مجلة جامعة الزيتونة الدولية للنشر العلمي
Zaytoonah University International Journal for Scientific Publishing
Issue N.29-Vol.2 / ISSN:2958-8537

العدد التاسع والعشرون (29)، المجلد الثاني
تاريخ 30 – 12 – 2024
(ص249 لـ ص264)

تأثير الآبار السوداء على البيئة المحيطة والمحيط الحيوي في منطقة شرق وادي الشاطئ

The Impact of Black Wells on the Surrounding Environment and Biosphere in the East Wadi Al-Shati Region

محمد ابوبكر مسعود
Mohammed Aboubakr Massoud
قسم علوم البيئة، كلية البيئة والموارد الطبيعية،
جامعة وادي الشاطئ، دولة ليبيا
m.massuod@wau.edu.ly

الدكتورة عائشة رمضان محمد
Aishah Ramadan Mohamed
قسم علوم البيئة، كلية البيئة والموارد الطبيعية،
جامعة وادي الشاطئ، دولة ليبيا
a.binadam@wau.edu.ly

الملخص:

أجريت هذه الدراسة في منطقة بوغردقة شرق وادي الشاطىء بالجنوب الليبي لدراسة تأثير الآبار السوداء على البيئة المحيطة والمحيط الحيوي. تم أخذ عينة مياه بئر سوداء وعينة مياه من أقرب بئر زراعي وكذلك عينات تربة من محيط البئر السوداء في جميع الاتجاه ومن مختلف الأعماق. وكذلك أيضا تم أخذ عينات من النبات الموجودة بجانب البئر السوداء. أظهرت الدراسة أن المياه بالبئر السوداء تحتوي على خصائص غير مثالية من حيث الجودة، حيث سجلت pH 7.45، مما يشير إلى مياه متعادلة إلى حد ما، مع مستوى مرتفع من الأملاح الذائبة حيث بلغت EC 2158 و TDS 1506. كما أظهرت المياه السوداء تركيزات عالية من المواد العضوية القابلة للتحلل، مع قيم BOD 239.7 و COD 386. ولم تُظهر المياه السوداء وجود تركيزات من الكادميوم أو الرصاص. أما بالنسبة للمياه الجوفية للبئر الزراعي القريب فقد يث سجلت pH 6.7 وتركيزات أقل من المواد العضوية مع BOD 1.6 و COD 3.7. كما كانت هناك مستويات مرتفعة من الصوديوم والكالسيوم. وفيما يتعلق بالتربة، فقد أظهرت الدراسة وجود مستويات متفاوتة من الرصاص والكادميوم في التربة، حيث سجلت أعلى تركيزات للرصاص في المنطقة الجنوبية (7.5 ppm) مقارنة بالمنطقة الغربية (3.5 ppm)، مع تراجع تركيزاتهما مع العمق.

ولم تظهر النباتات الموجودة بجانب البئر تركيزات من الرصاص والكادميوم.

الكلمات المفتاحية: التأثير البيئي –الآبار السوداء –تلوث التربة –جودة المياه الجوفية –المعادن الثقيلة.

Abstract:

This study was conducted in the Bougerdega area, east of Wadi Al-Shati in southern Libya, to examine the impact of black wells on the surrounding environment and biosphere. Samples were collected from a black well, a nearby agricultural well, and soil from various depths and directions around the black well. Additionally, plant samples adjacent to the black well were analyzed.

The study revealed that the water from the black well exhibited suboptimal quality characteristics, with a pH of 7.45, indicating slightly neutral water, and a high level of dissolved salts, with an EC of 2158 and TDS of 1506. The black well water also contained high concentrations of biodegradable organic matter, with BOD values of 239.7 and COD of 386. However, no detectable concentrations of cadmium or lead were found in the black well water. In contrast, the groundwater from the nearby agricultural well recorded a pH of 6.7, lower organic matter concentrations (BOD 1.6 and COD 3.7), and elevated sodium and calcium levels.

Regarding the soil, the study identified varying levels of lead and cadmium, with the highest lead concentration recorded in the southern area (7.5 ppm) compared to the western region (3.5 ppm). Both lead and cadmium concentrations decreased with depth. Plants growing adjacent to the black well showed no detectable levels of lead or cadmium.

Keywords: **Environmental Impact –Black Wells –Soil Contamination – Groundwater Quality –Heavy Metals**.

المقدمة

تعتبر إدارة مياه الصرف الصحي من أكبر التحديات البيئية التي تواجه العديد من المناطق الريفية وشبه الحضرية، حيث يتم اللجوء إلى أساليب غير مستدامة مثل حفر "الآبار السوداء" للتخلص من مياه الصرف الصحي. هذه الآبار تُعد من الوسائل الشائعة في المناطق التي تفتقر إلى شبكات الصرف الصحي المتكاملة، حيث تُستخدم لتجميع مياه الصرف دون معالجة، مما يؤدي إلى تسرب الملوثات إلى التربة والمياه الجوفية (EPA, 2004).

إحدى أبرز المشكلات المرتبطة باستخدام الآبار السوداء هي تراكم العناصر الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم في التربة المحيطة. تنبع هذه العناصر من مصادر متعددة، بما في ذلك مياه الصرف المنزلية والصناعية، والتي قد تحتوي على ملوثات ناتجة عن مواد التنظيف، والمبيدات، والدهانات، والمنتجات الكيميائية الأخرى. مع مرور الوقت، تتسرب هذه الملوثات إلى التربة مسببة تدهورًا في خصائصها الفيزيائية والكيميائية، مما يشكل تهديدًا على جودة المياه الجوفية وصحة السكان المحليين (Reddy & Karunakar, 2011).

