بحوث جغرافية

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

١٠٤

تغير الأمطار في منابع النيل وأثره في الاحتياجات المائية لجمهورية مصر العربية

د. مسعد بن سلامة مسعد مندور

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

١٤٣٥هـ ٢٠١٤م

الجمعية الجغرافية السعودية (ج ج س)

هيئة التحرير

أ.د. محمد بن عبد الله الصالح	رئيساً.
أ.د. سعد بن ناصر الحسين	عضواً.
أ.د. عبد الله بن أحمد الطاهر	عضواً.
د. محمد بن صالح الربدي	عضواً.
د. محمد بن عبد الحميد مشخص	عضواً.

الهيئة الاستشارية

أ.د. أمل يوسف العذبي الصباح	جامعة الكويت.
أ.د. حسن عبد القادر صالح	الجامعة الأردنية.
أ.د. عبد الله بن ناصر الوليعي	جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية.
أ.د. محمد بن عبدالعزيز القباني	جامعة الملك سعود.
أ.د. ناصر بن عبد الله الصالح	جامعة أم القرى.

المراسلات

ص ب ٢٤٥٦ الرياض ١١٤٥١

هاتف: ٤٦٧٨٧٩٨ فاكس: ٤٦٧٧٧٣٢

بريد إليكترونى: sgs@ksu.edu.sa

تعبر البحوث والدراسات التي تنشر في بحوث جغرافية عن آراء كاتبيها، ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة التحرير أو الجمعية الجغرافية السعودية.

بسم الله الرحمن الرحيم

بحـوث جغرافيـة

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

١٠٤

تغير الأمطار في منابع النيل
وأثره في الاحتياجات المائية لجمهورية مصر العربية

د. مسعد بن سلامة مسعد مندور

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

١٤٣٥هـ ٢٠١٤م

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية

أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي	رئيس مجلس الإدارة.
د. محمد بن صالح الربدي	نائب رئيس مجلس الإدارة.
د. علي بن عبد الله الدوسري	أمين السر.
د. محمد بن عبد الله الفاضل	أمين المال.
د. محمد بن عبد الحميد مشخص	رئيس وحدة الدراسات والتدريب
د. محمد بن إبراهيم الدغيري	رئيس اللجنة الثقافية والإعلامية.
د. عنبرة بنت خميس بلال	محررة النشرة الجغرافية
د. محمد بن دخيل الدخيل	عضو مجلس الإدارة.
أ. محمد بن أحمد الراشد	عضو مجلس الإدارة.

ح

الجمعية الجغرافية السعودية، ١٤٣٥هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

مندور، مسعد بن سلامة

تغير الأمطار في منابع النيل وأثره في الاحتياجات المائية لجمهورية مصر العربية./ - الرياض، ١٤٣٥هـ

٥٧ص؛ ١٧×٢٤سم- (سلسلة بحوث جغرافية؛ ١٠٤)

ردمك: ٣- ٦- ٩٠٣٥٧- ٦٠٣- ٩٧٨

١- الأمطار٢- مصر- مناخ ٣- نهر النيل أ. العنوان- ب. السلسلة

ديوي ٥٥١ ١٤٨٥/ ١٤٣٥

رقم الإيداع: ١٤٨٥/١٤٣٥

ردمك: ٣- ٦- ٩٠٣٥٧- ٦٠٣- ٩٧٨

أتقدم بخالص التحية وجزيل الشكر والتقدير للجمعية الجغرافية السعودية وأعضاء مجلس الإدارة و هيئة تحرير سلسلة بحوث جغرافية للتفضل بنشر بحثي بعنوان " تغير الأمطار في منابع النيل - وآثره في الاحتياجات المائية لجمهورية مصر العربية "

د. مسعد سلامة مسعد مندور

قواعد النشر في سلسلة بحوث جغرافية

١- يراعى في البحوث التي تتولى سلسلة بحوث جغرافية، نشرها ، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة .

٢- يشترط في البحث المقدم للسلسلة ألا يكون قد سبق نشره من قبل.

٣- ترسل البحوث باسم رئيس هيئة التحرير.

٤- يقدم البحث على (على CD) مطبوع بنظام MS WORD بيئات النوافذ (Windows)، ويترك فراع ونصف بين كل سطر وآخر بخط AL-Hotham للمتن وبالخط Monotype Koufi للعناوين، وبنط ١٦ أبيض للمتن وبنط ١٢ أبيض للهوامش (بنط أسود للآيات القرآنية والأحاديث الشريفة)، ويرفق معه ثلاث نسخ مطبوعة على ورق بحجم A4 ، مع مراعاة أن يكون الحد الأعلى للبحث [٧٥]صفحة، والحد الأدنى [١٥] صفحة.

٥- يرسل أصل البحث مع صورتين وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة بالغتين العربية والإنجليزية.

٦- يراعى أن تقدم الأشكال في هيئة رقمية تقرأ وتعرض بالحاسب الآلي، أو أن تكون مرسومة بالحبر الصيني على ورق (كلك) مقاس ١٢×١٨سم وترفق أصول الأشكال بالبحث، ويشترط أن يكون الشكل تام الوضوح، وأصل وليس صورة.

٧- ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين اثنين- على الأقل- في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة.

٨- تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ تسلم بحوثهم. وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه مع إعادة البحوث غير المقبولة إلى أصحابها.

٩- يمنح كل باحث أو الباحث الرئيسي لمجموعة الباحثين المشتركين في البحث خمساً وعشرين نسخة من البحث المنشور .

١٠- تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر باستخدام نظام (اسم / تاريخ)، ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً بالتاريخ ورقم الصفحة. وإذا

تكرر المؤلف في مرجعين مختلفين ولكن لهما التاريخ نفسه يميز أحدهما بإضافة حرف إلى سنة المرجع. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي :

أ- الكتـــــب: يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة -إن وجد- ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر. ويفصل بين كل معلومة وأخرى فاصلة مقلوبة.

ب- الدوريـــــات: يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال، (ص ص ٥- ١٥).

ج- الكتب المحررة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (فيin) تحتها خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر .ed أو محررين .eds) ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر .

د- الرسائل غير المنشورة: يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها.

١١- تستخدم الهوامش فقط عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص.

