



ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

Available online at: <https://eduj.uowasit.edu.iq>

Assis. Dr. Maher  
Hamood Kadhem

Ministry of Education /  
Baghdad Directorate  
of Education - Karkh 2

Email:  
[maherhamood123@yahoo.com](mailto:maherhamood123@yahoo.com)

**Keywords:**

*Spatial modeling , rain,  
groundwater,  
agriculture*

**Article info**

**Article history:**

Received 15. March.2022

Accepted 9. May.2022

Published 1. August.2022



## Spatial modeling of rain and its relationship to groundwater and the possibility of investing it for agriculture in the district of Afak

A B S T R A C T

The study aims to analyze the relationship of rain to groundwater through chemical and physical properties, evaluate it, and the possibility of investing it for agricultural purposes, in addition to the presence of changes in the amount of rain during the studied period (2009 - 2020), especially as it tends to rise in December and gradually decreases in other months during the rainy season, And It was found that there is a correlation between them and it ranged from strong to weak and reached its maximum value in the winter season by (0.78) and its lowest value in the spring and autumn seasons by (-0.45, -0.14). After evaluating the validity of groundwater through the indicators used in the study, it became clear that most of the wells are ideal for irrigating agricultural crops in the region. A model of spatial suitability of groundwater was built using (GIS - RS) to reach an optimal model spatially. The suitable variety and the medium suitability occupies the largest area for irrigating agricultural lands after they are used optimally, in addition to the practice of permaculture during the rainy season.

© 2022 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: <https://doi.org/10.31185/eduj.Vol48.Iss1.2931>

النمذجة المكانية للأمطار وعلاقتها بالمياه الجوفية وامكانية استثمارها للزراعة في قضاء عفك

م.د. ماهر حمود كاظم الجبوري

وزارة التربية / مديرية تربية بغداد - الكرخ الثانية

الخلاصة:

تهدف الدراسة الى تحليل علاقة الأمطار بالمياه الجوفية من خلال الخصائص الكيميائية والفيزيائية وتقييمها وامكانية استثمارها لأغراض الزراعة, فضلاً عن وجود تغيرات في كمية الامطار خلال المدة المدروسة (2009 - 2020) لاسيما انها تتجه نحو الارتفاع في شهر كانون الأول وتتنخفض تدريجياً في الأشهر الأخرى خلال الموسم المطري وتبين وجود علاقة ارتباطية بينهما تراوحت بين قوية الى ضعيفة وبلغت اقصى قيمة لها في فصل الشتاء بمقدار (0.78) وادناها في فصلي الربيع والخريف بمقدار (-0.45 . -0,14), واتضح بعد تقييم صلاحية المياه الجوفية من خلال المؤشرات المستخدمة في الدراسة ان اغلب الآبار مثالية لري المحاصيل الزراعية في المنطقة , وتم بناء نموذج الملائمة المكانية للمياه الجوفية

باستخدام (GIS- RS) للوصول الى نموذج أمثل مكانياً , ويحتل صنف الملائم ومتوسط الملائمة المساحة الاكبر لري الأراضي الزراعية بعد ما يتم استخدامها بشكل أمثل, فضلاً عن ممارسة الزراعة الديمية خلال الموسم المطري. **الكلمات المفتاحية:** النمذجة المكانية , الأمطار, المياه الجوفية , الزراعة .

#### المقدمة:

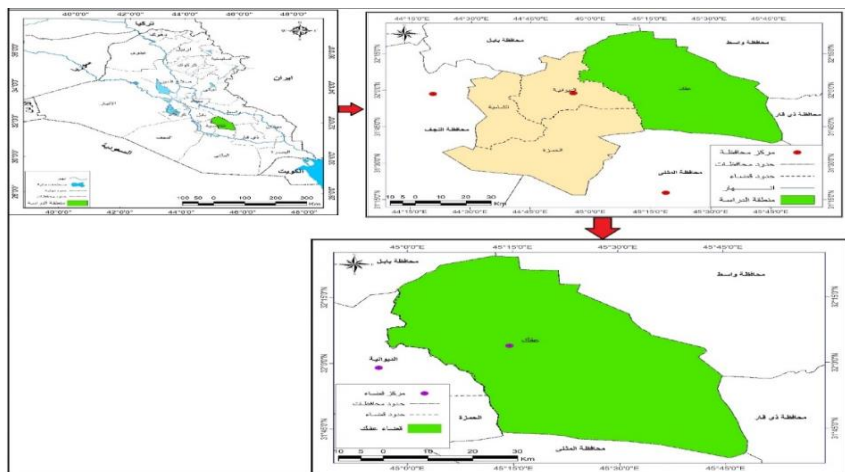
تعد المياه الجوفية ذات اهمية كبيرة في الدراسات الهيدرولوجية ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة نتيجة تذبذب الامطار وقلة كمية المياه السطحية التي لا يمكن الاعتماد عليها في ارواء الأراضي الزراعية في المنطقة , تسعى الدراسة الى تحليل الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه الجوفية وعلاقتها بالأمطار , وتهدف الى تحديد مدى ملائمتها المكانية لغرض الزراعة باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (Gis) وانتاج خريطة توضح صلاحية المياه وتوزيعها المكاني. **مشكلة البحث:** ما التغيرات الحاصلة في خصائص المياه الجوفية خلال الموسم المطري وإمكانية استثمارها في الزراعة ؟ **فرضية البحث:** توجد تغييرات واضحة في خصائص المياه الجوفية وعلاقتها بالأمطار ويمكن تقييمها واستثمارها في الزراعة .

**هدف البحث:** تعد الامطار من المواضيع المهمة في الدراسات المناخية وتم التركيز عليها وفق اجراء دراسة تحليلية للتباين المكاني والزمني للأمطار وعلاقتها بالتغيرات الكمية والنوعية للمياه الجوفية, فضلاً عن دورها في بناء نموذج محاكاة الملائمة المكانية للمياه الجوفية وتحديد درجة اصنافها.

**منهجية البحث:** تم اعتماد المنهج الوصفي والكمي وفق أساليب احصائية في تحليل البيانات والمتمثلة بالأمطار وعلاقتها بالمياه الجوفية, ومن ثم تصميم نموذج الملائمة المكانية للمياه الجوفية وفق التقنيات الحديثة بما يلائم طبيعة البحث وتحقيق هدفه.

**موقع منطقة الدراسة:** يقع قضاء عفك في محافظة الديوانية بين دائرتي عرض (32° و 32.30°) شمالاً, وخطي طول (30° و 45.40°) شرقاً, وتم اختيار ثلاث محطات رصد مناخية (A- B - C) موزعة بشكل يغطي المنطقة , اما البعد الزمني تمثل دورة مناخية مدتها (12) سنة (2009-2020) , كما موضح في جدول (1) وخريطة (1).

#### خريطة (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



المصدر : بالاعتماد على وزارة الموارد المائية الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس 1:1000000 لسنة 2010 وباستخدام برنامج Arc Gis 10.3 .

جدول (1) موقع محطات منطقة الدراسة

خط الطول (E)	دائرة العرض (N)	الموقع
32.68	45.237	A
31.97	45.405	B
32.145	44.998	C

المصدر: بالاعتماد على الموقع <http://chrsdata.eng.uci.edu/>

**النمذجة المكانية والزمانية للأمطار:** تعد الأمطار من المصادر ذات أهمية في تغذية المياه الجوفية وتغيراتها الواضحة على المستوى المكاني والزمني (الشهرية , الفصلية , السنوية), إذ تم دراسة التباين المكاني للأمطار كما موضح في الجدول (2) , ان الأمطار متباينة إذ بلغ المجموع السنوي المتباين (173, 171, 165 ملم) خلال المدة المدروسة (2009-2020) للمحطات المناخية (C-B-A) وسجلت أعلى معدل لكمية الأمطار خلال الموسم المطري في المنطقة (2018-2019) البالغة (430 , 272 ملم) وأدنى معدل سجل (2010 - 2012) وبالبالغة (76 , 63 ملم) , نلاحظ تباين في كمية الأمطار خلال فصول السنة للمحطات اعلاه , إذ سجلت أعلى مجموع لكمية الأمطار ضمن المحطة (B) وبالبالغة (88 ملم) في فصل الشتاء وأدناها في محطة (C) إذ بلغ (24 ملم) لفصل الخريف. كما نلاحظ من خريطة (2) وجدول (3) النمذجة المكانية لكمية الأمطار إذ سجلت المرتبة الأولى (165-168) التي تقع ضمن الجزء الشمالي الغربي بمساحة (332 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (8.6%) أما المرتبة الثانية (169-170) وتتمثل في الجزء الشمالي الشرقي والغربي بمساحة (545 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (14.2%) أما الفئة الأخيرة التي تشمل الجزء الأكبر (الوسطى والجنوبية الشرقية والغربية) بلغت مساحتها (2972 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (77.2%) . نلاحظ من جدول (4) وجود تباين واضح في معدلات الكثافة المطرية (اليومية , الشهرية) إذ سجلت أعلى معدل للكثافة اليومية في سنة (2018) لمحطات الدراسة (C-B-A) يتراوح (1.2 , 1.1 , 1.2 ملم/يوم) وأدناها سجلت في السنتين (2010-2012) بمعدل يتراوح بين (0.1 , 0.2 ملم/يوم) , أما الكثافة الشهرية فسجل أعلى معدل لها لسنة (2018) بمعدل (36.9 , 33.6 , 37.1 ملم/شهر) وأقلها بمعدل يتراوح (4.4 , 6.6 ملم/شهر) , نلاحظ ان التباين في الكثافة المطرية يؤدي الى قلة مياه الآبار الجوفية في المنطقة.

### جدول (3) المساحة والنسبة المئوية لكمية الأمطار في منطقة الدراسة

النسبة المئوية %	المساحة/ كم <sup>2</sup>	المنصف
8.6	332	165 - 168
14.2	545	169 - 170
77.2	2975	171 - 173
100	3852	المجموع

المصدر: بالاعتماد على خريطة (2)

جدول (2) المعدلات والمجاميع الشهرية والفصلية والسنوية لكميات الامطار (ملم) ضمن محطات الرصد الفضائية في المنطقة للمدة (2009-2020)

كمية الامطار السنوية خلال الموسم المطري													
المحطة	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	المجموع
A	175	79	136	61	129	133	129	115	119	443	276	279	173
B	193	71	126	76	131	137	121	133	108	403	289	267	171
C	165	79	109	53	127	131	130	109	109	445	252	269	165
المجموع	178	76	124	63	129	134	127	119	112	430	272	272	
كمية الامطار الفصلية خلال الموسم المطري													
الفصول	فصل الشتاء			فصل الربيع				فصل الخريف			المجموع	المحطة	
	كانون الاول	كانون الثاني	شباط	ادار	نيسان	ايار	المجموع	تشرين الاول	تشرين الثاني	المجموع			
A	16	45	26	11	16	13	40	20	26	46			
B	18	41	30	12	15	12	39	18	27	44			
C	16	42	25	11	16	12	39	19	24	43			

المصدر: بالاعتماد على ملحق (1).