التلوث بالعناصر الثقيلة في التربة يُعد من أهم القضايا البيئية المعاصرة نظرًا لتأثيراته الخطيرة على صحة الإنسان والنظم البيئية. من بين هذه العناصر، يُعتبر الرصاص والكادميوم من أخطر الملوثات بسبب قدرتهما على التراكم الحيوي وتأثيراتهما السامة طويلة الأمد على الكائنات الحية. الرصاص، على سبيل المثال، يمكن أن يسبب اضطرابات صحية خطيرة مثل التسمم العصبي، بينما يُعرف الكادميوم بتأثيراته المدمرة على الكلى والجهاز الهيكلي وارتباطه ببعض أنواع السرطان (WHO, 2010).

الآبار السوداء في المناطق شبه القاحلة، مثل وادي الشاطئ في ليبيا، تطرح تحديات بيئية خاصة نظرًا لطبيعة التربة القابلة للاختراق واعتماد السكان على المياه الجوفية كمصدر رئيسي لمياه الشرب والزراعة. في مثل هذه البيئات، يُمكن أن يؤدي تسرب الملوثات إلى انتشار العناصر الثقيلة على مسافات وأعماق مختلفة في التربة، مما يزيد من صعوبة معالجتها (Al-Bassam et al., 2020).

تُظهر الدراسات أن تراكم الرصاص والكادميوم في التربة يمكن أن يؤثر على إنتاجية الأراضي الزراعية، حيث تمتص النباتات هذه العناصر مما يزيد من احتمالية انتقالها إلى السلسلة الغذائية (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). إضافةً إلى ذلك، فإن التركيزات العالية لهذه العناصر في التربة يمكن أن تؤدي إلى تلوث المياه الجوفية، مما يشكل خطرًا صحيًا كبيرًا على المجتمعات المحلية.

في دراسة عام 2016، تناول الباحثون Chen et al. تحليل تلوث التربة بالعناصر الثقيلة في الصين وأظهروا أن الرصاص والكادميوم يتراكمان في التربة بالقرب من مصادر التلوث مثل مياه الصرف الصحي، مما يزيد من خطر انتقالها إلى المياه الجوفية والنباتات.

وفي عام 2011، بحث Reddy & Karunakar تأثير خزانات الصرف الصحي على تلوث التربة والمياه الجوفية، حيث وجدوا أن التسرب الناتج عن هذه الخزانات يؤدي إلى انتشار الملوثات عبر التربة وزيادة التلوث في المياه الجوفية.

في عام 2001، قام Kabata-Pendias & Pendias بتقديم شرح حول تأثير خصائص التربة مثل الحموضة والمواد العضوية على تراكم العناصر الثقيلة، مؤكدين أن هذه العناصر تتراكم بشكل كبير في التربة عندما تكون الظروف مواتية لذلك.

وفي دراسة عام 2020، تم تقييم تأثير مياه الصرف الصحي في المناطق الجافة، وأوضح Al-Bassam et al. أن استخدام الآبار السوداء في هذه المناطق يؤدي إلى تلوث التربة بمستويات مرتفعة من المعادن الثقيلة مما يزيد من تدهور المياه الجوفية.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل مستويات الرصاص والكادميوم في التربة حول بئر سوداء في شرق وادي الشاطئ، مع التركيز على توزيع هذه العناصر على مسافات وأعماق مختلفة. تُساهم النتائج المتوقعة في فهم ديناميكيات انتشار هذه العناصر واقتراح استراتيجيات للحد من تلوث التربة في المنطقة وضمان استدامة الزراعة وصحة الإنسان.

المواد وطرق العمل

أقيمت هذه الدراسة في منطقة ابوغردقة (وادي الشاطي – ليبيا) حيث تقع البئر السوداء جنوب غرب المنطقة عند 14,24,48 شمالا و 04,35,27 جنوبا، وتنقل مياه الصرف الصحي من المنازل مباشرة دون معالجة الى البئر التي تبلغ مساحتها حوالي 66 متر تقريبا..

وتعتبر البئر بيئة مناسبة لكثير من الأحياء منها النباتية كالقصب (Clamagrostis anenaria) وبعض الحشرات واهمها البعوض (CULICIDAE)الذي يهدد السكان المجاورين للمنطقة.

جمع العينات

تم جمع العينات من أربعة اتجاهات مختلفة حول البئر السوداء حيث قسم كل اتجاه على النحو التالي :

الموقع الأول ويرمز له A وتاخد العينات من على بعد 10م

الموقع الثاني ويرمز له B وتاخذ العينات من على بعد 20م

الموقع التالث ويرمز له C وتاخذ العينات من على بعد 40 م

الموقع الرابع (الشاهد) ويرمز له D وتأخذ اعينات من على بعد 200م

وقد تم أخذ ثلاث عينات مكررة من كل موقع، وتم أخذ العينات على عمق 10 ، 20 ، 40 سم ووضعت في أكياس بلاستيكية خاصة.

ومن ثم أخذ 1جم من التربة في جفنة وأضيف إليها 1مل من حمض النيتريك المركز وسخنت على مسخن كهربائي حتى تبخر الحمض كلياً. بردت العينة ووضعت في فرن الحرق عند درجة حرارة 600م ° لمدة 6 ساعات. وبعد تبريدها غسلت بحمض نيتريك مخفف 1.5%ثم رشحت باستخدام ورقة ترشيح وتمان،42 في دورق قياسي حجم 50مل. أكمل الحجم بماء خالي من الايونات حتى العلامة، وقدرت العناصر المطلوبة بواسطة جهاز امتصاص الطيف الذري.(spectrophotometer N0VA, A400 absorption Atomic)، وثم اخذ 1.0 لتر من مياه البئر السوداء لقياس تركيز الرصاص بها و1.0 لتر من مياه اقرب بئر زراعي للبئر السوداء في قنينة بلاستيكية نظيفة لقياس الخصائص الكيميائية وأضيف اليها 2.5مل من حمض النتريك المركز. تم إجراء قياس المعادن الثقيلة في ثلاث مكررات باستخدام طيف الامتصاص الذري. (AAS) NOVA-A400تم استخدام الماء الخالي من الايونات كشاهد.

