بحوث قسم الجغرافيا والخرائط

الموارد المائية في ظل التغيرات المناخية

(دراسة تطبيقية على دولة تشاد)

د.أمين إسماعيل بركة د. محمد علي حسن جمعة

الملخص:

يعتبر المناخ وتقلباته من العوامل المؤثرة على الموارد المائية،وعلى الرغم من أن هذه المشكلة عالمية الطابع ،إلا أن التأثر بها يتفاوت من مكان لآخر حسب المواقع الجغرافية وتعرض الأمكنة للظروف الجوية.

وأن الموقع الفلكي والجغرافي لتشاد فرضا عليها ظروفا مناخية استثنائية جعلت مواردها الطبيعية لاسيما المائية عرضة لتأثير التغيرات المناخية بمختلف أنواعها وفي شتى أقاليمها.

بجانب ذلك؛ فإن معطيات الإطار الطبيعي المتمثلة في التضاريس كالهضاب والمرتفعات الجبلية الممتدة في أقصى الشمال والشمال الشرقي؛ فضلا عن المرتفعات الشرقية والنظم الجبلية المتناثرة في وسطها ومرتفعات لام الواقعة في أقصى الجنوب ،إضافة إلى الطبيعة السهلية التي تميزت بها معظم أراضي تشاد.

هذه الصورة الطبوغرافية أسهمت في تنوع المناخ وتدرجه من منطقة لأخرى ، ومن إقليم لآخر ما يجعلنا نعتقد بأن لمظاهر السطح في تشاد دور في توجيه أحوال المناخ والتي بدورها تؤثر على الموارد المائية .

ومن خلال ما مضى يمكن أن نستنتج أن الموارد المائية في تشاد عرضة لمشكلة متعددة الأبعاد يفرض كل منها بعده وفقا لضوابط معينة تحدد اتجاهاتها بالزيادة أو النقص.

وبالرغم من الموقع القاري الحبيس لتشاد؛ فإن إقليمها الجنوبي يعد الأقل عرضة لتأثيرات المناخ وتقلباته، ومع ذلك فإن هذه المسألة تظل نسبية؛ فبالمقارنة بين حاضر الإقليم وماضيه نجد أن هذا الإقليم قد شهد تدهورا بيئيا طال جميع النظم البيئية بما ذلك موارد المياه ، ومع تلك الصعوبات؛ فإن هذا الإقليم مقارنة بغيره من أقاليم البلاد يظل الأكثر أمانا والأخضر أرضا والأكثف ساكنا.

أما الإقليم الشمالي فبسبب موقعه الجغرافي المنضوي تحت الأقاليم الجغرافية الواقعة في ظل أوراسيا أكثر أقاليم تشاد استجابة للظروف المناخية وتقلباتها وانعكاسها على الموارد المائية.

أما إقليم الساحل الذي يشغل الجزء الأوسط لتشاد ، هو الآخر قد فرضت عليه ظروفه الطبيعية أن يكون عرضة لضربات المناخ المتقلب والجفاف القاسي منذ مطلع ثمانينات القرن العشرين ولا يزال يعاني من تقلبات واضطرابات الأحوال الجوية.

هذا وقد تؤدي التذبذبات المناخية الراهنة المتمثلة في ارتفاع درجات الحرارة وانحراف الأمطار في التوقيت أو الكمية إلى آثار بالغة في الإضرار بالموارد الطبيعية عموما والمائية على وجه الخصوص ؛ فوفقا للتوقعات والنماذج المناخية التي تصدرها الهيئات الدولية المختصة بشئون المناخ وتغيراته تميل إلى توقع آثار سالبة للتغيرات المناخية على الموارد المائية خاصة في إقليم دول الساحل ومنها تشاد.

يتناول هذا البحث الموضوعات التالية:

المبحث الأول: مفهوم الموارد المائية واستدامتها

المبحث الثاني : أثر التغيرات المناخية على الموارد المائية

المبحث الثالث :الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

المبحث الرابع : المحددات المناخية للموارد المائية في تشاد

The Impact of Climate Change on Water resources (**an Applied Study of Chad**)

Abstract: Climate change is considered one of factors impacting the water resources. Although the phenomenon has global character however its effects vary from place to other according to geographical location. The geographical and spatial position of Chad imposed exceptional climate conditions making its natural resources- especially water- exposed to the impact of climate change.

Furthermore, the natural features of Chad like reliefs, hills, series mountains in the extreme north, eastern mountains, scattered mountains in the middle, Lam mountains in the extreme south as well as the expanded plain characterize the most Chadian lands; this topographical features contribute on the diversity of climate and its graduation from region to other; these natural characters made us thinking that the nature of the surface has effective impact in term of directing the climate situations which is in return affect the water resources; as a result it can be concluded that the water resources, in Chad, are vulnerable to several environmental problems and any of them has its multiple risks.

Despite the continental and close location of Chad, however its south region is considered relatively exposed to the impact of climate change. In comparison with the current and past climate situations we have seen that the region has faced environmental changing resulting from climate change which is affecting negatively the ecosystem including water resources. In spite of these impacts, the region is still quite safe in contrast to other regions of the country; because it is still green and more populated. On the other hand the north region- which is located geographically in the shade of Eurasia- is classified as the most impacted region by climate change specifically in water resources. With regard to Shelian region- which occupies the middle Chad- also hit by climate change and harsh drought since ١٩٨٠th, these situations led to climate perturbation in the region.

The current climate change- representing by rising temperature, reduction of rainfall amounts and altering the season of precipitation- will result in great impacts on natural resources in general and water in particular; according to predictions based on climate modeling released by international organizations interested in climate change; the phenomena will have serious negative impacts on water resources particularly in Sahelian Regions including Chad.

This study examined the following subjects; the first topic highlighted the conception of water resources and its sustainability, whereas the second topic discussed the impact of climate change on water resources, as to third topic it presented the natural characteristics of the area of study, however the fourth topic concentrated on climate limiting factors affecting water resources in Chad.

المقدمة:

تعتبر قضية المياه في العالم الحاضر من القضايا المصيرية التي تأسس عليها آمال الشعوب والمجتمعات الإنسانية، فقد أضحى الماء في الوقت الراهن أثمن المواد الطبيعية على الإطلاق، ومع ذلك فإنه ظل عرضه للعديد من التهديدات يأتي على رأسها تهديد التغيرات المناخية التي تتفاقم بشكل مستمر، وما يتبع ذلك من آثار؛ لعل أبرزها ظاهرة الجفاف، بكل أبعادها خاصة البعد المناخي والبعد الهيدرولوجي، إضافة ذلك النمو السكاني الكبير والنفايات وغيرها، فقد تولد عن ذلك قلق لدى الجهات المعنية بأن نوعية المياه هي كذلك في تغير، ومع ذلك ليس هناك نوع من الرقابة الرسمية عن ماهية التغير وفي أي اتجاه أو معدل.

وقد أسهمت النقاشات والمؤتمرات التي أقامتها منظمة الأغذية الزراعة والعديد من المؤسسات الدولية التي عقدت بشأن مؤشرات التنمية المستدامة في إيجاد العديد من الفوائد ، نتج عنها وجود تخصصات تعني بهذه العملية.

وعلى الرغم من عدم وجود توافق بين الآراء بشأن السمات المحددة لمؤشرات التنمية المستدامة أو تحديد مواطن الضعف والقوة؛ إلا أن الموارد المائية لا شك أنها في صلب الموضوعات التي تضمنتها النقاشات بشأن التنمية المستدامة.

ومما لا شك فيه؛ أن الحاجة إلى استدامة الموارد المائية في تشاد تزداد باستمرار، وبوتيرة متسارعة ، نتيجة لتزايد السكان وما ترتبط بتلك الزيادة من تطور اقتصادي والاجتماعي، يقابله نقص كمي ونوعي في الموارد المائية بشتى أنواعها، وذلك نتيجة لظاهرة الجفاف المتنوع والمتكرر والذي شمل كافة أحواض ومنابع الأنهار التي تزود تشاد بمخزونها المائي السطحي والجوفي، فضلا عن زيادة استنزاف الموارد المائية في الدول التي تقع عليها منابع الأنهار الرئيسية لامتداد تشاد بالمياه.

ومن الحقائق التي لا ينبغي إغفالها أن هناك صعوبات عديدة تواجه السياسيات المائية في تشاد منذ ثمانينات القرن العشرين ، تأتي على رأسها ظاهرة الجفاف التي تعد المرآة التي تعكس وجه التغيرات المناخية، والتي ألقت بظلالها على تشاد ودول منابع الأنهار الرئيسية ،ويتجلى ذلك بصورة واضحة في انخفاض مناسيب نهري شاري لوغون في داخل أراضي تشاد، وعلى الرغم من التراجع الواضح في كميات المياه الواردة من خارج الحدود السياسية لتشاد؛ فإن الموارد المائية الداخلية هي الأخرى ما فتئت تشهد تراجعا كبيرا في كمياتها بسبب الظروف التي فرضها الجفاف؛ فعمت آثارها المجاري المائية السطحية والمياه الجوفية؛ إذ أن العلاقة وثيقة بين معدلات سقوط الأمطار وتوفر المياه من هذه المصادر.

وتهدف هذه الدراسة في الأساس إلى إلقاء الضوء على أثر التغيرات المناخية على الموارد المائية في تشاد وتحديد المشكلة الرئيسية، بجانب تحديد مؤشرات استخدام المياه فيها، وتحديد الوسائل الكفيلة باستدامتها.

أولا مشكلة الدراسة

تكمن مشكلة الدراسة في سؤال تتم الإجابة عنه لاحقاً ، هل تعاني الموارد المائية في تشاد في الوقت الراهن من تدهور كمي ونوعي ناتج عن التغيرات المناخية وسوء الاستغلال؟ فضلا عن ما تتعرض له تشاد من سوء في إدارة الموارد المائية المشتركة ، وهذا كله يستدعى معرفة الأسباب والوسائل والتدابير اللازمة للحد من مخاطر تدهور الموارد المائية بهذا القطر.

ثانيا: فرضية الدراسة

قامت هذه على فرضية واحدة؛ وهي أن الموارد المائية في تشاد تشهد تدهورا كبيرا بسبب التغيرات المناخية وسوء الاستخدام.

ثالثا: أهداف الدراسة

في ظل ما تمثله الموارد المائية من أهمية كبيرة في تحقيق التنمية المستدامة بجميع أبعادها، وفي إطار ما تواجهه تشاد من ظروف طبيعية ذات أوجه متعددة أبرزها ظاهرة التغير المناخي التي فاقمت من حدت مشكلة الموارد المائية يوما بعد يوم.

لذلك هدف هذا البحث إلى كشف وتبيان أبعاد هذه الظاهرة على الموارد المائية واستدامتها، وذلك بإتباع السبل والأساليب العلمية من أجل تجاوز هذه المشكلة.

