تغير كمية الأمطار في دول منابع نهر النيل خلال الفترة ١٩٠١/٢٠١٦

المؤتمر الجغرافي الدولي الثالث – مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية: "جودة الحياة والبيئة والتنمية في العالم العربي وإفريقيا" ١٠-١٤ فبراير ٢٠٢٠

مقدمة

قام العلماء لكشف احتمالات تغير المناخ بإنشاء ٣٠ نموذجاً مناخياً مختلفاً تأخذ بعين الاعتبار كيفية تغير دورة تيارات المحيطات والرياح في الغلاف الجوي فوق إفريقيا في إطار التنبؤات بالارتفاع في متوسط درجة الحرارة السنوية. إذ يتوقع أن ترتفع درجة حرارة الأرض بنحو درجتين مئويتين في كل عِقد على مدى العِقدين المقبلين، وذلك بحسب عدد من السيناريوهات التي أعدتها اللجنة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC حتى وإن ظل تركيز الغازات الدفيئة والهباء الجوي على ما كان عليه في عام ٢٠٠٠، فلا يزال من المتوقع أن ترتفع درجة الحرارة بنحو درجة مئوية واحدة في كل عِقد.

ويؤدي تغير المناخ إلى زيادة تكرار الظواهر المناخية الشديدة مثل موجات الحر والجفاف والفيضانات والأعاصير. وتشير اللجنة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC إلى أن عدد موجات الحر قد ارتفعت منذ عام ١٩٥٠، وكذلك عدد الليالي الحارة في جميع أنحاء العالم. وكذلك الحال بالنسبة لعدد الأعاصير وقوة العواصف المدارية واستمراريتها فقد ارتفع عن ذي قبل، مع تزايد تكرار الأعاصير المدارية التي تصنف قوتها من الدرجة الرابعة (٢١٠ – ٢٤٩ كلم في الساعة) والدرجة الخامسة (أكثر من ٢٤٩ كلم في الساعة) منذ عام ١٩٧٠.

ويستخدم برنامج الأمم المتحدة للبيئة بحيرة تشاد التي تقع على حدود كل من تشاد والكاميرون ونيجيريا والنيجر مثالاً على التغير في كمية الأمطار في إفريقيا. إذ تقلصت مساحتها كثيراً – بعد أن كانت يوماً ما سادس أكبر بحيرة في العالم – بسبب تراجع معدل كمية الأمطار في نطاق الساحل. وتشير الصور التي تم التقاطها بالأقمار الاصطناعية إلى إنه خلال الـ ٣٥ عاماً الماضية، انكمش حجم البحيرة إلى عُشر حجمها بسبب الجفاف المستمر.

ويتفق العلماء على أننا نكاد نفقد القدرة على التنبؤ بحالة نهر النيل. فتغير المناخ جراء الاحتباس الحراري العالمي بفعل تراكم الكربون في الغلاف الجوي يعني سقوط مزيد من الأمطار وتدفقها في الجداول التي تغذي شبكة نهر النيل. كما تتنبأ عمليات المحاكاة الحاسوبية المنشورة في مجلة Nature Climate Change بأنه إذا بقي "الوضع السيء على ما هو عليه" والذي يواصل فيه البشر استغلال الوقود الأحفوري، سيتدنى فعليًا عدد السنوات "الطبيعية" ويزيد عدد السنوات التي تحدث فيها فيضانات مدمرة أو قحط مهلك. وقد ترجمت نتائج تلك الدراسات في ضرورة تأسيس مبادرة حوض نهر النيل بدعم من البنك الدولي في فبراير

١٩٩٩، وذلك امتداداً للتعاون السابق لمشروعي الهيدروميت ١٩٦٧ والتكونيل ١٩٩٢، وتضم المبادرة دول حوض نهر النيل، من أجل إنشاء شراكة قوية لإدارة الموارد المائية لدول حوض النيل.

وقد حذر مدير البرامج بمعهد ستوكهولم الدولي للمياه الخبير الدولي د. ماتس أريكسون أن ظاهرة التغيرات المناخية أحدثت آثارا سلبية على حوض النيل، من حيث تباين معدلات سقوط الأمطار بين الهضبتين الاستوائية والأثيوبية ما بين الزيادة والنقصان، مشيرا إلى توقعات العديد من الخبراء الدوليين المعنيين بدراسة أثار ظاهرة التغيرات على مستوى العالم بصفة عامة، وأحواض الأنهار بصفة خاصة، بزيادة معدلات الآثار السلبية خلال السنوات القادمة بما فيها منطقه حوض النيل. وأوضح أن معدلات تدفق مياه النيل انخفضت خلال السنوات الأخيرة عن معدلاتها، خاصةً وأن حجم المستفيدين من مياه النيل تتخطي ٤٠٠ مليون نسمة (شعوب دول حوض النيل الـ١١)، ومن ثم ستصبح تحت مستوى الفقر المائي بحلول عام ٢٠٣٠.

ويمتد حوض النيل في أرض واسعة الأطراف ما بين المنبع والمصب في حوالي ٣٥ درجة عرضية، ويشغل حوض النيل الجزء الأكبر من شمال شرق قارة أفريقيا، وهو بذلك يبعد عن المؤثرات البحرية المحيطية إلا في أجزائه الجنوبية حيث تلتقي أمطار المحيطين الهندي والأطلنطي في الجنوب. ويضم ١١ دولة منها دول المنابع وهي بوروندي ورواندا وتنزانيا وكينيا وجمهورية الكونغو الديمقراطية وأوغندا " منابع استوائية من بحيرة فيكتوريا" بالإضافة إلى منابعه من هضبة الحبشة الشرقية في إثيوبيا وإريتريا، ودول المصب وهي جنوب السودان والسودان ومصر (شكل ١).

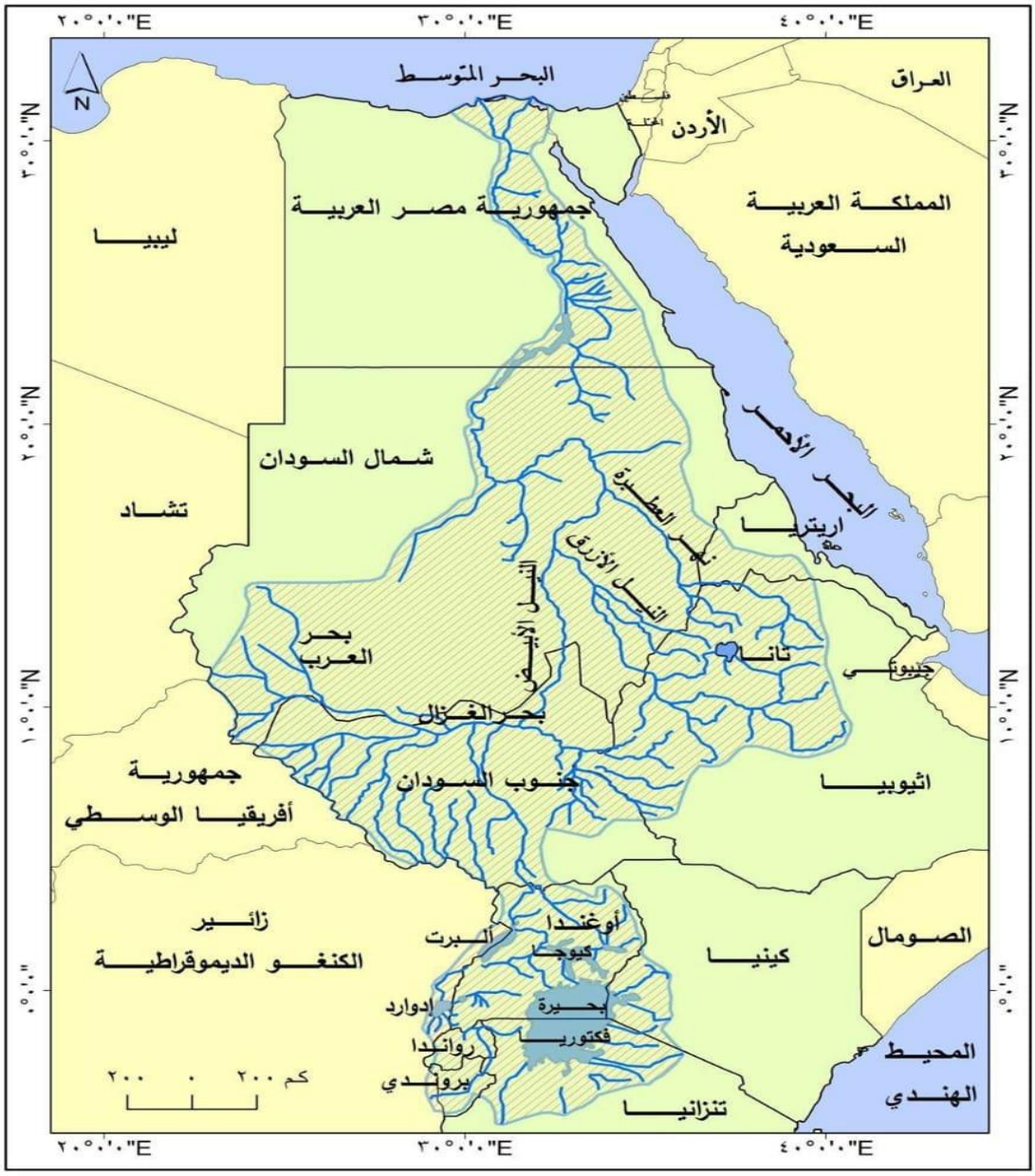
ويتمثل المناخ المداري المطير في الجانب الشمالي الشرقي لبحيرة فكتوريا في كل من أوغندا وكينيا. ويتميز بغزارة المطر الانقلابي طوال العام. ويتمثل مناخ السفانا " المناخ السوداني " في أوغندة وجنوب السودان، والانحدارات الغربية والشمالية الغربية لمرتفعات إثيوبيا. ويغطي المناخ الموسمي مساحات كبيرة للمنحدرات الجنوبية الغربية لمرتفعات أثيوبيا حيث يتراوح الارتفاع من ١٥٠٠: ٢٥٠٠ متراً فوق مستوي سطح البحر. ويسود مناخ الأستبس المداري معظم الانحدارات المرتفعة لشمال إريتريا، فضلاً عن الأستبس المعتدل في الأراضي التي يتجاوز ارتفاعها ٢٠٠٠ متراً كمرتفعات وسط اريتريا.

وتهدف هذه الورقة البحثية إلى رصد مقدار الزيادة والنقصان في كميات المطر في دول منابع حوض النيل (بوروندي – رواندا – تنزانيا – كينيا – جمهورية الكونغو الديمقراطية – أوغندا – إريتريا – إثيوبيا)، ومن ثم تحديد الاتجاه العام للتغير في كميات المطر خلال القرن العشرين وأوائل القرن الحادي والعشرين (١٩٠١ / ٢٠١٦). وقد اعتمدت الدراسة على سجلات لكميات المطر في الدول الثمان بصفةٍ عامة دون تحديد لمحطات الرصد، وهكذا، فإن بيانات المطر المتاحة هي بيانات لكميات المطر الشهرية خلال سنوات الدراسة. وقد استندت على بيانات مواقع الشبكة الدولية المعنية برصد العناصر المناخية والظواهر الجوية منها:

http://en.tutiempo.net/climate/.htmml

http://meteociel.fr/modeles/archives/

http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=downscaled_data_historical



شكل (١) دول حوض النيل

ويمكن تتبع التغيرات في كمية المطر في دول منابع النيل على عدة محاور:

أولاً: اتجاهات التغير في كميات المطر الشهري

ثانياً: اتجاهات التغير في كميات المطر الفصلي

ثالثاً: اتجاهات التغير في المعدلات السنوية

رابعاً: دورات التغير في كمية المطر (كل ١٣ سنة)

أولاً: اتجاهات التغير في كميات المطر الشهري

تظهر قمة واضحة للمطر في دول المنابع الحبشية (النيل الأزرق) [1] في كلٍ من إثيوبيا وإريتريا خلال الفترة من شهر يونيو حتى أكتوبر حيث تقع ضمن المناخ الموسمي وتسود الرياح الموسمية الجنوبية الغربية التي تسقط أمطارها الغزيرة خاصةً على المرتفعات الغربية. وإن اختلف نصيب كلٍ منهما، فلا تتجاوز كمية المطر في يونيو ٧٠.٧ ملليمتراً سنة ١٩١٦ لتمثل أعلى كمية مطر شهرية في إريتريا، يقابلها ١٩٤.٦ ملليمتراً في أكتوبر ١٩٧٧ كأعلى كمية مطر شهرية في إثيوبيا خلال الفترة ٢٠١٦/١٩٠١. وجدير بالذكر أن؛ كمية الأمطار انخفضت سواء في شهر يونيو في إريتريا لتصل إلى ١١.٥ ملليمتراً في سنة ٢٠٠٨. كما انخفضت في إثيوبيا في أكتوبر لتصل إلى ٤٧.١ ملليمتراً في سنة ٢٠١٦.

