African Journal of Advanced Studies in Humanities and Social Sciences (AJASHSS)
المجلة الإفريقية للدراسات المتقدمة في العلوم الإنسانية والاجتماعية
Online-ISSN: 2957-5907
Volume 4, Issue 4, 2025
Page No: 432-454
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajashss/index
Arab Impact factor 2024: 0.81 **SJIFactor 2024: 6.856** **ISI 2025: 1.191**

The groundwater crisis in Sabha: An Analytical Study of Aquifer Depletion and Water Quality Deterioration

Mabroka Mohamed Daw Mohamed *
Department of Geography, Faculty of Art, University of Sabha

أزمة المياه الجوفية في مدينة سبها: دراسة تحليلية لاستنزاف المخزون وتدهور النوعية

مبروكة محمد ضو محمد *
قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة سبها، ليبيا

*Corresponding author: mabr.mohamed6@sebhau.edu.ly

Received: August 15, 2025	Accepted: October 19, 2025	Published: October 28, 2025

Abstract:
The city of Sabha, located in southwestern Libya, is one of the areas that relies mainly on groundwater to meet the needs of its more than 400,000 inhabitants. The city faces major challenges in the form of increasing depletion because of excessive pumping from artesian wells, declining groundwater levels due to insufficient natural recharge and high consumption rates, and deteriorating water quality due to pollution from agricultural and industrial leaks and the lack of sustainable water resource management, leading to poor distribution of consumption between the domestic and agricultural sectors. This study aimed to analyze the status of groundwater in Sabha by studying the physical characteristics of the area and assessing the impact of natural and human factors on groundwater consumption in the city of Sabha. The study used a descriptive, inductive, analytical and statistical approach, using Geographic Information Systems (ArcView) GIS technology for spatial analysis. The results of the study revealed a serious water crisis in Sabha, where the aquifer system is suffering from accelerated depletion at a rate of 2-3 meters per year in water levels due to excessive pumping that exceeds the natural recharge capacity by more than 99%. This problem is further exacerbated by the deterioration of water quality, with 85% of wells showing chemical or bacterial contamination, and salinity and hardness levels exceeding international standards, posing a threat to public health and limiting the suitability of water for agricultural use. Urban and random expansion has also contributed to a 40% reduction in natural recharge areas, while oasis agriculture has consumed 65% of water due to the use of inefficient irrigation methods. These challenges are exacerbated by the absence of a modern monitoring system after 2011, which hinders sustainable planning for this vital resource. The study concludes that there is an urgent need to implement an immediate strategy that includes updating monitoring systems, imposing strict controls on well drilling, and transferring modern irrigation technologies to avoid the collapse of the region's water system.

Key words: Groundwater, depletion of water resources, deterioration of water quality, Sabha, geographic information systems.

الملخص
تعتبر مدينة سبها، الواقعة في جنوب غرب ليبيا، واحدة من المناطق التي تعتمد بشكل رئيسي على المياه الجوفية لتلبية احتياجات سكانها الذين يتجاوز عددهم 400 ألف نسمة. وتواجه المدينة تحديات كبيرة تتمثل في الاستنزاف المتزايد نتيجة الضخ الجائر من الآبار الارتوازية، تراجع مناسيب المياه الجوفية بسبب قلة التغذية الطبيعية وارتفاع معدلات الاستهلاك، تدهور جودة المياه بسبب التلوث الناتج عن التسربات الزراعية والصناعية وعدم وجود إدارة مستدامة للموارد المائية، مما يؤدي إلى سوء توزيع الاستهلاك بين القطاعات المنزلية والزراعية. هدفت هذه الدراسة إلى تحليل الوضع الراهن للمياه الجوفية في سبها من خلال دراسة الخصائص الفيزيائية للمنطقة وتقييم أثر العوامل الطبيعية والبشرية، على استهلاك المياه الجوفية في مدينة سبها. استخدمت الدراسة نهجًا وصفيًا استقرائيًا وتحليليًا وإحصائيًا، مع استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية *GIS (ArcView)* للتحليل المكاني. كشفت نتائج الدراسة عن أزمة مائية خطيرة في سبها، حيث يعاني النظام

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الجوفي من استنزاف متسارع بمعدل 2-3 أمتار سنوياً في مناسيب المياه بسبب الضخ الجائر الذي يتجاوز قدرة التغذية الطبيعية بأكثر من 99%. وتفاقم هذه المشكلة مع تدهور جودة المياه، حيث أظهر 85% من الآبار تلوثاً كيميائياً أو بكتيرياً، مع ارتفاع مستويات الملوحة والعسر لتتجاوز المعايير الدولية المسموح بها مما يشكل خطراً على الصحة العامة ويحد من صلاحية المياه للاستخدامات الزراعي. كما أسهم التوسع العمراني والعشوائي في تقليص مساحات التغذية الطبيعية بنسبة 40%، بينما استهلكت الزراعة الواحية 65% من المياه بسبب استخدام أساليب ري غير فعالة. وتعمق هذه التحديات غياب نظام مراقبة حديث بعد عام 2011، مما يعوق التخطيط المستدام لهذا المورد الحيوي. تخلص الدراسة إلى الحاجة الماسة لتطبيق إستراتيجية عاجلة تشمل تحديث أنظمة المراقبة، وفرض ضوابط صارمة على حفر الآبار، ونقل التقنيات الحديثة في الري لتجنب انهيار النظام المائي في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: المياه الجوفية، استنزاف الموارد المائية، تدهور جودة المياه، سبها، نظم المعلومات الجغرافية.

المقدمة

تُعد المياه الجوفية من أهم مصادر المياه العذبة في العالم، وتلعب دوراً حيوياً في تلبية احتياجات الشرب والزراعة والصناعة، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تعاني من ندرة الموارد المائية السطحية. في ليبيا، التي تقع ضمن النطاق الصحراوي الجاف، تعتمد البلاد بشكل شبه كلي على المياه الجوفية، وقد أدى الاعتماد الكبير على نظام النهر الصناعي، الذي يعتمد على استخراج المياه من الأحواض الجوفية العميقة مثل حوض الكفرة وسرير، إلى استنزاف متسارع لهذه المصادر تعتبر مدينة سبها، الواقعة في جنوب غرب ليبيا، واحدة من المناطق التي تعتمد بشكل رئيسي على المياه الجوفية لتلبية احتياجات سكانها الذين يتجاوز عددهم 400 ألف نسمة. وتواجه المدينة تحديات كبيرة تتمثل في الاستنزاف المتزايد نتيجة الضخ الجائر من الآبار الارتوازية، تراجع مناسيب المياه الجوفية بسبب قلة التغذية الطبيعية وارتفاع معدلات الاستهلاك، تدهور جودة المياه بسبب التلوث الناتج عن التسربات الزراعية والصناعية وعدم وجود إدارة مستدامة للموارد المائية، مما يؤدي إلى سوء توزيع الاستهلاك بين القطاعات المنزلية والزراعية.

مشكلة الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الواقع الحالي للمياه الجوفية في سبها من خلال دراسة الخصائص الطبيعية للمنطقة، وتقييم أثر العوامل الطبيعية والبشرية على استنزاف هذا المورد. كما سيتضمن البحث إحصاءات حول عدد الآبار وأعماقها، وتحليل بيانات استهلاك المياه. من خلال هذه الدراسة، سيتم تسليط الضوء على أخطار استمرار الاستنزاف للمياه الجوفية في سبها، وتقديم توصيات قد تساعد في وضع سياسات مستدامة لضمان الأمن المائي للأجيال القادمة.

تساؤلات الدراسة

1. هل اثرت الخصائص الطبيعية والبشرية في مدينة سبها على استهلاك المياه الجوفية؟
2. هل أثر عدد الابار وعمقها على استهلاك المياه الجوفية في مدينه سبها؟
3. هل لاستهلاك المياه دور كبير في تغير منسوب المياه الجوفية في مدينه سبها؟

اهداف الدراسة

1. معرفة الخصائص الطبيعية والبشرية المؤثرة على المياه الجوفية في مدينة سبها.
2. تحليل عدد الابار وأعماقها في مدينه سبها.
3. تقييم أثر استهلاك المياه على استنزافها في مدينة سبها.

فروض الدراسة

1. للعوامل الطبيعية والبشرية أثر كبير على استنزاف المياه الجوفية في مدينة سبها
2. لعدد الابار واعماقها أثر سلبي كبير في استنزاف المياه الجوفية في مدينة سبها.
3. لا يؤثر استهلاك المياه في مدينة سبها على حفض منسوب المياه في الابار الجوفية.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

أهمية البحث

الأهمية العلمية

تتمثل في ابراز أهمية الجانب التطبيقي لعلم الجغرافيا في تخصص جغرافية المياه وزيادة الأبحاث الجغرافية في هذا المجال.

الأهمية العملية

تكمن الأهمية العملية لهذه الدراسة في إمكانية تطبيقه النتائج، المقترحات، والتوصيات التي ستخرج بها هذه الدراسة في التخطيط والتنمية المكانية لمنطقة الدراسة.

منهجية البحث

1. المنهج الوصفي: يعتمد على وصف ظاهرة الدراسة.
2. المنهج التحليلي: عن طريق تحليل البيانات والمعلومات المتحصل عليها من الدراسة بعد جمعها واستخدام هذا المنهج في فصول البحث.
3. المنهج الاحصائي: ينقسم الى جزئين

- الأسلوب الاحصائي: الذي استخدم فيه المتوسطات الحسابية والنسب المئوية والاشكال البيانية وغيرها في تحليلها.
- الأسلوب التقني: تم تطبيقه بواسطة برنامج Arc View (GIS)

الإطار الزمني والمكاني

- الإطار الزمني: الحدود الزمنية لهذه الدراسة تمتد بين 2011-2025.
- الإطار المكاني: من خلال هذا الإطار فقد تم تحديد الموقع الجغرافي والفلكي لمدينة سبها.

