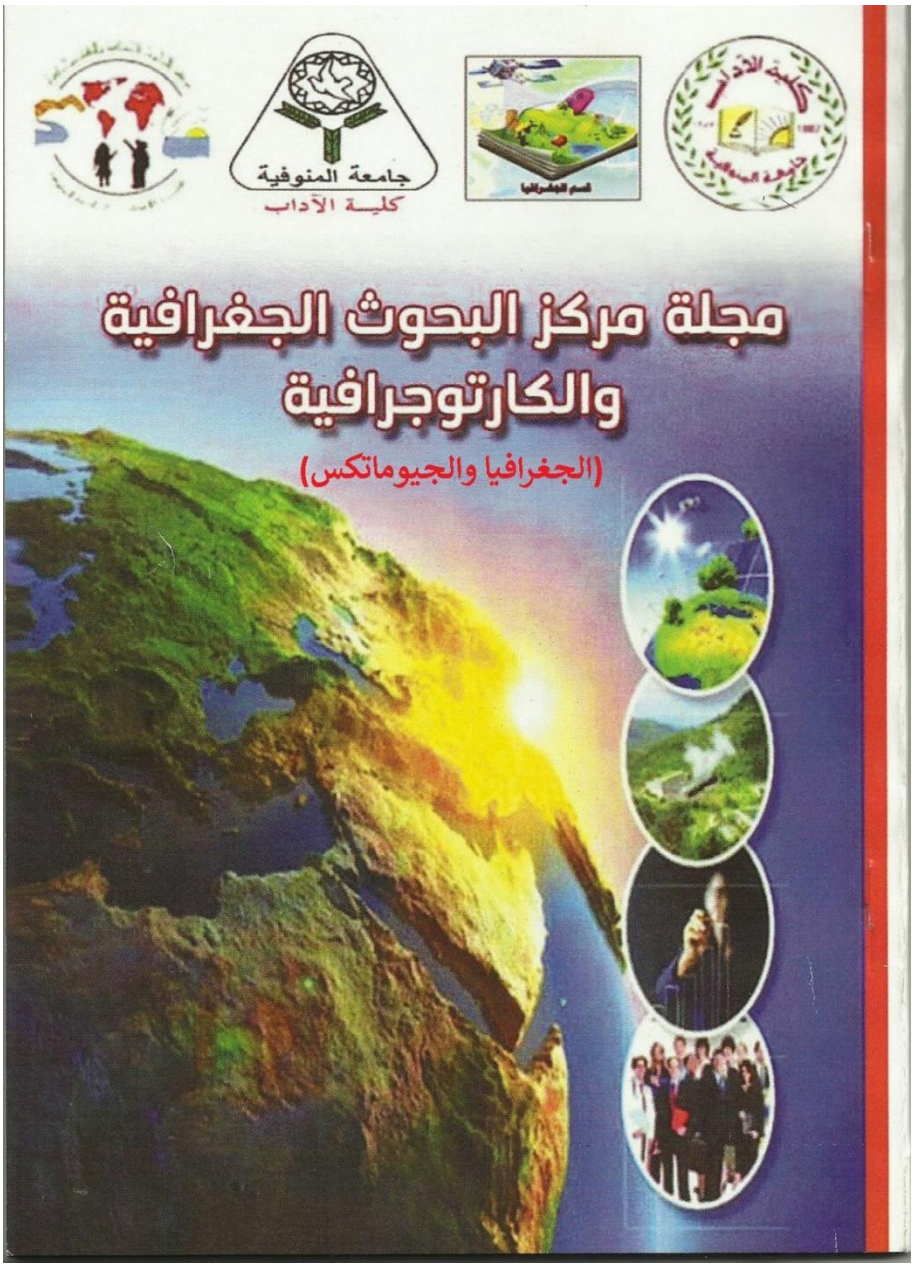

جامعة المنوفية
كلية الآداب
مجلة مركز البحوث الجغرافية
والكارتوجرافية
(الجغرافيا والجيوماتكس)

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

Egyptian Knowledge Bank
بنك المعرفة المصري

مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية

بكلية الآداب – جامعة المنوفية

مجلة علمية مُحَكَّمَة – نصف سنوية

هيئة التحرير للمجلة	
أ.د/ عواد حامد محمد موسي	رئيس التحرير
أ.د/ إسماعيل يوسف إسماعيل	نائب رئيس التحرير
أ.د/ عادل محمد شاويش	مساعد رئيس التحرير
أ.د/ عبد الله سيدي ولد محمد أبنو	السادة أعضاء هيئة التحرير
د/ سالم خلف بن عبد العزيز	
د/ محمد فتح الله محمد النتيفة	
د/ طوفان سطام حسن البياتي	
د/ سهام بنت صالح سليمان العلولا	
د/ محمود فوزي محمود فرج	
د/ صابر عبد السلام أحمد محمد	
د/ صلاح محمد صلاح دياب	سكرتير التحرير

موقع المجلة علي بنك المعرفة المصرى: https://mkgc.journals.ekb.eg/

الترقيم الدولي الموحد للطباعة: ٢٣٥٧-٠٠٩١
الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني: ٢٧٣٥-٥٢٨٤

تتكون هيئة تحكيم إصدارات المجلة من السادة الأساتذة المحكمين من داخل وخارج اللجنة العلمية الدائمة لترقية الأساتذة والأساتذة المساعدين في جميع التخصصات الجغرافية

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

بحث:

طريقة معاملة وتخزين وتوزيع مياه الشرب بمدينة أنجمينا

إعداد الدكتور: قمر محمد قمر *

*** محاضر قار بقسم علوم الحياة والأرض، وبقسم الدراسات العليا بالمعهد العالي لإعداد المعلمين بانجمينا، محاضر متعاون بكلية الدراسات العليا بجامعة الملك فيصل، وجامعة توماي بأنجمنا. ومسؤول الإعلام بالآلية الإفريقية للتقييم من قبل النظراء في تشاد.**

ملخص البحث:

تهدف هذه الدراسة لمعرفة طريقة معاملة مياه الشرب التي تمدها الشركة التشادية للمياه **(STE)** لسكان مدينة أنجمينا، بالهيبو كلوريد الكالسيوم **(Hypo Chlorique du Calcium)** غاز سائل **($CaOCl_2$)** ومدى جدواها للتخلص من الملوثات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية. كما تهدف هذه الدراسة إلى معرفة طرق تخزين وشبكات توزيع مياه الشرب للسكان. ومدى تلبية محطات ضخ الشركة للطلب المتزايد للمياه من قبل سكان مدينة أنجمينا في طل التوسع العمراني وزيادة الكثافة السكانية المضطردة. إضافة للتحدي الماثل وهو انقطاع مصدر تشغيل محطات ضخ المياه باستمرار من قبل الشركة الوطنية للكهرباء التي تمد الشركة التشادية للمياه بالتيار الكهربائي.

كما استعرضت هذه الورقة مختلف محطات ضخ المياه، وبعض الأخطار الصحية التي قد تنجم عن التحلل البكتيري والصدأ الذي تتعرض لها أنابيب شبكات توزيع الشركة التشادية للمياه، والتي بلا شك ستضر بصحة المستهلك. وتناولت الورقة عمليات تحليل مياه محطات ضخ المياه شهرياً وذلك

لمعرفة نسب العناصر الكيميائية وبعض الخصائص الفيزيائية. وكذلك تقدير الطاقة المستهلكة (م^{3}) لمختلف محطات الشركة .