ومصدر المشكلة لا يكمن في صعوبة تلبية الطلب على المياه فقط ، بل يكمن أيضا فيما يتعرض له هذا المورد من تدهور كمي ونوعي ، نتيجة لعوامل وأسباب طبيعية وأخرى بشرية.

رابعا: أهمية الدراسة

تعتبر موارد المياه السطحية والجوفية أحد أهم الركائز الأساسية للأنشطة الاقتصادية والاجتماعية بشكل عام، وقد ازدادت أهمية دراسة الموارد المائية ومعرفة أسباب تقلباتها وتدهورها وأساليب تنمية استدامتها على إثر ظهور بوادر الأزمات الغذائية الملاحقة، وازداد عمق المشكلة في العقدين الأخيرين من القرن المنصرم ولا تزال آثارها ماثلة للعيان.

هذا وقد هيمنت مسألة الموارد المائية وتبعاتها على كل القضايا وفي كافة المستويات (المحلي والإقليمي والعالمي) ، وللحفاظ على الموارد المائية وديمومتها لا بد من معرفة أسباب تدهورها، ويتطلب التوجه إلى بذل مزيد من الجهود المنظمة لتحسين وحماية وصيانة الموارد المائية واتخاذ التدابير اللازمة لمواجهة أسباب التدهور ومقاومتها.

ونظرا لما تواجهه تشاد من وضع مائي يتسم بالهشاشة؛ فإن الظروف الراهنة تشي بمخاطر جسيمة تواجهها الدولة في الحاضر والمستقبل

المبحث الأول: مفهوم الموارد واستدامتها

تعتبر الموارد المائية عنصرا طبيعيا مهما بالنسبة لجميع الكائنات الحية والتي على رأسها الإنسان ؛إلا إن الموارد المائية الموجودة على سطح الأرض والتي يمكن للإنسان الاستفادة منها تتميز بالنقص والتباين في توزيعها الجغرافي؛ فضلا عن تعرضها لعوامل طبيعية وبشرية عديدة تؤثر عليها تأثيرا كبيرا ، ويعتقد على نطاق واسع أنه يأتي على رأس قائمة تلك العوامل التغيرات المناخية التي تؤدي الدور المحوري في التأثير على الموارد المائية ومشكلات استدامتها.

مفهوم الموارد المائية:

يطلق لفظ الموارد المائية على أشكال المياه السطحية والجوفية التي تحتويها الأوساط الطبيعية، وقد تطلق على كمية المياه التي بإمكان الإنسان الحصول عليها باستخدام وسائل وطرق معينة ويطلق عليها أحيانا مسمى الموارد المتاحة.

وتوجد المياه في الطبيعية على ثلاثة أشكال حسب حالتها الفيزيائية : مياه سائلة ومتجمدة وعلى شكل بخار، أما أشكال الموارد المائية المتاحة بالنسبة للإنسان تتمثل في مياه الأودية والأنهار والبحيرات ومياه الخزانات الجوفية ونسبتها لا تمثل سوى ١% وهي نسبة محدودة .

وهناك موارد مائية عذبة لا يمكن الحصول عليها وذلك لوجودها في ظروف صعبة خاصة المياه الجوفية العميقة وبخار الماء.

ويتباين توزيعها في العالم تباينا كبيرا ، حيث توجد مناطق ذات موارد مائية تتميز بالوفرة وأخرى مواردها المائية ضعيفة ، وتتجلى مظاهر التفاوت في الموارد المائية بين النطاقات الجغرافية الكبرى في تباين التساقطات ، حيث يحتكر النطاق البيمداري ٥٣% من مجموع التساقط ، ثم يليه النطاق المعتدل ٤٥% والنطاقات القاحلة وشبه القاحلة ٢% فقط (جمعة ، ٢٠٠٨، ص ١٥)

وعموما فأن الموارد المائية المتاحة للاستخدام العام هي مياه التساقط والمياه السطحية والمياه الجوفية ، والمياه المحلاة والمياه المعالجة من المياه العادمة ، والمصدرين الأخيرين يطلق عليهما عادة أسم الموارد المائية غير التقليدية .

وتعتمد كمية الماء التي يمكن الحصول عليها من مياه التساقط على كمية التساقط بالمنطقة وفترة الهطلان وكثافته، وعوامل المناخ (من رياح ورطوبة وحرارة وتبخر وضغط وغيرها) وطبوغرافية المنطقة وجيولوجيتها والغطاء النباتي وخصائص الحوض الساكب لهذه الأمطار وطرق تجميع المياه وحفظها وسبل استخدامها ونوع الماء المجمع (عصام محمد عبد الماجد،وعباس عبد الله إبراهيم ، ٢٠٠٢، ص ٢٥).

وتشكل الموارد المائية عنصرا قويا وموردا قياديا في النظرة الشمولية للأرض، حيث تعتبر المياه المورد الأساسي لاستعمال البشر والكائنات الحية من جهة ، وعنصراً اقتصاديا مهماً من جهة أخرى ، وقد كان له ولا يزال له دور مهم في تاريخ البشرية، وعنصراً مشكلاً للبيئات الطبيعية والحيوية على سطح الأرض.

وأن تاريخ الموارد المائية يشير إلى أنها موضوع متداخل مع العلوم الأخرى خاصة من حيث دراسة أماكن وجود وإدارة وتوزيع المياه على الأرض (عنا نزة ، ٢٠٠٦، ص ٤).

ويقصد بالمياه السطحية تلك المياه الجارية أو المستقرة على سطح الأرض، و منها المحيطات والبحار والبحيرات والبرك والأنهار والجداول الصغيرة والأودية الموسمية وغيرها.

وهناك العديد من العوامل المؤثرة على تلك الموارد منها مقدار الجريان السطحي وشدة هطلان الأمطار وطول فترتها، وتضاريس الموقع والطقس والمناخ واحتمالات التلوث والإمكانات المحلية المتاحة وفعالية التشريعات ، والمعايير الضابطة للاستغلال المحلي والإقليمي والإدارة المتكاملة للموارد المائية .

ويقصد بالمياه الجوفية كمية المياه التي ترشحت عبر طبقة التربة إلى الطبقات الصخرية ضمن تكوينات القشرة الأرضية، سواء كانت مياه الأمطار أو من مياه الثلوج التي ذابت، أو من تسرب مياه الأمطار أو البحيرات وغيرها.(أبو سمور ، الخطيب ١٩٩٩،م ، ص ١٥١ – ١٥٢).

وتعتمد كمية المياه في الخزان الجوفي على عدة متغيرات منها كمية التساقط والمياه المتسربة منه للتربة، وطبوغرافية الموقع وجيولوجية وجغرافيته (أحمد ، إبراهيم ٢٠٠٢ ، ص ٢٦)

استدامة الموارد المائية

تمثل موارد المياه العذبة عنصراً أساسيا في الغلاف المائي للأرض وجزءا لا غني عنه في جميع النظم الايكولوجية الأرضية، وتتسم بيئة المياه العذبة بدورتها الهيدرولوجية التي تشمل الفيضانات وحالات الجفاف التي أصبحت في بعض المناطق شديدة التطرف وذات عواقب هائلة.

كما يمكن للتغيرات المناخية العالمية وتلوث الغلاف الجوي أن يتركا آثارا سالبة على موارد المياه العذبة وعلى توافرها .

هذا ويتطلب تفشي الندرة في الموارد المائية العذبة والإتلاف التدريجي لها في مناطق كثيرة من العالم مع إضراد التعديات الناجمة عن ممارسة أنشطة متضاربة، تخطيطا وإدارة متكاملين لموارد المياه؛ لذا وجب الاعتراف بما تتسم به تنمية الموارد المائية من أجل استدامتها. (chapter (١٨b- was, https, www,Dao.org.

وينبغي أن تقوم استدامة الموارد على السياسة المائية القائمة على الطلب المائي وتقييم الأثر المستقبلي والخبرة السابقة ، كما ينبغي أن تكون السياسية المائية مبنية على حوافز لضمان تحقيق مكاسب اجتماعية اقتصادية عند اتباعها ، بل يجب النظر لاستدامة الموارد المائية على المدى البعيد كمبدأ موجه . (factory torodi version soft ware Las)

وتنبثق ضرورة الأخذ بمبدأ استدامة الموارد المائية من أن المياه العذبة مورد محدود وقابل للنفاذ ، وهذه الفكرة ناشئة أساسا من أن الدورة الهيدرولوجية تعطي في المتوسط كمية ثابتة من المياه في كل فترة زمنية ، إلا انه لا يمكن تغيير هذه الكمية بشكل كبير.

وينبغي أن تستند تنمية المياه وإدارتها إلى نهج تشاركي يشمل المستخدمين والمخططين وصانعي السياسات على جميع المستويات.

وقد أتفق الباحثون في مجال الموارد المائية على أن استدامة الموارد المائية تؤدي إلى منافع بيئية تتمثل في إن البيئة تستفيد من تطبيق النهج المتكامل لإدارة المياه من خلال إعطاء الاحتياجات البيئية دورا في توزيع المياه وزيادة وعي المستخدمين للموارد المائية بدورها في البيئة ، كما إن منهج النظام البيئي يوفر إطارا جديدا للإدارة المتكاملة للموارد المائية (حمد، ٢٠٠٥، ص ١٥ -١٦).

وما ينبغي فهمه أن التغير في المناخ الحالي يؤدي إلى تسريع انتقال المياه من حالة إلى حالة ضمن دورتها ؛ فتسارع عمليات التبخر والتساقط يؤثر على توفر المياه العذبة على سطح الأرض.

وهذا التغير في الدورة المائية لم يسبق لها مثيل في التاريخ البشري الحديث، وهو ما يطعن في فرضية الجمود الهيدرولوجي.

وفي المناطق المعروفة بندرة المياه تضعف ديناميكيات تغير المناخ الطرق والممارسات المتبعة في تقييم إدارة المياه، وفي إطار للبيئة المتغيرة؛ لم يعد من المجدي النظر في سجلات الماضي حصريا عند التخطيط للمستقبل ، ولا سيما أن تواتر الأحداث المتعلقة بالطقس وحدها في الماضي قد لا تصلح بعد الآن لأن تشكل مؤشرا موثقا لما قد يحدث في المستقبل.

كما لا يمكن أن يعتمد أي نظام مناخي ديناميكي على افتراضات مستمرة من سجلات الماضي العائدة إلى دورات من الفيضانات كل مائة عام، ومن الجفاف كل خمسين سنة على سبيل

المثال، وذلك لان النماذج المناخية وما يرتبط بها من نماذج هيدرولوجية تستند إلى الظروف الجديدة.

وان هذا النهج قد يؤمن للمسئولين عن إدارة المياه صورة أوضح عن تطور المناخ في المستقبل، وما يترتب على ذلك من منافع فيما يتعلق بإدارة المياه وسبل تنميتها.

