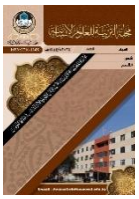


مجلة التربية للعلوم الانسانية

مجلة علمية فصلية محكّمة، تصدر عن كلية التربية للعلوم الإنسانية / جامعة الموصل


# التحليل المكاني للمياه الجوفية في ناحية زمار


مروان علي حسن ناصر [1] أحمد علي حسن [2]

جامعة الموصل / كلية التربية للعلوم الانسانية / قسم الجغرافية / الموصل – العراق [1، 2]



**معلومات الارشفة**

**تاريخ الاستلام :** 2025/6/2

**تاريخ المراجعة :** 2025/7/12

**تاريخ القبول :** 2025/7/17

**تاريخ النشر :** 2026/7/25

**الكلمات المفتاحية :**

التحليل المكاني، المياه الجوفية، ناحية زمار



**معلومات الاتصال**

مروان علي

Marwan.ali@uod.ac



## الملخص

تُعد المياه الجوفية موردًا حيويًا في المناطق الجافة وشبه الجافة، لما لها من دور أساس في تلبية احتياجات السكان الزراعية والحضرية، وقد تناول هذا البحث تحليل الخصائص المكانية للمياه الجوفية في ناحية زمار بالاعتماد على بيانات ميدانية مستخلصة من (33) بئرًا موزعة في أرجاء المنطقة، وتم توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية(GIS) وباستخدام طريقة الوزن العكسي للمسافة (IDW)لتحليل التوزيع المكاني لهذه الخصائص، وأظهرت النتائج بأنَّ للبنية الجيولوجية والطبيعة التضاريسية دوراً في تباين توزيع المياه الجوفية مكانياً في المنطقة، وأنَّ أعماق الآبار تتراوح بين أقل أو يساوي (60 م) إلى أكثر من (165 م)، ومنسوب الماء الثابت يتراوح بين (7 م) فأقل إلى أكثر من (28 م)، والمنسوب المتحرك بين أقل أو يساوي (25 م) إلى أكثر من (100 م)، والهبوط المائي بين (15 م) فأقل إلى أكثر من (60 م)، أمَّا الإنتاجية فقد بلغت أدناها (1 لتر/ ثا) وأعلاها (15 لتراً/ ثا). تعكس هذه النتائج التباينات الهيدروجيولوجية داخل المنطقة، وتؤكد أهمية التحليل المكاني في فهم توزيع المياه الجوفية بما يدعم التخطيط السليم لإدارة واستغلال الموارد المائية


**DOI:** **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Journal of Education for Humanities

A peer-reviewed quarterly scientific journal issued by College of Education for Humanities / University of Mosul

# Spatial Analysis of Groundwater in Zummar District

**Marwan Ali Hassan Nasser** [1] **Ahmed Ali Hasan** [2]
University of Mosul / College of Education for Humanities / Department of Geography / Mosul - Iraq [1,2]

**Article information**

**Received** : 2/6/2025
**Revised** 12/7/2025
**Accepted** : 17/7/2025
**Published** 25/7/2026

**Keywords:**
Spatial Analysis, Groundwater, Zummar District

**Correspondence:**
Marwan Ali
Marwan.ali@uod.ac

## Abstract

Groundwater is a vital resource in arid and semi-arid regions, as it plays a fundamental role in meeting the agricultural and urban needs of the population. This research dealt with analyzed the spatial characteristics of groundwater in Zummar district, relying on field data extracted from (33) wells distributed throughout the region. Geographic Information Systems (GIS) techniques were employed, using the Inverse Distance Weight (IDW) method, to analyze the spatial distribution of these characteristics. The results showed that the geological structure and topographic nature play a role in the variation in the spatial distribution of groundwater in the region. and that the depths of the wells range from less than (60 m) to more than (165 m), and the fixed water level ranges from (7 m) or less to more than (28 m), and the moving level ranges from less than (25 m) to more than (100 m), and water subsidence varied between (15 m) or less to more than (60 m). As for productivity, it reached its lowest (1 liter/second) and the highest is (15 liter/second). These results reflect the hydrogeological variations within the region and emphasize the importance of spatial analysis in understanding groundwater distribution, which supports sound planning for water resource management and exploitation

**DOI:** **********,, ©Authors, 2025, College of Education for Humanities University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**المقدمة**

تُعد المياه الجوفية أحد أبرز الموارد الطبيعية الحيوية التي تعتمد عليها المجتمعات، خصوصًا في البيئات شبه الجافة التي تعاني من شُح المياه السطحية وتزايد الطلب السكاني والاقتصادي على المياه، وفي هذا السياق تمثل ناحية زمار التابعة لقضاء تلعفر في محافظة نينوى واحدة من المناطق الشبه جافة التي تعتمد على المياه الجوفية بشكل شبه كلي لأغراض الزراعة والاستخدامات المنزلية، نظراً لما تعانيه من شحة في المياه السطحية وتذبذب الأمطار خصوصاً في الوقت الراهن، إذ أنَّه قديماً كانت أغلب الزراعات في المنطقة عبارة عن زراعات بعلية تعتمد اعتماداً كلياً على الأمطار، إلا أنَّ التناقص الكبير في كميات الأمطار في الفترة الأخيرة بسب التطرفات المناخية والإحترار العالمي، زاد من إقبال الناس على اعتماد المياه الجوفية في زراعاتهم واستخدامهم المنزلي، ومما شجع على ذلك دعم المنظمات الحكومية والدولية للفلاحين وكذلك تطور أساليب الحفر وظهور الحفارات الآلية.

**مشكلة البحث**

تفتقر المنطقة إلى دراسة ميدانية شاملة ومتكاملة توضح العلاقة بين العوامل الجيولوجية والطبوغرافية وتأثيرها على مستوى المياه الجوفية وتوزيعها، فضلاً عن تأثيرها على إنتاجية الآبار، يضاف إلى ذلك غياب قاعدة بيانات مكانية دقيقة تسهم في توجيه قرارات حفر الآبار وإدارتها بشكل مستدام، وفي ضوء هذه المعطيات تبرز الحاجة الماسة للإجابة عن مجموعة من التساؤلات البحثية التالية:

1 – كيف تتوزع المياه الجوفية وأعماقها ومناسيبها في منطقة البحث؟

2 – مامدى تأثير العوامل الجيولوجية والتضاريسية على مستويات المياه الجوفية وتوزيعها المكاني في ناحية زمار؟

3 – كيف تتوزع إنتاجية الآبار في الناحية، وما العوامل التي تؤثر فيها؟

**فرضيات البحث**

1 – توجد تباينات مكانية واضحة في توزيع الآبار الجوفية وأعماق ومستوى المياه الجوفية في ناحية زمار.

2 – تؤثر العوامل الجيولوجية والطبوغرافية بشكل مباشر وملحوظ على مستوى المياه الجوفية وتوزيعها المكاني في المنطقة.

3 – تباين إنتاجية الآبار مرتبط ارتباطًا وثيقًا بمستوى المياه الجوفية والعوامل الهيدروجيولوجية المحلية.

**مبررات البحث**

تكمن في عدة جوانب علمية وتطبيقية، منها:

1 – سد الفجوة المعرفية المتعلقة بالخصائص المكانية للمياه الجوفية في ناحية زمار، خاصة في ظل ندرة الدراسات الميدانية والتحليل المكاني.

2 – توفير معلومات دقيقة وموثوقة تدعم صناع القرار والمؤسسات المعنية بإدارة الموارد المائية في المحافظة، مما يساعد على تحسين التخطيط المائي وتوجيه استثمار المياه الجوفية بفعالية.

3 – تعزيز استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) كأداة فعالة في الدراسات الميدانية للهيدرولوجيا، مما يفتح المجال لتطبيقات أوسع في مناطق أخرى مشابهة.

4 – تقديم نموذج بحثي يمكن الاستفادة منه في دراسات مستقبلية تهدف إلى تقييم الموارد المائية في مناطق جغرافية مماثلة.

**أهداف البحث**

يهدف البحث إلى:

1 – تحديد التوزيع المكاني للآبار والعيون في ناحية زمار بالاعتماد على بيانات ميدانية دقيقة.

2 – دراسة تأثير العوامل الجيولوجية والطبوغرافية على مستوى المياه الجوفية وإنتاجية الآبار.

3 – تحليل مستوى المياه الجوفية وأنماط توزيعه المكاني باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية.(GIS)

4 – تقييم إنتاجية الآبار ودراسة التباينات المكانية المرتبطة بها.

5 – إنشاء قاعدة بيانات مكانية شاملة تدعم التخطيط المستدام وإدارة المياه الجوفية في الناحية.

**منهجية البحث**

تمَّ اعتماد المنهج الوصفي التحليلي لوصف وتحليل الخصائص المكانية الكمية للمياه الجوفية في منطقة البحث، فضلاً عن المنهج الاستقرائي – الاستنتاجي الذي يسهم في فهم تسلسل الحقائق والوصول إلى النتائج بالاعتماد على الدراسات الميدانية.

**خطوات العمل**

يعتمد هذا البحث على مجموعة متعددة من الخطوات تجمع بين العمل الميداني والتحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحقيق أهداف البحث بدقة وشمولية وكما يلي :

**أ – جمع البيانات الميدانية**

1 – إجراء مسح ميداني شامل لجمع بيانات دقيقة حول مواقع المياه الجوفية في ناحية زمار باستخدام جهاز تحديد المواقعGPS .

2 – قياس مستوى المياه الجوفية في عدد من الآبار المختارة (مستوى الماء داخل البئر نسبة إلى سطح الأرض).

3 – تسجيل إنتاجية الآبار عبر قياسات التدفق الميداني أو من خلال البيانات المتوفرة من الجهات المختصة.

4 – جمع المعلومات الجيولوجية والطبوغرافية المتاحة من خرائط وأبحاث سابقة، بالإضافة إلى استخدام نماذج الارتفاع الرقمي (DEM) لتحليل التضاريس.

**ب – إعداد قاعدة بيانات مكانية من خلال :**

1 – إدخال كافة البيانات الميدانية والجيولوجية والطبوغرافية إلى بيئة نظم المعلومات الجغرافية(GIS) .

2 – تطوير قاعدة بيانات مكانية موحدة تربط بين الخصائص المختلفة لكل بئر (الموقع، مستوى المياه، الإنتاجية، والخصائص الجيولوجية).