وتعرض الورقة لمحاسن ومساوئ شبكات توزيع مياه الشركة التشادية للمياه لسكان مدينة أنجمينا. والطرق العلمية المتبعة لإزالة عسر المياه.

وتوجت الورقة بطرح عدة توصيات ومقترحات لمشاكل المعاملة والتخزين والتوزيع لمياه الشرب التي تمد الشركة بها سكان أنجمينا.

الكلمات المفتاحية: مياه الشرب، مدينة أنجمينا، تشاد.

N 'djamena ،BAC ،Hypo Chlorique du Calcium ،STE

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

مفاهيم عامة :

- تلوث الماء Water pollution: هو التغير في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للماء.
- Chateauشاتو : مصطلح أصله من اللغة الفرنسية يقصد به مستودعات المياه الاسمنتاية المتواجدة في مدينة أنجمينا، وهي مبنية على مستويات عالية من جميع مباني المدينة من اجل انسياب المياه إلى مختلف شبكات التوزيع التابعة للشركة التشادية للمياه. كما أنها تعد في ذات الوقت كمعالم حضرية بارزة في المدينة.
- BAC : هو خزان بلاستيكي ذو سعة ٢٥٠ لتر يتم معاملة المياه المسحوبة من أبار الشركة التشادية بالكلور.
- Electropompe : الضاغط الالكتروني هو جهاز يتم بواسطته سحب المياه من أبار محطات الضخ إلى الباك ليتم معاملتها بالكلور.
- Hypo Chlorique du Calcium هيبوكلوريد الكالسيوم ($CaOCl_2$) : مادة كيميائية مطهرة تستخدم لمعالجة المياه بجرعات معينة لقتل الميكروبات الممرضة ،وترسيب بعض الأملاح الموجودة في الماء، مما تزيد من نقاوتها وصفاءها .
- beach : هو خزان أرضي واحد يوجد في محطة الضخ (GD22) وهذا الخزان الأرضي أيضا عاطل عن العمل منذ فترة.
- Agitateur جهاز خلط مياه محطات الضخ بالكلور .
- Aspirateur: هو جهاز سحب المياه بعد معاملتها بالكلور ، إلى الخزان الأرضي أو الصهريج (Chatau) .

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

مقدمة عامة :General Introduction

تعد المياه من لوازم الحياة البشرية، فيشكل الماء حوالي ٧١٪ من الغلاف الجوي، والماء هو أكثر انتشاراً في الطبيعة، وهو يغطي حوالي ٤/٣ من سطح الأرض. جسم الإنسان البالغ يحتوي على ٦٥ % من الماء. فحاجة الجسم للماء تعتمد على كمية فقدانه أثناء القيام بالأنشطة الحيوية المختلفة. في الحالة الطبيعية يحتاج الإنسان يوميا لحوالي (١ – ٣ لتر) من الماء، ويشكل الماء حوالي ٨٣٪ من تركيب الدم. وتحتاج كل عمليات الميتابوليزم التي تحدث في الخلايا الحية إلى ماء لإكمال التحولات الغذائية.

فالمياه سواءً كانت سطحية أو جوفية فهي جداً ضرورية لاستمرار الحياة لمختلف الكائنات الحية بما فيها الإنسان. فالتركيب الكيميائي للماء (H_2O) لم يلبث إلا وأن يصاحبه تلوثاً كيميائياً أو صناعياً أو بيولوجياً محدثاً تغيراً في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للماء وبالتالي يقلل من صلاحيته واستخدامه كمورد صالح للشرب.

فمدينة أنجمينا – عاصمة جمهورية تشاد ، تغطي جل مساحتها الملوثات الطبيعية والكيميائية والصناعية التي بدورها تحدث تلوثاً للمياه. فالشركة التشادية للمياه (STE) تستعمل أنواعاً مختلفة من الأنابيب (الأسمنتية' الحديدية، البلاستيكية) في إمدادها لسكان مدينة أنجمينا بالمياه الصالحة للشرب.

تتعرض هذه الأنابيب بمختلف أنواعها من فترة لآخري عمليات الصدأ والتحلل البكتيري، لذا نلاحظ كثيرا ما يحدث كسر لهذه الأنابيب وتسرب المياه من خطوط التوزيع محدثاً ذلك تلوثا لهذه المياه فضلاً عن تقلص عمليات إمداد السكان بالمياه.

وتشمل هذه الدراسة طريقة معاملة وتخزين مياه الشرب للشركة، وكذلك طرق توزيع مياه الشرب لسكان مدينة أنجمينا، والأخطار الصحية المتوقعة جراء آليات التوزيع والتخزين والمعاملة.

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

موقع الدراسة Research Site

تقع مدينة أنجمينا على بعد نحو١٠٠ كيلومتر تقريباً في الناحية الجنوبية لبحيرة تشاد، عند نقطة إلتقاء نهري شاري ولوقون. في منطقة شبه مستوية السطح، يتقاطع عندها خط الطول ° ٢ ١٥° شرق مع دائرة العرض ٨° ١٢° شمالاً. تقع المدينة في منطقة تلتقي عندها الطرق البرية الداخلية، وفي ذات الوقت تعتبر البوابة الوسطى للطريق القاري، كما تقع المدينة في ملتقى الطرق النهرية، عند نقطة إلتقاء نهر شاري القادم من جمهورية إفريقيا الوسطى بنهر لوقون القادم من مرتفعات أدوما بدولة الكاميرون. وبواسطة الطريق المائي المؤدي إلى بحيرة تشاد، يمكن الإيصال بكل من دولتي النيجر ونيجيريا المجاورتين لتشاد.(صالح،٢٠١٤)

ويحد المدينة من الجنوب مدينة كوندول الواقعة (جنوب منطقة مندليا، وغرب نهر شاري وشرق نهر لوقون) ومن الشمال الشرقي مدينة الجرماية، ومن الغرب نهري شاري ولوقون، ومن الشرق مدينة اللنجا ، وهذه المدن منفصلة عنها تماماً نسبة لعدم وجود البنية التحتية الأساسية. وتعود أهمية مدينة أنجمينا إلى عاملين أساسيين :