(hot. Www.ipcc- data,org)

المبحث الثاني :أثر التغيرات المناخية على الموارد المائية

المياه هي العنصر الرئيسي الذي تؤثر تغير المناخ من خلاله على النظم الإيكولوجية وعلى سبل العيش ورفاه المجتمعات.

ومن المتوقع أن يؤدي تغير المناخ العالمي إلى تفاقم الضغوط الراهنة والمقبلة على الموارد المائية بسبب النمو السكاني واستخدام الأراضي ، وازدياد حالات الجفاف والفيضانات وشدتها.

ويتوقع أيضا، أن يؤثر تغير المناخ على مدى توافر الموارد المائية نتيجة للتغيرات المرتقبة في توزيع مياه الأمطار ورطوبة التربة وذوبان المثلجات والجليد والثلج، وتدفق الأنهار والمياه الجوفية. وتمثل الإخطار المتصلة بالمياه، ٩٠% من مجموع الإخطار الطبيعية، ولا يزال يسجل ارتفاعاً في تواتر هذه الأخطار وشدتها بوجه عام، وهو أمر تترتب عليه عواقب وخيمة بالنسبة إلى التنمية الاقتصادية.

وبما أن تغير المناخ هو مشكلة متعددة الأوجه، تختلف آثارها بحسب طبيعة العناصر المترابطة بمختلف الأنظمة البيوفزيائية والاجتماعية والاقتصادية التي طالتها هذه الآثار،ونتيجة لذلك، لا تتأثر الدورة المائية بالعوامل المادية فحسب، بل أيضا بالأنشطة البشرية التي تؤثر على الموارد المائية.

وأن آثار تغير المناخ على الموارد المائية هي على نوعين، الآثار الأولية والآثار الثانوية؛

فالآثار الأولية هي نتيجة مباشرة للآثار البيوفيزيأئية لتغير المناخ، أما الآثار الثانوية فتنشأ عندما تؤدي الآثار البيوفيزئاية إلى أفعال بشرية مسنودة بالتكنولوجية والبنية الأساسية .

وبالتالي فإن الآثار الأولية هي الآثار المباشرة لتغير المناخ على الموارد المائية، وهي تحدد وفقا للعلاقات البيوفيزيأئية التي يحددها علماء المناخ والهيدرولوجية.

أما الآثار الثانوية فهي النتيجة غير المباشرة للتغير المناخي ، الناجمة عن الأنشطة البشرية أو عن إجراءات التصدي للآثار الأولية.

(http;//www.un .org /climate change /ar /towards_)
climate –agreement/

هذا ويؤثر التغير المناخي على مصادر المياه بطرق منها؛ أن درجات الحرارة المرتفعة تزيد من نسبه تبخر المياه مما يؤدي إلى قدرة الجو على حمل المياه، وهذا يتسبب في حدوث مواسم جريان مبكرة وقصيرة، وزيادة في المواسم الجافة ، كما أن زيادة التبخر تقلل من مستويات الرطوبة في التربة، والتي بدورها تزيد من نسبة تكرار الجفاف الحاصل في المنطقة وزيادة أرجحيه حدوث التصحر، بالإضافة إلى نقص نسبة الرطوبة في التربة وحدوث انخفاض في نسب الترشيح؛ مما يؤدي إلى انخفاض معدل التغذية في المياه الجوفية .

ومما يزيد الأمر سوءا أن هذا الوضع الرهيب بدأ بالتفاقم بسبب التغير المناخي السريع والذي يؤثر على موارد المياه من خلال تأثيره العميق على الكمية والتوقيت وشدة الترسيب . (خلف ، بدون تاريخ ، ص ٦)

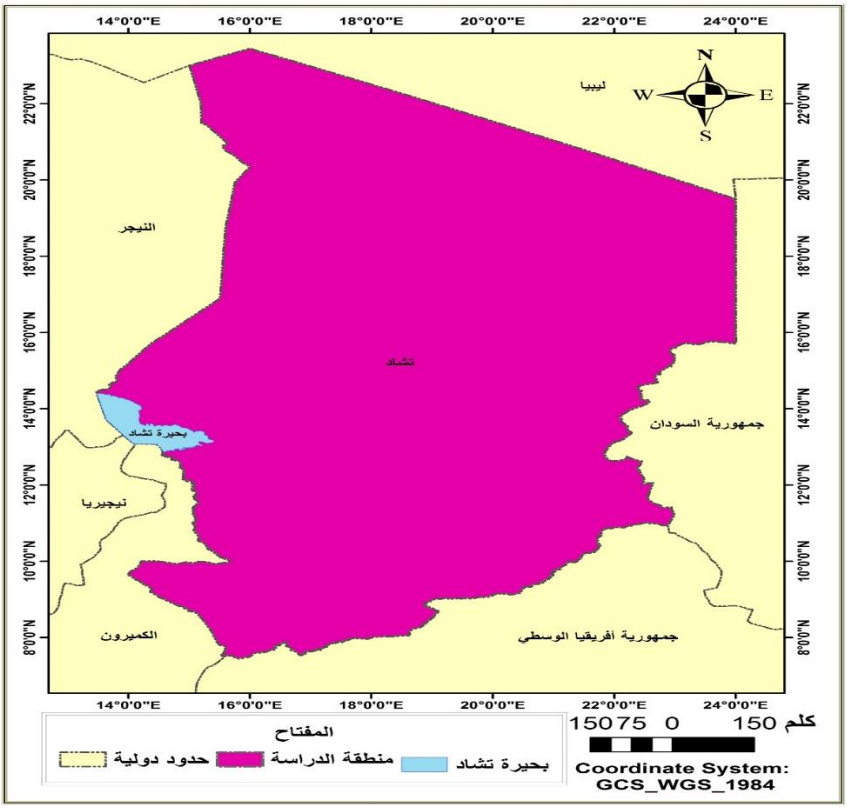
المبحث الثالث : الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

١. الموقع الجغرافي والفلكي لتشاد

تقع دولة تشاد فلكيا بين دائرتي عرض ٧° ٢٤ °شمالا وبين خطي طول ١٣. ٢٤ ° شرقا. وتغطي مساحة قدرها ١.٢٨٤.٠٠٠ كيلو متر مربع.

وتمتد لمسافة طولية قدرها ١٧٠٠كيلو متر، عبر محورها الشمالي الجنوبي وحوالي ١٠٠٠ كيلو متر عبر محورها الغربي الشرقي (أطلس تشاد ،٢٠١٣ ، ص ١٣)

خريطة رقم (١) الموقع لمنطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على أطلس تشاد + بتصرف ٢٠١٩م

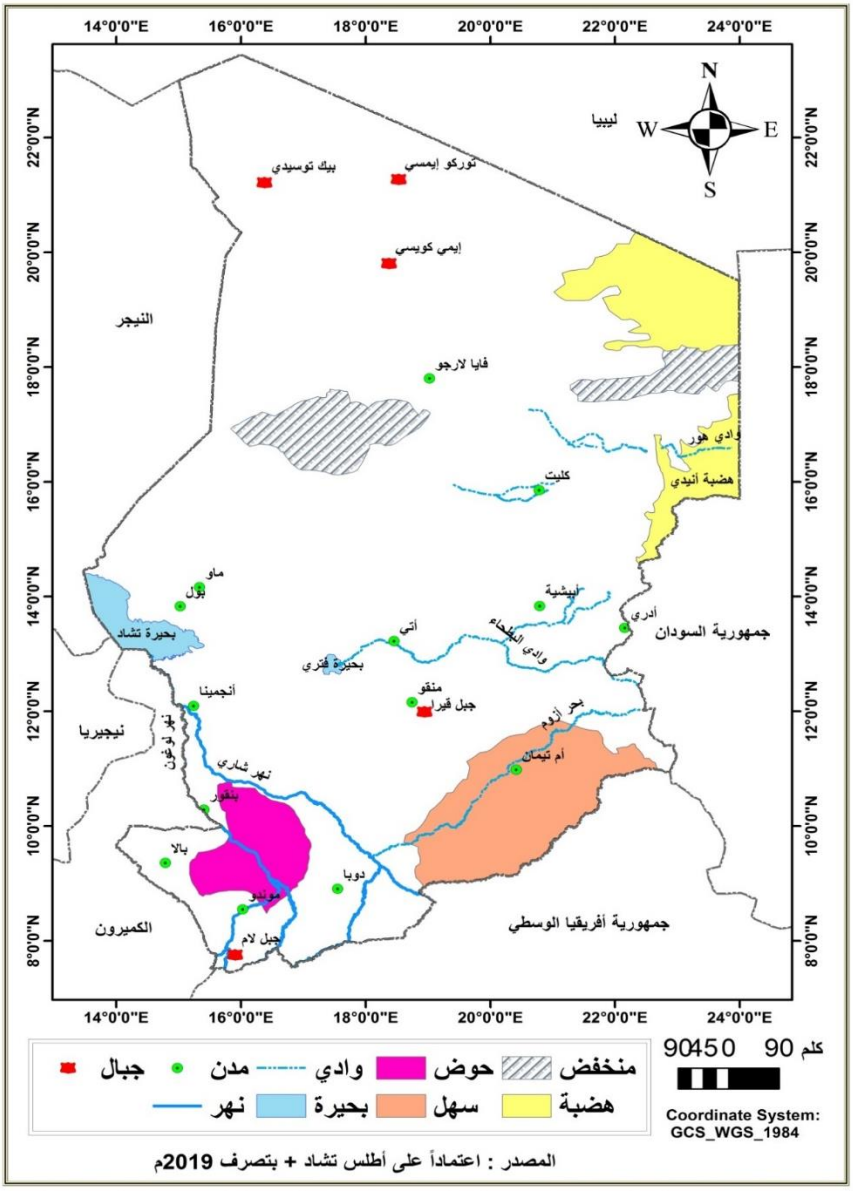
٢. السطح والتصريف المائي في تشاد

نظرا لموقع تشاد الجغرافي الممتد على دوائر عرض مختلفة أصبح المناخ فيها يتنوع تنوعا كبيرا، وقد مهد ذلك لوجود شبكة مائية كبيرة تتألف من بحيرات وأنهار دائمة الجريان وأودية موسمية وجداول مائية ومستنقعات وغيرها.