وقدر الرصاص والكادميوم في النباتات بطريقة الهضم الجاف (Dry digestion) حسبما وصفها Reddy& (Dunn) 1984، وذلك بأخذ 2 جم من أجزاء النبات خضري او جذري في جفنة بورسلين ويضاف 1.5 مل بيروكسيد هيدروجين (H2o2)بعد انهاء الفوران توضع الجفنة في المحرقة(muffle furnace) عند درجة حرارة (520 -550 م) لمدة 4 – 6 ساعات الي تمام الترميد (Ash) وتغسل محتويات الجفنة كميا باستخدام (1.5 % HNO3) وترشح خلال ورق ترشيح نوع Whitman رقم 95 في دورق25 مل ويكمل الحجم باستخدام (1.5 % HNO3). وتم تقدير تراكيز العناصر الثقيلة في عينات النبات باستخدام جهاز قياس طيف االمتصاص الذري (AAS).

الأس الهيدروجيني pH

تم قياس الأس الهيدروجيني مباشرة بعد جمع العينات من مياه الآبار باستخدام جهاز pH Meter نوع (3310) (Rump, Krista, 1992).

الإيصالية الكهربائية EC

تم قياس الإيصالية لعينات المياه مباشرة بعد جمع العينات باستخدام جهاز الإيصالية Conductivity meter Model (4310) حسب طريقة.(Richards, 1954)

المواد الذائبة الكلية (TDS) Total Dissolved Solid

قيست المواد الذائبة الكلية حسبما ورد في طريقة (Standard Methods، 1975)، وذلك من خلال المعادلة:

TDS = EC at 25 °C × 640

تقدير أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم (Ca & Mg) :

تم قياس تركيز أيونات الكالسيوم والماغنيسيوم في عينات المياه بطريقة التسحيح (Titrimetric) بالمعايرة مع (N Ethylene diamine traacetic acid: EDTA0.01)

باستخدام الكاشف (T.B E. Eriochrome Black T) والكاشف Murexid وفقاً لما ورد في (ASTM,2003).

تقدير أيون الصوديوم (Na) :

قدر تركيز أيون الصوديوم في عينات المياه حسب ما ورد في (Standard Methods, 2000) بالقياس المباشر على الجهاز لعينات المياه بواسطة جهاز مطياف اللهب Flame Photometer Made in U.K. M410 Corning,410، تم تجهيز محاليل قياسية للصوديوم معلومة التركيز وقياس امتصاص المحاليل على الجهاز مباشرة. أخذت 10 مل من كل عينة، وتم قياس امتصاص أيون الصوديوم في عينات المياه بالقياس المباشر على الجهاز لعينات المياه بواسطة جهاز مطياف اللهب.إيجاد تركيز الصوديوم للعينات حسابيا.

تقدير أيون البوتاسيوم (K) :

تم قياس تركيز أيون البوتاسيوم في عينات المياه حسب طريقة (Standard Methods، 2000) بالقياس المباشر على الجهاز لعينات المياه، باستخدام جهاز مطياف اللهب جهاز مطياف اللهب 410 M410,Corning, Flamephotometer، وبإتباع نفس الخطوات في تقدير الصوديوم.

تقدير أيون النترات (NO3) :

قدرت النترات في عينات المياه على جهاز Spectrophotometer حسب ما ورد في (ASTM,1999). يؤخذ 10 مل من العينة وأضيف له 2 مل من حمض الهيدروكلوريك N1. وحضر الشاهد بنفس الطريقة (ماء مقطر). قيست العينات في خلية الكوارتز بواسطة الجهاز عند طول موجي (220 nm) و(275 nm). وتسجيل النتائج وإجراء الحسابات. NO3 = A/V

تقدير أيون الكبريتات (SO4) :

قدرت تراكيز الكبريتات في عينات المياه وفقا للطريقة الواردة في (ASTM, D 516, 2002).

تم أخذ 10 مل من العينة وأضيف له 1 مل من الكاشف. وحضر الشاهد (ماء مقطر) بنفس الطريقة.

وضع الدورق ومحتوياته على السخان في وجود قلاب مغناطيسي، ثم أضيفت كمية قليلة من ملح كلوريد الباريوم لمدة دقيقة واحدة.تركت محتويات الدورق جانباً لتبرد لمدة 4 دقائق.

المتطلب الحيوي للأكسجينBiological Oxygen Demand (BOD)

قيست معدلات المتطلب الحيوي للأكسجين (BOD) حسب الطريقة الموضحة في (APHA,2005)، إذ حضنت قناني ونكلر المعتمة في حاضنة بدرجة حرارة 20 درجة مئوية ولمدة خمسة أيام. وتم قياس الأكسجين الكيميائي المستهلك (COD) حسب الطريقة القياسية (APHA,2017) حيث تم أخذ 50 مل من العينة وإضافة 10 مل من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم (N0.25)، ثم إضافة 20 مل من حمض الكبريتيك المركز المحتوي على كبريتات الفضة، وخلطها جيدًا. ثم تسخين العينة لمدة ساعتين عند درجة حرارة 150 درجة مئوية باستخدام مفاعل مغلق.

