مجلة البحوث الأكاديمية

Journal homepage: www.lam.edu.ly

تقييم مياه الشرب الناتجة من محطة التحلية بالشركة الليبية للحديد والصلب مصراتة

خليل محمد الدنفور
المعهد العالي للعلوم والتقنية مصراتة، قسم التقنيات الكيميائية ، ليبيا

فؤاد عبد الله جهان
المعهد العالي للعلوم والتقنية مصراتة، قسم التقنيات الكيميائية ، ليبيا

*الملخص— **بعد تحلية مياه البحر عن طريق محطة التحلية لمجمع الحديد والصلب تتحول هذه المياه إلى ماء مقطر. جزء من هذه المياه يتم تحويلها إلى مياه للشرب عن طريق الإضافات اللازمة مثل (كلوريد كالسيوم وبيكربونات صوديوم). الهدف من هذه الدراسة هو معرفة مدى جودة هذه المياه (بعد الإضافات) كمياه للشرب.***

تم تقدير بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية: الرقم الهيدروجيني (pH) والأملاح الذائبة الكلية (TDS) ودرجة التوصيل الكهربي (EC) والعسر الكلي (T.H) والكلوريد (Cl^-) ، والكلور المتبقي ($R.Cl_2$)، والقلوية الكلية (T.ALK)، والكبريتات (SO_4^{-2}).

تم مقارنة متوسط تراكيز النتائج المتحصل عليها من عينات المياه التي تم تجميعها من الدراسة بالمواصفة الفنية لوحدة التحلية بالمحطة وكذلك تم مقارنة عينات مياه الشرب بالمحطة بالمواصفة القياسية الليبية رقم 82 لسنة 2015. غالبية نتائج العينات كانت ضمن الحدود المسموح بها في المواصفة الفنية والمواصفة القياسية الليبية.

الكلمات الدالة— **تقييم تحلية مياه البحر، مياه شرب، الخصائص الكيميائية والفيزيائية**

مقدمة

يشكل الماء 90% من جهاز معقد ومصدر التفكير عند الإنسان ألا وهو المخ، ويؤلف الماء 70% من مكونات القلب و86% من الرئتين والكبد، و83% من الكليتين، و75% من عضلات الجسم المختلفة، و83% من الدم، والماء ضروري جداً للصحة، لأن كافة الوظائف الجسدية الحيوية تعتمد على الماء النقي في عملها وتواصلها [1]. تتطلب عملية التحلية تقنيات تستهلك طاقة ومالا بشكل كبير مخلفة آثارا ضارة على البيئة، فتعتبر استهلاك الطاقة في عملية التحلية من المشاكل المهمة والعقبات الصعبة التي تحتاج إلى تذليل وهي من الأهداف التي يجري العمل عليها في المراكز العلمية والتي تركز على إيجاد بدائل ذات استهلاك أقل للطاقة وأكثر فاعلية وصداق للبيئة يتنوع توجه العالم الحالي بين تحلية مياه البحر كما في الخليج العربي أو معالجة مياه الصرف الصحي والأمطار وإعادة استخدامها كما في الولايات المتحدة الأمريكية وسنغافورة ودول أوروبا [2] تتم عملية التحلية بثلاث مراحل أساسية قبل عملية التوزيع والضخ في الشبكة وهي المعالجة الأولية للمياه ومعالجة إزالة الاملاح للمياه والمعالجة النهائية للمياه [1].

