

دراسة بعض الأيونات الذائبة، والمعادن الثقيلة لمياه الشرب بالدائرة الثانية لمدينة أنجمينا

قمر محمد قمر^(١) - أحمد محمد مهاجر^(٢)

(١) قسم علوم الحياة والأرض، المعهد العالي لإعداد المعلمين بأنجمينا، تشاد (٢) قسم الكيمياء والأحياء، كلية العلوم البحتة والتطبيقية، جامعة أنجمينا، تشاد.

المستخلص

جمعت عينات المياه قبل المعالجة (من البئر الارتوازي) وبعد المعالجة (من شبكة توزيع المياه) من ثلاث محطات للشركة التشادية للمياه (STE) وهي (GD16، GD8، GD7) وتم تحديد بعض الأيونات الذائبة والمعادن الثقيلة لهذه العينات بمعمل وزارة المياه الحضرية والريفية وفقاً للطرق المعيارية المعتمدة. وتمت مقارنة نتائج التحاليل لمختلف الخواص بالقيم والحدود المسموح بها لمنظمة الصحة العالمية والمجموعة الأوربية، وبعض الهيئات والمؤسسات الصحية والبيئية. وخلصت هذه الدراسة الى أن قراءات العينات قبل المعالجة للعناصر المدروسة تزيد عن قراءات عينات لعناصر المدروسة بعد المعالجة. وأن عينات المياه قبل وبعد المعالجة لمحطات الضخ الثلاث أعطت تبايناً أكثر فأكثر لقيمة معايير مستوى الثقة لأيون الكلور المتبقي من عملية الكلورة (الكلور Cl^-) ($8.89 \cdot 10^{-6}$ **) بينما أظهرت (النترات NO_3^- ، والنترت NO_2^- ، والكاديوم Cd^{+2} ، والنحاس Cu^{+2}) على التوالي (0.00138 **، 0.00725 **، 0.00434 **). فسجل أعلى متوسط للكلور في المحطتين GD16، GD8 بالتساوي (0.95 mg/l) وهو لا يتجاوز الحد المسموح به لـ (WHO). أما النترات فمتوسط للعينات قبل المعالجة في المحطة الأولى GD7 (41.67 mg/l) يزيد عن حدود وكالة حماية البيئة الأمريكية لـ USEPA للنترات في مياه الشرب (10 mg/l). أما عينات المياه قبل وبعد المعالجة لمحطات الضخ الثلاث لنسب الكاديوم كانت جميعها ضمن الحدود المسموح بها. وسجل أعلى متوسط للنحاس لعينات مياه الشرب قبل المعالجة في المحطتين الثانية والثالثة (GD8، GD7) (2.12 mg/l) وهو يتجاوز الحدود المسموح بها للنحاس في مياه الري ($0.1 - 1.0$ ملجم/ لتر) حسب الـ SEPA.

الكلمات المفتاحية Keywords: الأيونات الذائبة، الكلور، النترات، النترت، الكاديوم، النحاس، أنجمينا

مقدمة

تعتبر المياه الصالحة للشرب من ضروريات حياة الكائنات الحية بما فيها الإنسان فيشكل الماء ما يربو عن الـ ٧٠% من الغلاف الجوي، والماء هو أكثر المركبات انتشاراً في الطبيعة، وهو يغطي حوالي ٣/٤ من سطح الأرض.

فالتلوث المائي الناجم عن سوء تخزين المياه في محطات ضخ المياه أضحى يشكل تحدياً حقيقياً لحياة سكان مدينة أنجمينا. سيما سكان الدائرة الثانية التي يعتمد معظمهم على شبكات توزيع مياه الشركة التشادية للمياه. كما ينتج تلوث مياه الشركة عن عدم إتباع الصيانة الدورية للأبواب البلاستيكية والحديدية لشبكات توزيع المياه للسكان، فضلاً عن مستوى عمق الآبار الارتوازية لمحطات ضخ المياه ليس مثالياً، (أرشيف الإدارة الفنية للشركة التشادية للمياه، ٢٠١٠م).

فحاجة الجسم للماء تعتمد على كمية فقدانه أثناء القيام بالأنشطة الحيوية المختلفة. في الحالة الطبيعية يحتاج الإنسان يومياً لحوالي (١ - ٣ لتر) من الماء، وتحتاج كل عمليات الميتابوليزم التي تحدث في الخلايا الحية إلى ماء لإكمال التحولات الغذائية (صلاح، ٢٠٠٩م). وتتراوح الأعراض التي تصيب الإنسان نتيجة استهلاكه لمياه ملوثة من الغثيان والتقيؤ إلى الأمراض القاتلة كالحمى التيفودية، الكوليرا، الملاريا، السرطان،... الخ. وبدأت تزداد نسب الإصابة بهذه الأمراض في المستشفيات تزامناً مع موسم هطول الأمطار.

تهدف هذه الدراسة لتقدير بعض الأيونات الذائبة والمعادن الثقيلة لمياه الشرب التي تقوم بتوزيعها الشركة التشادية للمياه (STE) لسكان مدينة أنجمينا وبالتحديد سكان الدائرة الثانية. ومقارنة نسب هذه المعايير بالحدود المسموح بها حسب مواصفات الهيئات الدولية المعنية بالصحة والبيئة. وهذه الخواص هي: [الكور-Cl، النترات-NO₃، النتريت-NO₂، الكادميوم+2Cd، النحاس+2Cu]

١- **الكالسيوم الحر المتبقي Ca^{2+}** : حددت منظمة الصحة العالمية (WHO,1993) بأن نسبة الكالسيوم في الماء الصالح للشرب تتراوح من: 0.2 - 0.5 ملجم / لتر. وان أي زيادة لتركيز الكالسيوم عن هذه الحدود ستعرض الكائن الحي للعديد من المشاكل الصحية كالفشل الكلوي، أمراض القلب، اضطرابات العظام، واضطرابات الجهاز الهضمي، تكلس العظام والأسنان ونقص في إنتاج حليب الأم... الخ. ولذلك يجب الأخذ في الاعتبار هذا المدى لنسبة الكالسيوم عند معالجة المياه الجوفية كما تقوم به الشركة التشادية للمياه، بعملية كلورة المياه بالهيبو كلوريد الكالسيوم (Hypo Chlorique du Calcium) غاز سائل ($CaOCl_2$). حيث يتم إضافة الكالسيوم على المياه للقضاء على الكائنات الحية الدقيقة الممرضة، وتحسين رائحة وطعم مياه الشرب. بنما حددت المجموعة الأوروبية بان نسبة الكالسيوم في الماء الصالح للشرب (٠,٢ - 0.9 ملجم / لتر). (معتر، ٢٠١٢م) .

ويعتبر الكالسيوم مطهراً ومبيداً. وأن تفاعله مع المواد العضوية النيتروجينية وغير العضوية يسبب زيادة سمية المياه. وللكالسيوم أهمية للجسم حيث يعتبر ضرورياً لسلامة الأسنان .