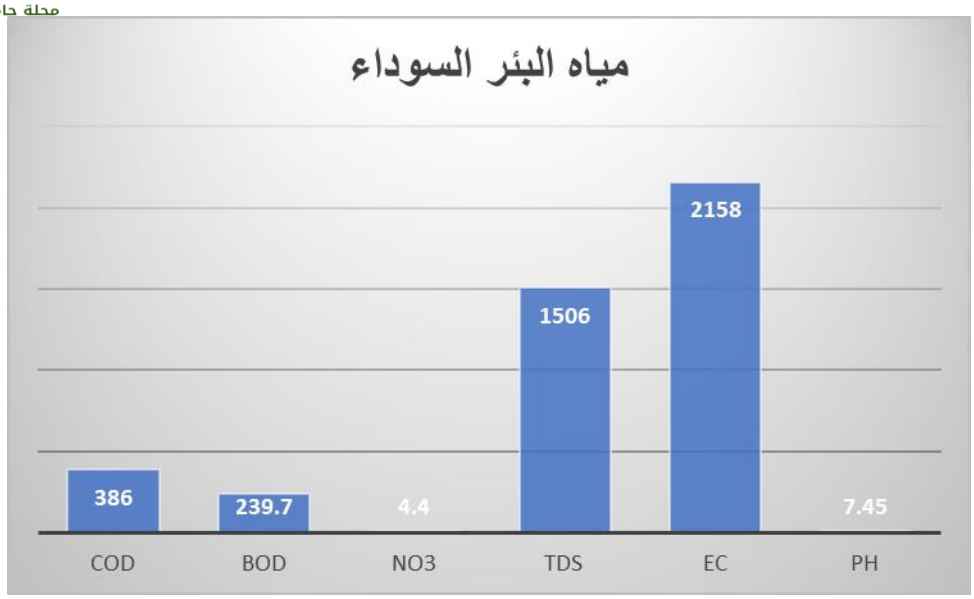
بعد التبريد، تمت معايرة الكمية الفائضة من ثنائي كرومات البوتاسيوم باستخدام محلول كبريتات الحديدوز الأمونيوم (N0.025) مع دليل الفيروين حتى تغير اللون من الأزرق إلى البرتقالي. وحساب تركيز COD باستخدام معادلة:

$$COD(mg/L) = \frac{(A-B) \times N \times 8000}{V}$$

النتائج والمناقشة

تتناول هذه الدراسة أثر طرح مخلفات الآبار السوداء غير المعالجة على البيئة، مع التركيز على المياه الجوفية والتربة والنبات. تهدف الدراسة إلى تقييم التغيرات التي تطرأ على جودة المياه الجوفية ومدى تأثيرها على التربة والنباتات في منطقة الدراسة. حيث تم تحليل العينات من مواقع متعددة لفهم التفاعلات الكيميائية والبيولوجية الناتجة عن طرح هذه المخلفات. حيث تُسهم النتائج في تقديم رؤية علمية شاملة حول كيفية تأثير هذه المخلفات على النظم البيئية المختلفة، مما يساعد في وضع استراتيجيات فعالة لإدارة الموارد الطبيعية والحفاظ على البيئة.

الخصائص الكيميائية لمياه البئر السوداء: أظهرت النتائج ان درجة تفاعل المياه (pH) في مياه البئر السوداء (7.45) وبذلك تميل الى المتعادلة ، وتتوافق هذه النتائج على ما وجده (Elssaidi ، 2004 و العمروني 2002) في مياه محطة سبها حيث وجدو قيم 7,12 و 7.6 pH.



أما التوصـــيل الكهربائي EC فوجد انه (2158µs/cm)، وبناء على مواصـــفات منظمة الصـــحة العالمية (WHO) لعام 2011 ، والتي توصي بان تكون التوصيلية الكهربائية اقل من 1400 µs/cm لضمان جودة المياه من حيث تركيز الأملاح الذائبة ، فإن هذه القيم تتجاوز الحدود الموصي بها.

الأملاح الذائبة الكلية TDS في مياه البئر الســـوداء ســـجلت (1506 ملجم/ لتر) وهي لم تتجاوز الحدود المســموح بها من قبل 1985 (FAO) ومقدارها 2000 ملغ/لتر وهو مايتفق مع (صـالح خصـاف، افراح جابر 2013).

النيتروجين يعبر عنه في المياه بدلالة النترات لأنها تمثل أكبر أيونات الهيدروجين اسـتقرار في البيئة المائية وقد حددت منظمة الصـحة العالمية قيمة النترات في المياه الطبيعية مياه الشـرب 10 ملجم/لتر (جزء بالمليون جزء ملجم/لتر – كحد أقصـــي مســـموح به في المياه ، واظهرت النتائج ان قيمة النترات (4.4 ملجم/ لتر). أي ضـــمن الحدود المسـموح بها. ويرجع الانخفاض في التركيز أن النباتات تسـحب النيتريت كمادة مغذية لاسـتخدامه في بناء بروتين اجسامها (فولت وآخرون 1995).