**ت – التحليل المكاني وتشمل :**

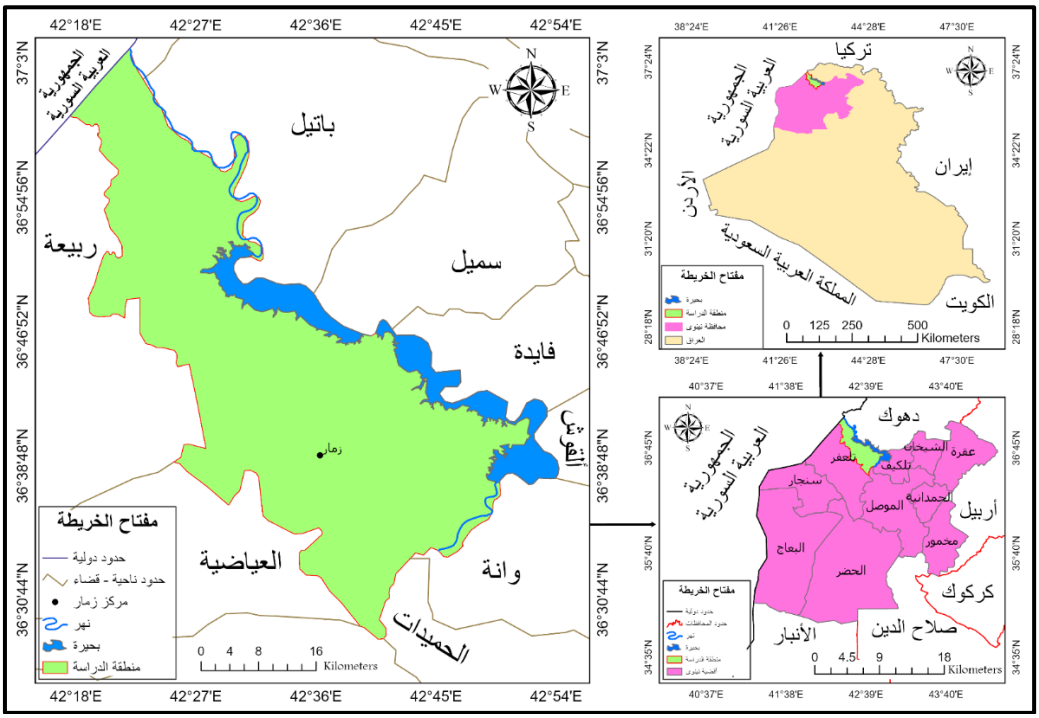
1 – إنشاء خرائط توزيع الآبار ومستوى المياه الجوفية باستخدام تقنيات الخرائط الموضوعية.

2 – تحليل التباينات المكانية لإنتاجية الآبار وعلاقتها بمستوى المياه والعوامل الهيدروجيولوجية.

**حدود منطقة البحث**

تعد ناحية زمار إحدى نواحي قضاء تلعفر التابعة لمحافظة نينوى، تقع إلى الشمال الغربي من مدينة الموصل على بعد حوالي (٦٥ كم) من مركز المدينة بالقرب من الحدود العراقية السورية، يحدها من الشمال والشمال الشرقي قضاء سميل وهو أحد أقضية محافظة دهوك والذي يضم ناحيتي فايدة وباتيل، ومن الجنوب والجنوب الغربي والغرب مركز قضاء تلعفر وناحيتي العياضية وربيعة التابعتين لها، أمَّا من الشرق والجنوب الشرقي فيحدها نواحي القوش ووانة والحميدات، أمَّا إحداثياً فتقع منطقة البحث بين دائرتي عرض ("36$^{0}$30'44 – 37$^{0}$3'0") شمالاً وخطي طول ("42$^{0}$18'0 – "42$^{0}$54'0) شرقاً.

**الخريطة (١) موقع منطقة البحث**




المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على مديرية زراعة محافظة نينوى، شعبة الإحصاء الزراعي، شعبة زراعة زمار، وباستخدام برنامج Arc Gis Pro.

**1 – 0 : المياه الجوفية وتوزيعها المكاني**

يقصد بالمياه الجوفية جميع المياه الموجودة تحت سطح الأرض والتي تملأ معظم الفراغات الموجودة في التربة والصخور تحت السطحية (الجاف، 2011)، وتخرج إلى سطح الأرض أما بصورة طبيعية كالينابيع والعيون أو عن طريق تدخل الإنسان من خلال حفر الآبار (الكربولي، 2017)، وتطلق كلمة بئر على الفتحة العامودية التي حفرت إصطناعياً بهدف الحصول على المياه الجوفية (العلي، 2017)، في حين يطلق على أماكن خروج المياه الجوفية بشكل طبيعي على شكل تيار متدفق على سطح الأرض اسم العيون أو الينابيع، وتتباين تركيب وحرارة المياه الخارجة منها باختلاف عمق هذه المياه ومصدرها (علي، 2014).

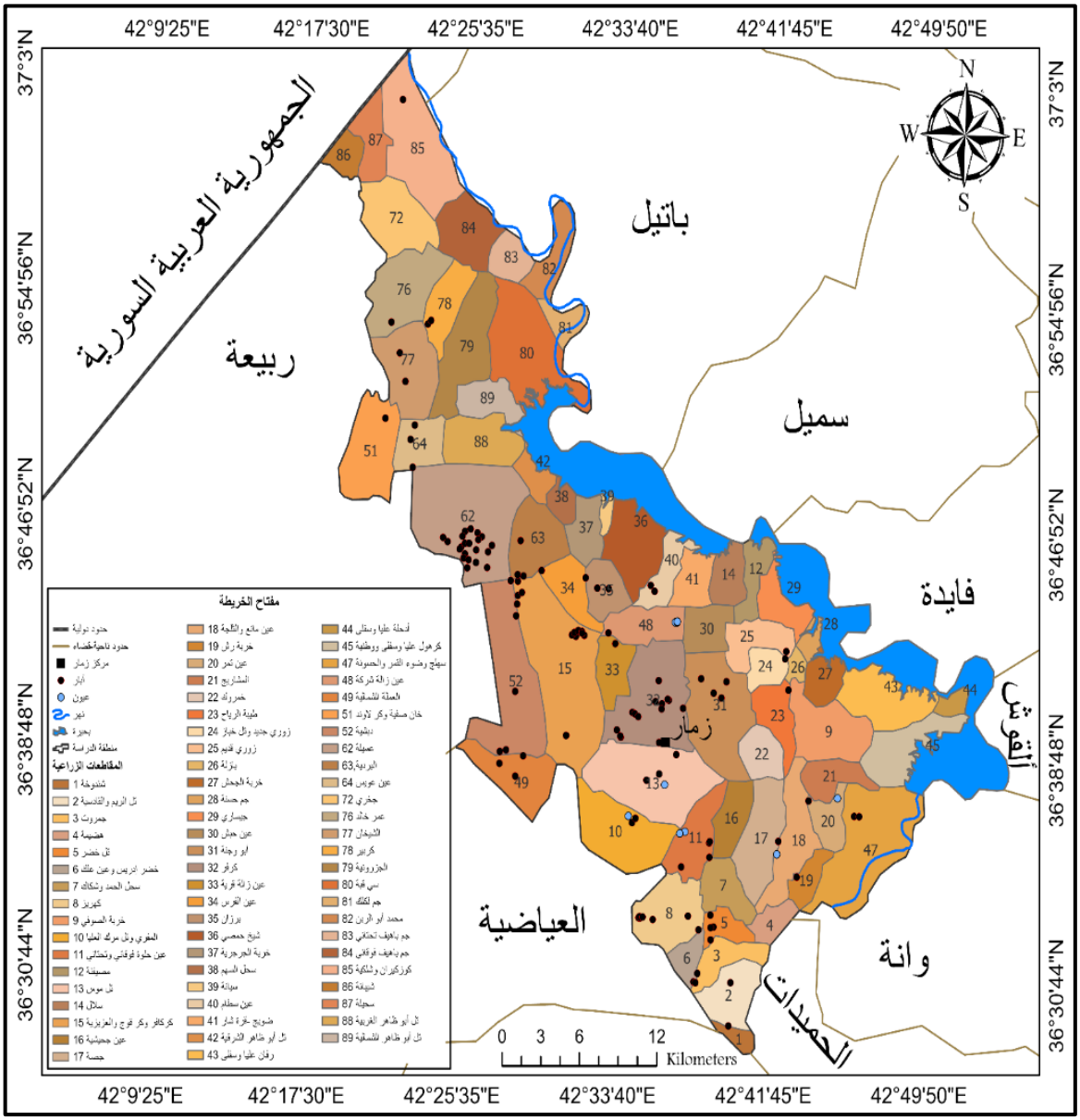
تعد دراسة توزيع المياه الجوفية من الأمور المهمة، فهي تسهم في فهم مدى توافر المياه وتأثير العوامل المختلفة على توزيعها، ويمكن أن تساعد على تحديد المناطق التي تحتاج إلى إدارة للمياه بشكل أفضل وتقديم توصيات لاستخدام المياه بشكل مستدام، وتوجد في منطقة البحث العديد من الآبار والعيون موزعة على عموم منطقة البحث، إلا أنَّ توزيعها لايكون منتظماً، ويعزى أسباب ذلك إلى عدد من العوامل منها الطبيعية والمتمثلة بطبيعة السطح وميل الطبقات ونوعية الصخور، إذ أنَّ استواء السطح وانخفاضه يساهم بدرجة كبيرة في تجميع المياه الجوفية وتخزينها وبالعكس، أمَّا العوامل البشرية فيمكن إرجاعها إلى التوطين حيث نجد كثرة الآبار قرب الوحدات والتجمعات البشرية مقارنةً بالمناطق غير المأهولة، ويفسر أسباب ذلك أنَّ السكان يعمدون إلى حفر آبار في مواقع قريبة من سكناهم لتحقيق أقصى استفادة ممكنة ويتركون المناطق البعيدة عنهم لقلة وصعوبة الاستفادة منها، كما يمكن إدراج الظروف الأمنية والقيود الحكومية ضمن أهم العوامل البشرية التي تتحكم في توزيع وانتشارالمياه الجوفية في منطقة البحث.

**1 – 1 : التوزيع المكاني للآبار والعيون على حسب المقاطعات الزراعية**

تمثل المقاطعات الزراعية وحدات مساحية صغيرة حددت لها خرائط تفصيلية وتعرف مثل هذه الخرائط بالخرائط الكادسترالية، وقد تمثل المقاطعة قرية واحدة أو عدة قرى وتمَّ استخدامها كأساس للاستدلال والوصول إلى أعداد الآبار والعيون في منطقة البحث، والتي وثقت ميدانياً وثبت مواقعها باستخدام جهاز تحديد المواقع (GPS).

ومن خلال مراجعة الجدول (1) والخريطة (2) تبين بأنَّ عدد الآبار في المنطقة يبلغ (115) بئراً موزعة وفق المقاطعات الزراعية، حيث سجلت مقاطعة عسيلة أعلى عدد من الآبار المحفورة وبواقع (22) بئراً، تليها مقاطعة كرفر بواقع (15) بئراً، إلا أنَّ المقاطعات المشرفة على بحيرة سد الموصل هي في معظمها خالية من الآبار أو قد تحتوي على بئر واحد فقط، وهذا التباين في التوزيع يعكس الأسباب المذكورة آنفاً. أمَّا العيون المائية في منطقة البحث فقد بلغ عددها (9) عيون، ويوجد أكبر عدد منها في مقاطعة عين زالة شركة بواقع (3) عيون.

**الخريطة (2) التوزيع المكاني للآبار والعيون على حسب المقاطعات الزراعية في منطقة البحث**




المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على مديرية زراعة محافظة نينوى، شعبة الإحصاء الزراعي، شعبة زراعة زمار وباستخدام برنامج Arc Gis Pro.