جدول (4) معدلات الكثافة المطرية (اليومية - الشهرية) (ملم) ضمن محطات الرصد الفضائية في المنطقة

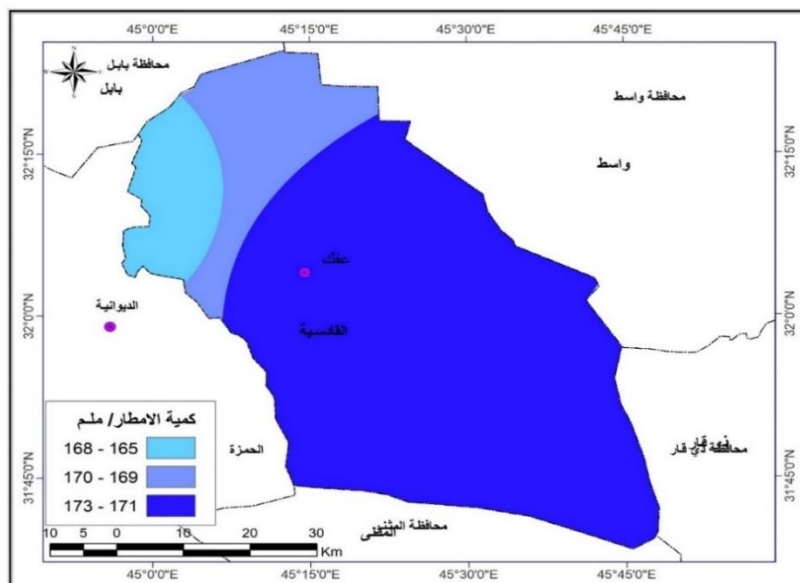
السنة	محطة A		محطة B		محطة C	
	اليومية	الشهرية	اليومية	الشهرية	اليومية	الشهرية
2009	0.5	14.6	0.5	16.1	0.5	13.8
2010	0.2	6.6	0.2	5.9	0.2	6.6
2011	0.4	11.3	0.3	10.5	0.3	9.1
2012	0.2	5.1	0.2	6.3	0.1	4.4
2013	0.4	10.8	0.4	10.9	0.3	10.6
2014	0.4	11.1	0.4	11.4	0.4	10.9
2015	0.4	10.8	0.3	10.1	0.4	10.8
2016	0.3	9.6	0.4	11.1	0.3	9.1
2017	0.3	9.9	0.3	9.0	0.3	9.1
2018	1.2	36.9	1.1	33.6	1.2	37.1
2019	0.8	23.0	0.8	24.1	0.7	21.0
2020	0.8	23.3	0.7	22.3	0.7	22.4

المصدر: بالاعتماد على جدول (2) وملحق (1) وفق المعادلة الكثافة المطرية = كمية الامطار / المدة الزمنية.

التباين الزمني: تبين من خلال الجدول (5) ان كميات الامطار الشهرية متباينة زمانياً خلال المدة المدروسة اذ سجلت محطتي (C-A) اعلى مجموع في شهر كانون الثاني بواقع (133 , 133 ملم) وهو اعلى من المعدل السنوي بمقدار (45, 42 ملم) وبانحراف (88, 91) وبنسبة عالية تصل الى (196, 217%) , وادناها في شهر نيسان بواقع (1 ملم) اقل من المعدل السنوي وبانحراف (-15) وبنسبة (94%) لمحطة (A) , بينما في محطة (C) سجل اقل من المعدل في شهر نيسان و ايار بمقدار (1,1ملم) وبانحراف (15 , -11) وبنسبة (94, 92%) , اما محطة (B) سجلت اقل كمية من المحطات السابقة اذ بلغ اعلاها في شهر كانون الثاني (106ملم) وبانحراف (65) وبنسبة (159%) , وسجلت اقل من المعدل السنوي في الأشهر (ادار , نيسان , ايار , تشرين الثاني) بواقع (1ملم) لكل منهما , وبانحراف يتراوح (-11, -14) وبنسبة (92, 93, 92, 96%) . اما التباين في كميات الامطار السنوية اذ سجلت اعلاها في محطة (C) خلال عام (2018) بواقع (445 ملم) اعلى من المعدل السنوي (165 ملم) وبانحراف (280) وبنسبة تصل الى (170%) , وادنى معدل في نفس المحطة خلال عام (2012) بمقدار (53 ملم) وبانحراف (-112) وبنسبة (68%) , بينما سجلت أدناها في محطتي (A)

(B-) كانت اعلى قيمة فيها خلال عام (2018) بواقع (443 , 403 ملم) بانحراف (272 , -232) وبنسبة (159 , 136%) , وادناها خلال عام (2012) بمقدار (61, 71ملم) وبانحراف (-110 , -100) وبنسبة (64, 58%).

### خريطة (2) النمذجة المكانية لكمية الامطار في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على جدول (2) وباستخدام برنامج Arc Gis 10.3.

### التغير في كميات الامطار خلال المدة المدروسة:

تبين من خلال الجدول (6) ان معامل التغير الحاصل في كميات الامطار خلال المدة المدروسة كان تباين مكاني وزماني واضح اذ سجل اعلى نسبة تغير في شهر نيسان بمقدار (144, 133, 131%) وادناها في شهر كانون الأول بمقدار تغير (75 , 67 , 69%) لمحطات الدراسة, اما فصلياً فبلغ اعلى معدل تغير في فصل الشتاء نحو (52%) لمحطة (A) وادنى معدل تغير في محطة (B) بمقدار (15%) لفصل الربيع, بينما سنوياً فسجل اعلى مقدار تغير في محطة (C) بواقع (66%) وادناها في محطة (B) نحو (58%). كما نلاحظ من الشكل (1) و(2) و(3) ان الاتجاه العام للمعدلات الشهرية للأمطار في منطقة الدراسة تتجه نحو التباين خلال المدة المدروسة اذ بلغ في شهر كانون الأول نحو (5.0 , 5.1 , 4.9 ملم) وادناها في شهر تشرين الثاني بمقدار (-1.03 , -1.2 , -0.68ملم).

## جدول (5)

الانحراف ونسبة الانحراف للمعدلات (الشهرية- السنوية) للأمطار (ملم) لمحطات الدراسة خلال المدة (2009-2020)

الانحراف ونسبة الانحراف لمعدلات الامطار الشهرية									
محطة A									
الشهر	المعدل السنوي خلال مدة الدراسة	اعلى مجموع سنوي	السنة	الانحراف عن المعدل	نسبة لانحراف	اقل مجموع سنوي	السنة	الانحراف عن المعدل	نسبة الانحراف
كانون الثاني	45	133	2018	88	196	3	2013	-42	93
شباط	26	103	2018	77	296	6	2010	-20	77
آذار	11	30	2016	19	173	2	2009	-9	82
نيسان	16	82	2019	66	413	1	2018	-15	94
أيار	13	53	2018	40	308	3	2013	-10	77
تشرين الاول	20	57	2018	37	185	2	2010	-18	90
تشرين الثاني	26	82	2009	56	215	4	2011	-22	85
كانون الاول	16	44	2019	28	175	1	2011	-15	94
محطة B									
كانون الثاني	41	106	2018	65	159	3	2013	-38	93
شباط	30	98	2018	68	227	9	2014	-21	70
آذار	12	30	2016	18	150	1	2011	-11	92
نيسان	15	72	2019	57	380	1	2018	-14	93
أيار	12	46	2018	34	283	1	2017	-11	92
تشرين الاول	18	46	2018	28	156	3	2011	-15	83
تشرين الثاني	27	99	2009	72	267	1	2011	-26	96
كانون الاول	18	44	2019	26	144	4	2011	-14	78
محطة C									
كانون الثاني	42	133	2018	91	217	2	2013	-40	95
شباط	25	109	2018	84	336	5	2010	-20	80
آذار	11	28	2016	17	155	3	2014	-8	73
نيسان	16	75	2019	59	369	1	2018	-15	94
أيار	12	55	2018	43	358	1	2017	-11	92
تشرين الاول	19	55	2018	36	189	2	2018	-17	89
تشرين الثاني	24	74	2009	50	208	3	2019	-21	88
كانون الاول	16	40	2019	24	150	2	2011	-14	88
الانحراف ونسبة الانحراف عن المعدلات السنوية للأمطار									
محطة A	171	443	2018	272	159	61	2012	110-	64
محطة B	171	403	2018	232	136	71	2012	100-	58
محطة C	165	445	2018	280	170	53	2012	112-	68

المصدر: 1- بالاعتماد على ملحق (1)

2- نسبة الانحراف = الانحراف عن المعدل / المعدل السنوي \* 100.

جدول (6) معامل التغير النسبي (%) للمعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للأمطار في منطقة الدراسة

التغير النسبي للمعدلات الشهرية للأمطار								
محطة A								
الشهر	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	أيار	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول
الانحراف المعياري	42	27	9	23	15	20	28	12
معامل التغير النسبي (%) (*)	93	104	82	144	115	100	108	75
محطة B								
الانحراف المعياري	35	25	10	20	14	18	34	12
معامل التغير النسبي (%)	85	83	83	133	117	100	126	67
محطة C								
الانحراف المعياري	40	29	9	21	15	19	26	11
معامل التغير النسبي (%)	95	117	82	131	125	100	108	69
التغير النسبي للمعدلات الفصلية للأمطار								
الفصول	فصل الشتاء		فصل الربيع		فصل الخريف			
المحطات	الانحراف المعياري	معامل التغير النسبي (%)	الانحراف المعياري	معامل التغير النسبي (%)	الانحراف المعياري	معامل التغير النسبي (%)		
محطة A	15	52	3	23	4	17		
محطة B	12	40	2	15	6	27		
محطة C	13	46	3	23	4	19		
التغير النسبي للمعدلات السنوية للأمطار								
المحطات	محطة A		محطة B		محطة C			
القيم	108	62	100	58	109	66		

المصدر: بالاعتماد على جدول (2)

التباين الزمني لتكرارات الأشهر المطيرة خلال المدة المدروسة: تبين من الجدول (7) ان التباين المكاني والزمني واضح في الأشهر الجافة والرطبة خلال المدة المدروسة اذ بلغ المتوسط المطري لمحطات الدراسة بمقدار (20.6, 21.6, 21.6 ملم) , بينما بلغت المعدلات الأقل من المعدل العام (الجافة) بواقع (6.8, 6.6, 6.9 مرة) تقابلها المعدلات الأكثر من المعدل (الرطبة) بحدود (4.6, 4.8, 4.5 مرة).

