربيل ،وقضاء خبات ، وفي الجزء الشمالي الغربي من قضاء مخمور، خريطة(٨).

خريطة (٧) مناطق شدة الخطورة الزلزالية في منطقة الدراسة

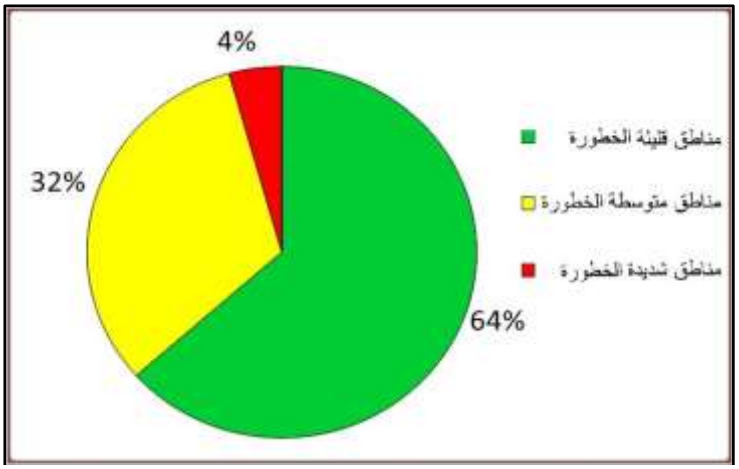


المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (٦) وباستخدام برنامجArc Map 9.3

٣.مناطق شديدة الخطورة:

تشكل المناطق الشديدة الخطورة بالهزات الارضية المساحة الاقل بين المساحات المعرضة لاحتمالية الهزات الارضية بلغت (٦٣١كم²) وبنسبة (٤,٣٥%) من مساحة منطقة الدراسة، جدول(٦)، وهي تنتشر ضمن مساحات صغيرة ومتفرقة في الجزء الشمال الغربي من قضاء سوران، وفي قضاء جومان ، قضاء شقلاوة، وجنوب مدينة اربيل ، والجزء الجنوبي من قضاء كويسنجق، ويلاحظ من توزيع الاماكن المعرضة لاحتمالية حدوث تكرار الزلزالية في مناطق الطيات العالية والبسيطة، لاسيما في منطقة راوندوز ومدينة اربيل وكويسنجق وذلك من حيث الشدة والمكان.

شكل (١) النسب المئوية لشدة الهزات الزلزالية في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (٦).

لذا فان تكرر هذه الهزات باستمرار في منطقة الدراسة ولاسيما على امتداد الشبكة النهرية التي تتطابق تقريباً مع شبكة الفوالق، كما تتركز في مواقع انحراف مجاري الانهار كما في مجرى نهر الزاب الصغير في الجزء الجنوبي الشرقي من المنطقة، كما نجد ان توزيعها يكون بشكل غير منتظم وتتركز شدة الزلازل لاسيما القوية في وسط منطقة الدراسة، وبالرغم من ان معظم الزلازل تحدث عند حدود الصفائح القارية فان البعض منها تحدث أيضاً في داخلها وذلك لوجود قوى تعمل داخل هذه الصفائح وتتصف هذه الهزات الارضية بان زمن تكرارها عادة يكون طويل جداً مقارنة مع زمن تكرار الزلازل التي تحدث بين الصفائح وذلك لأن التشويهات والازاحات التي تحدث عند حافاتها والتي تؤدي الى صعوبة في دراسة النشاط الزلزالي داخل الصفائح القارية وخلال فترة قصيرة من الزمن [١٦].ويتبين من خريطة (٧) ان الحدود الشمالية الشرقية تتراوح هزاتها الارضية ما بين مناطق منخفضة التكرارية في جميع الفترات السابقة مقارنة مع المناطق الاخرى في المنطقة، وقد يعزى السبب في قلة تكرار الهزات الارضية في الحدود

الشمالية الشرقية لمنطقة الدراسة الى ان النشاط الزلزالي لزاكروس ينحرف من قبل دخوله الى العراق قرب مدينة حلبجة ، وكذلك ينحرف النشاط الزلزالي الموجود بامتداد طوروس نحو الشمال الشرقي عند نهايته الجنوبية الشرقية، وهذا يدل على ان جزء من نطاق زاكروس –طوروس المطوي والمندفع الواقع في العراق يظهر نشاطاً زلزالياً أقل[١٧].