٢- **النترات NO_3^-** : تعتبر النترات صورة من صور النيتروجين، وتعتبر مركبات النترات مكونات غذائية وأسمدة. فالنترات التي لا تستخدمها النباتات يمكن تراكمها في التربة وتتحرك بسهولة خلالها، ومع هطول الأمطار ومياه الري تتحرك النترات وتجد طريقها إلى المياه السطحية والجوفية. والنترات لها قابلية للذوبان في الماء، فمستويات النترات في المدى (٠,١ - ٤ ملجم / لتر) شائعة الوجود في المياه الجوفية. (شاكر، ٢٠١٤م)

الحد المسموح به للنترات في مياه الشرب ومياه الصرف الصحي هو (٥٠ ملجم/ لتر) حسب منظمة الصحة العالمية (WHO,1993). بينما حددت وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA,1997) أن أقصى حد مسموح به للنترات في مياه الشرب هو (١٠ ملجم/ لتر)

وأن الزيادة في نسبة النترات قد ترتبط بعدم وفرة الأوكسجين ومحتواه من المواد العضوية وهذا يتفق مع ما ذكره (Okey and Albertson,2008). وتسبب العديد من المشاكل الصحية كنزيف في الطحال، إدرار البول، زيادة الترسبات النشوية، ومتلازمة الطفل الأزرق نتيجة ضيق التنفس عند الأطفال .

٣- **النترت NO_2^-** : الحدود المسموح بها للنترت في مياه الشرب هي (٠,١٠ - ٠,٠٠ ملجم/ لتر) حسب وكالة حماية البيئة الصينية (SEPA,2005)، وكذلك حسب منظمة الصحة العالمية (WHO,1993). أهم مصادر التلوث بالنترت تتمثل في استخدام الأسمدة النباتية والحيوانية المتحللة والنفايات المنزلية السائلة ومخلفات الصناعات الكيميائية المختلفة في جميع مواقع أخذ العينات، وهذا يتفق مع ما ذكره (السلامان وآخرون، ٢٠٠٦) كما لوحظ أن تركيز النترت طيلة مدة الدراسة في تغير وتباين مستمرين في جميع المواقع. أملاح النترت ذات مفعول سام، فهي تحل مكان الأوكسجين كما تتفاعل مع الهيموجلوبين مسببة فقدان الدم القدرة على نقل الأوكسجين في الجسم وبالتالي ضيق التنفس والوفاة . كما تتفاعل النترت مع البروتينات في الجسم مكونا مادة النتروزامين التي تتسبب في إحداث مرض السرطان. توجد ايونات النترت في التربة وكذا المياه، ومجري تصريف مياه المدن، وتتكون بصورة أساسية من أكسدة الأمونيوم (NH_4^+) بواسطة بكتيريا النيتروباكتري، كما تتكون النترت من خلال اختزال النترات في الهواء وبواسطة بكتيريا. وتحتوي المياه الناتجة من عمليات معالجة أسطح المعادن، وعمليات تنظيف غازات تحتوي على اكاسيد النيتروجين على نسبة مقدرة من النترت. (مبروك، ٢٠١٢م)

٤- الكاديوم $Cadmium (Cd^{+2})$: إن أقصى حد مسموح به لنسبة الكاديوم في مياه الشرب هو: ٣ ميكروجرام/ لتر أو ٠,٠٠٣ ملجم/ لتر (إبراهيم وآخرون، ٢٠١٠) وفي مياه الري ٠,١ ملجم/ لتر، حسب (FAO,1992).

لا يقتصر تعرض الإنسان للكاديوم فقط عن طريق الغذاء ولكن أيضاً من خلال شرب مياه ملوثة أو استنشاق هواء ملوث به قرب أماكن حرق المخلفات وأيضاً عند العمل في صناعة البطاريات أو لحام المعادن. يعتبر الكاديوم معدن مسرطن وذلك من خلال إحداث ضرر مباشر في المادة الوراثية لخلية الكائن الحي وأيضاً إحداث اضطراب في نظام عملها مسبباً تشوه المادة النووية بالخلية وبالتالي يسبب السرطان. والكاديوم كبقية المعادن الثقيلة حيث يتمتع بخاصية التراكم الحيوي. حيث ينتقل إلى الجسم ويتراكم فيه ولو بعد فترة طويلة حتى ولو بنسب صغيرة. وينتشر في الهواء أثناء إجراء عمليات التعدين وفي عمليات حرق الفحم ومخلفات المنازل. (مجدي، ٢٠١٥م)

كما يرتبط الكاديوم مع حبيبات التربة ثم يذوب في الماء ويتراكم في النباتات والأسماك والحيوانات، ويتواجد بنسبة عالية في الأسماك المهاجرة والكبد واللحوم. لذلك فإن التعرض لهذا المعدن ولو بنسب قليلة ولفترة زمنية طويلة يؤدي إلى مشاكل صحية في الكلى والرئتين وهشاشة العظام وارتفاع ضغط الدم، إضافة لمشاكل في وظائف الكبد وتحطيم خلايا المخ. (طاهر، ٢٠١٦م)

المصدر الرئيسي لإطلاق الكاديوم في البيئة العامة هو حرق الوقود الأحفوري (في محطات الطاقة والأفران والمواقد والسيارات وغيرها) وحرق نفايات البلدية، كذلك ينتج عن التخلص من المخلفات الصناعية في الوسط المحيط دون معالجة ومن أهم هذه المصانع الصناعات البلاستيكية والمطاطية، الأحبار والطباعة، الأصباغ والدهانات، محطات الوقود،

مصافي البترول، الصناعات الكهريائية والإلكترونية، مصانع الأسمدة وخاصة الأسمدة الفوسفاتية، صناعة البطاريات الجافة. (طاهر، ٢٠١٦م)

٥- النحاس Cu^{2+} (Cu²⁺) : أكبر من الحد المسموح به في مياه الشرب (٢٠٠٠ ميكروجرام/ لتر) أي ٢ ملجم/ لتر، ومياه الري (٠,٠١ - ١,٠ ملجم/ لتر) أو (0.01-1ppb) حسب الـ (USEPA,1997).

النحاس مادة لينة القوام قابلة للطرق، تتفاعل مع الجو مكونة نوع من الصدأ يعرف بأكسيد النحاس لونها أخضر وهي مادة سامة، والنحاس عموماً بطيء التفاعل مع الحوامض المخففة. يوجد النحاس في البيعة بصورة منفردة أو متحدة على شكل أكاسيد، ويعتبر النحاس من أقدم المعادن التي اكتشفها الإنسان القديم. والنحاس مادة جيدة للتوصيل الحراري والتوصيل الكهريائي، لذا تصنع منه المبادلات الحرارية والأسلاك والتوصيلات الكهريائية، كذلك يستخدم النحاس في صنع البطاريات والمعدات الكهريائية والصناعية وأوعية الطهي. ويدخل النحاس أيضاً في تركيب العديد من السبائك. وتصنع منه العملات المعدنية كعملة نحاسية أو يدخل ضمن السبائك، يدخل في صناعة البرونز، وكذلك في صناعة المعدات الحربية، وبعض الأجهزة والمعدات الموسيقية. (عبد الجواد، ٢٠٠٧).