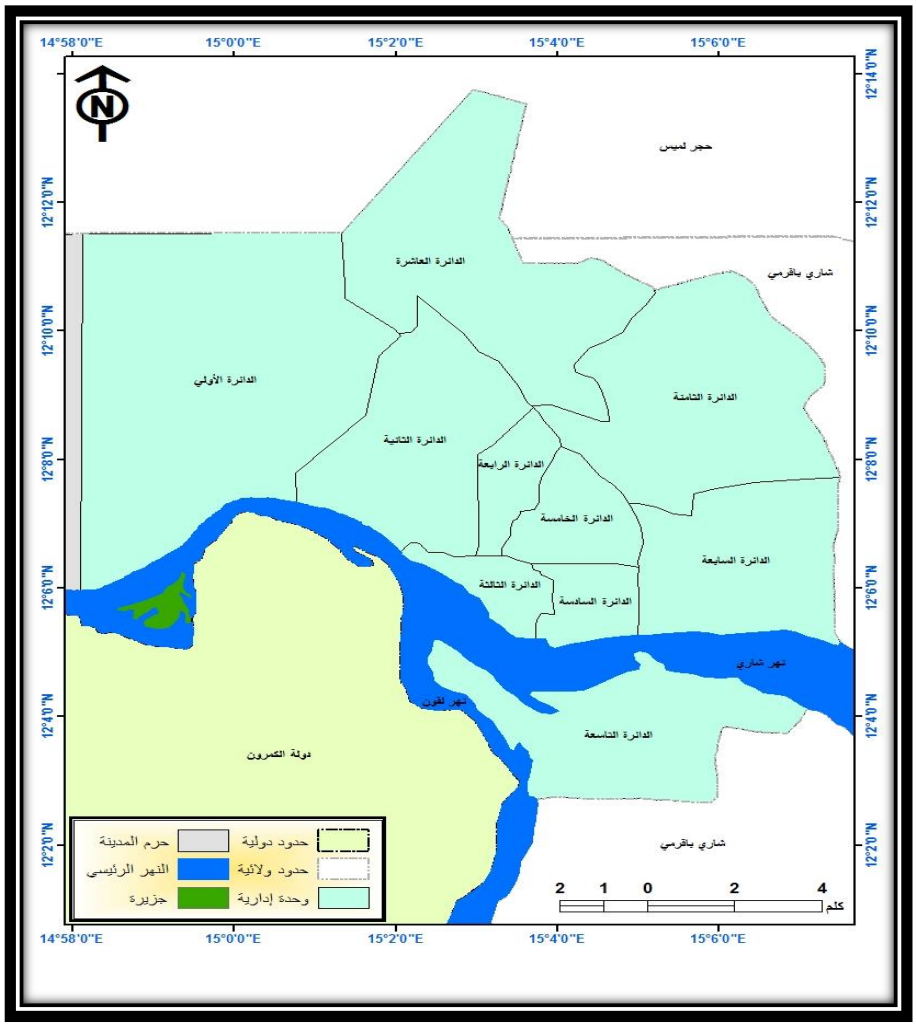
أولهما: موقعها في البلاد مما جعلها ملتقى طرق أو مفترق طرق تتجه إلى جميع أجزاء القارة في جزءها الشمالي.

- أما العامل الثاني فهو موضعها على دلتا نهر شاري وملتقى نهر شاري ولوقون مما وفر لها مصدراً هاماً للمياه ، وتربة خصبة، ووسيلة اتصال ببحيرة تشاد عندما كانت أكثر امتداداً (تقرير رقم ٠٤، ٢٠١٢، حول الخطة العامة لتحديث ونظافة وإصلاح مدينة أنجمينا.).

وهي العاصمة السياسية والإدارية. يتوزع سكان مدينة أنجمينا بشكل غير متساو في بلديات الدوائر العشرة.

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

يبلغ تعداد سكان مدينة أنجمينا حتى العام الماضي ٢٠٢٠م حوالي ١.٥٩٢.٢٥٨نسمة، موزعين على الدوائر العشر حسب الجدول التالي . (بركة، أمين إسماعيل، ٢٠٢٠م).



المصدر: هيئة مساحة بدولة تشاد

شكل ١: خريطة موقع الدراسة

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

جدول (١) سكان أنجمينا

بلديات الدائرة	عدد الأحياء	الحارات	عدد السكان
الأولى	١١	: الاي، أم سنيني، اربيب تيمان، جوقولي، فرشا، قيلمي، كركنجيري، ماجوري، ماسيلابكوما، ميليزي، زراف	١٢٥,٨٥٧
الثانية	٥	بولو، وجمب القاتو، قوجي، كليب مات، مرجان دفق	٩٩,١٧٥
الثالثة	٦	أمبسطتنا،أرديب جمال، حمب البحر، قاردولي، كابالاي، سابنقالي	٦٨,٤٩٦
الرابعة	٤	بلابلين، ناقا١، ناقال٢، ريبو	١٢٠,٦٠٩
الخامسة	٣	أم رقيبة، شان دي فيل، ريضينا	١٦٨,٩٤٣
السادسة	٢	مورسال ، باري كونقو	٧٦,١٤٧
السابعة	١١	حبينا، أم بطه، أم توكونج، عطرون، بوطه البقره، شقوا، ديمبي، قاسي، كيلويتيش ، كورمناجي، منجفة	٣٧٣,٥٩١
الثامنة	٦	أنقبو١، أنقبو٢، دقيل، نجاري، زعفاية شرق، زعفاية غرب	٣٠٩,٠٠٨
التاسعة	٧	قاردولي جديد، كابي، ديقنقالي، نقوما،نقيلي، توكرا،واليا	١٢٦,٥١٠
العاشرة	١١	الشوايل، جبل لوري، فاندوري، قاوي، قوجي شرفه، قوزالتور، حلي حجاج، لاماجي، مشاقه، وروله، ساجيري	١٢٣,٩٢٢
العدد الإجمالي لسكان مدينة أنجمينا			١,٥٩٢,٢٥٨

يلاحظ من الجدول (١) أن أكثر الدوائر كثافة سكانية هي الدائرة السابعة (٣٧٣.٥٩١) بعدد ١١ حارة، تليها بلدية الدائرة الثامنة (٣٠٩.٠٠٨) بعدد ٦ حارة، بينما الدوائر الأقل كثافة سكانية هي بلدبة الدائرة الثالثة (٦٨.٤٩٦) بعدد ٦ حارة، تليها بلدية الدائرة السادسة (٧٦.١٤٧) بعدد حارتين، ثم تليها الدائرة الثانية (٩٩.١٧٥). أما بلديات الدوائر المتبقية في ذات كثافة سكانية متوسطة'(الخامسة، التاسعة، الأولى، العاشرة ، والرابعة) (١٦٨.٩٤٣، ١٢٦.٥١٠، ١٢٥.٨٥٧،١٢٣.٩٢٢، ١٢٠.٦٠٩) على التوالي.. ومعلوم أن بلديات الدوائر الأكثر الكثافة السكنية تحتاج لاستهلاك كميات كبيرة من المياه، إلا أن مع معظم محطات ضخ وصهاريج مياه الشركة التشادية للمياه تتواجد في بلديات الدوائر (الأولى ، الثانية، الثالثة، السادسة ، والرابعة) أما الدوائر الجديدة (السابعة، الثامنة، العاشرة، الخامسة، والتاسعة) فيعتمد سكانها في مياه الشرب على حفر أبار ارتوازية خاصة بهم، في غالب الأحيان لا يتجاوز طول البئر ٣٠ متراً، وتستهلك بصورة مباشرة دون معاملتها ولا حتى الصيانة الدورية للخزانات البلاستيكية التي يستخدمها السكان في هذه الدوائر لتخزين المياه.

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

يتوزع سكان مدينة أنجمينا بشكل غير متساو على بلديات الدوائر العشرة . وأن الكثافة السكانية في الكيلومتر المربع الواحد تزيد ٩.٢ وأن الحجم المتوسط للأسرة في الأوساط الحضرية يساوي (٥.٢). معظم السكان يتمركزون في مركز مدينة أنجمينا والمناطق الشمالية المجاورة للمدينة، خاصة في الأحياء التالية : (أم رقيبة، رضينا، سانفيل شقوا، مرسال، ديمبي، كورمناجي، قاسي، أطرون، حبينا، قاسي، كيلويتي، دقيل، أنقبو، زعفاية شرق، زعفاية غرب، وأنجارى) ونجد ما يزيد قليلاً عن نصف سكان المدينة يقطنون في الدوائر السابعة، الثامنة، الخامسة. وذلك نسبة لقربهم من أماكن توفر الخدمات الأساسية (الإدارية، الاجتماعية، التعليمية، والصحية، الخ). بينما نجد أن عدد سكان الدائرة الثالثة قليل جداً (صالح، ٢٠١٤).

جدول (٢) : يوضح دوائر البلديات التي تتواجد فيها محطات ضخ مياه الشركة التشادية للمياه(STE).