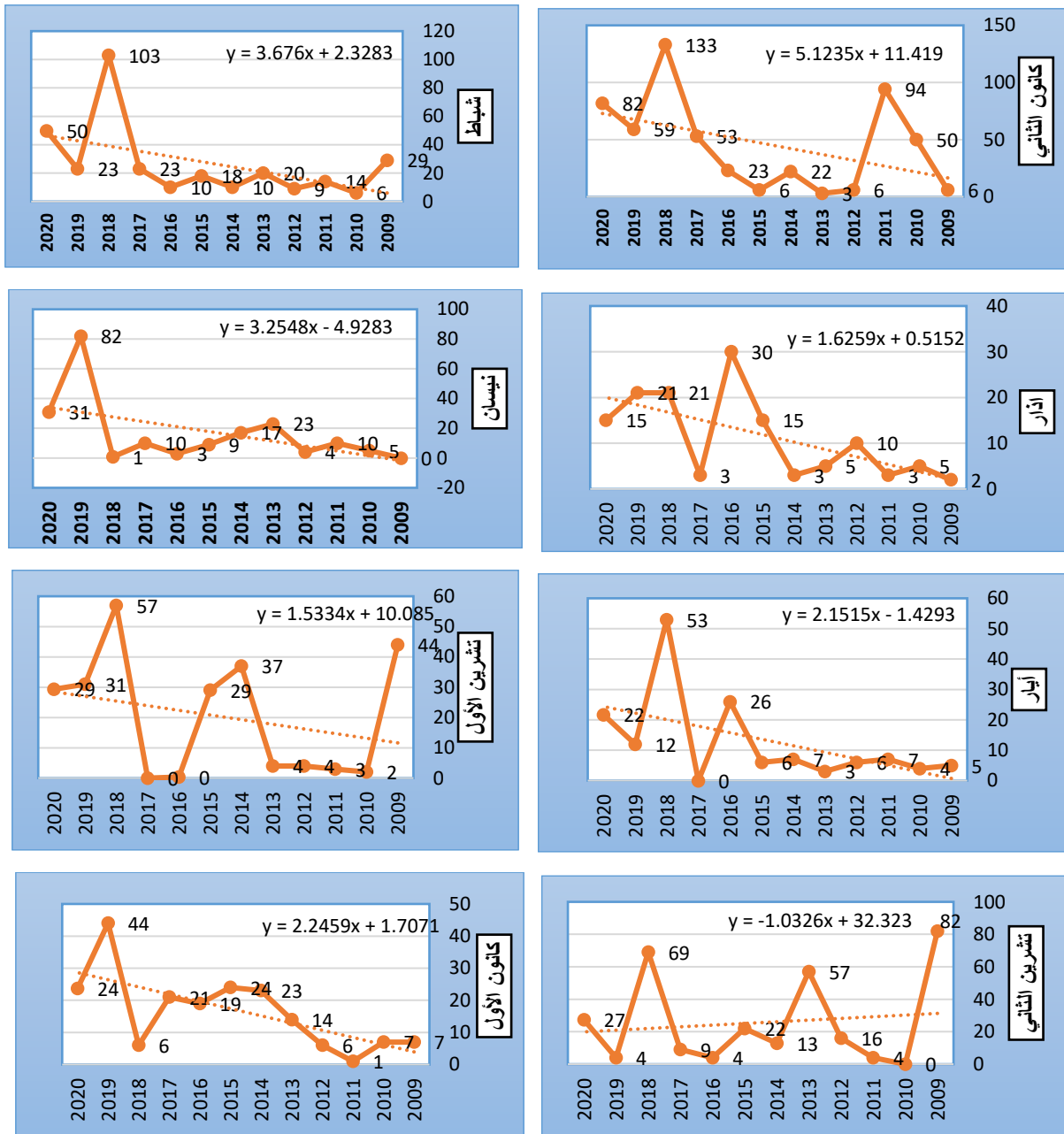
(\*) تم استخدام معامل التغير النسبي (%) لمعرفة التغير الحاصل في كمية الامطار ويعتبر من اهم الأساليب الإحصائية المستخدمة لقياس التباين (المكاني , الزمني) وفق الصيغة التالية:  $C.V = S / X * 100$  المصدر: سامي عزيز عباس العتيبي, اياد عاشور الطائي, الاحصاء والنمذجة في الجغرافية, مطبعة اكرم للطباعة, جامعة بغداد, 2012, ص124.

جدول (7) اعداد الأشهر المطيرة والجافة ضمن الحدود المطرية الشهرية (ملم) في منطقة الدراسة

محطة A (2020 - 2009)				
الشهر	المتوسط المطري	جافة تماماً	رطوبة (اعلى من المعدل)	جافة (اقل من المعدل)
كانون الثاني	45	0	6	6
شباط	26	0	3	9
آذار	11	0	5	7
نيسان	16	1	4	7
أيار	13	1	3	8
تشرين الاول	20	2	6	4
تشرين الثاني	26	1	4	7
كانون الاول	16	0	6	6
المعدل	21.6	0.6	4.6	6.8
محطة B (2020 - 2009)				
كانون الثاني	41	0	5	7
شباط	30	0	3	9
آذار	12	0	6	6
نيسان	15	1	4	7
أيار	12	0	3	9
تشرين الاول	18	3	6	3
تشرين الثاني	27	1	4	7
كانون الاول	18	0	7	5
المعدل	21.6	0.6	4.8	6.6
محطة C (2020 - 2009)				
كانون الثاني	42	0	6	6
شباط	25	0	3	9
آذار	11	0	5	7
نيسان	16	1	3	8
أيار	12	0	3	9
تشرين الاول	19	2	6	4
تشرين الثاني	24	2	4	6
كانون الاول	16	0	6	6
المعدل	20.6	0.6	4.5	6.9

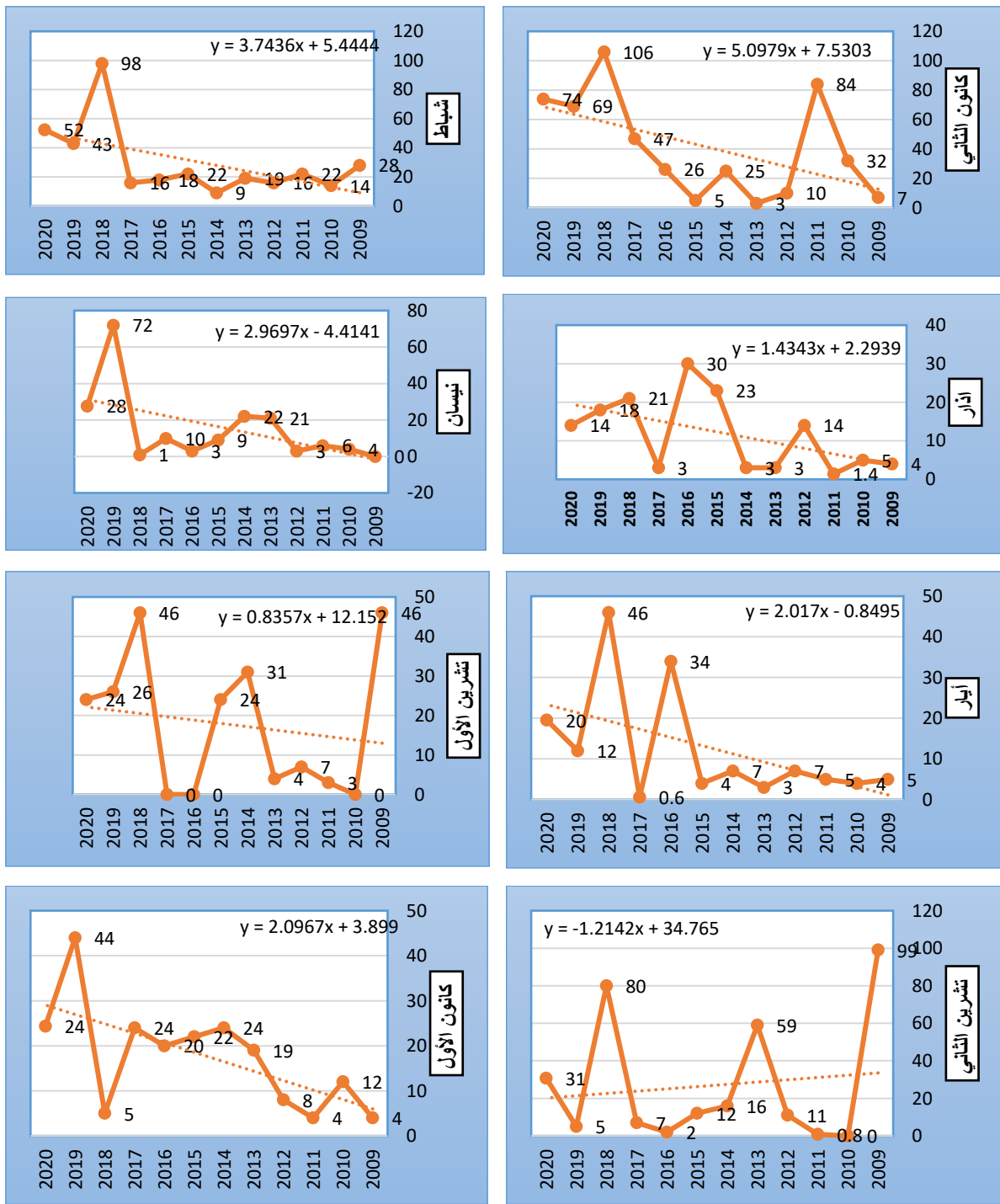
المصدر: بالاعتماد على ملحق (1).