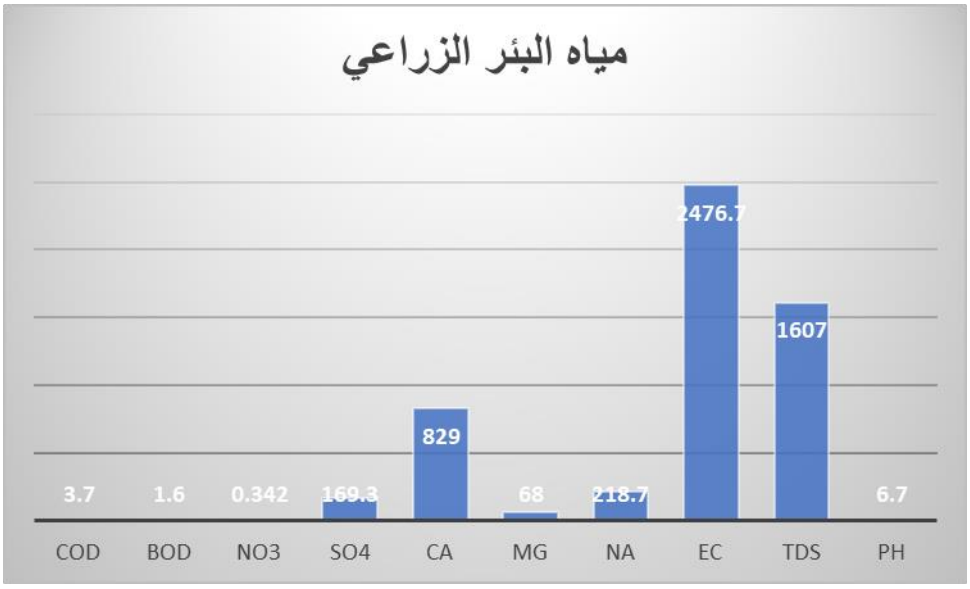
المتطلب الحيوي للأكســجين BOD ســجلت قراءة BOD (239.7 ملجم / لتر). ويلاحظ أن القيمة تزيد بكثير عن الحد المسـموح به في مياه الصـرف الصـحي (50 ملجم/ لتر) حسـب معايير منظمة الصـحة العالمية (WHO،1993).

الطلب الكيميائي على الاكســجين COD وقد حددت منظمة الصــحة العالمية أن أقصــى حد مســموح به للأكسجين الكيميائي المطلوب COD هو 75 (WHO، 1993)

وبالتالي فإن النتيجة المتحصل عليها والتي هي (386 ملجم/ لتر) تفوق الحد المسموح به حسب منظمة الصحة العالمية.

وأظهرت التحاليل خلو مياه البئر السوداء من عنصري الرصاص pb ، والكادميوم Cd حيث أن تراكيزها دون حساسية الجهاز.

الخصائص الكيميائية لمياه البئر الزراعي:



إن قيمة الأس الهيدروجيني لمياه البئر الزراعي (6.7) تقع ضمن الحدود المسموح بها للري حسب (FAO, 1994). ووفقا لمواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO,2011) فإن pH المياه يجب ان يكون مابين (6.5 – 8.5). أي أن مياه البئر مناسبة للشرب والري.

ان قيمة الاملاح الذائبة الكلية TDS (1607 ملجم/ لتر) وقيمة التوصيل الكهربي (2476.7 ملجم/ لتر) تناسبت قيمة التوصيل الكهربي مع كمية الأملاح الذائبة لعينات المياه حيث أن الإيصالية الكهربية هي مؤشراً سريعاً للمحتوى الأيوني للمياه، حيث تزداد قيمة التوصيل الكهربي بزيادة تركيز الأيونات فيها. ووفقا لمعايير منظمة الصحة العالمية (WH0 2017) فإن هذه المياه غير مناسبة للشرب لأنها تحتوي على تركيز مرتفع من الأملاح الذائبة والأيونات.

ايون الصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم

أيون الصوديوم (Na^+) 218.7 ملجم/ لتر : هذه القيمة تقع ضمن الحد الأعلى المسموح به للري، وفقًا لمعايير FAO، حيث يُعتبر تركيز الصوديوم المقبول في مياه الري أقل من 230 ppm. ومع ذلك، عند تراكم الصوديوم في التربة، يمكن أن يُسبب ملوحة التربة وتدهور نفاذيتها، خاصة إذا ترافق مع نسبة امتصاص صوديوم (SAR) مرتفعة. (Ayers, R. S., & Westcot 1985)

أيون المغنيسيوم (Mg^{2+}) 68 ملجم/ لتر: هذه القيمة تُعد ضمن النطاق الطبيعي والمقبول لمياه الري. أي ان تركيز المغنيسيوم أقل من 100 ppm يعتبر غير ضار للنباتات، ويُساهم المغنيسيوم كعنصر غذائي رئيسي في عملية التمثيل الضوئي. (Rhoades, & Mashali 1992).

أيون الكالسيوم (Ca^{2+}) 829 ملجم/لتر: هذه القيمة مرتفعة جدًا، حيث أن مياه الري الجيدة تحتوي عادة على تركيزات كالسيوم أقل من 400 ppm. التركيزات العالية للكالسيوم قد تؤدي إلى ترسب الأملاح الكلسية (كربونات الكالسيوم) في أنظمة الري، وقد تُسبب انسدادًا وتقليل كفاءة نقل المياه. والمياه ذات تركيز الكالسيوم العالي تُعتبر مياه "عسرة"، وهذا شائع في المناطق الجيرية. (Ayers, R. S., & Westcot 1985)

قيمة SAR 10.3 ≈ تُعتبر مرتفعة. وفقًا لمعايير الزراعة (FAO)، إذا كانت SAR > 9، فقد تسبب المياه تدهورًا في نفاذية التربة بسبب تراكم الصوديوم.

ونسبة امتصاص الصوديوم (SAR) هي مؤشر يُستخدم لتقييم جودة مياه الري وتأثيرها على التربة، حيث تعبر عن نسبة تركيز الصوديوم مقارنة بالكالسيوم والمغنيسيوم.

اما بالنسبة ل ايون الكبريتات SO_4 فإنه حسب مواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO) لعام 2011، يُوصى بأن يكون الحد الأقصى لتركيز الكبريتات في مياه الشرب (250 ملغم/لتر) لتجنب التأثيرات السلبية على الصحة والطعم، ووجد تركيز ايون الكبريتات في العينة 169.3 ملغم/لتر. وهو اقل من الحد المسموح.

كما أن ايون النترات NO_3 في العينة تركيزه (0.342 ملغم/لتر) هو آمن تمامًا وفقًا لمعايير منظمة الصحة العالمية لعام 2011.