فضلا عن وجود أحواض جوفية مختلفة ومتباينة المساحات، وتوجد علاقة قوية بين التصريف المائي والسطح والتضاريس ، ويتضح ذلك من خلال معاينة خريطة تشاد التي تجمع بين تضاريس ونظام التصريف المائي فيها ،حيث تظهر هذه الخريطة؛ أن أرض تشاد عبارة عن منخفض واسع تتعدي بعض أطرافه الحدود السياسية لدولة تشاد، تحيط به العديد من المرتفعات التي توجه التصريف المائي وفقا لانحدارها. أهمها تبستي شمالا، وروابي غاغاس جنوبا ومن الغرب والشمال الغربي مرتفعات أزبين ومرتفعات جبل مرة شرقا ، ومن الشمال الشرقي مرتفعات إنيدي ومن الغرب هضبة باوتشي(جمعة ، ص ٢٠٠٨ ،ص ٣٥)

وتميل أرض تشاد بشكل عام نحو الجنوب الغربي ويدل على ذلك اتجاه جريان المياه من مختلف الجهات نحو بحيرة تشاد . (شاكر ، ١٩٧٢، ص ١٩)

خريطة رقم (٤) مظاهر السطح والتصريف المائي لمنطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على أطلس تشاد + بتصرف ٢٠١٩م

٣. المناخ والنبات الطبيعي :

نظراً لامتداد تشاد بين دائرتي عرض ٧° . ٢٤ °شمالا؛ فإنها قد تضمنت أقاليم مناخية ونباتية متطابقة تقريبا في مواقعها الجغرافية، ابتداء من المناخ الغيني والسوداني اللذين يتميزان بوجود فصل جفاف وهو فصل الشتاء، وفصل ممطر يتمثل في فصل الصيف.

وتتراوح المتوسط السنوي للأمطار بهذا الإقليم ما بين ١٢٠٠ ملم – ١٠٠٠ ملم ، ويترافق ذلك مع ارتفاع في درجات الحرارة وازدياد نسبة الرطوبة الجوية ، وهو ما يتلاءم مع نمو النبتات بجميع أنواعها ، حيث تنمو الأشجار والحشائش الطويلة التي تعرف باسم السافنا الغنية (جمعة ،٢٠٠٨، ص ٩٧).

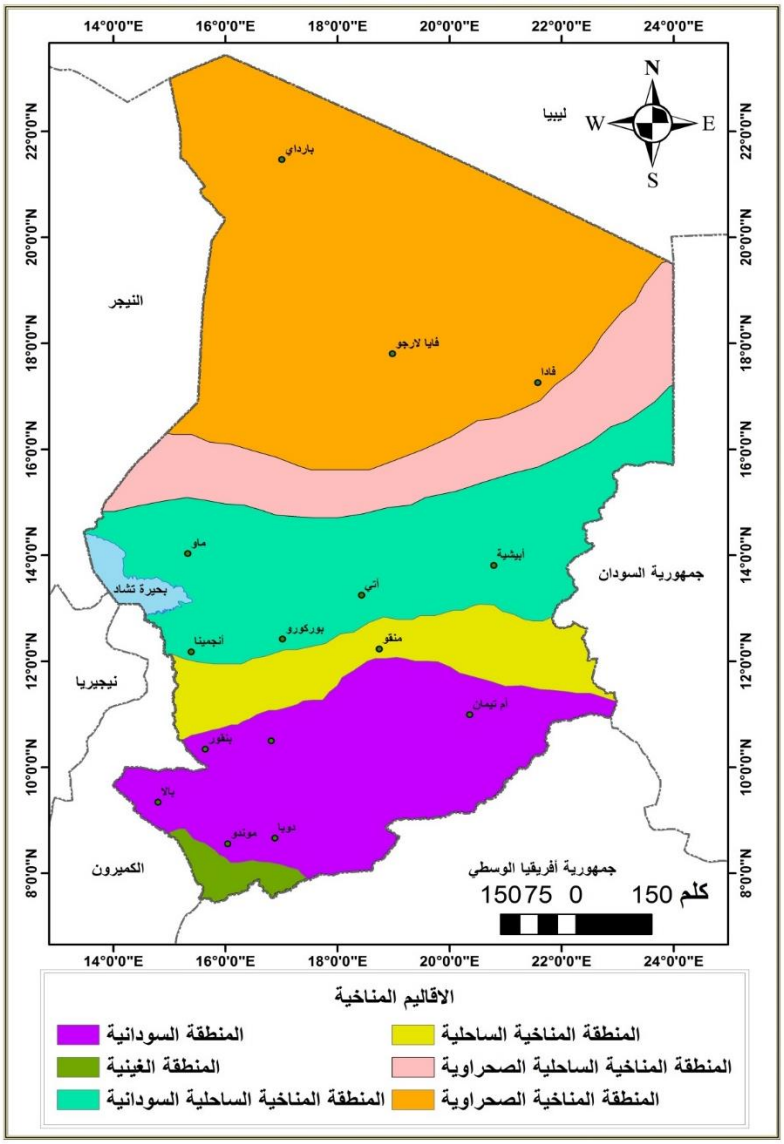
أما الإقليم الساحلي والذي يبلغ المتوسط السنوي للأمطار فيه حوالي ٥٠٠ ملم ، فإن طول الحشائش يتناقص فيه باتجاه الشمال، حيث يقصر موسم الأمطار ؛ لذا تسود هنا الحشائش المتوسطة والقصيرة التي تعرف باسم السافنا الفقيرة .

أما على ضفاف الأودية والأنهار فتنمو الأشجار العالية التي تشبه إلى حد ما أشجار الغابة الاستوائية.

أما إقليم المناخ الصحراوي فهو يقع إلى الشمال من إقليم المناخ الساحلي ، حيث تتناقص الفترة الزمنية لهطول الأمطار لدرجة الانعدام أحياناً، وهنا لا نجد أثرا للنبات الحقيقة، إلا تلك التي تنمو عقب زخات المطر النادرة أو في مجاري السيول التي تشبعت تربتها بالمياه، وعموما فإن تشاد بلد حار، وتترافق هذه الحرارة مع رطوبة في الجزء الجنوبي منها، وتتناقص تدريجيا نحو الشمال، حتى تصل إلى المنطقة الجافة تماما في الصحراء .

وفي أغلب فصول السنة لا توجد رياح بحرية تعدل هذا الجفاف فتكسيه شيئا من الرطوبة؛ فالرياح السائدة في تلك المنطقة هي الرياح الشمالية الشرقية الجافة التي تهب من اليابس الأوراسي.

خريطة رقم (٣) الأقاليم المناخية لمنطقة الدراسة

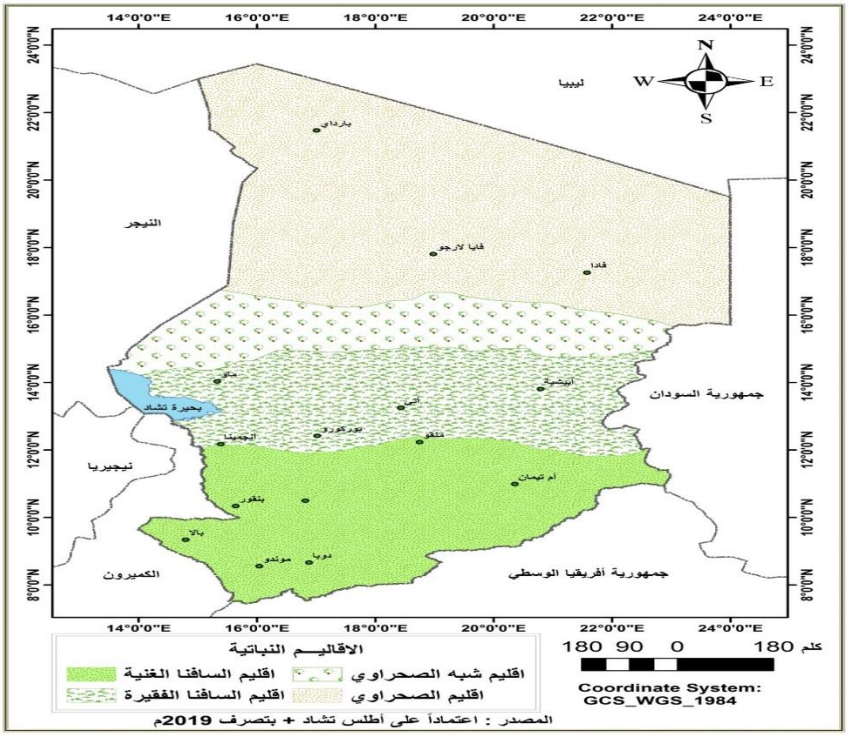


المصدر: اعتماداً على أطلس تشاد + بتصرف ٢٠١٩م

أما الأمطار التي تهطل في الجزء الجنوبي من البلاد هي من نوع المطر التصاعدي،حيث ترتفع درجات الحرارة في فصل الصيف بسبب تعامد أشعة الشمس على المنطقة، فتسبب المزيد من التبخر، ويرتفع بخار الماء في الجو عندما يصل إلى الطبقات العليا فيبرد ثم يتحول إلى أمطار، وهذا هو سبب غنى المنطقة الجنوبية وسبب فيضان الأنهار في الصيف.

ولا يعود دوام جريان الأنهار في الجنوب إلى هذه الأمطار فحسب، بل يعود إلى ما تتلقاه من مياه منحدرة من منابعها العليا الكائنة بالمنطقة الاستوائية (شاكر ، ١٩٧٢ ،ص ٢٥ – ٢٦).

خريطة رقم (٢) الأقاليم النباتية لمنطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على أطلس تشاد + بتصرف ٢٠١٩م

٤. الموارد المائية في تشاد

تنقسم الموارد المائية في تشاد على النحو التالي:

أ– الأنهار دائمة الجريان: تتمثل الأنهار دائمة الجريان في تشاد في كل من نهري شاري ولوغون اللذين يعتبران أهم نهرين في البلاد، وذلك بسبب حركتهما الدائمة وكميات المياه المنصرفة نحو السهول الفيضية وبحيرة تشاد (أطلس تشاد ، ٢٠١٣ م ،ص ١٣).

– نهر شاري : يعتبر نهر شاري أكبر وأعظم انهار تشاد من حيث المساحة وكمية الإيرادات المائية والطول ، حيث بلغ طوله حوالي ١٢٠٠ كم ، ومساحة حوضه حوالي ٩٦٠٤٧٢كم٢.

ويتكون نهر شاري في منابعه العليا من مسيلات مائية عديدة ،أهمها ثلاثة انهار هي بامبيكي و كرينبكي واوهام، وكلها تنحدر من روابي إفريقيا الوسطي الواقعة إلى الجنوب من تشاد والتي تعتبر الامتداد الشرقي لمرتفعات يادي بدولة الكمرون.

كما يلتقي نهر شاري تغذية مائية من رافده لوغون تقدر بحوالي ١٠٨٠ متر ٣ في الثانية، إضافة مياه الأمطار الساقطة على طول مجراه، ومن روافده الأخرى كبحر أووك وكيتا والسلامات وغيرها(جمعة، ٢٠٠٨ ،ص١٦).

– نهر لوغون : يعتبر نهر لوغون ثاني اكبر انهار تشاد من حيث المساحة الحوضية وكمية التصريف المائي؛ إذ يبلغ طول مجراه حوالي ١٠٠٠ كيلو متر، ومساحة حوضه حوالي ٧٧٦٥٠ كم٢، ويتكون في منابعه العليا من فرعين أساسيين هما فينا وأمبيري.