شكل (1) الاتجاه العام لمجاميع كمية الامطار الشهرية (ملم) لمحطة (A) للمدة (2009 - 2020)



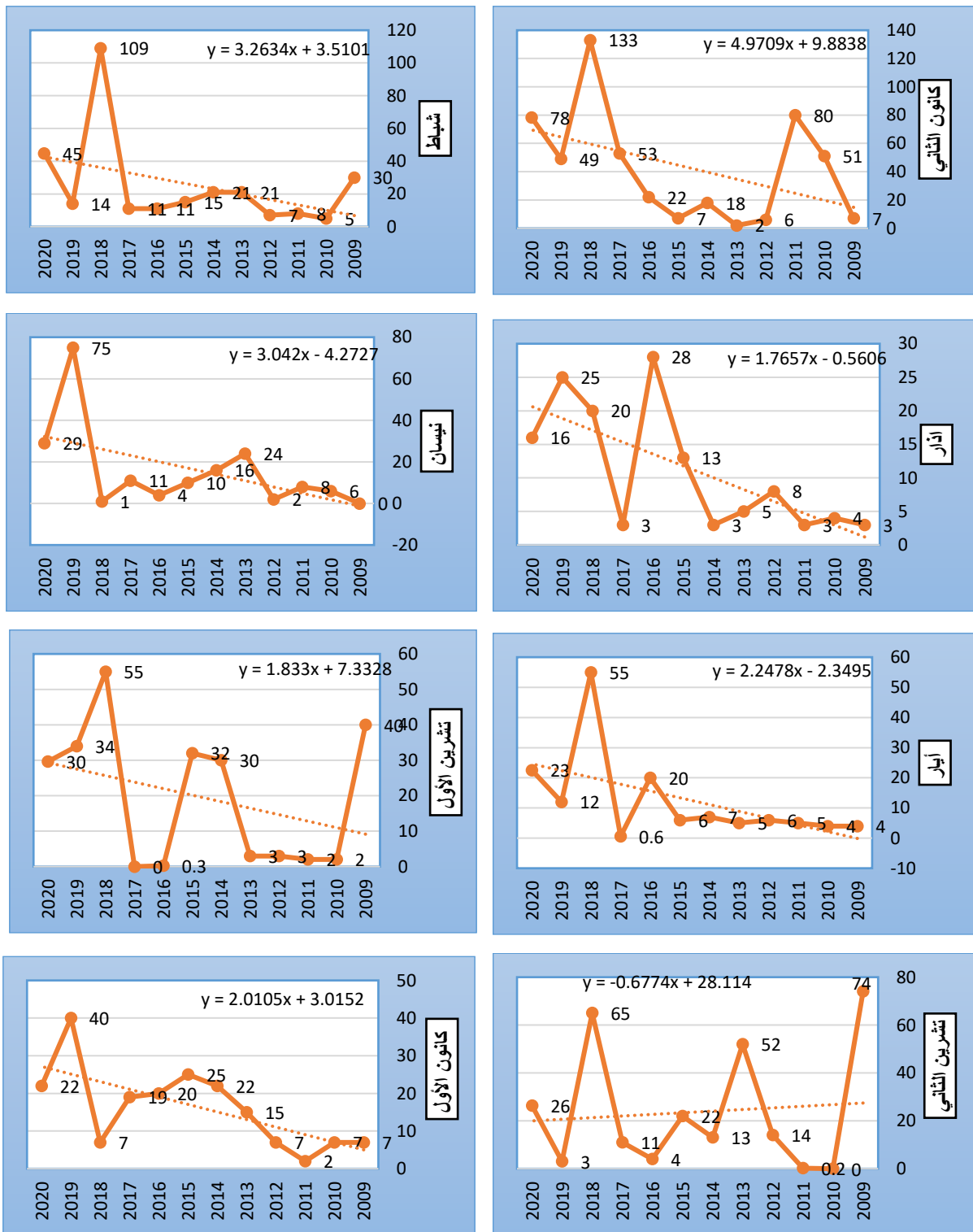
المصدر: بالاعتماد على ملحق (1).

شكل (2) الاتجاه العام لمجاميع كمية الامطار الشهرية (ملم) لمحطة (B) للمدة (2009 - 2020)



المصدر: بالاعتماد على ملحق (1).

شكل (3) الاتجاه العام لمجاميع كمية الامطار الشهرية (ملم) لمحطة (C) للمدة (2009 - 2020)



المصدر: بالاعتماد على ملحق (1).

### تحليل التغيرات الكمية والنوعية لآبار المياه الجوفية:

**1- تغذية المياه الجوفية وعلاقتها بالأمطار:** تعد المياه الجوفية من أهم المصادر المائية التي لها دور في تغذية الأراضي الزراعية في منطقة الدراسة، إذ يزداد استعمالها يوماً بعد آخر نتيجة قلة كميات الأمطار، لازدياد الحاجة لها في توفير مياه الري للأراضي الزراعية، وإن تأثير الأمطار على المياه الجوفية من خلال انخفاض مناسيب المياه نتيجة نقصان تغذيتها بفعل الأمطار والتالي قلة الأمطار في المنطقة تؤدي إلى زيادة حفر الآبار وبالتالي انعكس على نقصان المتغيرات الكمية ونوعية المياه الرديئة الموجودة في الآبار لغرض استثمارها للزراعة، أما مصادر تغذيتها تكون عن طريق نهر الفرات وتفرعاته وكمية الأمطار ذات التساقط القليل والتي تساهم في حدوث الجفاف في الطبقة السطحية للتربة وانعكاسها على تناقص مناسيب المياه الجوفية. ونلاحظ مما سبق أن فصلي الشتاء والربيع سجلا أعلى مجموع لكميات الأمطار الساقطة في المنطقة والتي لها دوراً كبيراً في زيادة مناسيب المياه الجوفية من خلال تسربها إلى باطن الأرض مما ساعد على زيادة إنتاجية الآبار من المياه، لأجل توضيح ذلك تم اختبار متغيرات كمية ونوعية للمياه الجوفية وسيتم تحليلها لمعرفة خصائصها بالتفصيل كما موضح في جدول (8) و(9) والخريطة (3) و(4).

### 2- المتغيرات الكمية في منطقة الدراسة:

**أ- أعماق الآبار:** يوجد تباين في أعماقها نتيجة الترسبات التي ترجع إلى العصر البلايستوسين، إذ بلغ أعلى عمقاً للآبار (2، 10، 13) بمعدل (9 م) وادنى عمقاً في الآبار (1، 6، 7، 12، 14، 15، 16) بمعدل (6 م)، ومن خلال النمذجة المكانية لأعماق الآبار سجلت المرتبة الأولى (7.01- 8) بمساحة (2825 كم<sup>2</sup>) وشكلت نسبة (73.3%) أما المرتبة الثانية (6-7) بمساحة (996 كم<sup>2</sup>) ونسبة (25.9%) أما الفئة الأخيرة بلغت مساحتها (30 كم<sup>2</sup>) ونسبة (0.8%).

**ب- المناسيب المتحركة:** هي المناسيب التي تكون فيها المياه جارية في البئر فقد بلغت أعلى نسبة للمنسوب المتحرك في بئر (10) بمعدل (4 م) وادنى منسوب في الآبار (2.6، 12) بمعدل (2 م)، وتباينها المكاني فاحتل الفئة الأولى (1.68 - 2.33) وتبلغ مساحتها (3775 كم<sup>2</sup>) بنسبة (98%)، أما الفئة الثانية (1.01- 1.67) تشغل مساحة (59 كم<sup>2</sup>) ونسبة (1.5%)، بينما تشغل الفئة الأخيرة (18 كم<sup>2</sup>) ونسبة (0.5%)، تبين من ذلك أن انخفاض المنسوب المتحرك يرجع إلى زيادة سحب كميات كبيرة من الآبار لتعويض النقص الحاصل من المياه في المنطقة بسبب قلة الأمطار.

**ج- المناسيب الثابتة:** هي التي تستقر فيه مياه الآبار قبل البدء بالسحب، إذ سجل أعلى قيمة لمنسوب الثابت في بئر (3) بمعدل (2 م)، وبلغ أقل منسوب في بئر (13) بمعدل (1م)، أما التباين المكاني الحاصل فيها إذ سجلت الفئة الأولى (2.51 - 3.25) وتبلغ مساحتها (2498 كم<sup>2</sup>) ونسبة (64.8%)، بينما الفئة الثانية (1.76، 2.5) بمساحة (1343 كم<sup>2</sup>) ونسبة (34.9%)، أما الفئة الأخيرة تشغل مساحة (11 كم<sup>2</sup>) ونسبة (0.3%) من مساحة المنطقة، تبين أن انخفاض مناسيبها وتغذيتها يرجع حسب كمية الأمطار.

**د- الإنتاجية:** هي إنتاج الآبار من حجم المياه في وحدة الزمن التي تسحب من البئر، إذ سجلت أعلى إنتاجية في الآبار (1، 2، 3، 4، 5، 6) بمعدل (2.1 لتر/ثا) وادناها في بئر (15) بمعدل (0.5 لتر/ثا)، أما التغير الحاصل في النمذجة المكانية فبلغت أعلى فئة (1.61- 2.15) التي تشغل مساحة (2447 كم<sup>2</sup>) ونسبة (63.5%) بينما الفئتين الأخرى بلغت مساحتهما (1366، 39 كم<sup>2</sup>) ونسبة (35.5، 1.0%).

### المتغيرات النوعية في منطقة الدراسة:

**1- الأس الهيدروجيني (PH):** يتأثر بدرجة الحرارة وكميات الكالسيوم وفعاليات التركيب الضوئي التي تؤدي إلى تقليل نسبة CO<sub>2</sub> في المياه وبالتالي زيادة قيمة (PH)، ويعتبر المحلول حامضياً بواقع (0-7) وقاعدياً (7-14) واعتيادياً (7) والمسموحة به يتراوح (6.5 - 8.5) (عابد و واخرون، 2005، صفحة 205)، إذ سجلت أعلى قيمة في بئر (16) بمعدل

(7.91) وادنى معدل في بئر (14) بواقع (7.17)، بينما تم تقسيم بياناتها الى فئات (مكانية) واحتلت المرتبة الأولى الفئة (7.39 – 7.49) في الجزء الشمالي الشرقي والغربي التي تشغل نسبة (61.3 %)، اما الفئة الثانية والمتمثلة في الجزء الجنوب الغربي والشرقي فتشغل نسبة (35.6%) بينما كانت الفئة الأخيرة بنسبة (3.1%) في الجزء الغربي من المنطقة.

**2- التوصيلية الكهربائية (EC):** قابلية المحلول المائي على حمل التيار الكهربائي وتعتمد على درجة الحرارة الماء أي بزيادة درجة واحدة تؤدي الى زيادة بنسبة 2%، وهي مقياس مباشر للملوحة، اذ سجلت اعلى قيمة في بئر (12) بمعدل (7060) واقل نسبة في بئر (16) بواقع (1455)، تم تمثيل بياناتها وفق الفئات المكانية والتي احتلت المرتبة الأولى (3001- 5000) المتمثلة في اجزاء متفرقة من المنطقة وبلغت نسبتها (95.6%) ، اما الفئة الثانية التي تقع في الجزء الوسطي والجنوب الغربي وتشغل مساحة (3.9%) ، بينما الفئة الأخيرة التي تشغل نسبة (0.5%) في الجزء الغربي من المنطقة.

**3- ايون الكالسيوم (ca):** اذ بلغ اعلى تركيز في بئر (14) وبلغ (458) وادنى تركيز في بئر (7) بمعدل (37) ، تم تمثيل بياناتها على شكل فئات واحتلت الفئة الأكثر مساحة في المنطقة (176- 312) والتي تمثل مناطق متفرقة في المنطقة اذ بلغت مساحتها (2692 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (69.9%)، اما الفئة التي تقع في الجزء الجنوب الشرقي والغربي وتشغل مساحة (1145 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (29.7%) ، بينما الفئة الأخيرة التي تقع في الأجزاء الوسطى والغربية وتشغل نسبة (0.4%).