ويمثل أكتوبر قمة المطر في أوغندة فبلغ ١٦٧.٧ ملم سنة ١٩٠٣، ارتفعت إلى ١٩٨.٤ ملم سنة ١٩٦١، ثم انخفضت لتبلغ ١٤٣.٥ سنة ٢٠١٦. وبلغت أقصى كمية مطر في يونيو ٢٠٩.٢ ملم سنة ١٩٠٣، ارتفعت لتبلغ ٢١٠.٧ ملم سنة ٢٠١٠، ثم انخفضت لتبلغ ١١١ ملم سنة ٢٠١٦.

يمثل شهر يناير أكثر الشهور نصيباً من المطر الانقلابي التصعيدي في بروندي، فبلغت أعلى كمية ٢٨٤.٤ ملم سنة ٢٠١٦، ويليه مارس بنصيب بلغ في بداية القرن ٨٤.٧ ملم سنة ١٩٠١، ثم ارتفعت إلى ٢٠٨.٢ ملم سنة ١٩٥٠، وارتفعت إلى ٢٠٢.٧ ملم سنة ٢٠١٦. وجدير بالذكر أن الأمطار في بروندي تكاد تتوزع على مدار شهور السنة مع انخفاض واضح في كمية المطر في يونيو حيث لا تتجاوز كميته ٥٠ ملم خلال عِقود الدراسة.

يعد شهر أكتوبر الأعلى مطراً في روندا، إذ ارتفعت الكمية من ١٠٧.٢ ملم في سنة ١٩٠٢ إلى ١٧٠.٤ ملم سنة ١٩٥٣، إلى ٢٢٨.٩ ملم سنة ١٩٧٨، لتبلغ ٢٣٦ ملم سنة ٢٠١٣، لكنها انخفضت فجأة إلى ٨٢.٥ ملم سنة ٢٠١٦. أما بالنسبة لنصيب مارس، فبلغ في أوائل القرن الماضي ٢٤١.٧ ملم سنة ١٩٠٥، ثم ارتفع إلى ٢٢٨.٩ ملم سنة ١٩٧٨، ليبلغ ٢٣٦ ملم في سنة ٢٠١٣. ويعد يونيو أقل الشهور مطراً فضلاً عن شدة تذبذب كمية المطر إذ تقترب من ١٠ ملم في معظم سنوات الدراسة ثم تقفز في سنوات أخرى إلى حوالي ١٠٠ ملم كما هو الحال سنة ١٩٧٢ حينما بلغت كميتها ٩٤.٢ ملم.

تتراوح كمية المطر في الكونغو فيما بين ٥٠ – ٣٣٠ ملم على مدار شهور السنة. ويعد أكتوبر أغزرها مطراً ما بين ١٧٢ ملم سنة١٩٠١، و٣٢٣.٢ ملم سنة ١٩١٦، وبين ٢٥٨.٣ ملم سنة ١٩٥٩، و٢٨٠ ملم سنة ١٩٩٧، لتنخفض إلى ١٧٥.٤ ملم سنة ٢٠١٦، وتبلغ أعلى قيمة لكمية المطر لشهر أكتوبر ٣٢٣.٢ ملم سنة ١٩١٦. ويليه مارس بأعلى قيمة ٢٤٩.٢ ملم سنة ١٩٣٣، وانخفضت إلى ٢٠٤.٥ ملم سنة ٢٠١٥. وتتراوح كمية المطر في يونيو ما بين ٥٠–١٠٠ ملم خلال عِقود الدراسة، أما يناير فتتراوح كمية المطر ما بين ٥٠–١٥٠ ملم خلال عِقود الدراسة.

---

[1] - تساوي مساهمة النيل الأزرق ضعف مساهمة النيل الأبيض في مياه نهر النيل، ولكن تبقى هذه النسبة متغيرة، إذ تخضع للمواسم المطرية القصوى والدنيا على مدار السنة، مع العلم بأن جريان النيل الأبيض يبقى شبه ثابت خلال الفصول الأربعة، وبذلك تصبح مساهمة النيل الأزرق ٩٠% والنيل الأبيض ٥% عند الذروة، في حين تصبح ٧٠% للأول و٣٠% للثاني عند الحالات الدنيا حسب الفاو.

وهكذا يمكن القول بأن منابع النيل الجنوبية من البحيرات الاستوائية (النيل الأبيض) هي الأعلى مطراً خاصة في الكونغو حيث المطر الاستوائي الذي يتوزع على مدار العام لكونه مطراً انقلابي يكاد يكون يومياً.

أما بالنسبة للمطر من الأخدود الإفريقي في كينيا وتنزانيا، فإن شهري مارس وأكتوبر هما الأعلى مطراً ضمن فصلي الربيع والخريف، وقد تناقصت كميتها في كينيا من ١٨٠.٥ ملم سنة ١٩٠٥، لتبلغ ١٤٥.٥ ملم سنة ٢٠١٣ في مارس، مقابل ٧٤.٧ ملم في أكتوبر سنة ١٩٠٢، ليرتفع إلى ١١٢.٨ ملم سنة ١٩٥١، ليرتفع إلى ١٧٩.٧ ملم سنة ١٩٩٧، ولكنها تنخفض إلى ٤٠ ملم فقط سنة ٢٠١٦ لشهر أكتوبر في كينيا. وتنخفض كمية المطر في مجملها خلال شهر يناير لأقل من ٢٠ ملم في أغلب سنوات الدراسة خاصةً في النصف الأول من القرن العشرين.

وتتقارب في تنزانيا قيم كمية المطر الشهري لكل من أكتوبر ويونيو فلا تتجاوز ٥٠ ملم إلا سنة ١٩٦١ وسنة ١٩٨٢ لشهر أكتوبر فبلغت ٨٢.٦ملم، و٨٨.٩ ملم لكلٍ منهما على التوالي. ويعتبر شهر مارس الأغزر مطراً إذ بلغت أعلى كمية ٣٠٠ ملم سنة ١٩٣٠، لتنخفض إلى ٢٦٩ ملم سنة ١٩٧٨، لتنخفض إلى ١٥٩.٦ سنة ٢٠١٦.

وتعكس النسب المئوية للتغير [٢] في كمية المطر لشهر يناير خلال عِقود الدراسة، أن تغير كمية المطر في العِقد العاشر مقارنةً بالعِقد التاسع كان تغيراً موجبا في جميع دول المنابع خاصةً في إريتريا بنسبة تغير بلغت ١٢٤%. ويظهر الثبات تقريباً بالنسبة لكمية المطر في العِقد الثامن مقارنةً بكميتها في العِقد السابع.

يغلب التغير السالب على كمية المطر لشهر مارس خلال العِقد العاشر مقارنةً بالعِقد التاسع خاصةً في إريتريا بنسبة تغيير (-٣٧%)، وكذلك في العِقد الثامن مقارنةً بالعِقد السابع. بينما يغلب على العِقود السادسة والرابع والثاني التغير بالزيادة، وإن كانت لا تتجاوز ٢٤% في إثيوبيا.

يكاد يغلب التغير الموجب على كمية لشهر يونيو خلال عِقود الدراسة مع ارتفاع نسبة هذا التغير ليبلغ ١٠٧% في أريتريا في مطلع القرن العشرين، ويبلغ ٨٥% في إريتريا أيضاً في العِقد الثامن مقارنةً بالعِقد السابع. وتليها روندا بتغير ٧٥% في العِقد العاشر مقارنةً بالعِقد التاسع. وكان التغير السالب الأعلى في بروندي في العِقد الثاني مقارنةً بالعِقد الأول (-٣٧%)، ويليه التغير في روندا (-٢٦%).

ويغلب التغير السالب في كمية المطر لشهر أكتوبر في معظم الدول خلال عِقود الدراسة خاصةً في العِقد الرابع مقارنةً بالعِقد الثالث، وكذلك العِقد الثامن مقارنةً بالعِقد السابع، وبلغت أعلى نسبة تغير سالب في إريتريا (-٢٥%) في العِقد العاشر مقارنةً بالعِقد التاسع. وبلغ أعلى نسبة تغير إيجابي في إريتريا ٥٧% في التغير خلال العِقد الثامن مقارنةً بالعِقد السابع.

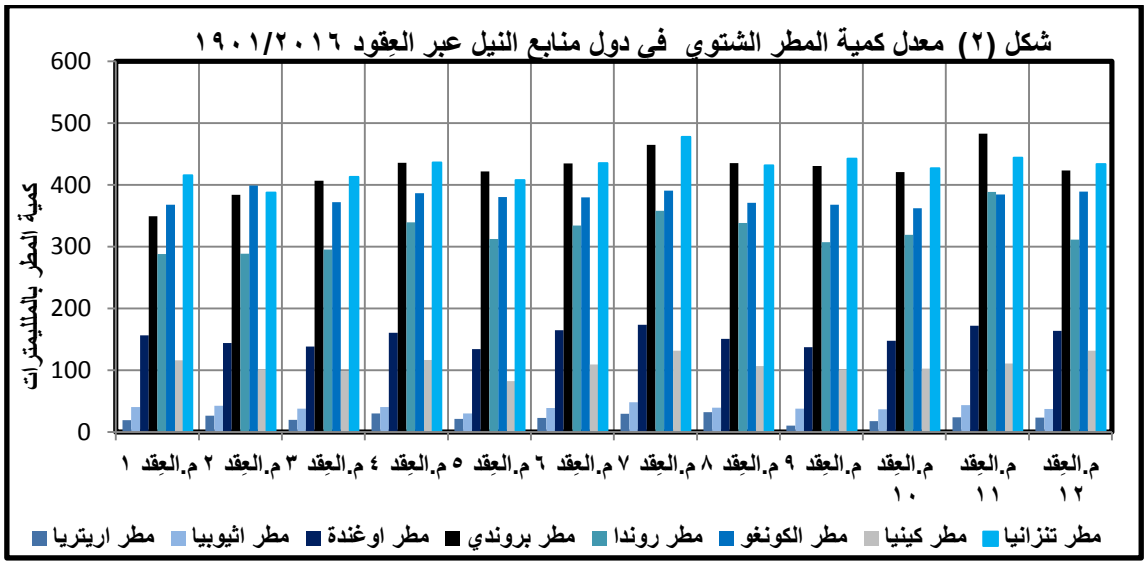
<u>ثانياً: اتجاهات التغير في كميات المطر الفصلي</u>

---

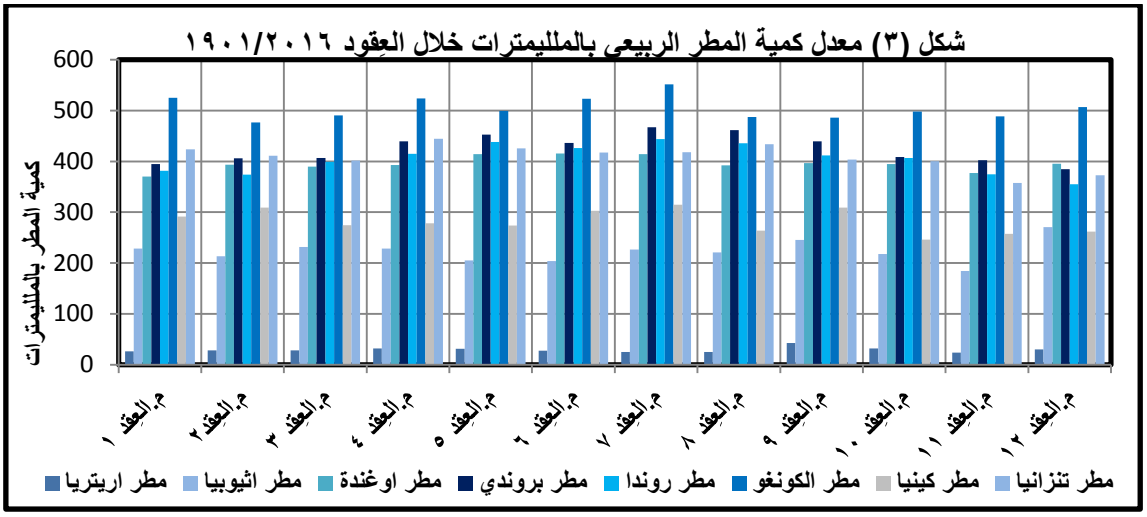
[٢]- مقدار التغير في كمية المطر الشهري فيما بين عقود الدراسة = (معدل كمية المطر الشهري ملم خلال العقد - معدل كمية المطر الشهري ملم خلال العقد السابق) / معدل كمية المطر الشهري ملم خلال العقد السابق[الصالح ، ١٩٧٩ ص ١٣٦] [إبراهيم ، ٢٠٠٤ ، ص ٢٤٣ – ٢٦٠].

