تلوث نهر شاري في تشاد بمياه الصرف الصحي

دكتور /قمر محمد قمر
محاضر العلوم البيئية بقسم علوم الحياة والأرض بالمعهد العالي لإعداد المعلمين بانجمينا
مندوب الاتصال بالالية الإفريقية للتقييم من قبل النظراء بجمهورية تشاد

الملخص Abstract

هذه الورقة البحثية العملية التي نستعرضها في فعاليات المؤتمر الجغرافي الدولي الثالث لمركز البحوث الجغرافية والكارثوجرافية حول موضوع : جودة الحياة والبيئة والتنمية في العالم العربي وإفريقيا. المعنونة بـــ: تلوث مياه نهر شاري في تشاد بمياه الصرف الصحي.

هذه الورقة هي عبارة عن بحث يعرض أهم المشكلات البيئية التي تعد مصدراً للعديد من المشاكل الصحية التي يعاني منها سكان مدينة أنجمينا الذين يستهلكون الخضروات المزروعة على شواطئ نهر شاري، وتتناول هذه الورقة البحثية في محتواها منبع وروافد وسواحل نهر شاري. كما تستعرض تعريف مياه الصرف الصحي مكوناتها، خصائصها، وتأثيراتها على الكائنات المائية في النهر. كما تدرس هذه الورقة محاولة الدولة التشادية في كيفية التخلص من الصرف الصحي بمدينة أنجمينا. من خلال الدراسات المحلية التي تهدف للمساهمة في إيجاد وسائل وآليات يمكن استخدامها في مجال تصريف مياه الأمطار والصرف الصحي، بغية تحسين الظروف الصحية، والاجتماعية، والاقتصادية لسكان مدينة أنجمينا.

إن تدفق مياه الصرف الصحي إلى مياه نهر شاري قد يعرضه لخطر التلوث بمسببات للأمراض كما أنها تؤثر على سلامة الحياة المائية النهر.

وركزت هذه الورقة على استعراض مسار نهر شاري من المنبع إلى المصب (بحيرة تشاد) وخصائص الأنهار التشادية، إضافة لتعريف ومكونات وخصائص ومخاطر مياه الصرف الصحي، واليات التخلص السليم من هذه المياه الملوثة. كما توجت الورقة البحثية بالنتائج واالتوصيات العلمية والعملية من أجل تفادي هذه المخاطر.

مقدمة عامة :General Introduction

في الدولة التشادية تقدر مياه الصرف الصحي بكميات كبيرة تصل لملايين الأمتار المكعبة سنوياً، وفي المقابل لم تضع الدولة أي خطة وطنية علمية للتعامل مع هذه الكميات وفقًا لتحقيق الجودة البيئية للنهر والاستخدام المستدام للثروة المائية. كما هو معمول به في بعض الدول المتقدمة. تستخدم هذه مياه نهر شاري الملوثة مباشرة في ري الحقول ومزارع الخضروات على شواطئ النهر. وتتميز مياه الصرف الصحي (الخام) باحتوائها على العديد من المعادن الثقيلة ك (الكادميوم Cd، الرصاصPb

الألمونيوم Al، الزرنيخ Ar، الحديد Fe، المنجنيزMn...الخ) وتمتع هذه المعادن بخاصية التراكم الحيوي في أجسام الكائنات الحية. وبالتالي لها مخاطر على صحة جميع الكائنات الحية. فضلاً عن احتوائها على كائنات حية دقيقة ضارة للإنسان والحيوان .

ولذلك فان إعادة استخدام هذه المياه في الزراعة يتوقف على مجموعة من العوامل منها: درجة المعالجة، أنواع النباتات، الإحتياجات البيئية والصحية، طرق الري المناسبة، قوام الترب،...الخ. كما يستخدم بعض المزارعين هذه المياه الملوثة في ري مزارعهم، بالإضافة إلى إستخدامها في أنشطة مختلفة كصناعة طوب البناء، وبناء منازل الطين، فضلاً عن شرب بعض الحيوانات كالأبقار والأغنام لهذه المياه. الأمر الذي يهدد حياة الكائنات المائية على الخطر فضلا عن الإضرار الصحية التي بمستخدمي هذه المياه لمختلف الأغراض.

المبحث الأول:
نهر شاري: منبعه، وروافده

تشاد تعتبر دولة حبيسة (ليس لها منفذ بحري) كما أن الأنهار التي تجري في حوض تشاد كلها ذات تصريفات داخلية تنتهي في بحيرات مغلقة، وتنقسم إلى نوعين: أنهار دائمة الجريان وأنهار موسمية الجريان.

أولاً: الأنهار الدائمة الجريان:

١- نهر شاري:

هو من أعظم أنهار تشاد، وسادس الأنهار الإفريقية طولاً بعد نهر النيل، الكونقو، النيجر، الزمبيزي . السنقال، ويتقاسم مع نهر الفولتا نفس الطول. كما أنه النهر الوحيد في إفريقيا ذو التصريف الداخلي ويبلغ طوله ١٢٠٠كلم، ومساحة حوض النهر ٥٤٨.٧٤٧ كيلومتر مربع.

ينبع نهر شاري من أراضي جمهورية إفريقيا الوسطى(جنوب تشاد)، حيث يتلقى المياه من المرتفعات التي توزع المياه بين نهر النيل ونهر الكونقو، ويسير نهر النيل من منبعه صوب الشمال الغربي وعند وصوله منطقة الحدود السياسية الفاصلة بين تشاد وإفريقيا الوسطى ينضم إليه نهر آووك الذي يساير حدود الدولتين، ثم يلتقي بنهر كيتا عند مدينة سار الجنوبية ، ويلتقي بنهر السلامات إلى الشمال قليلاً من مدينة سار. ثم يتابع سيره إلى مدينة أنجمينا عاصمة جمهورية تشاد وعندها يلتقي بنهر لوقون الذي يشكل حدوداً طبيعية بين تشاد والكاميرون ويستمر النهر في جريانه على الحدود بين البلدين ليصب في بحيرة تشاد.(صالح،٢٠١٠)

يتركز معظم سكان تشاد حول هذا النهر بما فيهم سكان مدينة سار ثالث كبرى مدن تشاد. ويغذي نهر شاري بحيرة تشاد بنحو ٩٠% من المياه. يشكل هذا النهر مورد اقتصادي مهم للثروة السمكية.