والنحاس عنصر قوي وجيد في تقوية العظام وجعلها أكثر صلابة ونقصه يؤدي إلى ظهور مرض هشاشة العظام، كما يدخل في تركيب الجلد والشعر وبالتالي هو المسئول عن تلوين الشعر والجلد وإذا لم يحصل الجسم على المقدار الكافي من النحاس فإن ذلك ينعكس سلباً على إنتاج الهيموجلوبين وبالتالي يؤدي إلى مرض فقر الدم. وإن نقص النحاس يعطل الخلايا البالعة في مقاومتها للمرض ويدخل أيضاً في تكوين المفاصل والأعصاب وهو المسئول عن حاسة التذوق (عابد، ٢٠١٣م)

المواد وطرق البحث

١. منطقة الدراسة Study Site:

تعتبر بلدية الدائرة الثانية أصغر البلديات العشر مساحة، إذ تقدر مساحتها فقط ب ٢١ كلم^٢ (٢١,٠٠٠ هكتار) تحدها من الشمال بلدية الدائرة العاشرة، ومن الجنوب نهر شاري ولوقون، ومن الغرب بلدية الدائرة الأولى، ومن الشرق بلدية الدائرة الرابعة، ومن الجنوب الشرقي بلدية الدائرة الثالثة. (أرشيف بلدية أنجمينا المركزية، ٢٠١١م).

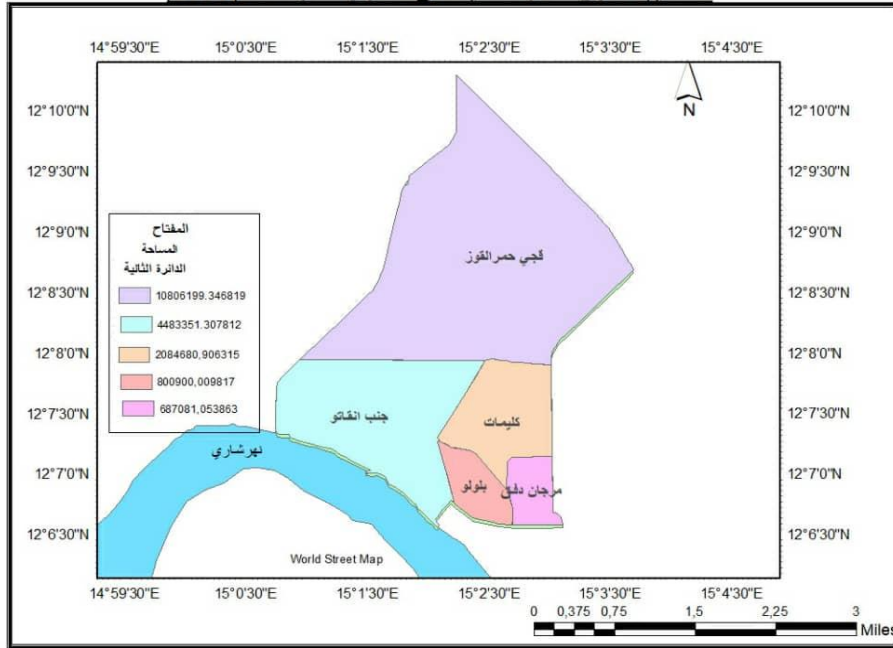
بلدية الدائرة الثانية هي ثالث أقل الدوائر العشر لمدينة أنجمينا كثافة سكانية، إذ يبلغ تعداد سكانها ٩٩,١٧٥ نسمة. إلا أن حاراتها تعتبر أقدم حارات مدينة أنجمينا، وبها خمس حارات (بولولو، جمب القاتو، قوجي، كليب مات، مرجان دفق، وجزء من شواطئ نهر شاري الذي يلتقي بنهر لوقون في خذ الدائرة) وتعتبر الدائرة الثانية هي المركز السياسي والإداري لمدينة أنجمينا، حيث تتواجد بها المؤسسات الإدارية المهمة والعديد من البنوك والمصارف، والمراكز التجارية والمستشفيات الكبيرة، والمؤسسات الحيوية، والساحات العامة. (أرشيف الأمانة العامة لبلدية الدائرة الثانية، ٢٠١١م)

يوجد في الدائرة الثانية معظم خزانات وشبكات توزيع مياه الشرب للشركة التشادية للمياه. حيث تتواجد في حارتها معظم محطات ضخ المياه، ففي حارة كليب مات توجد محطات ضخ المياه (GD8، و 2Ch.jumells) وفي حارة بولولو توجد محطة ضخ (BGD،GD24) وفي حارة قجي حمر القوز توجد محطات الضخ (GD23 bis،GD23،وGD16) و (GDB) وفي حارة قجي حمر القوز توجد محطات الضخ (GD16،وGD23 bis،GD23) وتوجد محطة ضخ واحدة في حارة Gendarmerie وهي (GD1). فالدائرة الثانية لوحدها بها تسع محطات ضخ من بين ٢٠ محطة ضخ للشركة في مختلف دوائر العاصمة أنجمينا. (أرشيف الأمانة العامة لبلدية الدائرة الثانية، 2011م).

بلدية الدائرة	المكان (الحارة)	اسم البئر
الثانية	Gendarmerie	GD1
الثانية	CEG1	GD7
الثانية	Kleb - matt	GD8
الثانية	TIT de Goudji	GD16
الثانية	Goudji	GD23
الثانية	Goudji	GD23 bis
الثانية	Centre STE	GD24
الثانية	Béguinage ONDR	BGD
الثانية	Béguinage	GDB
الثانية	Château rue 40	2 Ch. Jumells

اللون الأصفر يشير إلى المحطات الثلاثة التي أخذت منها العينات

التقسيم الإداري للدائرة الثانية على مستوى الحارات لعام 2009م



٢. جمع وتحليل عينات المياه Water sampling and analysis:

٢-٢ المواد **Materials**: جمعت عينات المياه من ثلاثة محطات الضخ للشركة التشادية للمياه [GD7(CEG1)، GD8(Kleb - matt)، GD16(TIT de Goudji)] كلها متواجدة ببلدية الدائرة الثانية. وتم الكشف عن نسب بعض المعادن الثقيلة (الكاديوم والنحاس) وبعض الايونات الذائبة (الكور، النترات، النتريت) لهذه العينات المأخوذة قبل المعالجة وبمعمل وزارة المياه القروية والحضرية وفقاً للطرق المعيارية المعتمدة لـ (1998، APHA). تم ذلك خلال الفترة الممتدة من شهر فبراير حتى نهاية مارس من العام ٢٠٢١، أخذت العينات في أوعية بلاستيكية نظيفة ومعقمة لمنع أي نشاط حيوي في عينات المياه.