**4- ايون الكلوريد (CL) :** يعد من العناصر المهمة والموجودة في الطبيعية نتيجة ذوبان الاملاح الصخرية ومياه الامطار والري والاسمدة الكيماوية ، اذ سجلت اعلى نسبة تركيز (693) في بئر (14) واقل نسبة تركيز في بئر (7) بقيمة (160) ، اما مكانياً تشغل الفئة الأولى (351- 500) والتي تتمثل أجزاء متفرقة واسعة من المنطقة بمساحة (3428 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (89%)، اما الفئة (163- 350) وتبلغ مساحتها (383 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (9.9%) واحتلت الاجزاء الوسطى والغربية، بينما الفئة الأخيرة احتلت نسبة (1.1%).

**5- ايونات البوتاسيوم (K):** نتيجة تركيزها في المياه الجوفية يرجع الى زيادة استخدام الأسمدة الكيماوية التي تؤدي الى ترشيح الأسمدة الى باطن الأرض. اذ سجلت اعلى قيمة في بئر (6) نحو (678) واقل نسبة سجلت (2) في بئر (13)، تم تصنيف بياناتها الى فئات مكانية وبلغت الفئة الأولى (7.01- 100) في اجزاء متفرقة من المنطقة لاسيما الشمالية والجنوبية الغربية وتشغل مساحة (2729 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (70.8%) اما الفئة الأقل منها (101- 666) وتبلغ مساحتها (1112 كم<sup>2</sup>) في الجزء الجنوبي الشرقي وبنسبة (28.9%)، ما الفئة الأخيرة بلغت نسبتها (0.3%).

**6- ايونات الصوديوم (Na):** يتميز بانه من العناصر ذات اذابة بشكل حر (طبيعي)، وكمية الامطار لها دور فعال في تركيزه واذابته من الجو ومن ثم يترشح الى داخل سطح الأرض، تراوحت نسبته (58-609) وسجلت اعلاها في بئر (14) بقيمة (609) وادنى قيمة (58) في بئر (12)، وقسمت بياناتها الى فئات اذ احتلت المرتبة الأولى (151- 300) وبلغ مساحتها (3197 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (83%) وتوجد في أجزاء متفرقة من المنطقة ، اما الفئة (301- 598) وتشغل مساحة (639 كم<sup>2</sup>) احتلت نسبة (16.6%) وتقع في الأجزاء الوسطى والغربية، بينما الفئة الأخيرة تشغل نسبة (0.4%).

**7- ايونات المغنسيوم (mg):** ينتج هذا العنصر من تحلل وذوبان الصخور الرسوبية ، اذ سجل اعلى نسبة (568) في بئر (6) وادنى نسبة سجلت (2) في بئر (7)، وقسمت بياناتها الى فئات اذ احتلت المرتبة الأولى (22.7- 150) وبلغ مساحتها (2995 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (77.8%) وتوجد في أجزاء متفرقة من المنطقة ، اما الفئة (151- 250) وتشغل مساحة (851 كم<sup>2</sup>) احتلت نسبة (22.1%) وتقع في الأجزاء الوسطى والغربية، بينما الفئة الأخيرة تشغل نسبة (0.2%).

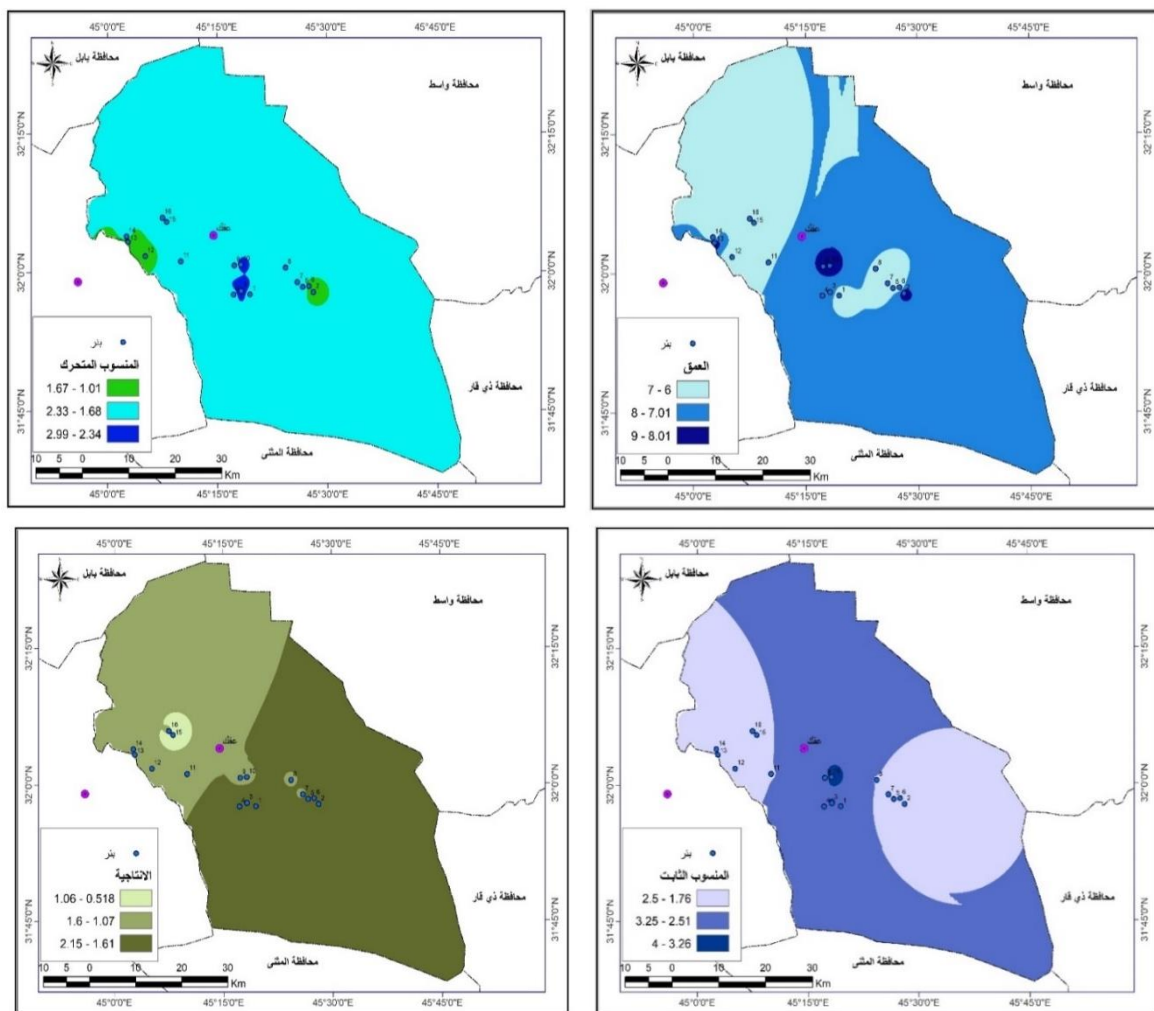
**8- ايون الكبريتات (so<sub>4</sub>):** تتراوح نسبة تركيز هذا العنصر في آبار منطقة الدراسة (212-1511) وإذ سجلت اعلى نسبة تركيز (1511) في بئر (14) واقل نسبة في بئر (5) بقيمة (212) ، ثم قسمت بياناتها الى فئات مكانية اذ بلغت مساحة

الفئة الأولى (3546 كم<sup>2</sup>) ونسبة (92.1%) وتوجد في مناطق متفرقة من المنطقة والفئة الثانية تشغل مساحة (177 كم<sup>2</sup>) ونسبة (4.65)، بينما احتلت الفئة الأخيرة نسبة (3.3%) وتوجد في الأجزاء الوسطى والغربية من منطقة الدراسة.

9- المواد الصلبة الكلية الذاتية (T.D.S): توجد فروق بين قيم ملوحة آبار منطقة الدراسة، إذ تراوحت (1102 - 4949) وسجلت أعلى نسبة في بئر (14) بقيمة (4949) وأقل نسبة سجلت (1102) في بئر (12)، تم تقسيم بياناتها إلى فئات مكانية إذ بلغت مساحة الفئة الأولى (3674 كم<sup>2</sup>) ونسبة (95.4%)، أما الفئة الثانية بلغت مساحتها (169 كم<sup>2</sup>) وشغلت نسبة (4.4%)، بينما الفئة الأخيرة احتلت نسبة (0.2%)، نتيجة ارتفاع نسبتها إلى العوامل المناخية لاسيما التغير في كمية الأمطار في المنطقة.

10- أيون البيكربونات HCO<sub>3</sub>: يكون مصدرها مياه الأمطار المحملة (CO<sub>2</sub>)، وتتراوح نسب تركيزها (60 - 617) إذ سجلت أعلى نسبة تركيز في بئر (14) بقيمة (617) وأقل نسبة سجلت (60) في بئر (16)، إذ بلغ أعلى مساحة في الفئة الأولى (3643 كم<sup>2</sup>) ونسبة (94.9%)، أما الفئة الثانية شغلت نسبة (4.4%)، بينما الأخيرة بلغت نسبتها (1.0%).

### خريطة (3) النمذجة المكانية للخصائص الكمية (العمق - المنسوب المتحرك - الثابت - الانتاجية)



المصدر: بالاعتماد على جدول (8) وباستخدام برنامج Arc Gis 10.3.