٢- نهر لوقون:

ينبع هذا النهر من مرتفعات آداماوا في شمال وسط الكاميرون ويبلغ طوله ٧٩٠ كلم مربع، وله روافد عديدة أهمها أنهار بيندي وممبيري وليم ونيا .

جدول رقم (١) : يوضح المقارنة بين نهر شاري مع الأنهار الإفريقية الكبرى من حيث الطول ومساحة النهر وعدد الروافد والسدود والخزانات التي أنشأت على مجاريها.

ر.م	النهر	الطول/كلم	مساحة الحوض/كلم٢	الروافد الرئيسية	السدود والخزانات على مجرى النهر
١	النيـــــــل	٦٦٧١	٣٦٠٠٠	النيل الأزرق،السوباط،عطبرة	أسوان ٢١٠٠ميجوات ١٠كيلوات
٢	الكونقـــو	٤٧٠٠	٤٠٠٠.٠٠٠	كساي،أوبنجي،سانجا،سوماني	إنقا ١٨٠٠ميقاوات ٣٠مليون كيلوات
٣	النيـــجـــر	٤٢٠٠	١٥٠٠.٠٠٠	باني،كادونا،بنيوي	كانجي ٢٨٠ ميقاوات
٤	الزمبيزي	٢٧٠٠	١٢٤٠٠٠٠	أوفكانجو،كواندو،كافو،لاوانجا	كاريبا ٧٥٠ ميقاوات كابورباسا
٥	السنقـــــال	١٧٠٠	٣٤٥٠٠٠	فاليمي،كوليمبيني،كاركورو	.....
٦	الفـــولـــتا	١٢٠٠	٣٧٠٠٠٠	أوتي	أوكوسومبو ٧٩٢كيلوات
٧	شـــــــاري	١٢٠٠	٢٣٨٠٠٠٠	لوقون،تانجلي،بحرسار،ماندول	.....

صورة رقم (١): توضح مسار منبع ومصب نهر شاري

روافد نهر شاري:

يمثل نهر لوقون الرافد الرئيسي لنهر شاري، حيث يلتقي به عند مدينة أنجمينا – عاصمة تشاد من جهة الجنوب الغربي فيشكلان مثلثاً- أي دلتا، ومنها يواصل نهر شاري سيره نحو المصب (بحيرة تشاد) . هذا ويصل أعلى مستوى فيضان نهري شاري ولوقون في شهري أكتوبر ونوفمبر من كل عام، بينما يصل أدنى انخفاض لهما في شهر يونيو .

ويشكل نهر لوقون الحدود الفاصلة بين تشاد والكمرون لمسافات طويلة. كما انه نهر صالح للملاحة من المنبع حتى المصب.لنهر شاري روافد من الجهتين الشرقية والغربية.(قمر،٢٠١٥)

- **روافد نهر شاري الشرقية:(بحر السلامات، نهر كيتا ، نهر أووك،).**

وتنبع هذه الأنهار الموسمية الثلاثة من مرتفعات وداي، ومن منطقة المستنقعات في جنوب شرق تشاد وتغذي نهر شاري في مجراه الأوسط في جنوب البلاد:

١- **بحر أووك:** يساير الحدود السياسية بين تشاد ودولة إفريقيا الوسطى لمسافة طويلة تقدر بأكثر من ٣٠٠ كلم. ويتألف منبع هذا النهر بدوره من ثلاثة أودية موسمية تنبع من الطرف الجنوبي الغربي لهضبة وداي بالقرب من منطقة فونقورو التي تقع على ارتفاع ٥٠٨ متراً فوق مستوى سطح البحر، ويجري هذا النهر الموسمي في اتجاه عام من الشرق إلى الغرب، ليصب في نهر شاري عند نقطة توغله للحدود السياسية الدولية لتشاد مع إفريقيا الوسطى.

٢- **بحر كيتا:** ينبع هذا النهر من المنطقة السهلية شبه المستوية المحصورة بين مدينة أم التيمان – حاضرة ولاية السلامات، ومدينة حراز منقنج كمقاطعة تابعة لولاية السلامات في الجزء الجنوبي للولاية، وتعرف بسهل السلامات، ويجري بحر كيتا في اتجاه عام من الشرق إلى الغرب لمسافة تقدر بأكثر من ٢٠٠ كلم.

٣- **بحر السلامات:** يعد هذا البحر من الأنهار الموسمية التي تقطع مسافات طويلة جداً من اليابسة، ولهذا النهر مسميات عديدة حيث تبدأ منابعه العليا من منطقة جنوب مدينة أدري في الوسط الشرقي لتشاد. ويساير الحدود السياسية الدولية التشادية السودانية. ويلتقي به وادي كجا القادم من غرب السودان، فيلتقيان ويشكلان مجرى مائياً واحداً عميقاً يمر جنوب مدينة أم التيمان مباشرة . ويسمى النهر في هذا القطاع ببحر أزوم الذي يلتقي به بدوره بحر أزرق القادم من الأطراف الجنوبية الغربية لهضبة وداي، وبعد ذلك ينضم إليهما وادي أبوديه (الزباط) التابعة لولاية السلامات، إضافة لبحر كوروم، القادمان من المنحدر الجنوبي لجبال قيرا في الوسط بولاية قيرا، ويسمى هذا النهر في مجراه الأدنى ببحر السلامات الذي يصب في نهر شاري شمال مدينة سار الجنوبية.