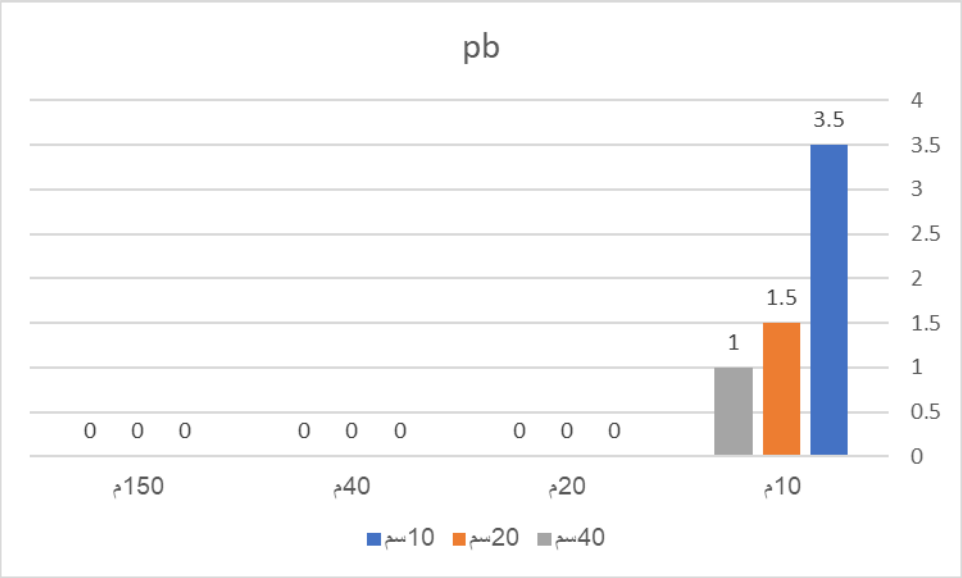
المواصفات الليبية لمياه الشرب (1992) حددت الحد الأقصى المسموح به للمتطلب الحيوي للأكسجين BOD وهو(6 ملغم/لتر)، وقد أظهرت النتائج ان تركيزه دون الحد الأقصى حيث أنها سجلت (1.6 ملغم/لتر). وهو ما يتفق مع (الخنجاري، شكل 2013).

كما أن الطلب الكيميائي على الأكسجين COD يعتبر هو أيضا من المؤشرات المهمة التي تدل على تلوث المياه الجوفية بالمواد العضوية، والتي قد تكون مصدرها الآبار السوداء، وإن الحد المسموح به حسب المواصفات الليبية لمياه الشرب 1992 هو(ppm10). وقد أظهرت النتائج ان تركيزه دون الحد الأقصى حيث أنها سجلت (3.7 ملغم/لتر).

تركيز عنصري الرصاص والكادميوم في التربة والنبات :

يعد عنصر الرصاص من العناصر الثقيلة الخطرة ويتميز بضعف حركته في التربة مقارنة مع غيره من العناصر الأخرى، وتتراوح قيمة هذا العنصر في القشرة الأرضية بين (13-17 ppm) وترتبط كميته الطبيعية في التربة بنوع الصخر الذي نشأت منه التربة في الجهة الغربية للبئر السوداء تواجد عنصر الرصاص علي بعد 10م فقط من البئر السوداء خلال الأعماق الثلاثة المحددة، حيث بلغ أعلى تركيز (3.5 ملغم/كغ) عند عمق 10 سم ، و(1.5 ملغم/كغ) عند عمق 20 سم، و(1 ملغم/كغ) عند 40 سم ، وهو ما يشير الى أن مصدر التلوث سطحي مثل الانبعاثات الجوية أو الأنشطة البشرية (Kabata& Pendias, 2001)، والرصاص قليل الحركة في التربة بسبب ذوبانيته المنخفضة واعتماده على خصائص التربة مثل درجة الحموضة (Alloway,2013).

وهذه التراكيز منخفضة ولا تتجاوز الحدود المسموح بها عالميا (50-500 ملغم/لتر) ، لكنها تستدعي المراقبة (WHO,2007).

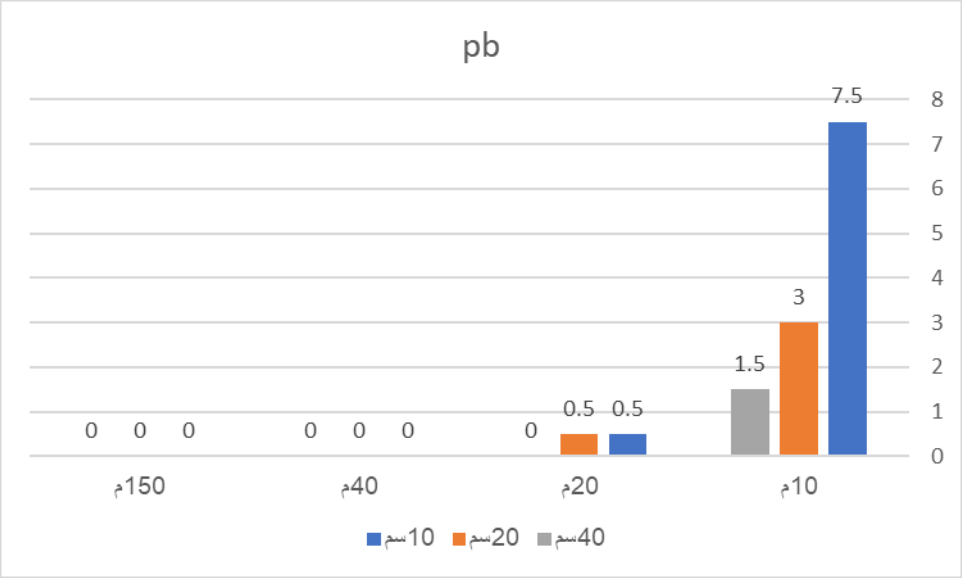


أما في الجهة الجنوبية فقد تواجد عنصر الرصاص على بعد 10 و 20م حيث بلغ أعلى تركيز (7.5 ملغم/كغ) على بعد 10 امتار عند عمق 10 سم وصولا الى (0.5 ملغم/كغ) على بعد 20 متر في العمقين 10,20 سم.