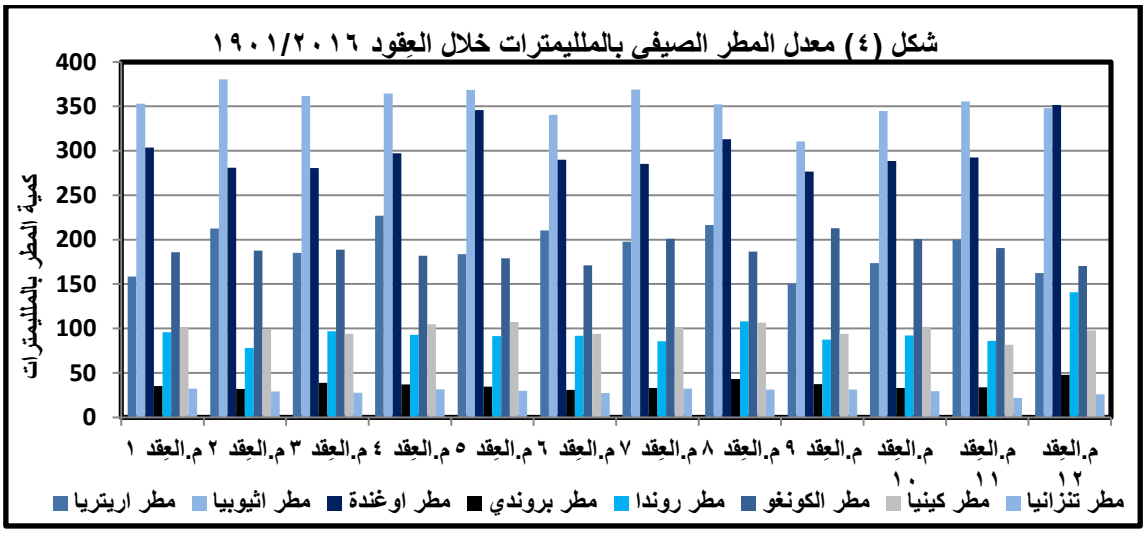
ينخفض معدل المطر الشتوي شكل (٢) في دول منابع النيل الأزرق لأدنى مستوى في إريتريا وإثيوبيا. وتتقارب المعدلات في كلٍ من روندا والكونغو وبروندي لتتراوح ما بين ٣٠٠-٤٠٠ ملليمتراً، مقابل حوالي ١٥٠ ملليمتراً في أوغندة كمنابع للنيل الأبيض. وتعد تنزانيا كأحد المنابع الاستوائية الشرقية أغزرها مطراً إذ يتجاوز المعدل الشتوي ٤٠٠ ملليمتراً خلال عِقود الدراسة. ومن ثم تصبح تنزانيا الأعلى نصيباً من المطر الشتوي، وأقلها نصيباً إريتريا وذلك انعكاسا لموقعها الجغرافي وطبوغرافية السطح.

ينخفض معدل المطر الربيعي شكل (٣) في دول منابع النيل الأزرق خاصةً في إريتريا الأقل مطراً حيث لا تتجاوز ٢٤٥ ملليمتراً خلال العِقد التاسع، وفي المقابل يرتفع المعدل في إثيوبيا ولكنها لا تتجاوز ٢٧٠ ملليمتراً في العِقد الثاني عشر. ويتجاوز المعدل الربيعي في الكونغو كأحد منابع النيل الأبيض ٥٠٠ ملليمتراً خلال العِقد الأول، الرابع، السادس، السابع والثاني عشر، فتعد الكونغو الأغزر مطراً بمعدل بلغ ٥٥١ ملليمتراً، تليها بروندي بمعدل يتراوح ما بين ٤٦٧ ملليمتراً خلال العِقد السابع وبين ٤٠٠ ملليمتراً تقريباً في العِقود الأخرى. ومن ثم تصبح الكونغو الأعلى نصيباً من المطر الربيعي مقابل إريتريا أقلها نصيباً.



تحظى إثيوبيا بأعلى معدل صيفي شكل (٤) لكمية المطر بين دول المنابع سواء الحبشية أو الإثيوبية إذ يتراوح ما بين ٣١١ و٣٨٠ ملليمتراً في العِقدين التاسع والثاني على التوالي. ويرتفع أيضاً المعدل الصيفي في إريتريا مقارنة بالفصول الثلاثة الأخرى، إذ يتراوح ما بين ١٥٨ و٢٢٧ ملليمتراً في العِقدين الأول والرابع على التوالي، وذلك بسبب الأمطار الموسمية الصيفية. ويتضح أن أوغندة هي الأعلى معدل مطر صيفي بين دول المنابع الاستوائية لتقترب من دول المنابع الحبشية بسبب سيادة المناخ السوداني، إذ يتراوح ما بين ٢٧٧ و٣٥١ ملليمتراً في العِقدين التاسع والثاني عشر. بينما لا يتجاوز المعدل الصيفي في دول منابع النيل الأبيض ٢١٣ ملليمتراً في الكونغو في العِقد التاسع. وهكذا، يغلب على إثيوبيا المطر الصيفي، بينما يندر في كينيا.



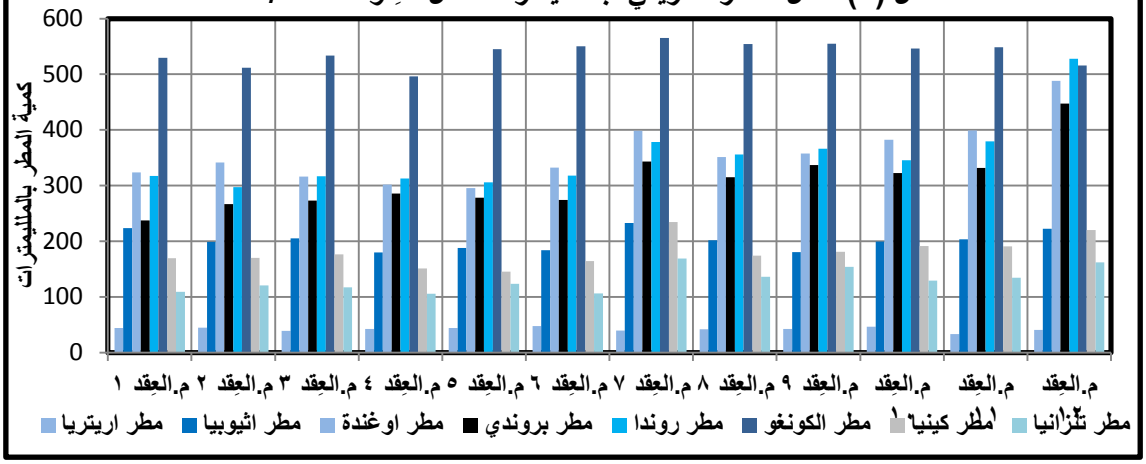


يغلب على أمطار الكونغو المطر الخريفي شكل (٥)، إذ يرتفع معدله ليتراوح ما بين ٥١٢ و٥٦٥ ملليمتراً في العِقدين الثاني والسابع على التوالي. وتليها أوغندة معدل خريفي يتراوح ما بين ٢٩٥ و٤٨٨ ملليمتراً في العِقدين الخامس والثاني عشر على التوالي. بينما لا يتجاوز في منابع النيل الأبيض الشرقية ٢٣٤ في كينا خلال العِقد السابع الذي حظي بأعلى معدلات فصلية بصفةٍ عامة. وينخفض المعدل الخريفي أيضاً في دول منابع النيل الأزرق ٢٢٢ ملليمتراً في إثيوبيا في العِقد الثاني عشر، مقابل حوالي ٤٠ ملليمتراً خلال عِقود الدراسة في إريتريا. وهكذا، يغلب على الكونغو المطر الخريفي، بينما يندر في إريتريا.

وهكذا؛ تصبح إريتريا الأغزر مطراً في فصل الصيف، وقد ظهرت قمتان الأولى سنة ١٩١٦، والثانية سنة ١٩٦٤، وبلغت في كليهما ٤٠٠ ملليمتراً تقريباً، هذا ولا يقل معدل المطر الصيفي خلال سنوات الدراسة عن ٧٠ ملليمتراً. ولا يتجاوز معدل المطر الفصلي للفصول الأربعة ١٠٠ ملليمتراً خاصةً فصل الخريف الذي يعد ثاني أغزر الفصول مطراً. ويتميز النصف الثاني من القرن العشرين بكونه أقل مطراً من النصف الأول في إريتريا خلال الفصول الأربعة خاصة المطر الصيفي. وكذلك الحال في إثيوبيا إذ تتميز بغزارة المطر الصيفي فتتراوح ما بين ٢٤٢ – ٥٦٨ ملليمتراً في عامي ١٩٨٧ و١٩٥٠ على التوالي. وتتذبذب كمية المطر الربيعي

والخريفي فيما بين ١٠٠ – ٣٥٠ ملليمتراً تقريباً، ولا يتجاوز المطر الشتوي ١٠٠ ملليمتراً. وهكذا تتوزع الأمطار في أثيوبيا على مدار الفصول الأربعة مع قمة صيفية واضحة.