تعريف بالباحث: د. مسعد بن سلامة مندور، أستاذ مشارك، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.
البريد الإلكتروني: mosaad_3_70@hotmail.com

الملخص

تواجه مصر تحديات كبيرة بشأن وضعها المائي الحالي والمستقبلي والتي تكاد تصل إلي أزمة مائية حقيقية مع زيادة الاحتياجات المائية في المستقبل ، فعندما نقارن الاحتياجات المائية لسنوات قادمة بأجمالي الموارد المائية لعام ٢٠١٢م والبالغة ٧٠,٥ مليار م٣ يتضح وجود عجز مائي يتزايد مع مرور الزمن، إذ يقدر العجز المائي للأعوام ٢٠١٥، ٢٠٢٠، ٢٠٢٥، ٢٠٥٠م بنحو ٦,٨، ١١,٤٨، ١٧,٠٤، ٦٥,٥ مليار م٣ ، ومن هذا المنطلق جاء اختيار البحث لدراسة اتجاه ومقدار تغير الأمطار الشهرية والسنوية في منابع النيل من وأقع السجلات المتيورولوجية، وإظهار الاختلافات المكانية في معدلات الأمطار بين دول المنبع لتحديد اتجاهات التعاون المستقبلية حتى يتسنى تنفيذ مشاريع الاستمطار والحصاد المائي، وتحديد مدى تأثير مجموع الأمطار الساقطة في حجم التصريف المائي الوارد لمصر .

وتم الاعتماد علي بيانات عشر محطات رصد جوي موزعة في أثيوبيا (٤محطات) وجنوب السودان (٣محطات) وأوغندة (محطتين) وكينيا (محطة واحدة)، لفترة زمنية تتراوح من ٤٠ – ٥٠ عاماً، وتم دراسة اتجاه ومقدار تغير الأمطار في منابع نهر النيل، والتباين المكاني للأمطار في المحطات المختلفة، والعلاقة بين معدلات الأمطار السنوية والشهرية وتصرفات المياه في نيل مصر، والاحتياجات المائية المستقبلية والطرق المقترحة لزيادتها .

وخلصت الدراسة إلي أن تغير الأمطار باتجاهها نحو الانخفاض في منابع النيل لا يشكل عقبة أساسية أمام زيادة الحصة المائية المصرية علي الرغم من كون الأمطار العامل الهام والحقيقي المؤثر في كمية الموارد المائية الواردة لجمهورية مصر العربية، إذ تكمن المشكلة الحقيقية في عدم تنفيذ المشاريع المناسبة لحصاد وإدارة مياه المطر في منابع النيل، ويمكن زيادة الموارد المصرية من خلال الاستمطار والحصاد المائي بقيم تزيد عن ٣٠ مليار م٣، وهي كميات تعوض العجز المائي المستقبلي .

مقدمة:

تواجه مصر تحديات كبيرة بشأن وضعها المائي الحالي والمستقبلي والتي تكاد تصل إلي أزمة مائية حقيقية حتى أصبحت بعض قطاعات النشاط الاقتصادي تعاني من شح مائي، فعلى الرغم من التوسع الزراعي وإنشاء مشروعات توشكي وترعة السلام واستصلاح مساحات من شمال سيناء نجد تذبذب وانخفاض في المقننات المائية المستخدمة لري المحاصيل خلال الفترة من ١٩٨٦ – ٢٠٠٥م، ملحق (١) إذ بلغت جملة مياه الري عند الحقل في عام ١٩٨٦ نحو ٤٠٤٤٥ مليون م ^{3}، وفي عام ٢٠٠٤م بلغت ٣٧٨٥٥ مليون م٣ وفي عام ٢٠٠٥م بلغت ٢٩٧٧٤ مليون م٣، بمقدار انخفاض ٢٥٩٠ و ١٠٦٧١ مليون م^3 علي الترتيب . وفي قطاع الصناعة انخفضت كمية المياه المستخدمة من ١.٣ مليار م٣ عام ٢٠٠٨م لتصل إلي ١.٢ مليار م٣ عام ٢٠١٢م (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ٢٠١٣، ص ١٨٠)

والتحديات المستقبلية التي تواجه مصر هو ضرورة زيادة الموارد المائية في المستقبل القريب والبعيد، فالاحتياجات المائية تتزايد من عام لآخر في حين أن إجمالي الموارد المائية شبه ثابتة منذ عام ٢٠٠٠ وحتى عام ٢٠١٢م . فبلغت جملة الموارد المائية لجمهورية مصر العربية عام ٢٠١٢ نحو ٧٠.٥ مليار م^3، منها ٥٥.٥ مليار م٣ حصة مياه النيل، و٧.٥ مليار م٣ من المياه الجوفية بالوادي والدلتا، و ٥.٢ مليار م٣ من تدوير مياه الصرف الزراعي، و١.٣ مليار م٣ من تدوير مياه الصرف الصحي، و٠.٩٧ مليار م٣ من مياه الأمطار والسيول، و٠.٠٦ مليار م٣من تحليه مياه البحر (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، ٢٠١٣م، ص ١٧٩).

وبمقارنة الاحتياجات المائية لسنوات مستقبلية بأجمالي الموارد المائية لعام ٢٠١٢م يتضح وجود عجز مائي يتزايد مع مرور الزمن، إذ تقدر الاحتياجات المائية المتوقعة للأعوام ٢٠١٥ و ٢٠٢٠ و ٢٠٢٥ و ٢٠٥٠م بنحو ٧٧.٣ و ٨١.٩٨ و ٨٧.٥٤ و ١٣٦ مليار م٣ والتي

