Sirte University Journal of Humanities **(SUJH)** مجلة جامعة سرت للعلوم الإنسانية
Source Homepage: http://journal.su.edu.ly/index.php/Humanities/index
https://doi.org/10.37375/sujh.v14i1.2789

تحليل البيانات الرقمية لسجلات رصد كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب للمدة ما بين 2019–2023

د. عادل حمود لطف ناجي
joodtabark2021@gmail.com
كلية الآداب، جامعة إب، اليمن

د. علي محمد أحمد غلاب
a123glib@gmail.com
المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي، إب، اليمن

تاريخ الوصول: 2024.02.29– تاريخ الموافقة: 2024.04.21

الملخّص

تهدف هذه الدراسة إلى استخلاص التباين العددي، والنسبي لآبار المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، وبيان مقدار التباين بقيم كمية المياه المنتجة منها، فضلاً عن التحليل والتفسير للبيانات الرقمية لسجلات رصد كمية المياه المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023)، باستخدام المنهج التاريخي، والوصفي، والتحليلي، وقد خلُصت الدراسة إلى جملة من النتائج أهمها: بلغ عدد آبار المؤسسة غير العاملة (14 بئراً)، ممثلة ما نسبته (32%) من إجمالي (44 بئراً)، ورصدت أكبر قيمة بكمية المياه المنتجة من الآبار العاملة في العام (2023)؛ إذ بلغت (7,120,141 م^3/سنة)؛ أي: ما نسبته (24%) من إجمالي كمية المياه المنتجة خلال المدة ما بين (2019–2023)، البالغة (29,773,335 م^3/سنة)، بينما سُجّلت أكبر قيمة للمتوسط اليومي لنصيب الفرد من المياه المنتجة في العام (2023)؛ إذ بلغت (34 لتر/يوم فرد)، وبنسبة زيادة (132%) عن العام (2019).

الكلمات المفتاحية:

آبار المياه الجوفية، المياه المنتجة، متوسط نصيب الفرد، مدينة إب–اليمن.

Analysis of Digital Data for Records Monitoring the Quantity of Drinking Water Produced in Ibb City for the Period Between (2019-2023)

Dr. Adel Hammood Lotf Nagi, Ali Mohammed Khalab

Abstract

This study aims to extract the numerical and relative variation of the wells of the Local Corporation for Water and Sanitation, Ibb City Branch, and to indicate the amount of variation in the values of the amount of water produced from it, as well as the analysis and interpretation of the numerical data of the records of monitoring the quantity of water produced in Ibb city during the period between (2019-2023), using the historical, descriptive, and analytical approach, as the number of non-operating corporation wells reached (14) wells, representing (32%) of the total (44) wells, and the largest value was monitored by the amount of water produced from The wells operating in the year (2023), as it amounted to (7,120,141) m^3/year, i.e.: (22.8%) of the total amount of water produced during the period between (2019-2023), amounting to (29,773,335) m^3/year, while the largest value of the average daily per capita share of produced water was recorded in the year (2023), as it amounted to (34) liters / day per person, with an increase of (132%) over the year (2019).

Keywords

Groundwater Wells,
Water Produced,
Supply,
Ibb City,
Yemen

المقدّمة

تُعدّ آبار المياه الجوفية الحكومية، التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب المصدر الرئيس، والوحيد لخدمة مياه الشرب، التي تزوّد سكان مدينة إب، والمصدر الرئيس لتغذية آبار المياه الجوفية في مدينة إب إلى المياه السطحية (مياه الأمطار والسيول)، التي تتسرب وتترشح إلى باطن الأرض (الخزان المائي الجوفي) طبيعياً أو اصطناعياً عبر تقنيات حصاد مياه الأمطار والسيول الموسمية، المتمثّلة بتقنيات الكرفانات المائية (ناجي وآخرون، 2024، ص 149)، ويوجد في منطقة الدراسة حوالي (44) بئراً تابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، فضلاً عن وجود عدد كبير من الآبار الخاصة (الأهلية)، التي لا تتحكم بها المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي، ولا تتوافر لديها أيّة بيانات رقمية لسجلات رصد إنتاج المياه، واستهلاكها. وعلى أساس ذلك سوف تقتصر هذه الدراسة على دراسة البيانات الرقمية لسجلات رصد إنتاج مياه الشرب، واستهلاكها، المتوافرة لدى المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023).

مشكلة الدراسة:

تُعاني مدينة إب من توسع ونمو عمراني كبير، وكثافة سكانية متزايدة؛ وهو ما نتج عنه آثار سلبية على مستوى الخدمات الأساسية خاصة خدمات شبكات مياه الشرب والصرف الصحي، إذ تتسم بعدم كفايتها لحجم السكان القائم، بل هناك حرمان كامل من خدمة مياه الشرب والصرف الصحي في الكثير من الأحياء، فضلاً عن انخفاض منسوب المياه الجوفية، وظهور أزمة في المياه، فضلاً عن وقوع العديد من الأعطال والحالات الطارئة والمفاجئة في شبكة مياه الشرب، والأهم من كل ذلك وجود أكثر من (14) بئراً متوقفة عن العمل من أصل (44) بئراً تابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب؛ وفي ضوء ما سبق ذكره؛ كان لابد من توضيح مستقبل كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب؛ وبالتالي يمكن صياغة مشكلة هذه الدراسة بالتساؤلات الآتية:

1-ما مدى التباين العددي والنسبي لآبار المياه الجوفية التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب للمدة ما بين (2023-2019) ؟

2-ما مقدار كمية مياه الشرب المنتجة من الآبار التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب خلال المدة ما بين (2023-2019) ؟

3-ما مدلولات ومؤشرات الوضع المائي المستخلصة من تحليل وتفسير البيانات الرقمية لسجلات رصد كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023) ؟

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق ما يأتي:

1- التعرّف إلى أهم خصائص التباين العددي والنسبي لآبار المياه الجوفية التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب.

2-التوصّل إلى مدى تباين قيم كمية مياه الشرب المنتجة من آبار المياه الجوفية التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023).

3-استخلاص المدلولات والمؤشرات للوضع المائي عبر التحليل والتفسير للبيانات الرقمية لسجلات رصد كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023).

مبررات وأهمية الدراسة:

تنبع أهمية دراسة البيانات الرقمية لسجلات رصد إنتاج مياه الشرب في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023) وتحليلها من أهمية ما ستخرج به الدراسة من نتائج وتوصيات تلفت نظر القائمين على المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي في محافظة إب إلى ضرورة تشغيل الآبار المتوقفة عن العمل، من خلال معالجة أسباب توقفها عن العمل، إذ تُعدّ آبار المياه الجوفية المصدر المائي الوحيد لشبكات توزيع مياه الشرب في مدينة إب، إذ بلغ عددها (44) بئراً حتى نهاية العام (2023)، منها (30) بئراً عاملة، وحوالي (14) بئراً متوقف عن العمل؛ أي: أنّها تُشكّل ما نسبته (32%) من إجمالي عدد الآبار، وحالياً لا تكفي كمية المياه المنتجة من الآبار العاملة، لتغطية حاجة السكان في مدينة إب من مياه الشرب، فضلاً عن الضغط الكبير القائم على الآبار العاملة، ولتخفيف الضغط، والحفاظ على استدامة الحوض المائي الجوفي لمدينة إب، ومن أجل استقرار وثبات مستوى المياه الجوفية. وعليه: تسعى هذه الدراسة للمساهمة في وضع الحلول المناسبة لمعالجة أسباب توقف بعض الآبار في مدينة إب.

منهجية الدراسة:

تَمّ استخدام المنهج التاريخي؛ لتتبع التطور التاريخي لمصادر مياه الشرب في مدينة إب، وتطور عملية حفر آبار المياه الجوفية التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب منذ الستينات، حتى نهاية العام (2023)، فضلاً عن استخدام المنهج الوصفي، والمنهج التحليلي؛ لتحليل خصائص البيانات الرقمية لسجلات رصد كمية مياه الشرب المنتجة، ومتوسط نصيب الفرد من كمية المياه المنتجة خلال المدة ما بين (2019-2023)، واستخلاص المدلولات والمؤشرات للوضع المائي في مدينة إب.

أدوات الدراسة:

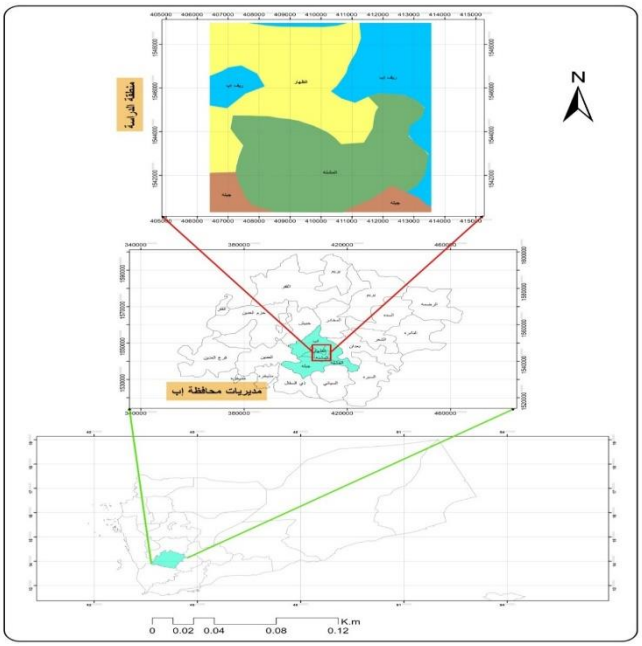
1- البيانات الرقمية لسجلات رصد كمية مياه الشرب المنتجة، ومتوسط نصيب الفرد من كمية المياه المنتجة خلال المدة ما بين (2019-2023) المتوافرة لدى المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بمحافظة إب.

2- الدراسة الميدانية لمواقع آبار المياه الجوفية في مدينة إب، فضلاً عن الزيارة الميدانية لمواقع التوزيع المكاني لخطوط الضخ والتوزيع لشبكات مياه الشرب.

3- برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS 10.8) في إعداد وإخراج الخرائط الرقمية.

حدود الدراسة:

مدينة إب مركز محافظة إب تقع في الوسط الجنوبي الغربي لليمن، وشبكات الضخ والتوزيع لمياه الشرب في مدينة إب عام (2024م) تغطي مساحة ما يُقارب (63 كم^2)؛ إذ تشمل على مناطق من المديريات الآتية: مديرية المشنة، بمعدل ما مساحته حوالي (23 كم^2)، ومديرية الظهار، ما مساحته حوالي (22 كم^2)، وأجزاء بسيطة من مديرية ريف إب، بمعدل ما مساحته حوالي (14 كم^2)، وأخيراً جزء بسيط من مديرية جبلة (منطقة فندق برج العرب)، ما مساحته حوالي (4 كم^2)؛ وبذلك تمتد منطقة الدراسة، بين دائرتي عرض (15° 40′ 00″)، (15° 50′ 00″) شمالاً، وبين خطي طول (40°30′ 00″)، (41° 25′ 00″) شرقاً، ، ويحدها من الشمال وادي السحول ومن الشرق جبل بعدان ومن الجنوب سلسلة من الجبال العالية التي تتبع مديرية جبلة، ويحدها من الغرب سلسلة جبلية، تمتد من بداية منطقة طريق المجمعة إلى منطقة مشورة.