الدراسات السابقة

1. دراسة نافع حسن ميدون، شوقي شحدة أحمد ناصر، 2024 هدفت الدراسة الى تحليل التباين المكاني لخصائص مياه بعض الآبار بمدينة سبها جنوب ليبيا، أخذت من عدد (16) بئرا بنسبة 17.8 % من إجمالي (90) بئرا بالمدينة. لوحظ من النتائج وجود تلوث كيميائي لبعض العناصر منها معدل الأملاح، الذائبة الكلية الذي بلغ أعلاه في بئر عبد الكافي 3721 ملجم /لتر، وبئر مسجد أم القرى 3574.1 ملجم /لتر، وال ع سْ ر الكلي الذي سجل أعلى قيمة في مياه بئر عبد الكافي 1136 ملجم /لتر، يليه بئر الطرابلسية 680.6 ملجم /لتر، وبذلك فقد تجاوز الحد المسموح به حسب المواصفات القياسية الليبية. بينت نتائج التحليل الكيميائي الاختلافات المكانية لخصائص مياه الآبار بالمدينة كما تبين أن مياه الآبار في المناطق الشرقية من المدينة أكثر جودة من مياه آبار غرب المدينة وشمالها الغربي، سواء في مجموع الأملاح الذائبة أو في العشر الكلي. دعمت هذه الدراسة الحالية بعرض تقييم لبعض الابار في منطقة الدراسة.
2. الدراسة التي قدمها أحمد علي محمد، فاطمة عبد الله الزوي (2021) بعنوان تقييم الموارد المائية الجوفية في الجنوب الليبي: حالة دراسة - منطقة وادي الشاطئ. حللت هذه الدراسة التغير في مناسيب ونوعية المياه الجوفية في حوض وادي الشاطئ المجاور لسبها. أظهرت النتائج انخفاضًا ملحوظًا في مناسيب المياه بلغ متوسطه 2.5 متر سنويًا على مدى العقد الماضي، مع تزايد ملوحة المياه بسبب الاستنزاف وتداخل مياه الطبقات المالحة. أوصت الدراسة بضرورة إدارة الطلب على المياه وخاصة في القطاع الزراعي. علاقة هذه الدراسة بالدراسة الحالية هيا التركيز المباشر على حوض جوفي مهم في الجنوب الليبي، وتؤكد بياناتها معدلات الاستنزاف والتدهور في نوعية المياه في الحوض وهذا ما اظهرته نتائج الدراسة.
3. الدراسة المقدمة من خالد عمران، سلمى المبروك 2019، بعنوان تلوث المياه الجوفية في منطقة سبها: مصادر وأخطار. ركزت هذه الدراسة على الجانب الكيميائي والبكتريولوجي لتلوث المياه. أخذت عينات من 50 بئرًا منزليًا وزراعيًا في سبها. وجدت أن نسبًا عالية من العينات تتجاوز الحدود المسموح بها للنيترات والكلوريد والعناصر الثقيلة، مع وجود تلوث بكتيري (إشريكية قولونية) في آبار ذات

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تصميم غير صحي. عزت الدراسة المصادر الرئيسية إلى التسرب من خزانات الصرف الصحي والممارسات الزراعية غير الرشيدة (الأسمدة والمبيدات). قدمت هذه الدراسة دليلاً تجريبيًا مباشرًا على "تدهور جودة المياه بسبب التلوث" ا ، وتحدد نسب التلوث ومصادره بدقة

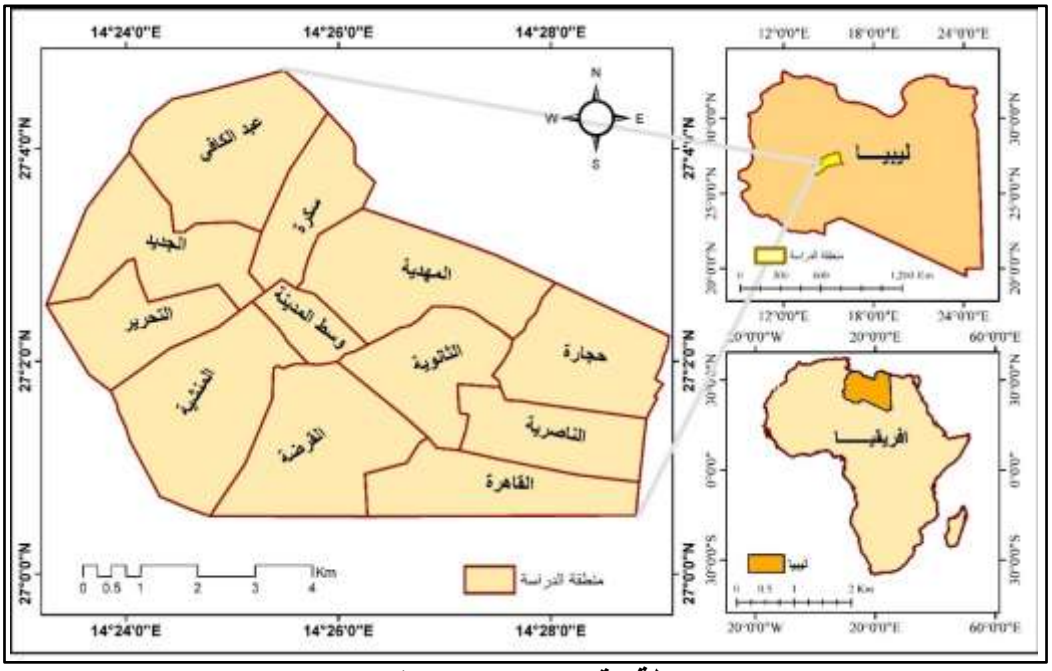
4. دراسة محمد السنوسي الغزالي (2020)، بعنوان استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد التغيرات في الغطاء النباتي واستهلاك المياه في واحات جنوب ليبيا استخدمت الدراسة صور الأقمار الصناعية (Landsat) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحليل التوسع في الرقعة الزراعية حول الواحات في سبها ومرزق بين عامي 2000 و2019. كشفت النتائج عن زيادة مطردة في المساحات المزروعة تعتمد بشكل كلي على المياه الجوفية، مما يضع ضغطًا هائلًا على المخزون غير المتجدد. ربطت الدراسة بوضوح بين هذا التوسع وانخفاض مناسيب المياه. تدعم هذه الدراسة بشكل كمي بيانات التوسع الزراعي في واحات جنوب ليبيا واستنزاف المياه باستخدام (GIS) نظم المعلومات الجغرافية.

الخصائص الطبيعية والبشرية لمنطقة الدراسة

اولاً: الخصائص الطبيعية

الموقع الفلكي والجغرافي

الموقع الفلكي: تقع مدينة سبها بين دائرتين عرض $^{0}27.00$,$^{0}27.7$ شمالا، وبين خطي طول 23-$^{0}14$، 29-$^{0}14$ شرقاً.



خريطة رقم (1) موقع مدينة سبها

المصدر: اعداد الباحثة اعتماداً على مصلحة التخطط العمران و **google earth**

الموقع الجغرافي: تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي من الجنوب الغربي في إقليم فزان، كما هو موضح في الخريطة رقم (1) واحتلت المدينة منذ نشأتها موقعاً متميزاً، فهي عاصمة إقليم فزان، إذا إنها ترتبط جميع تجمعات وقرى الإقليم، ويحد المدينة من الجنوب منطقة غدوة التي تبعد عنها بحوالي 60 كم، ومن الجنوب الغربي تحدها كثبان رملية ومنطقة الأبيض بوادي الحياة ، أما من الجهة الشمالية فتحدها رمال الزلاف التي تفصلها عن منطقة وادي الشاطئ والتي تبعد عنها مسافة 70 كم تقريباً ، أما من جهة الشمال الشرقي تحدها منطقة البوانيس التي تتكون من المناطق التالية ، تمنهنت وتبعد عنها مسافة 30 كم ثم منطقة

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

سمنو بمسافة 60 كم ، ثم الزيغن بمسافة 70 كم وهي مناطق تتبع إدارياً شعبية سبها ، بالإضافة إلى منطقة غدوة. (عبد السلام عكاشة، 2015)

الإطار الجيولوجي والهيدروجيولوجي لمدينة سبها

الموقع الجيولوجي: تقع سبها ضمن حوض مرزق الرسوبي، ويعتمد موردها المائي الحيوي بشكل شبه كامل على النظام الجوفي للحجر الرملي النوبي (NSAS)، وهو أحد أكبر الخزانات الجوفية الأحفورية في العالم.

أولاً: الخزانات الجوفية الرئيسية (Aquifers)

1. النظام الجوفي النوبي (NSAS):

- المكون الرئيسي: تكوين الككله (عصر جوراسي-كريتاسي)، ويتكون من حجر رملي سميك (يصل إلى 1000 م) عالي النفاذية والتخزينية، وهو مصدر المياه الرئيسي في المنطقة.
- مكون ثانوي: تكوين المساك (عصر ديفوني-كربوني) من الحجر الرملي والكونجلوميرات، ويتصل هيدروليكيًا بالككله في بعض المناطق.
- الاستخدام: يُستخرج عبر آبار عميقة (400–1200 م)، وتقدر سعته التخزينية بـ 375,000 كم³ (اليونسكو، 2001)، ولكنه مورد غير متجدد بشكل أساسي.