**الجدول (1) توزيع الآبار والعيون على حسب المقاطعات الزراعية في منطقة البحث**

| ت | المقاطعة | رقمها | عدد الآبار | عدد العيون | ت | المقاطعة | رقمها | عدد الآبار | عدد العيون |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | شندوخة | 1 | 0 | 0 | 35 | برزان | 35 | 2 | 0 |
| 2 | تل الريم والقادسية | 2 | 2 | 0 | 36 | شيخ حمصي | 36 | 0 | 0 |
| 3 | جمروت | 3 | 2 | 0 | 37 | خربة الجرجرية | 37 | 0 | 0 |
| 4 | هضيمة | 4 | 0 | 0 | 38 | سحل السهم | 38 | 0 | 0 |
| 5 | تل خضر | 5 | 4 | 0 | 39 | سيانة | 39 | 0 | 0 |
| 6 | خضر إدريس | 6 | 1 | 0 | 40 | عين سطام | 40 | 2 | 0 |
| 7 | سحل الحمد وشكاك | 7 | 0 | 0 | 41 | ضويج – قرة شار | 41 | 0 | 0 |
| 8 | كهرز | 8 | 0 | 0 | 42 | تل أبو ظاهر الشرقية | 42 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| 43 | 44 | 45 | 47 | 49 | 48 | 47 | 45 | 44 | 63 |
| رفان عليا وسفلى | ادحلة عليا وسفلى | كرهول عليا وسفلى ووطنية | سهلج وضوء القمر وحسونة | العملة الشمالية | عين زالة شركة | سهلج وضوء القمر وحسونة | كرهول عليا وسفلى ووطنية | ادحلة عليا وسفلى | البردية |
| **43** | **44** | **45** | **46** | **48** | **47** | **46** | **45** | **44** | **52** |
| 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 18 |
| خربة الصوفي | المفري وتل المرك العليا | عين حلوة فوقاني | مصيفنة | سلال | تل موس | مصيفنة | عين حلوة فوقاني | المفري وتل المرك العليا | عين مانع والثلجة |
| **9** | **10** | **11** | **12** | **14** | **13** | **12** | **11** | **10** | **18** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 64 | 72 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 |
| عين عويس | جخري | عمر خالد | الشيخان | كربير | الجزرونية | سي قبة | جم لكلك | محمد أبو الربن | جم باهيف تحتاني |
| **53** | **54** | **55** | **56** | **57** | **58** | **59** | **60** | **61** | **62** |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| خربة رش | عين تمر | المشاريج | خمروك | طيبة الرياح | زوري جديد وتل خباز | زوري قديم | بازلة | خربة الجحش | جم حسنة |
| **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | جبساري | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 84 | 0 | 0 |
| 30 | عين حبش | 30 | 0 | 0 | 64 | كوزكيران وشلكية | 85 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | أبو وجنة | 31 | 4 | 0 | 65 | شيبانة | 86 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | كرفر | 32 | 15 | 0 | 66 | سحيلة | 87 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | عين زالة قرية | 33 | 1 | 0 | 67 | تل أبو ظاهر الغربية | 88 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | عين الفرس | 34 | 2 | 0 | 68 | تل أبو ظاهر الشمالية | 89 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| المجموع الكلي | | 69 | 6 | | المجموع الكلي | | 45 | | | 3 | |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على مديرية زراعة محافظة نينوى، شعبة زراعة زمار، (بيانات غير منشورة)، ومخرجات الخريطة (2).

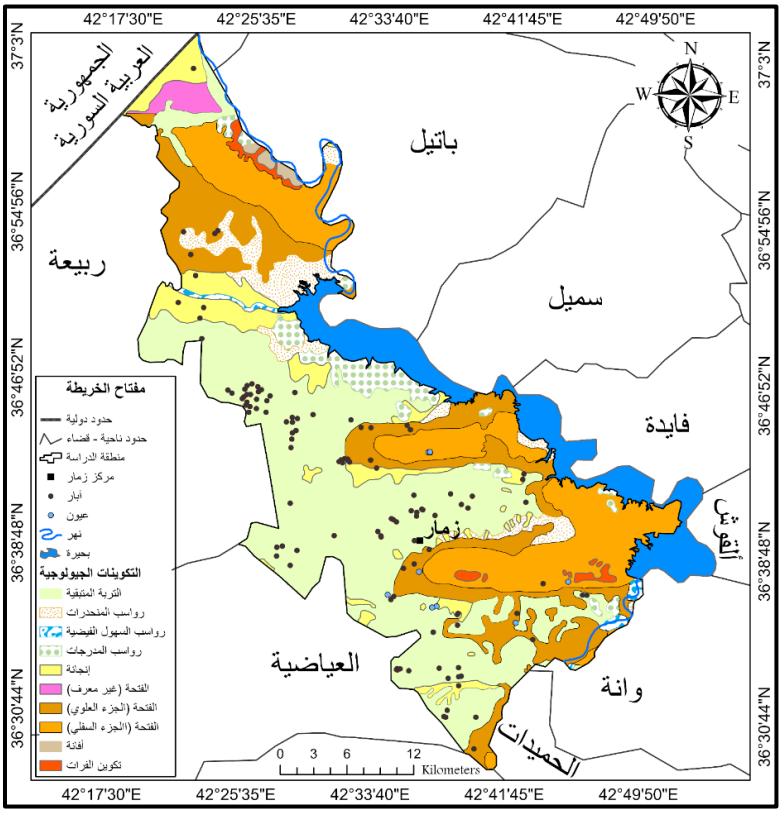
**1 – 2 : التوزيع على حسب التكوينات الجيولوجية**

يعد التكوين الجيولوجي لأي منطقة عاملاً أساسياً في وجود الخزانات الجوفية من عدمها، ويرتبط ذلك بطبيعة التكوين من حيث السمك ونوعية الصخور ومدى إحتوائه على نظام الفواصل والشقوق، فالطبقات الصخرية الرملية والحصوية تكون بشكل عام خازنة للمياه ولها قابلية جيدة على تمرير المياه، نظراً لكثرة وجود الفراغات بين طبقاتها، عكس الطبقات التي تتكون من صخور طينية لاتتمتع بفراغات كافية تسهل من خزن المياه وحركتها، وقبل الخوض في توزيع الآبار والعيون منطقة البحث وفق التكوينات الجيولوجية يجدر بنا

الإشارة إلى أنَّ أبرز المكاشف الصخرية في منطقة البحث تتمثل بتكوينات ( الفتحة، إنجانة، أفانة، الفرات، ترسبات العصر الرباعي) ويتراوح أعمارها مابين ( المايوسين الأوسط والهولوسين).

ومن خلال تحليل الخريطة (3) والجدول (3) نجد بأنَّ أغلب آبار منطقة البحث تقع في تكوينات الترب المتبقية والتي تعد من ترسبات العصر الرباعي الحديث، إذ نلاحظ انتشار أغلب الآبار في غرب منطقة البحث ووسطها بين طيتي عين زالة وبطمة فضلاً عن وجود تركز آخر لها ضمن هذا التكوين في جنوب منطقة البحث، حيث بلغ عدد الآبار المحفورة فيها (85) بئر من أصل (115) بئر تم رصده في منطقة البحث، بنسبة (73.91 %) من إجمالي أعداد الآبار في منطقة البحث، إلى جانب (3) عيون لتكون نسبة (33.33 %) من العيون المائية في المنطقة، ويعزى أسباب ذلك إلى أنَّ هذا التكوين يتكون من فتات صخري ومدملكات وحصى ورمال مما يتيح لها القدرة على خزن وتمرير المياه، كما يعزى أيضاً إلى الانتشار الواسع للتكوين في أغلب أجزاء المنطقة، إذ يغطي مساحة تبلغ (470.12 كم$^2$) من إجمالي مساحة منطقة البحث والبالغة (1122.77 كم$^2$)، الأمر الذي أسهم في وقوع عدد كبير من الآبار فيها، بينما تكوين الفتحة (العلوي والسفلي) الذي يظهر عند مناطق الطيَّات (بطمة – عين زالة – مشورة داغ) يخترقها (18) بئراً و (6) عيون، لتكون نسبة (15.65 %) و (66.66 %) على التوالي، في حين بلغ عدد الآبار المحفورة ضمن تكوين إنجانة (11) بئراً، وبنسبة (9.57 %) من إجمالي عدد الآبار المحفورة في منطقة البحث، ويظهر هذا التكوين في أجزاء متفرقة من منطقة البحث، أمَّا رواسب المنحدرات يعد من أقل التكوينات الجيولوجية في منطقة البحث من حيث الآبار المحفورة فيها حيث تمَّ رصد (1) بئر فقط، وفي الجانب الآخر جاءت تكوينات (رواسب السهول الفيضية – رواسب المدرجات – الفتحة غير معرف – أفانة – الفرات ) بأقل عدد من الآبار والعيون، حيث لم يتم تسجيل أي بئر أو عين مائي فيها، وهذا أيضاً يعود إلى جملة أسباب يمكن إرجاعها إلى صغر مساحاتها ونوعية صخورها، وإن كانت نوعية صخور بعض هذه التكوينات مثل (رواسب السهول الفيضية – رواسب المدرجات ) جيدة، فهي تتكون من صخور المدملكات والرمل والتي تعد من أفضل المكامن الجوفية، إلا أنَّ صغر مساحتها ووقوعها بالقرب من نهر دجلة دفع السكان إلى الاستغلال المباشر من مياه دجلة دون تحمل أعباء تكاليف حفر آبار للمياه في تلك المناطق، أمَّا تكوين (أفانة – الفرات ) فهي لاتعد تكوينات حاملة للمياه، إذ تتكون في معظمها من صخور طينية وجيرية ومارل، فالمارل والصخور الطينية لا تتمتع بقابلية خزن وتجميع للمياه بسبب ارتفاع محتواها الطيني والذي يعمل كطبقة صماء عند تعرضها للمياه، نتيجة زيادة درجة التماسك والتضاغط بين جزيئاتها، أمَّا الحجر الجيري فهو سريع التأثر والتآكل بفعل المياه الجوفية، مما يتسبب في حدوث تكهفات كثيرة فيها لاتسمح لها بالإحتفاظ بالمياه وتقوم بتمريرها إلى الطبقات التي تقع أسفل منها أو تحاذيها.

الخريطة (3) توزيع المياه الجوفية الكلي على حسب التكوينات الجيولوجية في منطقة البحث




المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على وزارة الصناعة والمعادن/ هيأة المسح الجيولوجي

الجدول (3) توزيع المياه الجوفية الكلي على حسب التكوينات الجيولوجية

| ت | التكوين الجيولوجي | عدد الآبار | النسبة % | عدد العيون | النسبة % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | التربة المتبقية | 85 | 73.91 | 3 | 33.33 |
| 2 | رواسب المنحدرات | 1 | 0.87 | 0 | 0.00 |
| 3 | رواسب السهول الفيضية | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 4 | رواسب المدرجات | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 5 | إنجانة | 11 | 9.57 | 0 | 0.00 |
| 6 | الفتحة (غير معرف) | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 7 | الفتحة (الجزء العلوي) | 17 | 14.78 | 2 | 22.22 |
| 8 | الفتحة (الجزء السفلي) | 1 | 0.87 | 4 | 44.44 |
| 9 | أفانة | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | الفرات | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| **المجموع** | | **115** | **100** | **9** | **100** |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على الخريطة (3)

**1 – 3 : التوزيع على حسب الفئات التضاريسية**

تعد دراسة المياه الجوفية وتوزيعها على حسب الفئات التضاريسية من الأمور الرئيسية التي ينبغي تسليط الأضواء عليها، إذ تعد العلاقة بين الفئات التضاريسية والمياه الجوفية علاقة ترابطية تتميز بتأثيرات متبادلة، مما يساهم في تكوين أنظمة مائية جوفية فريدة، فالمناطق المرتفعة غالباً مايكون منسوب المياه الجوفية فيها منخفض بدرجة أكبر مما هو عليه في المناطق السهلية وبطون الأودية، حيث يعمل ارتفاع السطح وزيادة درجة انحداره على سرعة تصريف المياه السطحية نحو الأودية والأراضٍ المنخفضة عقب العاصفة المطرية، وهذا لايعطي الوقت الكافي لهذه المياه من الترشح والتغلغل إلى باطن الأرض وتغذية المكامن الجوفية، لذا يتطلب حفر آبار عميقة للحصول على مياه جوفية وهذا يتطلب تكاليف مرتفعة، ويحدث العكس في المناطق المنخفضة والمستوية.