اسم البئر	المكان (الحارة)	بلدية الدائرة
GD1	Gendarmerie	الثانية
GD7	CEG1	الثانية
GD8	Kleb – matt	الثانية
GD11	Lycée Liberté	الرابعة
GD16	TIT de Goudji	الثانية
GD21	Farcha	الأولى
GD21 bis	Farcha	الأولى
GD22	Bulding Mours	السادسة
GD23	Goudji	الثانية
GD23 bis	Goudji	الثانية
GD24	Centre STE	الثانية
GD25	Dembe	السابعة
GD26	Palais du 15 jen	الثامنة
Marche	Grand Marche	الثالثة
Koufra	A cote DTH	الثالثة
ENS2	Ecole de Centre	الثالثة
BGD	Béguinage ONDR	الثانية
GDB	Béguinage	الثانية
2 Ch jumells	Château rue 40	الثالثة
Marche à mil	Marche à mil	الثالثة

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

المطلب الأول: طريقة معاملة وتخزين مياه الشرب لمدينة أنجمينا

الشركة التشادية للمياه والكهرباء (STEE) تأسست في العام ١٩٨٤م، وأوكلت إليها مهمة إمداد سكان الدولة التشادية بالمياه والكهرباء، ولكن نسبة للزيادة المضطردة لعدد سكان مدينة أنجمينا، وللتوسع الذي تشهده المدينة أصبحت الشركة عاجزة لتوفير المياه والكهرباء لسكان العاصمة، الأمر الذي دفع السلطات العليا للبلاد لفصل الشركة إلى شركتين هما: الشركة التشادية للمياه (STE) والشركة الوطنية للكهرباء (SNE). وذلك في شهر مايو من العام ٢٠١٠م.

بالرغم من هذا الاهتمام لا زال انقطاع الكهرباء والماء بالبلاد يعاني من مشكلات تقنية وفنية متمثلة في :

- قدم مولدات الشركة الوطنية للكهرباء، وبالتالي تتعطل باستمرار.
- عدم الصيانة الدورية للمولدات قيد التشغيل بالشركة.
- انعدام الأيدي الفنية الوطنية الماهرة للتعامل مع الأجهزة.
- عدم زيادة حصة الوقود لمولدات الشركة، مسببا ذلك في قطع الكهرباء يوميا من سكان مدينة أنجمينا سيما في فصل الصيف.

كل هذه الأسباب وغيرها أثقلت كاهل المواطن التشادي الذي لم ينعم بتوفر أهم أساسين للحياة لا الكهرباء ولا المياه التي تعتمد شركتها على التيار الكهربائي لشركة الـ (SNE) في ضخ المياه وتوزيعها لسكان العاصمة.

تمد الشركة التشادية للمياه (STE) سكان مدينة أنجمينا بمياه الشرب من ١٧ بئر ارتوازية يتراوح عمق البئر الواحد مابين (٥٢ ـ ٧٠ متر) . في البداية يتم سحب الماء من البئر بواسطة الضاغط الالكتروني(Electropompe) إلي خزان المعاملة الباك (BAC) ذو سعة ٢٥٠ لتر.

تجرى عمليات معاملة المياه في خزان المعاملة بالكلور (Hypo Chlorique du Calcium) ($CaOCl_2$) لقتل الميكروبات وترسب بعض الأملاح الموجودة في الماء

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

ولمعرفة الخواص التالية : درجة الحرارة (T(C°)، درجة الحموضة pH، درجة الملوحة Sal ، قيمة الكائنات الكاملة (TAC)، العكارية Turb (NTV)

كما تجرى عمليات تحليل مياه محطات الضخ الـ (١٧) شهرياً وذلك لمعرفة نسبة العناصر الكيميائية والخواص التالية :

(pH,TC°,TAC,TH,Ca,Mg,CL,Fe,NH4,PO4,Zn,Br,Cu)

أما التحليل اليومي لمحطات الضخ يشمل الخواص التالية :

(pH, TC°, Turb, ECE,TAC,TH,TDS,Sal, TA,CLt, Clr;Ord,Sav;)

جدول(٣) يوضح مختلف محطات ضخ مياه الشركة التشادية للمياه بمدينة أنجمينا

اسم البئر	المكان (الحارة)	العمق (متر)	تاريخ التشغيل
GD1	Gendarmerie	70	1973
GD7	CEG1	61.5	1967
GD8	Kleb – matt	----	1987
GD11	Lycée Liberté	56.5	1967
GD16	TIT de Goudji	58	1967
GD21	Farcha	52	1975
GD21 bis	Farcha	66.5	1992
GD22	Bulding Mours	56.9	1987
GD23	Goudji	68.5	2003
GD23 bis	Goudji	66	1991
GD24	Centre STE	65	1996
GD25	Dembe	60	1996
GD26	Palais du 15 jen	67	1966
Marche	Grand Marche	53	1996
Koufra	A cote DTH	61	1966
ENS2	Ecole de Centre	60	1966
BGD	Béguinage ONDR	64.5	1966
GDB	Béguinage	61	1966
2 Ch jumells	Château rue 40	----	2002
Marche à mil	Marche à mil	71	1975

وحسب الجدول أعلاه فإن أقدم محطات ضخ المياه من حيث الإنشاء هي (BGD، Marche ، Koufra، ENS2،GDB) وكل هذه المحطات أنشأت في العام ١٩٦٦م. بينما أحدثها نشأة هي محطة ضخ (GD23 bis) والتي أنشأت في العام ٢٠٠٣م.

وللشركة التشادية للمياه (STE) ٦ صهاريج (Chateau) مياه بمدينة أنجمينا، مبنية من الخرسانة الأسمنتية المسلحة تتواجد هذه الصهاريج في المحطات التالية: (2 Ch jumells، BGD، Marche à mil، GD21،GD1) فقط ٣ خزانات قيد التشغيل الآن وهي : (خران واحد من 2 Ch jumells، GD21،GD1) بينما خزان Marche à mil يعمل بصورة جزئية.

كما أن للشركة خزان أرضي واحد (beach) يوجد هذا الخزان في محطة الضخ (GD22) وهذا الخزان الأرضي أيضا عاطل عن العمل منذ فترة.

تمتلك الشركة التشادية للمياه (STE) ٣٣ محطة ضخ للمياه بمدينة أنجمينا، كما تمتلك ٤٠ بئرا ارتوازياً. تتوزع من ١- ٣ بئراً في محطات الضخ الـ ٣٣.

فمثلاً المحطات التالية: (GD22،GD23، GD24، GD26، 2 Ch jumells) بها بئر بين ارتوازيين.

عملية كلورة المياه Water Chloration:

خلط المياه بالكلور يتم بواسطة جهاز الخلط (Agitateur) وتتم معاملة المياه يوميا في كل خزان المعاملة(الباك BAC) بعد معاملة المياه بالكلور تسحب إلى الخزان الأرضي أو الصهريج (Chatau) بواسطة جهاز السحب (Aspirateur) مستوى (سعة) كل من الخزان الأرضي أو الصهريج (Chateau) حوالي ١٧م.

قبل توزيع مياه الشرب إلى السكان من الخزان الأرضي أو الصهريج تقوم الشركة التشادية للمياه بمعرفة مواصفات معينة وهى المواصفات التي حددتها منظمة الصحة العالمية (WHO) لمياه الشرب بغية معرفة الحدود المسموح بها للخواص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للمياه الصالحة للشرب.

معرفة المواصفات العضوية للمياه ضرورية، نسبة لأن بعض المواد العضوية أو غير العضوية ضارة بصحة الإنسان ويجب أن تكون الخواص الفيزيوكيميائية ثابتة .