2. الخزانات الضحلة:

- خزان ما بعد الإيوسين/الحمادة: يتكون من الحجر الجيري والرملي (عصر ميوسيني-بليوسيني) على أعماق أقل من 300 م. معدل تغذيته محدود (<1 ملم/سنويا) ويستخدم للري والشرب محليًا، لكن مخزونه محدود.
- الخزان السطحي (الرباعي): رواسب وادي الآجال، سُمكها أقل من 50 م، وهي معرضة بشدة للتلوث والتدهور. (2002). Thorweihe, U., & Heinl, M

ثانيًا: الطبقات العازلة (Aquitards/Confining Layers)

- تكوين السرير (Sirt Shale): (عصر باليوسين-إيوسين) صخور طينية ومارلية تعمل كـ غطاء إقليمي رئيسي يمنع تسرب المياه من الخزان النوبي.
- تكوين المراده (Maradah Formation): (عصر إيوسين) طبقات من الطين والحجر الجيري الصفحي تفصل بين الخزان النوبي العميق والخزانات الضحلة العلوية، مما يحافظ على ضغطه ويحميه من التلوث. Klitzsch, E., & Squyres, C. H (1990)
- ثالثًا: الديناميكية الهيدروجيولوجية والتحديات
- التغذية والاستنزاف: معدل التغذية الطبيعي ضئيل (<5 ملم/سنويا من الأمطار، و1.5 مليون م³/سنويا من الأودية الموسمية مثل وادي الشاطئ) ولا يعوض سوى <1% من معدل الضخ السنوي الذي يتجاوز 250 مليون م³، مما يؤدي لاستنزاف حاد.
- اتجاه التدفق: تتحرك المياه في الخزان النوبي ببطء (0.5–1.5 م/سنويا) من الجنوب الشرقي (تلال تبستي) نحو شمال غرب سبها. FAO(2006)

التحديات الحرجة:

1. استنزاف غير مستدام: الفجوة الهائلة بين الضخ والتغذية تؤدي لهبوط المناسيب بمعدل 2-3 أمتار سنويًا.
2. تدهور النوعية: تسرب مياه الصرف الصحي والزراعي يلوث الخزان السطحي، بينما يتسبب الضخ الجائر في تداخل المياه المالحة، حيث قفزت ملوحة الخزان النوبي من 500 إلى >1200 جزء في المليون جنوب سبها.
3. تعرية النظام الطبيعي: التوسع العمراني على مجاري الأودية (مثل وادي الشاطئ والتمساح) يعوق عملية التغذية الطبيعية الوحيدة والفعالة للخزان الجوفي.(2004 Alghariani, S. A .

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

من خلال ما سبق يتضح ان النظام الجوفي في سبها يتمتع بقاعدة تخزينية ضخمة لكنها أحفورية وغير متجددة. التفاعل بين هذه البنية الجيولوجية والضغوط البشرية (ضخ جائر، تلوث، عرقلة للتغذية) هو جوهر الأزمة المائية في المنطقة، مما يستدعي إدارة عاجلة لوقف الانهيار الوشيك لهذا المورد الاستراتيجي.

ثالثاً: الخصائص البشرية وأثرها على استنزاف المياه الجوفية

شكّل النمو السكاني المتسارع في سبها (ليبلغ نحو 400 ألف نسمة) والتحوّلات في استخدامات الأرض ضغوطاً غير مسبوقة على الموارد المائية المحدودة في البيئة الصحراوية. يمكن إيجاز الآليات الرئيسية لهذا التأثير على النحو التالي: (محمد الانصاري، 2025)

النمو السكاني والطلب المائي:

- أدى النمو السكاني وعدم الاستقرار الإداري بعد 2011 إلى زيادة مباشرة في الطلب على المياه للاستخدام المنزلي والخدمي (مستشفيات، مدارس، مساجد).
- ساهم الضعف المؤسسي في تراجع الرقابة على حفر الآبار والضخ، مما أدى إلى انتشار الآبار العشوائية والاستنزاف غير المنظم، خاصة من الخزانات الضحلة.

تحوّلات استخدام الأرض وتأثيرها:

- التوسع العمراني: أدى التحضر إلى زيادة الطلب على المياه وتقليص مساحات التغذية الطبيعية للخزان الجوفي بسبب التغطية بالإسفلت والمباني.
- الزراعة الواحية: تستهلك الزراعة التقليدية (كالنخيل والخضروات) نحو 65% من المياه المستخرجة، وذلك بسبب الاعتماد على طرق ري غير فعالة مثل الغمر، مما يسرع من استنزاف المخزون الجوفي.
- الأنشطة الصناعية والتجارية: تسرب الملوثات الكيميائية من الورش ومحطات الوقود، إلى جانب زيادة الضخ لاحتياجات التبريد والعمليات، يهدد جودة المياه ويزيد من الضغط على الخزانات.

تدهور البنية التحتية والإدارة:

- أدى عدم الصيانة وتدهور شبكات التوزيع إلى زيادة الفاقد المائي (بنسبة تصل إلى 40% في بعض المناطق).
- غياب نظام مراقبة فعال بعد 2011 أعاق التخطيط المستدام وساهم في تفاقم الأزمة.

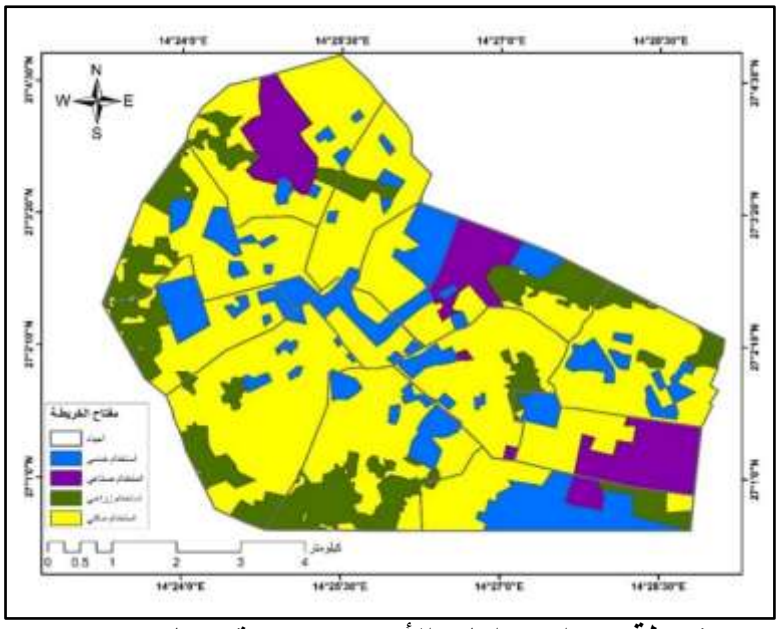
الجدول (1) الآثار المترتبة على الاستنزاف الجائر للمياه الجوفية في مدينة سبها.

الخطر طويل الأمد	النتيجة المباشرة	التأثير
نضوب الخزانات غير المتجددة (مثل النوبي)	انخفاض مناسيب الآبار وجفاف بعضها	استنزاف المخزون
فقدان مصادر الشرب الآمنة	ارتفاع الملوحة والتلوث الكيميائي	تدهور الجودة
تدمير البنية التحتية	انخفاض سطح الأرض	هبوط التربة
تدهور الإنتاجية الزراعية	تراكم الأملاح في الطبقات العليا	تملح التربة

المصدر: تقرير المركز الوطني لبحوث المياه، 2021

باختصار، يعد النمو السكاني وتحولات استخدام الأرض محركاً رئيسياً للأزمة المائية في سبها، حيث تفاقم الضغط على الموارد المحدودة بسبب غياب الإدارة المستدامة والرقابة الفعالة، مما يهدد الأمن المائي والاستقرار البيئي في المنطقة. تشير البيانات المتاحة من مصلحة المياه والصرف الصحي إلى تفاوت كبير في أنماط استهلاك المياه بمدينة سبها، حيث يسيطر القطاع السكني بشكل كبير على الاستخدامات، مُستحوذاً على ما يُقارب 90% من إجمالي الاستهلاك المائي للمدينة كما توضحه الخريطة رقم (2). يُعزى هذا التركيز الكثيف بشكل أساسي إلى الكثافة السكانية العالية والاحتياجات المنزلية اليومية، وهو ما تنعكس أنماطه بوضوح على خريطة استخدامات الأراضي عبر انتشار الوحدات السكنية (مناطق سكنية منظمة وعشوائية).

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



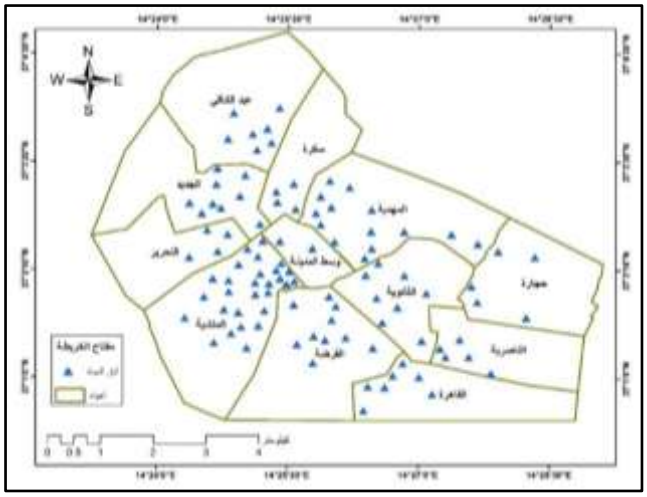
خريطة (2) استخدامات الأرض في مدينة سبها
المصدر: اعداد الباحثة استناداً على بيانات التخطيط العمراني وgoogle earth

في المقابل، لا تتجاوز حصة القطاعات الأخرى مجتمعة 10% من الاستهلاك، وهي موزعة بين قطاع الزراعة وقطاع الصناعة (المنشآت الصناعية الخفيفة والمتوسطة كالورش والمصانع الصغيرة)، وقطاع الخدمات (المؤسسات الحكومية، المدارس، المستشفيات، الفنادق، والمحال التجارية الكبرى). يبرز هذا التوزيع غير المتوازن على خريطة استخدامات الأراضي من خلال المساحات المحدودة نسبياً المخصصة للأنشطة الزراعية المنظمة أو المناطق الصناعية المخصصة مقارنة بالامتداد الواسع للمناطق المأهولة. يُشير هذا الوضع إلى ضغط هائل على الموارد المائية لتلبية الاحتياجات الأساسية للسكان، مع حصة هامشية للأنشطة الاقتصادية والتنموية الأخرى.

