تقييم بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لعينات مياه مجمعه من محطة سوسه ومياه خزانات التجميع بمواقع (صنبر وشحات)

مهند عبدالقادر موسى[1]، حمد محمد ادريس[2]

[1]قسم علوم وهندسة البيئة، مدرسة العلوم الاساسية، أكاديمية الدراسات العليا، الجبل الأخضر، ليبيا

[2] قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا

Hamad.dr@omu.edu.ly

الملخص:

تهدف هذه الدراسة لتقييم بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمياه محطة سوسه ومياه خزانات التجميع (صنبر وشحات)، حيث شملت القياسات والتحاليل كلا من: (الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، الماغنيسيوم، الكلوريد، كربونات والبيكربونات، الكبريتات والعسرة الكلية)، بالإضافة بعض المعادن الثقيلة (الرصاص، الكادميوم، الحديد، النحاس والزنك)، وبيان مدى صلاحية المياه لغرض الشرب من خلال مقارنة النتائج المتحصل عليها مع المواصفات القياسية الليبية ومواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO).

وتوضيح آثار الخزانات على نوعية المياه من حيث الاختلافات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية قيد الدراسة؛ ولتحقيق أهداف الدراسة تم جمع العينات وفقاً لثلاث فترات زمنية مختلفة، حيث تم تجميع العينات من مناطق الدراسة على مدى 6 أشهر وبمعدل 3 ضخات، وتم إجراء القياسات والتحاليل وفقاً للطرق القياسية المستخدمة في تحاليل المياه، وبينت نتائج الدراسة إلى أن قيم الخصائص الكيميائية لمياه خزانات المناطق المدروسة تقع ضمن المدى المسموح به لمياه الشرب، وقيم الخصائص الفيزيائية باستثناء الرقم الهيدروجين لمياه خزان سوسة وصنبر، والأملاح الذائبة الكلية، كما بينت نتائج التحاليل الجرثومية لمياه خزانات المناطق قيد الدراسة أنها خالية من بكتريا القولون *Coliform group bacteria, Escherichia Coli*. باستثناء خزان شحات في الضخة الأولى.

الكلمات المفتاحية : *الخواص الفيزيائية والكيميائية، محطة سوسة، خزانات التجميع.*

المقدمة:

إن تضاعف نمو حجم السكان وتزايد تحضرهم وأتساع تنوع نشاطاتهم، أدى إلى تنامي الطلب على المياه، واستهلاكهاً في المجالات المنزلية والخدمية والصناعية، والعمل على ضمان المصادر المائية الملائمة يعتبر من الأولويات التي يجب أن تلقى الاهتمام اللازم وتكريس جميع الإمكانيات من أجل المحافظة عليها من التلوث (الضراط وآخرون، 2020؛ Al-Rawashdeh,2012)؛ وتعتمد ليبيا بشكل أساسي على إمدادات المياه من مصادر المياه الجوفية والتي تمثل نحو 97 % من إمدادات المياه في ليبيا ويؤدي الاستهلاك المفرط للمياه الجوفية في المناطق الساحلية إلى خفض مستويات المياه الجوفية، إذ ينظر إلى تحلية المياه كبديل محتمل للمياه الجوفية، إلا أنها غير مستثمرة بشكل كافٍ (المجبري وآخرون، 2022).

وتعد المياه من أكثر المكونات البيئية المعرضة للتلوث وذلك؛ لأنها تمتلك خواص فريدة تجعلها أكثر قابلية على استقبال أنواع مختلفة من الملوثات وتعد المياه ملوثة عند تغير تركيب عناصرها أو تغير حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة (علي، 2021). كما أن مياه الشرب ذات صلة وثيقة بانتشار الأمراض؛ إذ أشارت تقارير منظمة

الصحة العالمية (WHO) إن أكثر من 25 مليون شخص يموتون كل سنة بسبب الإسهال وثلث هذا العدد تقريباً من الأطفال دون سن الخامسة من العمر وعزوا ذلك إلى المسببات المرضية التي تنتقل بالمياه، وتشير الدراسات والإحصائيات في الولايات المتحدة الأمريكية إلى أن 59% من الأمراض ناتجة عن تلوث مياه الشرب (الصفاوي وآخرون، 2018). ونتيجة لتزايد الاهتمام العالمي بموضوع جودة المياه الصالحة للشرب، تمكنت منظمة الصحة العالمية (WHO) من تحديد بعض المعايير الخاصة والقيم الدلالية على نوعية وجودة المياه الصالحة للشرب (عكاشة وإبراهيم، 2017)، حيث أصبح توفير الماء الصالح للشرب أمر ليس بالهين وذلك لكثرة الملوثات التي تصل إليه بطرق مختلفة وتتسبب في العديد من المشاكل الصحية الخطيرة لذلك فإن الرقابة على جودة مياه الشرب من أهم العوامل التي تساعد على رفع مستوى الصحة العامة ويأتي ذلك بالتقصي المستمر على أوضاع جودة المياه ومدى صلاحيتها (عون وكاموك، 2019) حيث بينت العديد من الدراسات ومنها: (السهلاني والخزعلي، 2021؛ عون وكاموك، 2019؛ حسين، 2018) أن الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للمياه ذات أهمية كبيرة وعاملاً هاماً في تحديد نوعية وصلاحية المياه.

تم استخدام تحلية المياه في ليبيا منذ أوائل الستينيات كمصدر مهم للمياه غير التقليدية. قد تم تطبيق تقنيتين (التحلية الحرارية والتقطير الغشائي) لسد الفجوة بين توافر المياه والطلب الصناعي. حالياً، هناك 21 محطة لتحلية المياه تديرها سلطات مختلفة، على الرغم من أن جميعها مملوكة للحكومة. تعد الشركة العامة للكهرباء في ليبيا والشركة العامة لتحلية المياه والشركة العامة للمياه والصرف الصحي الجهات المسؤولة عن محطات تحلية المياه Fanack, (2020).

وصف محطات التحلية:

تحلية مياه البحر مسؤولة عن حوالي 60 ٪ من جهود تحلية المياه العالمية وما يزيد عن 80 ٪ في جميع أنحاء البحر الأبيض المتوسط. كما أن أزمة المياه وتضاؤل الوصول إلى المياه الصالحة للشرب في كثير من المناطق عززت الزيادة في تحلية المياه في جميع أنحاء العالم، وخاصة تحلية مياه البحر (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2017)؛ حيث يبدأ دخول مياه البحر إلى مآخذ مياه البحر من خلال مصافي وذلك لمنع الشوائب من الدخول إلى مضخات مياه البحر التي تقوم بدورها بضخ مياه البحر إلى المبخرات ويتم حقن مياه البحر بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 2ملجم/لتر عند مآخذ مياه البحر أي قبل دخولها للمبخرات وذلك لمعالجتها من المواد البيولوجية العالقة بها. ويتم تجهيز هذا المحلول في خزانات ومن ثم يتم حقنه خلال مضخات بمعدلات حسب الطلب (قريمه وآخرون، 2015)، يوجد بمآخذ مياه البحر لوحات توزيع القوى الكهربائية التي تغذي المضخات وغيرها بالكهرباء، كما يوجد أيضاً أجهزة القياس والتحكم اللازمة لهذه المعدات. هذا ويتم انتقال مياه البحر بعد ذلك إلى المبخرات والتي تتكون من عدة مراحل يتم خلالها تبخير مياه البحر ومن ثم تكثيفها وتجميعها, بالنظر إلى ما يحدث في العمليات المتتابعة للمياه لحظة دخولها المبخرات وحتى الحصول على المياه العذبة يتم إضافة البولي فوسفات إلى مياه البحر قبل دخولها المبخرات وذلك لمنع الترسبات القشور (SCALES) داخل أنابيب المكثفات والمبادلات الحرارية كما نجد أن مياه البحر هذه تمرر على أجهزة تسمى بنوازع الهواء وذلك للتخلص من الغازات المذابة بمياه البحر كما يتم تسخين مياه البحر بواسطة مبادلات حرارية تعمل بالبخار وتسمى مسخنات المياه المالحة ويلزم للمبخرات أنواع متعددة من المضخات منها ما يلزم لتدوير الماء الملحي داخل المبخرات ومنها ما يلزم لتصريف الرجيع الملحي إلى قناة

الصرف ومنها ما يلزم لضخ الماء المنتج إلى محطة المعالجة الكيميائية (الطيف، 2016).

وبعد ضخ الماء المنتج إلى المحطة الكيميائية والتي يتم فيها معالجة المياه المنتجة بالمواد المختلفة مثل الكلور وثاني أكسيد الكربون والجير حتى يصبح مطابقاً للمواصفات المطلوبة عالمياً وبعد ذلك يتم نقله من محطة المعالجة الكيميائية إلى الخزانات الكبيرة التي تمد الشبكة بالماء الصالح للاستهلاك البشري (قريمه وآخرون، 2015). نظراً لأهمية هذا الموضوع وتأثيره المباشر على حياة الإنسان فقد أجريت العديد من الدراسات على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لمياه الشرب ومقارنتها مع المواصفات القياسية المعتمدة، وتم التطرق لبعض الدراسات وذلك وفقاً للآتي: أجريت دراسة (غربي وآخرون، 2024) لتقصي خصائص المياه الفيزيائية و الكيميائية في محطات تنقية المياه التجارية المنتشرة في مدينة الكفرة وضواحيها، حيث تم أخذ العينات مباشرة قبل وبعد عملية التحلية لعدد 11 محطة بثلاث مكررات من أماكن مختلفة من المدينة، وتم مقارنة النتائج بالمواصفة القياسية الليبية ومواصفة منظمة الصحة العالمية. وبينت النتائج أن الخصائص الفيزيائية لكل عينات المياه الداخلة (قبل التحلية) كانت أعلى من المواصفة القياسية الليبية، وأن جميع متوسطات العينات بعد التحلية تختلف اختلافاً معنوياً عن العينات قبل التحلية عند مستوى دلالة 5%. كما أجريت دراسة (أبوظهير وآخرون، 2023) على بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه المنتجة من محطات تحلية مياه الآبار الواقعة في نطاق بلدية تاجوراء ومدى مساهمتها في توفير المياه الصالحة للشرب في نطاق البلدية. وتم قياس كمية الأملاح الذائبة الكلية، وكذلك التوصيلة الكهربائية والأس الهيدروجيني عند درجات حرارة متقاربة، ومن خلال الحصول على ثلاث قراءات من كل محطة تم حساب متوسط القراءات لكل محطة واستخدام هذا المتوسط في حساب المتوسط العام لهذه العينات بينت نتائج الدراسة عدم تطابق مواصفات مياه الشرب مع المعايير القياسية لمياه الشرب، ويوصي الباحثون بضرورة تدخل الجهات الرقابية التابعة للدولة الليبية بشكل عاجل وصارم من أجل متابعة عمل هذه المحطات وبشكل دائم.