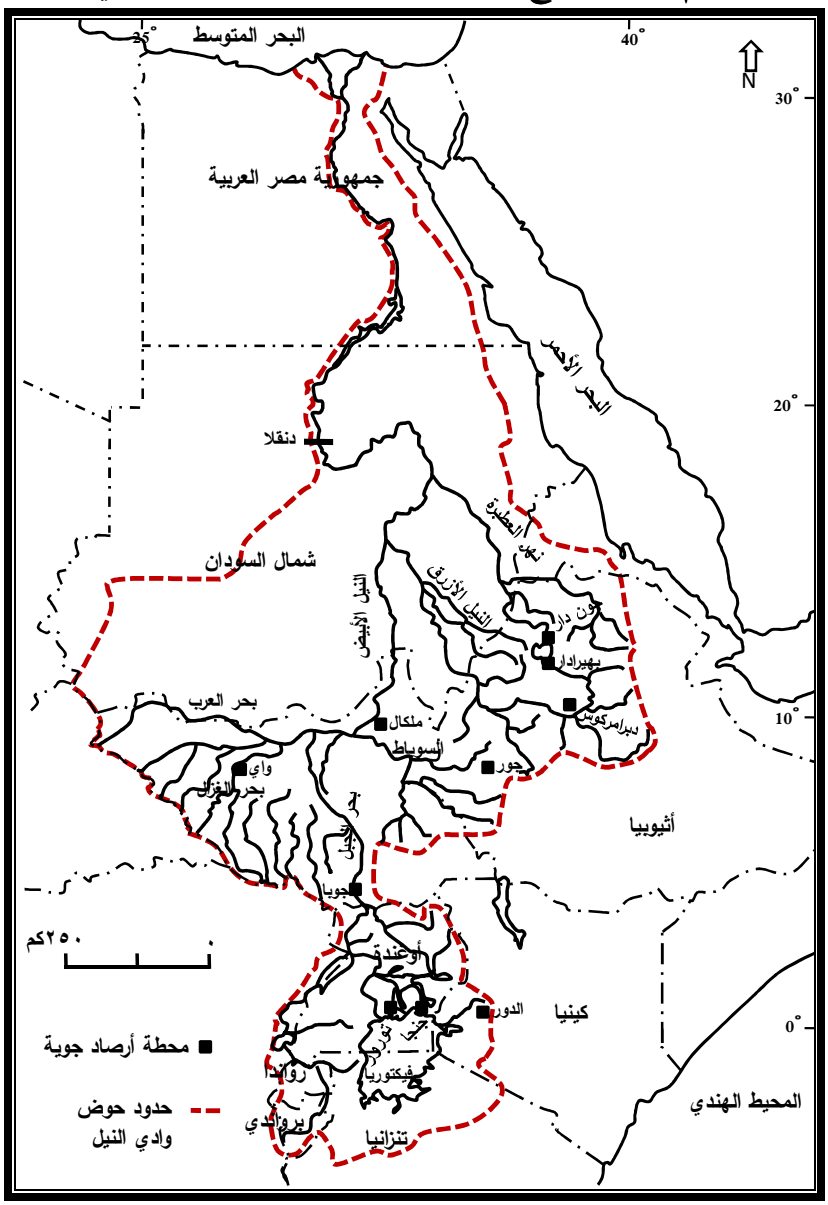
قدرتها الدراسات بجدول رقم (٧)، ويصل العجز المائي لنفس الأعوام إلى ٦.٨ و ١١.٤٨ و ١٧.٠٤ و ٦٥.٥ مليار م٣ علي الترتيب، ومن هذا المنطلق جاء اختيار البحث لدراسة اتجاه تغير الأمطار في منابع النيل وآثره في الاحتياجات المائية لجمهورية مصر العربية محاولاً تحقيق الأهداف التالية :

- إظهار الاختلافات المكانية في معدلات الأمطار بين دول المنبع لتحديد اتجاهات التعاون المستقبلية لتنفيذ مشاريع استمطار السحب والحصاد المائي لزيادة الموارد المائية لجمهورية مصر العربية ودول المنبع .
- دراسة اتجاه ومقدار تغير الأمطار الشهرية والسنوية في منابع النيل من وأقع السجلات المتيورولوجية .
- تحديد مدى تأثير مجموع الأمطار الساقطة بالمحطات في حجم التصريف المائي عند دنقلا بشمال السودان، وتم اختيار دنقلا لأنها آخر نقطة لقياس حجم التصريف المائي بنهر النيل خارج جمهورية مصر العربية .
- البحث عن طرق بديلة لزيادة الأمطار والموارد المائية لسد العجز المائي في الاحتياجات المائية لجمهورية مصر العربية وهي إنشاء خريطة زمكانية لاستمطار السحب في منابع نهر النيل ومصر .

أ-منطقة الدراسة :

تم تحديد منطقة الدراسة بحدود حوض نهر النيل والممتد فيما بن دائرتي عرض ٤° جنوباً و٢٢° شمالاً، وخطي طول ٢١°٣٠َ و ٤٠°٣٠َشرقاً شكل(١)، وتبلغ مساحة الحوض ٢.٩ مليون كيلو متر مربع ويمتد في مسافة ٦٥٠٠كيلومتر (Shahin,1985) ويقع في دول أثيوبيا، ورواند، وبروانداى، وكينيا، وأوغندة، وتنزانيا، والكنغو الديمقراطية، وجنوب السودان، وشمال السودان، ومصر .

شكل رقم (١): موقع منطقة الدراسة ومحطات الرصد الجوي



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جدول (١) و (آمال شاور، ٢٠١٠م).

ب-ومصادر وبيانات الدراسة :

أُعتمدت الدراسة علي بيانات عشر محطات أرصاد جوي دولية، جدول(١). وتتوزع المحطات في أربع دول من حوض النيل هي أثيوبيا وأوغندة وجنوب السودان وكينيا، والمحطات الأثيوبية هي جور، ودبرامركوس، وجون دار، وبهيرادار، وتقع المحطتين الأولي والثانية في شمال وجنوب بحيرة تانا، شكل (١) ومحطة جون دار تقع في منابع النيل الأزرق ومحطة بهيرادار عند منابع السوباط .

جدول رقم (١): المحطات المستخدمة في البحث

محطة الرصد الجوي	الرقم الدولي للمحطة	دائرة العرض		خط الطول		منسوب المحطة (متر)	فترة البيانات
		دقيقة	درجة	دقيقة	درجة		
جور (أ)	٦٣٤٠٣	١٠	٨	٢٥	٣٥	٢٠٠٢	١٩٩٠ -٥٥
ربرامركوس(أ)	٦٣٣٣٤	١٨	١٠	٤٣	٣٧	٢٥٠٩	١٩٩٠ -٥٥
جون دار(أ)	٦٣٣٣١	٣٢	١٢	٢٦	٣٧	٢٠٠٠	١٩٩٠ -٥٥
بهيرادار(أ)	٦٣٣٣٢	٣٦	١١	١٦	٣٧	١٨٠٢	١٩٩٠ -٦١
جوبا(ج)	٦٢٩٤١	٥٢	٤	٣٦	٣١	٤٥٨	١٩٩٠ -٦١
ملكال(ج)	٦٢٨٤٠	٣٣	٩	٣٩	٣١	٣٩٠	١٩٩٠ -٦١
واي(ج)	٦٢٨٨٠	٤٢	٧	١	٢٨	٤٣٥	١٩٩٠ -٦١
جنجا(غ)	٦٣٦٨٢	٢٧	٠	١٨	٣٣	١١٣٧	١٩٨٦ -٥٥
تورور(غ)	٦٣٦٨٤	٤٠	٠	١٦	٣٤	١١٧١	١٩٨٦ -٥٥
الدور(ك)	٦٣٦٨٦	٣٢	٠	١٧	٣٥	٢١٣٣	١٩٩٠ -٦١

(أ) أثيوبيا، (ج)جنوب السودان، (غ)أوغندة، (ك)كينيا

(ب) المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي:

National Oceanic and Atmospheric Administration (1990), World Weather Records.

http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/#t=secondTabLink.