التحليل المكاني والكمي للمياه الجوفية في مدينة سبها

اولاً: توزيع الابار الجوفية حسب الاحياء السكنية في مدينة سبها

توضح الخريطة ادناه توزيع الابار داخل الاحياء السكنة في مدينة سبها حسب بيانات مصلحة المياه والصرف الصحي.



الخريطة رقم (3) توزيع الابار الجوفية في مدينة سبها
المصدر: اعداد الباحثة استناداً على بيانات التخطيط العمراني، مصلحة المياه والصرف الصحي و google earth باستخدام arc gis .

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

كما يظهر على الخريطة ان هناك تفاوت مكاني كبير بين توزيع الابار داخل مدينة سبها بين الاحياء السكنية.

أولاً: حي المنشية

تحليل بيانات آبار المياه في حي المنشية: يقدم هذا التحليل دراسة تفصيلية لبيانات آبار المياه في حي المنشية، بناءً على الجدول ادناه الذي يتضمن معلومات عن أسماء الآبار، أعماقها، ومواقعها. يهدف التحليل إلى تحديد الأنماط العامة، وتقييم التوزيع الجغرافي للآبار، وتحليل التباين في أعماقها، واستخلاص النتائج المفيدة لإدارة الموارد المائية في المنطقة.

التحليل الكمي لأعماق الآبار

- أقصى عمق: 150 مترًا (موجود في 9 آبار).
- أقل عمق: 60 مترًا (بئر "حديقة سوق المنشية 2").
- متوسط العمق: ≈ 125.5 مترًا حسابيًا بعد استبعاد القيم المتطرفة مثل البئر 22

التوزيع التكراري للأعماق

كما يمكن تصنيف الآبار بناءً على أعماقها كما يلي:

- آبار عميقة (≤ 140 مترًا): 7 آبار (مثل جامع نور القرآن، طريق طرابلس النخيل).
- آبار متوسطة العمق (100–139 مترًا): 14 بئرًا (مثل مركز شرطة المنشية، حي السلام).
- آبار ضحلة (< 100 مترًا): 3 آبار (أبرزها حديقة سوق المنشية 2 بعمق 60 مترًا).

الانحراف المعياري للأعماق

يبلغ الانحراف المعياري للأعماق ≈ 23.2 مترًا، مما يشير إلى تباين معتدل في الأعماق بين الآبار، ربما بسبب اختلاف الطبقات الجوفية أو أغراض استخدام الآبار.

التحليل الجغرافي (الموقع)

تركيز الآبار في المنشية: جميع الآبار المدرجة تقع في حي المنشية، مما يشير إلى:

- كثافة سكانية عالية، وبالتالي زيادة الطلب على المياه.
- اعتماد كبير على المياه الجوفية كمصدر رئيسي.

مواقع الآبار حسب النشاط البشري

- مناطق تعليمية 7 آبار: هذه الابار تغذي الحي السكني الذي تقع المدرسة في نطاقه (مثل مدارس خالد بن الوليد، سليمان خاطر).
- مناطق دينية 3 آبار: هذه الابار لا تغذي الجامع فقط وانما الحي السكني الذي يقع الجامع في نطاقه (مثل الجامع العتيق، جامع نور القرآن).
- مناطق خدمية 4 آبار: (مثل مركز الشرطة، المطافئ القديمة).
- مناطق سكنية: 5 آبار (مثل حي التحرير، حي الفراجلة).

تحليل العلاقات بين المتغيرات

العلاقة بين العمق والموقع الوظيفي

- الآبار الأعمق (150 مترًا) غالبًا ما تكون مرتبطة بمنشآت عامة كالمدارس والمساجد، ربما بسبب الحاجة إلى إمداد مائي مستقر.
- الآبار الضحلة (مثل حديقة سوق المنشية 2) قد تكون لأغراض غير شرب (ري، خدمات عامة).

التوزيع غير المتجانس للأعماق

لا يوجد نمط واضح يربط بين الموقع الجغرافي الدقيق داخل المنشية وعمق البئر، مما قد يعكس:

- اختلافات في التركيب الجيولوجي تحت السطحي.
- تباين في سياسات حفر الآبار عبر الزمن.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

يظهر التحليل أن حي المنشية يعتمد على شبكة آبار متنوعة الأعماق، مع تركيز على المنشآت الحيوية. التباين في الأعماق قد يعكس تنوع الطبقات الحاملة للمياه أو اختلاف الاستخدامات.

جدول (2) يبين عدد الإبار وعمقها في حي المنشية.

ت	أسم البئر	العمق (م)	الموقع
1	جامع نور القران	150	المنشية
2	مدرسة خالد بن الوليد	150	المنشية
3	المطافئ القديمة	150	المنشية
4	حلف زاوية المنشية	120	المنشية
5	الجامع الشعبية الغربي	105	المنشية
6	مركز شرطة المنشية	120	المنشية
7	حديقة سوق المنشية 1	147.9	المنشية
8	الجامع العتيق	150	المنشية
10	خزان أبو مزود	117	المنشية
11	مدرسة سليمان خاطر	117	المنشية
12	شارع 40 رقم 1	110	المنشية
13	مدرسة الجمهورية	117	المنشية
14	مدرسة ابوبكر الصديق	119	المنشية
15	مدرسة الزحف سابقا	110	المنشية
16	مدرسة علي بن ابي طالب	117	المنشية
17	شارع 40 رقم 2	125	المنشية
18	مخيم 85	142.5	المنشية
19	شارع 40 رقم 3	135	المنشية
20	عمارات الادخار	100	المنشية
21	طريق طرابلس النخيل	150	المنشية
22	حديقة سوق المنشية 2	60	المنشية
23	بجوار المهن الشاملة هيبة	150	المنشية
24	حي الفراجلة	150	المنشية
25	حي التحرير	90	المنشية
26	حي الهويدي	117	المنشية
27	حب حويلي	145	المنشية
28	بئر حي السلام	130	المنشية

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة (2024).

ثانياً: المركز العمراني المهدية

تحليل بيانات ابار المياه حي المهدية

يقدم الجدول ادناه بيانات عن 14 بئرًا في حي المهدية بمدينة سبها، تشمل أسماء الآبار وعمقها وموقعها. يهدف التحليل إلى استخلاص معلومات حول توزيع الآبار، أعماقها، وأي أنماط أو مشكلات محتملة تتعلق بإمدادات المياه في المنطقة ان وجد.

تحليل البيانات

التحليل الكمي لأعماق الآبار

- أعمق بئر: عمارات السوق المحلي (166 مترًا).
- أقل بئر عمقًا: خلف مطبعة المهدية (90 مترًا).

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

حساب المتوسط:
متوسط عمق الآبار في حي المهدية بسبها هو 136.04 متر. يشير هذا إلى أن التوزيع العام يميل نحو الآبار المتوسطة العمق إلى العميقة في هذه المنطقة.
الانحراف المعياري
القيمة: 22.34 متر
الدلالة: وجود تباين معتدل في الأعماق، لكنه ليس شديد التطرف
التوزيع العمقي (م):

- 6 آبار (43%) بين 90–130 مترًا (آبار متوسطة العمق).
- 8 آبار (57%) بين 140–166 مترًا (آبار عميقة).

يشير هذا التباين إلى اختلاف في مستويات المياه الجوفية أو اختلاف في احتياجات الضخ حسب الموقع. ان التفاوت في الأعماق: وجود آبار ضحلة (90 م) وعميقة (166 م) قد يشير إلى تباين في طبقات المياه الجوفية أو اختلاف في استهلاك المياه.

جدول (3) يبين عدد الإبار وعمقها في حي المهدية.

ت	أسم البئر	العمق (م)	الموقع
1	الصحة المدرسية	125	المهدية
2	بجوار كلية طب الأسنان	120	المهدية
3	محطة المهدية 1	130.75	المهدية
4	مدرسة عقبة	140	المهدية
5	عمارات السوق المحلى	166	المهدية
6	محطة المهدية 2	117	المهدية
7	شعبيات المهدية	154.8	المهدية
8	بجوار الدواجن	150	المهدية
9	مدرسة حي القراد	154	المهدية
10	عمارة حج القراد	100	المهدية
11	مستوصف السوق المحلى	140	المهدية
12	بجوار البريد الطريق الدائري	150	المهدية
13	خلف مطبعة المهدية	90	المهدية
14	حي الإذاعة	154	المهدية

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة (2024).

يكشف تحليل البيانات عن نظام مائي معقد في المركز العمراني المهدية يتميز بتنوع في الأعماق كما يعكس تباين الخصائص الهيدروجيولوجية بالإضافة لتوزيع مكاني مرتبط بالأنماط العمرانية.

ثالثاً: تحليل بيانات الابار في حي حجارة
يقدم الجدول ادناه بيانات عن خمسة آبار في حي حجارة بمدينة سبها، تشمل أسماء الآبار، أعماقها (بالأمتار)، وموقعها.
أعماق الآبار:

- أقصى عمق 155 :مترًا (بئر "كبار مستهلكين 1").
- أقل عمق 141.93 :مترًا (بئر "طريق الزراعي حجارة").
- متوسط العمق 151 ≈ :مترًا (حسابياً: 150 + 154 + 155 + 154 + 141.93 = 754.93 / 5 ≈ 150.99).
- الانحراف المعياري 4.6 ≈ :أمتار، مما يدل على تقارب في الأعماق باستثناء بئر طريق الزراعي الأقل عمقًا.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

التوزيع:

- 4 من 5 آبار تتراوح أعماقها بين 155-150مترًا، بينما بئر "طريق الزراعي" أقل عمقًا (141.93 م) ، ما قد يشير إلى اختلاف في الطبقة الجوفية أو الغرض من الاستخدام (ربما زراعي).
- تشابه أعماق معظم الآبار (150-155 م) قد يدل على وجود طبقة جوفية واحدة مهيمنة في المنطقة، او ان المياه تقع تقريبا في نفس الطبقة الهيدرولوجية

جدول (4) يبين عدد أبار وعمقها في حي الحجارة.