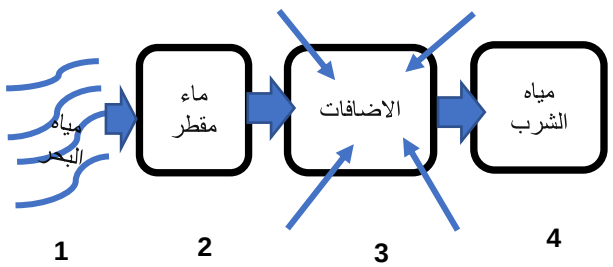
هناك بعض من الدراسات المحلية تم إجراؤها على مياه الشرب المنتجة من تحلية مياه البحر منها [4,3]، يهدف هذا البحث إلى تقييم جودة المياه المقطرة الناتجة من وحدة تحلية مياه البحر بطريقة التقطير الوميضي وكذلك مياه الشرب الناتجة من تحويل المياه المقطرة الى ماء شرب في وحدة المعالجة (بعد استخدام الإضافات المناسبة) في محطة تحلية مياه البحر بالشركة الليبية للحديد والصلب مصراتة كما هو موضح بالشكل (1-1).من خلال تقدير بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية ومقارنة النتائج المتحصل عليها من مياه وحدة التحلية(الماء المقطر) مع المواصفة الفنية بالمحطة[5] ومقارنة النتائج المتحصل عليها من مياه الشرب بوحدة المعالجة بالمواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب 82 لسنة 2015 [6].

الشكل (1-1) مخطط يوضح موقع أخذ العينات.

للحصول على مياه يمكن استخدامها كمياه صالحة للشرب يتم معالجتها كيميائيا بإضافة بيكربونات الصوديوم بكثافة نوعية 1.05 جم سم3 وذلك لإعطاء الوسط القلوي والاملاح كلوريد كالسيوم بكثافة نوعية (1.28 جم /سم3) كأملاح تعويضية بديلة لتلك الاملاح التي تم نزعها اثناء اجراء عملية التحلية لرفع نسبة التوصيل الكهربي ولتوفير حماية وقائية لخطوط المياه من التآكل. كما يضاف هيبوكلوريت كالسيوم بكثافة نوعية (1.05 جم /سم3) لتعقم مياه الشرب للتخلص من البكتريا المسببة للأمراض[8].

أجريت هذه الدراسة في محطة تحلية مياه البحر بالشركة الليبية للحديد والصلب من خلال اخذ عينات من الخزان رقم 2 وكذلك الخزان رقم 4 كما هو موضح بالشكل (1-2).الخزان رقم 2يمثل مياه مياه البحر بعد تحويلها لمياه مقطرة والخزان رقم 4 يمثل مياه الشرب الناتجة من تحويل الماء المقطر على الى مياه صالحة للشرب من خلال الإضافات المناسبة .

في هذه الدراسة تم جمع عدد 14 عينة من خزان وحدة التحلية للمياه (ماء مقطر) وبنفس الكيفية جمع نفس العدد من العينات للمياه في خزان وحدة المعالجة (بعد الإضافات المناسبة) (ماء شرب) وتم تحليل كل عينة ثلاثة مرات حسب الطرق القياسية [7] تم قياس التحاليل المطلوبة بمحطة تحلية المياه بالشركة وخلال نفس اليوم واستمرت لمدة شهر.



الشكل (3.2) نتائج متوسط قيم تركيز الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S) مليجرام/لتر لعينات المياه

تم قياس أ. الرقم الهيدروجيني (PH) بواسطة جهاز PH.meter "JENWAY" Model 3320

ب. الأملاح الذائبة الكلية (T.D.S) ج- درجة التوصيل الكهربائي ( ) E.C) Electric Conductivity : تم قياسهما بواسطة جهاز نوع (JENWAY"MODEL.4310) .

تم تقدير العسر الكلي (T.H) Total Hardness بطريقة المعايرة بمحلول (EDTA) ويقدر العسر الكلي ككربونات كالسيوم بمليجرام/لتر [7].

تقدير القلوية الكلية :(T.HLK) Total Alkalinity تم تقدير القلوية الكلية بواسطة تقدير الكربونات والبيكربونات [7] ومن تم حساب القلوية عن طريق الجدول المرفق. (1-1)

في الكربونات لم نحصل على نتائج، تحصلنا على نتائج في البيكربونات فقط.