وفي دولة جنوب السودان ثلاث محطات هي ملكال والتي تقع عند التقاء النيل الأبيض بالسوباط، ومحطة جوبا تقع في أقصي جنوب بحر الجبل، ومحطة واي تقع في منابع بحر الغزال، وفي أوغندة محطتي جنجا وتورور ويقعان في شمال بحيرة فكتوريا، وفي كينيا محطة الدور وتقع شرق بحيرة فكتوريا .

والبيانات المستخدمة في الدراسة هي :

- مجموع الأمطار الشهرية والسنوية في المحطات خلال الفترة الموضحة بجدول (١) .
- حجم التصريف المائي الشهري والسنوي للفترة ١٩٧١- ٢٠١٠ عند دنقلا .
- خرائط الطقس السطحية والعليا والنماذج العددية MM5 للسنوات ٢٠١١ و٢٠١٢ .

ج- الدراسات السابقة:

يوجد العديد من الدراسات التي تناولت مناخ وهيدرولوجية نهر النيل أو بعض روافده أو أجزاء منه، ومنها علي سبيل المثال لا الحصر دراسة (Shahin,1985) عن هيدرولوجية وادي النيل والي تناولت التطور التاريخي لنهر النيل (للفترة من ٣٢٠٠ قبل الميلاد وحتى ١٩٠٠ميلاديه وما بعدها) والخصائص الطبوغرافية والمناخية والهيدرولوجية لحوض النيل. ودراسة (Johnson, et al,1994) والتي تناولت الميزانية المائية لحوض النيل الأزرق بأثيوبيا لإظهار الوضع الحقيقي لهيدرولوجية النهر في أثيوبيا اعتمادا علي تدفقات النيل الأزرق وروافده، واستخدمت الدراسة نماذج الميزانية المائية الشهرية ومقارنة الأشكال

الهيدرولوجية الشهرية لإجراء تنبؤ بتدفقات النيل الأزرق ونهر النيل وتأثير التغيرات العالمية علي هيدرولوجية حوض النيل الأزرق. ودراسة (Declan,1996) عن تقلبات المناخ والتغيرات المستقبلية وآثارها في حوض النيل والموارد المائية لمصر، واعتمدت علي تطبيق النماذج الهيدرولوجية لتقسيم النيل وبحيرة فيكتوريا لأحواض فرعية تم تقيم حجم الآثار المحتملة لتغير المناخ علي الأفرع الرئيسية ومدي تأثيره في اتجاه حجم تغير الجريان السطحي، وأسفرت عن ضرورة إدارة المياه في الحوض دون النظر للتغيرات المستقبلية. ودراسة (Elfatih, 1996) بعنوان النينو والتقلبات الطبيعية في تدفق نهر النيل وهدفت الدراسة إلي إظهار العلاقة بين درجة الحرارة السطحية في مياه المحيط الهادي وتدفقات نهر النيل، وأظهرت النتائج أن ٢٥ ٪ من التباين السنوي لإيراد نهر النيل يرتبط بتذبذبات النينو و يمكن استخدام العلاقة الناتجة لتحسين القدرة علي التنبؤ بالفيضان.

ودراسة (Pierre,1997) والتي تناولت التذبذبات السنوية والموسمية للأمطار من يوليو وحتى سبتمبر وعلاقتها بمنخفض الهند والرياح الموسمية اعتمادا علي البيانات من ١٩٠١- ١٩٨٨ والبيانات اليومية للفترة من ١٩٨٢ – ١٩٨٨، وخلصت الدراسة إلى وجود علاقة ثابتة بين الضغط الجوي المنخفض علي طول الساحل الغربي للهند والأمطار الساقطة بوادي النيل خلال القرن العشرين، كما أن الرياح الموسمية هي سبب رئيسي لتباين أمطار مرتفعات شرق إفريقيا والتي ترتبط بهبوب رياح غربية قوية من حوض الكنغو إلى أثيوبيا وأوغندة وغرب كينيا، ويوجد ارتباط بين اختلاف الأمطار وتركز الضغط الجوي فوق بومباي مع تأخر المطر من ٢- ٦ أيام بنسبة تباين تصل إلى ٦٠٪. ودراسة (Ba &

(Nicholson, 1998) بعنوان نشاط الحمل الحراري وعلاقتها بالتساقط علي بحيرات شرق أفريقيا خلال الفترة من ١٩٨٣- ١٩٩٠م بأستخدام الأشعة تحت الحمراء، وتناولت تقيم سقوط الأمطار في بحيرة فيكتوريا اعتمادا على الميزانية المائية للبحيرة باستخدام تقديرات نماذج الأقمار الصناعية فوق البحيرة مباشرة، وتم إعادة صياغة النموذج لمعاييره البيانات للفترة ١٩٥٦- ١٩٧٨م والتنبؤ بتقلبات مستوي سطح البحيرة للفترة ١٩٣١- ١٩٩٤م وتم التحقق من صحة النموذج مع وجود نسبة خطأ ١٪.

ودراسة (Declan,2000) عن مناخ وهيدرولوجية أعلي النيل الأزرق، واستعرضت الدراسة طبيعة وتنوع المناخ والهيدرولوجيا لمنابع النيل الأزرق الأثيوبية، وأظهرت أن معدلات الأمطار تنخفض بالاتجاه من الجنوب الغربي (>٢٠٠٠ملم) نحو الشمال الشرقي (<١٠٠٠ملم) ويسقط منها نحو ٧٠٪ من يونيو وحتى سبتمبر، وانخفضت معدلات الأمطار في الفترة من ١٩٦٠ وحتى أواخر ١٩٨٠م. ودراسة (Sharon & Yungag , 2001) تناولت الدراسة استخدام نماذج الميزانية المائية لتقدير سقوط الأمطار في شرق إفريقيا اعتماداً علي السجلات التاريخية لبحيرة فكتوريا، وأظهرت قياسات بحيرات شرق إفريقيا تذبذبات تاريخية كبيره في مستويات البحيرة خاصة في المناخات القديمة، أوضحت وجود تطرفات كبيرة في القرن التاسع عشر. ودراسة (Declan,2005) بعنوان روافد منابع المياه الدولية لنهر النيل : رصد التكيف مع تقلب المناخ وتغيره في حوض النيل، وأظهرت أن الأمطار الساقطة وتدفق النهر خلال القرن العشرين آثرت علي الدول مثل تأثر الأمن الغذائي لأثيوبيا وعدم ثبات مستويات بحيرة فكتوريا وتغير

التدفقات لمصر، كما أن توقعات تغير المناخ في المنطقة تشير إلى عدم وجود دلالة واضحة علي مدي تأثر تدفقات النيل نتيجة لعدم التأكد المستقبلي بأنماط التساقط بالحوض، وأن التكيف هو أنسب الطرق لمواجهة ندرة المياه والتي يمكن أن تهدد مصر نتيجة النمو السكاني السريع، ودراسة (Mohamed,et al, 2005) والتي هدفت إلي تناول الدورة الهيدرولوجية المحلية وإظهار التفاعل بين العمليات المناخية والهيدرولوجية باستخدام النماذج الهيدرولوجية مع التطبيق على الأحواض الفرعية للنيل الأزرق والأبيض والعطبرة ومستنقعات السد خلال الفترة من ١٩٩٥- ٢٠٠٠٠م، وخلصت الدراسة إلى أن إعادة تدوير الرطوبة المحلية الشهرية تسهم بنحو ٨- ١٤٪ من الأمطار وأن ٨٩٪ من موارد النيل تأتي من خارج حدوده.