جدول (8) الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة

الإنتاجية	المناسيب المتحركة	المناسيب الثابتة	العمق	البيكاربونات - $\text{HCO}_3$ ملغم/لتر	المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS ملغم/لتر	ايون الكبريتات $\text{SO}_4$ ملغم/لتر	ايون المغنسيوم $\text{Mg}^{++}$ ملغم/لتر	ايونات الصوديوم $\text{Na}^+$ ملغم/لتر	ايونات البوتاسيوم $\text{K}^+$ ملغم/لتر	ايون الكلوريد $\text{Cl}^-$ ملغم/لتر	ايون الكالسيوم $\text{Ca}^{++}$ ملغم/لتر	التوصيلية الكهربائية ملليموز/سم EC	الأسس الهيدروجيني PH	الاحداثيات		رقم البئر
2.1	2.5	2	6	210	2730	570	90	235	7	388	160	3520	7.18	31.961	45.324	1
2.1	2	1.5	9	445	3750	675	86	315	4	325	185	4700	7.30	31.964	45.469	2
2.1	3.5	3	8	269	2850	1063	167	254	7	426	260	3840	7.70	31.967	45.304	3
2.1	2.5	2	7	210	2730	570	90	235	7	388	160	3350	7.18	31.967	45.303	4
2.1	2.5	2	7	70	1390	212	32	184	7	310	72	1952	7.60	31.974	45.445	5
2.1	2	1.5	6	481	4500	1400	568	93	678	331	160	6240	7.20	31.975	45.459	6
1.4	2.5	1.75	6	195	1435	308	20	247	7	160	37	2200	7.19	31.983	45.432	7
1.5	2.5	2	7	480	3600	1181	142	513	95	681	412	4140	7.41	32.009	45.406	8
1.5	2.5	2	8	225	2450	851	100	341	4	422	225	3480	7.22	32.011	45.292	9
1.5	4	2.5	9	353	2294	682	100	393	3	470	154	2940	7.60	32.015	45.300	10
1.5	2.5	2	7	470	3400	1175	130	520	80	603	280	4240	7.19	32.021	45.167	11
1.5	2	1.5	6	112	1102	445	95	58	5	173	81	1521	7.18	32.030	45.086	12
1.5	1.75	1	9	141	1593	581	50	220	2	176	96	4250	7.41	32.056	45.047	13
1.5	2.5	2	6	617	4949	1511	176	609	48	693	458	7060	7.17	32.058	45.046	14
0.5	2.5	2	6	68	1803	545	84	130	10	242	125	2600	7.44	32.092	45.135	15
1.2	2.5	2	6	60	1290	554	88	138	10	248	129	1455	7.91	32.098	45.128	16
1.6	3	2	7	275	2617	770	126	280	61	377	187	3593	7.37	المعدل		
2.1	4	3	9	617	4949	1511	568	609	678	693	458	7060	7.91	اعلى قيمة		
0.5	2	1	6	60	1102	212	20	58	2	160	37	1455	7.17	ادنى قيمة		

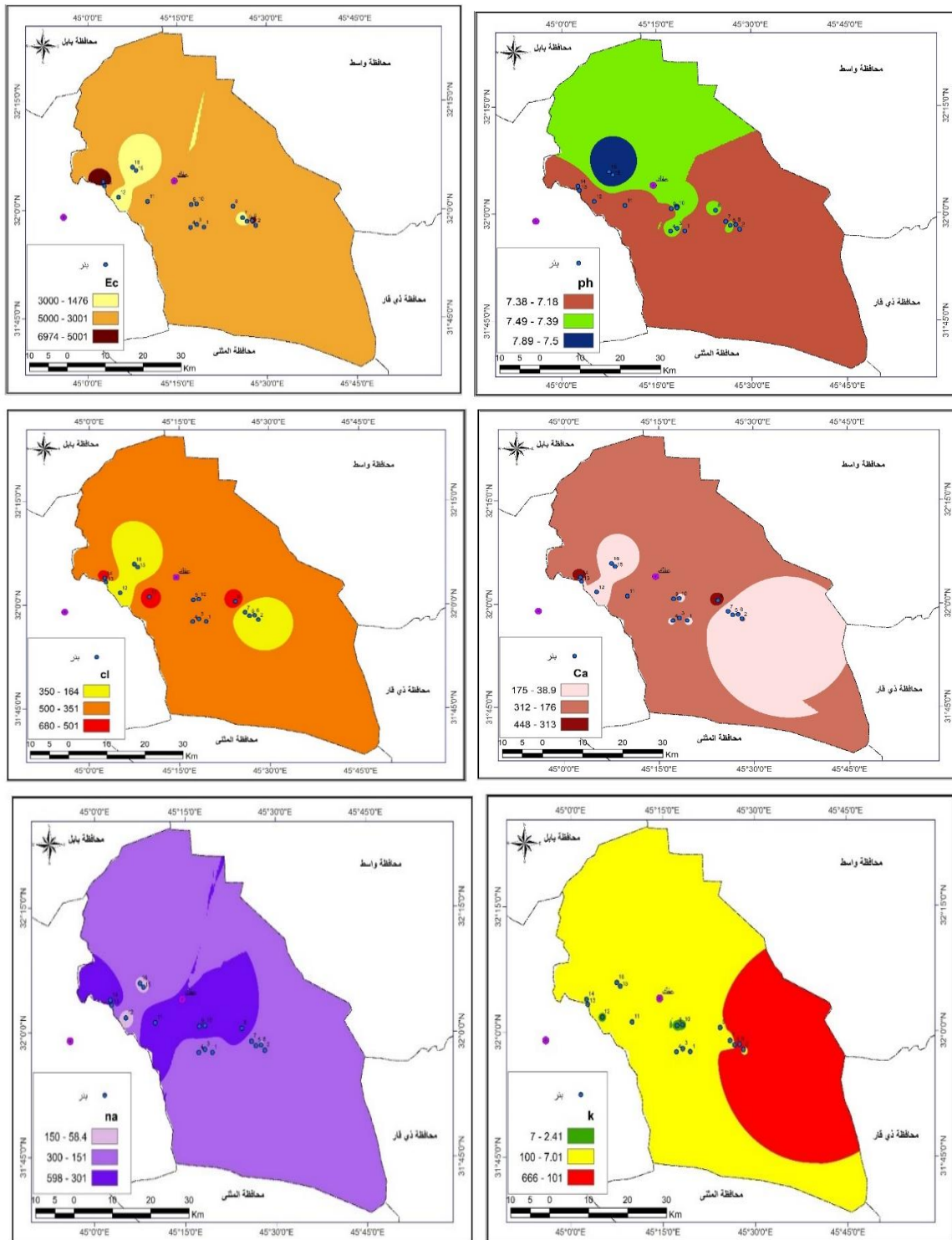
المصدر: بالاعتماد على : وزارة الموارد المائية, الهيئة العامة للمياه الجوفية , بيانات غير منشوره , 2020

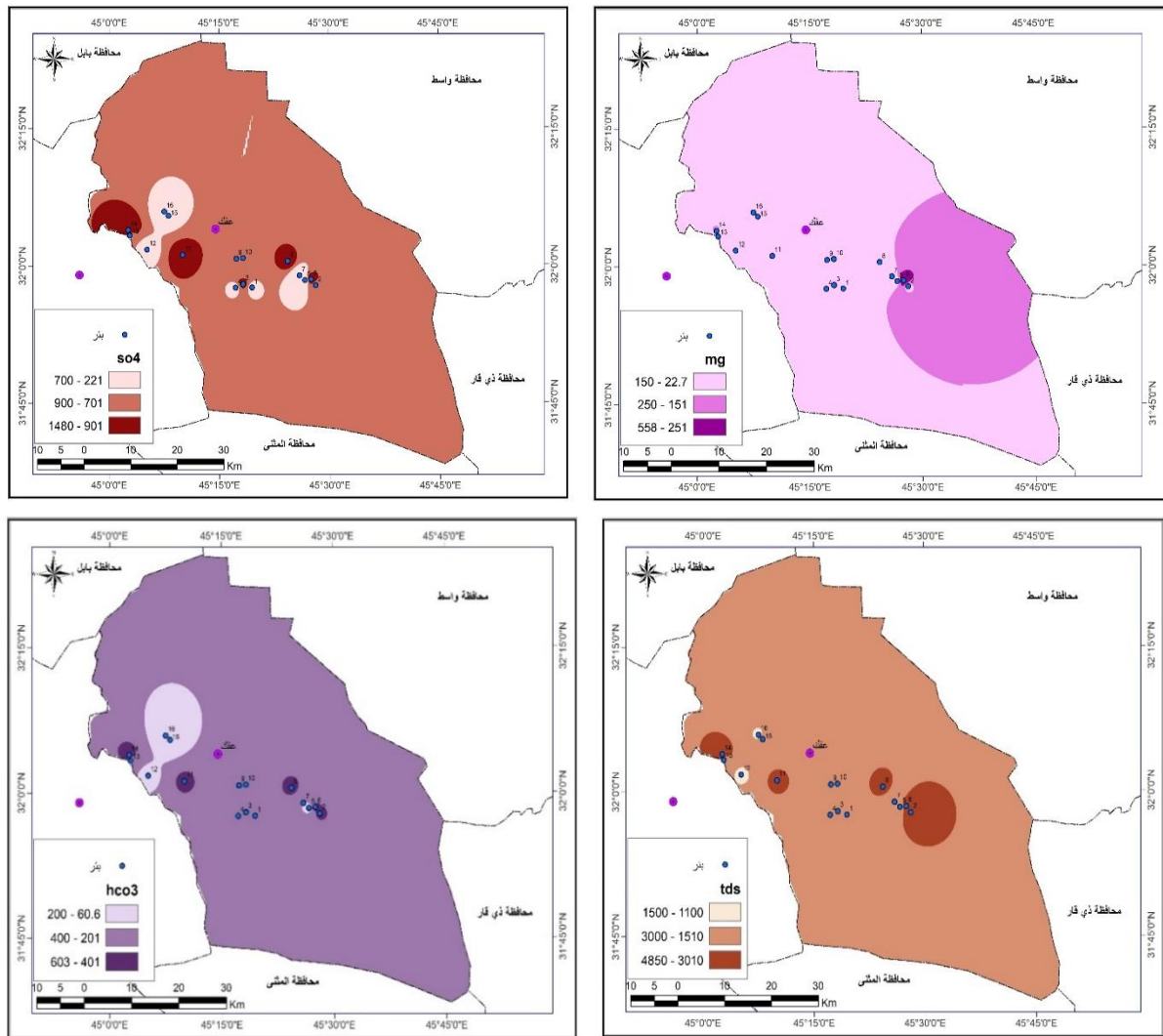
## جدول(9) النمذجة المكانية لمتغيرات آبار المياه الجوفية في منطقة الدراسة