تتباين الطبيعة التضاريسية في منطقة البحث مابين أراضٍ سهلية واسعة الإمتداد كلما اتجهنا نحو الجنوب والجنوب الغربي ومرتفعات يزداد ارتفاعها بالتوجه شمالاً وشرقاً لتزيد على (500 م) فوق مستوى سطح البحر كما في مرتفعات (بطمة، عين زالة، مشورة داغ).

ومن أجل الوقوف على واقع حال توزيع المياه الجوفية على حسب الفئات التضاريسية في منطقة البحث، تمَّ الاعتماد على خطوط الارتفاعات المتساوية (Contor Line) ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لمنطقة البحث لرسم خريطة الارتفاعات ، الخريطة (4) وتمَّ تصنيفها إلى سبع فئات تضاريسية تتراوح مابين أقل من (300 م) وأكثر من (550 م) فوق مستوى سطح البحر وكما يلي :

أ – الفئة الأولى (أقل من 300 م) : تظهر هذه الفئة في جنوب وجنوب شرق منطقة البحث وهي أراضٍ منخفضة تتمثل بمناطق تصريف حوض وادي المر عند مصبه في نهر دجلة بالقرب من الحميدات ووانة، يبلغ عدد الآبار الواقعة ضمن هذه الفئة (9) آبار لتشكل بذلك نسبة (7.83 %) من مجموع الآبار الكلي في منطقة البحث، أمَّا العيون المائية فلم يتم رصدها ضمن هذه الفئة.

ب – الفئة الثانية (301 – 350 م) : تظهر هذه الفئة في منطقة البحث متاخمة للفئة الأولى فضلاً عن بعض المنخفضات الواقعة في شمال منطقة البحث كما هو الحال في مجرى وادي السويدي والمناطق القريبة من نهر دجلة وبحيرة سد الموصل شمالاً، يبلغ عدد الآبار ضمن هذا المستوى (24) بئراً وبنسبة (20.87 %) من مجموع الآبار الكلي، كما يقع ضمنها (3) عيون وبنسبة (33.33 %) من عدد العيون المائية في منطقة البحث.

ت – الفئة الثالثة (351 – 400 م) : تنتشر في أجزاء كبيرة من منطقة البحث وتوجد بشكل متاخم للفئة الثانية، يبلغ عدد الآبار فيها (23) بئراً وبنسبة (20 %) من العدد الكلي للآبار فضلاً عن (2) عيون وبنسبة (22.22 %) من العدد الكلي للعيون في منطقة البحث.

ث – الفئة الرابعة (401 – 450 م) : تظهر بشكل ملحوظ في وسط منطقة البحث، وتعد من أكثر الفئات من حيث عدد الآبار المرصودة في منطقة البحث وبواقع (51) بئراً وبنسبة عالية تصل إلى (44.35 %) من إجمالي عدد الآبار، في حين لم تسجل سوى عين مائية واحدة فقط ضمن هذه الفئة وبنسبة (11.11 %) من مجموع العيون الكلي في المنطقة.

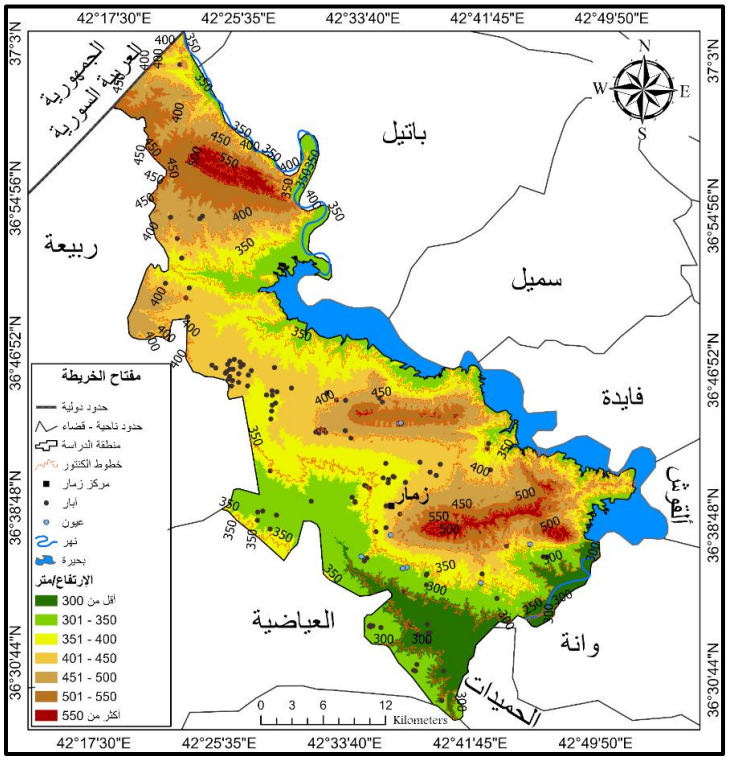
ج – الفئة الخامسة (451 – 500 م) : تظهر بشكل خاص عند أقدام الطيَّات في منطقة البحث، يبلغ عدد الآبار فيها (8) بئر و(0) عين، لتكون مانسبته (6.95 %) من عدد الآبار في منطقة البحث.

ح – الفئة السادسة (501 – 550 م) : وتتمثل بمناطق الطيَّات ولم يتم رصد أيَّة آبار فيها، في حين بلغ عدد العيون فيها (3) عيون وبنسبة (33.33 %) من عدد العيون الكلي في المنطقة.

خ – الفئة السابعة (أكثر من 550 م) : تشمل مناطق قمم الطيَّات في منطقة البحث، ولم يتم رصد أيَّة آبار أو عيون مائية فيها، حيث من الصعب جداً استثمار مياه هذه المناطق نظراً لوعورتها وارتفاعها الشاهق.

وبالرجوع إلى الخريطة (14) والجدول (19) نجد أنَّ أغلب الآبار قد تمَّ حفرها في مناطق لا تتجاوز ارتفاعها عن (450 م) فوق مستوى سطح البحر، وأنَّ أكبر عدد من هذه الآبار تمَّ رصدها في مناطق تتراوح ارتفاعها بين (450 – 401 م) فوق مستوى سطح البحر وبواقع (51) بئر، أمَّا المناطق التي يزيد ارتفاعها عن (500 م) فوق مستوى سطح البحر والمتمثلة بنطاق الطيَّات والذي يقع في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة البحث فلم يتم رصد أيَّة آبارٍ فيها سوى (3) عيون. ونستنتج من هذا أنَّ توزيع المياه الجوفية في منطقة البحث يتوافق مع طبيعة سطح الأرض.

الخريطة (4) توزيع المياه الجوفية الكلي على حسب فئات الارتفاع في منطقة البحث




المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وباستخدام جهاز (Gps) وبرنامج Arc Gis Pro.

الجدول (4) توزيع المياه الجوفية الكلي على حسب الفئات التضاريسية

| ت | فئات الارتفاع/ م | عدد الآبار | النسبة % | عدد العيون | النسبة % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 300 > | 9 | 7.83 | 0 | 0.00 |
| 2 | 301 – 350 | 24 | 20.87 | 3 | 33.33 |
| 3 | 351 – 400 | 23 | 20 | 2 | 22.22 |
| 5 | 401 – 450 | 51 | 44.35 | 1 | 11.11 |
| 5 | 451 – 500 | 8 | 6.95 | 0 | 0.00 |
| 6 | 501 – 550 | 0 | 0.00 | 3 | 33.33 |
| 7 | 550 < | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| **المجموع** | | **115** | **100** | **9** | **100** |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على الخريطة (4)

### 2 – 0 : أعماق ومناسيب وإنتاجية الآبار في منطقة البحث

تعد أعماق الآبار ومناسيبها وإنتاجيتها مؤشرات هيدرولوجية مهمة تساهم في تحديد الكلف الإقتصادية لتحقيق الاستثمار الأمثل للمياه الجوفية، ونظراً لكثرة أعداد الآبار في منطقة البحث وعدم توافر بيانات كافية عن خصائصها ضمن دوائر الدولة، فقد اعتمد الباحث على إنتخاب مجموعة من الآبار كعينات مكونة من (33) بئراً موزعة على أجزاء مختلفة ضمن حدود منطقة البحث كما في الخريطة (5)، ليتسنى إجراء الدراسات التفصيلية المتعلقة بالخصائص المكانية للآبار ميدانياً.

الخريطة (5) التوزيع المكاني لعينات الآبار في منطقة البحث

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على جهاز GPS وبرنامج Arc Gis Pro

### 2 – 1 : أعماق المياه الجوفية

تتحدد أعماق المياه الجوفية بدرجة كبيرة بنوعية الصخور وخصائص الطبقة الصخرية الحاملة للمياه ومدى نفاذيتها وقابليتها على الإحتفاظ بالمياه (ثامر ، 2014)، فالطبقات الصخرية المتكونة من الحجر الرملي والحصى والمدملكات والرمل تكون ذات قابلية عالية على خزن وتمريرالمياه، بينما تعد طبقات الطين والغرين طبقات ذات نفاذية محدودة، لذا فهي تعد طبقات غير منتجة وتكون إنتاجية الآبار فيها قليلة، لذلك لايشجع على استثمارها (الكربولي، مصدر سابق).

ومن أجل معرفة أعماق الآبار وبعضاً من خواصها الهيدروليكية الأخرى في المنطقة فقد تمَّ مراجعة الدوائر المعنية بالأمر، حيث كانت القيم تتراوح بين (26 م) كأقل منسوب في بئر (W 3) إلى (200 م) كأكبر منسوب وذلك في آبار (W 65 – W 49 – W 32) ولغرض تحليلها مكانياً فقد تمَّ نمذجتها وتصنيفها إلى خمس فئات كما هو موضح في الجدول (5) والخريطة (6) وكالتالي:

أ – الفئة الأولى : تقدر أعماقها بـ (60 م) وأقل، وتغطي مساحة تبلغ (288.62 كم$^2$)، لتشكل نسبة (25.71 %)، من مساحة منطقة البحث، يبلغ عدد آبار هذه الفئة (16) بئراً وبنسبة (48.48 %) من مجموع أعداد الآبار المنتخبة في منطقة البحث، وهي آبارسطحية تكون أكثر عرضةً للتلوث لقربها من سطح الأرض، مما يجعل عملية نقل الملوثات إليها أسرع، إلا أنَّها تتمتع بغزارة مياهها وإنتاجيتها الجيدة، نظراً لوقوعها في مناطق منخفضة قليلة الارتفاع تتصرف إليها مياه المناطق المرتفعة السطحية والجوفية، إذ يكون جهد المياه فيها واطئاً، لذا فإنَّ مستوى الماء فيها يكون قريباً من سطح الأرض وفي بعض الأحيان يحدث تدفق إنسيابي لها خصوصاً في الفصل المطير.