٢،٢،٢. طرق التحليل Methodology :

١،٢،٢،٢. الكلور (Cl^-): يتواجد الكلور في العينة في شكل حامض ($HClO_4$) أو أيون (ClO_3^-) حيث يتفاعل مع الدليل DPD (N,N-diethyl-p-phenylenediamine). هذا التفاعل ينتج لون وردي تتناسب قوته مع تركيز الكلور في العينة، حيث تتم قراءة نسبة الكلور عند طول موجي ٥٣٠ نانومتر. وذلك حسب طريقة (HACH-٨٠٢١) والتي تتيح قياس تركيزات من (٠،٠٢ - ٢،٠ ملجم/ لتر)، وذلك حسب (APHA, 1998) و (WWW.dnr,2006).

٢،٢،٢،٢. النترات (NO_3^-): بالنسبة للنترات تم الكشف عنها بطريقة اختزال الكاديوم، وهي طريقة (HACH - ٨٠٣٩) والتي تسمح بتحليل تركيزات في المدى (٠،٣ - ٣٠ ملجم/ لتر من NO_3^-). النترات التي تحتويها العينة تتفاعل مع حمض الكروموتريك في ظروف شديدة الحموضة لتشكيل معقد أصفر يعطي امتصاصية قصوى عند طول موجي ٤١٠ نانومتر، هذا الاختبار يتطلب اختزال النترات (NO_3^-) إلى نتريت (NO_2^-) في الوسط الحامضي، بواسطة مسحوق الكاديوم الذي يقوم بدور العامل المختزل للنترات. هذه الطريقة

معتمدة من الوكالة حماية البيئة الأمريكية للطرق القياسية لإختبار مياه الشرب للسجل
الفدرالي (USEPA,1997) و (APHA ,1998) .

٣,٢,٢,٢. النتريت (NO_2^-) : تم الكشف عن النتريت الموجود في العينة بتفاعل النتريت
مع حمض الكبريتيك (H_2SO_4) ليشكل مركباً وسطياً (Diazonium) يتفاعل مع حمض
كروموتروبيك (Chromotropique) معطياً معقد ذو لون وردي، والذي يتناسب مع شدة
اللون وتركيز النتريت في العينة، بعدها تتم قراءة نسبة النتريت عند طول موجة ٥٠٧ نانومتر.
وذلك حسب طريقة (HACH-١٠٠١٩) أو (Méthode Diazotaton) والتي تتيح قياس
تركيزات في المدى من (٠,٠٠٣-٠,٥٠٠ ملجم/ لتر). (USEPA,1997) .

٤,٢,٢,٢. النحاس (Cu^{2+}) : النحاس في العينة يتفاعل مع ملح حامض bicinchoninic
لكاشف النحاس CuVer1 أو CuVer2 حيث يتكون معقد ذو لون أرجواني، يتناسب لونه
مع تركيز النحاس. بعد ذلك تتم قراءة الإمتصاص للعينة عند طول موجي 560 نانومتر
وبواسطة الجهاز (HACH -٨٥٠٦).

٥,٢,٢,٢. الكاديوم (Cd^{2+}) : بالنسبة للكاديوم تم الكشف عنه بالطريقة الطيفية للكشف
عن العناصر السامة في الأوساط المائية وذلك باستعمال جهاز قياس الكثافة الضوئية
(VIS/VIS SHIMADZU 1700PC). في هذه الطريقة تم استخدام كاشف Alizarin
أحمر اللون (حمض ١,٢-dihydroantraquinone -٣- سلفونات الصوديوم) ليتفاعل مع
حامض الكبريتيك حيث ينتج الكاديوم والذي تتم قراءة نسبته عند طول موجي ٤٢٢ نانومتر.
(APHA ,1998)

٣,٢,٢. المواد الكيميائية المستخدمة:

- ملح حامض bicinchoninic لكاشف النحاس CuVer1 أو CuVer2
- كاشف Alizarin (حمض ١,٢-dihydroantraquinone -٣- سلفونات الصوديوم)

- مسحوق الكادميوم (العامل المختزل للنترات).
- دليل الكلور DPD (N,N-diethyl-p-phenylenediamine).
- حمض الكبريتيك (H_2SO_4)
- أقراص (لوحات قرصية: نيتريكول، كلوريد النحاس، كادميكول).

٢، ٢، ٤. الأجهزة والمعدات:

جهاز Spectrophotomètre (UV-VIS HACH DR/ 2400)، جهاز الطيف الضوئي Photometre Palintest 5000 (Palintest House Kingsway. Tyre)، ميزان الكتروني حساس (PGWi15i.France)، (and Wear.NE110NS.U.K.)، ماصات مختلفة الأحجام.

كل التجارب التي أجريت كررت ثلاثة مرات، ثم عبر عن كل نتيجة بالقيمة المتوسطة زائداً أو ناقصاً الانحراف المعياري. وأستخدم برنامج التحليل الإحصائي Recomander ($R \times 643.2.5.Lnk$) لإجراء التحاليل الإحصائية للنتائج.

النتائج والمناقشة

جدول رقم (١): يوضح نتائج تحاليل العناصر المدروسة للمحطة لأولى (CEG1) GD7

العنصر	العينات قبل المعالجة	العينات بعد المعالجة
Cl^- (mg/l)	$1.33.10^{-1} \pm 4.16.10^{-2}$	$8.67.10^{-1} \pm 6.66.10^{-2}$
NO_3^- (mg/l)	$4.17E++01 \pm 1.15E+00$	$3.33E+01 \pm 2.52E+00$
NO_2^- (mg/l)	$1.87.10^{-1} \pm 1.53.10^{-2}$	$8.33.00.10^{-2} \pm 1.15..10^{-2}$
Cd^{+2} (mg/l)	$6.33.10^{-3} \pm 1.53.10^{-3}$	$1.33.10^{-3} \pm 5.77.10^{-4}$
Cu^{+2} (mg/l)	$2.04 \pm 4.04.10^{-2}$	$1.33E+00 \pm 1.53.10^{-1}$