الشكل (1): موقع منطقة الدراسة بالنسبة لمديريات محافظة إب.

المصدر: الباحثان، باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8.1).

الدراسات السابقة المحلية:

هذه الفقرة تعرض أهم الدراسات المحلية الحديثة المتعلقة بالخواص الهيدرولوجية (المناسيب والإنتاجية) لآبار المياه الجوفية في مدينة إب، فضلاً عن تقنيات تغذيتها اصطناعياً، ومنها:

1- دراسة (ناجي وغلاب، 2024) بعنوان: تقييم مياه الشرب المباعة في مدينة إب في الفترة ما بين (2019-2023)، وهدفت هذه الدراسة إلى استخلاص التباين العددي، والنسبي بقيم كمية المياه المباعة، والمفقودة منها، فضلاً عن التحليل والتفسير للبيانات الرقمية لسجلات رصد كمية المياه المباعة، والمفقودة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023)، وخلُص البحث إلى جملة من النتائج أهمها: التزايد المستمر بقيم كميات المياه المباعة سنوياً في مدينة إب؛ إذ بلغت أكبر قيمة بكمية المياه المباعة في العام (2023)، (5,101,362 م^3/سنة)، ونسبة زيادة (138.3%)، في حين سُجّلت أعلى قيمة لمتوسط نصيب الفرد اليومي من كمية المياه المباعة في العام (2022)، (26 لتر يوم/فرد)، وبنسبة زيادة (124%)، كما رصدت أعلى نسبة زيادة بكمية فاقد المياه في مدينة إب في العام (2023)؛ إذ بلغت (250%)؛ نتيجة لتزايد حجم الفاقد المائي خلال المدة ما بين (2019-2023) من ما يُقارب (806,563 م^3/سنة) عام (2019) إلى (2,018,779 م^3/سنة) عام (2023)، وأظهرت هذه الدراسة أنّ المعدّل العام لحصة الفرد من المياه المباعة حوالي (24 لتر/يوم)؛ وهو ما يُشير إلى ارتفاع فاقد المياه في أثناء مرحلة توزيع المياه على المشتركين؛ وهو ما يعني وجود أعطال أو كسور في شبكة توزيع مياه الشرب للمشتركين؛ إذ لوحظ ارتفاع المعدّل العام لفاقد المياه (NRW) خلال المدة ما بين (2019-2023) إلى (23%) من حجم الإنتاج المائي السنوي للفترة الزمنية (2019-2023)، وارتفاع المعدّل العام لفاقد المياه (UFW) إلى (30.2%) من حجم المياه المباعة خلال المدة ما بين (2019-2023)، ويمكن تحقيق التخفيض بنسب فاقد المياه في مدينة إب إلى (25%) على المدى الطويل في غضون (5) سنوات في المتوسط، وهو أمر مقبول من الناحية المالية والاستثمارية.

2- دراسة (ناجي وآخرون، 2024) بعنوان: أثر تقنية كرف حصاد مياه الأمطار والسيول الموسمية في تنمية مياه آبار وادي ميتم في مدينة إب، هدفت هذه الدراسة إلى استخلاص كل من: أبرز المدلولات والمؤشرات الهيدرولوجية لآبار المياه الجوفية، التي تؤكد أهمية التغذية الاصطناعية عبر تقنية الكرفانات المائية في وادي ميتم رقم (1 & 2)، فضلاً عن استخلاص أهم مؤشرات التغذية الاصطناعية، وتمّ تقسيم البحث إلى: تباين أعماق آبار المياه الجوفية، خصائص الكرفانات المائية، قياسات التغذية الاصطناعية، تحليل الخصائص الهيدرولوجية لآبار المياه الجوفية، وأخيراً أهم الإشكاليات التي تُعاني منها مشاريع التغذية الاصطناعية، مستعملاً المنهج الوصفي، والمنهج التحليلي،

وبالاستفادة من التقنية الحديثة لبرنامج (Surfer 16.6)؛ إذ تمّ التوصّل إلى عدد من النتائج أهمها: انخفاض منسوب المياه المتحرك في الآبار قبل إنشاء مشاريع التغذية الاصطناعية خلال العامين (2019، 2020)؛ إذ تراوح المتوسط السنوي المنخفض لمنسوب المياه ما بين (100-200) متراً، (82-136) متراً على التوالي، وبعد إنشاء مشاريع التغذية ارتفع المتوسط السنوي لمنسوب المياه إلى (34-58) متراً عام 2021، وإلى (34-52) متراً عام 2022، وهو ما يشير إلى حدوث تحسّن كبير في قيم مناسيب المياه بعد إنشاء مشاريع التغذية الاصطناعية.

3- دراسة (الشامي، 2023) بعنوان: التغذية الاصطناعية للخزان الجوفي لمدينة إب (دراسة تطبيقية للتغذية الجوفية بتقنيات الكرفانات المائية)، استخدمت في هذه الدراسة بعض آبار المياه الجوفية، التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي-إب، المتواجدة بالقرب من مشاريع برك التغذية الاصطناعية (الكرفانات المائية)، التي تتوفر فيها سجلات (قراءات) مناسب المياه الجوفية والطاقة الإنتاجية للآبار قبل وبعد إنشاء مشاريع التغذية الاصطناعية بتقنية الكرفانات المائية؛ لبيان مدى اختلاف مناسيب مياه الآبار خلال شهور السنة للفترة ما بين (2019-2022).تمّ تقييم تغذية المياه الجوفية اصطناعياً بتقنية الكرفانات المائية بمنطقة الدراسة من خلال تحليل قياسات التغذية الاصطناعية وتفسيرها لكل من: كرفانات سائلة ميتم رقم (1 & 2)، وكرفانات سائلة جبلة رقم (1 & 2)، وكرف سائلة قحزة، التي تضمنت قياس كمية المياه الداخلة للكرفانات المائية، وكمية المياه المتسربة إلى داخل الخزان الجوفي لمنطقة الدراسة خلال العام 2022، ومنها تمّ استخلاص المؤشرات والدلائل الخاصة بتقييم التغذية الاصطناعية الناتجة من مشاريع الكرفانات المائية في منطقة الدراسة، كما أظهرت هذه الدراسة من خلال تحليل البيانات الرقمية المرصودة لسجلات آبار المياه الجوفية وتفسيرها بمنطقة الدراسة انخفاض منسوب المياه المتحرك في آبار المياه الجوفية خلال العام 2019، إذ تراوح المتوسط السنوي المنخفض لمنسوب المياه ما بين (100-200) متر، بينما في العام 2020 تراوح المتوسط السنوي المرتفع لمنسوب المياه المتحرك ما بين (82-136) متراً في أكثر الآبار الواقعة بالقرب من سائلة ميتم، في حين أنّ المعدّل السنوي لمتوسط منسوب المياه الجوفية المتحرك خلال العام 2021 بلغ ما بين (34-58) متراً، وخلال العام 2022 لوحظ ارتفاع منسوب المياه المتحرك في آبار المياه الجوفية القريبة من مواقع الكرفانات المائية بسائلة ميتم رقم (1 & 2)؛ إذ تراوح المتوسط السنوي المرتفع لمنسوب المياه المتحرك فيها ما بين (34-52) متراً، وهو ما يُشير إلى تحسن كبير في مناسيب المياه بعد إنشاء مشاريع التغذية الاصطناعية؛ نتيجة لارتفاع منسوب المياه المتحرك في آبار المياه الجوفية، إذ تراوح المتوسط السنوي المرتفع لمنسوب المياه المتحرك ما بين (34-52) متراً في أغلب الآبار الواقعة بالقرب من الكرفانات المائية بسائلة ميتم رقم (1 & 2)، وخلُصت الدراسة عبر التحليل والتفسير للبيانات الرقمية المرصودة لقيم الطاقة الإنتاجية لآبار المياه الجوفية بمنطقة الدراسة إلى تحقق ارتفاع وتحسن ملموس بقيم الطاقة الإنتاجية المرصودة خلال العام 2021، والعام 2022؛ أي: بعد إنشاء مشاريع التغذية الاصطناعية في منطقة البحث؛ إذ بلغت قيم الطاقة الإنتاجية ما بين (13-10 لتراً/ثانية)، في حين تراوحت قيم الطاقة الإنتاجية المرصودة خلال العام 2019، والعام 2020 (قبل إنشاء مشاريع التغذية الاصطناعية) ما بين (4-10.5 لتر/ثانية).

4- دراسة (ناجي والورافي، 2022): تحديد المواقع الملائمة لحصاد مياه الأمطار لتغذية المياه الجوفية اصطناعياً في الحوض المائي لمدينة إب-اليمن باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية تُعنى بتحديد المواقع الملائمة لأماكن تجميع مياه الأمطار والسيول في مدينة إب، فضلاً عن تحديد أهم نظم حصاد المياه المناسبة للمواقع المختارة، تمّ الاستعانة في هذه الدراسة ببيانات أنموذج الارتفاع الرقمي لمدينة إب، ونظم المعلومات الجغرافية، لاستخلاص الخصائص الطبوغرافية، والهيدرولوجية لمنطقة الدراسة، ومن خلال تحليل الخصائص الطبوغرافية، والجيولوجية، والهيدرولوجية لمدينة إب تمّ استخلاص أهم المعايير والاعتبارات المناسبة لتحديد المواقع الملائمة لحصاد المياه، التي تلبي المتطلبات الأساسية لتقنية الحصاد المقترح إقامتها، بحيث تتوافق طريقة التقنية الملائمة لحصاد المياه مع الظروف الاجتماعية، والاقتصادية، والزراعية، والجيولوجية, والطبوغرافية للمنطقة، واستناداً لذلك توصّلت الدراسة إلى تحديد (3) مواقع مثلى لأماكن تجميع مياه الجريان السطحي لتغذية المياه الجوفية، الموقع الأول المقترح الرئيس تمّ تحديده في الركن الجنوبي الشرقي لمنطقة الدراسة عند بداية الرتبة الخامسة للمجرى المائي الرئيس لالتقاء معظم المجاري المائية لسطح المدينة (سائلة، مفرق، ميتم)، واقتراح إقامة سد ترشيحي لحصاد المياه مع تنفيذ آبار للشحن، أمّا الموقع الثاني فاقترح أنْ يكون في بداية الرتبة الرابعة، واقترح إنشاء حاجز مائي على مجرى الوادي لسائلة جبلة، وأخيراً يقع الموقع الثالث المقترح بالقرب من سائلة قحزة-السبل، والطريقة المناسبة لحصاد المياه فيه تمثل بإنشاء حفر مائية اصطناعية (برك أو كرف).