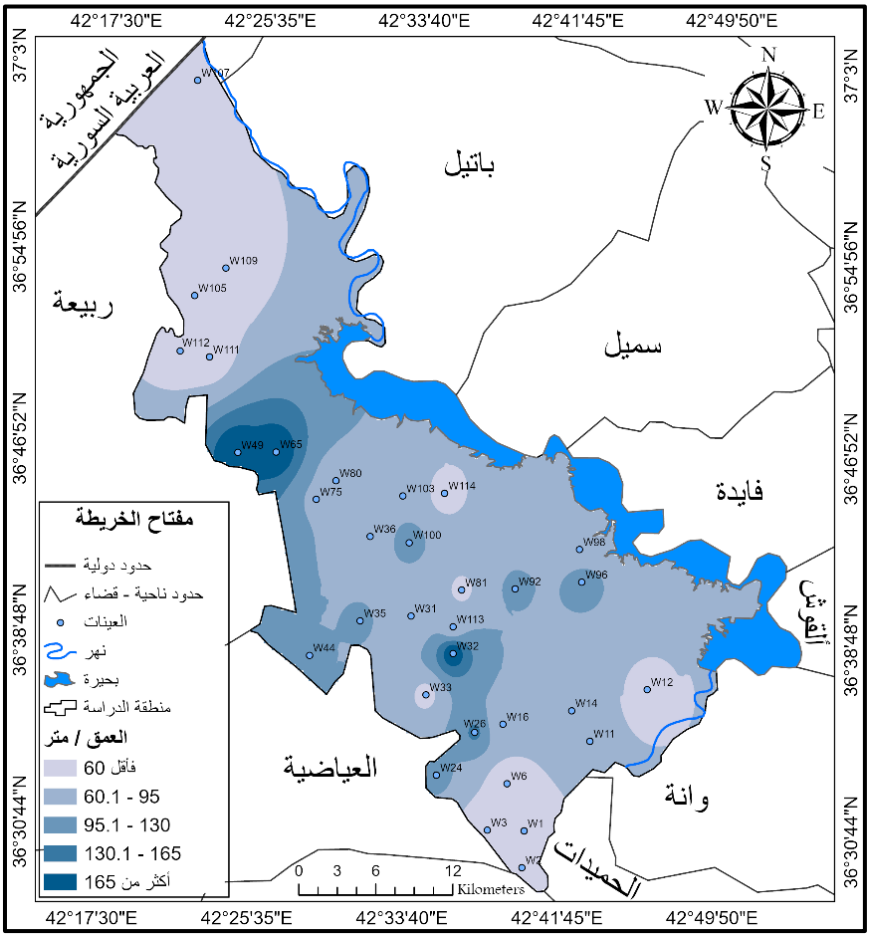
ب – الفئة الثانية : تتراوح أعماقها مابين (60.1 – 95 م)، تغطي مساحة كبيرة تبلغ (629.89 كم$^2$)، لتشكل نسبة (56.10 % م)ن مساحة منطقة البحث، يبلغ عدد آبار هذه الفئة (7) آبار وبنسبة (21.21 %) من مجموع أعداد العينات في منطقة البحث، وبذلك تعد أكبر فئة من حيث المساحة في المنطقة، وتقع في مناطق منبسطة قليلة الارتفاع وتحادد سابقتها، وتظهر في إجزاء متفرقة من منطقة البحث.

ت – الفئة الثالثة : تتراوح أعماقها مابين (95.1 – 130 م)، تشغل مساحة تقدر بحوالي (156.18 كم$^2$)، لتشكل نسبة (13.91 %) من مساحة منطقة البحث، يبلغ عدد آبار هذه الفئة (6) آبار وبنسبة (18.18 %) من مجموع أعداد العينات في منطقة البحث، وهي آبار متوسطة العمق وتقع في مناطق ذات ارتفاع نسبي في وسط وجنوب غرب المنطقة.

ث – الفئة الرابعة : تتراوح أعماقها مابين (130.1 – 165 م)، تشمل مساحة تصل إلى (26.17 كم$^2$)، لتشكل نسبة (2.33 %) من مساحة منطقة البحث، وتعد أبارها الأقل انتشاراً، إذ لم يلاحظ سوى بئر واحدة فقط من مجموع (33) بئراً لتشكل نسبة قليلة تصل إلى (3.03 %) من مجموع أعداد العينات الكلي في منطقة البحث.

ج – الفئة الخامسة : يصل أعماقها إلى أكثر من (165 م)، وتعد الفئة الأقل انتشاراً، تغطي مساحة قليلة لا تزيد على (21.91 كم$^2$)، لتشكل ما نسبته (1.95 %) من إجمالي مساحة منطقة البحث، يبلغ عدد آبار هذه الفئة (3) آبار وبنسبة (6.96 %) من مجموع أعداد الآبار التي تمَّ تحديدها كعينات في منطقة البحث.

الخريطة (6) النمذجة المكانية لأعماق الآبار في منطقة البحث




المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على النموذج (IDW) وباستخدام برنامج Arc Gis Pro.

الجدول (5) فئات أعماق الآبار وأعدادها في منطقة البحث

| ت | الأعماق / متر | المساحة / كم$^2$ | النسبة % | عدد الآبار | النسبة % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 فأقل | 288.62 | 25.71 | 16 | 48.48 |
| 2 | 60.1 – 95 | 629.89 | 56.10 | 7 | 21.21 |
| 3 | 95.1 – 130 | 156.18 | 13.91 | 6 | 18.18 |
| 4 | 130.1 – 165 | 26.17 | 2.33 | 1 | 3.03 |
| 5 | أكثر من 165 | 21.91 | 1.95 | 3 | 9.09 |
| **المجموع** | | **1122.77** | **100** | **33** | **100** |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على مخرجات الخريطة (6) وبرنامج Arc Gis Pro.

**2 – 2 : مناسيب الآبار**

تفيد دراسة مناسيب المياه الجوفية في الوقوف على حقيقة تواجدها وأعماقها وتوضيح الآلية التي يتم من خلالها تغذية الخزانات الجوفية، ويمكن بواسطتها تحديد التكلفة الإقتصادية لتحقيق الاستثمار الأمثل للمياه الجوفية في الانشطة الاقتصادية المختلفة. ولابد من تناول دراسة مناسيب مياه الآبار على إعتبار أنَّها مقياس دقيق يمكن بموجبها الحصول على معلومات عن قابلية الطبقات المائية على الخزن وتذبذبه ما بين فترة وأخرى، فضلاً عن إسهامها في تقدير حجم الخزين الجوفي وتقصي العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة فيه (الشاعر، 2003).

يتميز النظام الهيدرولوجي للمياه الجوفية بوجود منسوبين للمياه الجوفية أحدهما ثابت والآخر متحرك، وإن دراسة هذين المنسوبين تعدخطوة أساسية لفهم سلوك المياه الجوفية وتقدير كمياتها، ولمعرفة وتحديد مناسيبها تمَّ الاعتماد على مجموعة من الأدوات والأجهزة مثل شريط القياس وجهاز رصد منسوب المياه.

**2 – 2 – 1 : المنسوب الثابت (Static Water Level)**

يقصد به المنسوب الذي تستقر عنده المياه الجوفية في الآبار قبل البدء بعملية سحب الماء منها (خليل، 2005)، وهو المستوى الذي يتعادل فيه الضغط الهيدروستاتيكي مع الضغط الجوي(المحسن، 2013) ، يتباين مناسيب المياه الثابتة بين آبار منطقة البحث، إذ تتراوح بين (0 م) في بئر (W 26) كأدنى قيمة إلى (35 م) في بئر ( W 114 – W 16) كأعلى قيمة، ولمعرفة توزيعها المكاني في المنطقة فقد تمَّ تصنيفها إلى خمس فئات، الجدول (6) والخريطة (7) وكما يلي:

أ – الفئة الأولى : تشمل الآبار التي مناسيبها تكون أقل أو تساوي (7 م)، ويبلغ عددها (7) آبار بنسبة (21.21 %) من عدد العينات، وتشغل مساحة تصل إلى (26.43 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (2.35 %) من مساحة منطقة البحث، وتظهر بشكل خاص في الأجزاء الجنوبية والغربية من منطقة البحث.

ب – الفئة الثانية : تتراوح المناسيب فيها بين (7.1 – 14 م)، ويبلغ عددها (6) آبار بنسبة (18.18 %) من عدد العينات الكلي، وتغطي مساحة تبلغ (260.72 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (23.22 %) من مساحة منطقة البحث.

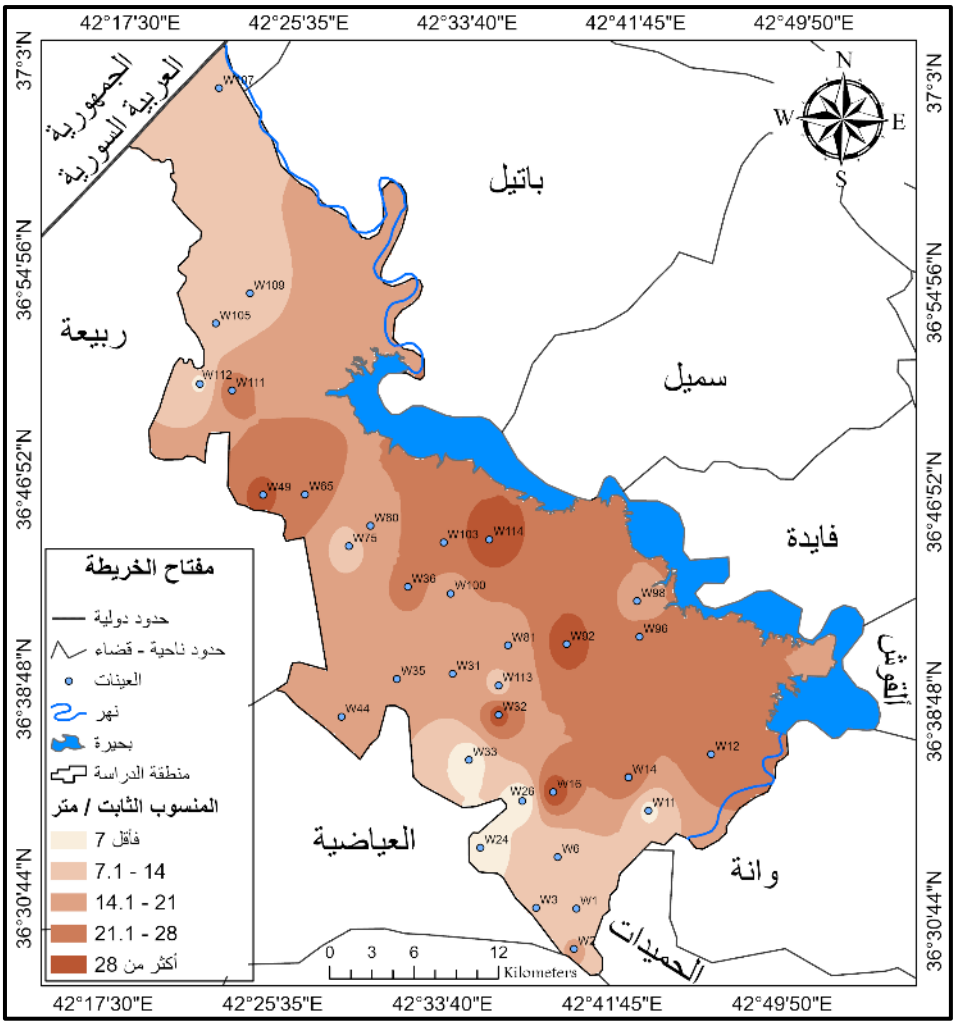
ت – الفئة الثالثة : تتراوح مناسيبها بين (14.1 – 21 م) عن سطح الأرض، ويبلغ عددها (8) آبار بنسبة (24.24 %) من عدد العينات، وتعد بذلك الفئة التي تحوي أكبر عدد من عينات الآبار في منطقة البحث، كما تعد من أكثر الفئات مساحةً ، إذ تغطي مساحة كبيرة تصل إلى (409.34 كم$^2$)، لتشكل نسبة (36.46 %) من مساحة المنطقة.