وقام (Najah et al., 2021) بدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لستة علامات تجارية محلية والتي تعد الأكثر شيوعاً في مدينة الخمس في ليبيا وشملت تلك الخصائص: الرقم الهيدروجيني، التوصيلية والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم، تطابقت قيم أغلب العينات التي تم اختبارها مع المواصفة الليبية ومواصفة منظمة الصحة العالمية فيما سجلت بعض العلامات التجارية قيم مرتفعة جداً للكالسيوم.

أما دراسة (لشهب وآخرون، 2019) فهدفت إلى تقييم كفاءة وجودة مياه الشرب بمحطة تحلية بوترابة المغذية لمدينة المرج، من حيث التعرف على جودة المياه المحلاة بخزانات التغذية الرئيسية بالمحطة وجودتها داخل الشبكة بأحياء المدينة، ومدى تغطيتها لاحتياجات السكان ومتطلباتهم من المياه في ظل العجز المائي المتزايد الناتج عن النمو السكاني بالمدينة، خلال الفترة من (2008-2012) وقد بينت نتائج التحاليل الكيميائية لمياه التحلية مدى الكفاءة العالية للمحطة في إنتاج مياه بمواصفات عالية مقارنة بالحدود القياسية الليبية لمياه الشرب، كما أظهرت نتائج تحليل عينات المياه المأخوذة من بعض أحياء المدينة، إن معظم العناصر في مياه التحلية جاءت بتراكيز أقل من الحد المسموح به حسب المواصفات القياسية الليبية، وخلصت الدراسة إلى جملة من التوصيات التي قد تسهم في إيجاد بعض المقترحات التي من شأنها الرفع من كفاءة المحطة، وضمان استمرارها في إنتاج مياه ذات جودة عالية.

وأجريت دراسة قام بها (المسماري، 2013) لتقييم كل من جودة المياه المنتجة من محطة سوسه لتحلية مياه البحر وشبكة التوزيع لأربعة أحياء (الجنين، وسط المدينة، البيضاء الجديدة، المنطقة الصناعية) بمدينة البيضاء – ليبيا، تتم

تغذيتها بمياه هذه المحطة وفقاً لبعض المعايير والتي شملت الأس الهيدروجيني، الإيصالية الكهربائية، الأملاح الذائبة الكلية، الكاتيونات والأنيونات (الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، المغنسيوم، الكبريتات، البيكربونات، والكلوريد) وعشرة عناصر ثقيلة (الألمنيوم، الحديد، النحاس، الرصاص، المنجنيز، الزنك، الكادميوم، الكروميوم، الزئبق والزرنيخ)، وأظهرت نتائج التحليل الكيميائي لمياه محطة سوسه أن مستويات تركيز جميع الأملاح كانت أقل بكثير من الحد الأدنى للقيم الدلالية المحلية والدولية بقيم متفاوتة، وخلو المياه المنتجة من العناصر الثقيلة ما عدا الألمنيوم، وأظهرت نتائج تقييم شبكات توزيع المياه تفاوت في تركيز العناصر وقد يعزى الاختلاف من ناحية إلى أنابيب ووصلات شبكة المياه ومن ناحية أخرى إلى انتهاك السكان لشبكة توزيع المياه عن طريق ربط منازلهم على أكثر من مصدر لتغذية الشبكة، وأوصت باستخدام تقنيات حديثة لرفع تركيز الأملاح في مياه الشرب المنتجة من محطات التحلية بما يتماشى مع المعايير الليبية لمياه الشرب ومنظمة الصحة العالمية.

وتهدف هذه الدراسة إلى إجراء التحاليل الكيميائية على عينات المياه لمحطة سوسة وخزانات التجميع (صنبر وشحات) لتحديد تراكيز الأيونات الرئيسية (الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، الماغنيسيوم، كلوريدات، كربونات والبيكربونات، كبريتات والعسرة الكلية)، بالإضافة إلى تحديد مستويات بعض العناصر الثقيلة (الرصاص، الكادميوم، الحديد، النحاس والزنك). قياس ودراسة بعض الخصائص الفيزيائية للمياه وتغيراتها خلال ثلاث ضخات مختلفة. توضيح آثار الخزانات على نوعية المياه من حيث الاختلافات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية قيد الدراسة.

المواد وطرق العمل:

منطقة الدراسة:

تم تقسيم منطقة الدراسة بحسب خزانات تجميع أو توزيع المياه، وفقاً للآتي:

1.خزانات محطة سوسة، 2.خزانات صنبر، 3.خزانات شحات، والتي تقع بالجبل الأخضر، بليبيا حيث تطل ليبيا على البحر المتوسط بواجهة تبلغ طولها تقريباً 2000 كم و تُعد الشواطئ الليبية من أطول السواحل العربية والإفريقية المطلة على البحر الأبيض المتوسط. وتتميز بشواطئ رملية واسعة تنمو فيها أشجار النخيل وشواطئ صخرية تشرف عليها مباشرة الهضاب المرتفعة كما هو الحال في منطقة الجبل الأخضر (الكريوي وآخرون، 2019).

جمع العينات: تم جمع عينات وفقاً لثلاث فترات زمنية مختلفة، حيث تم تجميع العينات من مناطق الدراسة على مدى 6 أشهر وبمعدل 3 ضخات، حيث اعتمدت عملية جمع العينات على كل مرة تضخ فيها المياه الناتجة من محطة سوسة إلى خزانات التجميع بشحات وصنبر. وكانت عملية التجميع وفقاً للآتي:

باستخدام قناني بلاستيكية سعة 1.5 لتر بعد غسلها بالماء المقطر بالنسبة للاختبارات الفيزيائية والكيميائية، أما فيما يخص العينات المأخوذة لغرض الفحص الميكروبي فقد تم جمعها في قناني زجاجية سعة 300 مل بعد تعقيمها وتم نقلها إلى المختبر بواسطة صناديق حفظ الحرارة المملوءة بالثلج (إدريس، 2000).

طرق التحليل والقياس الخصائص الفيزيوكيميائية: تم إجراء القياسات والتحاليل وفقاً للطرق القياسية المستخدمة في تحاليل المياه: **العكارة:** تم قياس العكارة باستخدام جهاز العكارة Turbidity Meter Model 330 وتستعمل وحدة (NTU) كوحدة قياس العكارة، بالطريقة المنصوص عليها في (AOAC, 2006) في معمل محطة سوسة. وتم قياس التوصيل الكهربائي بالطريقة المنصوص عليها في (AOAC, 2006) باستخدام جهاز التوصيل الكهربائي –

Conductivity Meter Model 4320 وتم القياس بمواقع الدراسة. تم تقدير الأملاح الذائبة الكلية TDS بالطريقة المنصوص عليها في (AOAC, 2006) باستخدام جهاز Conductivity Meter Model 4320- بموقع الدراسة. وتم قياس الرقم الهيدروجيني pH بالطريقة المنصوص عليها في (AOAC, 2006) باستخدام جهاز pH Meter Model 3520 في موقع الدراسة. **الصوديوم والبوتاسيوم:** تم قياس الصوديوم والبوتاسيوم بالطريقة المنصوص عليها في (AOAC, 2006) باستخدام جهاز Flame photometer Model MPEP7.Jenwaly بالمعمل المركزي بجامعة عمر المختار، قسم الكيمياء. وتم قياس الكالسيوم بالمعايرة باستعمالEthylendiamin tetra acetic-EDTA acid وتم إضافة كاشف أو دليل للعينة والذي يطلق عليه Murexid الذي يرتبط مع الكالسيوم ليكون اللون الزهري، بالإضافة إلى محلول هيدروكسيد الصوديوم لجعل العينة قلوية (pH=12) ومن تم المعايرة بـ EDTA بالطريقة المنصوص عليها في (AOAC, 2006) بالمعمل المركزي بجامعة عمر المختار، قسم الكيمياء. **و**تم تقدير الماغنسيوم من خلال طرح كميتي EDTA المستهلكة في تقدير العسر الكلي وتقدير الكالسيوم ومن تم استخدام معادلة رياضية لحساب الماغنسيوم بالطريقة المنصوص عليها في (AOAC, 2006) بالمعمل المركزي بجامعة عمر المختار، قسم الكيمياء. **و**تم تقدير الكلوريد بطريقة المعايرة (موهر) باستخدام محلول نترات الفضة الذي يعمل على ترسيب الكلوريد في صورة راسب أبيض ودليل كرومات البوتاسيوم الذي يتفاعل مع أيونات الفضة مكوناً راسب بني، بالطريقة المنصوص عليها في (إدريس، 2000) بالمعمل المركزي بقسم الكيمياء جامعة عمر المختار. **البيكربونات:** تم قياس البيكربونات باستخدام المعايرة بحمض الهيدروكلوريد 0.01 M في وجود دليل المثيل البرتقالي، بالطريقة المنصوص عليها في (إدريس، 2000) بالمعمل المركزي بقسم الكيمياء جامعة عمر المختار. **الكبريتات:** تم قياس الكبريتات بالطريقة المنصوص عليها في (AOAC, 2006) تقدير باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer Model UV-2401PC- Shimadz عند طول موجي 420 بمعمل القمة للتحاليل الكيميائية. **العسرة الكلية:** تم تقدير العسرة الكلية (TH) Total Hardness بالطريقة المنصوص عليها في (AOAC, 2006) بالمعمل المركزي بقسم الكيمياء جامعة عمر المختار.