الدراسات السابقة الإقليمة:

من عناوين الدراسات الإقليمية الحديثة التي أغلبها رسائل ماجستير، تناولت بشكل كامل موضوع البنية التحتية لشبكات المياه، وفي هذه الدراسة

تَمّ تناول جزء بسيط من مكونات البنية التحتية لشبكات المياه، ألا وهو آبار المياه الجوفية التي تُعدّ المصدر الوحيد لمياه الشرب، فضلاً عن كمية المياه المنتجة منها:

1- إنتاج مياه الشرب واستهلاكها في مركز بلبيس باستخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة بنها، مصر، 2022، للباحث غيث سيد محمد السيد.

2- إنتاج مياه الشرب واستهلاكها في مركز بلقاس شمالي محافظة الدقهلية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة المنصورة، مصر، 2016، للباحثة أماني محمد أحمد محمد.

3- مياه الشرب في المجمع الحضري بالقاهرة الكبرى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة المنوفية، مصر، 2016، للباحث فتحي محمد مصيلحي خطاب.

4- التحليل المكاني لشبكات مياه الشرب بمدينة مرسي مطروح، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة الإسكندرية، مصر، 2017، للباحث عمرو السيد محمود أحمد.

5- التفكير مكانياً لحل مشكلة الكشف عن التسرب في شبكات المياه باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر الدولي للتقنيات الجيومكانية – ليبيا جيوتك 3، ليبيا، الصفحات (1-15)، (2017)، للباحث صلاح معمر أبو راوي.

6- التحليل المكاني لإنتاج واستهلاك مياه الشرب في محافظة المنيا: رؤية جغرافية، المجلة الجغرافية العربية، مصر، الصفحات (95-152)، (2017)، للباحث نبيل إسحاق فرنسيس سعد.

أولاً: التطور التاريخي لمصادر مياه الشرب في مدينة إب خلال المدة ما بين (1965-2023):

كانت مدينة إب حتى الستينات تفي حاجة سكانها للماء من بعض الآبار اليدوية الموجودة في مناطق متفرقة من المدينة القديمة، وكذلك من مياه الغيول التابعة للأوقاف، والنازلة من جبل بعدان عبر القنوات المائية الترابية، والمسلحة المكشوفة، وعبر أنابيب حديدية تصب في خزانات أعلى المدينة القديمة، وكان معظم السكان ينقلون المياه من هذه الخزانات إلى منازلهم على الأكتاف، أو على ظهور الحيوانات، وفي أثناء المدة ما بين (1965-1970) بدأ العمل بتشغيل مشروع المياه من آبار المياه الجوفية المحفورة في منطقة صلبة السيدة أروى، وعددها بئران، فضلاً عن تنفيذ مشروع كندي في مدينة إب، يقع جوار فرزة تعز سابقاً، وبمساعدة من وكالة التنمية الأمريكية، إذ نقلت المياه من تلك الآبار إلى مدينة إب. إلّا أنّ هذه الموارد المائية لم تفِ باحتياجات سكان المدينة؛ لذلك تَمّ البحث عن مصادر مائية جديدة للمدينة (الشجاع، 2006، ص 6 & 7)، كما هو مبين في الجدول (1):

الجدول (1): آبار المياه الجوفية وأعماقها وسنة حفرها في مدينة إب، والتابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب خلال المدة ما بين (1990-2023).

م	اسم البئر	تاريخ الحفر	تاريخ التشغيل	عمق البئر (م)	عمق البئر بعد (م)
1	بئر رقم 1	1990م	1990م	304	
2	بئر رقم 2	1990م	1990م	230	
3	بئر رقم 3	1990م	1990م	193	
4	بئر رقم 4	1990م	1990م	203	
5	بئر رقم 5	1990م	1990م	--	
6	بئر مصلحة الطرق رقم 6	1990م	1990م	207	
7	بئر شعب عياق رقم 7	2004م	2004م	200	
8	بئر رقم 8	2007م	2009م	300	425
9	بئر رقم 9	2007م	--	--	--
10	بئر رقم 10	1990م	1990م	177	
11	بئر المعشار رقم 11	2004م	2004م	333	
12	بئر جوار السجن رقم 12	2004م	2005م	354	
13	بئر مزرعة البحوث رقم 13	2005م	2009م	353	
14	بئر فيات رقم 14	2005م	2005م	332	
15	بئر الصلبة رقم 15	2004م	2004م	288	
16	بئر جوار الملعب رقم 16	2006م	2006م	274	
17	بئر الشعاب رقم 17	2005م	2006م	300	
18	بئر اللحج رقم 18	2005م	2007م	400	
19	بئر كاحب رقم 19	2005م	2006	296	357
20	بئر المقصارة رقم 20	2007م	2007م	357	
21	بئر كندي رقم 21	2007م	2008م	161	
22	بئر جوار المسلخ رقم 22	2005م	2009م	300	403
23	بئر ميتم ذي الشط رقم 23	2010م	2010م	257	440
24	بئر منزلة الراعية رقم 24	2012م	2012م	80	80
25	بئر السبل الجسر رقم 25	2013م	2017م	271	456
26	بئر البنك الزراعي رقم 26	2007م	2013م	400	
27	بئر البجور رقم 27	2013م	2013م	--	
28	بئر المشتل رقم 28	2013م	2015م	225	326
29	بئر الجباجب رقم 29	2007م	2016م	--	
30	بئر قزة رقم 30	2019م	2019م	189	
31	بئر الصياد السبل رقم 31	2020م	2020م	368	
32	بئر المحافظ رقم 32	2020م	2020م	342	
33	بئر الأشغال رقم 33	2005م	2021م	345	
34	بئر الجامعة رقم 34	2020م	2020م	600	
35	بئر السبل القديم رقم 35	2004م	--	302	440
36	بئر دار القدسي رقم 36	2021م	2021م		
37	بئر البحم السحول رقم 37	2021م	2021م		
38	بئر العقائر السحول رقم 38	2021م	2021م		
39	بئر الاحواض السحول رقم 39	2021م	2021م		
40	بئر الملعب السحول رقم 40	2021م	2021م		
41	بئر المحصن السحول رقم 41	2021م	2021م		
42	بئر الموارد المائية رقم 42	2021م	2021م		
43	بئر الخزان رقم 43	2023م	2023م	449	
44	بئر مدرسة وفاء إدريس الشعاب رقم 44	2023م		343	

المصدر: الباحثان اعتماداً على تقارير المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي في مدينة إب.

وفي ضوء الجدول (2) أدناه، يتضح تباين سنة الحفر، وعدد الآبار، ونسبتها، في منطقة الدراسة التابعة لمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب للمدة ما بين (1990–2023)، التي بلغت (44) بئراً، إذ جاءت الأعوام (1990)، (2005)، (2021) في المرتبة الأولى من حيث عدد آبار المياه الجوفية المحفورة في مدينة إب بواقع حفر (7) آبار، وبنسبة (16%) من إجمالي عدد الآبار المحفورة في منطقة الدراسة، في حين جاء عام (2007) في المرتبة الثانية؛ إذ بلغ عدد الآبار المحفورة فيها (6) آبار وبنسبة (14%)، بينما عام (2004)، جاء في المرتبة الثالثة؛ إذ بلغ عدد الآبار المحفورة فيها (5) آبار وبنسبة (11%)، في حين جاء كل من العام (2013) والعام (2020) جاء كل منهما في المرتبة الرابعة؛ إذ بلغ عدد الآبار المحفورة في العام الواحد (3) آبار وبنسبة (7%)، وأخيراً جاء العام (2023) في المرتبة الخامسة من حيث عدد الآبار المحفورة في منطقة الدراسة؛ إذ بلغ عدد الآبار المحفورة فيه بئرين، ما نسبته (5%) من إجمالي عدد الآبار المحفورة في مدينة إب، أمّا أقل سنة حُفرت فيها الآبار فكانت فمن نصيب سنة (2009, 2021) بواقع بئر، وبنسبة (2%) من النسبة الكلية لعدد الآبار المحفورة في مدينة إب.

الجدول (2): التباين العددي والنسبي لآبار المياه الجوفية التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب وسنة حفرها للمدة ما بين (1990-2023).

السنة	عدد الآبار المحفورة	النسبة %	المرتبة
1990	7	16	الأولى
2004	5	11.2	الثالثة
2005	7	16	الأولى
2006	1	2.2	السابعة
2007	6	14	الثانية
2010	1	2.2	السابعة
2012	1	2.2	السابعة
2013	3	7	الخامسة
2018	4	9	الرابعة
2019	1	2.2	السابعة
2020	2	4.5	السادسة
2021	4	9	الرابعة
2023	2	4.5	السادسة
إجمالي عدد الآبار	44	%100	

المصدر: الباحثان اعتماداً على تقارير المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي في مدينة إب.

ثانياً: كمية المياه المنتجة من آبار المياه الجوفية الحكومية في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019 – 2023):

يتبيّن من الجدول (3) أدناه كمية المياه الجوفية المنتجة، والصالحة للشرب من آبار المياه الجوفية، التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023)، ويلاحظ في ضوئه أنّ عدد آبار المياه الجوفية المتوقفة عن العمل حوالي (14) بئراً؛ أي: ما نسبته (32%) من إجمالي عدد آبار المياه الجوفية التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، بينما عدد الآبار العاملة، التي تزود المدينة بمياه الشرب بلغ عددها (30) بئراً؛ أي: ما نسبته (68%)، ومن خلال المقابلات الشخصية مع المختصين بإدارة تشغيل وصيانة آبار المياه الجوفية في المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، ومناقشة أسباب توقف (14) بئراً تمّ التوصّل لبعض الأسباب التي يُعزى إليها توقف تلك الآبار عن العمل منذ أعوام، من أبرزها ما يأتي:

أ– عدم جدوى إنتاجية بعض آبار المياه الجوفية غير العاملة؛ إذ تتراوح إنتاجيتها ما بين (2–3 لتر/ثانية) (المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بمحافظة إب، 2021، ص 16).

ب– حفر آبار جديدة مجاورة لبعض آبار المياه الجوفية المتوقفة عن العمل، وإنتاجيتها عالية (المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بمحافظة إب، 2021، ص 16).

ج– عند إعادة تأهيل بعض آبار المياه الجوفية المتوقفة عن العمل حدث فيها تهدفات ترابية وصخرية؛ ما أدى إلى عدم القدرة على إعادة التأهيل والحفر؛ وفي ضوء ذلك قررت اللجنة الفنية المرافقة للتأهيل والحفر بتوقف عملية تأهيل وحفر تلك الآبار، فضلاً عن توصيتها وإقرارها بحفر آبار جديدة مجاورة لتلك الآبار المتوقفة عن العمل؛ بحيث تصبح الآبار الجديدة بديلاً عن الآبار المتوقفة عن العمل.