تشير النتائج إلى تلوث التربة بالرصاص بالقرب من بئر الصرف الصحي، مع تركيز أعلى عند مسافة 10 أمتار مقارنة بـ20 متراً، رغم خلو مياه البئر من الرصاص يستبعد كونه مصدراً مباشراً للتلوث.

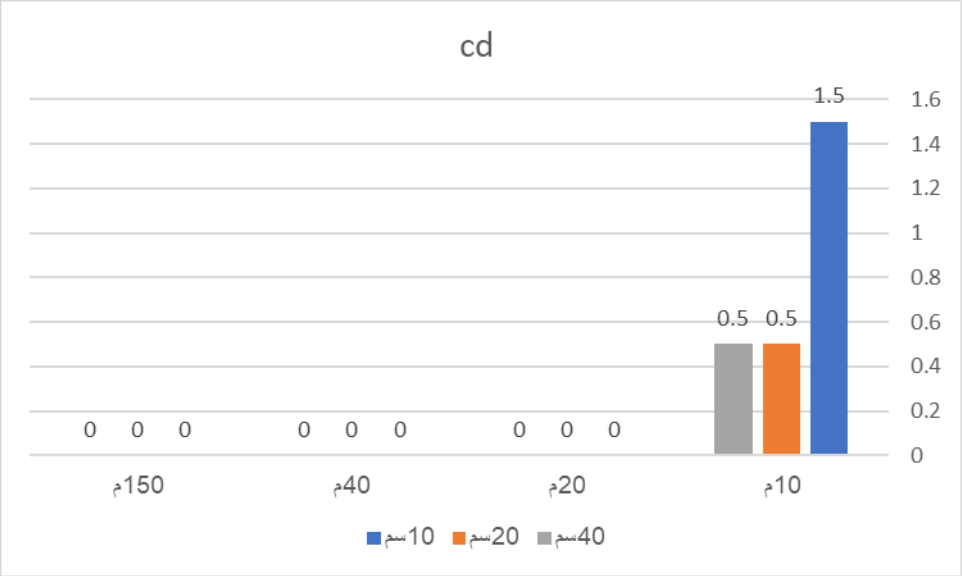
التوزيع العمودي يظهر أعلى تركيز في الطبقات السطحية (7.5 ملغم/كغ عند 10 سم) مع تناقص تدريجي في العمق، مما يشير إلى تلوث سطحي منشؤه عوامل خارجية مثل المبيدات أو الطلاءات القديمة، أو الترسب الجوي نتيجة لانبعاثات صناعية أو نفايات محيطة بالبئر، التربة جنوب وغرب البئر السوداء طينية لهذا يمكنها امتصاص الرصاص ومنع انتقاله إلى الأعماق، مما يفسر انخفاض التركيز مع العمق والمسافة (Adriano, D. C 2001).

ناءً على معايير (WHO ,2007)، النتائج تشير إلى أن التربة بالقرب من بئر الصرف الصحي تحتوي على تراكيز مقلقة من الرصاص التي تتجاوز الحدود الآمنة، خصوصًا في المناطق القريبة من البئر، ويتطلب ذلك اتخاذ إجراءات للحد من التلوث ومنع انتقال الرصاص إلى السلسلة الغذائية أو المياه الجوفية



أما عنصر الكادميوم Cd فيعد من أخطر المعادن الثقيلة السامة على الإطلاق، إذ تصنفه الدراسات الحديثة كأحد أهم العوامل المسببة للسمية المرتبطة باستهلاك النباتات المروية بالمياه العادمة، وينتج الكادميوم عن صناعات عديدة مثل صناعة الأسمدة الفوسفاتية والمنظفات وعمليات الطلاء. يتراوح تركيزه الكلي في الترب بين (0.01 ،2) مغ/كغ (Karla,1998)، وقد وجد في الجهة الغربية فقط بنسب متواضعة على مسافة 10 أمتار فقط ، اعلاها (1.5 ملغم/كغ) عند عمق 10 سم و (0.5 ملغم/كغ) عند العمقين 20,40 سم.

وحسب توصيات منظمة الأغذية والزراعة FAO 1997 يجب أن لايتجاوز 1 ملغم/كغ لتقليل المخاطر الصحية على الإنسان من خلال تراكم الكادميوم في المحاصيل الزراعية.



اما بالنسبة للنبات فتم اختيار 3 أنواع وهي النباتات الموجودة حول البئر السوداء وهي نبات العقول والقصبة والأثل واثبتت النتائج خلوها من عنصري الرصاص والكادميوم كما هو موضح فالجدول.