الاستنتاجات والتوصيات :

١.توصلت الدراسة الى ان محافظة أربيل تعد من المناطق الغير النشطة زلزالياً باستثناء مناطق صغيرة منها، ووجد ان تكرار الهزات الارضية اخذت تزداد في السنوات الاخيرة ، مما يدل على ان منطقة الدراسة ذات نشاط زلزالي متجدد.

٢. تم دراسة المخاطر الزلزالية بالاعتماد على خريطة التوزيع الاقصى للشدة الزلزالية وللفترة من(١٩٧١-٢٠١١) وبناء على ذلك قسمت المنطقة الى ثلاث مناطق زلزالية، تراوحت شدتها بين (١-٦) درجة بمقياس ريختر، وهي مناطق قليلة الخطورة تشكل نسبة(٦٤,٣%)، ومناطق متوسطة الخطورة بنسبة (٣١,٢%) ، ومناطق شديدة الخطورة بنسبة بلغت(٤,٣%) من مساحة منطقة الدراسة البالغة(14505 كم^2).

٣. تبين ان الدرجة الزلزالية التي تتراوح شدتها من(١-٣) درجة بمقياس ريختر، تغطي معظم مساحة المنطقة وتشكل نسبة (٦٤,٣%) من مساحة منطقة الدراسة، وهي تصنف ضمن الهزات الأرضية الدقيقة، تليها الشدة الزلزالية (٣-٤) تشكل نسبة (٣١,٢%) من مساحة منطقة الدراسة، والشدة الزلزالية (٤-٥) تغطي نسبة (٢,٤%) من مساحة منطقة الدراسة ، واخيراً الشدة الزلزالية (٥-٦) وتشكل نسبة (١,٩%) من مساحة منطقة الدراسة

٥.من خلال الاعتماد على التوزيع المكاني للبؤر الزلزلية لجميع السنوات تم اعداد خريطة المخاطر الزلزالية لمنطقة الدراسة باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية توضح مناطق الشدة الزلزالية في محافظة أربيل.

ويمكن اقتراح التوصيات التالية:

١. التوسع في برامج التوعية وارشاد المواطنين والجهات المختصة باحتمالية تأثيرات المخاطر الهزات الأرضية على التنمية عامةً وخسائر الارواح والممتلكات على وجه الخصوص، وذلك من خلال وضع توجهات اعلامية، والعمل على احداث شراكة بين الاجهزة الحكومية وسكان المنطقة مثل التوعية باحتمالية وقوع هزات ارضية في المناطق التي تمتاز باحتمالية وقوع هزات ارضية شديدة مستقبلاً، من اجل تصميم المباني التي تتحمل درجات معينة من الاهتزازات الزلزالية.

٢. استحداث وتطوير قاعدة بيانات ضمن بيئة انظمة المعلومات الجغرافية للمخاطر الهزات الأرضية في محافظة اربيل ، لما تسهم في التنبؤ المبكر للمخاطر المحتملة والحد منها او تقليل الخسائر والاستفادة منها في صنع القرارات المختلفة، والاستعانة بها عند التخطيط لبناء المشاريع الهندسية المختلفة في المستقبل، ووضع الضوابط والقيود على استخدامات الاراضي والانشطة المختلفة.

- **الهوامش**

[١]) سهل عبد الله السنوي، اساسيات علم الزلازل، مركز عبادي للدراسات والنشر، صنعاء، ١٩٩٧، ص ٤٢.

[٢])حافظ شمس الدين عبد الوهاب، الجيولوجيا الفيزيقية والتاريخية، ط١، دار الفكر العربي القاهرة،٢٠٠٦، ص٢٥٦.

[٣]) سهل عبد الله السنوي، المصدر نفسه، ص ٤٤.

[٤]) محمد عبد الله صالح، نماذج تطور الاشكال الأرضية، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد٢٢٦، ١٩٩٩، ص٥.

[٥]) علي عبد الخالق علي، ندوة الزلازل (حقائق كونية تهم العالم)، الهياة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم الرصد الزلزالي ،٢٠٠١، ص٥.

[٦]) علي عبد الخالق علي، الزلزالية الحديثة في العراق، ندرة الزلازل "حقائق كونية تهم العالم"، الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم الرصد الزلزالي، ٢٠٠١، ص٥.

[7]) Sahil. A. Alsinawi and Zia O.AlQasrani, Earthquake hazards considerations for Iraq, fourth international conference of Earthquake Engineering and seismology 12-14may Islamic Republic of Iran, 2003, P2.