ويتبيّن من خلال الجدول (3): التزايد المستمر والسنوي لقيم كمية المياه المنتجة من الآبار التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023)؛ فقد بلغت النسبة المئوية لقيم كمية المياه المنتجة من تلك الآبار حوالي (15%، 18%، 21%، 22%، 24%)، على التوالي للأعوام ما بين (2019–2023)، وبنسب زيادة عن كمية المياه المنتجة في العام (2019) بلغت حوالي (100%، 118.4%، 138.3%، 147%، 158.3%)، وفي ضوء ما سبق فإنّ أعلى قيمة لكمية المياه المنتجة من الآبار العاملة خلال المدة ما بين (2019–2023)، سُجّلت في العام (2023)؛ إذ بلغت كمية المياه المنتجة من الآبار

حوالي (7,120,141 م^3/سنة)، ما نسبته (24%) من إجمالي كمية المياه المنتجة من تلك الآبار، البالغة حوالي (29,773,335 م^3/سنة)، وبنسبة زيادة وصلت إلى حوالي (158.3%)، عن كمية المياه المنتجة في العام (2019)، بينما أقل قيمة لكمية المياه المنتجة من الآبار خلال المدة ما بين (2019-2023)، فقد رصدت في العام (2019)؛ إذ بلغت حوالي (4,495,706 م^3/سنة)، ما نسبته (15%).

وفي ضوء ما سبق يمكن القول: إنّ من أهم الأسباب التي يُعزى إليها التزايد المستمر بقيم كمية المياه المنتجة من الآبار التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023)، ما يأتي:

أ- زيادة عدد آبار المياه الجوفية المحفورة خلال المدة ما بين (2019-2023)؛ إذ بلغ (9) آبار جديدة، ممثلة ما نسبته (20.5%) من العدد الكلي للآبار، البلغ (44) بئراً.

ب- إقامة العديد من مشاريع تقنيات حصاد مياه الأمطار والسيول في مدينة إب؛ لغرض التغذية الاصطناعية الجوفية عبر تقنية الحفر المائية (الكرفانات المائية) في عامي (2021, 2022)؛ وهو بدوره أدى إلى زيادة مناسيب مياه الآبار، وإنتاجيتها؛ إذ توصّلت دراسة (ناجي وآخرون، 2024، ص 149) إلى انخفاض منسوب المياه المتحرك في الآبار قبل إنشاء مشاريع التغذية الاصطناعية خلال العامين (2019، 2020)؛ إذ تراوح المتوسط السنوي المنخفض لمنسوب المياه ما بين (100-200) متر، (82-136) متراً على التوالي، وبعد إنشاء مشاريع التغذية ارتفع المتوسط السنوي لمنسوب المياه إلى (34-58) متراً عام 2021، وإلى (34-52) متراً عام 2022؛ وهو ما يشير إلى حدوث تحسن كبير في قيم مناسيب المياه بعد إنشاء مشاريع التغذية الاصطناعية.

ج- زيادة معدل الساقط المطري خاصة في الأعوام الآتية: (2021)، (2022)، (2023).

د- تأهيل عدد من آبار المياه الجوفية من حيث تصفية وتغيير وحدات تشغيل الآبار (مولد، محرك، مضخة).

الجدول (3): البيانات الرقمية لكمية المياه المنتجة من الآبار التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023).

البئر	كمية المياه المنتجة (م3/السنة)				
البئر	2019م	م2020	م2021	2022م	2023م
بئر رقم 1	133057	195778	198778	282639	523,073
بئر سائلة جبلة رقم 2	256390	275971	279705	326253	356,646
بئر رقم 3	151366	113061	152091	169141	19,374
بئر رقم4	97750	101636	94976	221611	73,333
بئر رقم 5	0	0	0	0	0
بئر مصلحة الطرق رقم 6	183952	278785	297850	336732	373,513
بئر شعب عياق رقم 7	374457	356081	340694	391595	465,467
بئر دار الشرف رقم 8	187010	111997	201962	391595	57,121
بئر رقم 9	0	0	0	0	0
بئر رقم 10	4215	0	0	0	0
بئر المعشار رقم 11	171522	228129	237302	227182	302,767
بئر جوار السجن رقم 12	138728	148915	140637	268582	178,644
بئر مزرعة البحوث رقم 13	331782	303465	301649	343411	376,409
بئر فيات رقم 14	246789	259637	259557	288510	220,496
بئر الصلبة رقم 15	228217	207601	185729	233264	259,097
بئر جوار الملعب رقم 16	229800	254000	214119	245354	282,057
بئر الشعاب رقم 17	179076	176579	138145	169547	170,737
بئر اللحج رقم 18	53526	30249	7053	2158	0
بئر كاحب رقم 19	0	0	0	0	0
بئر المقصارة رقم 20	245666	241301	220527	249576	263,019
بئر كندي رقم 21	115448	154975	141528	195249	182,374
بئر جوار المسلخ رقم 22	52215	33709	93635	114134	164,420
بئر ميتم ذي الشط رقم 23	50162	4664	82267	238625	272,114
بئر منزلة الراعية رقم 24	122503	202442	184532	221506	216,447
بئر السبل الجسر رقم 25	158172	0	0	0	0
بئر البنك الزراعي رقم 26	50983	59425	67292	177948	240,068
بئر اليجور رقم 27	201771	225326	189966	229167	254,125
بئر المشتل رقم 28	158580	128827	167197	224606	281,009
بئر الجباجب رقم 29	142913	128604	101259	114226	143,267
بئر قحزة رقم 30	207238	260346	224981	260314	334,478
بئر الصياد السبل رقم 31	0	346565	376350	426732	485,632
بئر المحافظ رقم 32	0	178902	218809	269212	272,884
بئر الأشغال رقم 33	0	0	0	0	0
بئر الجامعة رقم 34	0	0	0	0	0
بئر السبل القديم رقم 35	0	0	0	0	0
بئر دار القدسي رقم 36	0	0	0	0	0
بئر البحم السحول رقم 37	0	0	45070	112785	113,094
بئر العقائر السحول رقم 38	0	0	46018	98954	90,511
بئر الاحواض السحول رقم 39	0	0	9542	454	18,064
بئر الملعب السحول رقم 40	0	0	0	0	0
بئر المحصن السحول رقم 41	0	0	0	0	0
بئر الموارد المائية رقم 42	0	0	0	0	0
بئر الخزان المقبنة رقم 43	0	0	0	0	129,901
بئر مدرسة وفاء إدريس الشعاب رقم 44	0	0	0	0	0
إجمالي كمية المياه المنتجة (م3/السنة)	4,495,706	5,328,616	6,218,321	6,610,551	7,120,141
النسبة المئوية %	15%	18%	21%	22%	24%
نسبة الزيادة %	100%	118.40%	138.30%	147%	158.30%

المصدر: الباحثان اعتماداً على سجلات رصد المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، خلال المدة ما بين (2023-2019).

من خلال الجدول (4) أدناه، الخاص بالتباين العددي والنسبي لكمية مياه الشرب المنتجة من آبار المياه الجوفية خلال العام (2023) من الآبار العاملة، والتابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب يلاحظ أنّ أعلى نسبة لكمية المياه المنتجة حصلت عليها كل من: بئر رقم (1)، وبئر شعب عماق رقم (7)، وبئر الصماد السبل رقم (31)، بنسبة (7%)؛ ويعود السبب الرئيس في زيادة كمية المياه المنتجة من الآبار السابقة الذكر إلى ارتفاع مناسيب مياه تلك الآبار إلى مستوى المياه السطحية؛ وهو ما أدى إلى تغيير وحدات ضخ ذات قدرات عالية؛ لرفع الطاقة الإنتاجية للآبار؛ لخفض مناسيبها، وتجنباً للمياه السطحية الملوثة، في حين بلغت نسبة كمية المياه المنتجة من الآبار الآتية: بئر رقم (2)، وبئر مصلحة الطرق رقم (6)، وبئر البحوث الزراعية رقم (13)، وبئر قحزة رقم (30)، حوالي (5%) من إجمالي كمية المياه المنتجة من آبار المياه الجوفية خلال العام (2023)، البالغة (7,120,141 م^3/سنة)، بينما بلغت أقل نسبة بكمية المياه المنتجة من آبار المياه الجوفية في كل من البئرين: بئر رقم (3)، وبئر الأحواض السحول رقم (39)، بنسبة (0%)؛ ويعود السبب إلى قرار العاملين بالمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب تخفيض تشغيل الآبار، التي تتراوح طاقتها الإنتاجية ما بين (5–7 لتر/ثانية)؛ للحفاظ على المناسيب وعدم استنزاف المياه منها.

الجدول (4): التباين العددي والنسبي لكمية المياه المنتجة من الآبار التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب خلال العام (2023).

البئر	كمية المياه المنتجة (م3/سنة)	النسبة%
بئر رقم 1	523,073	7%
بئر رقم 2	356,646	5%
بئر رقم 3	19,374	0%
بئر رقم 4	73,333	1%
بئر رقم 6	373,513	5%
بئر رقم 7	465,467	7%
بئر رقم 8	57,121	1%
بئر رقم 11	302,767	4%
بئر رقم 12	178,644	3%
بئر رقم 13	376,409	5%
بئر رقم 14	220,496	3%
بئر رقم 15	259,097	4%
بئر رقم 16	282,057	4%
بئر رقم 17	170,737	2%
بئر رقم 20	263,019	4%
بئر رقم 21	182,374	3%
بئر رقم 22	164,420	2%
بئر رقم 23	272,114	4%
بئر رقم 24	216,447	3%
بئر رقم 26	240,068	3%
بئر رقم 27	254,125	4%
بئر رقم 28	281,009	4%
بئر رقم 29	143,267	2%
بئر رقم 30	334,478	5%
بئر رقم 31	485,632	7%
بئر رقم 32	272,884	4%
بئر رقم 37	113,094	2%
بئر رقم 38	90,511	1%
بئر رقم 39	18,064	0%
بئر رقم 43	129,901	2%

المصدر: الباحثان اعتماداً على الجدول (3).

ثالثاً: تحليل البيانات الرقمية لسجلات رصد كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023):

نظراً لما تشهده مدينة إب خاصة مديرتي المشنة والظهار من توسع عمراني متزايد خاصةً في السنوات الأخيرة، فضلاً عن النمو السكاني المتزايد، وتوافد الوافدين، والنازحين من مختلف المحافظات اليمنية إلى مدينة إب، كل ما سبق ذكره أدى إلى توسّع شبكات مياه الشرب في أنحاء المدينة؛ وهو ما أدى إلى تزايد إنتاج مياه الشرب في مدينة إب بشكل متدرج خاصة في الفترة الأخيرة.

وقبل مناقشة تحليل البيانات الرقمية لكمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023)، تجدر الإشارة إلى أنّ البيانات الرقمية لكمية المياه المباعة وكمية فاقد المياه في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023)، موضحة في الجدول (5) أدناه، علماً أنّ مجموع تلك البيانات الرقمية للمياه (المباعة + المفقودة) يساوي كمية المياه المنتجة في مدينة إب لنفس الفترة الزمنية (2019–2023)، البالغة (29,773,335 م^3/سنة):

الجدول (5): البيانات الرقمية لسجلات كمية المياه المباعة وكمية فاقد مياه الشرب في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019 – 2023)

السنة	كمية المياه المباعة في مدينة إب (م^3/سنة)	كمية فاقد مياه الشرب في مدينة إب (م^3/سنة)
2019	3,689,143	806,563
2020	4,181,518	1,147,089
2021	4,782,381	1,435,940
2022	5,025,144	1,585,407
2023	5,101,362	2,018,770
الإجمالي (م^3/سنة)	22,779,548	6,993,787
29,773,335		

المصدر: الباحثان اعتماداً على (ناجي وغلاب، 2024).