- **بحر الرقيق :** لا يعتبر هذا النهر رافداً من روافد نهر شاري، وإنما هو فرع متفرع منه عند نقطة إلتقاء نهر شاري برافده الموسمي (بحر السلامات) فيتجه بحر الرقيق بعد تفرعه عن نهر شاري من جهة الميمنة شمالاً لمسافة تقدر بأكثر من ٤٠٠ كلم ثم يعرج غرباً عند مدينة ماسينيا حاضرة ولاية شاري باقرمي، ليلتقي بنهر شاري مرة أخرى على بعد ١٥٠ كلم جنوب مدينة أنجمينا.

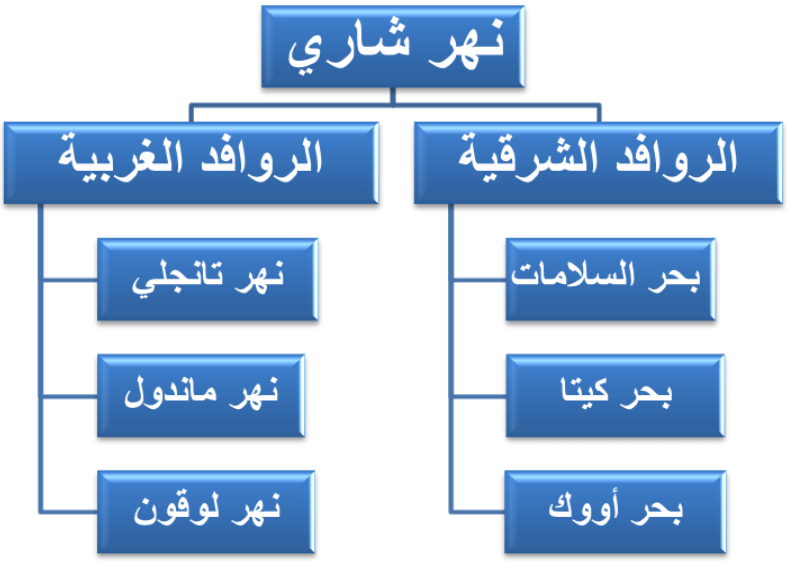
- **روافد نهر شاري الغربية:**

١- **نهر لوقون:** أبرز الروافد الغربية لنهر شاري، ولكن هناك انهار أخرى من الناحية الغربية تساهم في تدفق المياه لنهر شاري وهي:

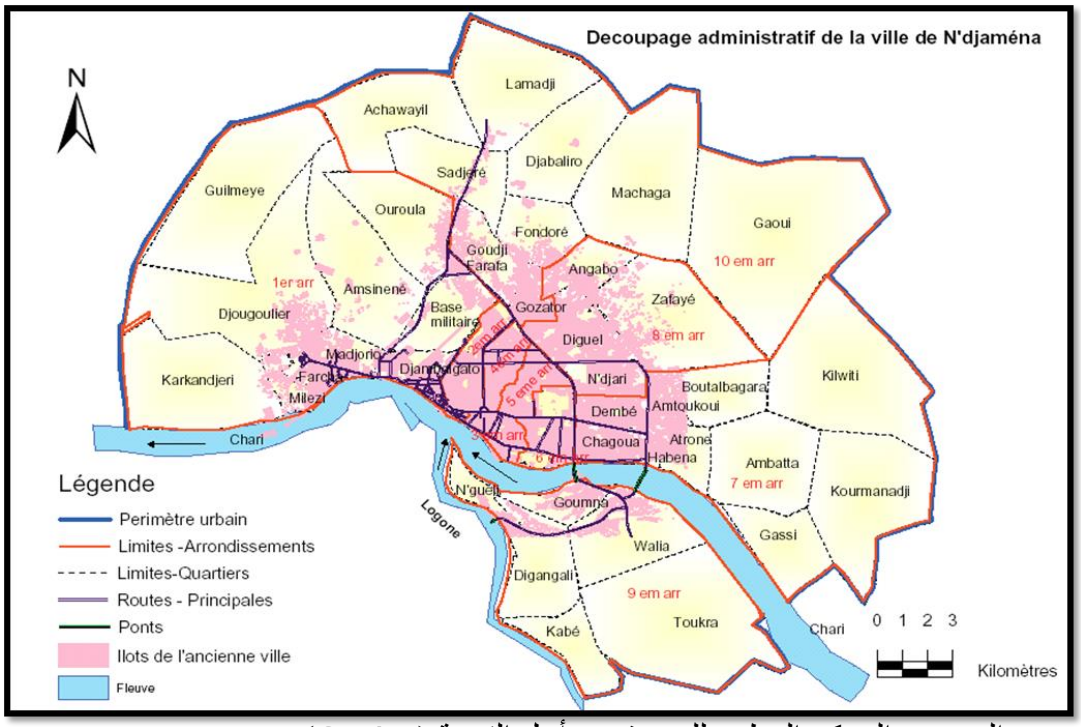
٢- **نهر ماندول:** ينبع هذا النهر من أراضي جمهورية إفريقيا الوسطى ويجري لمسافة تقدر بـــــ ٣٠٠ كلم من المنبع إلى المصب، حيث يمر عند إختراقه الأراضي التشادية بشرق مدينة كمرا – حاضرة ولاية ماندول، ويصب في نهر شاري من الاتجاه الجنوبي الغربي إلى الناحية الشمالية لمدينة سار – حاضرة ولاية شاري الأوسط .