الماء الصالح للشرب يجب أن يكون خالي من الكائنات الحية الدقيقة وخاصة التي تسبب الإمراض مثل الكوليرا، الحمى التيفودية، الأمراض الباطنية، السرطان....الخ.

فلذا تقوم الشركة العاملة في مجال تحليل المياه بتعقيمها أي معاملتها بالكلور بعد استخراجها من الآبار ، البحار أو المسطحات المائية .

في هذه المرحلة (مرحلة معاملة المياه بالكلور) تهدف إلى تعقيم المياه والتخلص من الإحياء الدقيقة مثل البكتيريا، الفطريات،الطحالب والأحياء البحرية المجهرية والتي قد تسبب للإنسان أمراض مختلفة وقد تؤدى إلى تغيير وطعم ولون ورائحة الماء. يضاف الكلور على هيئة هيبو كلوريد الكالسيوم (Hypo Chlorique du Calcium) آو على صورة كلور غاز سائل ($CaOCl_2$) ويتم في هذه المرحلة التخلص أكثر من ٩٠٪ من المواد العالقة بالمياه.

في حالة المياه قليلة يمكن استخدام غاز الأوزون (O_3) أو الأشعة فوق البنفسجية (Ultra Violete) بدلا في بعض الدول. بعد التعقيم يتم ترشيح المياه خلال المرشحات الدقيقة (Filter) للتخلص من كل ما تبقى من المواد (عالقة ورغوية) في حالة تغيير مواصفات الماء يضخ الهواء لأكسدة الأملاح الموجودة وبعد ذلك يتم مرورها بالمرشحات الدقيقة .تستخدم الشركة التشادية للمياه (STE) مضخات سحب المياه من الآبار، تقوم هذه المضخات أثناء سحبها للمياه بحجز الأجسام الطافية والتخلص من العوالق ذات الأحجام الكبيرة، ومن ثم إلى خزان المعاملة (الباك) للتخلص من الأحياء الدقيقة بإضافة الكلور.

يجرى موظفو الشركة التشادية للمياه (STE) تحليل المياه بعد سحبها من الآبار وبعد إضافة الكلور للتعرف على خصائص الطبيعية والفيزيوكيميائية والبيولوجية وهى الخطوات التي قمنا بها في بحثنا هذا.

ويتم تحليل المياه غير المعاملة بالكلور (Eau brute) مباشرة بعد سحبها من البئر كما يتم تحليل الماء المعاملة بالكلور بعد ٢٤ ساعة من سحبه.

إن معرفة خواص الماء (ماء الشرب) والإلمام بها له أهمية قصوى في عدة محاور أهمها:

إدارة واستخدام المياه مثل المعرفة التي تجعل الباحث يقيم حجم التلوث وتحديد طبيعته وعينات أخذ المياه لإجراء الاختبارات والتحكم الجيد وإنشاء وتصميم وحدات الاستعذاب والتقنية (وحدات التحليل) والمعالجة الصحيحة والمستدامة والتخلص النهائي من المواد الصلبة الذائبة أو العلقة وتفعيل أوجه القياس والتحكم وضبط الجودة ووضع الأطر الكفيلة بتطويرها وتنفيذها وتطبيقها. والإبقاء بمتطلبات ماء عذب ذو نوعية (طبيعية وكيميائية وحيوية) مقبولة لاستخدامها في عمليات صناعية أو للاستعمالات المنزلية.

من أهداف تحلية الماء أو استعذابه :

- فصل المواد العالقة والطافية في الماء
- إزالة المواد الغروية والمواد ذات الأحجام الصغيرة مثل الرمل والطين
- التخلص من المواد الصلبة الذائبة العضوية وغير العضوية
- إزالة الغازات الذائبة غير المرغوبة مثل غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) والامونيا(NH_3)
- التخلص من المواد التي تؤثر على لون وطعم ورائحة الماء
- مواكبة وتطبيق التشريعات والقوانين الدولية ذات الصلة بالمياه

المطلب الثاني: طريقة توزيع المياه لسكان العاصمة أنجمينا

بعد عملية المياه بالهيبو كلوريد الكالسيوم (**Hypo Chlorique du Calcium**) يتم توزيع المياه إلى سكان العاصمة من الخزانات الأرضي أو من الخزان العلوي (الصهريج) الخزانان مصنوعان من الخرسانة الأسمنتية المسلحة ويستعمل الخزان الأرضي عادة في حالة وجود منطقة مرتفعة. وفي هذه الحالة تنساب المياه من الخزان للتوزيع تحت الجاذبية الأرضية وتحت ضغط مناسب، ويعتبر مثل هذا الخزان من ارخص الخزانات لعدم احتياجه إلى طاقة كبيرة أو إضافية

ولسهولة عملية صيانته وتشغيله مما لا يحتاج إلى توظيف قوة فنية ماهرة مدربة الأمر الذي يقلل من تكاليف التشغيل.

يتم ضخ المياه إلى صهريج عالي ثم ينساب الماء منه بالجاذبية الأرضية وبالخواص الالتصاقية والارتباطية للماء إلى المستهلكين عبر مصدر تتفرع منه أنابيب فرعية،

تمتلك شركة المياه التشادية (STE) ١٧ محطة ضخ في مختلف حارات العاصمة لتوزيع المياه، تختلف هذه المحطات في أعماقها فأكثرها عمقا هي محطة توزيع (GD1) والتي يصل عمقها إلى ٧٠متراً. واقلها عمقا هي محطة (GD21) في حارة فرشا والتي يصل عمقها إلى ٥٢مترا وهى الآن لا تعمل كما أن هذه المحطات تختلف في عام إنشاؤها .ففي عام ١٩٦٦م أنشأت المحطات التالية'(GDB,BEG,ENS2,Koufra) وكل هذه المحطات الآن متعطلة ماعدا محطة السوق المركزي (Marche) هي التي تعمل، وآخر محطة أنشأت هي محطة (GD23) بحارة قجى وذلك في عام ٢٠٠٣م. (تقرير رقم ١٢،٢٠١٨، للشركة التشادية للمياه)

شبكة توزيع المياه للشركة التشادية (STE) تتصل بها أنابيب تأخذ مياهها من المصدر (AC) أحيانا يتدفق أو يأتي من أنابيب بلاستيكية ذات سعة وأحجام متباينة تتراوح ما بين (٢٥-٥٠سم) إلى داخل الحارات، وهناك نوعين من شبكات التوزيع لشركة الـ (STE)

١- الشبكة المرتبطة (المتداخلة أو المتشابكة) Le Reseau maille :

وتجد هذه الشبكة عدة أنابيب مرتبطة بمصدر واحد فقط، وضغط الماء في هذه الشبكة عاليا.

٢- الشبكة غير المرتبطة Le Reseau Ramifie :

وفى هذه الشبكة هناك أنبوب واحد يعتبر كمصدر تتفرع منه عدة أنابيب مختلفة الاتجاهات وفي حالة قلة الماء من المصدر فان المستهلك القريب من المصدر

سيحصل على الماء من المستهلك البعيد وعادة ما يكون ضغط الماء في مثل هذه الشبكة ضعيفا بالمقارنة مع الشبكة المرتبطة. وهذا النوع من التوزيع هو الأكثر استعمالا في مدينة أنجمينا

في حالة عطل ناتج من (كسر أو تأكل ... الخ) احد الأنابيب التي تلي الأنبوب المكسور. كثيراً ما نلاحظ تدفق الماء في حارات وشوارع المدينة.