نتيجة المعايرة	القلوية مقدرة على هيئة كربونات كالسيوم (ملجم/لتر)		
	قلوية هيدروكسيد	قلوية كربونات	قلوية بيكربونات
قلوية الفينول فيثالين = صفر	صفر	صفر	القلوية الكلية
قلوية الفينول فيثالين < 2/1 القلوية الكلية	صفر	2أ	ب-2أ
قلوية الفينول فيثالين = 2/1 القلوية الكلية	صفر	2أ	صفر
قلوية الفينول فيثالين > 2/1 القلوية الكلية	2أ-ب	2(ب-أ)	صفر
قلوية الفينول فيثالين = 2/1 القلوية الكلية	ب	صفر	صفر

حيث أ = قلوية الفينول فيثالين ملجم/لتر.

ب = قلوية الميثيل البرتقالي (القلوية الكلية) ملجم/لتر.

تم تقدير الكلوريد (Cl-1) بواسطة طريقة موهر" [7]. كما تم تقدير الكلور المتبقي :(Residual Chlorine (Cl2) باستخدام المعايرة اللونية تم قياسه بجهاز (Lovibond) اللوني. [7]

تم تقدير ايون الكبريتات :باستخدام الطريقة اللونية بواسطة جهاز (Colorimeter DR -2800) [7].

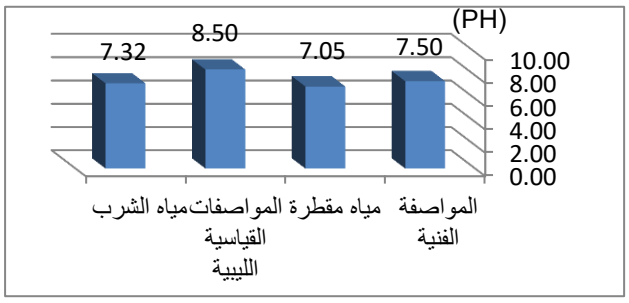
النتائج والمناقشة

تم الحصول على عدة نتائج تم تمثيلها في أشكال بيانية، ومقارنة نتائج تحاليل المياه المقطرة الناتجة (خزان رقم 2 كما في المخطط (1-1) بالمواصفة الفنية [5] ومقارنة نتائج تحاليل عينات مياه الشرب (خزان رقم 4 كما في المخطط 1-2) بالمواصفات القياسية الليبية رقم 82 لسنة 2015 [6].

الرقم الهيدروجيني (PH-Value) هو قياس للتوازن الحامضي والقاعدي الذى تحققه مختلف المركبات الذائبة في الماء [9]. تحتاج المياه الواردة من المصادر العامة إلى ضبط مستوى (PH) ليصل إلى ما قيمته (7.5 – 8.5) تقريباً [1] يؤثر الرقم الهيدروجيني على طبيعة التوازنات للأملاح المذابة بالماء وعلى نوعية الاملاح المترسبة على السطح وعلى سرعة التآكل[3].

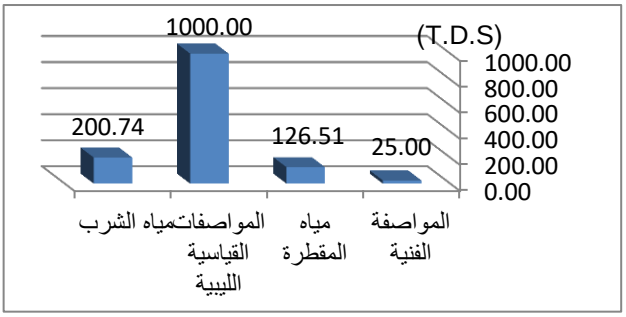
من خلال النتائج الموضحة بالشكل (3.1) لوحظ ان جميع عينات المياه المقطرة (خزان رقم 2)لها (PH) ضمن الحدود الموصي بها في المواصفة الفنية [5]وهى (7.5-6.5) باستثناء عينة واحدة كانت زيادة كما هو معلوم يتم تنقية مياه البحر من الاتربة والعوالق ومن تم يليها مرحلة التحلية عن طريق التبخير والتكثيف بواسطة مبخرات وينتج عن هذه العملية مياه منزوعة الاملاح ليتم فيما بعد ذلك معالجتها كمياه صناعية او مياه صالحة للشرب حسب الحاجة.