ودراسة (Kebede, et al, 2006) عن التوازن المائي لبحيرة تانا وتقلبات النيل الأزرق بأثيوبيا، واتخذت الدراسة الميزانية المائية لبحيرة تانا لتقدير الجريان ومعدلات الأمطار فوق البحيرة، وتم تحديد التبخر تجريبياً من خلال عمليات النمذجة لمستويات البحيرة خلال الفترة ١٩٦٠- ١٩٩٢م، وأظهرت الدراسة اختلاف التساقط بمعدل ± ٢٠٪ في حوض النيل الأزرق وبالرغم من ذلك ظل مستوي البحيرة ثابتً وهي أقل تأثرا بتغيرات الأمطار مقارنة بالبحيرات الكبرى في إفريقيا الاستوائية ، وتؤثر الأنشطة البشرية في تغير البحيرة. ودراسة (Strzepek, et al,1996) التي تناولت تقيم آثار المناخ العالمي علي الموارد المائية لحوض وادي النيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونماذج المحاكاة وأظهرت أن تدفقات نهر النيل حساسة للغاية لدرجة الحرارة المحيطة وتغيرات الأمطار وأن

التقلبات ستكون شديدة. ودراسة (Ungtae,et al, 2008) عن تغير المناخ والأمطار بأعالي حوض النيل الأزرق بأثيوبيا وقدمت تقدير منهجي لمعدلات الأمطار اعتماداً علي بيانات تغير المناخ في المنابع العليا للنيل الأزرق بمناطق الزراعة البعلية، وأظهرت نتائج تحليل السلاسل الزمنية (١٠٠سنة) أن تغيرات الأمطار للفترة من ٢٠٤٠- ٢٠٦٠م يمكن أن تصل إلي – ٧إلي٢٤٪ ، وتتغير متوسطات الأمطار للموسم الرطب بنسبة ٦٪، والموسم الجاف بنسبة ٤٧٪، والموسم المعتدل بنسبة٥٪. ودراسة (Ungtae, et al, 2009) عن أثار تغير المناخ علي الموارد المائية في أعالي حوض النيل الأزرق ، وارتكزت الدراسة علي تحليل آثار تغير المناخ علي العمليات الهيدرولوجية باستخدام نماذج الدوران العام وتقدير قيم التدفقات الخارجة من سدين مقترحين ومدي ثاتيرهما علي دول المصب، وخلصت التوقعات إلى زيادة التدفق في المجاري المائية وانخفاض موجات الجفاف الشديدة وإن إنشاء سد واحد يعطي نتائج أفضل لتوليد الطاقة الكهرومائية وتخزين سنوي للمياه دون التأثير علي حجم الجريان السطحي لدول المصب. ودراسة (Pierre,2009) عن مناخ حوض النيل وتناولت العوامل العالمية والمحلية المؤثرة في مناخ حوض النيل وخصائصه وتغيرات درجة الحرارة والأمطار بالحوض ، وخلصت الدراسة إلي تقسيم حوض النيل لتسعة أنظمة للأمطار وحدوث اتجاه نحو الجفاف منذ عام ١٩٥٠م بوسط السودان والمرتفعات الأثيوبية في حين تميزت منطقة البحيرات الاستوائية بوجود سنوات رطوبة منهـا ١٩٦١م و ١٩٩٧م، ورصدت توقعات درجة الحرارة اتجاهها للارتفاع في أواخر القرن ٢١ بمقدار ٢- ٤°م، أما توقعات الأمطار فمتغيرة وبصفة عامة تشير معظم

التوقعات إلي زيادة سقوط الأمطار بالمناطق الاستوائية. ودراسة (Tazebe, et al, 2010) تناولت الدراسة الآثار المحتملة لتغير المناخ علي هيدرولوجيا وموارد المياه في نهر النيل باستخدام النماذج الهيدرولوجية واعتمادا علي السيناريوهات العالمية من التقرير الدولي الرابع لتغير المناخ لعام ٢٠٠٧م، وخلصت التوقعات بأن نهر النيل سيشهد زيادة في التدفق خلال الفترة المبكرة من ٢٠١٠- ٢٠٣٩م بسبب زيادة التساقط وأن ينخفض التدفق في منتصف الفترة من ٢٠٤٠- ٢٠٦٩م وأواخر الفترة ٢٠٧٠- ٢٠٩٩م نظراً لزيادة التبخر وانخفاض التساقط، وأظهرت نتائج تحليل الآثار المترتبة من خلال قياس إنتاج الطاقة الكهرومائية وإطلاق مياه الري من السد العالي أن إنتاج الطاقة سيكون أعلي من المتوسط السنوي لبدايات القرن الواحد والعشرين وأن كميات المياه الزراعية سوف تتأثر سلبا في النصف الثاني من القرن ٢١. ودراسة (أمال شاور،٢٠١٠م) بعنوان حصة مصر من مياه النيل ومحاولة الدول الآخري بالحوض النيل منها وتناول البحث مصادر مياه النيل وتباين إيراداته واتفاقيات تقسيم مياه النيل، ودراسة (علي خليفة و أحمد عبد الله الشريف، ٢٠١٠م) عن موار مصر المائية وسبل تنميتها وتناولت أسباب أهمية المياه في العالم العربي ومصادر المياه التقليدية وغير التقليدية لمصر واقتراح طرق لترشيد استهلاك مياه الري ورفع كفاءة أنظمتها. .