التوصيلية الكهربائية EC ملليموز/سم					الأسس الهيدروجيني PH				
%	عددها	%	المساحة/ كم <sup>2</sup>	الفئات	%	عددها	%	المساحة/ كم <sup>2</sup>	الفئات
31.2	5	3.9	151	3000 - 1476	50	8	35.6	1371	7.38 - 7.18
50	8	95.6	3681	5000 - 3001	37.5	6	61.3	2362	7.49 - 7.39
18.8	3	0.5	20	6974 - 5001	12.5	2	3.1	119	7.89 - 7.5
100	16	100.0	3852	المجموع	100	16	100	3852	المجموع
ايون الكلوريد CL <sup>-</sup> ملغم/لتر					ايون الكالسيوم Ca <sup>++</sup> ملغم/لتر				
43.7	7	9.9	383	350 - 164	62.5	10	29.7	1145	175 - 38.9
37.5	6	89.0	3428	500 - 351	25	4	69.9	2692	312 - 176
18.8	3	1.1	41	680 - 501	12.5	2	0.4	15	448 - 313
100	16	100	3852	المجموع	100	16	100.0	3852	المجموع
ايونات الصوديوم Na <sup>+</sup> ملغم/لتر					ايونات البوتاسيوم K <sup>+</sup> ملغم/لتر				
18.8	3	0.4	16	150 - 58.4	12.5	2	0.3	11	7 - 2.41
43.7	7	83.0	3197	300 - 151	62.5	10	70.8	2729	100- 7.01
37.5	6	16.6	639	598 - 301	25	4	28.9	1112	666 - 101
100	16	100	3852	المجموع	100	16	100	3852	المجموع
ايون الكبريتات SO <sub>4</sub> ملغم/لتر					ايون المغنسيوم mg <sup>++</sup> ملغم/لتر				
43.8	7	4.6	177	700 - 221	81	13	77.8	2995	150 - 22.7
25	4	92.1	3546	900 - 701	12.5	2	22.1	851	250 - 151
31.2	5	3.3	129	1480 - 901	6.5	1	0.2	6	558 - 251
100	16	100	3852	المجموع	100	16	100	3852	المجموع
البيرونات HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ملغم/لتر					المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS ملغم/لتر				
25	4	4.4	169	200 - 60.6	12.5	2	0.2	9	1500 - 1100
50	8	94.6	3643	400 - 201	56.3	9	95.4	3674	3000 - 1510
25	4	1.0	40	603 - 401	31.2	5	4.4	169	4850 - 3010
100	16	100.0	3852	المجموع	100	16	100.0	3852	المجموع
المناسيب المتحركة					العمق				
25	4	1.5	59	1.67 - 1.01	56.3	9	25.9	997	7--6
56.2	9	98.0	3775	2.33 - 1.68	25	4	73.3	2825	8 - 7.01
18.8	3	0.5	18	2.99 - 2.34	18.7	3	0.8	30	9 - 8.01
100	16	100.0	3852	المجموع	100	16	100.0	3852	المجموع
الإنتاجية					المناسيب الثابتة				
12.5	2	1.0	39	1.06 - 0.518	62.5	10	34.9	1343	2.5 - 1.76
43.7	7	35.5	1366	1.6 - 1.07	25	4	64.8	2498	3.25 - 2.51
43.8	7	63.5	2447	2.15 - 1.61	12.5	2	0.3	11	4 - 3.26
100	16	100.0	3852	المجموع	100	16	100.0	3852	المجموع

المصدر: بالاعتماد على جدول (8) وخريطة (3) و(4).

خريطة (4) النمذجة المكانية للخصائص النوعية للمياه الجوفية في منطقة الدراسة





المصدر: بالاعتماد على جدول (8) وباستخدام برنامج Arc Gis 10.3 .

#### تقييم صلاحية المياه الجوفية وإمكانية استثمارها :

تعد المنطقة من المناطق الزراعية ولكن تذبذب الإنتاج الزراعي فيها نتيجة تغير في كمية الامطار وانخفاض منسوب المياه في نهر الفرات مما أدى الى الاعتماد على المياه الجوفية لأغراض الزراعة , تم تقييم صلاحية استعمال المياه الجوفية وإمكانية استثمارها للزراعة بالاعتماد على نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) والنسبة المئوية للصوديوم (%Na) وخطورة المغنسيوم (%MH) ومؤشر النفاذية (PI) ومخطط ريتشارد, سنطرق لكل المؤشرات لمعرفة صلاحيتها للأغراض الزراعية كما موضح في جدول (10) و(11) كما يأتي:

**1- نسبة امتزاز الصوديوم (SAR) (\*):** من خلالها يتم معرفة نوعية المياه ومدى صلاحيتها لأغراض الزراعة , وتشمل التغيرات الحاصلة في محلول التربة نتيجة ترسيب الكالسيوم والمغنيسيوم على شكل كربونات من مياه الري او كربونات الكالسيوم والمغنسيوم من التربة (D.K, wiely, & and sons, 1980, p. 336). اذ سجل اعلى قيمة للمؤشر في بئر (14)

(\* ) تم احتساب (SAR) وفق المعادلة الاتية:  $ASR = \frac{Na}{\sqrt{Ca+Mg}}$  وتصنيفها وفق المعيار اقل من (10) صالحة لجميع المحاصيل , (10-18) ملائمة الري لحبوب بصورة خاصة , (18-26) ضارة لمحاصيل الحساسة , اكثر من (26) ضارة لجميع المحاصيل. بالاعتماد على مصدر (2).

بمعدل (51.2)، وبلغ ادناها في بئر (12) بمعدل (3)، فضلاً عن نوعية المياه الجوفية وفق هذا المؤشر فإن الآبار المثالية شغلت نسبة (62.5%) بينما غير مثالية شغلت نسبة (37.5%).

2- النسبة المئوية للصوديوم (Na%) (\*): تعد من المؤشرات المهمة في تقويم نوعية المياه الجوفية المستخدمة لأغراض الزراعة (D.k., wiely, & and sons, 1980, p. 339). إذ سجل أعلى قيمة للمؤشر في بئر (7) بمعدل (81.7)، وبلغ ادناها في بئر (12) بمعدل (26.2)، وتقييم المياه وفق هذا المؤشر للآبار المثالية بلغت (93.6%) أما غير مثالية (6.3%).

3- خطورة المغنسيوم (MH) (\*): تستخدم لمعرفة صلاحية المياه الجوفية لأغراض الري (Al-obaidy, Jawad, & and others, 2014). فضلاً عن تركيزها في التربة يكون ذو خطورة على نمو المحاصيل الزراعية، إذ سجل أعلى قيمة للمؤشر في بئر (6) بمعدل (78)، بلغ ادناها في بئر (8) بمعدل (26)، تبين أن نوعية مياه الآبار المثالية ضمن هذا المؤشر لري المحاصيل الزراعية شغلت نسبة (87.5%) أما غير مثالية (12.5%).

4- مؤشر النفاذية (PI) (\*): يعد إحدى المؤشرات التي يستخدم لتقييم مدى ملائمة المياه الجوفية للأغراض الزراعية (L.D, 1964)، إذ سجل أعلى قيمة للمؤشر في بئر (7) بمعدل (87)، بلغ ادناها في بئر (6) بمعدل (14)، تم تقييم صلاحيتها إذ بلغت المثالية نسبة (93.7%)، أما غير مثالية بلغت (6.3%).

5- تصنيف ريتشارد: يكون له دور مهم في تقييم نوعية المياه الجوفية وملائمتها لأغراض الزراعة، ويعتمد على نسبة (SAR) نسبة امتزاز الصوديوم، والتوصيلية الكهربائية EC، وتم تقييم صلاحية الآبار وفق هذا التصنيف فبلغت المثالية لري المحاصيل نسبتها (62.5%)، أما غير مثالية بلغت (37.5%).

جدول (10) تقييم صلاحية المياه الجوفية وفق المؤشرات (Na%-SAR-MH-PI - تصنيف ريتشارد) للآبار

رقم البئر	SAR	Na%	% MH	PI	تصنيف ريتشارد
1	21	49.2	36	51	يمكن استعماله
2	30.6	54.1	32	69	ردئ
3	17.4	37.9	39	35	مسموح به
4	21	49.2	36	51	يمكن استعماله
5	25.5	64.7	31	67	يمكن استعماله
6	4.9	51.4	78	14	ردئ
7	46.6	81.7	35	87	يمكن استعماله
8	34	57.3	26	50	ردئ
9	26.9	51.5	31	54	يمكن استعماله
10	34.8	60.9	39	64	ردئ
11	36.4	59.4	32	58	ردئ
12	3	26.2	54	29	جيد
13	25.9	60.3	34	64	يمكن استعماله
14	51.2	55.2	28	51	ردئ
15	12.7	40.1	40	41	مسموح به

(\* ) تم احتساب (Na%) وفق المعادلة الآتية:  $Na\% = \frac{Na+K}{Ca+Mg+Na+K} \times 100$  وتصنيفها وفق المعيار أقل من (20%) ممتازة، (20-40%) جيدة، (40-60%) مسموح به، (60-80%) مشكوك فيه، أكثر من (80%) غير صالح بالاعتماد على مصدر (2).

(\* ) تم احتساب (MH) وفق المعادلة الآتية:  $MH = \frac{mg+2}{ca+2mg+2} \times 100$  وتصنيفها وفق المعيار إذا أقل من (50%) غير ضارة، وإذا أكثر من (50%) ضارة جداً. بالاعتماد على مصدر (1).

(\* ) تم احتساب (PI) وفق المعادلة الآتية:  $PI = \frac{Na+\sqrt{HCO_3}}{Ca+mg+Na} \times 100$  وتصنيفها وفق المعيار إذا أقل من (20%) غير ملائم، (25-75%) ملائم، وأكثر من (75%) مقبول. بالاعتماد على مصدر (4).

مسموح به	41	41	40.5	13.3	16
-	51.6	38.3	52.5	25.3	المعدل
-	87.0	78.0	81.7	51.2	اعلى قيمة
-	14.0	26.0	26.2	3.0	ادنى قيمة

المصدر : بالاعتماد على جدول (8) ومعادلة (ASR , % Na , %MH , PI , تصنيف ريتشارد)

جدول (11) تقييم وإمكانية استثمار الآبار وفق المعايير العالمية للزراعة للمؤشرات (%ASR - %MH - PI - تصنيف ريتشارد) في منطقة الدراسة

العنصر	مثالي	عددها	النسبة المئوية %	غير مثالي	عددها	النسبة المئوية %
SAR	15 , 13 , 12 , 9 , 6 , 5 , 4 , 3 , 1 , 16 ,	10	62.5	8 , 7 , 2 , 14 , 11 , 10	6	37.5
Na%	10 , 9 , 8 , 6 , 5 , 4 , 3 , 2 , 1 , 16 , 15 , 14 , 13 , 12 , 11	15	93.7	7	1	6.3
MH%	10 , 9 , 8 , 7 , 5 , 4 , 3 , 2 , 1 , 16 , 15 , 14 , 13 , 11	14	87.5	12 , 6	2	12.5
PI	10 , 9 , 8 , 7 , 5 , 4 , 3 , 2 , 1 , 16 , 15 , 14 , 13 , 12 , 11	15	93.7	6	1	6.3
تصنيف ريتشارد	13 , 12 , 9 , 7 , 5 , 4 , 3 , 1 , 16 , 15 , 14	10	62.5	10 , 8 , 6 , 2 , 14 , 11 ,	6	37.5

المصدر : بالاعتماد على جدول (10)

تصنيف الملائمة المكانية للمياه الجوفية وعلاقتها بالموسم المطري: نتائج دمج نمذجة خصائص المياه الجوفية التي تم تصنيفها الى مستويات حسب ملائمتها واستثمارها للزراعة كما في جدول (12) وخريطة (5) على النحو الآتي:

- 1- ملائم : يتميز هذه الصنف من خصائص المياه الجوفية الملائمة للاستثمار الزراعي ضمن مواصفات مسموح بها زراعياً، ويبلغ مدادها المساحي (306 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (7.9%) من مساحة المنطقة.
- 2- متوسط الملائمة: يمثل تباين مكاني واسع في المنطقة لاسيما في الأجزاء الوسطى والجنوبي الشرقي والشمال الغربي، ويشغل مساحة بمقدار (3434 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (89.1%) من مساحة المنطقة، وتكون فيها خصائص المياه في حدها الأدنى ملائمة للزراعة بعد ان تم أدارتها واستخدامها بشكل امثل، فضلاً عن ممارسة الزراعة الديمية فيها خلال الموسم المطري.
- 3- ضعيف الملائمة : تتمثل في الأجزاء الوسطى والغربية وتشغل مساحة بمقدار (112 كم<sup>2</sup>) وبنسبة (2.9%)، وتكون الملائمة الزراعية ضعيفة نتيجة بعد المياه عن سطح الأرض.