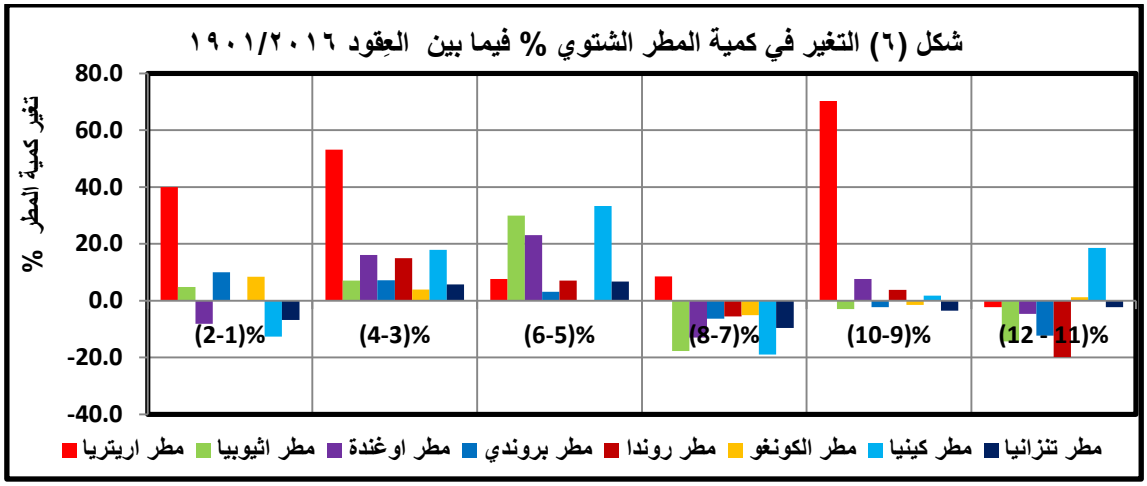
شكل (٥) معدل المطر الخريفي بالملليمترات خلال العِقود ١٩٠١/٢٠١٦



تظهر خصائص المطر الاستوائي في أوغندة فيتوزع المطر على مدار الفصول الأربعة مع وضوح قمتان في فصلي الخريف والربيع الانتقالين مع تعامد الشمس على خط الاستواء. وبلغت أكبر كمية مطر ٦٣٤.٤ ملليمتراً وتليها ٥٩٣.٩ ملليمتراً في خريف سنة ١٩٦١ وسنة ٢٠١٢ على التوالي. يقابلها أقل كمية مطر خريفي وبلغت ١٨٨.٩ ملليمتراً سنة ١٩٤٢، في حين لم يقل المطر الربيعي عن ٣٠٠ ملليمتراً خلال سنوات الدراسة. ويعتبر معدل المطر الشتوي الأقل بين فصول السنة لتنحصر كميته ما بين ١٠٠–٢٠٠ ملليمتراً تقريباً. وتتضح قمتا المطر التصعيدي في بروندي خلال فصلي الربيع والخريف مع تعامد أشعة الشمس، وإن كانت أكبر كمية مطر بلغت ٦٧٨.٥ ملليمتراً في خريف ٢٠١١، وبلغت ٦٦٨.٢ ملليمتراً في ربيع ١٩٣٧. ومما يذكر أن كمية المطر الشتوي تقع في أغلبها ما بين ٣٠٠ – ٥٠٠ ملليمتراً، وأقلها المطر الصيفي يقع أغلبه ما بين ٢٥ – ٥٠ ملليمتراً. وتتشابه خصائص توزيع المطر في روندا مع مثيلتها في بروندي وأوغندة حيث خصائص المطر الاستوائي. ومما يذكر، تفوق كمية المطر الربيعي على المطر الخريفي خلال سنوات الدراسة ليتراوح في أغلبه ما بين ٣٠٠–٥٠٠ ملليمتراً. وقد اقتربت كمية المطر الخريفي من ٢٠٠ ملليمتراً في بدايات القرن العشرين، لترتفع وتبلغ أقصى كمية في العِقد الأول من القرن الحادي والعشرين، إذ بلغت ٨٤٦.٢ ملليمتراً سنة ٢٠١١. وتتفوق كميات المطر الصيفي في روندا عن مثيلتها في بروندي لتتراوح ما بين ٥٠ إلى ١٠٠ ملليمتراً. وتتوزع الأمطار على مدار فصول السنة في الكونغو، ولا تنخفض عن ١٠٠ ملليمتراً في أيٍ من الفصول الأربعة خلال سنوات الدراسة، مع تفوق واضح للمطر الخريفي فتتراوح كميته ما بين ٤٠٠ – ٧٠٠ ملليمتراً. وقد شهد بدايات القرن العشرين أكبر كمية مطر خريفي إذ بلغت ٧٢٨.٨ ملليمتراً سنة ١٩٠٩، في حين شهدت نهايته انخفاضا واضحاً إذ بلغت ٤٩٧.٧ ملليمتراً. وتتراوح كمية المطر الشتوي في الكونغو ما بين ٣٠٠ –٤٠٠ ملليمتراً مقابل كميته الصيفية ما بين ١٠٠ – ٢٠٠ ملليمتراً.

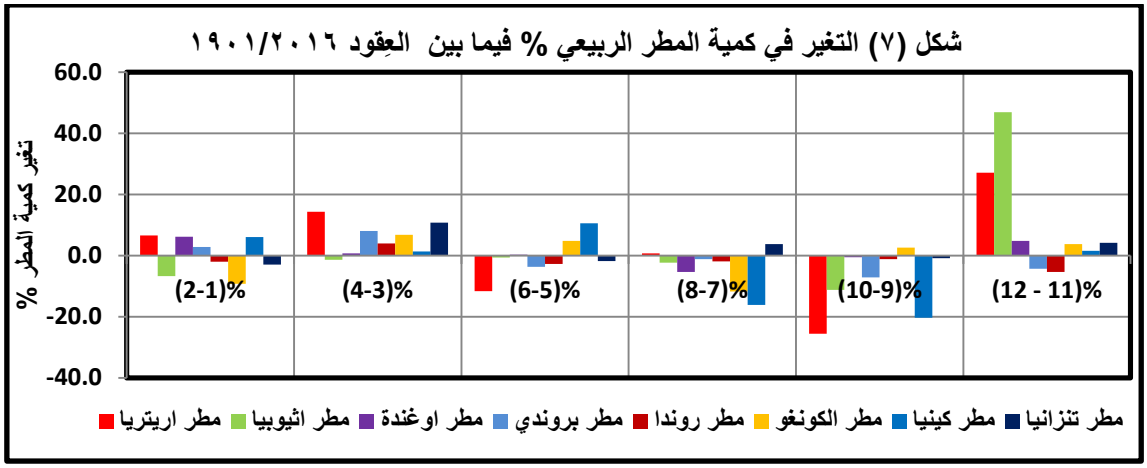
تتناقص كمية المطر الفصلي في مجملها بالاتجاه إلى الأطراف الشمالية والشمالية الشرقية من الإقليم الاستوائي حيث تتراوح ما بين ١٠٠ – ٤٠٠ ملليمتراً في كينيا للفصول الأربعة خلال سنوات الدراسة. ويتفوق المطر الربيعي على المطر الخريفي ليتراوح ما بين ٢٠٠ – ٤٠٠ ملليمتراً على المطر الخريفي الذي يتراوح في أغلب السنوات ما بين ١٠٠ – ٢٠٠ ملليمتراً ليقترب من كمية المطر الشتوي. وبالرغم من ذلك، كانت أعلى كمية مطر فصلي في خريف ١٩٦١ إذ بلغت ٥٣٣.٥ ملليمتراً، في حين بلغت أكبر كمية ٤٥٤.٢ ملليمتراً في ربيع سنة ١٩٦٨. وتتقارب كمية المطر الشتوي والربيعي في تنزانيا لتقع أغلبها ما بين ٤٠٠ – ٥٠٠ ملليمتراً، بينما يقع أغلب كمية المطر الخريفي ما بين ١٠٠ – ٢٠٠ ملليمتراً ويغلب على كميته التذبذب من سنة لأخرى، وتتدنى كمية المطر الصيفي فلا تتجاوز ٥٥ ملليمتراً. وجدير بالملاحظة أن، كمية المطر الشتوي كانت منخفضة في بداية القرن العشرين إذ بلغت ٣٩٩.٨ ملليمتراً سنة ١٩٠١، لتنتهي بكمية بلغت ٥٥٣.١ ملليمتراً سنة ٢٠١٦ في تنزانيا.

يغلب على التغير [٣] في كمية المطر الشتوي شكل (٦) الزيادة فيما بين العِقد الرابع مقارنةً بالعِقد الثالث، وفيما بين العِقد السادس مقارنةً بالعِقد الخامس على العكس التغير بالنقصان فيما بين العِقد الثامن مقارنةً بالعِقد السابع، وكذلك الحال فيما بين النصف الأول من العِقد الثاني عشر مقارنةً بالعِقد الحادي عشر. وقد تميز المطر الشتوي في إريتريا التغير الموجب حيث الزيادة في أوائل القرن العشرين وبلغت ٤٠% وانتهي القرن بزيادة بلغت ٧٠% تحديداً في العِقد العاشر مقارنةً بالعِقد التاسع. وجدير بالملاحظة أن أكبر تغير بالسالب كان في دولة روندا حيث بلغ (–٢٠%) في أوائل القرن الحادي والعشرين.

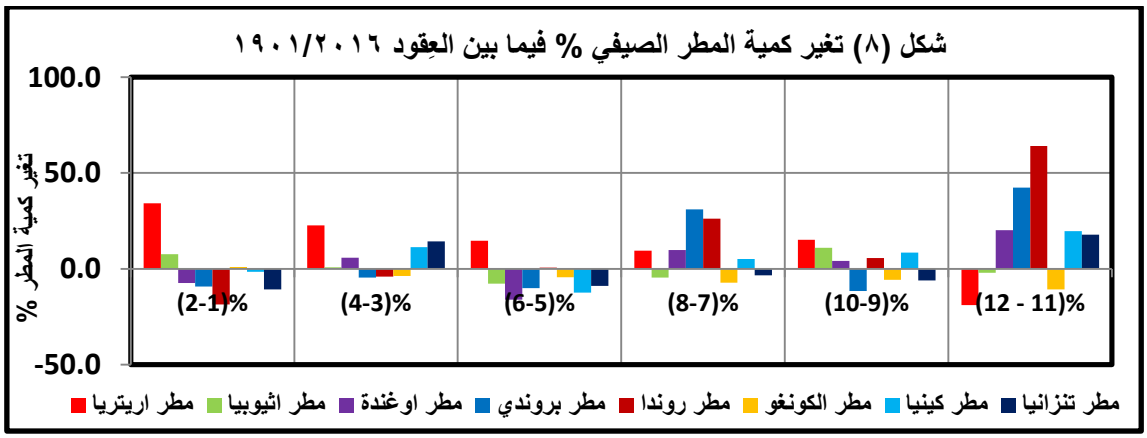


يعتبر التغير في كمية المطر الربيعي شكل (٧) محدوداً في جملته مقارنةً بالمطر الشتوي إذ يقع في أغلبه فيما بين (–١٠%) وبين (١٠%). ويستثنى من ذلك التغير في العِقد العاشر مقارنةً بالتغير في العِقد التاسع فبلغ (–٢٥.٥%) في إريتريا. ويقابله التغير بالزيادة بنسبة (٤٦.٩%) في إثيوبيا وبنسبة (٢٧.١%) في إريتريا في النصف الأول من العِقد الثاني عشر مقارنةً بالعِقد الحادي عشر.

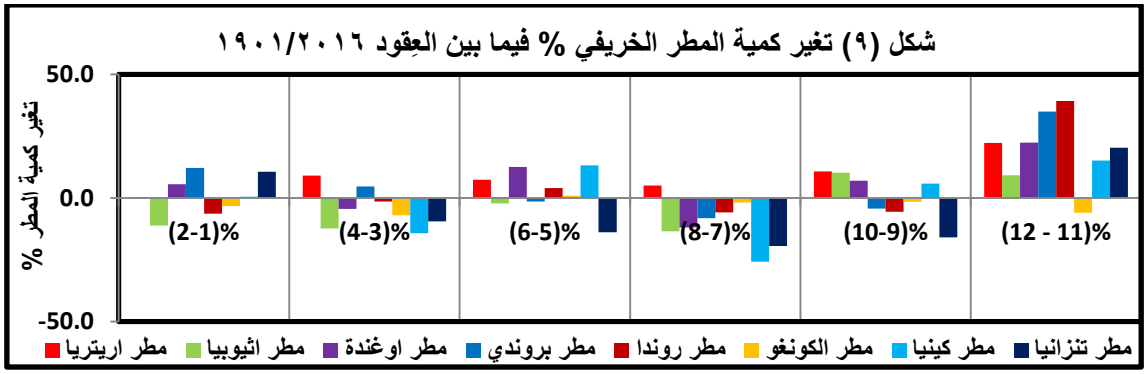
[٣] - مقدار التغير في كمية المطر الفصلي فيما بين عقود الدراسة = (معدل كمية المطر الفصلي ملم خلال العقد - معدل كمية المطر الفصلي ملم خلال العقد السابق) / معدل كمية المطر الفصلي ملم خلال العقد السابق[الصالح ، ١٩٧٩ ص ١٣٦] [إبراهيم ، ٢٠٠٤ ، ص ٢٤٣ – ٢٦٠].



يغلب التغير الموجب على كمية المطر الصيفي شكل (٨) وإن كان متفاوتاً بوضوح فيما بين العِقود وبين دول منابع النيل. إذ تميز التغير في العِقد الثاني عشر عما كان عليه في العِقد الحادي بكونه تغيراً موجباً أي بالزيادة، وقد حظيت روندا بأعلى تغير موجب بلغ ٦٤%، تليها بروندي بنسبة تغير ٤٢.٤%، وأوغندة ٢٠.٢%، وتقاربت في كلٍ من كينيا وتنزانيا بحوالي ١٧%. ويستثنى من ذلك كلٍ من إريتريا (-١٨.٨%) ليمثل أعلى نسبة تغير سالب خلال العِقود بالنسبة للمعدل الصيفي وتليها الكونغو (-١٠.٧%).