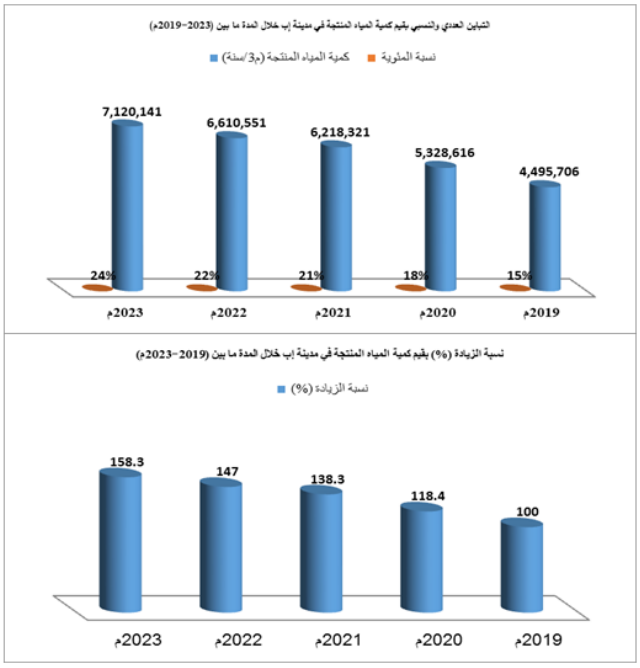
الجدول (6) أدناه يوضح تباين قيم كميات المياه المنتجة من آبار المياه الجوفية في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019 – 2023)، التي تَمّ استخلاصها من جداول البيانات الرقمية لسجلات كمية مياه الشرب المنتجة من آبار المياه الجوفية، الخاصة بالمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب؛ إذ تَمّ تحليل التباين العددي والنسبي في القيم المرصودة لكميات المياه المنتجة من آبار المياه الجوفية في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023)، وتحليلها؛ إذ لوحظ الزيادة السنوية المستمرة بقيم كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب، من العام (2019)، حتى العام (2023).

الجدول (6): البيانات الرقمية لسجلات كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023).

السنة	كمية المياه المنتجة في مدينة إب (م^3/سنة)	نسبة الزيادة (%)	النسبة %	الترتيب
2019	4,495,706	-	%15	خامساً
2020	5,328,616	118.4	%18	رابعاً
2021	6,218,321	138.3	%21	ثالثاً
2022	6,610,551	147	%22	ثانياً
2023	7,120,141	158.3	%24	أولاً
إجمالي كمية المياه المنتجة	29,773,335	662	%100	

المصدر: الباحثان اعتماداً على سجلات رصد المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023).

وفي ضوء التحليل والتفسير للشكل (2) الخاص بقيم كميات المياه المنتجة من آبار المياه الجوفية في مدينة إب في المدة ما بين (2019–2023)، يتضح المخطط الأول: عبارة عن مخطط للتباين النسبي في مقدار نسبة الزيادة عن قيمة الأساس، المتمثلة بقيمة كمية المياه المنتجة في العام (2019)، التي بلغت حوالي (4,495,706 م^3/سنة)، وتُعدّ أقل قيمة لكمية المياه المنتجة خلال المدة ما بين (2019–2023)، فضلاً عن حدوث قمة الأزمة المائية في مدينة إب في العام (2019)، بينما جاء العام (2023) في المرتبة الأولى من حيث أعلى قيمية للكمية المنتجة؛ إذ بلغت حوالي (6,699,237 م^3/سنة)؛ أي: أكبر نسبة في زيادة الإنتاجية للمياه خلال المدة ما بين (2019–2023)؛ أي أنّ نسبة الزيادة في كمية المياه المنتجة في عام (2023) بلغت حوالي (158.3%) عن كمية المياه المنتجة في العام (2019)؛ بسبب زيادة نسبة إنتاجية بعض آبار المياه الجوفية القريبة من مشاريع حصاد مياه الأمطار والسيول عبر تقنية الكرفانات المائية، فضلاً عن دخول بئر جديدة للخدمة (بئر الخزان المعقبة رقم (43)، أن مخطط مقارنة التباين النسبي بين بقيم كميات المياه المنتجة لكل عام وبين من القيمة الإجمالية الكلية لكمية المياه المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023)، يشير إلى أنّ العام (2023) قد جاء في المرتبة الأولى من حيث أعلى نسبة من كمية مياه الشرب المنتجة من آبار المياه الجوفية مشكل ما نسبته (24%) من إجمالي كمية المياه المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019–2023)، البالغة حوالي (29,773.335 م^3/سنة)؛ ويعزى السبب في الزيادة المستمرة والمتدرجة بقيم كمية المياه المنتجة في مدينة إب، إلى تأهيل بعض الآبار (تعميق، وتصفية الآبار)، التي كانت إنتاجيتها منخفضة، علاوةً على حفر عدد من الآبار ودخولها الخدمة، وكذلك إدخال وحدات ضخ ذات قدرات ضخ مرتفعة مع ما يتناسب في ارتفاع مناسيب المياه؛ لزيادة الإنتاجية، وأخيراً إدخال خدمة الطاقة الشمسية لبعض الآبار؛ من أجل تشغيلها بنظام (24 ساعة)، مع نظام الدمج لطاقة المولدات الكهربائية.



الشكل (2): مخطط بياني لتطور كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023). **المصدر:** الباحثان اعتماداً على الجدول (6).

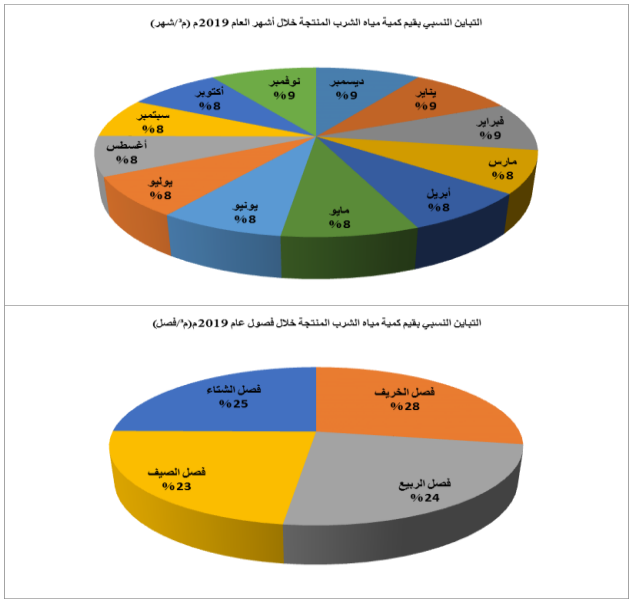
1تحليل خصائص كميات مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال العام (2019م):

يتبيّن في ضوء التحليل والتفسير للشكل (3) الخاص بالمخطط البياني للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2019) في مدينة إب يتبيّن أنّ المخطط الأول: عبارة عن مخطط للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2019)؛ إذ جاء في المرتبة الأولى من حيث أعلى نسبة من إجمالي كمية مياه الشرب المنتجة بالشهر، رصدت في شهر نوفمبر، وشهر ديسمبر، وشهر يناير، وشهر فبراير؛ إذ بلغت نسبة كمية المياه المنتجة في تلك الأشهر حوالي (9%)، بينما يلاحظ من خلال المخطط الثاني الخاص بمقارنة التباين النسبي بين بقيم كميات المياه المنتجة خلال الفصول الأربعة من العام (2019)، أنّ أعلى نسبة من كمية المياه المنتجة، قد سُجّلت في فصل الخريف (شهر ديسمبر، شهر يناير، شهر فبراير) من العام (2019)؛ إذ بلغت حوالي (28%) من إجمالي كمية المياه المنتجة، بينما أقل نسبة سُجّلت لكمية المياه المنتجة في فصل الصيف؛ إذ شكّلت نسبته (23%) من إجمالي كمية المياه المنتجة في العام (2019) البالغة حوالي (4,495,706 م^3/سنة)، ويجدر بالإشارة إلى حدوث أزمة كبيرة في المياه في مدينة إب وانهيار مناسيب المياه، وقلة إنتاجية آبار المياه الجوفية التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، في فصل الصيف من العام (2019). إذ أظهرت دراسة (ناجي وآخرون، 2024، ص 166) من خلال تحليل البيانات الرقمية المرصودة لسجلات آبار المياه الجوفية وتفسيرها بمنطقة سائلة وادي ميتم في الجنوب الشرقي لمدينة إب انخفاض منسوب المياه المتحرك في آبار المياه الجوفية خلال العام 2019؛ إذ تراوح المتوسط السنوي المنخفض لمنسوب المياه ما بين (100-200) متر، بينما تراوحت إنتاجية تلك الآبار ما بين (8-10 لتر/ثانية) في كل من: بئر شعب عماق رقم (7)، وبئر مزرعة البحوث رقم (13), وبئر رقم (2)، في حين بلغت الطاقة الإنتاجية ما بين (0.5-6 لتر/ثانية) في كل من: بئر رقم (3)، وبئر رقم (4)، وبئر المحافظ رقم (32)، وبئر رقم (23)، الواقعة في الجزء الجنوبي الشرقي لمدينة إب (ناجي وآخرون، 2024، ص 177).

الجدول (7): التباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2019) في مدينة إب.

أشهر 2019م	كمية مياه الشرب المنتجة بالشهر(م3/شهر)	النسبة %	فصول عام 2019م	كمية مياه الشرب المنتجة بالفصل (م3/فصل)	النسبة %
يناير	413,501	9	فصل الخريف	1239404	%28
فبراير	414,798	9			
مارس	363,117	8	فصل الربيع	1104192	%24
أبريل	361,200	8			
مايو	379,875	8			
يونيو	347,738	8	فصل الصيف	1034529	%23
يوليو	344,696	8			
أغسطس	342,095	8			
سبتمبر	335,200	8	فصل الشتاء	1117581	%25
أكتوبر	366,307	8			
نوفمبر	416,074	9			
ديسمبر	411,105	9			
إجمالي كمية المياه المنتجة (م3/سنة)	4,495,706	%100	إجمالي كمية المياه المنتجة (م3/سنة)	4,495,706	%100
المعدل الشهري (م3/شهر)	374642.17		المعدل بالفصل (م3/فصل)	1123926.5	

المصدر: الباحثان اعتماداً على سجلات رصد المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، عام 2019.



الشكل (3): مخطط بياني للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2019) في مدينة إب. **المصدر:** الباحثان اعتماداً على الجدول (7).