معظم الأنابيب التي تستعملها الشركة التشادية للمياه (STE) عبارة عن أنابيب مصنوعة من الحديد ومثل هذه الأنابيب تكون عرضة لعمليات الصدأ(التآكل) حيث تتكون أكاسيد الحديدوز. وبسبب هذا الصدأ يحدث انفجار للأنابيب وخاصة أثناء الليل وعندما يكون الضغط مرتفعا بسبب تسرب عناصر غير مرغوبة فيها مثل خلط الماء العذب ببعض أملاح التربة (الطين) وبقايا الصدأ أو ترسب القشور في الأنابيب من المواد العالقة والغذائية في الماء، مما يقلل من جودته وصلاحيته. (أرشيف الشركة التشادية للمياه)

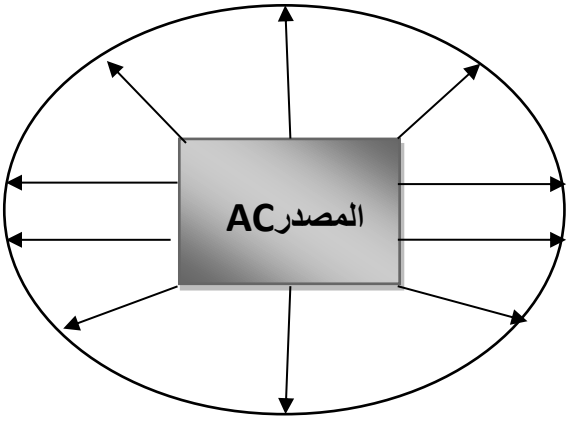
تعتبر زيادة نسب بعض المواد عن النسب السائدة في المياه دليلا على تلوث تلك المياه أو مياه نلك المنطقة .

تعتمد أقصى درجة لتركيز الأملاح المسموح بها في مياه الشرب على نوع الملح والاستهلاك اليومي للاستخدام في الشرب، الصناعة، الزراعة، ومختلف الأغراض.

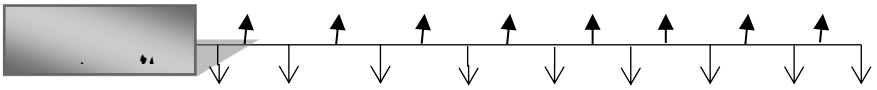
المياه الجوفية (الآبار) والتي تحتوى على تركيز عالي من كبريتات الكالسيوم والمغنيزيوم غالبا ما تسبب الإسهال ولكن هناك مياه (مياه معدنية أو طبيعية) تحتوى على أكثر من ٥٠٠-٢٥٠٠ ملغ / لتر من الأملاح الذائبة ويتناولها الإنسان (الرعاة) ولم تظهر عليهم أي تأثير ممرض، بل هذه المياه الطبيعية أصبحت مصدراً لعلاج بعض الأمراض كالشلل والضغط الشرياني. وعليه ربما يتوقف تأثير الأملاح الذائبة في المياه على نوع المناخ وطبيعة العمل التي يقوم بها الإنسان، وبالتالي استعمال المياه السطحية المالحة في المناطق الصحراوية (منطقة تيبستي) لها منافع

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

صحية للإنسان ويمكن أن يتخلص جسم الإنسان من هذه الأملاح عن طريق العرق والتبول (ماهر، محمد الدالي، ٢٠١٢م، صـ٢٥.)



الشبكة المرتبطة Le Reseau maille



الشبكة غير المرتبطة Le Reseau Ramifie

١- الشبكة غير المرتبطة (Le Reseau Ramifie) :

يصلح هذا النظام لمدن أو مناطق لا يوجد بها تخطيط جيد وطرق محددة. للنظام خط رئيسي يمر عبر منتصف المدينة أو المنطقة' ويتناقص قطره بانتظام ليتفرع منه خطوط فرعية ومن ثم تتفرع منه التوصيلات الأخرى.

- من محاسن هذا النظام التوزيعي :
  - ✓ قلة تكاليف الأشياء نسبيا
  - ✓ بساطة التوزيع
  - ✓ سهولة تصدير التدفق والضغط فيه نسبيا لاحتوائه على عدد قليل من صمامات توزيع شبكة الأنابيب
  - ✓ انسياب المياه في نفس الاتجاه مما يسمح بوجود أنبوب واحد لتغذية المنطقة .
- ومن أهم عيوب هذا النظام :

- ✓ ركود المياه في النهايات الميتة.
- ✓ مما يؤدى إلى تراكم المترسبات والنمو الحيوي.
- ✓ انبعاث الروائح الكريهة والمذاق البغيض نسبة لغياب النظافة المنطقة .
- ✓ القطع العام للماء عند حدوث أي عطل أو صيانة في الخط الرئيسي ويتطلب ضغط عالي في حالة إمداد مناطق جديدة

٢- الشبكة المرتبطة (المتداخلة أو المتشابكة)Le Reseau maille :

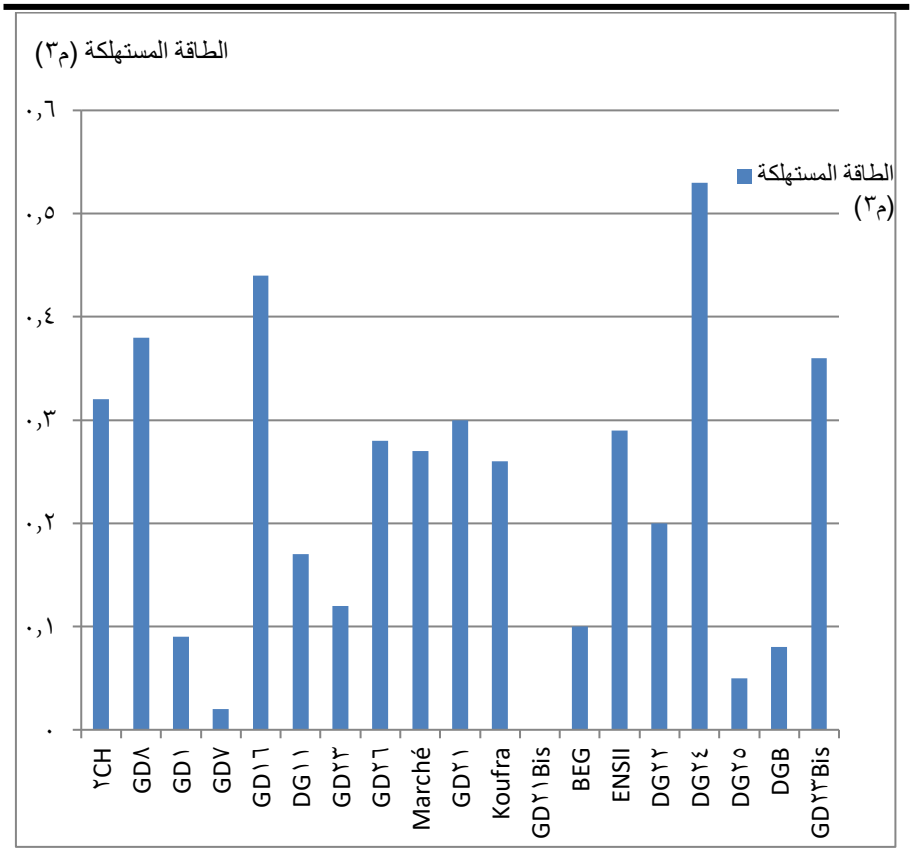
فهو عبارة عن شجرة المصدر، الساق الأساسي للنظام' إما المواسير فهي عبارة عن فروع.