ث – الفئة الرابعة : تتراوح مناسيبها بين (21.1 – 28 م) عن سطح الأرض، ويبلغ عددها (6) آبار بنسبة (18.18 %) من عدد العينات، وتنتشر على نطاق واسع إلا أنَّها أقل من سابقتها بحيث تبلغ مساحتها (392.09 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (34.92 %) من مساحة المنطقة.

ج – الفئة الخامسة : تصل مناسيبها إلى أكثر من (28 م) عن سطح الأرض، ويبلغ عددها (6) آبار بنسبة (18.18 %) من عدد الآبار المنتخبة في المنطقة، وتشغل مساحة ضئيلة تبلغ (34.19 كم$^2$)، وبنسبة (3.05 %) فقط من إجمالي مساحة منطقة البحث.

من خلال ماسبق نستنتج بأن أقل المناسيب المستقرة قد تمَّ رصدها في الجهات الجنوبية والجنوبية الغربية والشمالية الغربية من منطقة البحث، بينما كانت الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية هي الأعلى مناسيباً، ويعزى أسباب ذلك إلى ارتفاع أراضٍ المنطقة في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية عمَّا هو عليه في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية، نظراً لوجود الطيَّات في ذلك الجزء، مما يتسبب في زيادة المسافة العامودية بين سطح الأرض ومستوى الماء داخل البئر.

**الخريطة (7) النمذجة المكانية لمناسيب المياه الثابتة لآبار منطقة البحث**




المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على النموذج (IDW) وباستخدام برنامج Arc Gis Pro.

الجدول (6) فئات مناسيب المياه الثابتة للآبار وأعدادها في منطقة البحث

| ت | المنسوب الثابت / متر | المساحة / كم$^2$ | النسبة % | عدد الآبار | النسبة % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 فأقل | 26.43 | 2.35 | 7 | 21.21 |
| 2 | 7.1 – 14 | 260.72 | 23.22 | 6 | 18.18 |
| 3 | 14.1 – 21 | 409.34 | 36.46 | 8 | 24.24 |
| 4 | 21.1 – 28 | 392.09 | 34.92 | 6 | 18.18 |
| 5 | أكثر من 28 | 34.19 | 3.05 | 6 | 18.18 |
| **المجموع** | | **1122.77** | **100** | **33** | **100** |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على مخرجات الخريطة (7) وبرنامج Arc Gis Pro.

**2 – 2 – 2 : المنسوب المتحرك (Dynamic Water Level)**

يقصد به المنسوب الذي تستقر عنده المياه في البئر بعد سحب المياه منه لفترة من الزمن (كستاني، 1993)، ويسمى أيضاً بمنسوب المياه الديناميكي، وفي حالة الآبار المتدفقة ذاتياً يكون المنسوب المتحرك هو المنسوب الذي تتدفق عنده المياه (خليل، مصدر سابق).

يرتبط تباين المناسيب المتحركة في منطقة البحث بمقدار التغذية السطحية للمياه الجوفية فضلاً عن مقدار الضخ المائي من الآبار، حيث يتراوح بين (0 م) في بئر (W 26) كادنى مستوى مائي متحرك إلى (126 م) في بئر (W 32) كأقصى مستوى مائي متحرك، ولإعطاء صورة أفضل عن هذه التباينات المكانية للمناسيب المتحركة تمَّ نمذجة هذه المناسيب إلى خمس فئات كما يظهر في الجدول (7) والخريطة (8) وعلى النحو التالي :

أ – الفئة الأولى : يبلغ منسوبها (25 م) فأقل، ويبلغ عدد آبارها (12) بئراً بنسبة (36.36 %) من عدد العينات، وتشغل مساحة تبلغ (127.98 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (11.4 %) من مساحة منطقة البحث، وتظهر بشكل خاص في الأجزاء الجنوبية والشمالية الغربية من منطقة البحث.

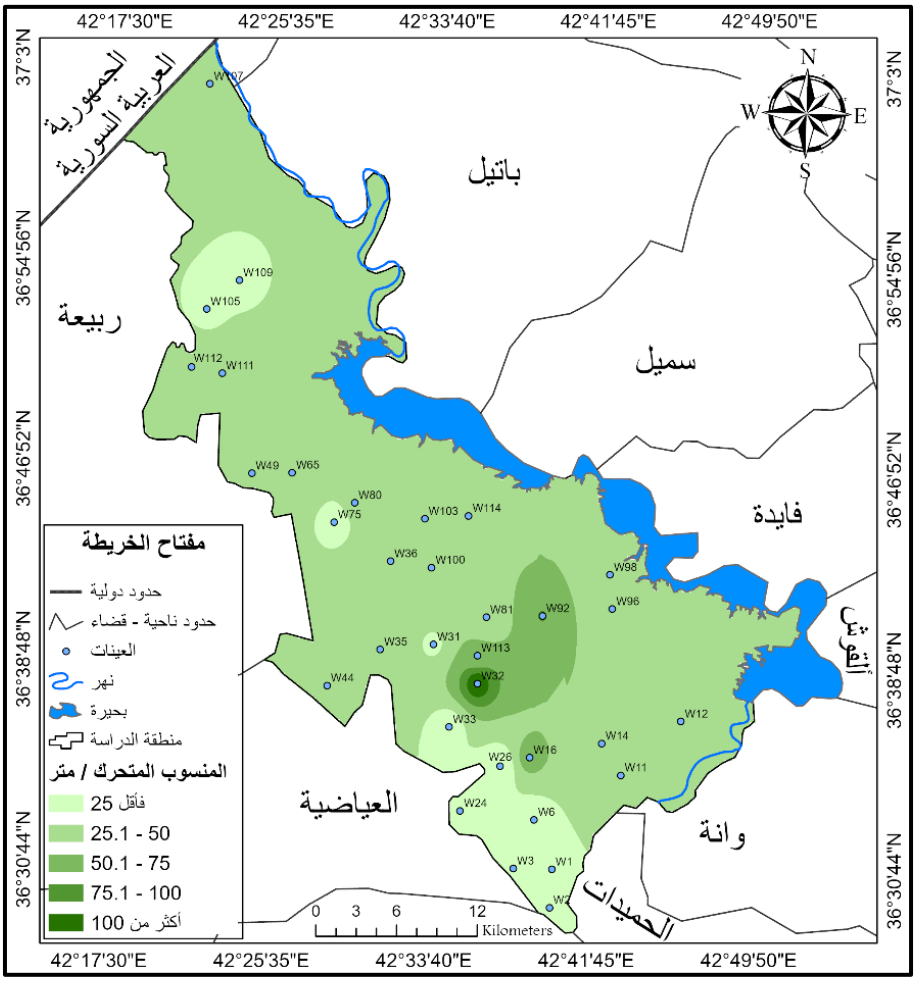
ب – الفئة الثانية : تتراوح بين (25.1 – 50 م)، وتحتوي على أكبر عدد من الآبار بحيث يصل عددها إلى (17) بئراً وبنسبة (51.52 %) من أعداد العينات الكلي، وتحتل أكبر مساحة في المنطقة تصل إلى (920.72 كم$^2$)، لتشكل نسبة (82 %) من مساحة منطقة البحث الكلية.

ت – الفئة الثالثة : تتراوح بين (50.1 – 75 م) عن سطح الأرض، ويبلغ عدد آبارها بئرين بنسبة (6.06 %) من أعداد العينات الكلي، تغطي مساحة تبلغ (66.53 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (5.93 %) من مساحة منطقة البحث.

ث – الفئة الرابعة : تتراوح بين (75.1 – 100 م) عن سطح الأرض، ويبلغ عدد آبارها بئر واحدة فقط، أي مانسبته (3.03 %) من مجموع أعداد العينات، وتحتل مساحة قليلة لاتتعدى (5.19 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (0.46 %) من مساحة منطقة البحث.

ج – الفئة الخامسة : يبلغ منسوبها أكثر من (100 م) عن سطح الأرض، ويبلغ عدد آبارها بئر واحدة مناصفةً مع سابقتها لتشكل نسبة (3.03 %) من أعداد العينات، وتشغل مساحة تبلغ (2.35 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (0.21 %) من مساحة منطقة البحث، وبناءً على ذلك تعد هذه الفئة بالإضافة إلى سابقتها من أقل الفئات من حيث المساحة وعدد الآبار.

الخريطة (8) النمذجة المكانية لمناسيب المياه المتحركة لآبار منطقة البحث




المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على النموذج (IDW) وباستخدام برنامج Arc Gis Pro.

الجدول (7) فئات مناسيب المياه المتحركة للآبار وأعدادها في منطقة البحث

| ت | المنسوب المتحرك / متر | المساحة / كم$^2$ | النسبة % | عدد الآبار | النسبة % |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 25 فأقل | 127.98 | 11.40% | 12 | 36.36% |
| **2** | 25.1 – 50 | 920.72 | 82.00% | 17 | 51.52% |
| **3** | 50.1 – 75 | 66.53 | 5.93% | 2 | 6.06% |
| **4** | 75.1 – 100 | 5.19 | 0.46% | 1 | 3.03% |
| **5** | أكثر من 100 | 2.35 | 0.21% | 1 | 3.03% |
| **المجموع** | | **1122.77** | **100.00%** | **33** | **100.00%** |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على مخرجات الخريطة (8)

**2 – 2 – 3 : سطح الانخفاض (الهبوط المائي)**

يقصد به الفرق بين منسوب الماء الثابت والمنسوب المتحرك والذي يتم الحصول عليه بعد عملية سحب المياه من الآبار(خليل، المصدر نفسه)، يعد الهبوط المائي مقياساً لتحديد مدى قابلية الخزان الجوفي على تجهيز المياه ومقدار تصريفه، فضلاً عن معرفة أحجام المضخات اللازمة للآبار الجوفية، مما ينعكس على المخططات التنموية في المستقبل والذي يتوقف بالأساس على كميات المياه المتاحة للاستخدامات المختلفة (الفهداوي، 2020). يتباين مستويات الانخفاض المائي في منطقة البحث بين (0 م) في بئر (W 26) كادنى مستوى هبوط مائي إلى (93 م) في بئر (W 32) كأقصى هبوط مائي، ومن أجل إبراز هذه الظاهرة بشكل تفصيلي تمَّ تصنيفها إلى فئات وكما يأتي :

أ – الفئة الأولى : يبلغ مستوى الهبوط المائي فيها (15 م) فأقل، وأنَّ أكبر عدد من الآبار يعود إلى هذه الفئة، حيث يبلغ عدد آبارها (17) بئر لتشكل نسبة (51.52 %) من أعداد الآبار المنتخبة في المنطقة، وتشغل مساحة تبلغ (305.37 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (27.2 %) من مساحة منطقة البحث.