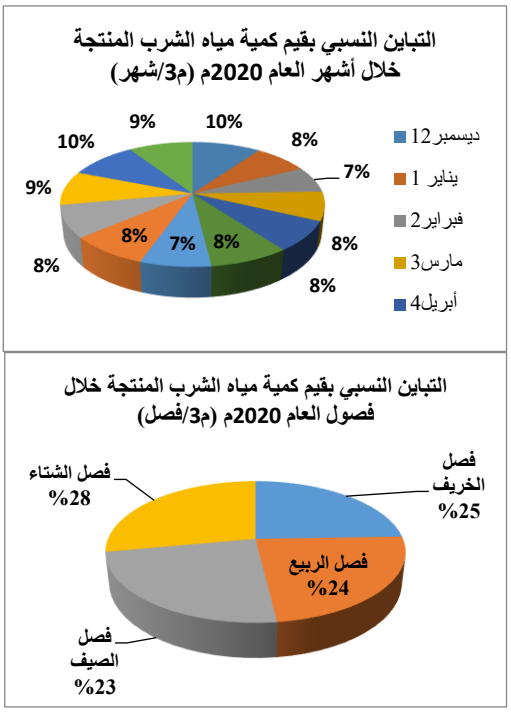
2.تحليل خصائص كميات مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال العام (2020):

يلاحظ من خلال تحليل وتفسير الشكل (4) الخاص بالمخطط البياني للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لقيم كميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2020) في مدينة إب أنّ المخطط الأول: الذي هو مخطط للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2020)، قد جاء في المرتبة الأولى من حيث أعلى نسبة لقيم كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب، في الأشهر الآتية: شهر ديسمبر، وشهر أكتوبر؛ إذ جاءت نسبة الإنتاج حوالي (10%) من إجمالي كمية المياه المنتجة في العام (2020)، بينما المخطط الثاني، الخاص بمقارنة التباين النسبي بين بقيم كميات المياه المنتجة خلال الفصول الأربعة من العام (2020)، وفيه جاء فصل الشتاء (شهر سبتمبر، شهر أكتوبر، شهر نوفمبر) في المرتبة الأولى من حيث أعلى نسبة من إجمالي كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب؛ إذ شكّل ما نسبته (28%)، بينما سُجّلت أقل نسبة من إجمالي كمية مياه الشرب المنتجة في فصل الصيف؛ إذ شكّلت ما نسبته (23%) من إجمالي كمية المياه المنتجة في العام (2020) البالغة حوالي (5,328,616 م^3/سنة). الجدير بالذكر أنّ الأزمة المائية في مدينة إب امتدت من العام (2019) إلى العام (2020)؛ ففي العام 2020 تراوح المتوسط السنوي المرتفع لمنسوب المياه المتحرك ما بين (82-136 متراً) في أكثر الآبار الواقعة بالقرب من سائلة ميتم (ناجي وآخرون، 2024، ص 168)، كما لوحظ من خلال سجلات الطاقة الإنتاجية للآبار المرصودة خلال العام 2020 التحسن الملموس في قيم الطاقة الإنتاجية بشكل أكبر من سجلات الطاقة الإنتاجية المرصودة خلال العام 2019؛ إذ ارتفعت قيم الطاقة الإنتاجية ما بين (3-10 لتراً/ثانية) في كل من: بئر شعب عماق رقم (7)، وبئر مزرعة البحوث رقم (13)، وبئر رقم (2)، بئر المحافظ رقم (32)، بينما بلغت الطاقة الإنتاجية ما بين (4-9.7 لتر/ثانية) في كل من: بئر رقم (3)، وبئر رقم (4)، وبئر رقم (23) خلال العام 2020 (ناجي وآخرون، 2024، ص 178).

الجدول (8): التباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2020) في مدينة إب.

أشهر 2020	كمية مياه الشرب المنتجة بالشهر(م3/شهر)	النسبة %	فصول عام 2020	كمية مياه الشرب المنتجة بالفصل (م3/فصل)	النسبة %
يناير	419,443	8	فصل الخريف	1304616	%25
فبراير	359,986	7			
مارس	398,793	8	فصل الربيع	1256947	%24
أبريل	415,693	8			
مايو	442,461	8			
يونيو	392,322	7	فصل الصيف	1277999	%23
يوليو	442,683	8			
أغسطس	442,994	8			
سبتمبر	473,744	9	فصل الشتاء	1489054	%28
أكتوبر	520,797	10			
نوفمبر	494,513	9			
ديسمبر	525,187	10			
إجمالي كمية المياه المنتجة (م3/سنة)	5,328,616	%100	إجمالي كمية المياه المنتجة (م3/سنة)	5328616	%100
المعدل الشهري (م3/شهر)	444051.3		المعدل بالفصل (م3/فصل)	1332154	

المصدر: الباحثان اعتماداً على سجلات رصد المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، عام 2020.



الشكل (4): مخطط بياني للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2020) في مدينة إب.

المصدر: الباحثان اعتماداً على الجدول (8).

3.تحليل خصائص كميات مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال العام (2021):

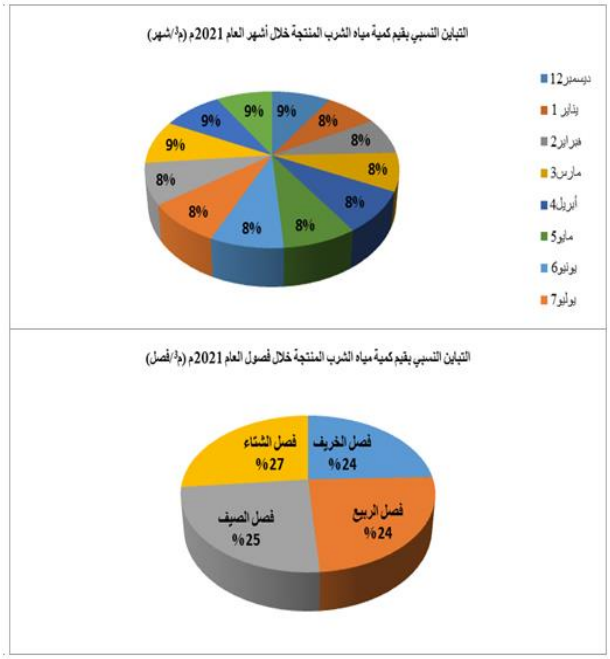
يلاحظ من خلال تحليل وتفسير الشكل (5) الخاص بالمخطط البياني للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2021) في مدينة إب أنّ المخطط الأول: الذي هو مخطط للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2021)، واحتل المرتبة الأولى من حيث أعلى نسبة لكمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب كل من الأشهر الآتية: شهر ديسمبر، وشهر أكتوبر، وشهر نوفمبر؛ إذ بلغت حوالي (9%) من إجمالي كمية المياه المنتجة في العام (2021)، بينما المخطط الثاني الخاص بمقارنة التباين النسبي بين بقيم كميات المياه المنتجة خلال الفصول الأربعة من العام (2021)، جاء في المرتبة الأولى فصل الشتاء (شهر سبتمبر، شهر أكتوبر، شهر نوفمبر)، من حيث أعلى نسبة من إجمالي كمية المياه المنتجة في العام (2021)، البالغة حوالي (5,328,616 م^3/سنة)؛ إذ شكّلت ما نسبته (27%)، بينما جاء في المرتبة الثانية فصل الخريف (شهر ديسمبر، شهر يناير، شهر فبراير)؛ إذ بلغت نسبة كمية المياه المنتجة فيه حوالي (25%)، في حين رصدت أقل نسبة من إجمالي كمية المياه المنتجة في مدينة إب عام (2021) في فصلي الربيع، والصيف، وبنسبة (24%) لكل منهما.

ولا بد من الإشارة إلى أنّه تمّ إنشاء مشاريع حصاد مياه الأمطار والسيول في مدينة إب خلال 2021؛ لغرض التغذية الاصطناعية الجوفية لآبار المياه باستخدام تقنية الكرفانات المائية، ولوحظ ارتفاع منسوب المياه المتحرك في آبار المياه الجوفية القريبة من مواقع الكرفانات المائية بسائلة ميتم رقم (1 & 2)؛ إذ بلغ المعدّل السنوي لمتوسط منسوب المياه الجوفية المتحرك خلال العام 2021 ما بين (34-58 متراً)، وهو ما يُشير إلى حدوث تحسن كبير في مناسيب المياه بعد إنشاء مشاريع التغذية الاصطناعية؛ نتيجة لارتفاع منسوب المياه المتحرك في آبار المياه الجوفية (ناجي وآخرون، 2024، ص 171)، وتجلى من خلال سجلات الطاقة الإنتاجية المرصودة خلال العام 2020 تحسن ملموس من حيث استقرار قيم الطاقة الإنتاجية لآبار المياه الجوفية وثباتها بمنطقة سائلة ميتم في الجنوب الشرقي لمدينة إب، فضلاً عن أنّ قيم الطاقة الإنتاجية تقريباً مشابهة للقيم الخاصة بالعام السابق 2021؛ إذ بلغت قيم الطاقة الإنتاجية ما بين (10-13 لتراً/ثانية) في كل من: بئر شعب عماق رقم (7)، وبئر مزرعة البحوث رقم (13)، وبئر رقم (2)، بينما بلغت قيم الطاقة الإنتاجية ما بين (7.3-9.7 لتر/ثانية) في بقية آبار المنطقة خلال العام 2020، وهو ما يؤكد حدث ارتفاع في قيم الطاقة الإنتاجية المرصودة خلال العام 2021. (ناجي وآخرون، 2024، ص 180).

الجدول (9): التباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2021) في مدينة إب.

أشهر 2021	كمية مياه الشرب المنتجة بالشهر(م3/شهر)	النسبة %	فصول عام 2021	كمية مياه الشرب المنتجة بالفصل (م3/فصل)	النسبة %
يناير	490696	8	فصل الخريف	1521585	%25
فبراير	477715	8			
مارس	487115	8	فصل الربيع	1510022	%24
أبريل	529251	8			
مايو	493656	8			
يونيو	490886	8	فصل الصيف	1533414	%24
يوليو	519544	8			
أغسطس	522984	8			
سبتمبر	569101	9	فصل الشتاء	1653300	%27
أكتوبر	553067	9			
نوفمبر	531132	9			
ديسمبر	553174	9			
إجمالي كمية المياه المنتجة (م3/سنة)	6,218,321	%100	إجمالي كمية المياه المنتجة (م3/سنة)	6,218,321	%100
المعدل الشهري (م3/شهر)	518193.41		المعدل بالفصل (م3/فصل)	1554580.25	

المصدر: الباحثان اعتماداً على سجلات رصد المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، عام 2021.



الشكل (5): مخطط بياني للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2021) في مدينة إب.
المصدر: الباحثان اعتماداً على الجدول (9).