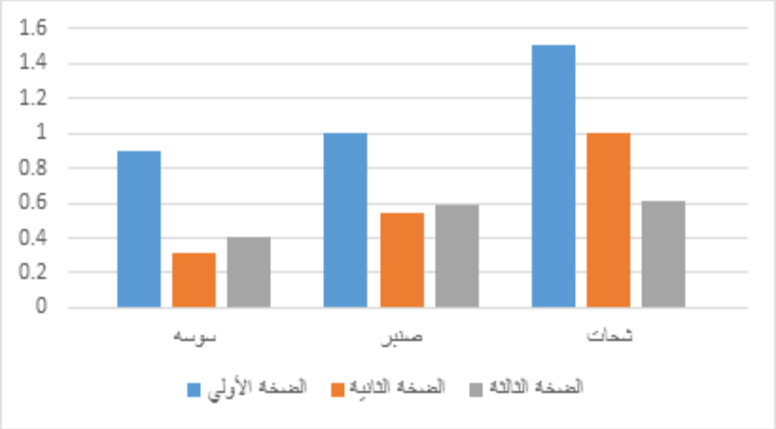
العناصر الثقيلة: تم تقدير العناصر الأتية وتشمل الرصاص (pb)، الكاديوم (Cd)، الحديد (Fe)، الزنك (Zn) والنحاس (Cu) باستخدام جهاز Spectrophotometer Model AA-6800-SHimadza، بالطريقة المنصوص عليها في (AOAC, 2006) بالمعمل المركزي بقسم الكيمياء جامعة عمر المختار، ومعمل القمة للتحاليل الكيميائية.

التحاليل البيولوجية :تم أخذ العينات من خزنات التجميع بمناطق الدراسة بالطريقة المنصوص عليها في (WHO, 2006) ، وأجريت الاختبارات الميكروبية من بداية جمع العينات في زمن لم يتجاوز 24 ساعة من إحضار العينات المختبر وتم اتباع الطرق المنصوص عليها في (2006) ISO 5667-5 معمل القمة للتحاليل الكيميائية.

النتائج والمناقشة:

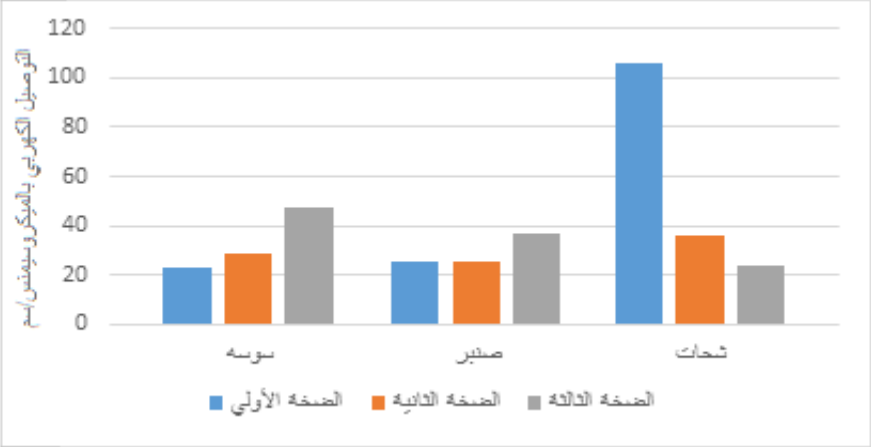
من خلال النتائج المتحصل عليها، نلاحظ وجود اختلاف في قيم العكارة حيث ارتفعت في الضخة الأولى بشكل واضح عن القيم المسجلة في الضخة الثانية وقلت النتائج في الضخة الثالثة، ويمكن تفسير ذلك على أنه كلما طالت

عمليات عدم الضخ في الخزانات كلما زادت قيم العكارة في خزانات المياه. وبصفة عامة فإن قيم العكارة تراوحت ما بين (0.31-1.50 وحدة)، شكل (1)، وهي من ضمن المدى المسموح به لمياه الشرب بالنسبة لمواصفات القياسية الليبية والعالمية لجميع خزانات منطقة الدراسة والذي يكون أقل من (5 وحدات).



شكل (1) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في قيم العكارة.

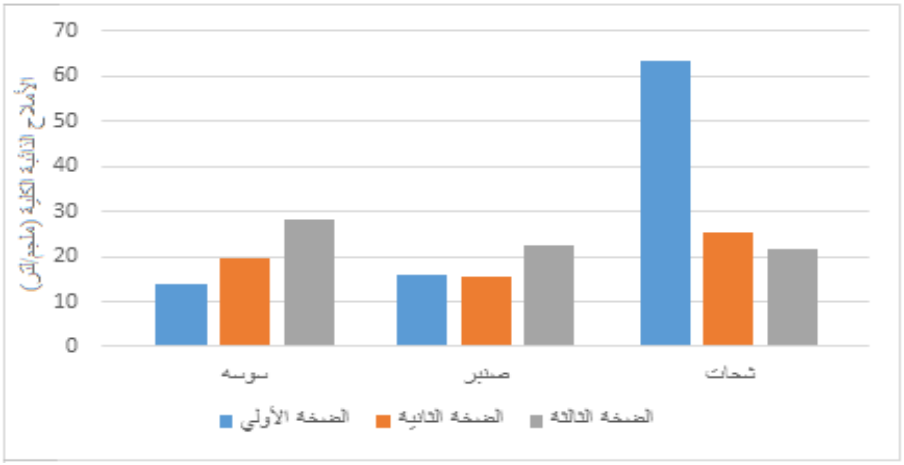
وسجلت النتائج اختلافاً في قيم التوصيل الكهربائي حيث ارتفعت في الضخة الأولى بخزان شحات عن القيم المسجلة في الضخة الثانية وقلت النتائج في الضخة الثالثة، في حين سجلت النتائج ارتفاع في الضخة الثالثة لخزانات سوسه وصنبر عن القيم المسجلة في الضخة الثانية والأولى ويمكن تفسير ذلك على اختلاف نوع الخزان بشحات خرسانه مسلحة وسوسه وصنبر(صاج حديدية)، وبصفة عامة فإن قيم التوصيل الكهربائي تراوحت ما بين (23- 106 ميكروسمنس/سم)، شكل (2) وهي من ضمن المدى المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات العالمية بجميع خزانات منطقة الدراسة والذي يكون (2300 us).



شكل (2) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في قيم التوصيل الكهربائي.

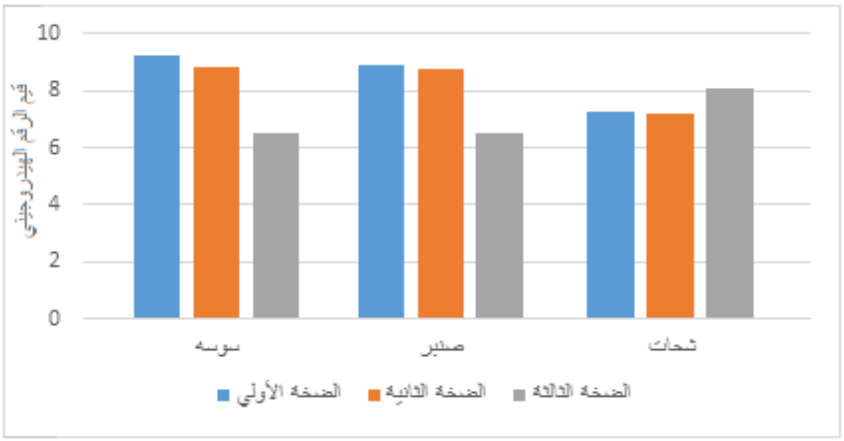
كما يتضح من النتائج المتحصل عليها، أن مستوى الأملاح الذائبة في العينة المأخوذة من خزان التجميع بمنطقة شحات في الضخة الأولى كانت مرتفعة عن الضخة الثانية والثالثة وكذلك بالنسبة لخزان صنبر، في حين سجلت النتائج ارتفاع في الضخة الثالثة لخزانات سوسه عن القيم المسجلة في الضخة الثانية والأولى وربما لسبب السبق ذكره في قيمة التوصيل الكهربائي، حيث أشارت دراسة (Aburawi and Abuaaisha, 2023)، إلى أن تركيز

الأملاح في مياه الشرب يتأثر بمرافق المياه الجارية مثل الأنابيب والخزانات وغيرها من ملحقاتها. وبصفة عامة فإن مستوى الأملاح الذائبة الكلية تراوحت ما بين (13.82 -63.5 ملجم/لتر)، شكل (3)، وهي أقل من الحد الأدنى المسموح به لمياه الشرب بالنسبة للمواصفات القياسية الليبية والعالمية بجميع خزانات منطقة الدراسة والذي يتراوح بين(500-1000) ملجم/لتر. فهي أشبه بالماء المقطر، وتتفق النتيجة التي تم التوصل إليها في الدراسة الحالية مع العديد من الدراسات ومنها دراسة (أبو ظهير وآخرون، 2023؛ عمر وآخرون، 2021؛ عون وكاموك، 2019؛ المسماري، 2013)؛ نتيجة لانخفاض تركيز هذه الأملاح (الصوديوم، البوتاسيوم، الكالسيوم، الماغنسيوم)، قد انخفض أيضاً تركيز الأملاح الذائبة الكلية وقياسات التوصيلة الكهربائية (المسماري، 2013).