٣- **نهر تانجلي:** ينبع هذا النهر من داخل الأراضي التشادية شرق مدينة أمباينمار في أقصى الجنوب الغربي من منطقة طينية تتخلها قطاعات غابية مدارية كثيفة. ويمتاز هذا النهر بضيق في المجرى ويتفرع النهر في القطاع الأوسط إلى مجموعة من المجاري المائية الضيقة التي تجري جنباً إلى جنب ثم تلتقي مرة أخرى في المجرى الرئيسي، ويصب في نهر لوقون على بعد حوالي ٥٠ كلم شمال مدينة لاي – حاضرة ولاية تانجلي، ويمتاز هذا النهر باحمرار لون مياهه قبل التقاءه بنهر لوقون وذلك لأن حوضه يجري في منطقة طينية تسود فيها ترب اللتريت الحمراء (الغنية بأكاسيد الحديد والألمونيوم). (صالح،٢٠١٠)

شكل رقم (١) : يوضح روافد نهر شاري الشرقية والغربية



خريطة رقم (١) توضح طبوغرافية مدينة أنجمينا (ومسار موقع الدراسة (نهر شاري)



المصدر: المركز الوطني للبحوث من أجل التنمية (CNAR)

ثانياً: الأنهار والأودية الموسمية في تشاد:

هناك الكثير من الأنهار والأودية الموسمية الجريان، التي تجري في فصل هطول الأمطار، وتجف في فصل الشتاء وأهمها:

١- **وادي البطحاء:** يعتبر المجرى المائي الأكثر أهمية من بين جميع الأودية الموسمية ينبع من مرتفعات وداي ويجري من جهة الشرق إلى الغرب ويقدر طوله ب ٥٠٠ كلم يمتلئ مجراه بالمياه من شهر يونيو إلى سبتمبر، ويصب في بحيرة فتري في وسط البلاد.

٢- **بحر الغزال :** يسمى هذا البحر ببحر السرو أيضاً وهو عبارة عن مجرى مائي جاف وعميق يصل بحيرة تشاد بمنخفض الجراب. ولا يفيض إلا نادراً عندما يكون فيضان نهر شاري كبيراً لدرجة أن المياه تزيد عن طاقة استيعاب حوض بحيرة تشاد، فتتجه المياه الفائضة إلى منخفض البوديل (الجراب) عبر بحر الغزال، إلا أن جريان المياه في مجرى هذا النهر الجاف قد يحدث مرة واحدة أو مرتين فقط على مدى قرن كامل. ويعد منخفض الجراب الذي يعرف أحياناً بمنخفض البوديل أكثر المناطق إنخفاضاً في منطقة حوض تشاد، إذ لا يتجاوز منسوبه عن ١٦٠ متراً فوق سطح البحر. وبهذا يعد أخفض منطقة في القارة الإفريقية إطلاقاً.(صالح،٢٠١٠)

والى جانب هذه المجاري الموسمية السالفة الذكر توجد العديد من الأودية الموسمية التي تنحدر من الهضاب والمرتفعات في كافة أنحاء تشاد، إذ تنحدر من جبال تبستي أودية قصيرة أهمها: وادي أنقارا، ووادي يبقي، وواي بارداقي وهذه الأودية الثلاثة تنهر في مجاري قصيرة ناحية الشمال بينما ينحدر منها أيضا وادي تيدوقورا وكل من وادي ميسكي ووادي مارو جنوب جبال تبستي.

كما تنحدر من هضبة وداي أيضاً مجموعة من الأودية أهمها: وادي البطيحة على بعد ٣٢ كلم جنوب مدينة أبشة – حاضرة ولاية وداي. وروافده الثلاثة (وادي مجوبك، وادي دلال، ووادي صبار) وتأتي هذه الروافد من وراء الحدود السياسية لتشاد مع السودان، وينتهي وادي البطيحة في منطقة شبه مستوية شرق مدينة أم حجر في منطقة كترو فلاته بالإضافة إلى وادي ارشي ووادي هواش ووادي هشيم ووداي قاما ووادي فيرا شرق مدينة بلتن وتجري هذه الأودية من الشرق تجاه الغرب. وتنحدر من هضبة وداي في الشرق مجموعة أودية أخرى تجري في الاتجاه الغربي أهمها: وادي حداد، ووادي ريما، وادي عني إلى جانب البطحاء، وبحر أزوم وبحر أزرق إضافة إلى وادي كجا ووادي هور اللذين ينحدران تجاه الشرق وهذين الأخيرين يسايران الحدود الشرقية لتشاد في القطاع الحدودي الأوسط.(قمر، ٢٠١٥)

<u>خصائص الأنهار التشادية:</u>

١- تخلو مجاريها من الجنادل والشلالات من المنابع العليا حتى المصب.
٢- تكثر في مجرى نهر شاري الجزر الترابية التي تكونت بفعل تغيير النهر لمجراه على مدى أكثر من ١٠٠٠ عام.

٣- تجري في مجاري أرضية ضيقة في بعض قطاعاتها.
٤- تنبت في مجاريها الأعشاب والنباتات النهرية.
٥- تكثر بها الثروة السمكية.
٦- لم تنشأ السدود والخزانات في مجرى نهر شاري وروافده.

المبحث الثاني
مياه الصرف الصحي: تعريفها، مكوناتها، خصائصها، تأثيراتها

يتكون الصرف الصحي Wastewater من المياه المستخدمة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ وكذلك المياه المستخدمة في بعض الورش والمصانع الصغيرة ومحطات الوقود التي تقع داخل المدينة . تحتوي هذه المياه الملوثة علي نسبة عالية من الماء ٩٩.٩ والنسبة المتبقية مواد صلبة علي هيئة مواد غروية عالقة وذائبة (عبد الماجد، ٢٠٠١). والتي تشمل المواد التالية:

- ✓ الكربوهيدرات: وتشمل السكريات الأحادية والثنائية والنشا والسليلوز.
- ✓ أحماض عضوية: مثل حمض الفورميك, بروبونيك وغيرها .
- ✓ أملاح أحماض عضوية .
- ✓ الدهون والشحوم.
- ✓ المركبات العضوية النتروجينية وتشمل البروتينيات .
- ✓ الأصباغ.
- ✓ الأملاح المعدنية.
- ✓ مواد أخرى.