جدول (٢): نتائج تحاليل العناصر المدروسة للمحطة الثانية (Kleb - matt) GD8

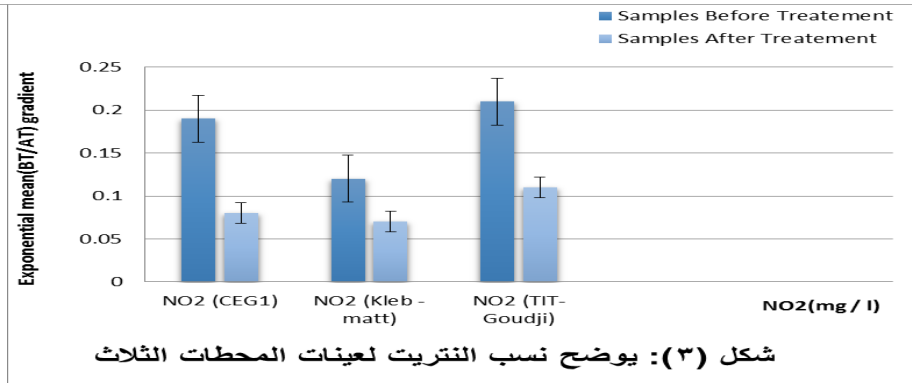
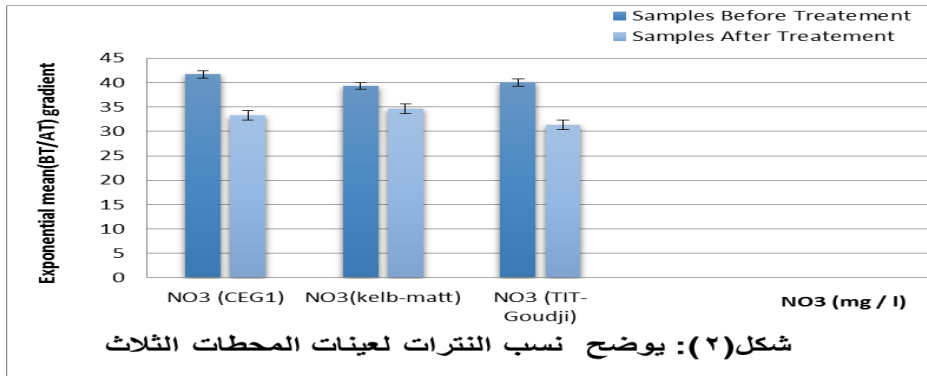
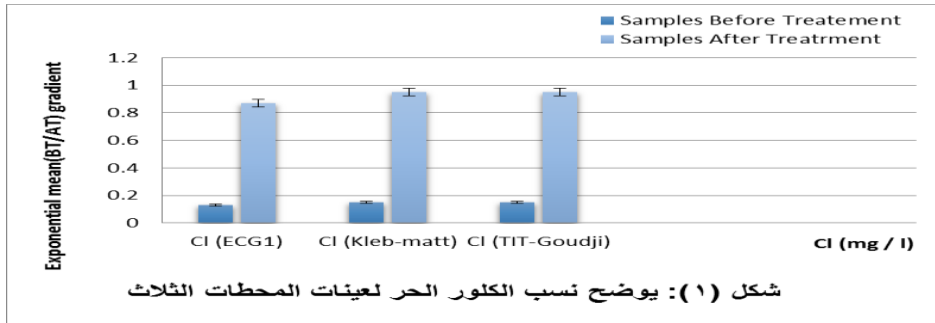
العنصر	العينات قبل المعالجة	العينات بعد المعالجة
Cl ⁻ (mg/l)	1.47.10 ⁻¹ ± 4.04.10 ⁻²	9.47.10 ⁻¹ ± 3.06.10 ⁻²
NO ³⁻ (mg/l)	3.93E+01 ± 5.77.10 ⁻¹	3.47E+01 ± 2.52E+00
NO ²⁻ (mg/l)	2.10.10 ⁻¹ ± 2.00.10 ⁻²	7.33.10 ⁻² ± 2.08.10 ⁻²
Cd ⁺² (mg/l)	7.67.10 ⁻³ ± 5.77.10 ⁻⁴	3.00.10 ⁻³ ± 1.10 ⁻³
Cu ⁺² (mg/l)	2.12E+00 ± 1.04.10 ⁻¹	1.63E+00 ± 3.06.10 ⁻¹

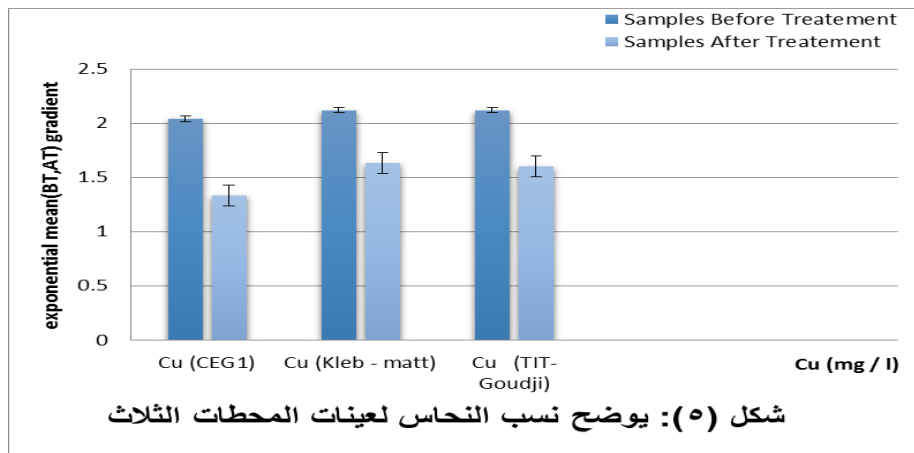
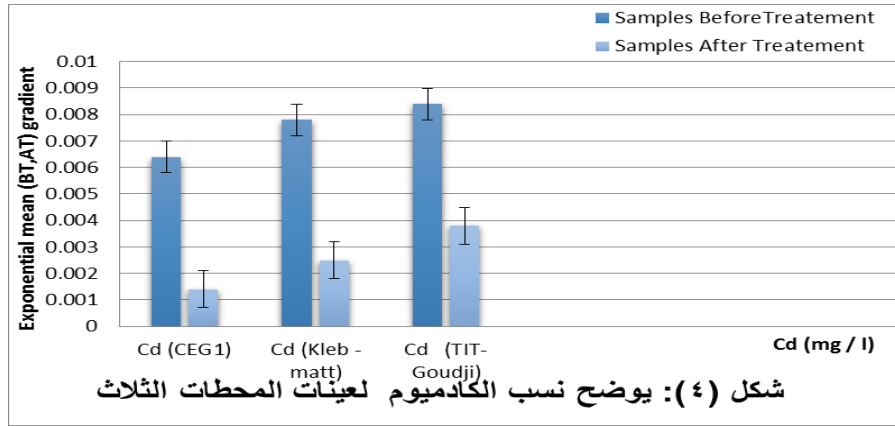
جدول (٣): نتائج تحاليل العناصر المدروسة المحطة الثالثة (TIT-Goudji) GD16