وهذان النهران ينبعان من مرتفعات يادي ، ويعتبر نهر تانجلي من الروافد الأساسية لنهر لوغون ، ويلتقي لوغون بنهر شاري عند مدينة أنجمينا الواقعة على بعد ١٠٠ كيلو متر تقريبا من بحيرة تشاد المصب الأخير لنهر شاري.

وتتراوح الكميات المنصرفة سنويا عبر هذا النهر ما بين ٩٦٣،٢ و ٧٩ مترا مكعبا في الثانية. (CBLT, ٢٠١٣, p ٥.)

ب– البحيرات :

بحيرة تشاد: كانت بحيرة تشاد في القرون السالفة تعد رابع بحيرة من حيث المساحة في قارة إفريقيا وحتى عام ١٩٦٣م كانت مياهها تغطي حوالي ٢٤٠٠٠كم ٢ ، ولكن تقلصت مساحتها حتى وصلت في يوما ما إلى حوالي ١٥٠٠ كم٢ فقط.

ويعود ذلك لأسباب عديدة منها انخفاض كمية الإمداد المائي من روافدها الأساسية بسبب الجفاف الذي ضرب إقليم البحيرة وأقاليم روافدها ،خاصة الجفاف الشهير الذي الم بالمنطقة في ستينات القرن العشرين، ونتيجة لذلك أنخفض منسوبها وتدنت أعماقها فقد كان متوسط أعماقها في الماضي يتراوح ما بين ٦.٣ أمتار ، أما في الوقت الراهن فان متوسط أعماقها لا يتجاوز أربعة أمتار فقط.(CBLT,AFD,٢٠١٥,p١٢,)

وكانت البحيرات في الماضي تتلقي كميات كبيرة من الإمداد المائي مصدرها الرئيسي نهر شاري ورافده لوغون بشكل أساسي، وقدرت مساحتها عام ١٩٢٨م بحوالي ثلاثة أمثال مساحتها الحالية، وكان نهر شاري في تلك الفترة يمدها في المتوسط بحوالي ٤٣كم٣ سنوياً، وقد بلغ آنذاك ارتفاعها عن مستوى سطح البحر حوالي ٢٨٢مترا.

وبمرور الزمن تراجعت كمية المياه المتدفقة من نهر شاري حتى وصلت في المتوسط ١٥ كيلومتر مكعب فقط. والملاحظ أن البحيرة حتى عام ١٩٦٣ كانت تغطي مساحة إجمالية قدرت بحوالي ٢٦٠٠٠كم٢ تقريباً؛ لكنها أخذت في التدهور السريع خاصة في العقود الأربعة الأخيرة من القرن العشرين، بسبب الجفاف الناتج عن التغيرات المناخية (CBLT,٢٠١٥,p١٨).

أما بخصوص البحيرات الأخرى، فإن بحيرة الفتري تعتبر ثاني أكبر بحيرات تشاد، حيث تتراوح المساحة التي تشغلها المياه بين ١٢٠٠ كيلو متر مربع في موسم الأمطار و ٤٢٠كم٢ في المواسم الجافة.

وتتغذى أساسا من نهر البطحاء الموسمي المنحدر أساسا من السفوح الغربية لمرتفعات وداي ، وتعد هذه البحيرة واحدة من بقايا بحر تشاد القديم، حيث كانت في الزمن الرابع جزءا أساسيا من أجزاء بحيرة تشاد الكبرى، والتي كانت تضم البحيرة الحالية ومنخفض الجراب فضلا عن بحيرة الفتري ، وقد تقطعت هذه البحيرة بفعل التغيرات البيئية التي ضربت المنطقة وأقاليم منابع روافد البحيرة (جمعة ،٢٠٠٨ ، ص، ١٣٩).

وفي شمال تشاد، توجد بحيرات اوينقا، تتألف هذه البحيرات من حوالي ثماني عشر بحيرة ، وهي واقعة في قلب الصحراء والتي تعتبر من اكتر مناطق العالم قحولة ، إذ لا تسقط عليها الأمطار إلا نادرا، وفي حالة سقوطها فإن معدلها السنوي لا يتجاوز ملمترين.

ويبدو إن هذه البحيرات تعتمد على امتدادات المياه الجوفية المخزونة تحت التكوينات الجيولوجية والرمال الصحراوية ، إذ تشير الدلائل العلمية إلى إن هذه المنطقة في العصور الجيولوجية السالفة كانت تسقط عليها أمطارا غزيرة عكس ما يحدث في الوقت الراهن.

ويعتقد الكثير من علماء الجيولوجيا إن هذه المنطقة كانت تضم بحيرة واحدة كبيرة ، وذلك قبل ٥٥٠٠عام؛ لكن مع تغير المناخ وشدة الجفاف وتنقل الكثبان الرملية تقلصت مساحتها وانقسمت إلى بحيرات عديدة .(www.thaqafnafsak.com)

ب . المياه الجوفية :

لما كان حوض تشاد يشغل معظم أراضي البلاد ، كان من الطبيعي أن يكون المستودع المائي السطحي تحته هو الأكبر والأكثر استغلالا ، إذ أن ٨٠% من الآبار في تشاد تستمد مياهها منه (الأصم عبد الحافظ وآخرون ،١٩٩٩، ص، ١٦٠).

ويلتقي هذا الحوض تغذية متجددة مصدرها الأمطار والجريان السطحي ولاسيما في جنوب البلاد ، حيث الأمطار الغزيرة نسبيا والمنظمة من حيث موسم السقوط ، ويتسرب قدر كبير من مياه الأمطار من خلال الطبقات الرسوبية العالية المسامية الفاصلة بين مستودع الحوض وسطح الأرض، وهذا يجعل له الاستمرارية تسمح بأن تؤسس عليه خططا استثمارية لمشروعات اقتصادية زراعية وعمرانية وغيرها . (جلال عبد المعز عبد الرحمن ،١٩٩٨، ص ، ١٣٩).

وتنقسم الخزانات الجوفية في تشاد إلى قسمين :

أ– المياه الجوفية السطحية : يتكون هذا الحوض من عدة مستودعات مياه جوفية ذات خصائص هيدرولوجية تتناسب مع التكوينات الجيولوجية المصاحبة لها أهمها ما يلي :

١- **مستودعات وسط الحوض**: تعود نشأة هذه المستودعات إلى عصر البلايوسين ، وعلى رأسها مستودع قوري الذي تعلوه رواسب نهرية وبحيرية وكثبان رملية ثابتة .

٢– **مستودع موجي** : هذا المستودع تغطية رواسب بحيرية يصل سمك صخورها الحاملة للمياه نحو ٥٠٠ متر، وهي ذات سامية جيدة ، ويوجد أسفل هذه الطبقة خزان جوفي ارتوازي تحت ضغط عال يعرف بتكوين تشاد (الأصم عبد الحافظ ، ١٩٩٩، ص ١٦١).

٣ – أما خزان شاري باقرمي رغم مسماه يمتد خارج الحدود الإدارية للإقليم، من الشرق والجنوب الشرقي ، ويتكون الطبقات التي تعلوه من طبقات رسوبية طينية ويتراوح عمق الخزان ما بين ٣٥ – ٤٠ متر ، (صالح، ٢٠٠٥،ص ٢٩).

ب – الخزانات الجوفية العميقة : بالإمكان تبين ثلاث مجموعات رئيسية من خزانات المياه الجوفية العميقة في تشاد، فضلا وجود خزانات مياه جوفية عميقة وأخرى ثانوية ، وأول هذه المجموعات مجموعة السواني الواقعة إلى شمال باسندا.

أما المجموعة الثانية فتوجد في شاري باقرمي ، وتوجد المجموعة الثالثة في مقاطعة كانم وتعرف باسم الاوديان (oudian)، وهي أضحل من سابقتيها ، أما الخزانات الثانوية فتشمل خزانات كوروس وخزانات الإقليم الجنوبي بالإضافة خزانات جوفية صغيرة متفرقة غالبا ما يرتبط وجودها تكوينات جرانيتية .(Jean Luis schnedenr ,٢٠٠٢, p٣٣٥)

وتنتشر الرواسب الرملية والطميه والصخور الكتمية الحاملة للمياه الجوفية في وسط وشمال تشاد وأجزاء متفرقة من جنوبها وغربها.

وتضم تلك الطبقات كميات كبيرة من المياه الجوفية السطحية والمياه الجوفية العميقة التي تتراوح أعماقها ما بين ١٥٠ إلى ٢٧٠ متر، وقد تصل إلى ٣٣٠ متراً أحياناً، وتقدر الكميات المؤكدة من المياه الجوفية في تشاد بحوالي ٧٥٠ مليار متر مكعب

(CNAR,١٩٩٥,p,١٠٠.)

٥ . التساقط

يتميز مناخ تشاد بوجود موسمين هما الموسم الجاف وهو طويل، وموسم التساقط وهو قصير نسبياً، حيث يبدأ الأخير في أبريل وينتهي في أكتوبر ، ففي تلك الفترة تأتي التيارات البحرية الرطبة حاملة الرطوبة من الجنوب الغربي نحو الشمال، حيث مدار السرطان وعند احتكاك هذه الرياح الموسمية الرطبة بالرياح القارية الجافة فيتسبب ذلك في سقوط الأمطار.

وأن أكثر من ٨٠ % من كمية الأمطار يتحقق سقوطها في فصل الصيف الحار خاصة في الفترة ما بين مايو وسبتمبر . (جمعة، ٢٠٠٨ ، ص ٩٥).

ومن شأن هذا المطر الفصلي أن يتعرض إلى انحراف واضح في المعدل مرة، وعن المواعيد الفصلية مرة أخرى، ويقدر الانحراف عن المعدل السنوي بالزيادة أو النقصان من سنة إلى أخرى.

وقد تتعرض الكميات الساقطة من خلال التزامن بين سقوط الأمطار وارتفاع درجات الحرارة إلى فقدان كبير، نتيجة لارتفاع معدلات التبخر بصفة عامة (صلاح الدين الشامي، ص٢٢٦).

وبالإمكان تقسيم تشاد من واقع امتدادها الطولي على المحور الجنوبي الشمالي إلى أقاليم مناخية عديدة مع الأخذ في الاعتبار الاختلاف المكانية والتي يكون لها تأثيرا محدودا على كميات الأمطار السنوية.

وبناء على ما سبق يمكن تقسيم نظام الأمطار في تشاد إلى الأنظمة التالية :

أ– النظام الصحراوي : يتمثل هذا في الجزء الشمالي لتشاد ، ويضم كلا من بركو، إنيدي و تبستي ، ويمتد جنوبا ليطال الأجزاء الشمالية لكل من كانم والبطحاء ومعظم إقليم وادي فيرا .