وبمقارنة تلك الدراسات بالدراسة الحالية يتضح أن الدراسة تغطي بعض الجوانب التي مازالت تحتاج للمزيد ، إذ تركز علي تغيرات الأمطار الشهرية والسنوية في محطات الأرصاد الواقعة في منابع النيل (العطبرة– النيل الأزرق – النيل الأبيض –السوباط– بحر الجبل – بحر الغزال) وتحيط ببحيرة تانا وتقع

شمال بحيرة فكتوريا من وأقع السجلات المتيورولوجية، وتتناول خصائص توزيع الأمطار الشهرية والسنوية اعتمادا على تطبيق معامل الاختلاف ونسب التذبذب وتحديد الشهور المطيرة والجافة إضافة إلى دراسة العلاقة بين معدلات الأمطار وحجم التصريف المائي عند دنقلا ، واقتراح طرق جديدة لزيادة الموارد المائية المصرية.

أولاً : خصائص وتوزيع الأمطار في منابع النيل :

ينبغي قبل تناول تغير الأمطار الشهرية والسنوية في منابع النيل وعلاقتها بالتصريف المائي عند دنقلا أن نتعرض لخصائص وتوزيع الأمطار الشهرية والسنوية، وذلك لتحديد التباينات المكانية الشهرية والسنوية للأمطار الساقطة، وأهم الخصائص الشهرية والسنوية للأمطار بتطبيق معامل الاختلاف الشهري والسنوي ونسب التذبذب السنوية وتحديد الشهور المطيرة والجافة والانتقالية .

أ- خصائص وتوزيع الأمطار الشهرية:

يلاحظ من تتبع المجموع الشهري للأمطار في محطات الأرصاد الجوية أن محطات هضبة البحيرات (تورور– جنجا – الدور) ومحطتي جور ودبرامركوس من هضبة الحبشة شهدت سقوط أمطار في جميع الشهور بالسنوات المختلفة وإن انخفضت معدلاتها في شهور يناير وفبراير ومارس وديسمبر عن معدلات باقي شهور السنة، وتميزت محطتي بهيرادار وجون دار بسقوط الأمطار في شهور يناير وفبراير وديسمبر ببعض الأعوام دون الأخرى وسقوطها بمعدلات منخفضة في

شهور إبريل ومايو ونوفمبر، ويستدل من هذا إمكانية سقوط الأمطار في شهور الشتاء وإن تركزت في شهور الصيف .

وأختلف الوضع في محطات دولة جنوب السودان فمحطة جوبا أتسمت بسقوط الأمطار المنخفضة في يناير و فبراير ومارس وديسمبر وإن لم تسقط بجميع السنوات بشهر يناير، في حين لم تتعرض محطتي واي وملكال لسقوط الأمطار في شهور يناير وفبراير وديسمبر خلال فترة الدراسة، وسقطت أمطار منخفضة جداً في مارس وإبريل ونوفمبر، ويعني ذلك إمكانية استمطار السحب في جنوب دولة جنوب السودان وفي جنوب غرب هضبة الحبشة طوال العام .

وبحساب المتوسطات الشهرية وتحديد شهور تركز المطر وحالة الشهور المطيرة والجافة والموضحة في جدول (٢) وشكل (٢) يظهر العديد من الخصائص والتباينات المكانية من شهر لآخر في المحطة الواحدة ومن محطة لآخري في الشهر الواحد، وأهمها

- يتركز موسم المطر في هضبة الحبشة من يونيو وحتى سبتمبر، وإن أختلف في محطة جور لطول الموسم عن المحطات الثلاثة(جون دار- بهيرادار- دبرامركوس)، إذ يبدأ موسم المطر في جور من مايو ويرجع ذلك إلى الموقع الجغرافي لمحطة جور في جنوب غرب هضبة الحبشة ومواجهتا للرياح الجنوبية الغربية المسببة للأمطار . وفي محطات جنوب السودان يتركز موسم المطر في محطتي جوبا وملكال من مايو وحتى أكتوبر، وفي واي من مايو وحتى سبتمبر. ويتبدل الوضع في هضبة البحيرات إذ لا يوجد فترة تركز مطر واضحة، ففي محطة جنجا يتركز المطر في الشهور من مارس وحتى يونيو وفي

أكتوبر ونوفمبر، وفي محطة تورور يتركز المطر في شهري إبريل ومايو، وفي محطة الدور في شهور إبريل ومايو ويونيو وأغسطس .

- يعد فصل الصيف أكثر الفصول مطراً في معظم المحطات خاصة بأثيوبيا وجنوب السودان، ففي محطة بهيرادار وجون دار ودبرامركوس وجور وملكال وجوبا بلغت نسبة أمطار الصيف من جملة الأمطار السنوية نحو ٦٩,٢٨، ٦٦,٦، ٤٥,٩، ٩٥,٥، ٧٨,٨٪ علي الترتيب، وبذلك فمعدل أمطار الصيف تزيد عن نصف المجموع السنوي للمطر، بل يصل إلي أكثر من ٤/٣ المطر السنوي في محطات جوبا وملكال . وفي محطات جنجا وتورور والدور لا يستحوذ فصل من الفصول علي الأمطار الساقطة، وأقل الفصول مطراً بالمحطات الثلاثة فصل الشتاء، فنسبة أمطار الشتاء في محطات جنجا وتورور والدور بلغت ١٥,٣ ، ١٧,٦ ، ٢١,٦ ٪من جملة الأمطار السنوية علي الترتيب، ويحتل المطر الربيعي المركز الأول في محطتي جنجا (٣١,٩٪) وتورور (٢٩,٣٪) والمركز الثاني في محطة الدور (٢٤,١٪)، والمطر الصيفي يأتي في المركز الثالث في جنجا (٢٩,٢٪) والثاني في تورور (٢٧,٨٪) والأول في الدور (٣٦,٨٪).
- اختلف أكثر الشهور مطراً من محطة لآخري، فشهر يوليو هو قمة المطر في محطات جور (٣٤٨,٦ملم) وجون دار (٣٢٢,٤ملم) وبهيرادار (٤٥٩,٩ملم) وواي (١٩٥,٢ملم) . وشهر أغسطس هو قمة المطر الشهري في محطات دبرامركوس (٣٠٩ملم) وجوبا (١٤٦,٢ملم) وملكال (١٦٥ملم) والدور(١٨٢,٥ملم)، وشهر إبريل هو قمة المطر الشهري في محطة جنجا (١٩٧,٥ملم)، وشهر مايو هو قمة المطر الشهري في محطة تورور(٢٣٢,٨ملم).