العنصر	العينات قبل المعالجة	العينات بعد المعالجة
Cl ⁻ (mg/l)	1.50.10 ⁻¹ ± 4.00.10 ⁻²	9.47.10 ⁻¹ ± 4.16.10 ⁻²
NO ³⁻ (mg/l)	4.00E+01 ± 2.00E+00	3.13E+01 ± 2.52E+00
NO ²⁻ (mg/l)	2.07.10 ⁻¹ ± 1.53.10 ⁻²	1.13.10 ⁻¹ ± 1.53.10 ⁻²
Cd ⁺² (mg/l)	8.67.10 ⁻³ ± 5.77.10 ⁻⁴	3.67.10 ⁻³ ± 1.53.10 ⁻³
Cu ⁺² (mg/l)	2.12E+00 ± 6.81.10 ⁻²	1.60E+00 ± 2.65.10 ⁻¹

جدول (٤): يوضح مقارنة مستويات الثقة لنسب العناصر للمحطات الثلاث قبل وبعد المعالجة

العنصر	المحطات قبل المعالجة	المحطات بعد المعالجة	P value
Cl ⁻ (mg/l)	1.43.10 ⁻¹ ± 8,82.10 ⁻³	9.20.10 ⁻¹ ± 4.62.10 ⁻²	8.89.10 ⁻⁶ ***
NO ³⁻ (mg/l)	4.03E+01 ± 1.20	3.31E+01 ± 1.68	0.00374**
NO ²⁻ (mg/l)	2.01.10 ⁻¹ ± 1,26.10 ⁻²	9.00.10 ⁻² ± 2.08.10 ⁻²	0.00138**
Cd ⁺² (mg/l)	7.5610 ⁻³ ± 1.17.10 ⁻⁴	2.67.10 ⁻³ ± 1.20.10 ⁻³	0.00725**
Cu ⁺² (mg/l)	2.09E+01 ± 4.44.10 ⁻²	1.52E+01 ± 1.64.10 ⁻¹	0.00434**





مناقشة النتائج

سجلت نتائج تحاليل الأيونات الذائبة والمعادن الثقيلة للعينات حسب الجدول (١) أعلاه للمحطات الثلاثة، وقورنت هذه النتائج بالمعايير القياسية للمنظمات والمؤسسات التالية: (WHO, 1993)، (EU,1992)، (APHA,1998)، (CSHPF, 2006)، (USEPA,1997) و (USEP,2005).

١ الكلور Cl^- : من الجداول (٣،٢،١) أظهرت النتائج تقارباً في نسب الكلور لعينات المياه قبل المعالجة وبعد المعالجة للمحطات الثلاث، فقراءات جميع العينات لنسب الكلور للعينات قبل المعالجة تزيد عن الحدود المسموح بها لـ (WHO,1993) للمياه الصالحة للشرب (0.2 - 0.5 ملجم/ لتر) فسجل أعلى متوسط للكلور في عينات المياه بعد المعالجة في المحطتين GD8 (Kleb-matt) GD16 (TIT- Goudji) بالتساوي ($9.47.10^{-1}$ ، أو ٠,٩٥ ملجم/لتر) وهو يتجاوز الحد المسموح به لـ (WHO). وترجع هذه الزيادة لما يتبقى من نسب لكلور ($CaOCl_2$) لمعالجة مياه محطات الشركة.

ومن الجدول (٤) أظهرت متوسطات عينات المياه للمحطات الثلاث قبل وبعد المعالجة اختلافاً أكثر فأكثر لقيمة معايير مستوى الثقة ($P V= 8.89.10^{-6}***$).

٢. النترات NO_3^- : من الجداول (٣،٢،١) أظهرت النتائج تقارباً في نسب النترات لعينات المياه قبل المعالجة فسجل أعلى متوسط للعينات قبل المعالجة في المحطة الأولى CEG1 (41.67 mg/l) وهي تقع ضمن الحدود المسموح به للنترات في مياه الشرب ومياه الصرف الصحي هو (50mg/l) حسب (WHO). بينما يزيد عن حدود وكالة حماية البيئة الأمريكية (USEPA,1997) للنترات في مياه الشرب (10mg/l). أما عينات المياه بعد المعالجة فسجل أعلى متوسط للنترات في المحطة الثانية Kleb-matt (34.67mg/l) وهذا المتوسط يقع ضمن الحدود المسموح بها لـ (WHO,1993). بينما

كان متوسط المحطتين الأولى والثالثة (TIT-Goudji,CEG1) على الترتيب (33,33 و 31,33 mg/l) وهما يقعان ضمن الحدود المسموح بها لـ (WHO,1993). ويعزى سبب زيادة نسب النترات في عينات مياه الشرب غير المعالجة عن نسبتها في عينات المياه بعد المعالجة إلى تواجد مصدر المواد العضوية والمعدنية النيتروجينية في مياه الصرف الصحي لمصنع الخمور بالقرب من المحطة. كما أن هذه الزيادة قد ترتبط بعدم وفرة الأوكسجين ومحتواه من المواد العضوية. وهذا يتفق مع ما ذكره (Okey and Albertson,2008). ومن الجدول (4) أظهرت متوسطات عينات المياه للمحطات الثلاث قبل وبعد المعالجة اختلافاً أكثر لقيمة معايير مستوى الثقة ($P = 0.00374^{**}$).

3. **النترت NO_2^-** : أظهرت نتائج نسبة النترت في عينات مياه الشرب قبل المعالجة تقارباً كبيراً من خلال الجداول (3,2,1) حيث سجل أعلى متوسط في المحطتين الثانية والثالثة (TIT-Goudji,Kleb-matt) (0,21 mg/l) وهو يتجاوز الحدود المسموح بها (0.0-0.10 mg/l) حسب وكالة حماية البيئة، وكذلك (WHO,1993). أما عينات المياه بعد المعالجة فسجل أعلى متوسط للنترت في المحطة الثالثة TIT-Goudji ($1.13 \cdot 10^{-1}$ أو 0.11 mg/l) وهذا المتوسط أيضاً يزيد عن الحدود المسموح بها ويعود سبب ارتفاع نسبة النترت في نوعي عينات المياه إلى مصادر التلوث بالنترت المتمثلة في استخدام الأسمدة النباتية والحيوانية المتحللة والنفايات المنزلية السائلة ومخلفات الصناعات الكيميائية المختلفة بالقرب منه، وهذا يتفق مع ما ذكره (السلمان وآخرون، 2006) و (Rodier et al, 2006) كما لوحظ أن تركيز النترت طيلة مدة الدراسة في تغير وتباين مستمرين في محطات أخذ العينات.

ومن الجدول (٤) أظهرت متوسطات عينات المياه للمحطات الثلاث قبل وبعد المعالجة اختلافاً أكثر لقيمة معايير مستوى الثقة (**P V= 0.00138).