في عينات مياه الشرب (خزان رقم 4) متوسط الرقم الهيدروجيني للعينات (7.32) وأعلى قيمة كانت في (7.90) وأدنى قيمة (6.80) . جميع قيم (pH) للعينات ضمن الحدود المسموح بها في المواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب (6.5-8.5)[6]وتبين النتائج انه بشكل عام جميع العينات تتصف بقاعدية بسيطة .بمقارنة النتائج المتحصل عليها بنتائج دراسة قام بها [3] بعنوان تقييم كفاءة محطة معالجة مياه الشرب بالشركة الليبية للحديد والصلب حيث كان متوسط قيم الرقم الهيدروجيني لعينات (خزان رقم 2) (6.26)و اما متوسط قيم الرقم الهيدروجيني (خزان رقم 4) كانت (8.12).



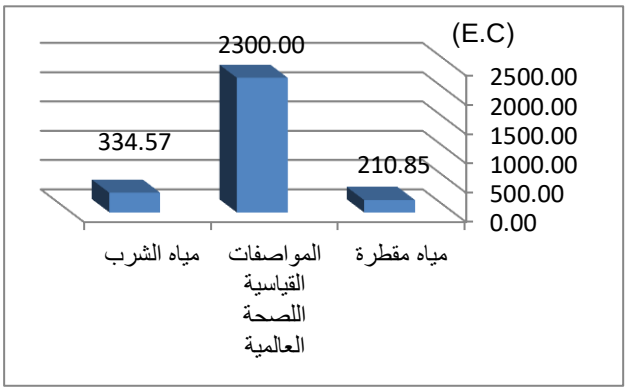
الشكل (3.1) نتائج متوسط قيم الرقم الهيدروجيني(PH) لعينات المياه

الأملاح الكلية الذائبة: Total Dissolved Solid (T.D.S) يمثل هذا الاصطلاح حساب جميع الاملاح الذائبة والعالقة بالماء ايونية وغير ايونية والتي يتم التعرف عليها من خلال حساب التوصيل الكهربائي للماء ان الزيادة في قيم ال(T.D.S) تشير الى ميل الماء للتسبيب في الترسيب [10] من خلال الشكل رقم (2-3) يبين أن قيمة TDS للمواصفات الفنية كان (25 مليجرام / لتر). وهى اقل من قيمة متوسط (خزان رقم 2) وقيمتها (126.51 مليجرام / لتر وبمقارنة نتائجنا مع نتائج [3] والتي كانت (3.20مليجرام / لتر) وتراوحت بين (122.40- 133.21مليجرام / لتر) في حين أظهرت نتائج عينات(خزان رقم 4)أن أعلى قيمة (252.00مليجرام / لتر) وأقل قيمة (172.81مليجرام / لتر).وبمتوسط (200.74مليجرام / لتر) واظهرت دراسة [3] مدى يتراوح (115-198 مليجرام / لتر)وهي ضمن الحدود المسموح بها (T.D.S)وفق المواصفة الليبية القياسية لمياه الشرب. إن الحد المسموح به (T.D.S) (1000 مليجرام / لتر).



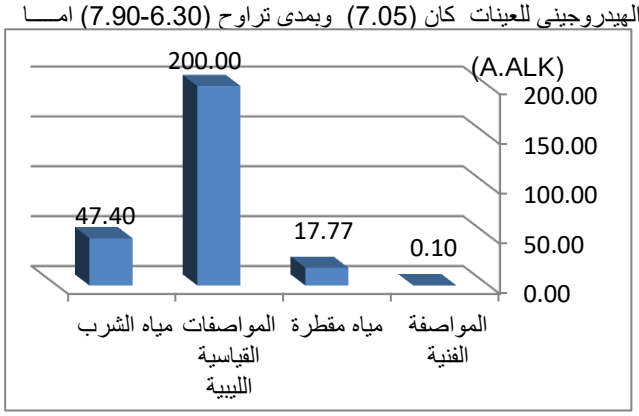
الشكل (3.5) نتائج متوسط تركيز العسر الكلي (T.H) (مليجرام/لتر) لعينات المياه