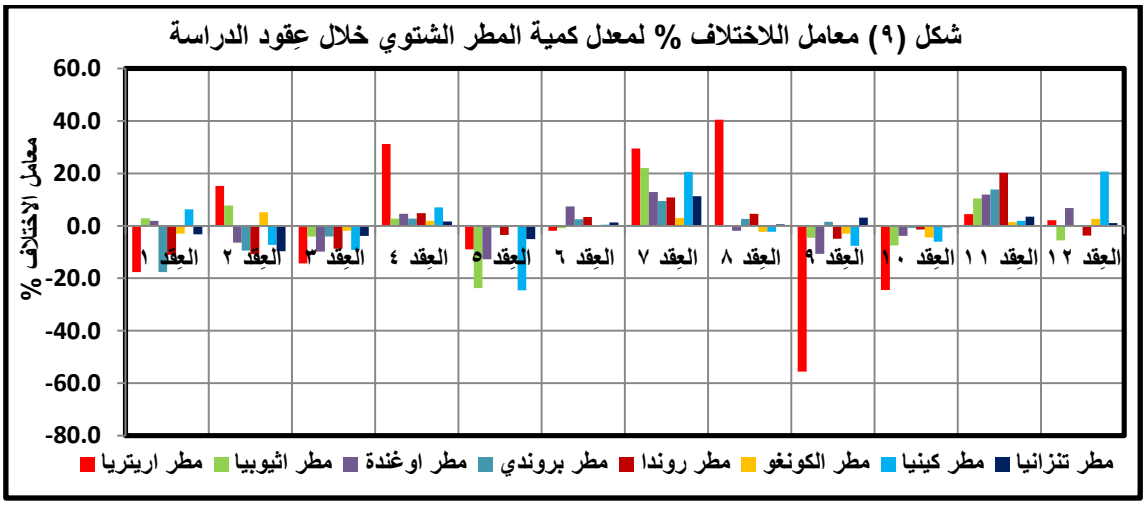


لا يختلف التغير في معدل المطر الخريفي شكل (٩) عن مثيله الصيفي حيث يغلب عليه التغير بالزيادة خلال العِقد الثاني عشر مقارنةً بالعِقد الحادي عشر. إذ يبلغ ٣٩.٢%، ٣٤.٩%، ٢٢.٤%، ٢٠.٣% لكلٍ من روندا، بروندي، أوغندة، إريتريا وتنزانيا على التوالي. بينما في المقابل شهد العِقد الثامن أعلى تغيراً بالنقصان مقارنةً بالعِقد السابع (الأغزر مطراً بين العِقود) بنسب تغير بلغت (-٢٥.٨%)، (-١٩.٤%)، (-١٣.٤%)، (-٥.٩%) لكلٍ من كينيا، تنزانيا، إثيوبيا، ورواندا. بينما حدث تغير بالزيادة وإن كان ضئيلاً إذ بلغ ٥% فقط في إريتريا.



هذا، ويتضاءل معامل الاختلاف [٤] في معدلات كمية المطر الشتوي شكل (٩) والمطر الربيعي شكل (٩) خلال عِقود الدراسة إذ تقترب في كميتها من المعدل العام، لتتراوح في أغلبها بين (-١٠ % و١٠%). ويعد معامل الاختلاف في المطر الشتوي والربيعي في إريتريا الاستثناء الوحيد، إذ بلغ (-٥٥%) للمعدل الشتوي، مقابل ٤٦.٣% للمعدل الربيعي في العَقد التاسع.

قد حظيت روندا بأعلى معامل اختلاف موجب لمعدلات كمية المطر الصيفي شكل (١١) في النصف الأول من العِقد الثاني عشر فبلغ ٤٧.٣%، تليها بروندي ٣١.٩%، وأوغندة ١٧%. ويقابلها تنزانيا بأعلى معامل اختلاف سالب (-٢٥%)، تليها كينيا (-١٧ %) خلال العِقد الحادي عشر، وبلغ في إريتريا (-٢٠.٧%) في العِقد التاسع، وبلغ (-١٦.٦%) في العِقد الأول.

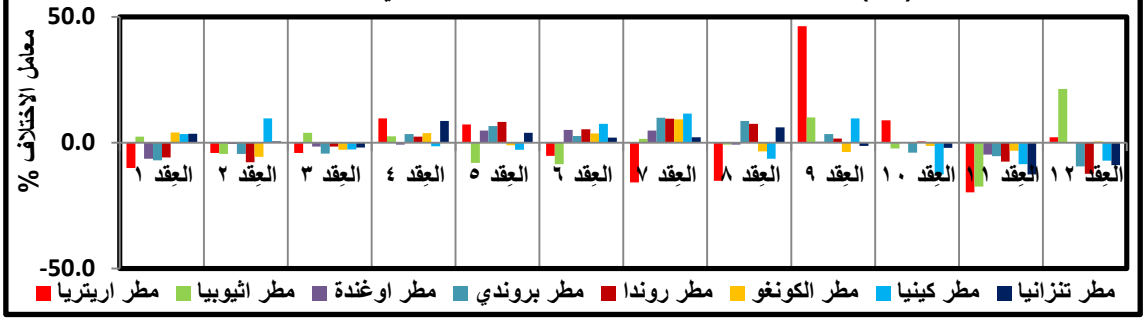


ويغلب معامل الاختلاف الموجب على المعدل الخريفي شكل (١٢) خاصةً في العِقد الثاني عشر، إذ بلغ ٥٠.١%، ٤٤.٦%،٣٦.٧%،٢٤%،٢١.٧% للدول روندا، بروندي، أوغندة، تنزانيا وكينيا على التوالي. وفي المقابل كان معامل الاختلاف سالباً في العِقود الأخرى، وإن كان لا يتجاوز في معظمه (-٢٣.٢%) كحد أقصى

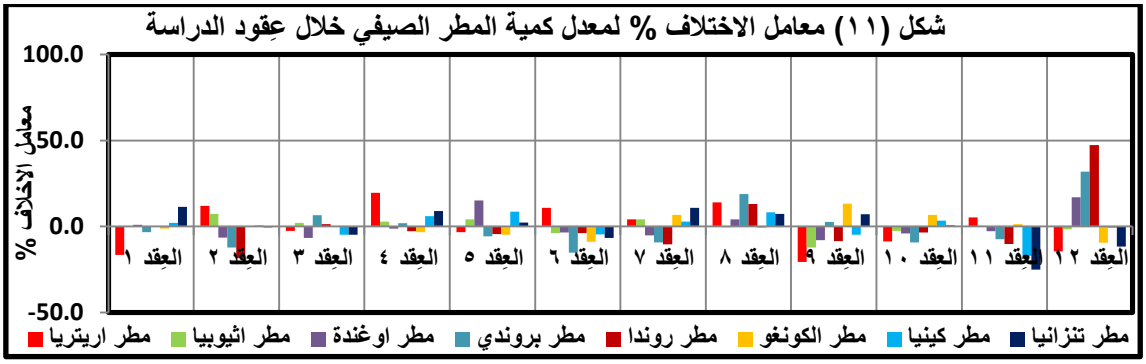
[٤] - معامل الاختلاف للمعدل الفصلي خلال العقد = (معدل كمية المطر الفصلي خلال العقد – معدل كمية المطر الفصلية خلال عقود الدراسة) ÷ المعدل الفصلي العام خلال عقود الدراسة × ١٠٠ [الصالح ، ١٩٧٩ ص ١٣٦] [إبراهيم ، ٢٠٠٤ ، ص ٢٤٣ – ٢٦٠].

في العِقد الأول في بروندي. وهكذا، يغلب معامل الاختلاف السالب على كمية المطر الخريفي خلال العِقود الستة الأولى في أغلب الدول على العكس من العِقود الستة الأخيرة.

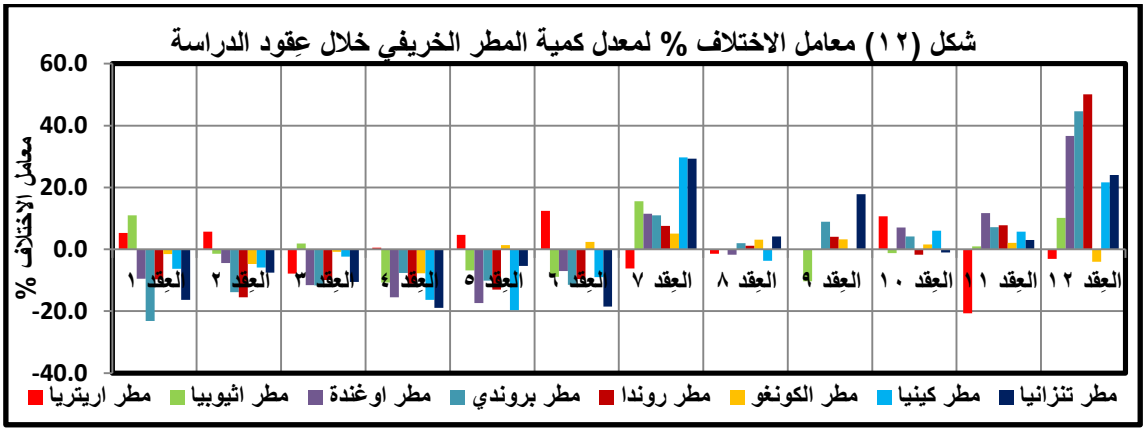
شكل (١٠) معامل الاختلاف % لمعدل كمية المطر الربيعي خلال عِقود الدراسة



شكل (١١) معامل الاختلاف % لمعدل كمية المطر الصيفي خلال عِقود الدراسة



شكل (١٢) معامل الاختلاف % لمعدل كمية المطر الخريفي خلال عِقود الدراسة

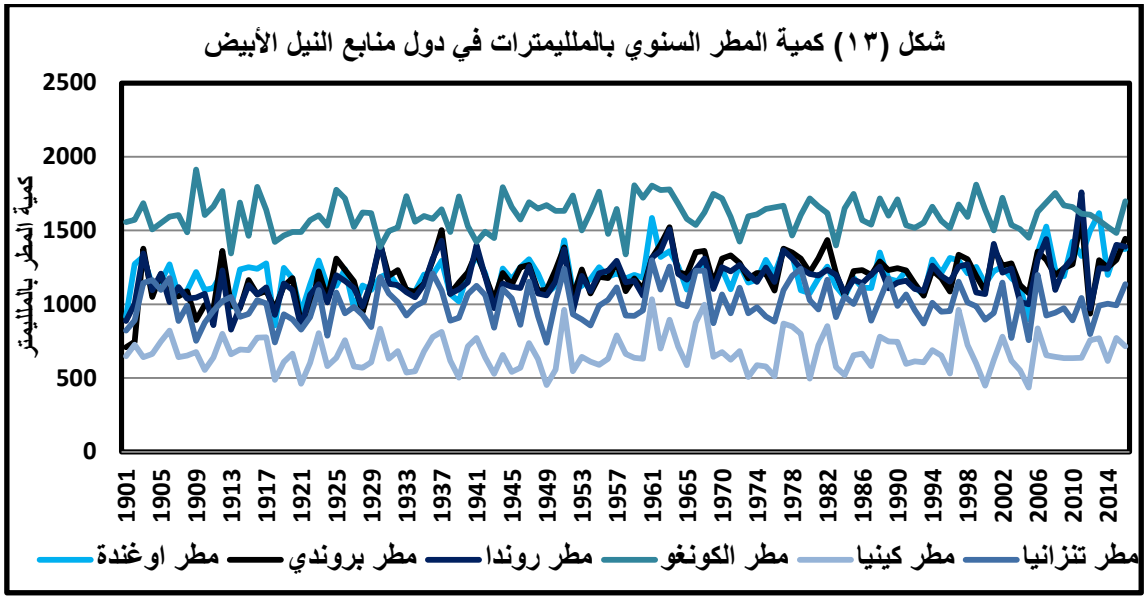


ثالثاً: اتجاهات التغير في المعدلات السنوية

تعتبر الكونغو الأكثر مطراً مقارنة بدول منابع النيل الأبيض، إذ لا تنخفض كمية المطر السنوي شكل (١٣) عن ١٥٠٠ ملليمتراً خلال سنوات الدراسة، وبلغت أكبر كمية مطر سنوي ١٩١٢.٢ ملليمتراً في أوائل القرن العشرين، وتحديدا سنة ١٩٠٩. وتكاد تتقارب كمية المطر السنوي لدرجة التطابق في روندا وبروندي وأوغندة لتتراوح بين ١٠٠٠– ١٤٠٠ ملليمتر معظم سنوات الدراسة. وهكذا تتقارب كميات الأمطار في دول منابع النيل الأبيض الجنوبية حيث المناخ الاستوائي.