ب – الفئة الثانية : تتراوح بين (15.1 – 30 م)، ويبلغ عدد آبارها (11) بئراً وبنسبة (33.33 %) من مجموع العينات الكلي، وتشغل أكبر مساحة من منطقة البحث، إذ تبلغ (748.13 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (66.63 %) من مساحة المنطقة.

ت – الفئة الثالثة : تتراوح بين (30.1 – 45 م)، ويبلغ عدد آبارها (3) آبار بنسبة (9.09 %) من إجمالي أعداد العينات ، وتشغل مساحة تبلغ (55.38 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (4.93 %) من مساحة منطقة البحث.

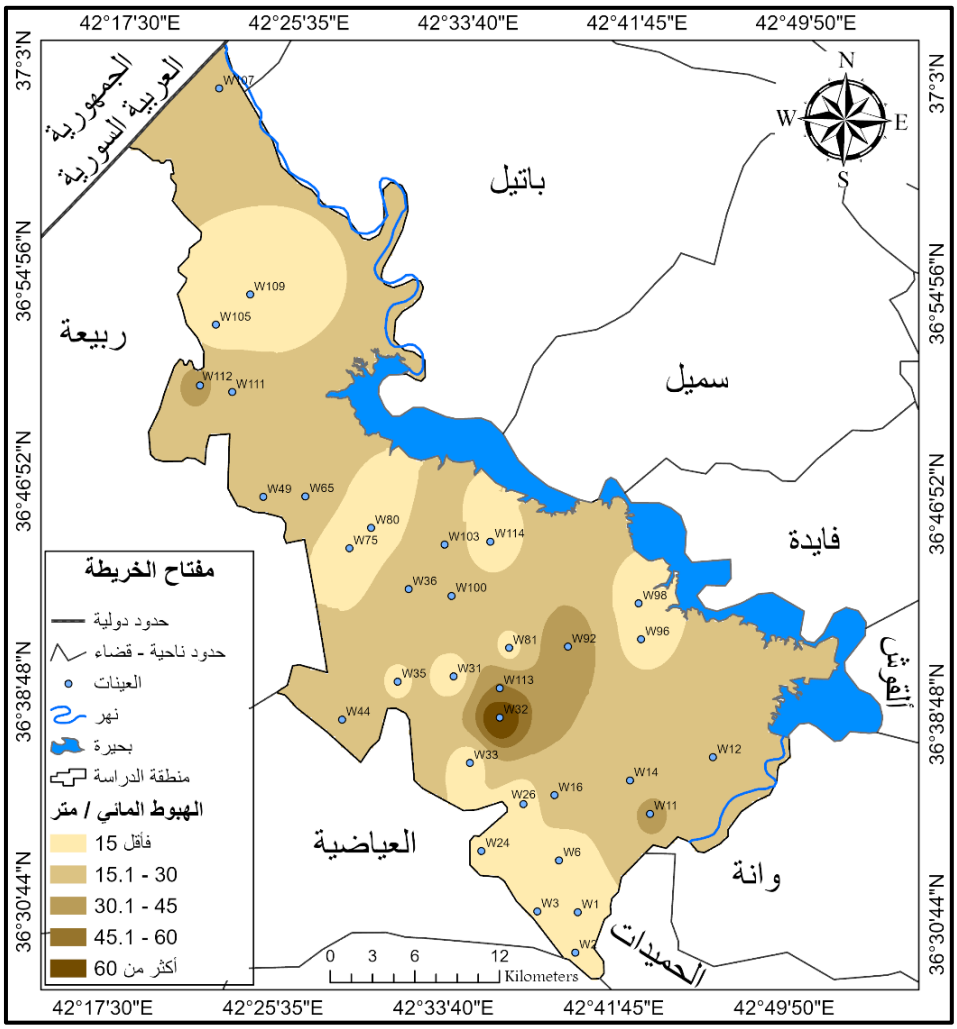
ث – الفئة الرابعة : تتراوح بين (45.1 – 60 م)، ويبلغ عدد آبارها بئر واحدة بنسبة (3.03 %) من مجموع أعداد العينات ، وتشغل مساحة تبلغ (8.95 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (0.8 %) من مساحة منطقة البحث.

ج – الفئة الخامسة : يصل مستوى هبوطها المائي إلى أكثر من (60 م) ، ويبلغ عدد آبارها بئر واحدة وهي بئر (W 32) لتشكل نسبة (3.03 %) من إجمالي أعداد العينات في المنطقة، وتشغل مساحة تبلغ (4.94

كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (0.44 %) من مساحة منطقة البحث، وبذلك تعد هذه الفئة إلى جانب سابقتها من أقل الفئات توسعاً وتسجيلاً للآبار.

من خلال ماسبق نلاحظ بأنَّ مستويات الهبوط الدنيا المتمثلة بأقل من (15 م) شكلت أكثر من (51 %) من أعداد الآبار المنتخبة في منطقة البحث، وهذا مؤشر جيد يوحي بأنَّ المناسيب المائية الجوفية لا تتغير بشكل كبير عند الضخ من الآبار مما يشجع على استثمارها في المستقبل، أمَّا عن التباينات المكانية لقيم الهبوط المائي للآبار في المنطقة فيمكن إرجاعها إلى تباين في مقدار التغذية السطحية بين تلك الآبار.

الخريطة (9) النمذجة المكانية لمستويات الهبوط المائي لآبار منطقة البحث




المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على النموذج (IDW) وباستخدام برنامج Arc Gis Pro.

الجدول (8) فئات مستويات الهبوط المائي للآبار وأعدادها في منطقة البحث

| ت | الهبوط المائي/ متر | المساحة / كم$^2$ | النسبة % | عدد الآبار | النسبة % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15 فأقل | 305.37 | 27.20 | 17 | 51.52 |
| 2 | 15.1 – 30 | 748.13 | 66.63 | 11 | 33.33 |
| 3 | 30.1 – 45 | 55.38 | 4.93 | 3 | 9.09 |
| 4 | 45.1 – 60 | 8.95 | 0.80 | 1 | 3.03 |
| 5 | أكثر من 60 | 4.94 | 0.44 | 1 | 3.03 |
| **المجموع** | | **1122.77** | **100** | **33** | **100** |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على مخرجات الخريطة (9)

**2 – 3 : الإنتاجية (التصريف المائي)**

يقصد بالإنتاجية كمية المياه المنتجة من البئر خلال فترة زمنية معينة والتي يتم إحتسابها سواءً بالضخ أو التدفق الحر وعادةً ماتقاس بمعدل الضخ لتر/ ثانية (الكبيسي، 2021). يتراوح الطاقة الإنتاجية للآبار في منطقة البحث بين (1 لتر/ ثا)، كأدنى طاقة إنتاجية وذلك ضمن الآبار (11 W – 33 W) إلى (15 لتراً/ ثا) كأعلى طاقة إنتاجية في بئر (49 W)، وللتعرف على كيفية توزيعها المكاني ضمن حدود منطقة البحث صنفت إلى خمس فئات كما في الجدول (9) والخريطة (10) وعلى النحو التالي:

أ – الفئة الأولى : يقدَّر إنتاجيتها بـ (4 لترات/ ثا) فأقل، ويلاحظ من الجدول (9) بأنَّ أكبر عدد من آبار المنطقة تقع ضمن هذه الفئة، حيث يبلغ عددها (19) بئر وبنسبة (57.58 %) من مجموع أعداد العينات الكلي، وتتركز في الأجزاء الوسطى والشمالية الغربية من منطقة البحث، وتغطي مساحة تصل (453.61 كم$^2$)، لتشكل نسبة (40.40 %) من مساحة المنطقة.

ب – الفئة الثانية : تتراوح بين (4.1 – 7 لترات/ ثا)، يبلغ عدد آبارها (7) آبار وبنسبة (21.21 %) من إجمالي أعداد العينات والبالغة (33)عينة، وتحتل أكبر مساحة من منطقة البحث إذ تبلغ مساحتها (549.45 كم$^2$)، وبنسبة (48.94 %) من مساحة المنطقة، وتبرز بشكل ملحوظ في المناطق القريبة من نهر دجلة وبحيرة سد الموصل.

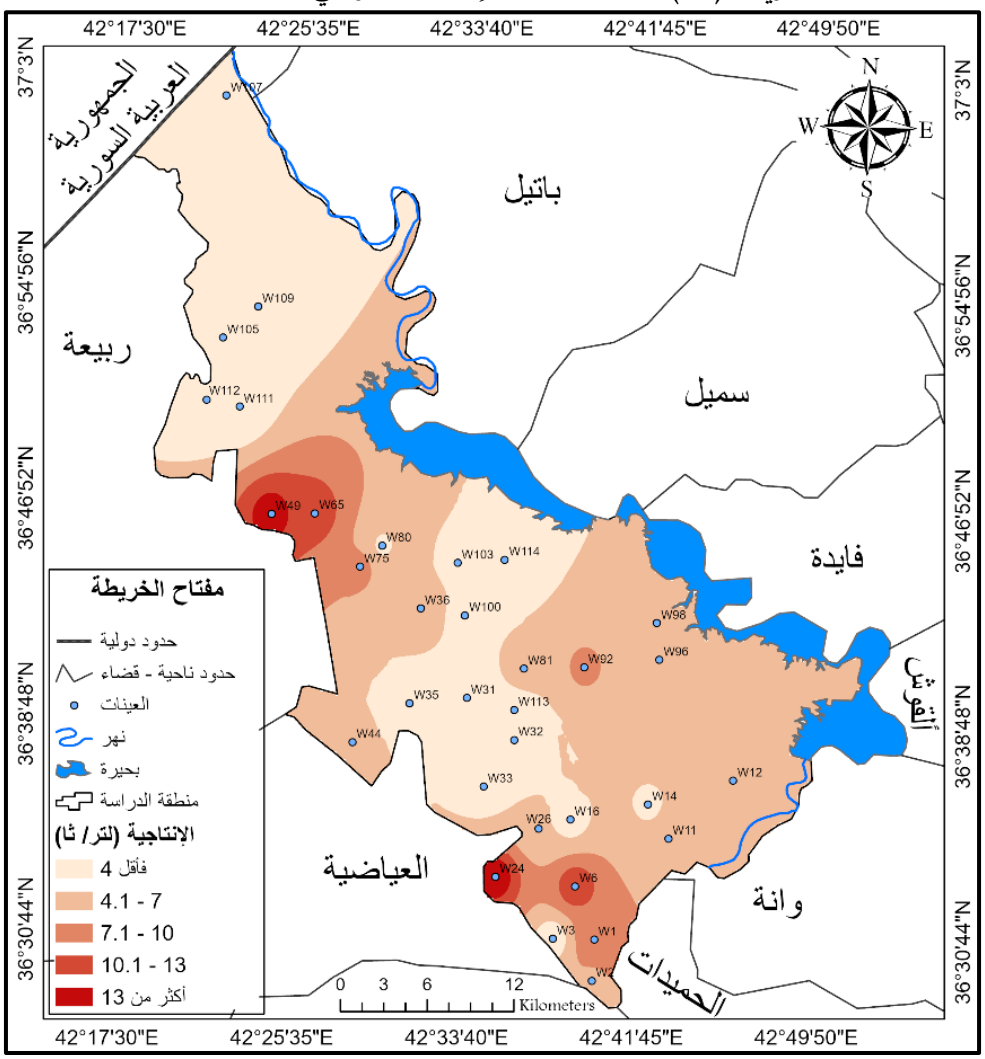
ت – الفئة الثالثة : تتراوح بين (7.1 – 10 لترات/ ثا)، يبلغ عدد آبارها (3) آبار وبنسبة (9.09 %) من مجموع أعداد العينات، وتشغل مساحة تبلغ (81.71 كم$^2$)، وبنسبة (7.28 %) من مساحة منطقة البحث.