كما تحتوي تحتوي على خليطاً من الملوثات، وبعض المواد النافعة، مثل الأملاح والمضادات الحيوية، ومواد تعطل عمل الغدد الصماء، وعناصر مسببة للأمراض مثل الكوليرا والإسهال. هذه الملوثات تتسبب في وفاة حوالي مليون إنسان سنوياً، كما تعتبر العامل الأكثر تسبباً في وفيات الأطفال في العالم.(مجدي، ٢٠٠٨).

إن تدفق مياه الصرف إلى المياه السطحية قد يعرضها لخطر التلوث بالعضويات المسببة للأمراض والبقايا القابلة للطفو كما يعرضها للترسبات وبالتالي ظهور حالات غير مناسبة. كما أنها تؤثر على سلامة الحياة المائية. ظهور حالات نمو الطحالب في هذه المياه السطحية. إن ظاهرة النمو الطحلبي Eutrophication (بسبب الوفرة الغذائية) هي عملية نمو طبيعي ضمن المياه، وذلك بسبب تزايد النشاط الحيوي. تتصف المياه ذات النمو الطحلبي بوجود أعشاب مائية وأشنات طحلبية ذات تراكيز عالية. إن موت هذه العضويات يؤدي إلى ترسبها إلى القاع ومن ثم تحللها و تأكسدها مما يؤدي في النهاية إلى استهلاك الأكسجين المنحل المتوفر بالمياه وبالتالي ظهور ظروف لاهوائية إستثنائية ينعدم فيها الأوكسجين في القاع مترافقة مع روائح كريهة.

كما أن ظاهرة النمو الطحلبي للأشنات تتأثر بدورة الليل والنهار بشكل كبير من حيث محتوى الأكسجين المنحل في الوسط. ففي النهار يتم إنتاج الأكسجين بسبب التمثيل الضوئي في النباتات وفي الليل يتم استهلاكه. وترتبط سرعة النمو الطحلبي بزيادة المغذيات الأساسية في الناتج النهائي من محطات المعالجة. أما الفسفور والأزوت فهما المغذيان الرئيسيان المسببان لظاهرة النمو الطحلبي ولذلك فإن إزالتهما من محطات المعالجة سيحد من هذه الظاهرة. (العاقل،٢٠٠٨).

مشكلة مياه الصرف الصحي غير المعالجة تزداد حدتها في كثير من المراكز السكنية حين تدخل الملوثات بدون معالجة إلى الأنهار والبحيرات، وفي كثير من البلدان النامية التي لا تمتلك مجاري مائية وشبكات لصرف فضلات البيوت، تحفر عادة أحواض مغلقة لكل مسكن تتجمع فيها الفضلات، وتنظف عدة مرات في السنة ، والمشكلة هنا تنبثق من تسرب المياه الملوثة إلى طبقات التربة والمياه الباطنية . وتبقي الفضلات الصلبة في الخزانات والتي تنقل بطرق بدائية إلى مراكز خارج المدن أو ترمى في المجاري المائية كالأنهار.(زكي،١٩٩٩).

أهم الخواص الطبيعية لمياه الصرف الصحي:

١- **اللون:** تتميز مياه الصرف الصحي الحديثة بلون رمادي إلى حد ما، يشبه محلول الصابون الضعيف. ثم مع مرور الوقت يبدأ في التعفن (Putrefacation) والتحول إلى اللون الأسود .أما إذا بدأ فيه التحلل فيصبح أكثر سواداً، وقد يتحول لونه إلى لون آخر في حالة اختلاطه بمياه الصرف الصناعي.

٢- **الرائحة:** مياه الصرف الصحي الحديثة لها رائحة مبتذلة (Musty) لكنها ليست منفرة، ولكن مع بدء التعفن تصبح رائحتها منفرة خلا ٣-٤ أسابيع إذ يتم استهلاك كل الأكسجين الموجود في مياه الصرف الصحي، حيث تبدأ في إظهار الرائحة المنفرة لكبريتيد الهيدروجين والمركبات الكبريتية الأخرى الناتجة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية. الروائح المنفرة يمكن أن تكون ضارة بأشكال متعددة

- ✓ **فقد الشهية**
- ✓ **إعاقة التنفس**
- ✓ **إضطرابات ذهنية**
- ✓ **حدوث تقيئ،..الخ.**

لهذا فإن إبعاد الروائح المنفرة أصبح ضرورة حتمية في تصميم وتشغيل نظم جمع ومعالجة والتخلص من مياه الصرف الصحي خليل.

٣- **درجة الحرارة:** درجة حرارة مياه الصرف الصحي أعلى من درجة حرارة إمدادات المياه، وذلك بسبب إضافة المياه الساخنة من الأنشطة المنزلية والصناعية. وأن التغير في درجة الحرارة له تأثيرات عديدة لمياه الصرف. إذ أن إرتفاع درجة الحرارة يزيد من لزوجة مياه الصرف وبالتالي يزيد ترسب الأجسام العالقة، بينما درجة الحرارة

المنخفضة جداً تؤثر سلباً على كفاءة الترسيب. كذلك يزداد نشاط البكتيريا مع ارتفاع درجة الحرارة حتى ٦٠° م، وبعدها يقل النشاط. أما إذابة الغازات في مياه الصرف الصحي فتقل مع إرتفاع درجة الحرارة، مما يتسبب في طرد الأكسجين المذاب والغازات الأخرى من مياه الصرف الصحي، وبالتالي تنخفض عملية التنقية الذاتية للمجاري المائية ويزداد نمو البكتيريا، مما يؤدي إلى زيادة معدل التفاعلات البيوكيميائية المصاحبة لارتفاع درجة الحرارة، ويؤدي ذلك إلى خفض كمية الأكسجين المذاب في المياه السطحية.