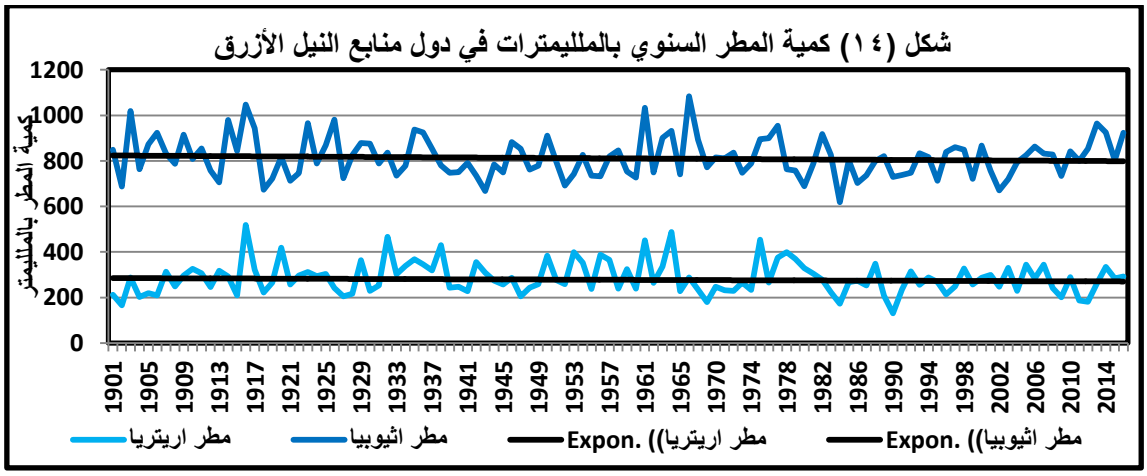
وتنخفض كميات المطر في منابع النيل الأبيض من المرتفعات الشرقية في دولتي كينيا وتنزانيا، مع تفوق الأولى إذ لم تنخفض في أيٍ من سنوات الدراسة عن ٧٧٠ ملليمتراً، بينما تنخفض في كينيا إلى ٤٣٠ ملليمتراً تقريباً.

شكل (١٣) كمية المطر السنوي بالملليمترات في دول منابع النيل الأبيض



بينما تنخفض كمية المطر التي تغذي منابع النيل الأزرق شكل (١٤) وروافده مقارنةً بمنابع النيل الأبيض وروافده إذ لا تتجاوز ١٠٨٤ ملليمتراً في دولة إثيوبيا، وقد بلغ حدها الأقصى ٥١٩ ملليمتراً في إريتريا. ويشير منحنى كمية الأمطار إلى التشابه الكبير في كمية الأمطار صعوداً وهبوطاً في كلٍ من إثيوبيا وإريتريا لارتباطها بالرياح الموسمية وأمطارها الصيفية. ويكاد اتجاه المطر يأخذ خطاً مستقيماً.

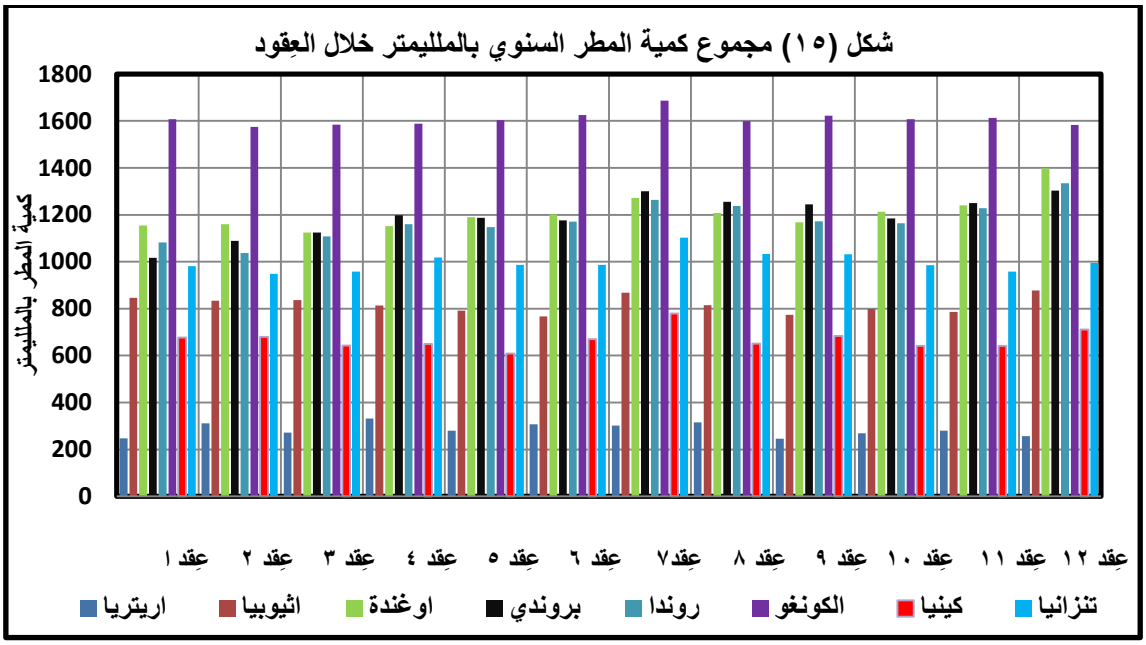
شكل (١٤) كمية المطر السنوي بالملليمترات في دول منابع النيل الأزرق



تتقارب معدلات كميات الأمطار في دول منابع النيل سواء المنابع الحبشية أو الاستوائية على مدار عِقود الدراسة شكل (١٥). وتتفوق معدلاتها في الكونغو على سائر الدول بفارق يتجاوز ٤٠٠ ملليمتراً عن مثيلاتها في المنابع الاستوائية في كلٍ من أوغندة وبروندي ورواندا. كما تتفوق المعدلات في تنزانيا مقارنةً بكينيا كمنابع شرقية للنيل الأبيض بفارق يتراوح ما بين ٣٠٠–٤٠٠ ملليمتراً. وهكذا ترتفع معدلات كمية الأمطار في دول منابع النيل الاستوائية مقارنةً بمنابع النيل الحبشية، إذ لا تتجاوز ٨٦٩ ملليمتراً كحد أقصى في إثيوبيا

خلال العِقد السابع. كما تتفوق معدلات كمية الأمطار في إثيوبيا مقارنة بإرتيريا كمنابع للنيل الأزرق بفارق لا يقل عن ٥٠٠ ملليمتراً.

شكل (١٥) مجموع كمية المطر السنوي بالملليمتر خلال العِقود



ويتميز العِقد السابع بكونه الأغزر مطراً في مختلف دول منابع النيل سواء الحبشية الشرقية أو الاستوائية الجنوبية. وقد ارتفعت كمية المطر السنوي في الكونغو مقارنة بسواها لتبلغ أقصى كمية مطر خلال العِقد السابع ١٦٨٦.٩ ملليمتراً، بينما لم تتجاوز ١٢٠٠ ملليمتراً في الدول الأخرى. وجدير بالملاحظة تقارب كميات المطر بين العِقود في دول المنابع بصفة عامة. وتتضاءل كمية المطر عبر عِقود الدراسة لتصل حدودها الدنيا في إريتريا الأقل مطراً بين دول المنابع.

يتضح من النسبة المئوية للتغير شكل (١٦) [٥] فيما بين العِقود، أن العِقد الثامن شهد أعلى نسبة للتغير السالب مقارنةً بالعِقد السابع الأغزر مطراً، وتحديداً في كينيا بنسبة مئوية (-١٦ %). ويقابلها أعلى نسبة تغير بالموجب في إريتريا في العِقد الثاني مقارنةً بالأول حيث بلغت ٢٦%، تليها إريتريا أيضاً فيما بين العِقد الرابع والثالث بنسبة بلغت ٢٢%. ويعكس ذلك تفوق معدل كمية المطر في العِقدين الثاني والرابع مقارنةً بالأول والثالث. وجدير بالملاحظة، أن التغير الموجب يغلب على معظم العِقود باستثناء التغير في العِقد الثامن مقارنةً بالسابع.

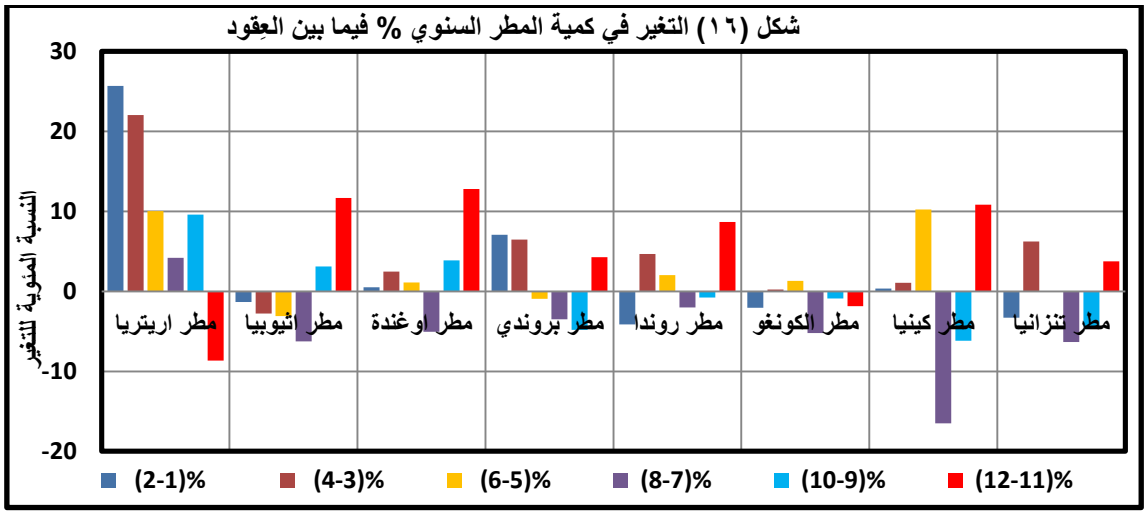
وانعكاسا للتغير في كمية المطر السنوي عبر العِقود، ترتفع النسبة المئوية السالبة لمعامل الاختلاف [٦] في سائر عِقود الدراسة شكل (١٧) وفي جميع دول منابع النيل، لتبلغ أعلاها في بروندي وإرتيريا بمعامل

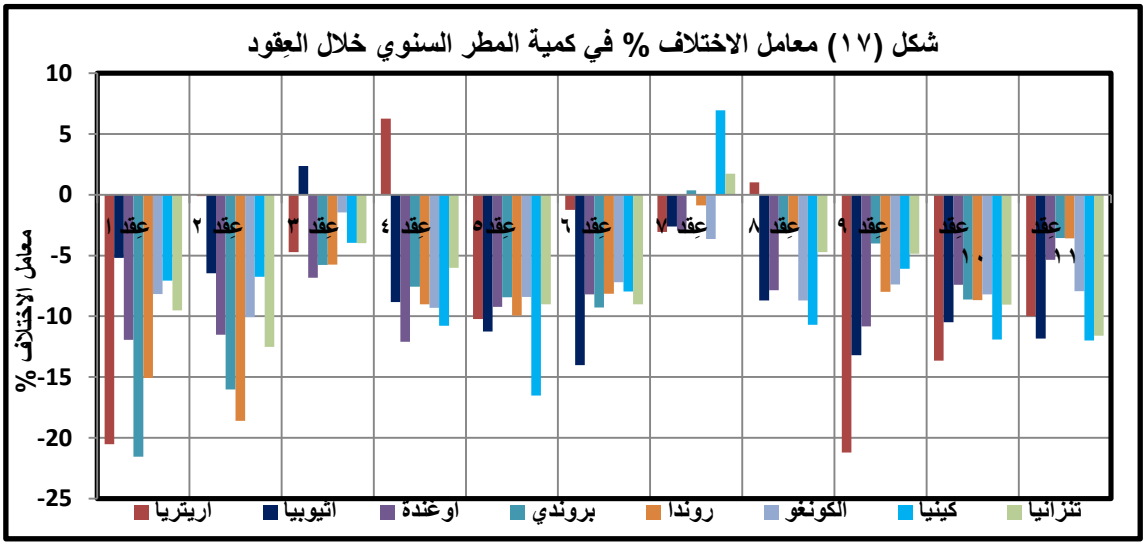
---

[٥] - مقدار التغير في كمية المطر السنوي فيما بين عقود الدراسة = (معدل كمية المطر السنوي ملم خلال العقد - معدل كمية المطر السنوي ملم خلال العقد السابق) / معدل كمية المطر ملم خلال العقد السابق[الصالح ، ١٩٧٩ ص ١٣٦] [إبراهيم ، ٢٠٠٤ ، ص ٢٤٣ – ٢٦٠].