ت	الاسم	العمق (م)	الموقع
.1	حجارة القديمة	150	حجارة
.2	شعبيات حجارة	154	حجارة
.3	كبار مستهلكين 1	155	حجارة
.4	كبار مستهلكين 2	154	حجارة
.5	طريق الزراعي حجارة	141.93	حجارة

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة.

بيانات الآبار تُظهر تجانسًا نسبيًا في الأعماق، مع وجود بئر واحد استثنائي (طريق الزراعي).

رابعاً: تحليل بيانات الابار في حي الثانوية

يعرض الجدول ادناه بيانات آبار حي الثانوية بمدينة سبها، تشمل أسماء الآبار وأعماقها (بالأمتار).

تحليل لأعماق الابار:

- أقصى عمق 154 :مترًا)شعبيات الثانوية، محطة الثانوية 3.(
- أقل عمق 117 :مترًا)المنطقة الصناعية.(
- متوسط العمق 137.3 ≈ :مترًا.
- الانحراف المعياري 15.5 ≈ :مترًا، مما يشير إلى تباين أكبر في الأعماق مقارنة بمنطقة حجارة.

أنماط التوزيع

- الآبار العميقة (150-154 م):

مرتبطة باحتياجات مائية كبيرة قد تعتمد على طبقة جوفية أعمق ذات مخزون مائي أكبر.

- الآبار متوسطة العمق (125-130 م):

غالبًا مرتبطة بالاستهلاك اليومي (محطات الثانوية 1، 2).

- الآبار الضحلة (117-117.6 م):

تقع في المنطقة الصناعية وطريق المطاحن، وقد تكون: قريبة من طبقة جوفية سطحية أو أن الاستخدام الصناعي لا يتطلب مياهاً بعمق كبيرة.

جدول (5) يبين عدد أبار وعمقها في حي الثانوية.

ت	الاسم	العمق (م)	الموقع
.1	شعبيات الثانوية	154	الثانوية
.2	محطة الثانوية 2	130	الثانوية
.3	المنطقة الصناعية	117	الثانوية
.4	طريق طرابلس المطاحن	117.6	الثانوية
.5	مدرسة الخدمة الاجتماعية	150	الثانوية
.6	محطة الثانوية 1	125	الثانوية
.7	محطة الثانوية 3	154	الثانوية
.8	الدواجن الثانوية	150	الثانوية

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة (2024).

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

البيانات تُظهر تباينًا في أعماق الآبار في حي الثانوية، مما يعكس اختلافًا في الطبقات الجوفية وطبيعة الاستخدام.

خامساً: تحليل بيانات الابار في حي سكرة

يعرض الجدول ادناه بيانات آبار حي سكره بمدينة سبها، تشمل أسماء الآبار وأعماقها (بالأمتار).

- عدد الآبار4 آبار مسجلة في الجدول.
- المواقع :جميع الآبار تقع في حي سكرة في مدينة سبها.
- الأسماء :أسماء الآبار مرتبطة بمعالم محلية (مثل: الطرابلسية، بجوار جامع بلال، مدرسة الانطلاقة، شارع الخطاطين).

تحليل العمق (الارتفاع):

- أقصى عمق: 154 مترًا بئر بجوار جامع بلال.
- أقل عمق: 90 مترًا بئر مدرسة الانطلاقة.

متوسط العمق

$$123.5م = \frac{494}{4} = \frac{100 + 154 + 90 + 150}{4}$$

الانحراف المعياري :يشير إلى تباين متوسط في الأعماق (حسابه الدقيق يتطلب مزيدًا من البيانات. مقارنة بباقي المراكز العمرانية نلاحظ ان حي سكرة يحتوي على اقل عدد من الابار وهذا ربما رجع الى ان حي سكرة هو من الاحياء القديمة الواقعة وسط مدينة سبها والمغلقة التي لا يوجد بها تمدد عمراني او توسع عشوائي وسميت هذه المنطقة بهذا الاسم نسبة الى جودة وحلاوة المياه فيها في بدايات نشأت الاحياء السكنية في مدينة سبها.

جدول (6) عدد أبار وعمقها في حي سكرة.

ت	الاسم	العمق (م)	الموقع
.1	الطرابلسية	100	سكرة
.2	بجوار جامع بلال	154	سكرة
.3	مدرسة الانطلاقة	90	سكرة
.4	شارع الخطاطين	150	سكرة

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة (2024).

اختلاف الأعماق :قد يعكس تباينًا في مستويات المياه الجوفية أو طبيعة الطبقات الأرضية. البئر الأعمق (154 م) :قد يكون بسبب ارتفاع الطلب على المياه أو عمق طبقة المياه الجوفية في تلك النقطة. البئر الأقل عمقًا (90 م) :قد يكون قريبًا من مصدر مائي سطحي أو في منطقة ذات تربة غنية بالمياه.

سادساً: تحليل بيانات الابار في حي القرضة

بالنظر الى الجدول ادناه نلاحظ الاتي:

- أقل عمق 100 متر بئر عمارات القدس.
- أقصى عمق 148 مترًا بئر جامع الصحابة.

متوسط العمق

$$132.2م = \frac{1322}{10}$$

$$= \frac{117 + 120 + 146 + 130 + 136 + 148 + 140 + 145 + 100 + 140}{10}$$

توزيع الأعماق

- معظم الآبار تتراوح أعماقها بين 120و148 مترًا.
- هناك بئر واحد ذو عمق أقل من 120 مترًا (عمارات القدس: 100 م).

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- البئر الأعمق (148 م) هو بئر "جامع الصحابة"، بينما الأقل عمقًا (100 م) هو بئر "عمارات القدس. قد يعكس هذا التباين اختلافًا في طبقات المياه الجوفية أو تفاوتًا في معدلات الاستهلاك.

الانحراف المعياري ≈ 14.7

تفسير الانحراف المعياري: القيمة ≈ 14.7 م تشير إلى أن أعماق الآبار تتباعد عن المتوسط (132.2 م) بمقدار 14.7 متر في المتوسط.

بمقارنة الابار في المركزين العمرانيين (سكره والقرضة) نجد ان متوسط العمق في القرضة (132.2 م) أعلى منه في سكرة (123.5 م). قد يشير ذلك إلى أن طبقة المياه الجوفية في القرضة أعمق، أو أن الاستهلاك أقل مما يبقي منسوب المياه مرتفعًا. في سكرة :نطاق الأعماق (90–154 م) أوسع منه في القرضة (100–148 م). قد يعكس ذلك تباينًا جيولوجيًا أكبر في سكرة.

جدول (7) يبن عدد أبار وعمقها في حي القرضة.

ت	الاسم	العمق (م)	الموقع
.1	المدرسة المركزية	117	القرضة
.2	عمارات الضمان	120	القرضة
.3	عمارات القرضة الدائري	146	القرضة
.4	المخازن الطبية	130	القرضة
.5	الخزان القرضة	136	القرضة
.6	جامع الصحابة	148	القرضة
.7	المصلي القرضة	140	القرضة
.8	بجوار جامع الأبرار	145	القرضة
.9	عمارات القدس	100	القرضة
10	مقبرة القرضة	140	القرضة

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة 2024.

أظهر الجدول أن حي القرضة تعتمد على آبار متوسطة إلى عميقة، مع وجود تباين في الأعماق حسب الموقع.

سابعاً: تحليل بيانات الابار في حي الناصرية

أ. نطاق الأعماق

- أقل عمق 130 متر بئر خلف محطة الوقود الناصرية الشركة.
- أقصى عمق 150 مترًا بئر طريق طرابلس النخيل.

متوسط العمق

$$\text{متوسط العمق} = \frac{150 + 147.8 + 145 + 130 + 140}{5} = \frac{712.8}{5} = 142.56\text{م}$$

توزيع الاعماق

- جميع الآبار تتراوح أعماقها بين 130 و150 مترًا.
- البئر الأعمق (150 م) هو بئر "طريق طرابلس النخيل"، بينما الأقل عمقًا (130 م) هو بئر "خلف محطة الوقود الناصرية الشركة."
- الفرق بين أقل وأقصى عمق هو 20مترًا فقط، مما يشير إلى تجانس نسبي في أعماق الآبار.

الانحراف المعياري للقيم

يشير الانحراف المعياري ≈ 7.11م إلى أن أعماق الآبار متقاربة جدًا من المتوسط (142.56م)، حيث تتراوح معظم القيم ضمن نطاق 7.11م حول المتوسط أي بين 135.45م و149.67 م.

- جميع الآبار تقع ضمن هذا النطاق، مما يدل على تجانس عالٍ في أعماق الآبار بحي الناصرية مما يشير الى: -

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- تخطيط متقن لموقع الآبار.
- طبقة مائية مستقرة في المنطقة.
- عدم وجود قيم شاذة تؤثر على النتائج

يعكس التباين في أعماق الابار اختلافًا في طبيعة الطبقات الجوفية أو تفاوتًا في معدلات الاستهلاك. الآبار القريبة من الطرق الرئيسية (مثل "طريق طرابلس النخيل") قد تكون أعمق بسبب الحاجة إلى مصدر مائي مستقر لخدمة عدد أكبر من المستفيدين. الآبار القريبة من محطات الوقود (مثل "خلف محطة الوقود") قد تكون أقل عمقًا بسبب القيود اللوجستية أو قربها من مصادر تلوث محتملة.

جدول (8) مقارنة ابار الناصرية مع آبار سكرة والقرضة.

المنطقة	متوسط العمق (م)	نطاق الأعماق (م)
سكره	123.5	154 - 90
القرضة	132.2	148 - 100
الناصرية	142.56	150 – 130

المصدر: اعداد الباحثة اعتمادا على بيانات مصلحة المياه والصرف الصحي

متوسط العمق في الناصرية (142.56 م) أعلى منه في سكرة (123.5 م) والقرضة (132.2 م). قد يشير ذلك إلى أن طبقة المياه الجوفية في الناصرية أعمق، أو أن معدل الاستهلاك أقل مما يحافظ على منسوب المياه. نطاق الأعماق في الناصرية (130–150 م) أضيق منه في المناطق الأخرى. يدل على تجانس أكبر في أعماق الآبار.