٤- **العكارة:** إن العكارة تعتمد على كمية المواد الصلبة العالقة. وتعتبر مقياس لخاصية إنبعاث الضوء من مياه الصرف الصحي. وإن زيادة تركيز مياه الصرف الصحي يعني زيادة العكارة.

٥- **درجة الحموضة (الرقم الهيدروجيني) pH:** مياه الصرف الصحي الحديثة بصفة عامة تكون ذات طبيعة قلوية حيث يتراوح رقمها الهيدروجيني ما بين (٧.٣-٧.٥) ولكن مع مرور الوقت ينخفض الرقم الهيدروجيني بسبب إنتاج الأحماض بفعل البكتيريا. وحتى تصبح مياه الصرف ثابتة نسبياً يجب أن تصبح قلوية ثانية. التركيز المرتفع سواءً للأحماض (pH<7) أو للقلويات (pH>7) للرقم الهيدروجيني هو مؤشر لوجود مخلفات الصرف الصناعي بمياه الصرف الصحي، (خليل،٢٠٠٧).

٦- **المعادن الثقيلة Heavy Metals:**

المعادن الثقيلة هي مجموعة من العناصر النادرة التي توجد بكميات قليلة ولكن لها تأثيرات سمية على النبات و الحيوانات إذا وجدت في المياه بتركيزات تفوق الحدود الحرجة. وهي المعادن التي تزيد كثافتها عن كثافة الماء خمس مرات، وتتصف بأنها ثابتة بمعنى أنها لا تستهلك في جسم الإنسان خلال سلسلة الغذاء، أي لها خاصية التراكم الحيوي **(Bioaccumulation)** والذي يعني زيادة في تركيز مادة كيميائية في الكائن الحي على مر الزمن، مقارنة مع تركيز المادة الكيميائية في البيئة. (خليل،٢٠٠٧، مرجع سابق).

ويشير مصطلح **Heavy Metals** إلى أي عنصر كيميائي معدني يحتوي على كثافة عالية نسبياً وغير سامة أو سامة في تركيزات منخفضة. وبعض لهذه المعادن الثقيلة لها وظيفة في الجسم مثل (النحاس، السيلينيوم، والزنك) فهي ضرورية للحفاظ على عملية التمثيل الغذائي للجسم البشري. أما وجودها بتركيزات أعلى يؤدي إلى التسمم. إضافة إلى كونها شديدة السمية، وتدخل إلى الجسم بطرق مختلفة منها الشم أو الهضم أو الامتصاص عن طريق الجلد فإذا كان معدل دخولها إلى الجسم أسرع من قدرته على إزالتها فإنها تتراكم لتصل إلى الحد الخطر.(زكي،١٩٩٩).

كما تحتوي مياه الصرف الصحي على العديد من المعادن الثقيلة ك(الكادميوم Cd، الرصاصPb الألمونيوم Al، الزرنيخ Ar، الحديد Fe، المنجنيزMn...الخ) لها

خاصية التراكم الحيوي بأجسام الكائنات الحية. وبالتالي لها مخاطر على صحة جميع الكائنات الحية.

المبحث الثالث:
طرق التخلص من مياه الصرف الصحي بمدينة أنجمينا

أعدت دراسة نظرية على المستوى المحلي للتعامل والتخلص من مياه الصرف الصحي، تضمنت هذه الدراسة ثلاثة مراحل أساسية هي:

- **وضع الخطة العامة، وتشخيص برنامج استثماري.**
- **إعداد دراسات جدوى فنية واجتماعية واقتصادية تراعى فيها الأولويات.**
- **إعداد الدراسات الفنية والتقنية المفصلة.**

هدفت هذه الدراسة للمساهمة في إيجاد وسائل وآليات يمكن إستخدامها في مجال تصريف مياه الأمطار والصرف الصحي، بغية تحسين الظروف الصحية، والإجتماعية، والاقتصادية لسكان مدينة أنجمينا. كما ركزت على تحديد إطار متجانس يسع تدخل جميع المهتمين بهذا القطاع، حيث يمكن اقتراح حلول عقلانية ومنطقية ومناسبة، تمكن من إيجاد حلول جذرية مشكلات تصريف مياه الأمطار التي تختلط بمياه الصرف الصحي، والتي تشكل مخاطر حقيقة لصحة المواطن، وتنذر بكوارث بيئية وصحية (تقرير رقم ٠٩ لبلدية أنجمينا، ٢٠١١).

أن ظاهرة التلوث البيئي (تلوث المياه) في مدينة أنجمينا ترجع للأسباب التالية :

- قلة مجاري تصريف الصرف الصحي(التالفة) أو ما يسمى محلياً(بالكانيفوهات) .
- تراكم النفايات والقمامة التي يلقيها سكان المدينة في الميادين العامة وفي الشوارع.
- إنتشار التلوث الجرثومي عبر الفيروسات والطفيليات والجراثيم التي تتكاثر في المجاري المائية المفتوحة، سيما في فصل الخريف.
- إنتشار العديد من الأمراض مثل الملاريا، حمى التيفويد والكوليرا، والبلهارسيا، وغيرها من الأمراض الموسمية، نتيجة لوجود المجاري المائية المكشوفة، والتخلص غير السليم لمياه الصرف.
- التوزيع غير المتجانس لسكان المدينة عن الدوائر البلدية العشرة.
- عدم تعاون سكان مدينة أنجمينا مع برامج الحكومة في صون البيئة من التلوث.