- ○ ومن محاسن هذا النظام :
- ✓ انه في حالة الطوارئ وعمليات الصيانة في أي جزء منه لا يؤثر في الأجزاء الأخرى لان الماء يصل إلى للمستهلك بأكثر من اتجاه واحد.
- ○ أما عيوب هذا النظام فتتمثل في:
- ✓ صعوبة حساب عدد الأنابيب نسبة لوجود عدة صمامات في الأنابيب الفرعية، ويجب أن تكون هناك صمامات لطرد الهواء في المناطق العالية.
- ✓ التكلفة الفنية العالية لعمليات الصيانة.
- ✓ في حالة انقطاع ماء المصدر يؤدى إلى انقطاع الماء عند المستهلكين،

لكي تفي الشركة بالمياه للسكان تستخدم شركة الـ (STE) نظام الحنفيات لإمداد سكان المناطق التي لم يتم فيها تخطيط أي مناطق السكان العشوائية ويعتبر نظام الحنفيات نظام مؤقت ريثما يتم توصيل الماء لكل فرد أو منزل بعد تخطيط المنطقة وهذا النظام يجد القبول من عدة أفراد لعدة عوامل:

- ▪ التكلفة العالية للتوصيل المنزلي نسبة لتشتت المنازل أي عشوائية السكن.
- ▪ صعوبة الحصول على الطاقة اللازمة (الكهرباء) لمثل هذه المنطقة.
- ▪ عدم وجود أدوات الاتصال اللازمة في حالة الطوارئ. والكوادر المؤهلة في هذه المنطقة أثناء فترة الليل.

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)



شكل ٢ : يوضح استهلاك الطاقة قي محطات الشركة التشادية للمياه بالمتر المكعب (أرشيف الشركة التشادية للمياه)

يمكن إزالة عسر الماء بطرق عدية، منها:

- إضافة الصودا الكاوية لإزالة العسر المؤقت أو الدائم، تساعد في قتل الجراثيم ذلك نسبة لعلو الرقم الهيدروجيني المواكب لهذه العملية، وكما تساعد في إزالة الحديد وينتج منها شبه إزالة المركبات العضوية عن طريق الترسيب كما في المعادلات التالية، ويمكن أن تساعد في انخفاض درجة تركيز العناصر السامة، مثل (Pb, Hg، Zn).

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

- كبريتات الصوديوم

$$CaSo_{4+}\ Na_2Co_3 \longrightarrow CaCo_3\downarrow + Na_2So_4$$

- كلوريد الصوديوم

$$CaCo3 + 2NaCl \longrightarrow CaCl2\downarrow + 2Na2Co3$$

- الغلي يعكر كربونات الكالسيوم فقط ولا يؤثر على كربونات المغنيزيوم

$$CaHCo3 \longrightarrow CaCO2+H2O + Co2$$

- وفي هذه الحالة كربونات الكالسيوم غير قابلة للذوبان، فلذا يمكن إزالتها بواسطة الترشيح.
- ويمكن إضافة الجير الذي يؤدي إلى تحويل بيكربونات الكالسيوم إلى كربونات الكالسيوم المترسبة.

$$Co2 + Ça\ (OH)\ 2 \longrightarrow CaCO3\downarrow + H2O$$

$$Ca2(OH)2 + ça\ (Hco3)\ 2 \longrightarrow 2CaCo3\downarrow + 2H2O$$

$$Mg\ (Hco3)\ 2 + ça\ (OH)2 \longrightarrow MgCo3 + 2H2O + CaCo3\downarrow$$

وإضافة المزيد من الجير يعمل على تكوين أيون الهيدروكسيد الذي يعمل على تحويل كربونات المغنيزيوم إلى هيدروكسيد المغنيزيوم غير قابل للذوبان. تتواجد الأملاح الذائبة في الماء على صورة أيونات، هذه الأيونات منها أيونات موجبة (Cation) مثل أيونات الصوديوم Na والكالسيوم Ca والمغنيزيوم Mg والبوتاسيوم K، والنحاس Cu، والحديدFe، والألمونيوم Al، والكربونات Co_3، ومنها أيونات سالبة (Anion) وهي الكلوريد Cl، والكبريتات So_4، والنترات No_3، والنتريت No_2. (حسان، حكيم محمد، ٢٠١٩، صـ٩٨)

تقوم هذه الأيونات المختلفة في محلول الماء بتوصيل الكهرباء، وقد تختلف هذه الأيونات على قدرتها على توصيل الكهرباء، التوصيل الكهربي في المحاليل هو عبارة عن مقلوب المقاومة الكهربية للمحلول عند درجة حرارة ٢٥°م بين قطبين مساحة كل منها ١ سم^{٢} والمسافة بينهما ١سم. تم قياس التوصيل الكهربي لمياه الآبار قبل وبعد معاملتها بالكلور بالجهاز (Appareil multiparametre). ويتميز الماء المالح بأنه جيد التوصيل الكهربي نسبة لكثرة أيونات المواد الذائبة فيه، بالإضافة إلى ذلك تحتوي مياه هذه الآبار على أيونات المغنيزيوم بكميات أقل من أملاح الكالسيوم. (طاهر، مبروك الهادي، ٢٠١٠، صـ ٣٦)

من المعلوم أن ما يربو على أكثر من ٥٠٪ من كل الأمراض المعوية المعروفة إلى يومنا هذا، لها علاقة باستخدام مياه غير مأمونة صحياً أو نوع ردئ. من المسببات المرضية على صحة الإنسان والمنقولة بالمياه هي البكتيريا، والفيروسات، والديدان، وبعض الفطريات.

تصل هذه الكائنات المجهرية إلى المياه الجوفية والآبار الضحلة نتيجة لعدم وجود نظم الصرف الصحي الجيدة والمراحيض المناسبة بالمنطقة. (نبيل، نوري عيسى، ٢٠١٦م، صـ ٣٥)

في أنحاء مختلفة من العاصمة نلاحظ تبرز الناس في العراء، ومراحيض منشأة بالقرب من مصادر المياه، من هنا تنتقل المسببات المرضية (بيضها – واسبوراتها) إلى المياه الجوفية حيث تصل مثل هذه المياه إلى المستهلك. فلذا لابد من التحليل الميكروبيولوجي لهذه المياه لمعرفة هذه المسببات. (قمر، محمد قمر، ٢٠١٧م ،بحث دكتوراه : صـ ٥٨)

عادة تستعمل بعض الميكروبات في التحليل الميكروبيولوجي كمؤشر لوجود مثل هذه المسببات المرضية. مثلاً البكتيريا القولونية E-Coli Coliformes وFeecal التي توجد في براز الإنسان وروث الحيوان، وتستخدم كمؤشر للتلوث ألبرازي. في التحليل البكتيري استخدمنا وسط Coliformes لمعرفة البكتيريا القولونية

Feecal – streptococci وذلك لمعرفة مستوى التلوث البرازي للمياه من هذه الميكروبات الضارة. النتائج التي تحصلنا عليها من هذه التحليلات. في كل محطات ضخ مياه الشركة التشادية للمياه. وجد أن التحاليل كانت سالبة، ما عدا محطة سوق الغلال وجد في مياهها بكتيريا معوية الشكل Colformes. ويمكن إيضاح تلوث هذه المياه بهذه البكتيريا، بأن هذه المحطة توجد في منطقة منخفضة وتنتهي عندها مجرى صرف مياه وبقايا الاستعمالات المنزلية (المراحيض وفضلات المأكولات) بحارة رضينا، فلذا تتسرب مثل هذه البكتيريا مع مياه الصرف إلى الحوض الجوفي (البئر). (قمر، محمد قمر، ٢٠٠٥م، ص١٩.)