جدول رقم (٢): معدل المجموع الشهري للأمطار وحالة الشهور الممطرة والجافة في محطات الدراسة

		جور	ريرامركوس	جون دار	بهيرادار	جوبا	ملكال	واي	جنجا	ثورور	الدور
يناير	م	٤٢,٢	١٦,٤	٤,٩	٣,٣	٣,٧	٠	١,٤	٦١,١	٧٨,٤	٣٥,٣
	ن	١,٨	١,٢	٠,٤	٠,٢	٠,٣	٠	٠,٢٩	٤,٧	٥,١	٣
فبراير	م	٤٧,٨	٢١,١	٤,٣	٢,٤	١٠,٢	٠,٢	٣,٥	٨٠,١	٨٥,٩	٥٤
	ن	٢	١,٦	٠,٤	٠,٢	١	٠,٠٢	٠,٣	٦,٢	٥,٥	٤,٧
مارس	م	١٠١,١	٥٣,٦	٢٢,٥	١١	٤٦,٢	٧,١	١٩,٥	١٣٥,٥	١٤٣,٩	٦٤,٨
	ن	٤,٤	٣,٩	١,٩	٠,٧	١	٠,٩٨	٢,١	١٠,٥	٩,٣	٥,٦
ابريل	م	١٣٢,٥	٦٦,٣	٣٩,٦	٢١	٩٨,٩	١٩,٥	٦٨,٣	١٩٧,٥	٢٢٤,٨	١٥٩
	ن	٧,٤	٤,٨	٣,٤	١,٤	٩,٨	٢,٩	٧,٤	١٥,٢	١٤,٥	١٣,٨
مايو	م	٢٤٦	٨٨,٧	٨٨,٤	٨٥,٢	١٥٢,٥	٨٩,٥	١١٨,٦	١٤٨,٨	٢٣٢,٨	١٥٢,٧
	ن	١٠,٥	٦,٤	٧,٦	٥,٨	١٥,٢	١٢	١٢,٨	١١,٤	١٥	١٣,٢
يونيو	م	٣٤٨,٦	١٦٢,٧	١٥٩,٧	١٨٤,٧	١١١	١٠٤,٣	١٨١,٦	٦٨,٦	١١٥,٤	١٠٦,٥
	ن	١٤,٩	١١,٧	١٣,٣	١٢,٤	١١,١	١٤	١٩,٦	٥,٤	٧,٤	٩,٢
يوليو	م	٣٥٨,٩	٣٠٥,٢	٣٢٢,٤	٤٥٩,٩	١٣١,٨	١٥٠,٢	١٩٥,٢	٦٢,٤	٨٣,٥	١٦٦,٧
	ن	١٥,٤	٢٢,١	٢٧,٧	٣٠,٨	١٣,٣	٢٠,١	٢١,١	٤,٨	٥,٤	١٤,٤
أغسطس	م	٣٥١,٩	٣٠٩	٢٩٨,٣	٤٠٠,٢	١٤٦,٢	١٦٥	١٨٣,٧	٧٧,٧	١١١,٣	١٨٢,٥
	ن	١٥,١	٢٢,٤	٢٥,٦	٢٦,٨	١٤,٦	٢٢,١	١٩,٨	٦	٧,٢	١٥,٨
سبتمبر	م	٣٥٣,٨	٢١٢,٩	١١٧,٤	٢٠٩,٤	١١٦,٨	١٢٨,٧	١٢٤,١	٩٢,٢	١٢٤,٢	٨٠,٥
	ن	١٥,٢	١٥,٤	١٠,٢	١٤	١١,٧	١٧,٢	١٣,٤	٧,١	٨	٦,٩
أكتوبر	م	١٨٩,٨	٧٣,١	٦٣,٤	٨٨,٥	١٢٩,٢	٧٧,٧	١٤,٨	١٣٠,٨	١٣٥,٦	٥٠,٩
	ن	٨,١	٥,٣	٥,٥	٥,٩	١٢,٩	١٠,٤	١,٦	١٠,١	٨,٧	٤,٤
نوفمبر	م	١١٨,٨	٥٦,١	٢٧,٨	٢٢,٥	٤٥,٢	٥	١٤,٨	١٥٥,٤	١٣٣,٣	٧٢,٨
	ن	٥,١	٤,١	٢,٤	١,٥	٤,٥	٠,٦	١,٦	١٢	٨,٦	٦,٢
ديسمبر	م	٤٥,٨	١٦,٢	١٣,٩	٣,٤	٨,٦	٠	٠,١	٩٠,٢	٨١,٤	٣٢,٣
	ن	١,٩	١,١	١,٢	٠,٢	٠,٩	٠	٠,٠١	٦,٦	٥,٣	٢,٨

(م) هي المعدل الشهري، (ن) هي نسبة المعدل الشهري من المجموع السنوي.

شهور ممطرة		شهور انتقالية		شهور جافة	

المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا علي (National Oceanic and Atmospheric Administration (50, 60,70,80,1990

- أشار مهدي التوم (١٩٧٤) وشحاتة (١٩٩٠) أن الشهر يكون ممطراً إذا كان معدله أكثر من ١٠٪ من المعدل السنوي، وانتقاليا إذا كان تراوح معدله من ٥- ١٠٪، وجافاً إذا كان معدله أقل من ٥٪ من المعدل السنوي . وبتطبيق ذلك علي المعدلات الشهرية للأمطار في محطات الدراسة بجدول (٢) يظهر اختلاف المحطات في عدد الشهور المطيرة والجافة والانتقالية، ولا يتفق سوي ثلاث محطات هي دبرامركوس وجون دار وبهيرادار، وسجل بهم أربعة شهور مطيرة تمتد من يونيو وحتى سبتمبر، وشهرين انتقاليين (مايو –أكتوبر) وباقي شهور السنة جافة.وفي محطة جور خمسة شهور مطيرة من مايو وحتى سبتمبر، وثلاثة شهور انتقالية (ابريل- أكتوبر – نوفمبر) وباقي الشهور جافة. وفي محطة جوبا ستة شهور مطيرة من مايو حتى أكتوبر، وشهر انتقالي (ابريل) وباقي الشهور جافة . وفي ملكال ستة شهور مطيرة من مايو حتى أكتوبر والستة الباقية جافة . وفي محطة واي خمسة شهور مطيرة ممتدة من مايو حتى سبتمبر وشهر انتقالي (إبريل) وباقي أشهر السنة جافة . وفي محطة جنجا خمسة شهور مطيرة هي الشهور من مارس وحتى مايو وشهري أكتوبر ونوفمبر، وخمسة أشهر انتقالية هي فبراير ويونيو وأغسطس وسبتمبر وديسمبر. وفي محطة تورور شهرين مطيرين هما إبريل ومايو وباقي الشهور انتقالية. وفي محطة الدور خمسة شهور مطيرة هي إبريل وحتى أغسطس وأربعة انتقالية (مارس- إبريل- سبتمبر- نوفمبر) وأربعة جافة (يناير- فبراير- أكتوبر- ديسمبر) .