(صالح،٢٠٠٥)**وأكدت نتائج العديد من الدراسات المحلية عن أسباب تلوث مياه الانهار بمدينة أنجمينا بان:**

- التلوث في مدينة أنجمينا منتشر بشكل واسع وكبير جداً، بمختلف أنماطه، وبدرجات متفاوتة.
- إنتشار مكبات الأوساخ العشوائية وعدم التخلص منها أدى إلى تولد الفئران والقوارض، وإنتشارها.

- في معظم المنازل بمدينة أنجمينا. فضلاً عن أن هذه المكبات، أصبحت ملجأ للمشردين واللقطاء.
- نهر شاري يتعرض لوابل من المخلفات الصلبة والسائلة،وتتدفق فيه مياه الصرف الصحي غير المعالجة، خاصة من قبل السكان المجاورون له.
- إنعدام مجاري تصريف مياه الصرف الصحي، وإنعدام مجاري تصريف مياه الأمطار، أدى إلى تلوث الهواء بروائح المخلفات الصلبة، خاصة في فصل الخريف.
- مياه الآبار الارتوازية بمدينة أنجمينا غير صالحة للشرب بسبب تداخلها مع مياه الصرف الصحي، خاصة في بعض أحياء الدوائر التي تنعدم فيها مجاري تصريف مياه الصرف الصحي.
- إن السبب الرئيس لإنتشار الأمراض الوبائية بمدينة أنجمينا، هو إرتفاع نسبة تلوث المياه والأغذية. (ساكن،٢٠٠٨)

مدينة أنجمينا كغيرها من عواصم الدول الإفريقية تعاني من المشكلات المتعلقة بالصرف الصحي، والحفاظ على بيئة المدينة بالصورة المطلوبة. إذ لا تزال مشكلة مياه الصرف الصحي معقدة. فضلاً عن الأسلوب السيئ للتخلص من الفضلات، وتجميع القمامة، وتصريف المياه الراكدة في المجاري المائية القديمة وغيرها من المشكلات الصحية التي يعاني منها مواطن العاصمة. فضلاً عن عدم وجود أي وحدة معالجة لمياه الصرف الصحي فيها. (تقرير رقم ٠٤ لبلدية أنجمينا، ٢٠١٢).

- وعلى الرغم من المجهودات التي تبذلها بلدية مدينة أنجمينا لحل مشكلة تصريف مياه الصرف الصحي، إلا أن قدرتها أصبحت محدودة جداً، وذلك نسبة لشح الإمكانيات وقلة الموارد البشرية الفنية المدربة، فضلاً عن قلة الخبراء والفنيين المختصين في هذا المجال إضافة إلى قلة الوعي وإنعدام الثقافة البيئية لدى المواطن، سيما في الأحياء الشعبية الفقيرة، والتي تستخدم فيها أساليب غير صحية للتخلص من مياه الصرف الصحي، والأوساخ والفضلات المختلفة، وذلك برميها في عرض الشوارع والأزقة والمساحات الخالية وخلف المؤسسات العامة كالمراكز الاجتماعية والمدارس والميادين الرياضية،...الخ.

إستناداً على إحصائية بلدية مدينة أنجمينا، فإن المدينة تنتج في اليوم الواحد حوالي ٩٠٠٠ طن من الأوساخ والفضلات والمخلفات . (تقرير رقم ٠٤ لبلدية أنجمينا، ٢٠١٢).

في الوقت الراهن تعمل بلدية مدينة أنجمينا جاهدة وبإمكانيات متواضعة لمجابهة هذا الواقع. أما بخصوص تصريف مياه الصرف الصحي الضارة، فتوجد شبكات رئيسية من المجاري تشمل بعض حارات المدينة. فالشبكة الأولى تعبر أحياء(سينقالي، مرجان دفق، لكيلير، كليب مات) وتلتقي بترعة سان مارتين، ومن ثم تصب في نهر شاري عبر شبكة مجاري أرضية غير جيدة (PNUD,2011) .

أما الشبكة الثانية فتعبر أحياء (بلابلين، مرجان دفق، بلولو) وتلتقي بالشبكة الأولى في شارع السلطان قاورنق الأول. والشبكة الثالثة تعبر أحياء(أمبسطنا، قردولي، جمب البحر) مروراً بوزارة الشؤون الخارجية والتكامل الإفريقي، وهذه الأخيرة تلتقي أيضاً بالشبكة الأرضية في شارع السلطان قاورنق الأول تحت الأرض، في المجرى الرئيسي لتصريف المياه الضارة الذي يصب في نهر شاري. هذا بالإضافة إلى العديد من مجاري التصريف المفتوحة أو ما يسمى (بالكانيفوهات) أو المجاري الفرعية في شوارع الأحياء. (تقرير رقم ٠٤ لبلدية أنجمينا، ٢٠١٢).

هذه الشبكات تنعدم في بعض الأحياء مثل (رضينا، أم رقيبة، ديمبى، ريبو١، ريبو٢، سانفيل) ونتيجة لخلو هذه الأحياء من مجاري تصريف مياه الصرف الصحي، يقوم السكان بالتخلص من المياه الضارة ومياه الصرف الصحي بصبها في الشوارع، مما يتسبب في مشاكل صحية وتكاثر وإنتشار الباعوض والطفيليات والبكتيريا الضارة، وإنبعاث الروائح الكريهة من المجاري الترابية . هذه المجاري الترابية لا يتعدى عمقها نصف المتر، وقلما تنساب المياه الضارة والملوثة في هذه المجاري نتيجة لتراكم الأوساخ والأكياس البلاستيكية، والقمامة. وهذه من أكبر وأعظم مشاكل مدينة أنجمينا.(صالح،٢٠١٤).