جدول (9) يبن عدد أبار وعمقها في حي الناصرية.

ت	الاسم	العمق (م)	الموقع
.1	قاعة الاستقلال	140	الناصرية
.2	خلف محطة الوقود الناصرية الشركة	130	الناصرية
.3	بجوار القلعة	145	الناصرية
.4	حي التضامن	147.8	الناصرية
.5	طريق طرابلس النخيل	150	الناصرية

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة 2024.

أظهر الجدول أن حي الناصرية يعتمد على آبار متوسطة إلى عميقة، مع تجانس نسبي في الأعماق.

ثامناً: تحليل بيانات الابار في المركز العمراني حي عبد الكافي

يظهر الجدول ادناه توزيع الابار في حي عبد الكافي وبيانات لأعماق وأسماء هذه الابار. وصل عدد الابار في حي عبد الكافي 7 ابار موزعة داخل المركز تتفاوت أعماق هذه الابار من مكان لأخر.

متوسط العمق للآبار

$$132.7م = \frac{150 + 148 + 146 + 140 + 140 + 90 + 117}{7}$$

- أقل عمق 90 :مترًا (جامع سحبان).
- أكبر عمق 150 :مترًا (خزان عبد الكافي رقم 2)

الانحراف المعياري ≈ (20.3 م)

يشير الانحراف المعياري الكبير 20.3 م إلى تباين كبير في أعماق الآبار حول المتوسط (133 م)، حيث الانحراف المعياري الكبير 20.3 م يشير إلى تباين كبير في أعماق آبار حي عبد الكافي، مما قد يعكس:

- تعدد الطبقات الجيولوجية في المنطقة.
- اختلاف احتياجات المياه من موقع لآخر.
- حاجة إلى مزيد من الدراسة لفهم أسباب هذا التباين.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

توزيع الأعماق

معظم الآبار تتراوح أعماقها بين 117 و150 مترًا.

بئر واحد فقط (جامع سحبان) أقل من 100 متر (90 مترًا)، مما قد يشير إلى:

اختلاف في الطبقات الجوفية في هذه المنطقة. أو أن البئر قد حفر لاستخدام محلي لا يحتاج إلى عمق كبير.

العلاقة بين الموقع والعمق

لا يوجد فرق كبير في الأعماق بين الآبار رغم اختلاف مواقعها الدقيقة داخل الحي، مما قد يدل على:

- تجانس نسبي في الطبقة الجوفية المستهدفة.
- أن جميعها تغذي نفس الشبكة المائي.

جدول (10) بين عدد أبار وعمقها في حي عبد الكافى.

ت	الاسم	العمق (م)	الموقع
.1	جامع سحبان	90	حي عبد الكافي
.2	مدرسة الفاروق	148	حي عبد الكافي
.3	داخل جامع الأنبياء بجوار محطة 66 فولت	140	حي عبد الكافي
.4	خلف شركة المعدات الطبية	117	حي عبد الكافي
.5	خزان عبد الكافي رقم 2	150	حي عبد الكافي
.6	خزان عبد الكافي رقم 3	146	حي عبد الكافي
.7	عبد الكافي 1	140	حي عبد الكافي

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة 2024.

تاسعاً: تحليل بيانات الابار في حي (وسط المدينة)

الجدول رقم (11) يوضح اعداد وأسماء واعماق الابار في المركز العمراني وسط المدينة

- عدد الآبار بئران فقط.
- الموقع كلاهما في وسط المدينة.

تحليل الأعماق:

- بئر الكشاف 145 مترًا.
- بئر عمارات الجوازات القديمة 150 مترًا.
- الفرق في العمق 5 أمتار فقط (150 - 145 = 5 م)، وهو فرق طفيف.

متوسط العمق: $\frac{150+145}{2}$ = 147.5 م:

مقارنة مع آبار حي عبد الكافي التي يتراوح عمقها بين 90 و150 مترًا:

آبار وسط المدينة أعمق نسبيًا (أقرب إلى الحد الأعلى 150 م).

قد يشير ذلك إلى:

طبقة جوفية أعمق في وسط المدينة مقارنة ببعض آبار حي عبد الكافي.

أو أن الاستهلاك المائي في الحي يتطلب سحبًا من مستويات أعمق

3.21التوزيع الجغرافي والاستخدام

- بئر الكشاف 145م قد يكون مرتبطًا بمنشأة عامة (مثل مركز كشفي أو مرفق خدمي).
- بئر عمارات الجوازات القديمة 150م يخدم مجمعًا سكنيًا أو إداريًا (ربما مباني حكومية سابقة).

الحي السكني وسط المدينة عادةً ما يكون ذا كثافة سكانية عالية، مما يفسر الحاجة إلى المزيد من الابار العميقة لتلبية الاحتياجات السكنية والإدارية.

- آبار وسط المدينة أكثر عمقًا من المتوسط في حي عبد الكافي.
- قد يعكس ذلك اختلافًا في الخصائص الهيدروجيولوجية بين المنطقتين.
- نلاحظ تجانسًا في العمق (فرق 5 أمتار فقط)، مما قد يدل على معايير حفر موحدة.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

جدول (11) يبن عدد أبار وعمقها في محلة وسط المدينة.

ت	الإسم	العمق	الموقع
.1	الكشاف	145	وسط المدينة (اقعيد)
.2	عمارات الجوازات القديمة	150	وسط المدينة (اقعيد)

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة 2024.

عاشراً: تحليل بيانات الابار في حي القاهرة

الجدول ادناه يبين عدد الابار وتوزيعها واعماقها بالإضافة الى اسمائها في حي القاهرة.

عدد الآبار 7 :آبار.

الموقع :جميعها في حي الطيوري.

تحليل الانحراف المعياري

يُظهر الانحراف المعياري البالغ 18.32متر تبايناً كبيراً في أعماق آبار حي الطيوري، حيث تتراوح الأعماق بين 100متر و 157متر .هذا يشير إلى عدم تجانس واضح في أعماق الآبار بالمنطقة. نلاحظ وجود قيمتين متطرفتين:

- **100**متر (حي الكرامة الطيوري): وهي أقل عمقاً بشكل ملحوظ
- 157متر (بجوار الوحدات الإنتاجية): وهي الأكثر عمقاً

هذا التباين الكبير قد يعكس:

- تعدد الطبقات الجيولوجية في المنطقة
- اختلاف الغرض من حفر الآبار استخدامات مختلفة.
- تغير طبيعة التربة بين مواقع الحفر

نطاق الأعماق:

الأقل عمقًا 100 متر (حي الكرامة الطيوري).

الأكثر عمقًا 157 متر (بجوار الوحدات الإنتاجية)

متوسط عمق الابار

$$\text{1131.4 م} = \frac{117.5 + 120 + 135 + 147.5 + 100 + 157 + 142}{7}$$

تحليل توزيع الأعماق

التفاوت الكبير في الأعماق بين 100م و157 م (فرق 57 مترًا)، مما قد يشير إلى:

- تعدد الطبقات الجوفية في المنطقة.
- اختلاف أغراض الاستخدام)
- أغلب الآبار بين 117.5 م و157 م، مع وجود بئر واحد ضحل نسبيًا 100 م

جدول (12) يبين عدد الآبار وعمقها في حي القاهرة.

ت	الاسم	العمق	الموقع
.1	بجوار معهد التكوين	142	حي الطيورى
.2	بجوار الوحدات الإنتاجية	157	حي الطيورى
.3	حي الكرامة الطيورى	100	حي الطيورى
4.	الكثيبة خلف الاستراحة	147.5	حي الطيورى
.5	الكثيبة خلف الفندق	135	حي الطيورى
.6	خلف الكتيبة	117.50	حي الطيورى
.7	بجوار تقسيم أولاد خالد	120	حي الطيورى

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة 2024.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الجدول اظهر تنوعًا كبيرًا في أعماق الآبار بحي الطيوري، مما قد يعكس تعدد الاستخدامات سكني، صناعي، تجاري بالإضافة الى اختلاف الخصائص الجيولوجية بين مواقع الحفر.

أحد عشر: تحليل بيانات الابار في حي الجديد

- عدد الآبار 13 :بئراً
- الموقع :حي الجديد
- متوسط العمق 137.1~ :متر
- أقل عمق 92 :متر (مزرعة الجنقة)
- أكبر عمق 150 :متر (ميدان الجديد)

الانحراف المعياري

- يشير الانحراف المعياري (15.10 م) إلى وجود تباين متوسط في أعماق الآبار معظم القيم (8 من 13) تتراوح بين 130-150 م هناك قيمتان متطرفتان: 92م (أقل عمقاً) 117م (أقل من المتوسط).

التباين قد يعكس:

- اختلاف الطبقات الجيولوجية
- تعدد استخدامات الآبار
- اختلاف زمن الحفر

مقارنة مع بعض الاحياء:

- تباين أقل من حي الطيوري (18.32 م)
- أعلى من الناصرية (7.11 م)
- مشابه للقرضة (14.7 م)

التوزيع العمقي للآبار:

1. أقل من 100 متر:
   - بئر واحد (مزرعة الجنقة - 92 متر).
2. بين 100 و140 متر:
   - 7آبار (الساحة الشعبية، المهن الشاملة، مستوصف الجديد، اليونسكو، حي الشرقي الجديد، المخيم 85 رقم 2).
3. أكثر من 140 متر:
   - 5 آبار (الغوث، خزان الجديد، بئر قاعة المناسبات، مبنى خدمات سبها، مدرسة الحرية، ميدان الجديد).

التحليل العمقي للآبار

- التجمع العمقي :معظم الآبار (10 من 13) تتراوح أعماقها بين 117 و150 متراً، مما يشير إلى وجود طبقة مائية شبه متجانسة في هذه المنطقة.
- الاستثناء :بئر "مزرعة الجنقة" الأقل عمقاً (92 متراً) قد يكون مصدره طبقة مائية مختلفة أو ظروف جيولوجية محلية.