شكل (3) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في تركيز الأملاح الذائبة الكلية.

ودلت النتائج على وجود اختلافات في قيم الرقم الهيدروجيني حيث ارتفعت في الضخة الأولى بخزان سوسه وصنبر عن القيم المسجلة في الضخة الثانية وقلت النتائج في الضخة الثالثة، في حين سجلت النتائج ارتفاع في الضخة الثالثة لخزان شحات عن القيم المسجلة في الضخة الثانية والأولى. وبصفة عامة قيم الرقم الهيدروجيني تراوحت ما بين (6.50-9.25 وحدة) شكل (4)، وهي من ضمن المدى المسموح به حسب المواصفات الليبية والعالمية لمياه الشرب بالنسبة لخزان شحات وخزان سوسه وصنبر في الضخة الثالثة فقط والذي يتراوح بين (6.5 -8.5).



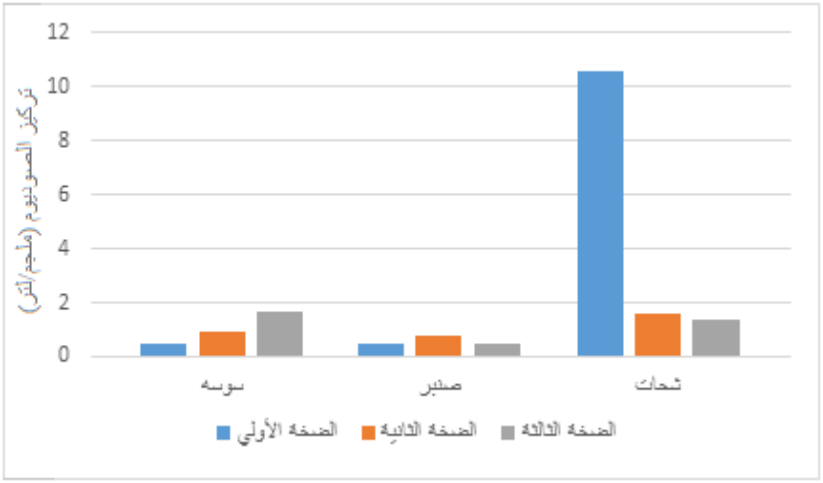
شكل (4) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في قيم الرقم الهيدروجيني.

أما فيما يخص النتائج الخاصة بالطعم والرائحة فكانت كل عينات المياه مقبولة الطعم ولم تظهر أي روائح غير مرغوب فيها، جدول (1).

جدول (1) نتائج الكشف عن الطعوم والروائح لمياه مناطق الدارسة خلال ثلاث ضخات مختلفة.

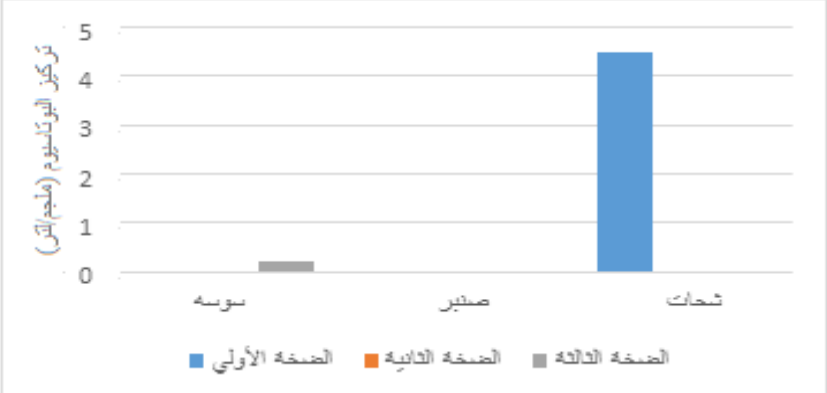
مناطق الدراسة	الضخة الأولى	الضخة الثانية	الضخة الثالثة
سوسه	مقبولة	مقبولة	مقبولة
صنبر	مقبولة	مقبولة	مقبولة
شحات	مقبولة	مقبولة	مقبولة
المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب م ق ل 82/2015			مقبولة
مواصفات منظمة الصحة العالمية WHO			مقبولة

وسجلت النتائج اختلافاً ملحوظاً في مستويات الصوديوم، حيث ارتفعت في الضخة الأولى بشكل واضح عن القيم المسجلة في الضخة الثانية وقلت النتائج في الضخة الثالثة بالنسبة لخزانات شحات، في حين سجلت النتائج ارتفاع في الضخة الثالثة لخزانات سوسه عن القيم المسجلة في الضخة الثانية والأولى، بينما سجلت الضخة الثانية لخزان صنبر ارتفاع عن القيم المسجلة في الضخة الأولى والثالثة. وبصفة عامة فإن مستويات الصوديوم تراوحت ما بين (0.49- 10.58 ملجم/لتر)، شكل (5)، وهي أقل من الحد الأمثل المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة (1992م) بجميع خزانات منطقة الدراسة والذي يتراوح ما بين (20-200) ملجم/لتر.



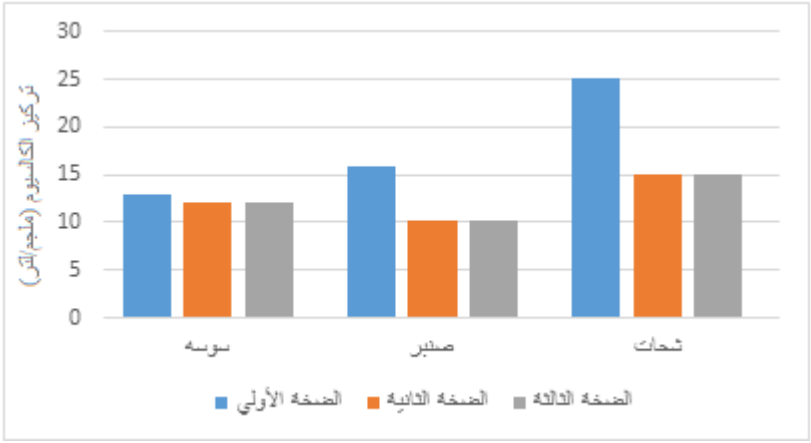
شكل (5) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في تركيز الصوديوم.

كما أن تراكيز البوتاسيوم دلت على انخفاض قيمه في عينات المياه قيد الدراسة، حيث كانت تراكيز العينة المأخوذة من خزان التجميع بمنطقة شحات في الضخة الأولى مرتفعة مقارنة بالخزانات الأخرى والضخات المختلفة وبلغت (4.50 ملجم/لتر) وسجلت الضخة الثالثة لخزانات سوسة (0.2 ملجم/لتر)، في حين بلغت مستويات البوتاسيوم للخزانات (0) لجميع الضخات، وبصفة عامة فإن مستويات البوتاسيوم تراوحت ما بين (0-4.50 ملجم/لتر)، شكل (6)، وهي أقل من الحد الأمثل المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة (1992م) لمياه الشرب بجميع خزانات منطقة الدراسة والذي يحدد ما بين (10-40) ملجم/لتر.



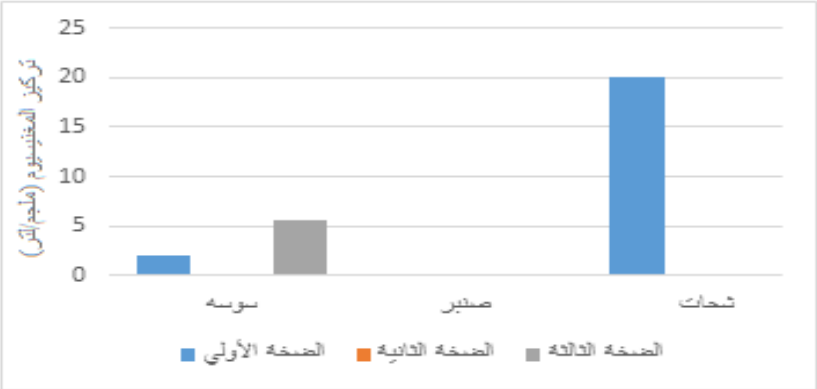
شكل (6) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في مستويات البوتاسيوم.

وأوضحت النتائج أن هناك اختلافا في مستوى الكالسيوم حيث ارتفعت في الضخة الأولى عن القيم المسجلة في الضخة الثانية وقلت النتائج في الضخة الثالثة، من الممكن أن تفاعلات أيونية ما بين الكالسيوم وبعض الأملاح مثل البيكربونات وبالتالي يؤدي إلى تكوين أملاح بيكربونات الكالسيوم ونقصان كمية الكالسيوم في العينات). وبصفة عامة فإن مستويات الكالسيوم تراوحت ما بين (10.28- 25.0 ملجم/لتر)، شكل (7)، وهي أقل من الحد الأمثل المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة (1992م) لمياه الشرب بجميع خزانات منطقة الدراسة والذي يتراوح ما بين (75-200) ملجم/لتر.



شكل (7) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في مستويات الكالسيوم.