[٦] - معامل الاختلاف للمعدل السنوي خلال العقد = (معدل كمية المطر السنوي خلال العقد – معدل كمية المطر السنوي خلال عقود الدراسة) ÷ المعدل السنوي العام خلال عقود الدراسة × ١٠٠ [الصالح ، ١٩٧٩ ص ١٣٦] [إبراهيم ، ٢٠٠٤ ، ص ٢٤٣ – ٢٦٠].

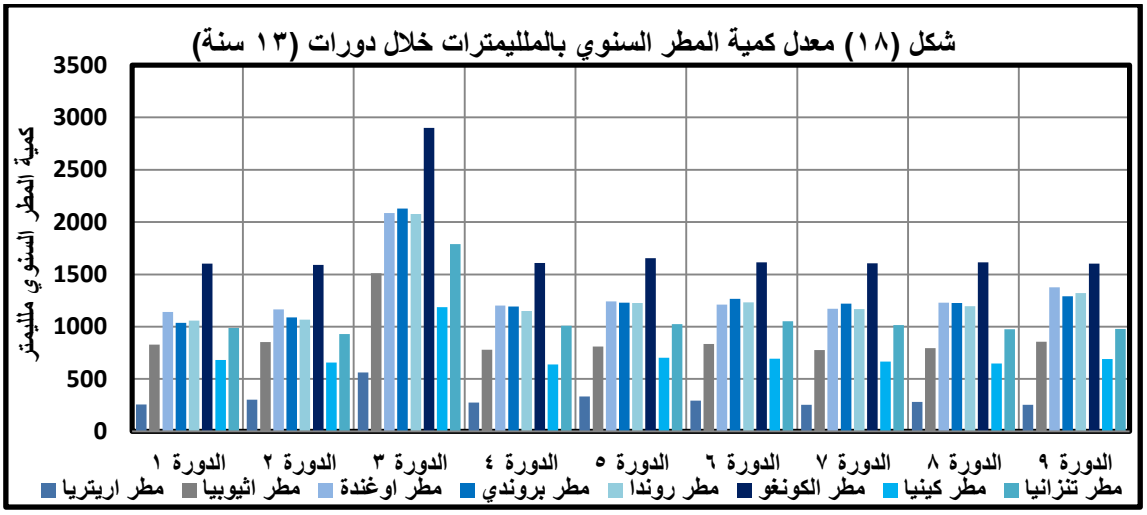
اختلاف بلغ (-٢١.٥%) (-٢١.٢%) على التوالي. ويعد الاستثناء الجدير بالملاحظة العِقد السابع في كينيا بمعامل اختلاف بلغ ٦.٩%، تليها إريتريا بمعامل اختلاف ٦.٣% في العِقد الرابع.



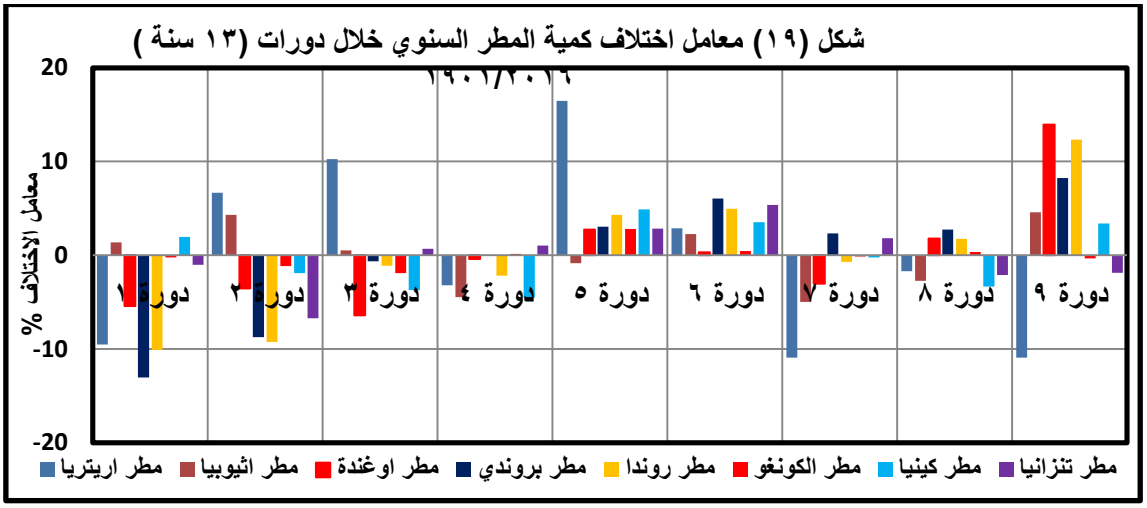


رابعاً: دورات التغير في كمية المطر (كل ١٣ سنة)

تعد الدورة المطرية الثالثة (كل ١٣ سنة) التي تمثل الفترة 1927/1939، الأغزر مطراً بالنسبة لجميع دول منابع النيل وفي مقدمتها الكونغو، إذ بلغ معدل كمية المطر السنوي خلال هذه الدورة ٢٩٠٠ ملليمتراً. ويتقارب هذا المعدل ليبلغ حوالي ٢٠٠٠ ملليمتراً في كل من أوغندة وبروندي ورواندا، أي منابع النيل الأبيض. وتليها الدورة التاسعة للفترة 2005/2016 في جميع الدول مع ملاحظة انخفاض المعدل في الكونغو إلى ١٦٠٢ ملليمتراً فقط ليقترب في ذلك من معدل الدورات الأخرى. ومن ثم، يمكن القول أن، معدلات كمية المطر خلال الدورات تكاد تكون متقاربة شكل (١٨).



ترتفع النسب المئوية لمعامل اختلاف شكل (١٩) معدل كمية المطر خلال الدورة التاسعة للفترة 2005/2016، إذ كان موجباً وبلغ حده الأقصى في الكونغو بنسبة ١٣.٩%، ورواندا ١٢.٣%، ثم بروندي ٨.٢%. وعلى النقيض من الدورة التاسعة، يغلب معامل الاختلاف بالسالب على الدورة الأولى للفترة 1901/1913، ويبلغ حده الأقصى في بروندي، إذ بلغ (-١٣%)، وتليها رواندا بمعامل (- ١٠%). ويعني ذلك ارتفاع معدل كمية المطر خلال الدورة التاسعة مقارنةً بالمعدل العام لدورات الدراسة، على العكس من انخفاضه في الدورة الأولى. ويتضح تذبذب كمية المطر في إريتريا خلال الدورات، إذ شهدت أعلى معامل اختلاف موجب خلال الدورة الخامسة (1953/1965) بنسبة ١٦.٥%، مقابل أعلى معامل اختلاف سالب خلال الدورة السابعة (1979/1991) والدورة الثامنة بنسبة (-١٠.٩%) في كليهما. ويشير ذلك إلى زيادة كمية المطر السنوي خلال الـ ١٣ سنة الأخيرة مقارنةً بكميتها خلال الـ ١٣ سنة الأولى من القرن العشرين.



النتائج

- إن منابع النيل الجنوبية من البحيرات الاستوائية (النيل الأبيض) هي الأعلى مطراً خاصة في الكونغو حيث المطر الاستوائي الذي يتوزع على مدار العام لكونه مطراً انقلابي يكاد يكون يومياً.

- **يتميز المطر على دول منابع النيل الأبيض الشرقية في كينيا وتنزانيا، بكون شهري مارس وأكتوبر هما الأغزر مطراً ضمن فصلي الربيع والخريف.**
- **بلغت أقصى كمية مطر شهري في إريتريا خلال يونيو ٧٠.٧ ملليمتراً سنة ١٩١٦، يقابلها ١٩٤.٦ ملليمتر في أكتوبر ١٩٧٧ كأعلى كمية مطر شهرية في إثيوبيا خلال الفترة ٢٠١٦/١٩٠١. وانخفضت كمية المطر الشهري خلال شهر يونيو في إريتريا لتصل إلى ١١.٥ ملليمتراً في سنة ٢٠٠٨. كما انخفضت في إثيوبيا خلال أكتوبر لتصل إلى ٤٧.١ ملليمتراً في سنة ٢٠١٦.**
- **يغلب معامل الاختلاف السالب على كمية المطر الخريفي خلال العِقود الستة الأولى في أغلب الدول على العكس من العِقود الستة الأخيرة.**
- **تنزانيا الأعلى نصيباً من المطر الشتوي، وأقلها نصيباً إريتريا وذلك انعكاسا لموقعها الجغرافي وطبوغرافية السطح. بينما الكونغو الأعلى نصيباً من المطر الربيعي مقابل إريتريا أقلها نصيباً. ويغلب على الكونغو المطر الخريفي، بينما يندر في إريتريا.**
- **يتميز النصف الثاني من القرن العشرين بكونه أقل مطراً من النصف الأول في إريتريا خلال الفصول الأربعة خاصة خلال الفصل الصيفي.**
- **تميزت رواندا بأعلى معامل اختلاف موجب لمعدلات كمية المطر الصيفي في النصف الأول من العِقد الثاني عشر فبلغ ٤٧.٣%، تليها بروندي ٣١.٩%، وأوغندة ١٧%. ويقابلها تنزانيا بأعلى معامل اختلاف سالب (-٢٥%)، تليها كينيا (-١٧ %) خلال العِقد الحادي عشر، وبلغ في إريتريا (-٢٠.٧%) في العِقد التاسع، وبلغ (-١٦.٦%) في العِقد الأول.**
- **تتوزع الأمطار في أثيوبيا على مدار الفصول الأربعة مع قمة صيفية واضحة.**
- **تتشابه خصائص توزيع المطر في رواندا مع مثيلتها في بروندي وأوغندة حيث مطر الاستوائي. كما تتوزع الأمطار على مدار فصول السنة في الكونغو، ولا تنخفض عن ١٠٠ ملليمتراً في أيٍ من الفصول الأربعة خلال سنوات الدراسة.**
- **شهدت بدايات القرن العشرين في الكونغو أكبر كمية مطر خريفي بلغت ٧٢٨.٨ ملليمتراً سنة ١٩٠٩، في حين شهدت نهايته انخفاضا واضحاً فبلغت ٤٩٧.٧ ملليمتراً. وتتراوح كمية المطر الشتوي في الكونغو ما بين ٣٠٠ -٤٠٠ ملليمتراً مقابل كميته الصيفية ما بين ١٠٠ – ٢٠٠ ملليمتراً.**
- **تتناقص كمية المطر الفصلي في مجملها بالاتجاه إلى الأطراف الشمالية والشمالية الشرقية من الإقليم الاستوائي حيث تتراوح ما بين ١٠٠ – ٤٠٠ ملليمتراً في كينيا للفصول الأربعة خلال سنوات الدراسة.**
- **انخفضت في تنزانيا كمية المطر الشتوي في بداية القرن العشرين إذ بلغت ٣٩٩.٨ ملليمتراً سنة ١٩٠١، لتنتهي بكمية بلغت ٥٥٣.١ ملليمتراً سنة ٢٠١٦.**