ويتسم هذا النطاق بالجفاف الشديد الناتج أساسا من قلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف وهو وقت هطول الأمطار .

والفترة التي يمكن أن تسمى رطبة فيه لا يتعدى مداها الزمني ثلاثة أشهر. ويبدأ الهطول الفعلي للأمطار في هذا النطاق ابتداء من شهر يوليو وحتى ديسمبر، ويتراوح متوسط كميات الأمطار فيه ما بين ٣٥٠ ملم في أطرافه الجنوبية القصية ، و٥٠ ملم في أطرافه الشمالية .

(le tchad etudes libreri de converted rapport, ٢٠٠٥.)

ب – النظام الساحلي : يتراوح معدل الأمطار في الإقليم ما بين ٣٠٠ – ٧٥٠ ملم ، ويستمر هطول الأمطار في بعض أجزاءه ابتداء من يونيو وحتى أكتوبر (أنجمينا على سبيل المثال) (بركة ،٢٠١٧ ،ص ،٧٧).

ويتميز هذا النطاق بأمطاره الإعصارية المدارية ، حيث يتعرض لتيار هوائي جنوبي غربي يتصف بالرطوبة مصدره المحيط الأطلسي الجنوبي . (محمد عبدا لغني وآخرون، ١٩٧٩ ، ص ٢٦٨).

ج النظام الجنوبي : يتمثل هذا النظام في الطرف الجنوبي لدولة تشاد ويمتد حتى دائرة ١٠ شمالا تقريبا، ويبدأ هطول الأمطار فيه مبكرا مقارنة بالنطاقين السابقين؛ إذ يبدأ الهطول الفعلي للأمطار فيه ابتدأ من مايو وربما من أبريل ، وتتراوح متوسطاته السنوية ما بين ١٢٠٠ و ٧٥٠ ملم .(٢٠٠٥. (le tchad , etudes libreri, de congres (rapport)

وعموما؛ فإن الأمطار في تشاد تقل في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية التي تمتد عبر النطاقين الصحراوي والساحلي وتزداد في الإقليم السوداني، حيث تسود ظروف المناخ السوداني المعروف بغزارة أمطاره وارتفاع درجات حرارته (الأصم أحمد وآخرون،١٩٩٩، ص ١٤٨)

المبحث الرابع :المحددات المناخية للموارد المائية في تشاد

لم تبرز أهمية الحفاظ علي المصادر البيئية المتاحة من النضوب وتراجع دورها الرئيسي في الحفاظ على التوازن الطبيعي بين صور الحياة على سطح الأرض ، إلا مع بداية الربع الأخير من القرن العشرين، حيث لم تكن فكر التنمية المستدامة من الأفكار التي تشعل بال الباحثين في ميادين التنمية خلال خمسينيات وستينيات القرن العشرين.

وقد أدى ظهور صور من المخاطر البيئية كالجفاف والتصحر والتغيرات المناخية وإزالة الغابات وغيرها... إلى انعدام الأمن المائي والغذائي للسكان في مواطنهم الأصلية؛ مما يدفعهم إلى النزوح منها ، ويصبحون بذلك لاجئين بيئيين (الآثار المحتملة للتغيرات المناخية على القارة الإفريقية ، المؤتمر الثاني لمعهد البحوث والدراسات الإفريقية – جامعة القاهرة، مايو، ٢٠١٤ ، ص، ٧٩٥).

وفي هذا المبحث يتم تناول بعض المخاطر الطبيعية المؤثرة على الموارد المائية في تشاد ، خاصة تلك التي لها دور فعال في الأزمات الغذائية والمائية ؛ ولعل أبرز تلك العوامل يتمثل في التغيرات المناخية والجفاف والتصحر؛ فهذه الظواهر تتميز بطبيعتها التدريجية طويلة الأجل .

وترتبط هذه الظواهر الطبيعية إلى حد ما بالتدخل البشري ، مما يستدعي ضرورة وجود إدارة فاعلة للموارد المائية تراعي المحافظة على كميات المياه ونوعها وفقا لمقتضيات إدارة الموارد المائية واستدامتها، وعموما فإن الموارد المائية في تشاد تتعرض لمحددات عديدة منها:

أولاً: التغيرات المناخية:

تعتبر بحيرة تشاد المرآة التي تعكس حجم التغيرات المناخية في تشاد عامة وإقليم الساحل بصورة خاصة، فقد كانت هذه البحيرة عبر تاريخها الطويل تتميز بالتغير الدائم في مستوى مياهها

السطحية ، فالقاعدة المضطردة في البحيرة هي التغير المستمر في الحجم والشكل والعمق، وهو ما يحدث سنويا على مدى عدة قرون؛ فبحيرة تشاد الحالية هي عبارة عن بقايا بحر قديم يعرف باسم بحر تشاد الداخلي ، فقد كان هذا البحر في الماضي السحيق يشغل مساحة واسعة من أرض تشاد.

ولكن هذه البحيرة المترامية الأطراف تقلصت مساحتها بفعل التغيرات المناخية التي شهدتها المنطقة منذ عصور بعيدة ولا زالت متواصلة (منشورات مجلة علوم جغرافية، ٢٠١٨ ،ص٨٧) .

وهذا ويتجلى أثر التغيرات المناخية على الموارد المائية في تشاد في التغيرات والتقلبات الكمية والنوعية لمياه نهر شاري و لوغون ، فضلا عن التفاوت الكبير بين معدلات الأمطار وارتفاع درجات الحرارة بين الماضي والحاضر في أرجاء الحوض الهيدرولوجي لتشاد خلال العقود الأربعة الأخيرة من القرن العشرين والعقد الأول من القرن الحادي والعشرين.

فعند المقارنة بين الكميات المنصرفة عبر نهر شاري إلى بحيرة تشاد خلال التاريخ يتضح أنها تتجه نحو التغيرات في الكميات المنصرفة عبر هذا النهر.

فقد سجل النهر في الفترة الممتدة بين عامي ١٩٥٠م ١٩٥٩م متوسطا يوميا للتصريف المائي لنهر شاري كمية قدرها ١٣٣٥ مترا مكعبا في الثانية، وبلغ المتوسط السنوي العام للفترة ذاتها ٤٢،١ كيلو متر مكعب، والمتوسط السنوي للأمطار في كافة أرجاء الحوض بلغ ١١١٤ ملم ،وفي العقد الذي تلا هذا العقد أي الفترة الممتدة بين عامي ١٩٦٠ – ١٩٦٩ تراجع فيها إيراد كميات الصرف المائي اليومي لنهر شاري ١٢٧٨ مترا مكعبا في الثانية ، و ٤٠،٣ كيلومتر مكعب في السنة ، وتدنى المتوسط السنوي للأمطار ليستقر عند حدود ١٠٥٩ ملم فقط.

هذا وقد تواصلت عمليات التغير في الإيرادات المائية لنهر شاري خلال الفترة الواقعة بين عامي ١٩٧٠ – ١٩٧٩م ، فقد تراجع المتوسط اليومي لكميات الصرف ليصل إلى ٨٦٦مترا

مكعبا في الثانية ، نتيجة لهذا التراجع استقر المتوسط السنوي العام لكميات المياه عند حدود ٢٧،٧ كيلومترات مكعبة فقط.

والأمطار خلال نفس العقد فقد شهدت هي الأخرى تراجعا كبيرا في متوسطاتها السنوية لتسجل ٩٢٩ ملم فقط كمتوسط سنوي .

أما في الفترة الواقعة بين عامي ١٩٨٠- ١٩٨٩ فقد شهدت التدهور الأكبر في تاريخ نهر شاري ، فقد توقفت الكميات اليومية المنصرفة عند حدود ٥٦١ مترا مكعبا في الثانية ، بينما بلغ المتوسط السنوي للعام ١٧،٧ كيلومترات مكعبة فقط. وتراجع المتوسط السنوي للأمطار إلى حدود ٨٧٧ ملم.

والملاحظ من خلال البيانات أن الفترة الواقعة بين عامي ١٩٩٠ - ١٩٩٩م ، فقد شهد الإيراد المائي تحسنا طفيفا ، حيث بلغ المتوسط السنوي للأمطار في أرجاء الحوض ٩٧٤ ملم والمتوسط اليومي لكميات الصرف المائي لنهر شاري ٦٨٨ مترا مكعبا في الثانية، والمتوسط السنوي للإيرادات المائية بلغ ٢١،٧ كيلومترات مكعبة.

أما في الفترة الواقعة بين عامي ٢٠٠٠ - ٢٠٠٩م فإن الوضع المائي لنهر شاري يبدو أنه مال الاستقرار النسبي حيث أخذت الكميات تراوح مكانها تقريبا، إذ بلغ المتوسط اليومي لكميات صرف النهر ٦٧٢ مترا مكعبا في الثانية.

أما المتوسط السنوي العام للفترة ذاتها قد بلغ ٢١،٢ كيلو متر مكعب.

(CBLT,(PM)٢٠١٥, p, ١٧.)

أما أثر التغيرات المناخية على هطول الأمطار في تشاد ، يبدأ من معرفة الحقائق الجغرافية التي تحتل موقعا متقدما في الدورة الهيدرولوجية، ومعرفة الاتجاهات المناخية ، حيث أن منحنيات الأمطار في القرن العشرين تشير إلى أن متوسط السنوي للأمطار في المنطقة الغينية الواقعة في أقصى جنوب تشاد تتراوح ما بين ١٣٠٠- ١٤٠٠ ملم.

أما في الإقليم السوداني فلا تقل إطلاقا عن ١٢٠٠ملم، بينما في عموم الإقليم الساحلي يصل متوسطها العام إلى حوالي ٥٥٠ملم.

ثم أخذت في التراجع والتقهقر خاصة بعد عام ١٩٦٣م. فاستقرت تقريبا عند حدود ١٢٠٠ ملم للمنطقة الغينية وحوالي ١١٠٠ ملم في الإقليم السوداني، و٤٥٠ ملم في الإقليم الساحلي ، و ٥٠ ملم في الإقليم الصحراوي، والذي كان في الستينات القرن العشرين يسجل متوسطا سنويا قدره ١٠٠ ملم . (مجلة منشورات علوم جغرافية،٢٠١٨، ص ٨٧)

ويدعم فرضية أثر التغيرات المناخية على الموارد المائية في تشاد الارتفاع المضطرد لمتوسط درجات الحرارة في كافة أقاليم تشاد، حيث لوحظ خلال الفترة الواقعة بين عامي ١٩٦٠ – ٢٠١٠ إن الإقليم السوداني والمنطقة الغينية الواقعتين في جنوب تشاد ارتفع فيها متوسط درجات الحرارة بنسبة تراوحت ما بين ٠،٦– ٠،٨°م.