وبينت النتائج وجود اختلاف ملحوظ في مستوى المغنسيوم حيث ارتفعت في الضخة الأولى لخزان شحات وبلغت (20 ملجم/لتر) عن القيم المسجلة في الضخة الثانية وقلت في الضخة الثالثة، في حين ارتفعت الضخة الثالثة لخزان سوسه عن الضخة الثانية والأولى، وسجلت الضخة الثانية لخزان صنبر ارتفاع عن القيم المسجلة في الضخة الأولى والثالثة، إن اختلاف نسب المغنسيوم مثله مثل بقية الأيونات الأخرى وذلك أما بسبب تأثير وبصفة عامة فإن مستويات المغنسيوم تراوحت ما بين (0- 20 ملجم/لتر)، شكل (8)، وهي أقل من الحد الأمثل المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة (1992م) لمياه الشرب بجميع خزانات منطقة الدراسة والذي يحدد ما بين (30-150) ملجم/لتر. لخزانات أو أنابيب النقل على تركيزها أو وجود أيونات سالبة الشحنات مثل البيكربونات لتكوين أملاح.



شكل (8) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في محتوى المغنسيوم.

ويتضح من النتائج أن مستوى الكلوريد في العينة المجمعة من خزان التجميع بمنطقة شحات في الضخة الثانية كانت أعلى قيمة وبلغت (0.85 ملجم/لتر)، بينما لم نلاحظ أيون الكلوريد في مياه خزان سوسه وصنبر، حيث أن ارتفاع تركيز الكلوريد في المياه يؤدي إلى اكتساب المياه طعماً غير مقبول وتسبب بعض الأمراض المزمنة للإنسان وتؤثر على وظائف الكلى مما يؤدي إلى الإصابة بالفشل الكلوي لجسم الإنسان، ويؤدي نقصه إلى انخفاض الدم بالجسم (اليعقوبي وأبوزيد، 2022؛ قباصة وآخرون، 2020). وبصفة عامة فإن مستويات الكلوريدات تراوحت بين (0-0.85) ملجم/لتر، شكل (9)، وهي أقل من الحد الأمثل المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة (1992م) لمياه الشرب بجميع خزانات منطقة الدراسة والذي يتراوح ما بين (200-250) ملجم/لتر.



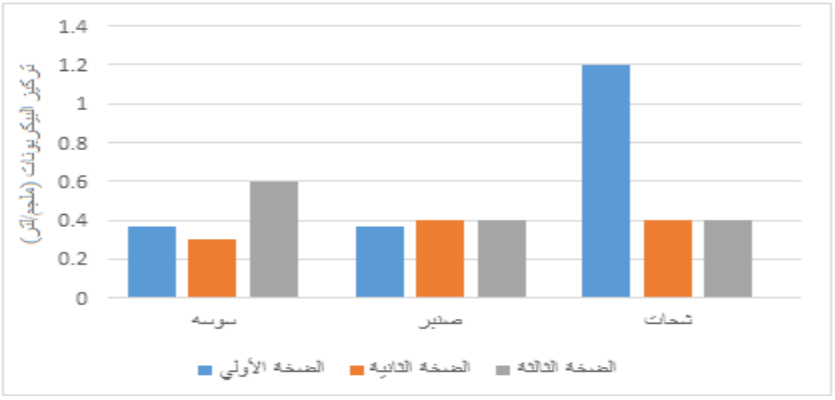
شكل (9) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في مستويات الكلوريدات.

ومن خلال النتائج المتحصل عليها، والموضحة في الشكلين رقم (10، 11)، نلاحظ ظهور الكربونات لعينات مياه الخزانات في الضخة الثانية فقط، حيث كانت متساوية في خزانات سوسة وصنبر وبلغت (0.1 ملجم/لتر)، وقلت في خزان شحات حيث بلغت (0.05 ملجم/لتر). يرجع هذا الاختلاف لكون الضخة الثانية كانت بعد الأولى بفترة، في حين بينت نتائج الدراسة اختلاف في مستوى البيكربونات حيث ارتفعت في الضخة الأولى عن القيم المسجلة في الضخة الثانية والثالثة بالنسبة لخزان شحات أما خزانات سوسة وصنبر نلاحظ ارتفاع في الضخة الثالثة عن القيم المسجلة بالضخة الأولى والثانية، التي سجلت قيم متساوية ويمكن تفسير ذلك قرب الضخة الثانية والثالثة بينما الضخة الأولى كانت قبلها بفترة، حيث أن القلوية هي مصطلح شامل يستخدم لوصف الكربونات CO_3^{-2} والبيكربونات HCO_3^- والهيدروكسيد OH^- وعند وجودها في المياه العسرة أو وجود معادن معينة ثقيلة فإن القلوية تسبب

تكون القشور والحراشيف كما تؤدي إلى رفع مستوى pH (غربي وآخرون، 2024؛ الدنفور وجهان، 2023). وبصفة عامة فإن مستويات البيكربونات تراوحت ما بين (0.3- 1.20 ملجم/لتر)، في حين تراوحت مستويات الكربونات بين (0-0.1 ملجم/لتر) وهي ضمن المدى المسموح به لمياه الشرب بجميع خزانات منطقة الدراسة.

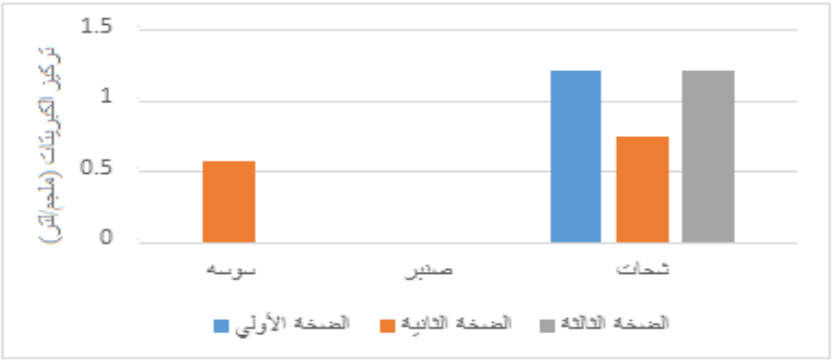


شكل (10) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في مستويات الكربونات.



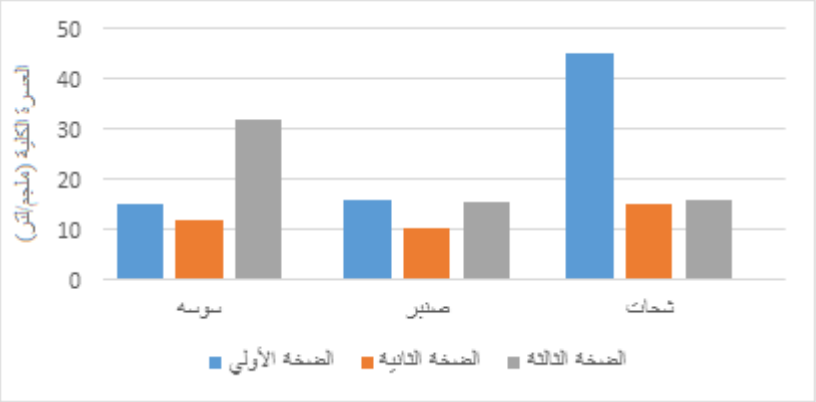
شكل (11) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في مستويات البيكربونات.

وبيت النتائج اختلافاً في مستوى الكبريتات حيث ارتفعت في الضخة الأولى لخزان شحات وقلت في الضخة الثانية بينما ارتفعت في الضخة الثالثة، في حين لم نلاحظ وجود الكبريتات في خزانات صنبر وسوسه إلا في الضخة الثانية فقط. وبصفة عامة فإن مستويات الكبريتات تراوحت ما بين (0- 1.22 ملجم/لتر)، شكل (12)، وهي أقل من الحد الأمثل المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة (1992م) لمياه الشرب بجميع خزانات منطقة الدراسة والذي تتراوح ما بين (200-400) ملجم/لتر.



شكل (12) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في مستويات الكبريتات.

وسجلت نتائج الدراسة تباين في تراكيز العسرة الكلية حيث ارتفعت في الضخة الأولى عن القيم المسجلة في الضخة الثانية وارتفعت بعد ذلك في الضخة الثالثة لجميع خزانات منطقة الدراسة، وبشكل عام فإن تركيز العسرة أقل من 50 ملجم/لتر فبذلك فالماء يعتبر يسر في جميع خزانات منطقة الدراسة حسب تصنيف درجة العسرة للمياه، إذ أن الماء الذي به عسرة تزيد عن 200 ملجم /لتر قد يسبب ترسب قشور في شبكة التوزيع مما يؤدي إلى الإفراط في استهلاك الصابون وبالتالي إلى تكوين الغثاء وتنزع المياه العسرة عند التسخين تكوين رواسب قشرية، كما أن شرب المياه العسرة وبصورة مستمرة فيها مخاطر صحية على الإنسان منها حدوث الفشل الكلوي، ومن ناحية أخرى فالماء اليسر الذي تقل عسرته عن 100 ملجم/لتر له قدرة تنظيمية منخفضة، فهو بذلك يؤدي إلى تآكل أنابيب المياه (Al-Hamdani, 2022؛ قريمة وآخرون، 2015) وبصفة عامة تراوحت القيم بين(12-45.16 ملجم/لتر)، شكل (13)، وهي أقل من الحد الأمثل المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة (1992م) لمياه الشرب بجميع خزانات منطقة الدراسة والذي يحدد ما بين (200-500) ملجم/لتر.



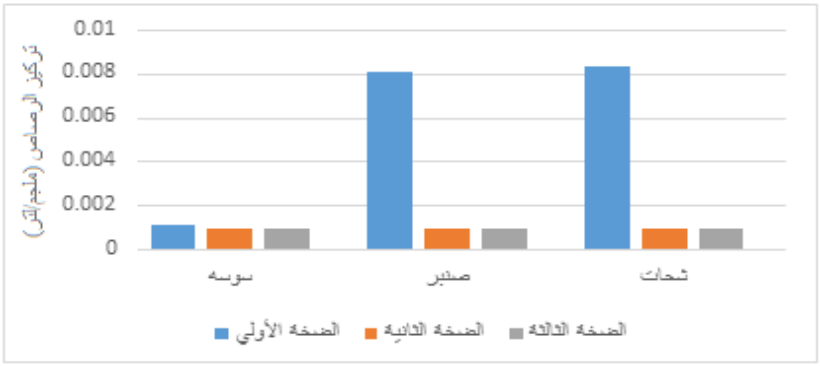
شكل (13) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في تركيز العسرة الكلية.