- **تنخفض كميات المطر في منابع النيل الأبيض من المرتفعات الشرقية في دولتي كينيا وتنزانيا، مع تفوق الأولى إذ لم تنخفض في أيٍ من سنوات الدراسة عن ٧٧٠ ملليمتراً، بينما تنخفض في كينيا إلى ٤٣٠ ملليمتراً تقريباً.**
- **يشير منحنى كمية الأمطار إلى التشابه الكبير في كمية الأمطار صعوداً وهبوطاً في كلٍ من إثيوبيا وإريتريا لارتباطها بالرياح الموسمية وأمطارها الصيفية. ويكاد اتجاه المطر يأخذ خطاً مستقيماً في كليهما.**
- **تتقارب معدلات كميات الأمطار في دول منابع النيل سواء المنابع الحبشية أو الاستوائية على مدار عِقود الدراسة.**
- **تتفوق معدلات كمية المطر في الكونغو مقارنةً بدول المنابع الأخرى بفارق يتجاوز ٤٠٠ ملليمتراً عن مثيلاتها في المنابع الاستوائية في كلٍ من أوغندة وبروندي ورواندا.**
- **ترتفع معدلات كمية الأمطار في دول منابع النيل الاستوائية مقارنةً بمنابع النيل الحبشية.**
- **ترتفع معدلات كمية الأمطار السنوية في إثيوبيا مقارنة بإرتيريا كمنابع للنيل الأزرق بفارق لا يقل عن ٥٠٠ ملليمتراً.**
- **يتميز العِقد السابع بكونه الأغزر مطراً في مختلف دول منابع النيل الأبيض والنيل الأزرق.**
- **تتضاءل كمية المطر السنوي عبر عِقود الدراسة لتصل حدودها الدنيا في إريتريا الأقل مطراً بين دول المنابع.**
- **أن العِقد الثامن شهد أعلى نسبة للتغير السالب مقارنةً بالعِقد السابع الأغزر مطراً، وتحديداً في كينيا بنسبة مئوية (-١٦ %). ويقابلها أعلى نسبة تغير بالموجب في إريتريا في العِقد الثاني مقارنةً بالأول حيث بلغت ٢٦%، تليها في إريتريا أيضاً فيما بين العِقد الرابع والثالث بنسبة بلغت ٢٢%.**
- **تفوق معدل كمية المطر في العِقدين الثاني والرابع مقارنةً بالأول والثالث. ويغلب التغير الموجب على معظم العِقود باستثناء التغير في العِقد الثامن مقارنةً بالسابع.**
- **تعد الدورة المطرية الثالثة (كل ١٣ سنة) التي تمثل الفترة ١٩٣٩/١٩٢٧، الأغزر مطراً بالنسبة لجميع دول منابع النيل وفي مقدمتها الكونغو. وتتقارب إجمالاً معدلات كمية المطر خلال دورات الدراسة بصفة عامة.**
- **ارتفاع معدل كمية المطر خلال الدورة التاسعة مقارنةً بالمعدل العام لدورات الدراسة، على العكس من انخفاضه في الدورة الأولى.**
- **زيادة كمية المطر السنوي خلال الـ ١٣ سنة الأخيرة مقارنةً بكميتها خلال الـ ١٣ سنة الأولى من القرن العشرين.**

المراجع العربية

١. إبراهيم، علي عيسى (٢٠٠٤): الأساليب الاحصائية والجغرافيا، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
٢. أبو راضي، فتحي عبد العزيز (١٩٨٣): الأساليب الكمية في الجغرافيا، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
٣. فليبو، جورجي (أبريل ٢٠٠٩): أقلمة معلومات التغيرات المناخية لتقييم التأثيرات وعمل إجراءات التكيف المناخي، ترجمة: درويش أحمد: مقالة منشورة في معهد السلام للفيزياء النظرية، تريستا، ايطاليا، النشرة الدورية للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، أبريل ٢٠٠٨، المجلد ٥٧، مجلة الأرصاد الجوية، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، جمهورية مصر العربية.
٤. المنظمة العالمية للأرصاد الجوية) ٢٠٠٦): مركز هادلي Hadly للأرصاد الجوية البريطانية ، وحدة بحوث المناخ ، جامعة East Anglia ، المملكة المتحدة .
٥. المركز الوطني للبيانات المناخية (٢٠٠٨): الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي، الولايات المتحدة الأمريكية.

ثانياً: المراجع غير العربية:

1. John J.Hidore & Others (2010): Climatology– An Atmospheric Science.
2. Dudley Stamp, L. 1964 "Africa, A Study in Tropical Development" London.
3. Fitzgerald, W. 1961 "Africa" 9th. ed. London.
4. Haurwitz, B., & J. M. Austin, 1944 "Climatology" 8th. ed. New York.
5. Kendrew, W. G. 1961 "The Climates of the Continents" Oxford.
6. Oxford Regional Economic Atlas: Africa. 1965 Oxford.
7. The World Bank: The Nile Basin Initiative
8. Map of Eastern Nile Region
9. The Nile Basin Initiative - Presentation at World Bank Water Week, February 2009
10. John Miyachi (6-6-2017), "What Is The Source Of The River Nile?"

11. www.worldatlas.com, Retrieved 28-11-2018. Edited.

12. Charles Gordon Smith Magdi M. El-Kammash Harold Edwin Hurst (17-10-2018), "Nile River"،

13. www.britannica.com, Retrieved 28-11-2018. Edited. ↑

14. Traci Pedersen (29-11-2016), "The Nile: Longest River in the World" ،www.livescience.com, Retrieved 28-11-2018.

15. The World Bank: The Nile Basin Initiative

16. Map of Eastern Nile Region

17. The Nile Basin Initiative - Presentation at World Bank Water Week, February 2009

http://en.tutiempo.net/climate/.htmml

https://en.wikipedia.org/wiki/

Seasons & Climate – Wildland Adventures

http://meteociel.fr/modeles/archives/

http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=downscaled_data_historical

ملخص البحث

تغير كمية الأمطار في دول منابع نهر النيل خلال الفترة ١٩٠١/٢٠١٦

مقدمة

يمتد حوض النيل في أرض واسعة الأطراف ما بين المنبع والمصب في حوالي ٣٥ درجة عرضية، ويشغل حوض النيل الجزء الأكبر من شمال شرق قارة أفريقيا، وهو بذلك يبعد عن المؤثرات البحرية المحيطية إلا في أجزائه الجنوبية حيث تلتقي أمطار المحيطين الهندي والأطلنطي في الجنوب. ويضم ١١ دولة منها دول المنابع: بوروندي ورواندا وتنزانيا وكينيا وجمهورية الكونغو الديمقراطية وأوغندا " منابع استوائية من بحيرة فيكتوريا" بالإضافة إلى منابعه من هضبة الحبشة الشرقية في إثيوبيا وإريتريا، ودول المصب وهي جنوب السودان والسودان ومصر.

وتهدف هذه الورقة البحثية إلى رصد مقدار الزيادة والنقصان في كميات المطر في دول منابع حوض النيل (بوروندي – رواندا – تنزانيا – كينيا – جمهورية الكونغو الديمقراطية – أوغندا – إريتريا – إثيوبيا)، ومن

ثم تحديد الاتجاه العام للتغير في كميات المطر خلال القرن العشرين وأوائل القرن الحادي والعشرين (١٩٠١ / ٢٠١٦). وقد اعتمدت الدراسة على سجلات لكميات المطر في الدول الثمان بصفةٍ عامة دون تحديد لمحطات الرصد، وهكذا، فإن بيانات المطر المتاحة هي بيانات لكميات المطر الشهرية خلال سنوات الدراسة. وقد استندت على بيانات مواقع الشبكة الدولية المعنية برصد العناصر المناخية والظواهر الجوية.

ويتناول البحث التغيرات في كمية المطر في دول منابع النيل على عدة محاور:

أولاً: اتجاهات التغير في كميات المطر الشهري
ثانياً: اتجاهات التغير في كميات المطر الفصلي

ثالثاً: اتجاهات التغير في المعدلات السنوية
رابعاً: دورات التغير في كمية المطر (كل ١٣ سنة)

وقد تم استخدام العديد من المعادلات الاحصائية لتحديد اتجاهات التغير على محاور الدراسة سواء الشهرية أو الفصلية أو السنوية خلال عِقود الدراسة ١٩٠١/٢٠١٦. وانتهى إلى دراسة ذلك التغير خلال دورات تمتد كلٍ منها إلى ١٣ سنة بهدف تحديد الاتجاهات الغالبة على تلك التغيرات.

وقد انتهت الدراسة إلى عدد من النتائج، يمكن إيجاز بعضها في:

- **إن منابع النيل الجنوبية من البحيرات الاستوائية (النيل الأبيض) هي الأعلى مطراً خاصة في الكونغو حيث المطر الاستوائي الذي يتوزع على مدار العام لكونه مطراً انقلابي يكاد يكون يومياً. ويغلب معامل الاختلاف السالب على كمية المطر الخريفي خلال العِقود الستة الأولى في أغلب الدول على العكس من العِقود الستة الأخيرة.**
- **تنزانيا الأعلى نصيباً من المطر الشتوي، وأقلها نصيباً إريتريا وذلك انعكاسا لموقعها الجغرافي وطبوغرافية السطح. بينما الكونغو الأعلى نصيباً من المطر الربيعي مقابل إريتريا أقلها نصيباً. كما يغلب على الكونغو المطر الخريفي، بينما يندر في إريتريا.**
- **يتميز النصف الثاني من القرن العشرين بكونه أقل مطراً من النصف الأول في إريتريا خلال الفصول الأربعة خاصة خلال الفصل الصيفي.**
- **ترتفع معدلات كمية الأمطار السنوية في إثيوبيا مقارنة بإرتيريا كمنابع للنيل الأزرق بفارق لا يقل عن ٥٠٠ ملليمتراً.**
- **يتميز العِقد السابع بكونه الأغزر مطراً في مختلف دول منابع النيل الأبيض والنيل الأزرق.**
- **تتقارب كميات المطر بين العِقود في دول المنابع بصفة عامة.**
- **تتضاءل كمية المطر السنوي عبر عِقود الدراسة لتصل حدودها الدنيا في إريتريا الأقل مطراً بين دول المنابع.**

- تعد الدورة المطرية الثالثة (كل ١٣ سنة) التي تمثل الفترة ١٩٢٧/١٩٣٩، الأغزر مطراً بالنسبة لجميع دول منابع النيل وفي مقدمتها الكونغو.
- تتقارب معدلات كمية المطر خلال دورات الدراسة بصفة عامة، مع ارتفاع معدل كمية المطر خلال الدورة التاسعة مقارنةً بالمعدل العام لدورات الدراسة، على العكس من انخفاضه في الدورة الأولى.
- زيادة كمية المطر السنوي خلال الـ ١٣ سنة الأخيرة مقارنةً بكميتها خلال الـ ١٣ سنة الأولى من القرن العشرين.

كلمات المفتاح:
نهر النيل – النيل الأزرق – النيل الأبيض – الأمطار – اتجاهات التغير – معامل الاختلاف

Rainfall Trend Change in Nile River 'countries during the period 1901/2016

Abstract

This study aims to analyze the change in in Rainfall in Nile River 'countries during the period 1901/2016. This study depends on records for Rainfall in 8 countries during the twenty century depending on: http://en.tutiempo.net/climate/.htmml

It studies the changes in Rainfall during months to identify month range, monthly mean, monthly deviation during every year, and then during all the period. This research studies seasonal mean, seasonal range, and seasonal deviation during all the period. This research uses two moving average to identify the final change in Rainfall in these country "Uganda, Brandi, Rwanda, Congo, Kenya, Tanzania, Ethiopia and Eretria during 116 years. This research aims to answer the question: Is Rainfall in these countries will increase or decrease in future according to the trends of Rainfall all over the last century?

Keywords: Rainfall - Climate change- Nile River - Rainfall Variability- Trend Change.