الحد المسموح به لدرجة التوصيل الكهربائي لمياه الشرب (2300 ميكروسمنس/ سم) (وفق مواصفة منظمة الصحة العالمية(WHO) 1998لمياه الشرب)[11].من خلال نتائج قيم درجة التوصيل الكهربائي المبينة بالشكل (3.3) قيمة درجة التوصيل الكهربى في مياه الشرب (خزان رقم 4) كانت بمتوسط (334.57 ميكروسمنس/ سم) وأعلى قيمة (420.20 ميكروسمنس/ سم) وأقل قيمة (288.10 ميكروسمنس/ سم) وكانت جميع قيم التوصيل الكهربى لجميع العينات في الحد المسموح به لمواصفة الصحة العالمية [11] وبمقارنة القيم بدراسة [3] التي تراوحت قيمها بين (230-300 ميكروسمنس/ سم) وبمتوسط(257 ميكروسمنس/ سم).متوسط قيم درجة التوصيل الكهربى لعينات المياه المقطرة ل(خزان رقم 2) (210.85 ميكروسمنس/ سم) كانت اكثر من قيمة دراسة [3] والتي سجلت بمتوسط (5.04 ميكروسمنس/ سم).) .ودرجة التوصيل الكهربى هي قابلية الماء للتوصيل الكهربى نتيجة وجود املاح الكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم في المياه فالمياه الخالية من الاملاح ليست لها القدرة على التوصيل الكهربى [2].



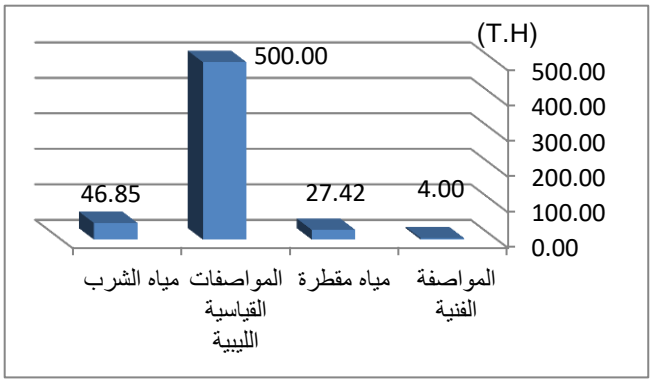
الشكل (3.3) نتائج متوسط قيم درجة التوصيل الكهربائي (E.C) لعينات المياه

من خلال الشكل رقم (3.4) تبين أن متوسط تركيز القلوية الكلية في المياه المقطرة (في خزان رقم 2) كانت (17.77مليجرام / لتر) وهى اعلى من قيمة المواصفة الفنية [5] وهى (0.1 مليجرام / لتر) . سجلت اعلى قيمة (24.40. مليجرام / لتر) وأقل قيمة (12.2 مليجرام / لتر). بمقارنة النتائج مع دراسة [3] وجد الباحث ان القلوية بالنسبة للمياه المقطرة ا ضئيلة جدا .أما بالنسبة لمياه الشرب (خزان رقم 4) جميع العينات كانت في الحد المسموح به للمواصفة القياسية لمياه الشرب وكانت أعلى قيمة (56.12 مليجرام / لتر) وأقل قيمة (41.48 مليجرام / لتر) بمتوسط (47.40 مليجرام / لتر) و اقل من دراسة [3] والتي كانت (51مليجرام / لتر) أن الحد المسموح به للقلوية الكلية (200 مليجرام / لتر) وفق المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب [6]. القلوية هي مصطلح شامل يستخدم لوصف الكربونات (CO3-2) والبيكربونات (HCO3-) طفيفة في الرقم الهيدروجيني لها هي (7.90). متوسط الرقم الهيدروجيني للعينات كان (7.05) وبمدى تراوح (7.90-6.30) امـــا