العناصر الثقيلة:

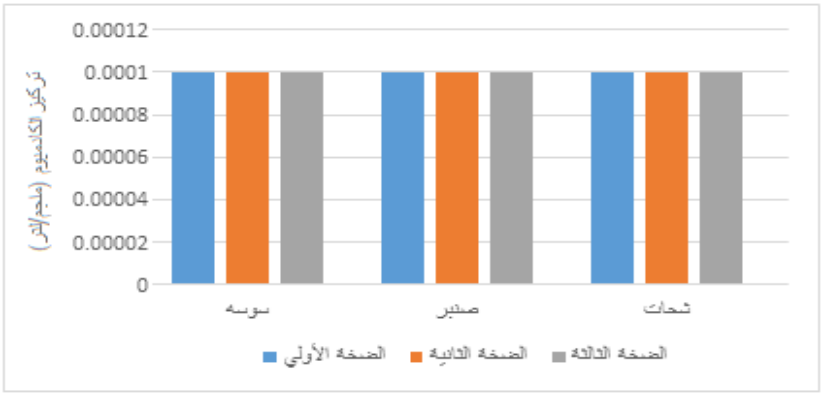
لم تسجل نتائج الدراسة اختلافاً كبيراً في مستويات الرصاص في الضخة الأولى فقط حيث ارتفعت في خزان شحات، وصنبر، وسوسه وبلغت (0.0084-0.0081-0.0011) على التوالي. وسجلت قيم متساوية في الضختين الثانية والثالثة، حيث يتوقف مقدار الرصاص الذائب من شبكات أنابيب المياه على عوامل عدة، بما فيها درجة الحرارة وعسرة المياه وفترة ركود المياه وتبقى المياه اليسرة الحمضية هي الأكثر إذابة للرصاص. والرصاص سام ويتراكم في الهيكل العظمي، ويعد الرضع والأطفال حتى السادسة من العمر والنساء الحوامل أكثر الفئات استعداداً لتأثيرات الرصاص الصحية الضارة (WHO, 1999). وبصفة عامة تراوحت القيم بين (0.001-0.0084 ملجم/لتر) وهي من ضمن المدى المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية والذي حدد أقصى حد (0.01 ملجم/لتر)، والمواصفات العالمية التي حددت أقصى حد (0.05 ملجم/لتر) لمياه الشرب بجميع خزانات منطقة الدراسة، ومن خلال النتائج المتحصل عليها، نلاحظ أن مستويات الكادميوم متساوية لجميع خزانات منطقة الدراسة وبلغت (0.0001 ملجم/لتر) ويعتبر الكادميوم من المعادن العالية السمية لكونه يحل محل الخارصين في الأنزيمات وهو أيضاً لا يعتبر من العناصر الضرورية لحياة الكائنات الحية، ومن مصادره للبيئة استخداماته المتزايدة كمانع للتآكل والصناعات الالكترونية والبلمرة وفي الأصباغ (محمد والعوشار، 1999)، التسمم بالكادميوم له تأثير كبير على

بيئة العالم وعلى صحة الإنسان، حيث أن العظام والكلى هي أهم الأعضاء المتأثرة، الكادميوم يتجمع تدريجياً في جسم الإنسان ويظهر تأثيره بشكل أساسي في تسببه تلف العظام وتسمم الكلى (الحداد وآخرون، 2019) وبصفة عامة فإن مستويات الكادميوم ضمن المدى المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية، والمواصفات العالمية التي حددت أقصى حد (0.003 ملجم/لتر) بجميع خزانات منطقة الدراسة. يتضح النتائج المتحصل عليها، اختلاف مستويات الحديد حيث ارتفعت في الضخة الأولى عن القيم المسجلة في الضخة الثانية والثالثة بالنسبة لخزانات شحات وسوسة بينما سجلت الضخة الأولى بخزان صنبر انخفاض عن القيم المسجلة في الضخة الثانية والثالثة. حيث من الممكن أن يتوافر الحديد في مياه الشرب نتيجة لاستخدام مخثرات الحديد أو نتيجة لتآكل الفولاذ وحديد الصب أثناء توزيع المياه. والحديد عنصر أساسي في غذاء البشر. وتتوقف التقديرات للمتطلبات اليومية من الحديد على العمر والجنس والوضع الفيزيولوجي والتوافر البيولوجي للحديد (WHO, 1999). ويعد الحديد عنصراً مهماً للإنسان إذ يدخل في تكوين هيموجلوبين الدم فيحتاجه الجسم بتراكيز محددة أما إذا زاد تركيزه داخل الجسم وخاصة بكميات كبيرة فإنه يحدث اضطرابات في الدورة الدموية وفي الكبد (الشريفي، 2014). وبصفة عامة تراوحت مستويات الحديد بين (0.03- 0.176 ملجم/لتر) وهي أقل من الحد الأمثل المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة (1992م) لمياه الشرب بجميع خزانات منطقة الدراسة والذي يحدد ما بين الحد الأمثل (0.1 ملجم/لتر) والحد الأقصى (0.3 ملجم/لتر) باستثناء خزان شحات في الضخة الأولى. يتضح من النتائج المتحصل عليها، اختلاف في مستويات النحاس حيث ارتفعت الضخة الثالثة عن القيم المسجلة في الضخة الأولى والثانية بالنسبة لخزانات سوسه وصنبر، في حين ارتفعت في الضخة الأولى بالنسبة لخزان شحات عن القيم المسجلة في الضخة الثانية والثالثة. حيث تنخفض مستويات النحاس في مياه الشرب في العادة إلى مجرد بضعة ميكروجرامات في اللتر الواحد، إلا أن اللحام المحتوي على مركبات الرصاص قد يؤدي إلى تركيزات تزداد زيادة كبيرة. ويمكن أن تصل التركيزات إلى عدة مليغرامات في اللتر بعد فترة ركود داخل الأنابيب. ويمكن ملاحظة التهيج المعدي الحاد عند بعض الأفراد بتركيزات في مياه الشرب تتجاوز 3 ملجم/لتر. أما عند البالغين المصابين بتنكس كبدي عدسي، فتكون آلية ضبط النحاس مصابة بخلل ويمكن للابتلاع الطويل الأجل أن يؤدي إلى تشمع الكبد، وكان هناك بعض المخاوف من إمكانية وجود علاقة للنحاس الموجود في مياه الشرب بمرض التشمع الكبدي عند الأطفال الذين يتم إطعامهم عن طريق الزجاجات، على الرغم من عدم تأكيد ذلك (WHO, 1999). كما أشارت دراسة (إدريس، 2000؛ الشريفي، 2014) إلى أن اختلاف قيم الرقم الهيدروجيني والعسرة دوراً في تغيير تراكيز النحاس وبعض المعادن الثقيلة الأخرى، كما أشارت دراسة (المسماري، 2013) أن الاختلاف في تراكيز النحاس وبعض المعادن الثقيلة تعزى إلى أنابيب ووصلات شبكة المياه. وبصفة عامة تراوحت مستويات النحاس بين (0.001-0.26 ملجم/ لتر) وهي أقل من الحد الأمثل المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة (1992م) لمياه الشرب والذي يحدد ما بين الحد الأمثل (0.01 ملجم/لتر) والحد الأقصى (1.0 ملجم/لتر) بالنسبة لخزان سوسه في الضخة الأولى والثانية، وخزان صنبر في الضخة الأولى. ومن خلال ملاحظة النتائج المتحصل عليها، والموضحة في الشكل رقم (19) نلاحظ اختلاف في مستويات الزنك حيث ارتفعت في الضخة الثانية والثالثة عن القيم المسجلة في الضخة الأولى، و يمكن أن تفسر بفترة ركود المياه داخل الأنابيب نتيجة لتوقف عمليات الضخ لفترة مما أدى إلى ذوبان الزنك في الأنابيب، ويعتبر الزنك أو الخارصين من ضمن العناصر

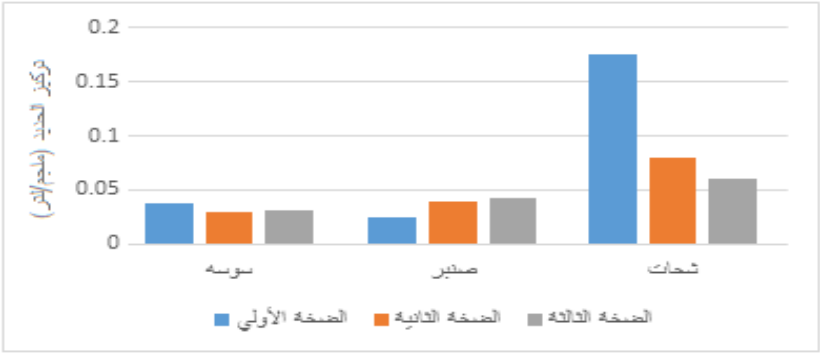
الأساسية للإنسان حيث يقترن نقصه بتأخر النضج الجنسي، بينما ينتج عن زيادته تسمم للنباتات أما بالنسبة للإنسان فان سمية الزنك تعتبر منخفضة إلى حد ما، إلا أن وجود بعض العناصر الأخرى مثل الكادميوم والرصاص كثيراً ما تضاعف من سميته (محمد والعوشار، 1999). وبصفة عامة تراوحت مستويات الزنك بين(0.0061-0.044 ملجم/لتر) وهي أقل من الحد الأمثل المسموح به لمياه الشرب حسب المواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة (1992م) لمياه الشرب بجميع خزانات منطقة الدراسة والذي يحدد ما بين الحد الأمثل (5ملجم/لتر) والحد الأقصى (15 ملجم/لتر) لجميع خزانات منطقة الدراسة. وتوضح الأشكال (14 – 18) تراكيز العناصر الثقيلة بمواقع وفترات الدراسة.