يتم التخلص من هذه البكتيريا بإضافة المضاد الحيوي ضد هذه البكتيريا والذي يسمى بـ (Enti–Coliformes). وبإضافة الكلور للمرة الثانية بمقاديير مناسبة لقتل هذه الميكروبات. من الجداول المعاملة بالكلور تعتبر المياه التي تستخرجها شركة STE من محطاتها (الآبار المنتشرة داخل مدينة أنجمينا ذات ملوحة منخفضة (جزء من المليون) أما المياه التي تمدها الشركة لسكان المدينة توفي شروط منظمة الصحة العالمية (غرام / لتر) (قمر، محمد قمر، ٢٠٠٥م، ص١٩)

التوصيات Recommendations:

من خلال هذه الدراسة يوصي الباحث بالتالي:

- استحداث وإصلاح شبكات توزيع مياه الشركة التشادية للمياه، وذلك من خلال إزاله جميع الأنابيب الحديدية والنحاسية التي تآكلت وتصدأت مسببة التسرب المستمر للمياه وتلوث المياه أيضاً.
- إنشاء المزيد من محطات الضخ والصهاريج (Chateau) تلبية للطلب المتزايد لسكان مدينة أنجمينا للمياه.
- ضرورة استخدام التقنيات الحديثة لمعالجة مياه الشركة كطريقة التناضح العكسي، أو استخدام غاز الأوزون، الخ.

- وضع خطة عشرية للشركة التشادية للمياه تماشياً من الزيادة المضطردة للكثافة السكانية بمدينة أنجمينا.
- ضرورة إجراء التحاليل الفيزيوكيميائية والمايكروبيولوجية الضرورية لتحديد صلاحية ونقاء المياه بغية استهلاكها بصورة آمنة.
- ضرورة زيادة أعماق الآبار الارتوازية للشركة التشادية للمياه .
- محاولة إيجاد مصادر أخرى بديلة للمياه، كاستغلال مياه نهري شاري ولوقون في بعض الاستخدامات، لان مصادر المياه الموجودة التي تستعملها الشركة غير كافية لحل إشكالية نقص مياه الشرب لمدينة أنجمينا.
- إيجاد مصدر طاقة دائم أخر كاستخدام الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح أو شراء مولدات كهربائية خاصة بالشركة التشادية للمياه، بدل الاعتماد على التيار الكهربائي للشركة الوطنية للكهرباء الذي ينقطع باستمرار.

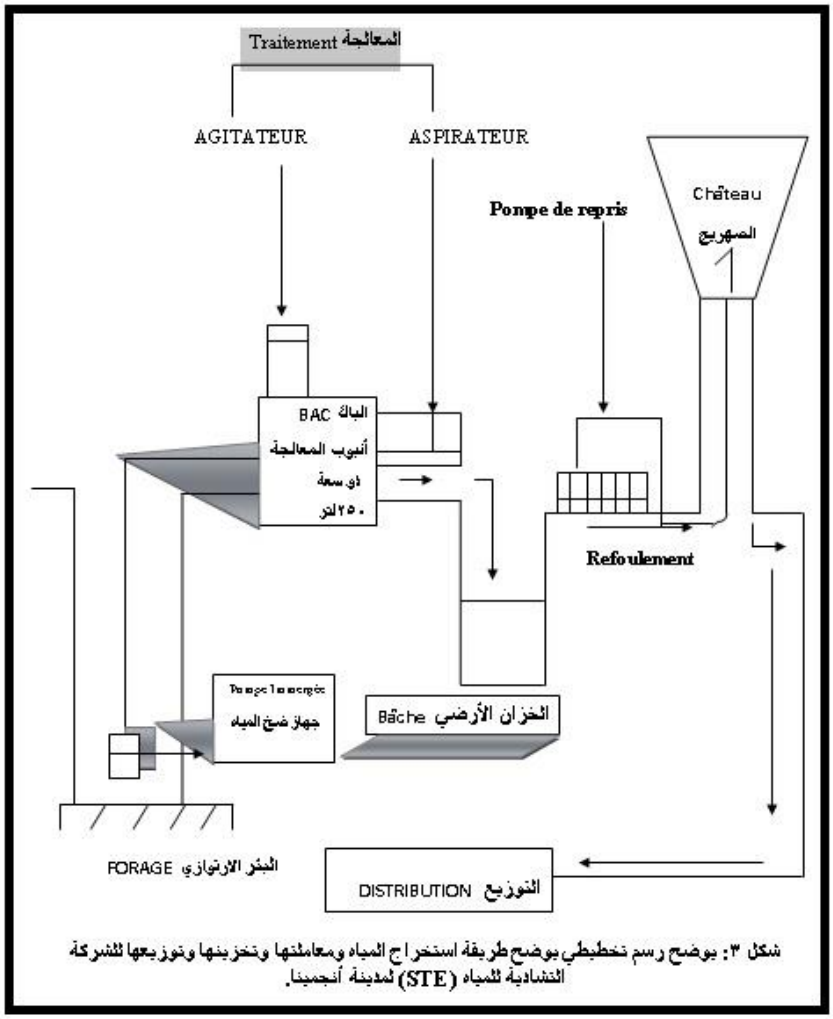
المراجع والمصادر References :

- **المراجع:**

- أمين إسماعيل بركة، إنتاج الصمغ العربي في تشاد، ٢٠٢٠م، مركز المنى الثقافي – تشاد.
- حكيم محمد حسان، معالجة المياه الصالحة للشرب، ٢٠١٩، الدار العربية للنشر والتوزيع، بيروت – لبنات .
- عبد الله بخيت صالح، مدينة أنجمينا نشأتها وتطوره وتركيبها المورفولوجي (دراسة تحليلية تطبيقية في جغرافية المدن) بورصة الكتب للنشر والتوزيع، القاهرة – جمهورية مصر العربية.
- قمر، محمد قمر، تأثير مياه الصرف الصحي على الزراعة والصحة " تقدير الخصائص الفيزيوكيميائية والبيوكيميائية والمايكروبيولوجية " بحث دكتوراه غير منشور، فبراير ٢٠١٧م، أكاديمية السودان للعلوم – الخرطوم – السودان.
- مبروك الهادي طاهر، معالجة عسر المياه، ٢٠١٠م، منشورات جامعة عمر المختار – البيضاء – ليبيا.
- محمد الدالي ماهر، أملاح المياه الجوفية والسطحية، ٢٠١٢م، الدار العالمية للنشر والتوزيع، القاهرة – جمهورية مصر العربية.
- نوري عيسى نبيل، ممرضات مياه الشرب، ٢٠١٥م، الدار العربية للنشر، بيروت – لبنان .

Journal home page : https://mkgc.journals.ekb.eg/
ISSN : 2357-0091 (Print) 2735-5284 (Online)

- **المصادر :**
- تقرير رقم ٠٤ / ٢٠١٢، حول الخطة العامة لتحديث ونظافة وإصلاح مدينة أنجمينا. بلدية مدينة أنجمينا.
- تقرير رقم ٠٩ / ٢٠١١ ، تصريف مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار، بلدية أنجمينا
- أرشيف الشركة التشادية للمياه
- قمر محمد قمر، دراسة المحتوى الميكروبي لمياه محطات الضخ للشركة التشادية للمياه، ٢٠٠٦م، بحث غير منشور.



شكل ٣: يوضح رسم تخطيطي يوضح طريقة استخراج المياه ومعالجتها وتخزينها وتوزيعها للشركة التشادية للمياه (STE) لمدينة أنجمينا.