[٨]) زيا اوراهام كوركيس القصراني، المعطيات الزلزالية الهندسية في العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، ١٩٩٠، ص٥٤.

[٩]) احمد ياسين الغريري، علي عبد الرحيم صالح، تأثير التنشيط التكتوني في قلق المستقبل (دراسة سببية مقارنة بين جامعة ميسان والقادسية)، مجلة العميد، المجلد الثاني، العددان الثالث والرابع، ٢٠١٢، ص ٤٣٦.

[١٠]) خلف حسين علي الدليمي، الكوارث الطبيعية والحد من اثارها، دار صفاء للنشر والتوزيع ،عمان، ٢٠٠٨، ص ص ٣٩٣-٣٩٤ .

[١١]) زيا اورهام كوركيس القصراني ، المعطيات الزلزالية الهندسية في العراق، مصدر سابق، ص ٤٥.

[١٢]) زيا اوراهام كوركيس القصراني، المعطيات الزلزالية الهندسية في العراق ، مصدر سابق، ص٧١.

[١٣])الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، وحدة الرصد الجيولوجي، بيانات الهزات الارضية للمحافظات السليمانية، دهوك، الموصل للفترة من (١٩٧١-٢٠١٣)، بيانات غير منشورة.

[١٤]) خلف حسين علي الدليمي، الكوارث الطبيعية والحد من اثارها، مصدر سابق، ص ص ٥٦-٥٧.

[١٥]) سهل عبد الله السنوي، اساسيات علم الزلازل، مصدر سابق، ص١٩٤.

[١٦]) عامر عبد الله عيسى، الزلزالية التكتونية للعراق ، مصدر سابق، ص٤٦.

[١٧]) عامر عبد الله عيسى، المصدر نفسه، ص٦٣.

- **المصادر:**

١. الغريري، احمد ياسين ، علي عبد الرحيم صالح، تأثير التنشيط التكتوني في قلق المستقبل (دراسة سببية مقارنة بين جامعة ميسان والقادسية)، مجلة العميد، المجلد الثاني، العددان الثالث والرابع، ٢٠١٢. ٢.حافظ ٢. الدليمي، خلف حسين علي ،الكوارث والحد من اثارها، دار صفاء للنشر والتوزيع ، عمان ،٢٠٠٨.
٥.علي،عبد الخالق علي، ندوة الزلازل (حقائق كونية تهم العالم)، الهياة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم الرصد الزلزالي ،٢٠٠١.
٣. السنوي، سهل عبد الله ، اساسيات علم الزلازل، مركز عبادي للدراسات والنشر، صنعاء، ١٩٩٧.
٤. عبد الوهاب، شمس الدين ، الجيولوجيا الفيزيقية والتاريخية، ط١، دار الفكر العربي القاهرة،٢٠٠٦.
٦.علي،عبد الخالق علي، الزلزالية الحديثة في العراق، ندرة الزلازل "حقائق كونية تهم العالم"، الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم الرصد الزلزالي، ٢٠٠١.
٧. القصراني، زيا اوراهام كوركيس، المعطيات الزلزالية الهندسية في العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، ١٩٩٠.
٨. صالح، محمد عبد الله ، نماذج تطور الاشكال الأرضية، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد٢٢٦، ١٩٩٩.
٩. مقيلي، محمد عياد ، المخاطر الهيدروجيومورفولوجية، سلسلة دراسات المخاطر الطبيعية
، الكتاب الثاني، دار شموع الثقافة، ٢٠٠٣.
١٠.الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، وحدة الرصد الجيولوجي، بيانات الهزات الارضية للمحافظة أربيل للفترة من (١٩٧١-٢٠١٣)، بيانات غير منشورة.
١١.الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، وحدة الرصد الجيولوجي، بيانات الهزات الارضية للمحافظات السليمانية، دهوك، الموصل للفترة من (١٩٧١-٢٠١٣)، بيانات غير منشورة.
12. . Alsinawi, Sahil. A and Zia O.AlQasrani, Earthquake hazards considerations for Iraq, fourth international conference of Earthquake Engineering and seismology 12-14may Islamic Republic of Iran, 2003.
13. Gritto. Roland, Mathews Sibol, and ather ,Crustal Velocity Models of the Zagros –Bitlis Zone From Body And Surface Wave Analyses, Sponsored by Air Force Research Laboratory ,Award No. FA 8718-10-C-0003, Monitoring Research Review, Ground Based Nucler Explosion Technologies ,2010 .