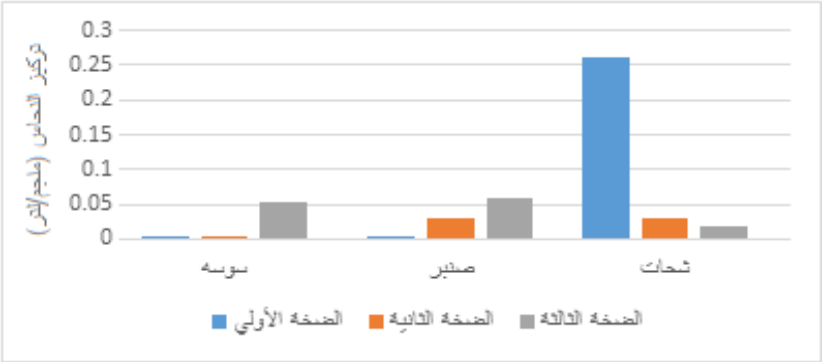
شكل (14) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في مستويات الرصاص.



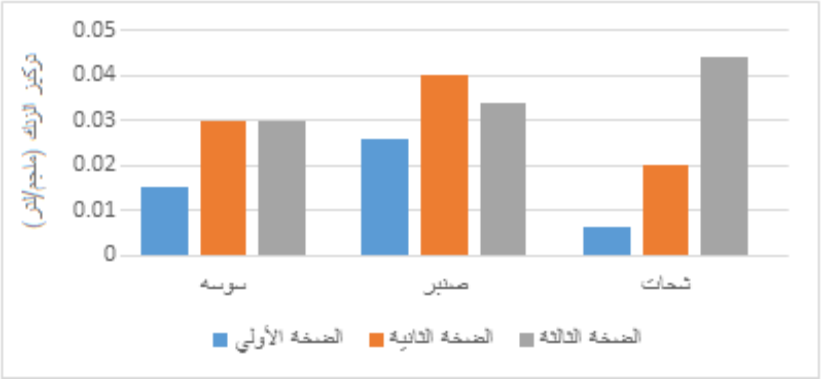
شكل (15) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في مستويات الكادميوم.



شكل (16) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في مستويات الحديد.



شكل (17) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في مستويات النحاس.



شكل (18) التغير في الضخات والاختلاف بين مناطق الدراسة في مستويات الزنك.

الخصائص الميكروبية:

من أجل التأكد من صلاحية مياه الشرب لابد من عمل فحص ميكروبيولوجي دوري استناداً إلى نسبة وجود بكتريا القولون وبالتحديد بكتريا (*Escherichia Coli. Coliform group bacteria*) (عبدالعزيز وعبدالسلام، 2020). وبالرجوع لنتائج التحليل الجرثومية نلاحظ أن عينات المياه لخزانات المناطق المدروسة خالية من البكتريا باستثناء الضخة الأولى لخزان شحات، جدول (2)، إلا أن وجود البكتريا في الضخة الأولى يعتبر مؤشراً خطيراً في حالة الزيادة وقد يرجع وجودها إلى عدم وجود أغطية لهذه الخزانات وغير مؤمنه وإلى وصول مخلفات الطيور أو غيرها من الكائنات المكروبيولوجية الموجودة في الهواء، وتتفق النتيجة التي تم التوصل إليها مع دراسة (Aish, 2011) توصلت إلى أن صهاريج التخزين من أهم مصادر التلوث بسبب نظام التخزين غير الآمن، ويوصى بالتنظيف المتكرر لصهاريج مياه الشرب وصهاريج التخزين، والتنفيذ السليم لتطهير المياه، وتسجيل قيم البكتريا في خزانات شحات يمكن أن يرجع ذلك لاختلاف نوع الخزان من حيث صناعته حيث أن الخزانات الخرسانية تمثل مواطن لانتشار وتواجد بعض الأنواع الميكروبية التي يمكن أن تلتصق بسطوحها الخشنة صعبة التنظيف (الحيالي وآخرون، 2015)، وأيضاً من الممكن تفسيرها بعمليات الضخ المتتالية إذ أن هناك علاقة بين العكارة والمحتوى البكتيري في المياه، إذ تلتصق المواد الغذائية على سطح الجزيئات المسببة للعكارة، ومن ثمّ تساعد على نمو البكتيريا وتكاثرها (عليبي وآخرون، 2020).

جدول (2) الخصائص الجرثومية لمياه مناطق الدارسة خلال ثلاث ضخات مختلفة.

مناطق الدراسة	الضخة الأولى		الضخة الثانية		الضخة الثالثة	
	Total coliform	E.coli	Total coliform	E.coli	Total coliform	E.coli
سوسه	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية
صنبر	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية
شحات	35.0	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية
المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب م ق ل 2015/82 Total coliform 100/3 *E.Coli* 100/0 ملي/لتر						
مواصفات منظمة الصحة العالمية WHO Total coliform 0 *E.Coli* 0						

الخلاصة:

من خلال التحاليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تم إجراؤها لمياه خزانات سوسة وصنبر وشحات. يمكن تلخيص نتائج الدراسة كالاتي: أن قيم الخصائص الكيميائية لمياه خزانات المناطق المدروسة تقع ضمن المدى المسموح به لمياه الشرب، كما أن قيم الخصائص الفيزيائية لمياه خزانات المناطق المدروسة تقع ضمن المدى المسموح به لمياه الشرب باستثناء الرقم الهيدروجين لمياه خزان سوسة وصنبر، والأملاح الذائبة الكلية وبينت نتائج التحاليل الجرثومية لمياه خزانات المناطق قيد الدراسة أنها خالية من بكتريا القولون. Escherichia Coli ,Coliformgroup bacteria باستثناء خزان شحات في الضخة الأولى. أن عمليات الضخ المتتالية تساعد في التخلص من العكارة والمحتوى البكتيري في المياه وكذلك في التخلص من تركيز بعض المعادن الثقيلة. كما سجلت نتائج الدراسة اختلافات بعض قيم الخصائص المدروسة نتيجة لاختلاف نوع حيث كانت خزانات سوسه وصنبر مصنعة من (الصاج الحديدي) بينما خزان شحات كان مصنع من (خرسانة مسلحة).

التوصيات:

العمل على صيانة وتجديد محطات تحلية مياه البحر وما يتصل بها من محطات معالجة المياه ومعامل اختبار وتحليل المياه وضبط جودتها ومراكز مراقبة وتحكم وذلك بما يكفل تقديم أفضل الخدمات للمنتفعين بها. والمتابعة الدورية لنوعية المياه المحلاة، بزيادة كفاءة معامل التحليل الكيميائي التابعة للمحطات لضمان جودة المياه.

المراجع:

الحداد، عبد الحميد؛ الحكيمي، عبدالرحمن علي؛ الرعيض، فاطمة؛ زوراب، أمينة؛ صيدون، مصطفى؛ المجراب، فاطمة ناصر والشلندي، سالمة أحمد. (2019). تقييم مستويات التلوث بالمعادن الثقيلة في عينات التربة بوسط شمال ليبيا، المؤتمر السنوي الثالث حول نظريات وتطبيقات العلوم الأساسية والحيوية.

الحيالي، صديق أحمد؛ التميمي، جزائر عبدالله وخضير، صبا رياض. (2015). دراسة بعض الخواص الكيمياوية الفيزياوية لمياه الشرب بعد فترات خزن في ثلاث أنواع من الخزانات المنزلية في بغداد، المجلة العراقية للعلوم، 56. (1)، 683-688.

الدنفور، خليل محمد وجهان، فؤاد عبد الله. (2023). تقييم مياه الشرب الناتجة من محطة التحلية بالشركة الليبية للحديد والصلب مصراتة، مجلة البحوث الأكاديمية، (24)، 14-18.

السهلاني، سميع جلاب منسي والخزعلي، حمد دعبول مهاوش. (2021). التحليل المكاني لمؤشرات خدمات مياه الشرب في مدينة الخضر، International Jordanian Journal ARYAM، (2) 3، 103-87.

الشريفي، عقيل عباس حمد. (2014). التلوث المحتمل لبعض العناصر الثقيلة وبعض العوامل البيئية لمياه جدول بني حسن في محافظة كربلاء المقدسة – العراق، (رسالة ماجستير)، جامعة كربلاء، العراق.

الطيف، أحمد مصطفي. (2016). تحلية المياه المالحة.https://www.academia.edu

الصفاوي، عبدالعزيز يونس؛ عبد القادر، مي عبدالحافظ والطائي، محمد إبراهيم خليل. (2018). تقييم نوعية مياه الشرب في جامعة الموصل باستخدام دليل نوعية المياه WQI، مجلة جامعة كركوك، 13(2)،185-198.

الضراط، عبد الرحمن الصادق؛ الدنفور، خليل محمد؛ مريويص، عبد العظيم سالم؛ القايد، أحمد محمد وأبوختالة، أبوبكر عمران. (2020). تقدير الأملاح الكلية الذائبة والتوصيل الكهربائي والكلوريد في عينات من بعض الآبار الجوفية القريبة من مصنع الحديد والصلب مصراتة. مجلة البحوث الأكاديمية(العلوم التطبيقية)، (16)، يوليو، 89-98.