٤. الكاديوم Cd^{+2} : من الجداول (٣،٢،١) أظهرت النتائج تقارباً في نسب الكاديوم لعينات المياه قبل المعالجة ف سجل أعلى متوسط للعينات قبل المعالجة في المحطة الثالثة (TIT-Goudji) ($8.67.10^{-3}$ أو 0.009 mg/l) وهذا التركيز لا يتجاوز أقصى حد مسموح للكاديوم في مياه الشرب (٥٠ ميكروجرام/ لتر أو ٠,٠٥ ملجم/ لتر وفي مياه الري (٠,١ ملجم/ لتر) حسب (FAO,1992). أما عينات المياه بعد المعالجة ف سجل أعلى متوسط للكاديوم في نفس المحطة الثالثة (Goudji -TIT) ($3.67.10^{-3}$ أو 0.0037 mg/l) وهذا التركيز أيضاً يقع ضمن الحدود المسموح بها للمعايير الدولية. ومن الجدول (٤) أظهرت متوسطات عينات المياه للمحطات الثلاث قبل وبعد المعالجة اختلافاً المعالجة أكثر لقيمة معايير مستوى الثقة (**P V= 0.00725).

٥. النحاس Cu^{+2} : أظهرت نتائج نسبة النحاس في عينات مياه الشرب قبل المعالجة تقارباً كبيراً من خلال الجداول (٣،٢،١) سجل أعلى متوسط في المحطتين الثانية والثالثة (TIT- Goudji ،Kleb-matt) (2.12 mg/l) وهذا التركيز يتجاوز أقصى حد مسموح به لنسبة النحاس في مياه الشرب (٢٠٠٠ ميكروجرام/ لتر أي ٢ ملجم/ لتر) بينما يتجاوز الحدود المسموح بها للنحاس في مياه الري (٠,٠١-١,٠ ملجم/ لتر) حسب ال (SEPA,2005). أما عينات المياه بعد المعالجة ف سجل أعلى متوسط للنحاس في المحطة الثانية (Kleb-matt) (1.63 mg/l) وهذا التركيز لا يتجاوز أقصى حد مسموح به للنحاس في مياه الشرب ومياه الري. ويرجع السبب في ارتفاع نسبة النحاس في عينات المياه غير المعالجة في هذه المحطتين الثانية والثالثة نتيجة لتأكل الأنابيب النحاسية التي تستخدم في شبكات توزيع المياه لهذه المحطة. وأن زيادة نسبة النحاس وفي جسم الإنسان

تسبب ارتفاع نسبة البوليينا، وارتفاع ضغط الدم، وفقدان الوعي، والحمى الطارئة (Verma et al., 2009). ومن الجدول (٤) أظهرت متوسطات عينات المياه للمحطات الثلاث قبل وبعد المعالجة اختلافاً المعالجة اختلافاً أكثر لقيمة معايير مستوى النقا (PV=0.00434**). وهذا يتفق مع ما ذكره (Rodier t al, 2006)

الاستنتاج CONCLUSION

يستنتج أن عينات المياه قبل وبعد المعالجة لمحطات الضخ الثلاثة [GD7] (CEG1)، (Kleb-matt)GD8، (TIT de Goudji) GD16 أعطت تبايناً أكثر فأكثر لقيمة معايير مستوى النقا لأيون الكلور (Cl^-) المتبقي من عملية الكلورة ($8.89 \cdot 10^{-6}$ ***). بينما أظهرت (النترات NO_3^- ، والنتريت NO_2^- ، والكاديوم Cd^{+2} ، والنحاس Cu^{+2}) على التوالي (0.00434**، 0.00725**، 0.00138**، 0.00374**) كمتوسطات عينات المياه للمحطات الثلاث قبل وبعد المعالجة اختلافاً المعالجة اختلافاً أكثر لقيمة معايير مستوى النقا. ولوحظ أن قراءات العينات قبل المعالجة للعناصر المدروسة تزيد عن قراءات عينات لعناصر المدروسة بعد المعالجة. ويستخلص من هذه الدراسة تجاوز نسب الكلور للحدود المسموح به لـ (WHO). وهذه الزيادة في تراكيز الكلور تعود لنسبة الكلور المتبقية من معالجة مياه الآبار التي تقوم بها الشركة (عملية كلورة المياه) بالـ (Hypo Chlorique du Calcium). كما ترجع زيادة نسبة النتريت (0.21 mg/l) المحطتين الثانية والثالثة (Kleb-matt، TIT-Goudji) إلى التلوث بالنتريت المتمثلة في استخدام الأسمدة النباتية والحيوانية المتحللة والنفايات المنزلية السائلة ومخلفات الصناعات الكيميائية المختلفة بالقرب منه. أما بالنسبة لقراءات نسب الكاديوم لمختلف عينات المياه ولجميع المحطات الثلاثة فكلها تقع ضمن المعايير والحدود المسموح بها. بينما أوضحت نتائج نسب النحاس في عينات مياه الشرب

ارتفاعاً في المحطتين الثانية والثالثة (TIT- Goudji، Kleb-matt) (2.12mg/l) وهذا التركيز يتجاوز أقصى حد مسموح به لنسبة النحاس في مياه الشرب ومياه الري. ويرجع السبب في ارتفاع نسبة النحاس في عينات المياه غير المعالجة في هذه المحطتين الثانية والثالثة نتيجة لتآكل الأنابيب النحاسية التي تستخدم في شبكات توزيع المياه لهذه المحطة. أما عينات المياه بعد المعالجة فسجل أعلى متوسط للنحاس في المحطة الثانية (Kleb-matt) (1.63 mg/l) وهذا التركيز لا يتجاوز أقصى حد مسموح به للنحاس في مياه الشرب ومياه الري.

التوصيات Recommendations

توصي الورقة العلمية بالتوصيات التالية:

- 1- تخفيض تركيز معاملة المياه بالكور (هيبو كلوريد الكالسيوم) في المحطات التي تزيد فيها نسبة الكلور عن الحدود المسموح بها للكلور في مياه الشرب.
- 2- استبعاد مصادر النترت المتواجدة بالقرب من المحطتين الثانية والثالثة بهدف تقليل نسبة تلوث مياهها.
- 3- ضرورة معالجة مياه محطات الضخ للشركة التشادية للمياه بتقنية المعالجة بالأوزون تقادياً للمخاطر الصحية التي تنتج من تلوث هذه المياه ببعض العناصر الكيميائية السامة.
- 4- إجراء التحاليل اليومية لتقييم ومتابعة نسبة العناصر المعدنية الضارة بصحة المستهلك لهذه المياه.
- 5- استخدام التكنولوجيا الحديثة المستخدمة في مجال معالجة وتنقية المياه.
- 6- ضرورة إجراء الصيانة الشهرية أو الدورية لمختلف محطات الشركة التشادية للمياه بالعاصمة والولايات.
- 7- تزويد المواطنين بمطهرات ومعقمات لمياه الشركة تقادياً للعديد من المخاطر الصحية.

٨- ضرورة إصلاح وصيانة شبكات توزيع مياه الشركة التشاركية نتيجة لمرور فترة زمنية طويلة لانشاءها.