4. تحليل خصائص كميات مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال العام (2022):

يلاحظ من خلال تحليل وتفسير الشكل (6) الخاص بالمخطط البياني للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه

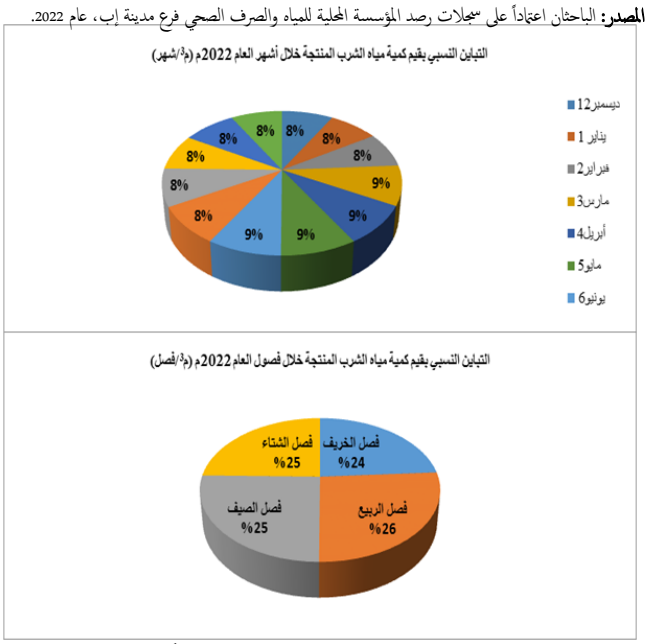
الشرب المنتجة خلال العام (2022) في مدينة إب أنّ المخطط الأول: الذي هو مخطط للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2022)، جاء بالمرتبة الأولى من حيث أعلى نسبة بقيم كمية مياه الشرب المنتجة بالشهر كل من: (شهر مارس، وشهر أبريل، وشهر مايو، وشهر يونيو)؛ إذ بلغت حوالي (9%) من إجمالي كمية المياه المنتجة في العام (2022)، بينما المخطط الثاني الخاص بمقارنة التباين النسبي بين بقيم كميات المياه المنتجة خلال الفصول الأربعة من العام (2022)؛ إذ جاء في المرتبة الأولى من حيث أعلى نسبة من كمية مياه الشرب المنتجة من آبار المياه الجوفية فصل الربيع (شهر مارس، شهر أبريل، شهر مايو)؛ إذ شكّلت ما نسبته (26%) من إجمالي كمية المياه المنتجة في مدينة إب في العام (2022)، بينما جاء في المرتبة الثانية كل من: فصل الشتاء، وفصل الصيف، بنسبة (25%) من إجمالي كمية المياه المنتجة في العام (2022) البالغة حوالي (6,610,551 م^3/سنة)، في حين سُجلت أقل نسبة من إجمالي كمية المياه المنتجة في مدينة إب عام (2022)، في فصل الخريف بنسبة (24%).

وتبيّن من خلال البيانات الرقمية للسجلات المرصودة لآبار المياه الجوفية القريبة من مواقع الكرفانات المائية بسائلة ميتم رقم (1 & 2) في الجنوب الشرقي لمدينة إب وجود تحسن ملموس في مناسيب المياه المتحركة في آبار المياه الجوفية الواقعة بالقرب من مكان الكرفانات المائية بسائلة ميتم رقم (1 & 2)، خاصةً بعد إقامة تلك الكرفانات المائية من العام 2021 حتى نهاية العام 2022؛ إذ يؤشر ارتفاع مناسيب المياه المتراوح ما بين (34–52) متراً إلى ثبات منسوب المياه المتحرك واستقراره خلال عامي التغذية الاصطناعية (2021–2022) (ناجي وآخرون، 2024، ص 187)، وعبر التحليل والتفسير للبيانات الرقمية المرصودة لقيم الطاقة الإنتاجية لآبار المياه الجوفية القريبة من مواقع الكرفانات المائية بسائلة ميتم رقم (1 & 2) في الجنوب الشرقي لمدينة إب تَمّ التوصّل إلى تحقق ارتفاع وتحسن ملموس بقيم الطاقة الإنتاجية المرصودة خلال العام 2021، والعام 2022؛ أي: بعد إنشاء مشاريع التغذية الاصطناعية في منطقة البحث؛ إذ بلغت قيم الطاقة الإنتاجية ما بين (10–13 لتر/ثانية)، في حين تراوحت قيم الطاقة الإنتاجية المرصودة خلال العام 2019، والعام 2020 (قبل إنشاء مشاريع التغذية الاصطناعية) ما بين (4–10.5 لتر/ثانية) (ناجي وآخرون، 2024، ص 187).

الجدول (10): التباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2022) في مدينة إب.

أشهر 2022	كمية مياه الشرب المنتجة بالشهر (م3/شهر)	النسبة %	فصول عام 2022	كمية مياه الشرب المنتجة بالفصل (م3/فصل)	النسبة %
يناير	519,030	8	فصل الخريف	1586327	%24
فبراير	523,563	8			
مارس	584,494	9	فصل الربيع	1726360	%26
أبريل	569,741	9			
مايو	572,125	9			
يونيو	557,884	9	فصل الصيف	1665419	%25
يوليو	553,602	8			
أغسطس	553,933	8			
سبتمبر	533,171	8	فصل الشتاء	1632445	%25
أكتوبر	553,912	8			
نوفمبر	545,362	8			
ديسمبر	543,734	8			
إجمالي كمية المياه المنتجة (م3/سنة)	6,610,551	%100	إجمالي كمية المياه المنتجة (م3/سنة)	6,610,551	%100
المعدل الشهري (م3/شهر)	550879.25		المعدل بالفصل (م3/فصل)	1652637.75	

المصدر: الباحثان اعتماداً على سجلات رصد المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، عام 2022.



الشكل (6): مخطط بياني للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2022) في مدينة إب. **المصدر:** الباحثان اعتماداً على الجدول (10).

5. تحليل خصائص كميات مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال العام (2023):

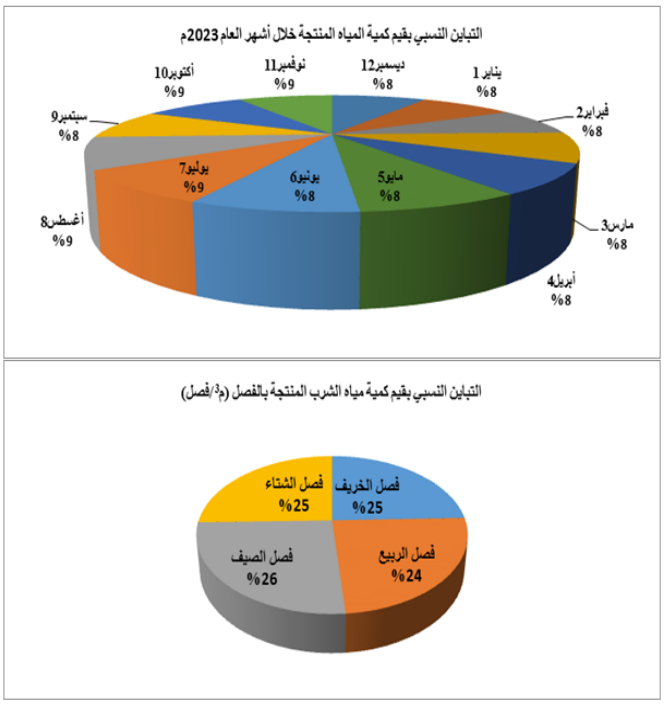
يلاحظ من خلال تحليل وتفسير الشكل (7) الخاص بالتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية لكميات مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال العام (2023)؛ إذ بلغت أعلى نسبة لكمية مياه الشرب المنتجة بالشهر رصدت لأشهر فصلي الصيف، والشتاء، حوالي (9%) من إجمالي كمية المياه المنتجة في مدينة إب في العام (2023)، البالغة حوالي (7,120,141 م^3/سنة)، بينما أقل نسبة لكمية مياه الشرب المنتجة بالشهر رصدت لأشهر فصل الربيع؛ إذ بلغت حوالي (8%) من إجمالي كمية المياه المنتجة في العام (2023).

علماً أنّ نسبة الزيادة في كمية المياه المنتجة في مدينة إب بلغت في العام (2023) حوالي (158.3%) عن كمية المياه المنتجة في العام (2019)؛ ويعود السبب إلى زيادة نسبة إنتاجية بعض آبار المياه الجوفية القريبة من مشاريع حصاد مياه الأمطار والسيول عبر تقنية الكرفانات المائية، فضلاً عن دخول بئر جديدة للخدمة (بئر الخزان المعقبة رقم 43) فهذا يؤكد بحدوث التزايد المستمر بقيم كمية المياه المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023). إلّا أنّه على الرغم من ذلك تضل كمية المياه المنتجة في مدينة إب لا تلبي الحد المطلوب من مياه الشرب لسكان المدينة.

الجدول (11): التباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2023) في مدينة

أشهر 2023م	كمية مياه الشرب المنتجة بالشهر(م3/شهر)	النسبة %	فصول عام 2023م	كمية مياه الشرب المنتجة بالفصل (م3/فصل)	النسبة %
يناير	556,172	8	فصل الخريف	1,643,262	%25
فبراير	513,444	8			
مارس	560,156	8	فصل الربيع	1,623,540	%24
أبريل	525,577	8			
مايو	537,807	8			
يونيو	543,596	8	فصل الصيف	1,740,112	%26
يوليو	577,122	9			
أغسطس	585,868	9			
سبتمبر	558,595	8	فصل الشتاء	1,706,586	%25
أكتوبر	599,882	9			
نوفمبر	573,646	9			
ديسمبر	573,646	8			
إجمالي كمية المياه المنتجة (م3/سنة)	7,120,141	%100	إجمالي كمية المياه المنتجة (م3/سنة)	7,120,141	%100
المعدل الشهري (م3/شهر)	593345		المعدل بالفصل (م3/فصل)	1780035	

المصدر: الباحث اعتماداً على سجلات رصد المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، عام 2023.



الشكل (7): مخطط بياني للتباين العددي والنسبي للقيم الشهرية والفصلية لكميات مياه الشرب المنتجة خلال العام (2023) في مدينة إب. **المصدر**: الباحثان اعتماداً على الجدول (11).

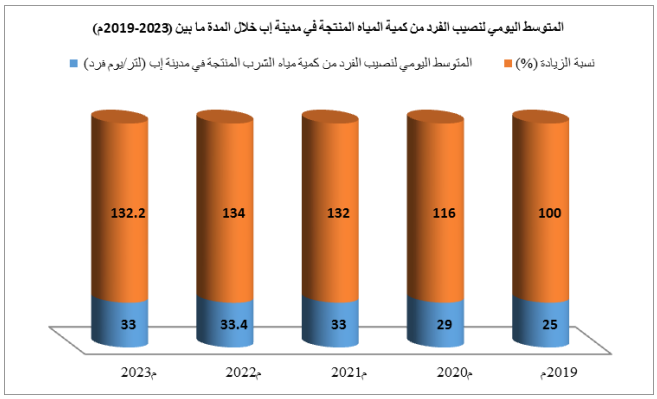
رابعاً: تحليل متوسط نصيب الفرد من كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023):

في ضوء التحليل والتفسير لكل من: الجدول (12)، والشكل (8) أدناه، الخاصين بالبيانات الرقمية للمتوسط اليومي لنصيب الفرد من كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023)، ونسبة الزيادة يلاحظ ارتفاع المتوسط اليومي لنصيب الفرد من كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب بشكل متدرج بدءاً من العام (2019)؛ إذ بلغ المتوسط اليومي لنصيب الفرد من كمية المياه المنتجة حوالي (25 لتراً/يوم فرد)، بنسبة زيادة (100%)، في حين بلغ أعلى قيمة للمتوسط اليومي لنصيب الفرد من كمية المياه المنتجة في العام (2022) حوالي (34 لتراً/يوم فرد)، وبنسبة زيادة (134%)، بينما انخفض المتوسط اليومي لنصيب الفرد من كمية المياه المنتجة في العام (2023) إلى (33 لتراً/يوم فرد)، وبنسبة زيادة (132.2%).