العلاقات الارتباطية بين الملائمة المكانية للمياه الجوفية والموسم المطري: يتبين من خلال الجدول (13) ان العلاقة طردية بين الملائمة والموسم المطري خلال فصل الشتاء (قوية) بمقدار (0.78)، أي كلما ازدادت كمية الأمطار في فصل الشتاء تؤدي الى زيادة الطاقة الإنتاجية للآبار وبالتالي يقل استخدام المياه الجوفية لأغراض الزراعة، بينما العلاقة عكسية (ضعيفة) مع فصلي الربيع والخريف بمقدار (- 0.45 ، 0.14) أي كلما تقل كمية الأمطار خلال الفصلين تؤدي الى زيادة الاعتماد على مياه الآبار لسقي الأراضي الزراعية.

جدول (12) الملائمة المكانية للمياه الجوفية وامكانية استثمارها في الزراعة

النسبة المئوية %	المساحة / كم <sup>2</sup>	الصف
7.9	306	ملائمة
89.1	3434	متوسطة الملائمة
2.9	112	ضعيف الملائمة
100.0	3852	المجموع

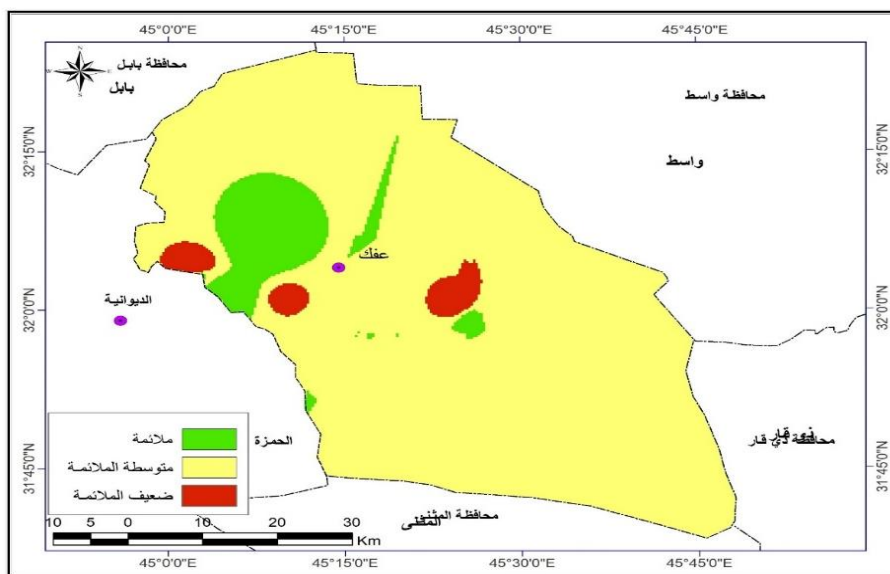
المصدر: بالاعتماد على خريطة (5)

جدول (13) العلاقة بين نموذج الملائمة المكانية للمياه الجوفية والموسم المطري في منطقة الدراسة

المتغيرات	قيمة الارتباط	وصف العلاقة	قوة العلاقة
الملائمة المكانية للمياه الجوفية/ فصل الشتاء	0.78	طرديّة	قوية
الملائمة المكانية للمياه الجوفية/ فصل الربيع	-0.45	عكسية	ضعيفة
الملائمة المكانية للمياه الجوفية/ فصل الخريف	-0.14	عكسية	ضعيفة جداً

المصدر: بالاعتماد على جدول (2) و(12) ومخرجات برنامج spss .

خريطة (5) الملائمة المكانية لخصائص المياه الجوفية واستثمارها للزراعة في منطقة الدراسة



المصدر: بالاعتماد على خريطة (2) (3) و(4) وباستخدام برنامج Arc Gis 10.3 .

### الاستنتاجات:

1- تبين أن مصادر تغذية المياه الجوفية في المنطقة تعتمد على كمية الأمطار, توجد علاقة متبادلة بين كمية الأمطار وارتفاع مناسيب المياه الجوفية, ان كمية الامطار متباينة مكانياً اذ بلغ معدل التغير النسبي السنوي لمحطات الدراسة بمقدار (62 , 58 , 66%), اما زمانياً تبين ان الأشهر الجافة والرطوبة خلال المدة المدروسة وبلغ المتوسط المطري لمحطات الدراسة بمقدار (21.6 , 21.6 , 20.6 ملم) , بينما بلغت المعدلات الأقل من المعدل العام (الجافة) بواقع (6.8 , 6.6 , 6.9 مرة) مما يؤدي الى زيادة استعمال وارتفاع معدلات الضخ تنعكس مؤثراتها سلباً على المياه الجوفية مما يؤدي إلى انخفاض مناسيب المياه في خزاناتها الجوفية , فضلاً عن المعدلات الأكثر من المعدل (الرطوبة) بحدود

0.5 , 2.1) , 4.6 , 4.8 , 4.5 مرة) تعمل على زيادة التغذية المائية مما أدى الى تباين في انتاجية الآبار والبالغة (2.1 , 0.5 لتر/ ثا) .

2- بينت الدراسة ان التغيرات الكمية متباينة لاسيما المناسيب الثابتة تتراوح بين (1- 3) بينما المناسيب المتحركة تتراوح بين (2- 4) اما أعماق الآبار المياه الجوفية ما بين (6- 9 م).

3- اتضح من المؤشرات المعتمدة في تقييم صلاحية المياه الجوفية لري المحاصيل الزراعية في المنطقة, ان المؤشرات (Na - PI - SAR) % بلغت نسبتها (93.6%) تعد مثالية وصالحة للأغراض الزراعية وغير مثالية بلغت (6.3%) , اما (MH) % بلغت النسبة المثالية (87.5 %) وغير مثالية (12.5%), بينما مخطط ريتشارد بلغ (62.5%) هي مثالية للأغراض الزراعية وبلغت نسبة (37.5%) غير مثالية .

4- تم بناء نموذج خرائطي لاستثمار المياه الجوفية للأغراض الزراعية بواسطة التقنيات الحديثة اذ قسمت المنطقة الى فئات تمثل الملائمة المكانية النهائية التي يمكن اعتمادها من قبل الجهات المسؤولة لتحقيق الاستثمار الامثل للمياه الجوفية لأغراض ري الأراضي الزراعية في المنطقة.

#### التوصيات:

1- تطبيق التقانات الحديثة في الزراعة تهدف الى تحقيق اعلى انتاج مع اقل استهلاك من المياه السطحية والجوفية وذلك من خلال تطبيق الأساليب الحديثة من قبل وزارة زراعة.

2- اجراء فحوصات مختبرية مستمرة لآبار المياه الجوفية لمتابعة التغيرات في الخصائص الكيميائية والفيزيائية.

3- إنشاء محطات تحلية مياه الآبار واستعمال الطرق الحديثة في تشغيلها من المضخات المنصوبة على الآبار وتوليد الطاقة الكهربائية من المصادر الطاقة المتجددة (الشمسية والرياح) لضمان صلاحيتها واستثمارها لري الأراضي الزراعية.

## المصادر والمراجع

- 1-Al-obaidey, Jawad, a., & and others . (2014). Assessment of ground water quality for drinking and agricultural uses in nouqadiya district. (u. o. Technology, Ed.) vol.32 .(no.12).
- 2- D.K, T., wiely, J., & and sons. (1980). In *Ground water Hydrology* (Vol. 2nd edition, p. p.336). New york: Toppon printing company.
- 3- D.k., T., wiely, J., & and sons. (1980). *Ground water Hydrology*. New york: Toppon printing company.
- 4- L.D, D. (1964). *Water Quality in Agriculture*. (n. o. California, Ed.)

5- عبد القادر عابد، و واخرون. (2005). اساسيات علم البيئة. عمان: دار وائل.

## ملحق (1) كمية الامطار (مم) لمحطات الدراسة خلال المدة (2009-2020)

محطة A									
السنة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	مجموع
2009	6	29	2	0	5	44	82	7	175
2010	50	6	5	5	4	2	0	7	79
2011	94	14	3	10	7	3	4	1	136
2012	6	9	10	4	6	4	16	6	61
2013	3	20	5	23	3	4	57	14	129
2014	22	10	3	17	7	37	13	23	132
2015	6	18	15	9	6	29	22	24	129
2016	23	10	30	3	26	0	4	19	115
2017	53	23	3	10	0	0	9	21	119
2018	133	103	21	1	53	57	69	6	443
2019	59	23	21	82	12	31	4	44	276
2020	82	50	15	31	22	29	27	24	279
المعدل	45	26	11	16	13	20	26	16	173
محطة B									
السنة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	مجموع
2009	7	28	4	0	5	46	99	4	193
2010	32	14	5	4	4	0	0	12	71
2011	84	22	1	6	5	3	1	4	126
2012	10	16	14	3	7	7	11	8	76
2013	3	19	3	21	3	4	59	19	131
2014	25	9	3	22	7	31	16	24	137
2015	5	22	23	9	4	24	12	22	121
2016	26	18	30	3	34	0	2	20	133
2017	47	16	3	10	1	0	7	24	108
2018	106	98	21	1	46	46	80	5	403
2019	69	43	18	72	12	26	5	44	289
2020	74	52	14	28	20	24	31	24	267
المعدل	41	30	12	15	12	18	27	18	171
محطة C									
السنة	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	مايس	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	مجموع
2009	7	30	3	0	4	40	74	7	165
2010	51	5	4	6	4	2	0	7	79
2011	80	8	3	8	5	2	0.2	2	108
2012	6	7	8	2	6	3	14	7	53
2013	2	21	5	24	5	3	52	15	127

130	22	13	30	7	16	3	21	18	2014
130	25	22	32	6	10	13	15	7	2015
109.3	20	4	0.3	20	4	28	11	22	2016
109	19	11	0	1	11	3	11	53	2017
445	7	65	55	55	1	20	109	133	2018
252	40	3	34	12	75	25	14	49	2019
269	22	26	30	23	29	16	45	78	2020
165	16	24	19	12	16	11	25	42	المعدل

المصدر: بالاعتماد على بيانات كمية الامطار المنشورة على الموقع <http://chrsdata.eng.uci.edu/>