ث – الفئة الرابعة : تتراوح بين (10.1 – 13 لتراً/ ثا)، يبلغ عدد آبارها بئرين بنسبة (6.06 %) من عدد الآبار الكلي، تشغل مساحة تبلغ (28.78 كم$^2$)، وبنسبة (2.56 %) من مساحة منطقة البحث.

ج – الفئة الخامسة : تقدَّر إنتاجيتها بأكثر من (13 لتراً/ ثا)، يبلغ عدد آبارها كما في سابقتها بئرين وبنسبة (6.06 %) من عدد العينات، تغطي مساحة قليلة جداً لا تتعدى (9.22 كم$^2$)، لتشكل بذلك نسبة (0.82 %)

من مساحة منطقة البحث، وبذلك تعد من أقل الفئات في منطقة البحث انتشاراً وأقلها تركزاً بالآبار إلى جانب سابقتها.

الخريطة (10) النمذجة المكانية لإنتاجية الآبار في منطقة البحث




المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على النموذج (IDW) وباستخدام برنامج Arc Gis Pro.

الجدول (9) فئات إنتاجية الآبار وأعدادها في منطقة البحث

| ت | الإنتاجية / لتر/ ثا | المساحة/ كم$^2$ | النسبة % | عدد الآبار | النسبة % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 فأقل | 453.61 | 40.40 | 19 | 57.58 |
| 2 | 4.1 – 7 | 549.45 | 48.94 | 7 | 21.21 |
| 3 | 7.1 – 10 | 81.71 | 7.28 | 3 | 9.09 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **4** | 10.1 – 13 | 28.78 | 2.56 | 2 | 6.06 |
| **5** | أكثر من 13 | 9.22 | 0.82 | 2 | 6.06 |
| | **المجموع** | **1122.77** | **100** | **33** | **100** |

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على مخرجات الخريطة (10)

**الاستنتاجات**

1 – يوجد في منطقة البحث (115) بئراً آلياً و (9) عيون منتشرة في عموم منطقة البحث.

2 – يتباين توزيع المياه الجوفية مكانياً في منطقة البحث، وتعد مقاطعة عسيلة الأكثر تسجيلاً لعدد الآبار المحفورة وبواقع (22) بئر من مجموع الآبار الكلي في المنطقة، أمَّا مقاطعة عين زالة شركة فتعد الأكثر تسجيلاً لعدد العيون وبواقع (3) عيون من مجموع العيون الكلي في المنطقة.

3 – تتراوح أعماق آبار المياه في منطقة البحث بين (60 م) فأقل إلى (165 م) فأكثر، وأنَّ (16) بئراً من أصل (33) لاتتجاوز أعماقها (60 م)، أي أنّ (48.5 %) من آبار المنطقة تكون سطحية.

4 – تصل مناسيب المياه الثابتة الدنيا في المنطقة إلى أقل أو يساوي (7 م)، بينما تصل العليا إلى أكثر من (28 م).

5 – تقدر أدنى مستويات المياه المتحركة في المنطقة بأقل أو يساوي (25 م)، في حين تبلغ أعلى المستويات أكثر من (100 م).

6 – تتعرض مناسيب مياه أغلب الآبار في منطقة البحث لعمليات الهبوط المائي، حيث تراوحت القيم بين أقل أو يساوي (15 م) إلى أكثر من (60 م)، مما يشير إلى عدم التوازن بين معدل السحب ومعدل التغذية الطبيعية للمياه.

7– تتراوح إنتاجية الآبار في المنطقة بين أقل أو يساوي (4 لترات/ ثا) وذلك ضمن (19) بئراً إلى أكثر من (13 لتراً/ ثا) في (2) بئر فقط، مما يعني أنَّ (57.5 %) من أعداد العينات الكلي ذات إنتاجية منخفضة لاتزيد عن (4 لترات/ ثا).

8 – للتكوين الجيولوجي ونوعية الصخور أثر في تباين المياه الجوفية في المنطقة، إذ نجد تكوينات التربة المتبقية التي تتكون من صخور رملية من أكثر التكوينات في منطقة البحث من حيث عدد الآبار المحفورة فيها، ويعود ذلك إلى انتشارها الواسع ونفاذيتها العالية، حيث بلغ عدد آبارها (85) بئراً وبنسبة (73.91 %) من عدد الآبار الكلي، بالإضافة إلى وقوع (3) عيون ضمنها، أمَّا تكوين أفانة والفرات فقد جاءت خالية من الآبار بسبب نطاقهما الضيق ونوعية صخورهما التي تتكون من الحجر الجيري الذي يكثر فيه التكهفات بسبب عمليات الإذابة الكبيرة، مما يجعل من عملية تخزين المياه أمراً صعباً.

9 – يبرز أثر العامل التضاريسي بشكل ملحوظ على مناسيب الآبار وتوزيعها المكاني في منطقة البحث، إذ نلاحظ انتشار الآبار بشكل واضح في المناطق التي لاتزيد ارتفاعها عن (500 م) فوق مستوى سطح البحر، كما أنَّ المناسيب المرتفعة للمياه ترتبط بعامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر.

10 – ساهم استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وخاصةً أدوات التحليل المكاني مثل (IDW) في الكشف الدقيق عن أنماط التباين المكاني للمياه الجوفية، وتحديد النطاقات الأكثر كفاءةً مائياً، والتي يمكن الاعتماد عليها في عمليات الاستثمار والتخطيط المستقبلي.

**قائمة المصادر والمراجع :**


- الجاف، جوان سمين أحمد، (2011)، المياه الجوفية في محافظة السليمانية واستثمارها (أطروحة دكتوراه غير منشورة)، جامعة بغداد.
- الشاعر، جهاد علي، (2003)، علم المياه (الهيدرولوجيا)، (الطبعة 3)، منشورات جامعة دمشق، سوريا.
- العلي، محمد زياد فتحي، (2017)، دليل الباحث عن المياه الجوفية، دار أمجد للنشر والتوزيع، المملكة الأردنية الهاشمية.
- الفهداوي، عمار ياسين عواد صالح، (2020)، تحليل جغرافي للمياه الجوفية في قضاء الرطبة وإمكانية استثمارها (أطروحة دكتوراه غير منشورة)، جامعة الأنبار.
- الكبيسي، سارة عبدالله خلف سرحان، (2021)، تحليل جغرافي لخصائص المياه الجوفية في قضاء هيت وإمكانية استثمارها (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة الأنبار.
- الكربولي، علي سليمان إرزيك عباس، (2017)، تقييم الخصائص النوعية للمياه الجوفية وأثره في الاستخدامات البشرية في قضاء كركوك (أطروحة دكتوراه غير منشورة)، جامعة الأنبار.
- المحسن، إسباهية يونس، (2013)، جيومورفولوجيا أشكال سطح الأرض، العلاء للنشر والطباعة، الموصل.
- ثامر، محمد بهجت، (2014)، التباين المكاني للمياه الجوفية في سهل السليفاني وإمكانية استثمارها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (أطروحة دكتوراه غير منشورة)، جامعة بغداد.
- خليل، محمد أحمد السيد، (2005) ، المياه الجوفية والآبار، (الطبعة 2)، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة.
- علي، عثمان عبدالرحمن، (2014)، المياه الجوفية في قضاء كلار وإمكانية التوسع في استثمارها(رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة بغداد.
- كستاني، جليبر، (1993)، مبادئ وطرق الهيدرولوجيا، ترجمة (علي الدينا)، ديوان المطبوعات الجامعية. الجزائر.

**Bibliography of Arabic References (Translated toEnglish)**


- Al-Jaf, Joan Samin Ahmed, (2011), Groundwater in Sulaymaniyah Governorate and its Investment (unpublished doctoral dissertation), University of Baghdad.
- Al-Shaer, Jihad Ali, (2003), Hydrology (3rd ed.), Damascus University Publications, Syria.
- Al-Ali, Muhammad Ziad Fathi, (2017), A Guide for Groundwater Researchers, Amjad Publishing and Distribution House, Hashemite Kingdom of Jordan.
- Al-Fahdawi, Ammar Yassin Awad Saleh, (2020), A Geographical Analysis of Groundwater in Rutba District and the Possibility of Its Investment (unpublished doctoral dissertation), University of Anbar.
- Al-Kubaisi, Sara Abdullah Khalaf Sarhan, (2021), A Geographical Analysis of Groundwater Characteristics in Hit District and the Possibility of Its Investment (unpublished master's thesis), University of Anbar.
- Al-Karbouli, Ali Sulaiman Erzik Abbas, (2017), Evaluation of the Qualitative Characteristics of Groundwater and Its Impact on Human Uses in Kirkuk District (Unpublished PhD Thesis), University of Anbar.
- Al-Mohsen, Isbahiya Younis, (2013), Geomorphology of Landforms, Al-Alaa Publishing and Printing, Mosul.
- Thamer, Muhammad Bahjat, (2014), Spatial Variation of Groundwater in the Sulayfani Plain and the Possibility of Its Investment Using Geographic Information Systems (Unpublished PhD Thesis), University of Baghdad.
- Khalil, Muhammad Ahmad Al-Sayyid, (2005), Groundwater and Wells, (2nd Edition), Dar Al-Kotob Al-Ilmiyyah for Publishing and Distribution, Cairo.
- Ali, Othman Abdulrahman, (2014), Groundwater in Kalar District and the Possibility of Expanding Its Investment (Unpublished Master's Thesis), University of Baghdad.
- Kastani, Gelber, (1993), Principles and Methods of Hydrology, translated by (Ali Al-Dina), University Publications Office, Algeria.