الجدول (12): البيانات الرقمية للمتوسط اليومي لنصيب الفرد من كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023)، ونسبة الزيادة.

السنة	المتوسط اليومي لنصيب الفرد من كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب (لتر/يوم فرد)	نسبة الزيادة (%)
2019م	25	-
2020م	29	116
2021م	33	132
2022م	33.4	134
2023م	33	132.2

المصدر: الباحثان اعتماداً على سجلات رصد المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، خلال المدة ما بين (2019-2023).



الشكل (10): مخطط بياني للمتوسط اليومي لنصيب الفرد من كمية مياه الشرب المنتجة في مدينة إب خلال المدة ما بين (2019-2023)، ونسبة الزيادة. **المصدر**: الباحثان اعتماداً على الجدول (12).

النتائج:

توصلت هذه الدراسة إلى عدد من النتائج أهمها:

1- إنّ عدد آبار المياه الجوفية الحكومية التي تزود مدينة إب بالمياه الصالحة للشرب بلغ حوالي (44) بئراً حتى نهاية العام (2023)؛ إذ بلغ عدد الآبار المتوقفة عن العمل حوالي (14) بئراً؛ أي: ما نسبته (32%) من إجمالي عدد آبار المياه الجوفية التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب، بينما بلغ عدد الآبار العاملة، التي تزود المدينة بمياه الشرب (30) بئراً؛ أي: ما نسبته (68%)؛ وتُعزى أسباب توقف (14) بئراً عن العمل إلى عدم جدوى إنتاجية بعض آبار المياه الجوفية غير العاملة؛ إذ تتراوح إنتاجيتها ما بين (2-3 لتر/ثانية)، فضلاً عن حفر آبار جديدة مجاورة لبعض آبار المياه الجوفية المتوقفة عن العمل، وإنتاجيتها عالية.

2- إنّ أعلى نسبة لكمية المياه المنتجة حصلت عليها كل من الآبار الآتية: بئر رقم (1)، وبئر شعب عماق رقم (7)، وبئر الصماد السبل رقم (31)، بنسبة (7%)؛ ويعود السبب الرئيس في زيادة كمية المياه المنتجة من الآبار السابقة الذكر إلى ارتفاع مناسيب مياه تلك الآبار إلى مستوى المياه السطحية؛ وهو ما أدى إلى تغيير وحدات ضخ ذات قدرات عالية؛ لرفع الطاقة الإنتاجية للآبار لخفض مناسيبها، وتجنباً للمياه السطحية الملوثة، في حين بلغت نسبة كمية المياه المنتجة من الآبار الآتية: بئر رقم (2)، وبئر مصلحة الطرق رقم (6)، وبئر البحوث الزراعية رقم (13)، وبئر قحزة رقم (30)، حوالي (5%) من إجمالي كمية المياه المنتجة من الآبار خلال العام (2023)، البالغة (7,120,141 م^3/سنة)، بينما بلغت أقل نسبة لكمية المياه المنتجة في البئران: بئر رقم (3)، وبئر الأحواض السحول رقم (39)، بنسبة (0%)؛ ويعود السبب إلى قرار العاملين بالمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب تخفيض تشغيل الآبار التي تتراوح طاقتها الإنتاجية ما بين (5-7 لتر/ثانية)؛ للحفاظ على المناسيب وعدم استنزاف المياه منها.

3- إنّ هناك تزايداً سنوياً مستمراً في قيم كمية المياه المنتجة في مدينة إب إذ بلغت النسبة المئوية لقيم كمية المياه المنتجة حوالي (15%، 18%، 21%، 22%، 24%)، على التوالي للأعوام ما بين (2019-2023)، بينما بلغت نسب الزيادة بكمية المياه المنتجة حوالي (100%، 118.4%، 138.3%، 147%، 158.3%)، على التوالي؛ ويعود السبب إلى ما يأتي:

أ- أنّ هناك زيادة في عدد آبار المياه الجوفية المحفورة خلال المدة ما بين (2019-2023م)؛ إذ بلغ (9) آبار جديدة، ممثلاً ما نسبته (20.5%) من العدد الكلي للآبار، والبالغ (44) بئراً.

ب- إقامة العديد من مشاريع تقنيات حصاد مياه الأمطار والسيول في مدينة إب؛ لغرض التغذية الاصطناعية الجوفية عبر تقنية الحفر المائية (الكرفانات المائية) في عامي (2021, 2022)، وهو ما أدى إلى زيادة مناسيب مياه الآبار، وإنتاجيتها.

ج- أنّ هناك زيادة في معدّل الساقط المطري خاصة في الأعوام الآتية: (2021)، (2022)، (2023).

د- أنّ هناك تأهيلاً لعدد من آبار المياه الجوفية من حيث تصفية وتغيير وحدات تشغيل الآبار (مولد، محرك، مضخة).

4- أنّ هناك ارتفاعاً في المتوسط اليومي لنصيب الفرد من كمية المياه المنتجة في مدينة إب بشكل متدرج بدأً من العام (2019)، حتى العام (2023)؛ إذ بلغ في العام (2019) حوالي (25 لتراً/يوم فرد)، وبنسبة زيادة (100%)، في حين بلغ أعلى قيمة للمتوسط اليومي لنصيب الفرد من كمية المياه المنتجة في العام (2022) حوالي (34 لتراً/يوم فرد)، وبنسبة زيادة (134%)، بينما انخفض المتوسط اليومي

لنصيب الفرد من كمية المياه المنتجة في العام (2023) إلى (33 لتراً/يوم فرد)، وبنسبة زيادة (132.2%).

التوصيات:

بلغ عدد آبار المياه الجوفية التابعة للمؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي فرع مدينة إب حوالي (44) بئراً حتى نهاية العام (2023)، منها (30) بئراً عاملة، وحوالي (14) بئراً متوقف عن العمل؛ وهذا بدوره يُشير إلى عدم كفاية آبار المياه الجوفية (المصدر الوحيد لمياه الشرب في مدينة إب) وهو ما أدى إلى قلة كمية المياه المنتجة من الآبار، كما هو موضح في النتائج التي توصّلت إليها هذه الدراسة، وفي ضوء ما سبق، ومن أجل المحافظة على ثبات واستقرار مستوى المياه الجوفية في المناطق التي تتواجد فيها الآبار، فضلاً عن الحفاظ على استدامة آبار المياه الجوفية في مدينة إب، واعتماداً على تقرير (المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي محافظة إب، 2021، ص 14-16). توصي هذه الدراسة بما يأتي:

1- إعادة تأهيل بعض آبار المياه الجوفية التي إنتاجيتها ضعيفة، أو حفر آبار جديدة بالقرب من الآبار المتوقفة عن العمل، مثل: بئر السبل رقم (25)، وبئر اللحج رقم (18)، بئر كأحب رقم (19).

2- إعادة تشغيل بعض آبار المتوقفة عن العمل خاصة الآبار التي إنتاجيتها من المياه عالية، ولكنها متوقفة عن العمل بسبب حاجتها إلى توريد وتركيب وحدات ضخ، كما هو حاصل في كلٍّ من: بئر الملعب السحول رقم (40)، وبئر الموارد المائية رقم (42).

3- حفر آبار جديدة بالقرب من الآبار المتوقفة عن العمل التي إنتاجيتها ضعيفة، مثل: حفر بئر جديدة بالقرب من بئر دار القدسي رقم (36)، حفر بئر جديدة بالقرب من بئر اللحج رقم (18)، وكذلك حفر بئر جديدة بالقرب من بئر كأحب رقم (19).

4- حفر آبار جديدة بالقرب من الآبار المتوقفة عن العمل، التي إنتاجيتها ضعيفة، ولا يوجد جدوى من تشغيلها؛ لأنّ نفقات التشغيل أكثر من الاستفادة منها، مثل: حفر بئر جديدة بالقرب من بئر دار القدسي رقم (36).

المصادر والمراجع:

- الشامي، عبد السلام عبد الغني، (2023): **التغذية الاصطناعية للخزان الجوفي لمدينة إب (دراسة تطبيقية للتغذية الجوفية بتقنيات الكرفانات المائية)**، *رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة إب*، إب، اليمن.
- الشجاع، خالد، (2006): **التقرير الفني عن المصادر المائية الإسعافية لمدينة إب**، *(غير منشور)*، الهيئة العامة للموارد المائية، مكتب تعز-إب، وزارة المياه والبيئة، اليمن.
- المؤسسة العامة للمياه والصرف الصحي محافظة إب، (2023-2019): **سجلات رصد كمية المياه المنتجة من آبار المياه الجوفية بمدينة إب للمدة ما بين (2019-2023م)**، *(غير منشورة)*، إب، اليمن.
- المؤسسة العامة للمياه والصرف الصحي محافظة إب، (2023-2019): **التقارير السنوية لقسم المياه للمدة ما بين (2019-2023م)**، *(غير منشورة)*، إب، اليمن.
- المؤسسة العامة للمياه والصرف الصحي محافظة إب، (2023-2019): **تقارير المبيعات والتحصيلات للمياه للمدة ما بين (2019-2023م)**، *(غير منشورة)*، إب، اليمن.
- المؤسسة العامة للمياه والصرف الصحي محافظة إب، (2021): **خطة المؤسسة المحلية للمياه والصرف الصحي بمحافظة إب من عام (2022م) إلى عام (2025م)**، *(غير منشور)*، إب، اليمن.
- ناجي، عادل حمود والورافي، محمد عبده، (2022): **تحديد المواقع الملائمة لحصاد مياه الأمطار لتغذية المياه الجوفية اصطناعياً في الحوض المائي لمدينة إب- اليمن باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية**، *مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية*، جامعة تعز، كلية التربية فرع التربة، تعز، اليمن، العدد (24).
- ناجي، عادل حمود لطف، وغلاب، علي محمد أحمد، الشامي، عبد السلام عبد الغني، (2024): **أثر تقنية كرف حصاد مياه الأمطار والسيول الموسمية في تنمية مياه آبار وادي ميتم في مدينة إب**، *مجلة الآداب جامعة ذمار، ذمار، اليمن*، 12(1).
- ناجي، عادل حمود لطف، وغلاب، علي محمد أحمد، (2024): **تقييم مياه الشرب المباعة والفاقد المائي في مدينة إب** في الفترة ما بين (2019-2023م)، *مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، فرع الجمعية الجغرافية الليبية بالمنطقة الوسطى، ليبيا*، 4 (2)، يوليو 2024م.