ذ ع الـ ات	Pb	Cd
القـ	0.00	0.00
عقـ ل	0.00	0.00
أثـ	0.00	0.00

الاستنتاجات

أظهرت الدراسة أن المياه بالبئر السوداء تحتوي على خصائص غير مثالية من حيث الجودة، حيث سجلت pH 7.45، مما يشير إلى مياه متعادلة إلى حد ما، مع مستوى مرتفع من الأملاح الذائبة حيث بلغت EC 2158 و TDS 1506. كما أظهرت المياه السوداء تركيزات عالية من المواد العضوية القابلة للتحلل، مع قيم BOD 239.7 و COD 386، مما يسلط الضوء على وجود تلوث بيئي محتمل قد يؤثر على النظام البيئي. ورغم ذلك، لم تُظهر المياه السوداء وجود تركيزات من الكادميوم أو الرصاص، مما يقلل من تأثير هذه العناصر السامة على البيئة المحيطة. أما بالنسبة للمياه الجوفية للبئر الزراعي القريب، فقد كانت أقل تلوثًا، حيث سجلت pH 6.7 وتركيزات أقل من المواد العضوية مع BOD 1.6 و COD 3.7، مما يشير إلى نوعية مياه أفضل من المياه السوداء. كما كانت هناك مستويات مرتفعة من الصوديوم والكالسيوم، مما قد يؤثر على خصوبة التربة وجودتها الزراعية. فيما يتعلق بتلوث التربة، فقد أظهرت الدراسة وجود مستويات متفاوتة من الرصاص والكادميوم في التربة، حيث سجلت أعلى تركيزات للرصاص في المنطقة الجنوبية (7.5 ppm) مقارنة بالمنطقة الغربية (3.5

ppm)، مع تراجع تركيزاتهما مع العمق، مما يشير إلى أن التلوث يعود إلى الأنشطة السطحية أو تسرب الملوثات من المياه السوداء إلى التربة السطحية.

التوصيات

1. مراقبة جودة المياه السوداء: ينبغي مراقبة مياه الصرف الصحي بشكل دوري لتحديد مستويات الملوثات العضوية والمعادن الثقيلة، وتطوير تقنيات معالجة مناسبة لتقليل تأثيراتها على البيئة.
2. تحسين إدارة المياه الجوفية: يجب مراقبة استخدام المياه الجوفية للري بشكل دوري، خاصة في المناطق التي تحتوي على مستويات مرتفعة من الأملاح والصوديوم، لضمان عدم تأثيرها على خصوبة التربة.
3. تحليل تأثيرات تلوث التربة: إجراء دراسات إضافية لتحديد المصادر المحتملة لتلوث الرصاص والكادميوم في التربة، وتقييم مدى تأثيرها على المحاصيل الزراعية وصحة الإنسان.
4. تنفيذ برامج إزالة التلوث: تطوير وتطبيق برامج لإزالة المعادن الثقيلة مثل الرصاص والكادميوم من التربة، بما في ذلك استخدام تقنيات العلاج البيولوجي أو الكيميائي.
5. التوسع في التوعية البيئية: تعزيز الوعي المجتمعي حول تأثيرات تلوث المياه والتربة، وأهمية الحفاظ على البيئة من خلال إدارة موارد المياه بشكل مستدام.
6. التقييم المستمر للبيئة المحيطة: إجراء تقييم دوري للبيئة المحيطة بالآبار السوداء لمراقبة مستوى التلوث وتقديم التوصيات اللازمة للتقليل من التأثيرات السلبية على النظام البيئي.

المراجع

العمروني، خالد محمد موسى.(2002) أثر استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة والحماة على بعض الترب السائدة في المناطق الجافة والشبه الجافة رسالة ماجستير مقدمة لقسم علوم البيئة. كلية العلوم الهندسية والتقنية جامعة سبها – ليبيا.

فولت داى هنتر مورفى لارى س دوناهيو دوى ل (1995). الاسمدة ومحسنات التربة من ترجمة الدومي فوزى محمد، طبيل خليل محمود والقزيرى موسى محمد، جامعة عمر المختار، البيضاء ليبيا.

صالح خصاف، افراح جابر (2013) تقييم صلاحية مبزل الشامية الغربي لأغراض الري. جامعة بابل uobabylon.edu.iq

الخنجاري خليفة، الهادي شكل 2013 تلوث المياه الجوفية بمياه الصرف الصحي بمنطقة الزاوية الجديدة ، مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية.

WHO. (2010). Exposure to cadmium: A major public health concern. World Health Organization.

WHO (2007). Health Risks of Heavy Metals from Long-range Transboundary Air Pollution.

Chen, H., Teng, Y., Lu, S., Wang, Y., & Wang, J. (2016). Contamination features and health risk of soil heavy metals in China. Science of the Total Environment, 512-513, 143-153.

Reddy, K. R., & Karunakar, S. (2011). Contaminant transport in soils and groundwater due to septic tank effluent. Environmental Geotechnics, 2(1), 15-25.

Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (2001). Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press.

Adriano, D. C. (2001). Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. Springer.

Al-Bassam, A. M., Al-Rumikhani, Y. A., & Al-Enezi, M. A. (2020). Impacts of wastewater discharge on soil and groundwater contamination in arid regions. Water Resources Management, 34(8), 2471-2485.

Alloway, B. J. (2013). Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Springer.

EPA. (2004). Onsite Wastewater Treatment Systems Manual. Environmental Protection Agency.

World Health Organization (WHO). Guidelines for Drinking-water Quality, 4th Edition, 2017

Elssaidi, (2004): "Assessment of Using Treated Sewage ffluent and accompanied sludge in Agricultural purposes. pH.D. Thesis, Environ. Science and Research Instit, Ain-shams University-Cairo

Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985). Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29.

Rhoades, J. D., Kandiah, A., & Mashali, A. M. (1992). The Use of Saline Waters for Crop Production. FAO.

FAO (1997). Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Sludge in Agriculture and Aquaculture. FAO, Rome.

Issue N.29–Vol.2 / ISSN:2958–8537
APHA (American Public Health Association), 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition. Washington, DC.

APHA (2000). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation, Washington, DC.

ASTM International. (2002). Annual Book of ASTM Standards, Vol. 11.01: Water and Environmental Technology. West Conshohocken, PA: ASTM International.

Richards, L. A.(1954): "Diagnosis and improvement of Saline and Alkaline Soils.V.S. salinity Lab.Staff, U.S.D.A. Hand book Washington, D.C.160.