المراجع والمصادر

- ابراهيم، ياسر سليمان، سهيل، محمد طالب، تلوث المياه السطحية والجوفية بمعدن الكادميوم، ٢٠١٠م، مؤسسة المعرفة للنشر والتوزيع، بيروت - لبنان، ص ١٠-١٢.
- أرشيف الإدارة الفنية للشركة التشاركية للمياه، ٢٠١٠م، ص ١٥-١٧.
- أرشيف الأمانة العامة لبلدية الدائرة الثانية لمدينة أنجمينا، تقرير رقم ٠٦/٢٠١١م، إحصائية الآبار الارتوازية لمياه الشرب ببلدية الدائرة الثانية بمدينة أنجمينا.
- السلمان، إبراهيم مهدي، المحبس، محمد الطاهر والكريحي، علي عيسى، ٢٠٠٦م، تقييم عملية للمياه المعالجة بمدينة تمنهنت جنوب ليبيا، مجلة جامعة سبها للعلوم والتطبيقية المجلد ٦، العدد الأول، ص ١٣-٦١.
- شاكور، محمد طاهر، ٢٠١٤م، المخاطر الصحية للنترات في مياه الشرب، مجلة الدراسات العلمية، المجلد ٦ ابريل ٢٠١٤م.
- صلاح، علي عبد المحسن، ٢٠٠٩م، الموصلية الكهربية لمياه الشرب، منشورات المعهد العربي للدراسات البيئية، والنقانة، دمشق، ص: ٩٩-١٠٧.
- طاهر، سلمان الدالي، ٢٠١٦م، تلوث المياه بمصادر الكادميوم، جامعة عمر المختار، البيضاء، ص ٣٤.
- عابد، مصطفى رشاد، ٢٠١٣م، إعادة استخدام المياه الملوثة بالمعادن الثقيلة، مجلة الأبحاث العلمية والتطبيقية، المجلد ٦- العدد الرابع، بيروت - لبنان. ص ٢٩-٣٠.
- عبد الجواد، أحمد عبد الوهاب، ٢٠٠٧م، إعادة استخدام مياه الصرف الصحي، مجلة البحوث والدراسات البيئية، المجلد ٨، العدد ٣، عمان-الأردن، ص ٥٦-٦٧.
- مبروك، علي صالح، ٢٠١٢م، تأثير النتريت على جودة مياه الشرب، مجلة جامعة سبها، المجلد ٣، ص ٦٣.
- مجدي ياسر فخري، ٢٠١٥م، معالجة بقايا المعادن الثقيلة في مياه الشرب لبعض مستشفيات مدينة الرمادي، مركز البحوث والسيطرة على التلوث، الموصل - جمهورية العراق، ص ٥٦.

معتز، سالم علي، تأثير الكلور المتبقي على صلاحية مياه الشرب، ٢٠١٢م، دار الكتب العربية للنشر والتوزيع، بيروت - لبنان.

American Public Health Association, APHA (1998) (W.P.C.F.) Standard Methods for the Examination of water, Edition 19, New York.

Agence Chinoise pour la Protection de L'Environnement (SEPA), 2005, les normes réglementaires de métaux lourds, No 25 pken., PP.76- 83.

Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) 2006, Guidelines for Heavy metal ions in Drinking Water, Paris Univ. France. PP. 43- 48.

European Union (EU), 201٢ Guidelines for Quality drinking water. PP. 14.

Food and Agriculture Organisation, (FAO) 1992. Wastewater treatment and use in agriculture. Technical papers N°47, Roma Italy. PP. 143- 146.

United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1997, Guidelines for Drinking water and Wastewater used in irrigation, Volume 7. PP. 19.

Okey, R. W. and O. E. Albertson. 2008. The role of the diffusion in regulating rate and Masking temperature effects on fixed film nitrification 61: PP. 170- 176.

Rodier S.A. and Jean B. Cloud. 2006. "Effluent from own waste water treatment: New possibilities for use": Deutsches Milchwirtschaft, 50:12, PP. 496.

World Health Organisation (WHO), 1993. Guidelines for Drinking Water Quality, Volume 1: Recommendations WHO, Geneva 1993.

Department of Natural Science. (WWW.dnr,2006) Wastewater characterization for evaluation of biological phosphorus removal. Available

المجلد الخمسون، العدد التاسع، الجزء الرابع، سبتمبر ٢٠٢١ 397

الترقيم الدولي ISSN 1110-0826

الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني 2636-3178

www.dnr.state.wi.us/org/water/wm/water/wm/www/biophos//into.htm.

Verma,P.S.and Agarwal, V.K. 2009. Principles of Ecology, TRFQ international Programme of Health, Michigan.

STUDY OF SOME HEAVY METALS AND DISSOLVED IONS OF DRINKING WATER IN MUNICIPALITY OF THE SECOND DISTRICT OF N'DJAMENA

Gamar M. Gamar⁽¹⁾ and Mohagir A. Mohager⁽²⁾

1) Department of Life and Earth sciences, Higher Teachers' Training School of N'Djamena. P.BOX: 460. N'Djamena - Chad. 2) Department of Chemistry, College of Pure and Applied Sciences, University of N'Djamena, P.BOX: 1027, N'Djamena -Chad.

ABSTRACT

Water samples were collected before treatment (directly from the artesian well) the Chadian Water Company (STE): [GD7, GD8. GD16]. The some Heavy metals and Dissolved ions of these samples were determined in the laboratory of the Ministry of Rural and Urban Waters, according to the approved standard methods. The results of the analyzes for various properties were compared with the permissible values and limits of the WHO, EU, and some health and environmental bodies and institutions .the reading of the samples before treatment for the studied elements are the more than in the samples after treatment. The Water samples before and after treatment for the sites gave a very

398

المجلد الخمسون، العدد التاسع، الجزء الرابع، سبتمبر ٢٠٢١

التقييم الدولي ISSN 1110-0826

التقييم الدولي الموحد الإلكتروني 2636-3178

large variation in the confidence level of residual chlorine ion ($8.89.10^{-6}$ ***) While I showed (NO_3^- , NO_2^- , Cd^{+2} , Cu^{+2}) respectively (0.00374** , 0.00138** , 0.00725** , 0.00434**) the two sites (GD8 and GD16) recorded heights average chlorine (0.95 mg/l) it exceeds the permissible limit of WHO. As for nitrate the average of the samples before treatment for (41.67mg/l) it exceeds the limit of the USEPA for nitrate in drinking water (10 mg/l). the Water samples before and after treatment for the three sites of Cadmium ratios it was all within permissible limits. The heights mean of Copper was recorded in the drinking water samples before treatment in the two sites (GD7 and GD8) (2.12 mg / l) it exceeds the permissible limits of the SEPA (0.01 – 1.00 mg / l).

Keywords: Dissolved ions, Chlorine Nitrate, Nitrite, Copper, Cadmium, Ndjamena.