الكريوي، ليلى ميلاد بشير؛ الجمال، إسلام محمود وماهر، نادية حسين. (2019). تقييم رضا العملاء عن الخدمات السياحية في ليبيا: بالتطبيق على مدينة شحات الميبية، مجلة اتحاد الجامعات العربية للسياحة والضيافة، 16(2)، 89-94.

الكيلاني، أحمد كامل؛ حسن، طارق مفتاح والمودي، فرج عبد الجليل. (2020). تقييم جودة مياه محطات التحلية التجارية بمدينة صبراتة وضواحيها، مجلة القرطاس، (21)، ص 420-432.

المسماري، آلاء فتحي سعد. (2013). تقييم جودة مياه الشرب بمحطة سوسة لتحلية مياه البحر في ليبيا، (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

المجبري، محمد؛ الشيخ، هبه؛ بن عياد، لميس وحميدان، ريما. (2022). الدليل الإصلاحي للخدمات العامة في ليبيا. نشرت من قبل مؤسسة فريدريش ايبرت – مكتب ليبيا – مارس.

المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية. (1992). مياه الشرب المواصفات القياسية الليبية رقم (82).

المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية.(2015). مياه الشرب، م ق ل 82، الاصدار الثاني، ليبيا.

أبوظهير، عبدالله علي؛ العزيبي، نادر عبد الحميد والرياني، عبد الرحمن أحمد. (2023). تقدير كمية الأملاح الذائبة الكلية والموصلية الكهربائية في المياه المنتجة من محطات تحلية مياه الآبار الواقعة ببلدية تاجوراء، مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية، 9 (1)، 63-74.

إدريس، حمد محمد . (2000). دراسة بعض الخواص الفيزيوكيميائية لمياه بعض العيون والآبار في منطقة البيضاء (الجبل الأخضر) (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية الآداب والعلوم، جامعة خليج سرت، مصراته ،ليبيا.

برنامج الأمم المتحدة للبيئة. (2017). خطة عمل البحر الأبيض المتوسط، المبادئ التوجيهية المحدّثة لمنع وتخفيف التلوث من أنشطة تحلية مياه البحر، أثينا.

حسين، أثير. (2018). تقييم صلاحية المياه الجوفية لأغراض الشرب والاستعمالات الزراعية في القسم الجنوبي من الهضبة الصحراوية الغربية للعراق (بادية السماوة)، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، 36 (3)، 286-291.

عبدالعزيز، عبدالرزاق مصباح الصادق وعبدالسلام، ناصر مولود. (2020). تقييم الوضع المائي في المنطقة الممتدة

من ساحل البحر بمدينة صبراتة إلى منطقة عقار، Alex. J. Agric. Sci. 65، (1)،15-27.

علي، صبا صلاح عبد الحسن. (2021). دراسة التلوث البكتيري وبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لمعامل مختارة لإنتاج المياه المعبأة في محافظة كربلاء-العراق (رسالة ماجستير)، قسم علوم الحياة ،كلية العلوم، جامعة كربلاء، العراق.

عليبي، سناء؛ مهدي، سميحة؛ حسن، وفاء وبن منصور، الهادي. (2020). دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والبكتيريّة لمياه شاطئ البحر برجيش في مدينة المهديّة – تونس، المجلة العربية للبحث العلمي، (2)، 1-6. https://doi.org/10.5339/ajsr.2020.9

عمر، حليمة محمد إمحمد؛ البلعزي، صلاح الدين البشير؛ أبوجليدة، انتصار؛ سمهود، فوزية ومسعود، صابرين رمضان. (2021). تقييم بعض الخصائص الفيزوكيميائية والبيولوجية لمياه الشرب المعبأة الناتجة من بعض محطات التحلية في مدينة صبراتة ليبيا. المجلة الدولية للعلوم والتقنية، 26 (26)، 74-90.

عكاشة، على يوسف؛ إبراهيم، هشام جهاد. (2017). الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للمياه الجوفية بمنطقة زليتن (المؤتمر العلمي الرابع للبيئة والتنمية المستدامة بالمناطق الجافة وشبه الجافة، 174-194.

عون، أحمد أمحمد محمد. (2002). الماء من المصدر إلى المكب، إصدارات الهيئة العامة للبيئة، طرابلس، ليبيا.

عون، نجاة المبروك وكاموك، حميدة سالم. (2019). دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لبعض أنواع مياه الشرب المعبأة المحلية، المؤتمر السنوي الثالث حول نظريات وتطبيقات العلوم الأساسية والحيوية، 158-168.

غربي، خليفة حامد سليمان؛ بوحليمة، علي عبد الرحيم عمر وآدم، حيدر محمد سليمان. (2024). تقييم جودة مياه الشرب لمحطات التحلية التجارية في مدينة الكفرة، ليبيا، مجلة العلوم الإنسانية العربية، 5 (1)،1-11.

قبرطاي، شيرين عدنان. (2018). تحلية المياه كأحد سُبل الاستدامة وانعكاسات المعالجة التمهيدية على أثرها البيئي، مجلة جامعة الملك عبد العزيز: العلوم الهندسية، 29 (1)، 83-119.

قريمه، عبد الناصر مختار؛ العماري، خيري محمد؛ الجرنازي، أبوراوي محمد وإسويسي، عبد السلام . (2015). نوعية وجودة المياه المنتجة من محطات تحلية مياه البحر في مناطق زوارة والزاوية وزليتن، Journal of Soil & Water Sciences; Suez Canal University، 2, 9-15.

لشهب، سعد رجب حمدو؛ اقدورة، فائزة عوض عبد القادر وبن حمد، السنوسي صالح علي. (2019). تقييم كفاءة وجودة مياه محطة تحلية بوترابه المغذية لمدينة المرج خلال الفترة (2008-2012)، المجلة الليبية العالمية، (45)،1-24.

منيع، لويزة ومزياني، قمرة. (2020). دراسة تقييمية لاتجاه تلوث مياه الشرب في شمال أم البواقي (بلديتي قصر الصبيحي وعين ببوش)، (رسالة ماجستير)، قسم علوم الطبيعة والحياة، كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والحياة، جامعة العربي بن مهيدي أم البواقي، الجزائر.

محمد، عبد الله إبراهيم والعوشار، محمد عبد الجواد. (1999). مقدمة في علم السموم والتلوث البيئي، الطبعة الأولى، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي، ليبيا.

منظمة الصحة العالمية [WHO]. (1999). World Health Organization المكتب الإقليمي لشرق المتوسط،

دلائل جودة مياه الشرب، الجزء الأول التوصيات، الطبعة الثانية. الإسكندرية، مصر.

Aish, A. M. (2011). Water quality evaluation of small scale desalination plants in the Gaza Strip, Palestine. *Desalination and water treatment*, *29*(1-3), 164-173.

Al-Hamdani, A. S. (2022). Study of the Physico-chemical properties of groundwater for some villages north of Mosul city, Journal of Education and Science, 31(3), 136-146.

Al-Rawashdeh, Z. (2012). The Problem of Groundwater Pollution in Aljabel Alakhdar Region, Libyan Agriculture Research Center Journal international, 3 (2), 1369-1415,The First International Conference on Water Resources of Al Jabal Al Akhdar : Reality and Prospective / 05-07 June.

Aburawi, M. A and Abuaaisha, A. F. (2023). Study of Some Physical & Chemical Properties of Drinking Water in Some Educational Institutions in Souq Althulatha Area, Zliten, JOURNAL OF MARINE SCIENCES & ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES,9(1),56-65.

AOAC. (2006). official Methods of Analysis.

ISO 5667-5. (2006). Water quality-sampling: guidance on sampling of drinking water from treatment works and piped distribution systems.Geneva.Switzerland.

Najah, Z.M. Salem, B.A and Aburas, N.M. (2021). Analysis of Some Bottled Drinking Water Samples Available in Alkoms City, Journal of Academic Research (Applied Sciences), 17,22-25.

World Health Organization [WHO] . (2006).
https://water.fanack.com/ar/libya/water-resources-in-libya/,25.8.2020

Evaluation of physical, Chemical and Biological properties of water samples collected from Susa Desalting Plant and Storage Tanks of (Sunbar and Shahat) locations

Abstract:

The study aimed to evaluate some physical, chemical and biological properties of the water of the Sousse station and the water of the collection tanks in (Sunbar and Shahat), Include: (sodium, potassium, calcium, magnesium, chlorides, carbonates, bicarbonate, sulfates, total hardness), in addition to some heavy metals (lead, cadmium, iron, copper and zinc)., showing the suitability of water for drinking purposes by comparing the results obtained with Libyan standards and World Health Organization (WHO) standards, and clarifying the effects of reservoirs on water quality in terms of differences in the physical and chemical properties under study; To achieve the objectives of the study, samples were collected according to three different time periods, samples were collected from the study areas over a period of 6 months and at a rate of 3 pumps, measurements and analyzes were carried out according to the standard methods used in water analysis, and the study found that the values of the chemical properties of the water of the reservoirs of the studied areas fall within the permissible range of drinking water, And the values of the physical properties except the hydrogen number of the water of the reservoir of Sousse and Sanbar, and the total dissolved salts as shown by the results of microbial analyzes of the water reservoirs of the areas under study free of Escherichia coli bacteria. Coliform group bacteria, with the exception of the Shahat reservoir in the first pump, and based on the results reached, the researcher recommended several recommendations, including: periodic follow-up of the quality of desalinated water, By increasing the efficiency of the chemical analysis laboratories of the plants to ensure water quality, in addition to periodic monitoring of the water carrier line from the source of feed to the source of consumption, training the people in charge of operating desalination plants and collection tanks to take an idea of water, its quality, pollution damage, and to know good specifications for healthy water.

Keywords: *Physiochemical, properties, Susa, Storage Tanks.*