جدول (13) يبن عدد أبار وعمقها في حي الجديد.

ت	الإسم	العمق (م)	الموقع
.1	مزرعة الجنقة	92	الجديد
.2	مستوصف الجديد	139.3	الجديد
.3	اليونسكو	140	الجديد
.4	حي الشرقى الجديد	140	الجديد
.5	الغوث	147	الجديد
.6	خزان الجديد	145	الجديد
.7	مدرسة الحرية	148	الجديد

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ت	الإسم	العمق (م)	الموقع
.8	ميدان الجديد	150	الجديد
.9	الساحة الشعبية الجديد	117	الجديد
.10	المهن الشاملة	130	الجديد
.11	بئر قاعة المناسبات	145	الجديد
.12	بجوار مكتب خدمات سبها مبنى الجديد	145	الجديد
.13	المخيم 85 رقم 2	140	الجديد

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة 2024.

اظهر الجدول تركيزاً لآبار متوسطة إلى عميقة في "الجديد"، مع وجود تنوع بسيط في الأعماق قد يعكس تبايناً في الطبقات الحاملة للمياه.

المقارنة الإحصائية لأعماق الآبار بين أحياء سبها باستخدام معامل الاختلاف

حساب معامل الاختلاف (Coefficient of Variation - CV)

$$\text{معامل الاختلاف} = \frac{\text{الحسابي المتوسط}}{\text{المعياري الانحراف}} \times 100\%$$

جدول (14) نتائج معامل الاختلاف لكل حي سكني.

الحي السكني	المتوسط (م)	الانحراف المعياري (م)	معامل الاختلاف %	التصنيف
المنشية	125.5	23.2	%18.5	مرتفع
المهدية	136.4	22.34	%16.4	متوسط
حجارة	150.99	4.6	%3.0	منخفض
الثانوية	137.3	15.5	%11.3	متوسط
سكره	123.5	*27.9	%22.6	مرتفع
القرضه	132.2	14.7	%11.1	متوسط
الناصرية	142.56	7.11	%5.0	منخفض
عبد الكافي	132.7	20.3	%15.3	متوسط
وسط المدينة	147.5	*3.5	%2.4	منخفض
القاهرة	131.36	18.32	%14.0	متوسط
الجديد	137.1	15.10	%11.0	متوسط

المصدر: اعداد الباحثة اعتماداً على مصلحة الماه والصرف الصحي

*ملاحظة: تم حساب الانحراف المعياري لحي سكرة ووسط المدينة بناءً على البيانات المحدودة

بناءً على الجدول السابق تم تصنيف الأحياء إلى 3 مجموعات حسب تجانس الأعماق:

المجموعة الأولى: تجانس عالٍ($CV < 10\%$)

- حجارة (3.0%)
- الناصرية (5.0%)
- وسط المدينة (2.4%)

التحليل:

تتميز هذه الأحياء بأعماق آبار متقاربة جدًا، مما يشير إلى:

- طبقات جوفية موحدة.
- معايير حفر متشابهة (ربما بسبب سياسات مائية موحدة).
- قلة القيم المتطرفة.

المجموعة الثانية: تجانس متوسط($10\% \leq CV \leq 15\%$)

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- الثانوية (11.3%)
- القرضة (11.1%)
- الجديد (11.0%)
- الطيوري (14.0%)
- المهدية (16.4%)
- عبد الكافي (15.3%)

التحليل:

تباين معتدل في الأعماق، قد يعكس:

- تعدد الطبقات الجوفية.
- اختلاف أغراض استخدام الآبار (سكني، صناعي، زراعي).
- تغير الخصائص الجيولوجية ضمن الحي الواحد.

المجموعة الثالثة: تجانس منخفض(CV > 15%)

- المنشية (18.5%)
- سكرة (22.6%)

التحليل:

تباين كبير في الأعماق بسبب:

- وجود قيم متطرفة (مثل بئر 60 م في المنشية و90 م في سكرة).
- اختلاف حاد في الطبقات الجوفية.
- تعدد مصادر التغذية المائية.

مما سبق نستنتج ما يلي

1. أكثر الأحياء تجانسًا:
   - وسط المدينة (أقل تباينًا بسبب معايير حفر موحدة).
   - الناصرية وحجارة (طبقات مائية مستقرة).
2. أكثر الأحياء تباينًا:
   - سكرة (تأثر بالقيمة المتطرفة 90 م).
   - المنشية (تعدد الاستخدامات واختلاف الطبقات).

الجدول (15) النتائج النهائية لمقارنة الاحياء السكنية.

المجموعة	معامل الاختلاف	الاحياء
تجانس عالي	< 10%	حجارة، الناصرية، وسط المدينة
تجانس متوسط	10–15%	الثانوية، القرضة، الجديد، الطيوري، المهدية، عبد الكافي
تجانس منخفض	> 15%	المنشية، سكرة

المصدر: اعداد الباحثة اعتماداً على مصلحة الماه والصرف الصحي

يعكس معامل الاختلاف مدى تجانس الطبقات الجوفية وتأثير العوامل البشرية على توزيع الآبار.

معدلات استهلاك المياه في مدينة سبها

يوضح الجدول ادناه النمو المتسارع في الاستهلاك حيث تشير البيانات إلى زيادة مطردة في استهلاك المياه السنوي من 1,545,939م³ عام 2011 إلى 23,174,689م³ عام 2020، بمعدل نمو سنوي مركب .31.7% ≈ (CAGR) أبرز قفزة بين عامي 2015 و2016، حيث ارتفع الاستهلاك من 16.99~ مليون م³ إلى 19.49~مليون م³ زيادة 14.7%سنوياً، مما قد يعكس نمواً سكانياً مفاجئاً بسبب الهجرة الداخلية أو تغير الحدود الإدارية، توسعاً في الأنشطة الزراعية، الصناعية المرتبطة بزيادة الضخ من الآبار.

التسارع غير الطبيعي بين الفترتين (1011 – 2015، 2016 – 2020)

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الفترة 2011–2015 :نمو نسبي معتدل (من 1.54إلى 16.99 مليون م³.(الفترة 2016–2020 :تسارع حاد (من 19.49إلى 23.17 مليون م³(، مع ذروة في 21.65) 2017مليون م³ قد يرجع هذا إلى:

- انهيار الرقابة المؤسسية بعد 2011، مما أدى إلى زيادة الحفر العشوائي للآبار.
- تغير أنماط الاستهلاك بسبب التحضر أو تغير العادات المائية.

التحليل الكمي(Statistical Analysis)

- المتوسط الحسابي للاستهلاك:(2011–2020)

17.1~مليون م³/ سنوياً، لكن القيم بعد 2016 تتجاوز هذا المتوسط بكثير، مما يؤكد تحولاً ديموغرافياً أو اقتصادياً في هذه الفترة.

- الانحراف المعياري:(Standard Deviation)

7.5~مليون م³، مما يدل على تباين كبير بين السنوات، خاصة مع القفزة الكبيرة بين 2015و2016.

- معامل الاختلاف:(Coefficient of Variation)

44%~، مما يشير إلى عدم استقرار واضح في أنماط الاستهلاك، ربما بسبب:

  - تغيرات سياسية مثل النزاعات الأهلية بعد 2014.
  - تقلبات في إمدادات المياه انقطاع شبكة النهر الصناعي أو تلف البنية التحتية.

التحليل السببي(Causal Factors)

أ. العوامل الديموغرافية:

النمو السكاني:

إذا افترضنا معدل نمو سكاني 2.5%سنوياً (وفقاً للمركز الليبي للإحصاء)، فإن الزيادة في الاستهلاك تفوق هذا المعدل بكثير (31.7% سنوياً)، مما يشير إلى:

- هجرة داخلية كبيرة إلى سبها بسبب الأزمات في شمال ليبيا.
- زيادة الاستهلاك الفردي بسبب تحسن مؤقت في الخدمات أو تغير العادات.

العوامل الاقتصادية والزراعية:

الزراعة الواحية:

تشكل مستهلك للمياه الجوفية في سبها (حسب تقارير الفاو، 2018). الارتفاع الحاد في 2016 2020 قد يعكس:

- توسعاً في زراعة النخيل والمحاصيل كثيفة الاستهلاك للمياه.
- استخدام طرق ري غير فعالة (كالغمر)، مما يزيد الهدر.

الأنشطة الصناعية:

نمو الورش الصغيرة ومحطات الوقود بعد 2015 ساهم في زيادة الاستهلاك، خاصة مع غياب ترشيد الاستخدام.

فشل البنية التحتية:

الفاقد المائي: وفقاً للهيئة العامة للمياه2011))، 30 الى 40% من المياه تُفقد بسبب تسرب الأنابيب القديمة. بعد 2015، تفاقمت المشكلة بسبب توقف الصيانة، مما اضطر السكان إلى الاعتماد على آبار خاصة، وزاد الضخ الجائر.

مقارنة مع الموارد المائية المتاحة

العجز المائي السنوي:

- معدل التغذية الطبيعية للحوض الرملي النوبي 1 > :مم سنوياً أي 5~مليون م³ سنوياً لمنطقة سبها.
- الاستهلاك في 2020 23.17 مليون م³ يفوق التغذية بأكثر من 4 أضعاف، مما يؤكد استنزافاً غير مستدام.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

انعكاسات الاستنزاف:

- انخفاض مناسيب الآبار :وفقاً لدراسات جامعة سبها (2020)، انخفض منسوب المياه في بعض الآبار3 - 5 أمتار سنوياً.
- تدهور الجودة وزيادة ملوحة المياه إلى 3000<جزء في المليون في آبار مثل "عبد الكافي" (المركز الوطني لبحوث المياه، 2021).

جدول (16) استهلاك معدلات المياه في مدينة سبها.