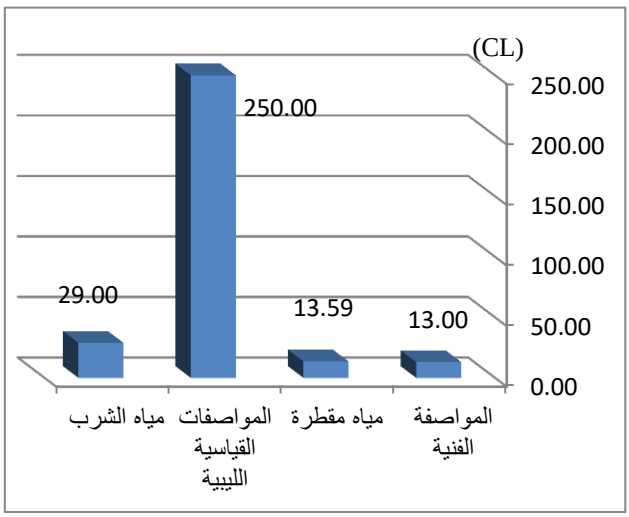


الشكل (3.4) نتائج متوسط تركيز القلوية الكلية (A.ALK) (مليجرام/لتر) لعينات المياه

العسر الكلي Total Hardness (T.H) يعـرف عـــسر الماء بأنه مجموع تركيز أيونات الكالســيوم والماغنيسـيوم وكذلك الحـــديد والألومنيوم وتختلف درجات عسر الماء تبعاً لكمية الأملاح المسببة للعسرة ويمكن تقسيم الماء بالنسبة لعسره للدرجات التالية: ماء يسر يحتوي على الأملاح المذكورة، وتكون أقل من 50 مليجرام/لتر. وماء متوسط العسر يتراوح فيه تركيز الأملاح ما بين 50-150 مليجرام/لتر. وماء عسر يتراوح تركيز الأملاح فيه ما بين 150-300مليجرام/لتر [1]. من خلال الشكل (5-3) متوسط قيم العسر الكلى لعينات الماء المقطر(خزان رقم 2) كانت(27.42 مليجرام/لتر) هذا المتوسط هو اعلى من المواصفة الفنية[5] والتي كانت (4مليجرام/لتر) ودراسة [3] وكانت ضئيلة جدا. تراوحت تراكيز العينات للعسر الكلى في دراستنا (20 - 36 مليجرام/لتر). في مياه الشرب (خزان رقم 4) اعلى قيمة (52 مليجرام/لتر)وأن أقل قيمة لها وقيمتها (40 مليجرام/لتر) وبمتوسط 46.85 مليجرام/لتر) وهو اقل من دراسة [3] والتي كانت(59.2مليجرام/لتر) وجميع عينات الدراسة كانت وفق الحد المسموح به طبقا للمواصفة القياسية الليبية لمياه الشرب والحد المسموح به للعسر الكلى هو (500 مليجرام/لتر) [6].