نجم عما ذكر ما يعرف بخطر ثالوث الأمراض القاتلة (الملاريا، الحمى التيفودية، الكوليرا)، وغيرها من الأمراض المستوطنة والموسمية والتي تتسبب في موت المئات من سكان المدينة سنوياً. لذا أصدرت البلدية قراراً يمنع أسلوب تصريف مياه الصرف الصحي من المنازل لتختلط بمياه الأمطار لتمر عبر المجاري المائية المفتوحة لتصب في نهر شاري دون المرور بأي وحدة معالجة (صالح،٢٠١٢).

إلا أن مثل هذا القرار يصعب تنفيذه،لأن ٧٠% من سكان مدينة أنجمينا من الفقراء، ليس بمقدورهم بناء آبار أسمنتية كوسائل للتخلص من مياه الصرف الصحي (تقرير رقم ٠٤ لبلدية أنجمينا، ٢٠١٢).

النتائج Rusalts :

١- لا توجد في مدينة أنجمينا أي وحدة معالجة لمياه الصرف الصحي القادمة من المستشفيات، المراكز الصحية، الصيدليات، المحلات الصناعية، مصنع الخمور،المطاعم، الأسواق، الفنادق، المنازل.

٢- تصب مياه الصرف من مصادرها في مجاري مائية مفتوحة تمتد على طول وعرض شوارع العاصمة أنجمينا،هذه المجاري تصب مياهها في مجاري مائية اكبر حجماً، لينتهي المطاف بالاخيرة في نهر شاري.

٣- مياه الصرف الصحي التي تقذف باستمرار في نهر شاري سببت في موت مختلف الثروة السمكية الموجودة في النهر، وهجرة ما تبقى منها.

٤- تغيير نهر شاري لمجراه لأكثر من قرن سبب في انتشار الجزر الترابية في مجرى النهر . كما لم تنشأ السدود والخزانات في مجرى نهر شاري وروافده.

٥- مياه الصرف الصحي تتميز بخاصية التراكم الحيوي في أجسام الكائنات الحية، وبالتالي ستسبب العديد من المشاكل الصحية.

التوصيات :Recommandations: يوصي الباحث من خلال نتائج التحاليل بالاتي:

- ✓ تجنب استهلاك الخضروات المزروعة على ضفاف نهر شاري. إلا بعد تنظيفها جيداً
- ✓ ضرورة إجبار مصنع الخمور والمستشفيات والمراكز الصحية إنشاء وحدة معالجة لمياه صرفها قبل قذفها في النهر.
- ✓ على الجهات المعنية الاهتمام بسواحل نهر شاري وتحويلها لمرافق سياحية ومتنفسات طبيعية ومنتزهات.
- ✓ منع من يمتهنون مهنة غسيل الملابس على شواطئ نهر شاري من ممارسة هذه المهنة على الشواطئ.
- ✓ على بلدية مدينة أنجمينا إصلاح المجاري المائية المتدهورة داخل حارات العاصمة، وتغطيتها بهدف منع تكاثر الباعوض التي تعد المصدر الاول للإصابة بالملا ريا التي أثقلت كاهل المواطن التشادي.
- ✓ إجراء مزيد من التحاليل الكيميائية للعناصر الثقيلة السامة التي لم يتم التعرف على نسبها وبعض التحاليل البيوكيميائية للخضروات التي تزرع على شواطئ نهر شاري بغية معرفة حجم الخطر المتوقع.

المصادر والمراجع References:

أولاً: المراجع:

١- خليل، عبد الله خير، ٢٠٠٧، مخاطر إعادة استخدام المياه العادمة على الصحة، منشورات مؤسسة حماية البيئة الأردنية، الطبعة الأولى.
٢- مجدي، الهادي احمد، ٢٠٠٨ ، البيئة المائية وملوثاتها، مجلة أسيوط للدراسات البيئية والموارد الطبيعية العدد ٤٧. ص ٣٤-٤٢.
٣- صالح، عبد الله بخيت، ٢٠١٤، مدينة أنجمينا نشأتها وتطوره وتركيبها المورفولوجي (دراسة تحليلية تطبيقية في جغرافية المدن) بورصة الكتب للنشر والتوزيع، القاهرة – جمهورية مصر العربية.
٤- صالح، عبد الله بخيت، ٢٠١٢، جغرافية تشاد، بورصة الكتب للنشر والتوزيع، القاهرة – جمهورية مصر العربية.
٥- زكي، محمد ياسر، ١٩٩٩، تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي، كلية العلوم التطبيقية، جامعة دمشق، ص: ١٤٣-١٥٣.

ثانياً : المصادر

- قمر، محمد قمر، سواحل نهر شاري في تشاد "الواقع والطموح" بحث غير منشور، المؤتمر الدولي العلمي الأول حول البيئة – الداخلة – المغرب ٢٠١٥.
- 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، مدينة بلدية أنجمينا.
- ساكن، مختار عبد الرحمن، ٢٠٠٨ ، التلوث البيئي لمدينة أنجمينا، رسالة ماجستير ، قسم الجغرافيا- مدرسة العلوم الاجتماعية، أكاديمية الدراسات العليا – طرابلس. ص ٤٥-٤٩.
- أرشيف خرائط المركز الوطني للبحوث من أجل التنمية (CNAR) – أنجمينا – تشاد.

ملحق رقم (١): يوضح صور قنوات تصريف مياه الصرف الصحي من مصادرها في نهر شاري

صورة توضح قناة تصريف مياه الصرف الصحي لمصنع الخمور بفرشا بالدائرة الأولى لمدينة أنجمينا

صورة توضح قناة تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة للمستشفى المركزي بالدائرة الثانية لمدينة أنجمينا.