وفي الإقليم الساحلي الذي يشغل الجزء الأوسط تراوحت نسبة الارتفاع ما بين ٠٩° – ١.٢°م ، أما الإقليم الصحراوي والذي يغطي الجزء الشمالي من تشاد فقد تراوحت ما بين ١،٠°م – ١،٣°م .(CBLT,(PM)٢٠١٠ , p ٢١)

ثانيا: الجفاف في تشاد:

تشاد دولة قارية تقع ضمن نطاق الساحل الإفريقي والذي يقصد به الحزام المناخي النباتي الذي يقع جنوب الصحراء الكبرى مباشرة ، ويشمل هذا الحزام عددا من البلدان الإفريقية وهي كما يلي : من الشرق إلى الغرب الصومال ، إثيوبيا ، السودان ، تشاد ، النيجر ، بوركينافاسو ، مالي، السنغال ، وموريتانيا.

ويتسم حزام الساحل بالشح في معدلات هطول الأمطار ،وقلة الإنتاجية وضعف التربة وتخلخل الكثافة السكانية. (حياتي، ٢٠٠٠، ص٢).

وبعبارة أدق تتسم منطقة الساحل الأفريقي بأنها جافة أو شبه جافة في معظم أشهر السنة، حيث تتراوح كمية الأمطار ما بين ١٠٠ – ٢٥٠ ملم ، وترتفع فيها درجات الحرارة، وتنمو فيها الحشائش الموسمية والشجيرات وبعض الأشجار الشوكية.

وبوجه عام؛ فان حزام الساحل يعتبر منطقة هشة معرضة أكثر من غيرها للإخلال بالتوازن البيئي .

ويقول خبراء المناخ؛ إن الجفاف في هذه المنطقة يدل على ظاهرة طويلة المدى ، قد تجعل المنطقة غير صالحة لسكنى الإنسان في المستقبل القريب

وحالات الجفاف مثلها مثل الأخطار الأخرى، يمكن وصفها من حيث الشدة أو الموقع أو المدة أو التوقيت ، وقد تنشأ حالات الجفاف نتيجة لطائفة متنوعة من العمليات المرتبطة بالأحوال الجوية والهيدرولوجية التي تبطئ الهطول وتحد من توافر الرطوبة إلى حد يمكن أن يكون ضارا.

ويمثل الجفاف خسارة ملحوظة أو تغير في أوقات معينة في منطقة ما، ما حدى بمنظمة الأرصاد الجوية أن تضع برنامجا محددا لرصد الجفاف وتقييم أخطاره وقد ضم البرنامج في طياته مراقبة الجوانب المختلفة للدورة الهيدرولوجية وآليات فهم الكيفية التي تؤثر بها حالات الجفاف على البشر، والمجتمعات وقطاعات الأعمال الاقتصادية (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، البرنامج المتكامل لإدارة الجفاف ، ٢٠١٤، ص ٢٢)

وقد أصبحت منطقة الدراسة في الربع الأخير من القرن المنصرم أكثر عرضة للجفاف، ومن المتوقع أن تصبح حالات الجفاف واسعة الانتشار على نطاق أكبر وأكثر شدة وتأثيراً نتيجة للتغير المناخي والآثار طويلة الأجل للجفاف الذي يطول أمده على النظم الإيكولوجية بالغة، بحيث يؤدي إلى تسارع تدهور الأراضي والتصحر .

وشملت العواقب والافتقار إلى موارد المياه والأراضي المنتجة وخطر نشوب نزاعات محلية بشأنها، ومن الصعب على تشاد تجنب حالات الجفاف؛ ولكن يمكنها أن تخفف من آثاره.

ويبدو إن تشاد قد شهدت خلال تاريخها الطويل فترات من الجفاف والمطر تعاقبت على أراضيها ويمكن إيجاز ذلك فيما يلي:

* فترة المطر والجفاف في الميوسين ، قسم علماء المناخ عصر الميوسين إلى ثلاث فترات متباينة مناخيا ، وأبرز الاختلافات تبدو في تباين الأمطار، خاصة في الميوسين الأدنى والأوسط والأعلى ففي الأدنى هطلت أمطارا غزيرة في صحراء تشاد وعموم إقليم الساحل الصحراوي.

أما في الأوسط فتراجعت كميات الأمطار في أراضي تشاد، وفي فترات الجفاف السابقة للبلاستوسين الأوسط فقد شهد فيها المناخ تحولا كبيرا من رطب إلى جاف، أما في عصر الهلوسين فقد تقهقر الضغط الجوي الأيسلندي نحو الشمال، وتزحزحت معه الأمطار مخلفة وراءها موجات جفاف حاد عمت كافة أرجاء تشاد خاصة الإقليمين الصحراوي والساحلي.

أما التغيرات المناخية التي عرفتها تشاد في العصور الحديثة ، جعلت منها تنقسم أقاليم جغرافية ومناخية مختلفة ، وبالتالي فإن مناخها يتأثر بالرياح الجنوبية الغربية خاصة جزءها الجنوبي، أما جزئها الأوسط وطرفها الشمالي فإنها يتأثران بتيارات الرياح الشمالية الشرقية وهي بطبيعة الحال حارة وجافة. (منشورات مجلة علوم جغرافية،٢٠١٨، ص ٨٧-٨٨)

وعموما؛ فإن الآثار السلبية للجفاف على الموارد المائية في تشاد نلخصها في الآتي :

١- نقص كميات المياه السطحية والجوفية ، حيث أدى تسارع وتيرة الجفاف إلى زيادة استهلاك المياه السطحية وتبخر كميات كبيرة منها.

٢- زيادة استنزاف المياه الجوفية المتجددة وذلك لإغراض الاستعمالات المنزلية والزراعية منها

٣- تذبذب الأمطار: لقد أثر الجفاف الحاد التي شهدته تشاد خلال العقود الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين على الظروف المناخية فيها خاصة في كميات الأمطار، ونسب الرطوبة

الجوية، حيث شهدت هذه العناصر تقهقرا وضع البلاد في حالة حرجة في مجال الانتاج الغذاء وتوفير المياه للسكان (بركة، ٢٠١٧، ص٤٥)

ثالثا: التصحر في تشاد:

برزت كلمة التصحر في أحاديث التنمية الدولية منذ أن أصدرت الجمعية العامة للأمم المتحدة عام ١٩٧٤ قرارين الأول دعوة الدول عامة للاهتمام بدراسات التصحر والتعاون فيما بينها لتقصي ظواهره وتبيين طرائق مكافحته.، والثاني قرار بعقد مؤتمر دولي عن التصحر عام ١٩٧٧. وبدأت كلمة التصحر كبديل لمصلحات سابقة مثل زحف الصحراء، فكلمة زحف الصحراء توقع في الروع إن الصحراء تزحف عابرة حدودها الطبيعية لتتعول على تخومها من مناطق أقل جفافاً، كالأحراش وحشائش السافنا في النطاقات الجنوبية للصحراء الإفريقية الكبرى(القصاص، ١٩٩٩م ،ص ٥).

ولهذا السبب وضعت لجنة وزراء الغابات لدول وسط إفريقيا ومنها تشاد، هيئة متخصصة تتولى الأمانة التقنية لاتفاقيات مكافحة التصحر في وسط إفريقيا دون الاقليمية منذ أغسطس ٢٠٠٣، ووضعت خطة للتقريب بين سياسات الدول الأعضاء تأسس على الاستراتيجيات التالية:

١- معرفة الموارد، لا سيما تلك المؤثرة بظاهرة التصحر والزحف الصحراوي.

٢- إدارة النظم الإيكولوجية وإعادة التحريج.

٣- الحفاظ على التنوع البيولوجي.

٤- التنمية المستدامة لموارد الغابات.

٥- تطوير الأنشطة البديلة والحد من الفقر (الأمم المتحدة،اتفاقية مكافحة التصحر، ٢٠٠٥، ص ٩).

ولمقاومة التدهور البيئي سعت بعض المؤسسات لتعزيز قدرات السكان المحليين في تشاد على تخطيط وبناء وصيانة البني الأساسية التي تمكن من إدارة المياه والتربة على نحو مستدام.

والغرض الأساسي منها هو وقف عملية التدهور وعكس مسارها ،والسعي نحو تحقيق قدر من الاستقرار في التربة والمياه دون تغيير الأنظمة الايكولوجية تغييرا كبيرا ، والتوصل إلى إدارة متضافرة لكل استعمالات المياه على مستوى الوحدات الجغرافية مثلا الأنهار البحيرات ، ويتطلب ذلك القيام بالتخطيط منذ البداية والدراسات المسبقة في المجالات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، وتدريب السكان المحليين على النظم الكفيلة بالحفاظ على الموارد المائية.

ويتأثر التصحر في تشاد وغيرها بالعوامل الطبيعية؛ كالمناخ ،والبشرية كالزراعة على حد سواء، ومن أهم العوامل المناخية المسببة للتصحر قلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة، هذه العوامل المتضافرة تؤدي إلى تسارع وتيرة التبخر؛ مما يتسبب في فقد كميات كبيرة من المياه، بجانب ذلك؛ فإن انخفاض كمية الأمطار اللازمة تهيء الظروف لحدوث التصحر .

وتشمل العوامل البشرية الإدارة غير السلمية لاستخدامات الأرض كالزراعة غير المقننة والرعي الجائر وأساليب الري التي تزيد من تملح التربة.

وأن جفاف الأنهار التي تغذي البحيرة كما هو الحال في نهر يوبي ونهر شاري وروافده قد تؤدي إلى تشجيع التصحر خاصة على الأطراف الشمالية والشمالية الشرقية والغربية للبحيرة. (مجلة القضايا البيئية والزراعة في البلدان النامية، المجلد الثاني ، جامعة مايدورغي ٢٠١٠ ، ص ٩٤.).

ومعلوم أن الصحراء الكبرى عبارة عن منطقة جافة تزحف من تلقاء نفسها صوب المناطق الخضراء في تشاد حيث تغطي كل من إنيدي وتبستي والإجراء الشمالية من إقليم وادي فيرا وإقليم البطحاء ونصف إقليم بحر الغزال وإقليم كانم وإقليم البحيرة.

وبدون شك؛ أن هذا الخطر إذا لم توجد له حلول توقف زحفه وتقدمه نحو الجنوب قد يحيق بمساحات أخرى تشمل الأقاليم الوسطي من تشاد، وذلك بعد خمسين عاما (مجلة منشورات علوم جغرافية،المجلد الثامن، ٢٠١٩ ، ص ٦٩).

هذا وقد أدت موجات الجفاف المستمر خلال التسعينات وثمانينات من القرن الماضي، بحسب برنامج العمل الوطني لمكافحة التصحر إلى انتقال خط تساوي المطر سنويا بمقدار ١٨ كم ، نحو الجنوب ويعتبر خط تساوي المطر ١٢٠٠ملم الحد الجنوبي لتأثير الصحراء، الذي انتقل من دائرة العرض ١٨ درجة شمالا إلى دائرة العرض ١٦شمالاً؛ مما أدى إلى انقلاب مهم في الملامح الطبيعية والأنشطة البشرية.