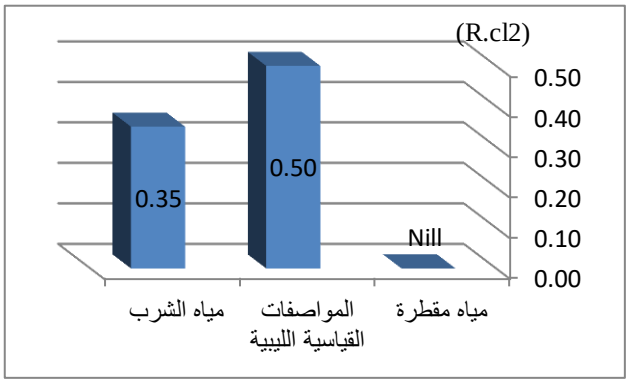
المياه المقطرة والمياه الشرب للخصائص المدروسة كانت مقبولة طبقا للمواصفة الفنية بالمحطة للمياه المقطرة ومطابقة للمواصفـــــــة الكلوريدات تعتبر من أهم الأيونات الموجودة في المياه، وهي أساساً التي تسبب المذاق المالح للمياه، وتؤدي زيادة تركيز الكلوريدات في الماء إلى إحداث تأثيرات ضارة للمواسير والمنشآت المعدنية [2]. في مياه الشرب اختبار الملوحة الذى يتم عن طريق تركيز الكلوريد يكون متغير ويعتمد على التركيب الكيميائي للماء [12]. من خلال النتائج أعلى قيمة لتركيز ايون الكلوريد لعينات للمياه المقطرة (خزان رقم 2) كانت (17.04مليجرام/لتر) وأقل قيمة لها (9.94مليجرام/لتر) وبمتوسط كما هو موضح في الشكل (3.6) (13.59مليجرام/لتر) وهو مقارب للمواصفة الفنية لتركيز ايون للكلوريد 13 مليجرام/لتر) [5]. اما دراسة [3] للمياه المقطرة كانت تراكيز ايون الكلوريد ضئيلة جدا وأما مياه الشرب فيها فقد تراوح تراكيز ايون الكلوريد بين (46-60 مليجرام/لتر) وهى اعلى من تراكيز دراستنا التي كانت أعلى قيمة (32.66 مليجرام/لتر) وأقل قيمة لها وقيمتها (25.56 مليجرام/لتر). جميع العينات في دراستنا كانت في الحد المسموح به وفق المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب والحد المسموح به لأيون الكلوريد (CL-) (250 مليجرام/لتر) [6].



الشكل (3.6) متوسط نتائج تركيز أيون الكلوريد (CL) (مليجرام / لتر) لعينات المياه

يستخدم الكلور(Cl2)بكثرة في محطات معالجة المياه وتنقيتها وجعلها صالحة للشرب بسبب خصائصه القاتلة للبكتريا فهو واحد من اهم الكيماويات التي تضاف للمياه [13] .تبين من خلال الشكل رقم (3.7) ان جميع عينات المياه المقطرة (خزان رقم 2) كانت تراكيز الكلور المتبقي (اقل من حساسية الجهازNill) أما عينات مياه الشرب من (خزان رقم 4) كانت بمتوسط تركيز (0.35 مليجرام / لتر) وجميع تراكيز العينات كانت في الحدود المسموح بها لقيم الكلور المتبقي في ماء الشرب (0.2 – 0.5 مليجرام / لتر) وفق المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب [6]

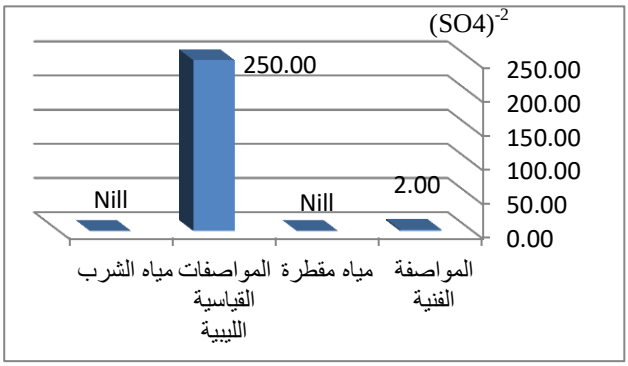
والهيدروكسيد (OH-) وعند وجودها في المياه العسرة أو وجود معادن معينة ثقيلة فإن القلوية تسبب تكون القشور والحراشيف كما تؤدي إلى رفع مستوى (PH) [1].