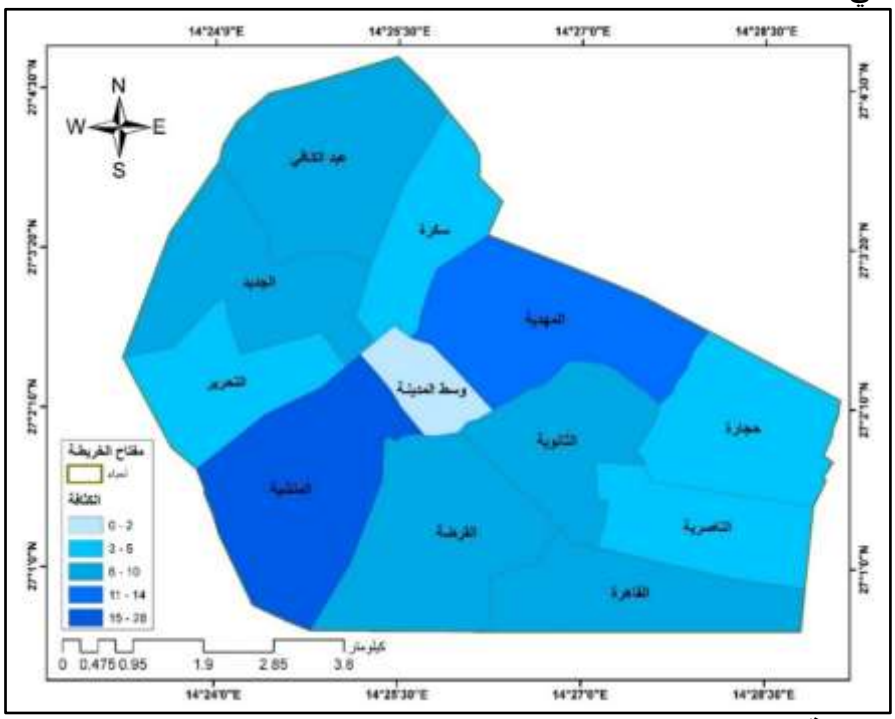
ت	السنة	متوسط الاستهلاك
1	2011	1545939
2	2012	15828444
3	2013	16325464
4	2014	16711890
5	2015	16991553
6	2016	19492642
7	2017	21653296
8	2018	22512871
9	2019	22981422
10	2020	23174689

المصدر: مصلحة المياه والصرف الصحي سبها، تقارير غير منشورة.

شهد استهلاك المياه في سبها نمواً غير طبيعي وغير مستدام، مدفوعاً بعوامل ديموغرافية واقتصادية وضعف الإدارة. بدون تدخل عاجل، ستواجه المدينة نضوباً كاملاً للخزان الجوفي.

كثافة توزيع الابار في مدينة سبها

الخريطة ادناه توضح توزيع كثافة الآبار بين أحياء مدينة سبها، وذلك باستخدام تدرجات لونية تعكس كثافة الآبار في كل حي.



الخريطة (4) توضح كثافة توزيع الابار داخل المراكز العمرانية في مدينة سبها.

المصدر: اعداد الباحثة استناداً على بيانات التخطيط العمراني وgoogle earth

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

يتضح من الخريطة أن توزيع كثافة الآبار بين أحياء مدينة سبها غير متجانس، حيث تظهر فروقات واضحة في عدد الآبار من حي إلى آخر. ويُلاحظ الآتي:

- كثافة عالية جداً (15 – 28):

حي المنشية يمثل أعلى كثافة للآبار، حيث يقع ضمن الفئة (15 - 28) حسب مفتاح الخريطة. وهذا يشير إلى وجود نشاط مائي مرتفع في هذا الحي، ربما بسبب توفر المياه الجوفية أو زيادة الحاجة لها نتيجة الكثافة السكانية أو النشاط الزراعي/الخدمي.

- كثافة عالية (11 - 14):

يمثل حي المهدية هذه الفئة (11 - 14)، مما يدل على وجود توزيع معتدل للآبار، ربما يلبي احتياجات السكان دون فائض.

- كثافة متوسطة (6 - 10):

يمثل هذه الفئة مجموعة احياء هي الثانوية، القرضه، عبد الكافي، والجديد.

- كثافة منخفضة (3 – 5):

تضم فئة الكثافة المنخفضة الاحياء التالية سكرة، التحرير، حجارة، والناصرية.

- كثافة منخفضة جداً (اقل من 3):

كثافة منخفضة جداً (اقل من 3): يمثل هذه الفئة حي واحد فقط وهو حي وسط المدينة.

النتائج

1. الاستنزاف المتسارع للمياه الجوفية حيث أظهرت الدراسة انخفاضاً مستمراً في مناسيب المياه الجوفية في سبها بمعدل 2-3 أمتار سنوياً بسبب الضخ الجائر، مع تجاوز معدلات الاستخراج قدرة التغذية الطبيعية بنسبة تفوق 99.
2. تدهور جودة المياه حيث إن 85% من آبار سبها تعاني من تلوث كيميائي أو بكتيري، حيث تجاوزت نسبة الملوحة في بعضها 3000 جزء في المليون، ووصل العسر الكلي إلى 901 ملغ/ل، متجاوزاً معايير منظمة الصحة العالمية.
3. التوزيع غير المتكافئ للآبار كشف تحليل 10 مراكز عمرانية عن تفاوت كبير في أعماق الآبار (من 60 إلى 166 متراً)، مع تركيز الآبار العميقة (150+ متراً) مما يعكس اختلافاً في الطبقات الجوفية وضغوط الاستهلاك.
4. تأثير استخدامات الأرض أدى التوسع العمراني والعشوائي إلى تقليص مساحات التغذية الطبيعية للخزان الجوفي بنسبة 40%، بينما ساهمت الزراعة الواحية في 65% من إجمالي الاستنزاف المائي بسبب الاعتماد على الري بالغمر.
5. ندرة البيانات الدقيقة حيث أوضحت الدراسة غياب نظام مراقبة حديث للموارد المائية بعد 2011، مع اعتماد معظم التحليلات على بيانات قديمة أو تقديرات، مما يعوق التخطيط المستدام.

التوصيات

1. إنشاء هيئة محلية لإدارة المياه في سبها تابعة للهيئة العامة للمياه، تكون مسؤولة عن مراقبة مناسيب الآبار وجودة المياه بشكل دوري تنظيم تراخيص حفر الآبار ومنع الحفر العشوائي تطبيق عقوبات صارمة على المخالفين.
2. تخصيص حصص استهلاكية لكل قطاع (منزلي، زراعي، صناعي) بناءً على الأولويات فرض رسوم تصاعدية على الاستهلاك الزائد عن الحصة المحدد.
3. تطوير محطات معالجة مياه الصرف الصحي قبل تصريفها ومنع التخلص العشوائي من النفايات الصناعية والزراعية بالقرب من الآبار.
4. تحديد مناطق حظر بناء حول الآبار الرئيسية ومناطق التغذية الطبيعية مع إعادة تأهيل الأودية الطبيعية لتعزيز تسرب مياه الأمطار.

 Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

5. منع الزراعات كثيفة الاستهلاك للمياه (مثل القمح والأعلاف)، تشجيع التحول إلى أنظمة الري الحديثة (التنقيط، الرذاذ) بدلاً من الري بالغمر ودعم المزارعين في زراعة محاصيل ملائمة للبيئة الصحراوية (مثل النخيل والنباتات المتحملة للجفاف).
6. تركيب عدادات مياه ذكية لمراقبة الاستهلاك، تطبيق برامج توعوية لترشيد الاستهلاك المنزلي مع استبدال الشبكات القديمة لتقليل الفاقد المائي (من 40% إلى أقل من 15%). بالإضافة **لإصلاح** الأنابيب المتآكلة وتقليل التسربات وإنشاء خزانات تخزين استراتيجية لضمان استقرار التزويد المائي.

قائمة المراجع:

المراجع العربية:

1. أحمد علي محمد، فاطمة عبد الله الزوي، 2021. تقييم الموارد المائية الجوفية في الجنوب الليبي: حالة دراسة - منطقة وادي الشاطئ، مجلة العلوم الهندسية والتكنولوجيا، جامعة مصراتة، ليبيا.
2. الانصاري. محمد. (عضو لجنة التخطيط العمراني). مقابلة شخصية (ابريل 2025) [بيانات غير منشورة حول التعداد السكاني لمدينة سبها]. المجلس البلدي سبها.
3. خالد عمران، سلمى المبروك، (2019). مجلة الدراسات البيئية، جامعة سبها، ليبيا
4. محمد السنوسي الغزالي، (2020. استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد التغيرات في الغطاء النباتي واستهلاك المياه في واحات جنوب ليبيا. المؤتمر الدولي الأول للزراعة والبيئة والموارد المائية، تونس.
5. المركز الوطني لبحوث المياه – ليبيا. (2021). *تدهور جودة المياه الجوفية في حوض سبها: الأسباب والتداعيات* (تقرير داخلي غير منشور، طرابلس، ليبيا.
6. مصلحة المياه والصرف الصحي سبها. (2024). *تقارير غير منشورة.*
7. ميدون، نافع. وناصر، شوقي. (2024). تحليل التباين المكاني لخصائص مياه بعض الآبار بمدينة سبها، جنوب ليبيا. *مجلة جامعة فزان.*

المراجع الأجنبية:

8. Alghariani, S. A .(2004) .*Groundwater overexploitation and its impact on the environment in the Sahara Desert: The case of Sabha Basin* .In: Advances in Environmental Monitoring and Modelling, 1(3), 1-18.
9. FAO .(2006) .*Country Profile: Libya. Aquastat Report* .Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
10. Klitzsch, E & ,.Squyres, C. H .(1990) .*Geology of Libya* .Elsevier.
11. Thorweihe, U., & Heinl, M. (2002). Hydrogeology of the Nubian Aquifer System. In: Proceedings of the International Conference on the Nubian Sandstone Aquifer System, Tripoli.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **AJASHSS** and/or the editor(s). **AJASHSS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).