ومع ذلك ، يشير برنامج العمل المذكور أعلاه إلى إن المصاعب الكبرى لا تتوقف في مجال التصحر فقط ،وإنما هي مصاعب معدية تمس المجالين الاجتماعي والاقتصادي، وذلك من خلال الممارسات غير الملائمة في استغلال الأراضي والموارد السمكية والمراعي وموارد المياه.

ويعني هذا التغير خسارة من حيث سقوط الأمطار بحوالي ١٠٠ملم سنويا، مقارنة بالمجموع الأولى بمقدار ٣٠٠ملم في مستوى بحيرة تشاد، وبحوالي ٢٠٠ملم سنويا بالنسبة للمجموع المبدئي بمقدار ٦٠٠ملم على مستوى مدينة أنجمينا (المجلس التنفيذي الدورة السابعة والتسعون ٢٠٠٩، ص ٣).

مخاطر الزحف الصحراوي في النصف الشمالي من تشاد

ما من شك أن الأضرار الناجمة عن عملية الزحف الصحراوي مختلفة ومخيفة تواكب دورة الحياة، حيث هي حاصلة في حواف المناطق الجافة، أهمها:

١/ تفاقم مشكلة نقص المياه في مدن وقرى وبلدات أقاليم: إنيدي شرق، و إنيدي غرب، و بوركو، وتبستي، وبحر الغزال وتغيير مظاهر اللاندسكيب البشري بالأقاليم المتضررة بالجفاف والتصحر، حيث يضطر السكان المستقرين إلى النزوح إلى أماكن أخرى وترك مدنهم مهجورة بالكامل أو قليلة السكان، مثل، كانم، ووداي فيرا والنصف الشمالي من البطحاء، بينما

هناك مدن مهددة بالاندثار على المدى البعيد؛ بسبب نقص المياه ومن أمثلتها: أبشة، وبلتن، و مسورو، وسلال وكوبا أولانقا، ماو... إلخ.

٢/ تغيير مظاهر اللاندسكيب البشري بالأقاليم المتضررة بالجفاف والتصحر، حيث يضطر السكان المستقرين إلى النزوح إلى أماكن أخرى وترك مدنهم وقرآهم مهجورة بالكامل أو قليلة السكان.

٣/ تدهور التربة بفعل عمليات التعرية الميكانيكية التي تسببها الرياح الشمالية الشرقية الجافة

٤/اختفاء المراعي الطبيعية وتراجع مساحاتها عاماً بعد عام، علماً بأن تشاد ثالث أكبر بلد إفريقي من حيث توفر المراعي الطبيعية المفتوحة بما يعادل **٣٩**مليون هكتار حتى عام **٢٠١٨م**.ويترتب على تقلص المراعي نفوق أعداد كبيرة من الحيوانات في بعض السنوات الأكثر جفافاً في الأقاليم التي تقع في نطاق الصحراء بتشاد.

٥/ازدياد المساحات الصحراوية في تشاد سنويا، وتكون الكثبان الرملية المتحركة داخل نطاقات كانت تغطيها إلى وقت قريب بالأعشاب البرية في شمال وشرق البلاد، إذ وصل امتداد الصحراء الكبرى في الوقت الراهن إلى هوامش أطراف مدينة مسورو التي تبعد نحو **٣٠٠** كيلومتر شمال العاصمة أنجمينا (منشورات مجلة علوم جغرافية، المجلد الثامن ، ٢٠١٩، ص ٧٢)

الاستنتاجات والتوصيات :

تتمثل آثار التغيرات المناخية في تشاد في تناقص كميات المياه السطحية والجوفية وانعكاس على ذلك النظم البيئية الأخرى بجانب آثارها على الحياة الاقتصادية والاجتماعية لسكان تشاد، ومن خلال البحث اتضح جليا إن التغيرات المناخية لم تقتصر آثارها على الموارد المائية فحسب ، بل شملت تغيرا في درجات الحرارة ومعدل الأمطار، وقد نتج عن ذلك إحداث متطرفة منها الجفاف والتصحر، وخلص البحث إلى النتائج التالية:

١- نقص حاد في موارد المياه السطحية، خاصة الإيرادات المائية لنهر شاري، حيث تقلصت إلى حوالي ٥٠%.

٢-انخفاض كميات الأمطار الساقطة خلال العقود الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين والعقد الأول من القرن الحادي والعشرين

٣-زيادة معدلات درجات الحرارة على مستوى الأقاليم الجغرافية لتشاد.

٤- تأخر الموسم المطري أو تقدمه وهذا يتماشى ما يحدث من تغيرات مناخية على مستوى إقليم الساحل والعالم.

٥- نقص الإيرادات المائية لروافد بحيرة تشاد وكميات الأمطار الهاطلة عليها.

٦- ازدياد الكميات المفقودة بالتبخر من سطح بحيرة تشاد والأجسام المائية الأخرى.

٧- هناك العديد من الإشارات توحي بتدني تغذية المياه الجوفية.

٨- توافر حالات الجفاف واتساع رقعة الأرض المتصحرة.

التوصيات:

١- ضرورة المحافظة على الموارد المائية، وذلك من خلال إنشاء آليات مراقبة ومتابعة من أجل استدامة المياه.

٢- إنشاء شبكات رصد لمراقبة آثار التغيرات المناخية وزيادة التعاون مع المنظمات الدولية المعنية بتغير المناخ وانعكاساته على الهيدرولوجية.

٣- ضرورة جمع المعلومات المناخية التي يمكن استخدامها في تحليل وتقييم سلوك واتجاهات التغيرات المناخية.

٤-تطوير نظم مراقبة توزيع الجفاف والتساقط المطري.

٥- الاهتمام بدراسة التغيرات المناخية والموارد المائية.

٦. ضرورة متابعة ومراقبة الزحف الصحراوي وعمليات التصحر والعمل على الحد منه.

المصادر والمراجع:

١. الأصم عبد الحافظ أحمد الأصم ، الموسوعة الجغرافية للعالم الإسلامي،الرياض،١٩٩٩.

٢. أمين إسماعيل بركة ، مهددات التنمية الزراعية في البيئات شبه الجافة دراسة (تطبيقية على منطقة بحيرة تشاد) ، رسالة دكتوراه ،جامعة إفريقيا العالمية ، الخرطوم ٢٠١٧.

٣. أمين إسماعيل بركة، أثر التغيرات المناخية على الموارد الطبيعية الاقتصادية الاجتماعية ، دراسة تطبيقية على دولة تشاد، منشورات مجلة علوم جغرافية المجلد ٧ ، العدد ٢٢، أبريل ٢٠١٨.

٤. جلال عبد المعز وآخرون،، مشكلة المياه في إفريقيا ، جامعة القاهرة، معهد البحوث والدراسات الإفريقية ، القاهرة، ١٩٩٨.

٥. حسن أبو سمور ، حامد الخطيب ، جغرافية الموارد المائية ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، ط١، ١٩٩٩.

٦. صابرين فوزي خلف ، الأمطار والتبخر في العراق ، وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي ، قسم الأنواء المائية والزراعية ، (بدون تاريخ).

٧. صلاح مفتاح عبد الله ، خطط الإدارة المتكاملة للموارد المائية ،الحكومة الليبية المؤقتة ، الهيئة الوطنية للتعليم التقني والفني ، ٢٠١٨.

٨. عبدالله بخيت صالح، مدينة أنجمينا دراسة تحليلية تطبيقية في المدن رسالة دكتوراه ،جامعة إفريقيا العالمية ، الخرطوم (٢٠٠٥).

٩. عبد الله بخيت صالح ، أمين إسماعيل بركة ، الزحف الصحراوي جنوب مدار السرطان ، الأسباب ، المخاطر ، الإجراءات الوقائية ، دراسة تطبيقية على دولة تشاد، منشورات مجلة علوم جغرافية، المجلد ٨ ، العدد ٢٤، أبريل ٢٠١٩.

١٠. محمد علي حسن جمعة، الموارد المائية في تشاد دراسة في الجغرافية الطبيعية، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة إفريقيا العالمية، الخرطوم،٢٠٠٨م

١١. محمد عبد الغني سعودي وآخرون ، اللغة العربية في تشاد الواقع والمستقبل ، جمعية الدعوة الإسلامية العالمية ، طرابلس. ليبيا ، ط١ ، ٢٠٠١.

١٢. محمد عبد الفتاح القصاص ، التصحر ، عالم المعرفة ، الكويت ، ١٩٩٩.

١٣. محمود شاكر ، تشاد ، مؤسسة الرسالة للطباعة والنشر ط١ ، ١٩٧٢.

١٤.. المبادئ التوجيهية للسياسات الوطنية لإدارة الجفاف ،البرنامج المتكامل لإدارة الجفاف.

١٥. المنظمة العالمية للأرصاد الجوية والشراكة العالمية للمياه ، ٢٠١٤ .

١٦. منظمة الأمم المتحدة ، اتفاقيات مكافحة التصحر ، إعداد وتنفيذ برامج العمل دون الإقليمية ، وبرنامج العمل الإقليمي في إفريقيا ، مايو ، ٢٠٠٥.

١٧ . أطلس تشاد ، ط٢ ، ٢٠١٣ .

١٨. برنامج الأمم المتحدة لتقييم المياه في العالم ، قسم علوم المياه ، منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة ، ٢٠١٨ .

١٩. الأمم المتحدة ، اتفاقية مكافحة التصحر ، ٢٠٠٥.

٢٠. مجلة قضايا البيئة والزراعة في البلدان النامية ، المجلد الثاني ، جامعة ميدغري ، ٢٠١٠.

٢١. المجلس التنفيذي الدورة السابعة والتسعون ، روما ، ٢٠٠.

المراجع الأجنبية

١.http.www.undp.org.mdg١.Gan Luis Schnyder; Hydrologie du Tchad, Harmattans, Paris ٢٠٠٢.

٢. Centre National d'Appui à la Recherche ;Géologie, ressources minérales et ressources en eau du Tchad. ٢emedition ,Ndjamena ١٩٩٥

٣. Commission du Basin du Lac Tchad (CBLT) et Organisation Météorologique Mondial(OMM); lac Tchad hycos, rapport ٢٠١٥.

٤. Commission du Basin du Lac Tchad(CBLT) et Agence Française de développement; plan de développement d'adaptation aux changements climatiques au lac Tchad, rapport ٢٠١٥.

٥. Commission du Basin du Lac Tchad(CBLT); Lac Tchad: Gestion durable des ressources en eau, rapport ٢٠١٣.

٦. http;//www.un .org /climate change /ar /towards_ climate –agreement/

٧.www.thaqafnafsak.com

٨. www.undp.org.mdg

٩. www.unesco.org.water.wwap

١٠. www.ipcc-data.org