الشكل (3.7) نتائج متوسط قيم تركيز الكلور المتبقي (R.cl2) (مليجرام / لتر) لعينات المياه

توجد الكبريتات بوفرة في المياه الطبيعية، وعند وجودها عند مستويات منخفضة نجد أن أيونات الكبريتات تؤدي لمشاكل في عملية التصنيع الحرجة، أما عند وجودها بتركيزات عالية فإنها تسبب المذاق المر في طعم المياه، كما تسبب الإسهال [1].

من خلال الشكل (3-8) ان تركيز الكبريتات في المياه المقطرة ومياه الشرب كانت اقل من حساسية الجهاز اى ان تركيزها جدا او معدوم . بمقارنة نتائج تراكيز الكبريتات بالدراسة [3] التي أعطت نفس النتائج سواء في المياه المقطرة او مياه الشرب(اقل من حساسية الجهاز اومعدومة). الحد المسموح به هو (SO4-2) (250 مليجرام/لتر) وفق المواصفات القياسية الليبية لمياه الشرب [6].



الشكل (3.8) نتائج متوسط تركيز ايون الكبريتات $^{-2}$ (SO4) (مليجرام/لتر) لعينات المياه

الاستنتاجات والتوصيات

تبين من خلال النتائج المتحصل عليها: ان متوسط قيم الرقم الهيدروجين ،درجة التوصيل الكهربي (E.C)، مجموع الأملاح الذائبة الكلية (TDS)، القلوية الكلية (T.ALK)، العسر الكلي ،أيون الكلوريد ،والكلور المتبقي والكبريتات (SO4)-2 كانت نتائج تحليل معظم العينات في

القياسية الليبية رقم 82 لسنة 2015.الخاصة بمياه الشرب وبالتالي نوصى بزيادة تراكيز الاملاح في مياه الشرب بالمحطة لتحقيق الفائدة المرجوة. ونشكر القائمين على هذه المحطة.

المراجـــــــــــع

1.عمر، محمد إسماعيل ، "معالجة المياه" دار الطبع، 50 شارع الشيخ ريحان، عابدين، القاهرة، 2010.

2.مختار، عاطف "تنقية وتحلية المياه" دار الشروق، القاهرة، مصر، (1981).

3 . الاصيفر محمد على واخرون (تقييم كفاءة محطة معالجة مياه الشرب بالشركة الليبية للحديد والصلب) ، المعهد العالي للمهن الشاملة (2016).

4. البشير منصور الزوالي، عبد الناصر البشير عمر، رمضان الجالي، سالمة زيادة، اريج انطاط، هشام صالح (تقدير تركيز بعض الايونات في مياه الشرب المنتجة في وحدات معالجة المياه ببلدية غريان) المؤتمر السنوي الثالث للعلوم الحيوية جامعة مصراتة (2019).

5. المواصفات الفنية لعقد تنفيذ محطة تحلية الميله بالشركة الليبية للحديد والصلب ، 1982

6. المواصفات الليبية رقم 82 الخاصة بمياه الشرب المركز الوطني للمواصفات والمعايير القياسية (2015).

7-. APHA, AWWA, and WFF, "Standard methods for the Examininationof water and waste water", 20 th edition American public health association Washington, D.C , 1998.

8. دليل العمل بقسم التحاليل بمحطة الكهرباء وتحلية المياه بالشركة الليبية للحديد والصلب (2020).

9.Hanipha,M.M.,&Hussain,A.Z."Study of groundwater quality at Dindigul Town. Tamil nadu, India",International Research Journal of Environment Sciences, 2(1), 68-73, 2013.

10 . الموسوي، كاظم عباس "التآكل" منشورات ألفا، فاليتا، مالطا (2000).

11-"Guidelines for Drinking Water Quality",2nd. Addendum to Recommendations, World Health Organization, Geneva, 1998.

12- APHA, AWWA, and WFF, "Standard methods for the Examininationof water and waste water",Arnoled E.Greenberg, Lenores- Clesceri, and Andrew.D.Eaton, 18 th ed Washington, D.C ,1992.

13- السروى ،احمد(العمليات الأساسية لتنقية مياه الشرب) دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع القاهرة الطبعة الأولى (2012).