وبتطبيق معامل الاختلاف١ علي المجموع الشهري للأمطار في كل محطة باعتباره من أفضل الأساليب لقياس تباين الأمطار من عام لآخر خاصة في المناطق الأكثر مطراً. وحدد جريجوري Gregory أنه كلما زادت نسبة معامل الاختلاف كلما زاد نسب التباين من عام لآخر والعكس. وحدد قيمة ٣٥٪ كقيمة فاصلة بين معامل الاختلاف المقبول وغير المقبول ، فإذا زادت القيمة عن ٣٥٪ كان التغير السنوي غير مقبولاً، وإذا انخفضت عنه كان التغير مقبولاً (Gregory,1978.p47) وتظهر نتائج معامل الاختلاف في جدول (٣) والذي يؤكد أن قيم معامل التغير مرتفعة جداً بشهور الشتاء بجميع المحطات، إذ لم ينخفض المعامل عن ٦٨٪ سوي في شهر ديسمبر بمحطة الدور بمقدار ٧.١٪ ، هذا وتميز شهر فبراير بأنه أكثر الشهور تبايناً في معدلات الأمطار من عام لآخر بالمحطات .

وارتفعت قيمة معامل الاختلاف في شهور الربيع بقيمة تزيد عن ٣٥٪ بجميع المحطات بالشهور الثلاثة فيما عدا شهر إبريل بمحطة جنجا، كما يلاحظ أنها مرتفعة في محطات أثيوبيا عن محطات أوغندة وكينيا، وبصفة خاصة في شهري مارس وإبريل .

شهدت شهور الصيف تفاوت في نسبة معامل الاختلاف من محطة لآخري ومن شهر لآخر، وتميزت محطات أثيوبيا بقيم أقل من ٣٥٪ في شهور يوليو

---

[1]) معامل الاختلاف (C.V.) = (σ ÷ Ẋ) ×100

C.V. هي معامل الاختلاف σ هي الانحراف المعياري لكمية الأمطار لفترة الدراسة

Ẋ هي المتوسط السنوي للأمطار المصدر: Gregory.1978.p47

وأغسطس مما يستدل علي الموسمية الواضحة لتركز الأمطار وانتظام سقوطها بالشهور الثلاثة، وتميزت قيم الاختلاف بمحطات جوبا وملكال وواي وجنجا وتورور والدور بزيادتها عن ٣٥٪ بالشهور الثلاثة مما يستدل علي التباين في كميات الأمطار الساقطة من عام لآخر بشهور الصيف بهضبة البحيرات وجنوب السودان .

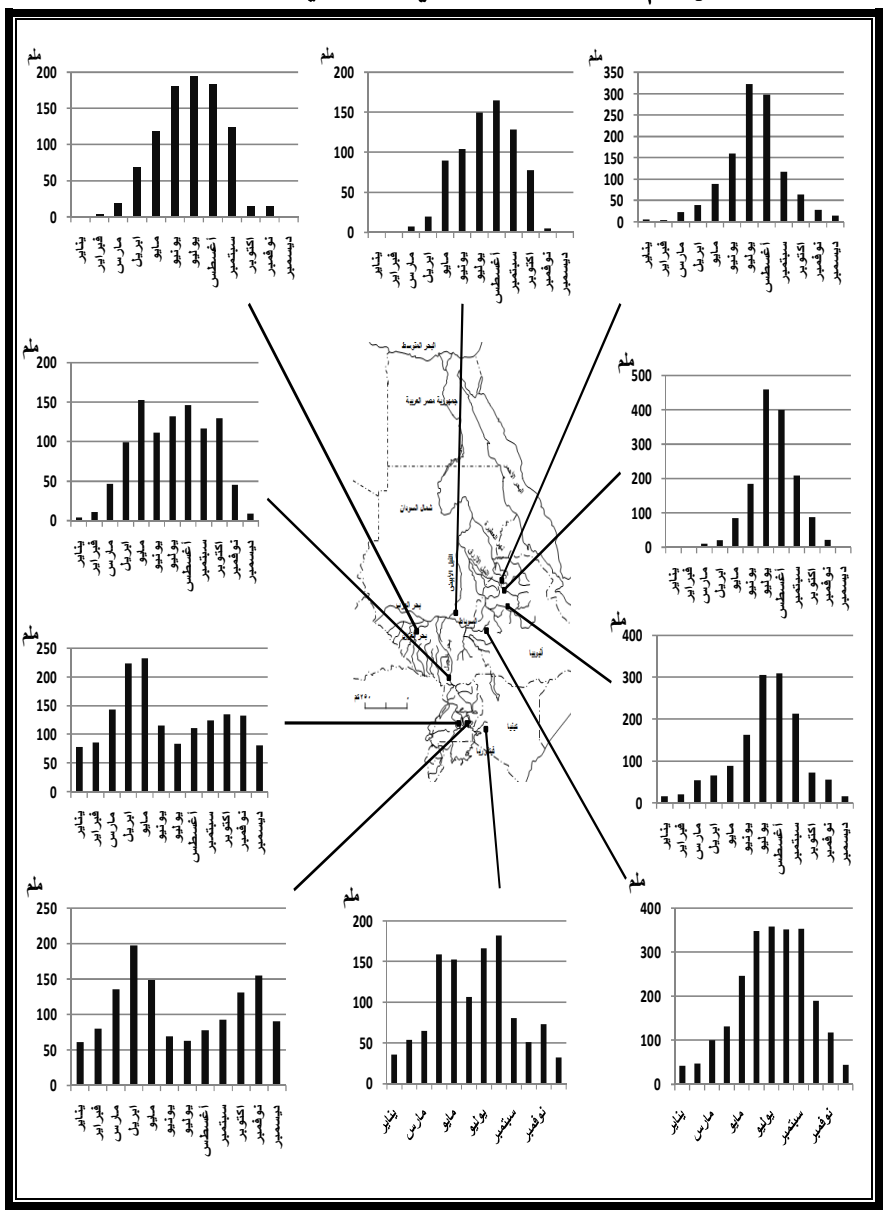
وبالانتقال إلي قيم معامل الاختلاف في شهور الخريف يتضح أن شهر سبتمبر يختلف اختلافاً كبيراً عن شهري أكتوبر ونوفمبر، إذ تميز الشهر بقيم منخفضة في محطات جور ودبرامركوس وبهيرادار وواي وتورور مما يظهر ثبات وانتظام الأمطار الساقطة من عام لآخر في هذا الشهر عن غيره من شهور السنة في نصف محطات الدراسة، وتزيد قيم معامل الاختلاف في شهري أكتوبر ونوفمبر بجميع المحطات ما عدا محطة الدور بشهر نوفمبر بمقدار ١٧.٩٪

ومما سبق يتضح أن محطات هضبة الحبشة (جور- دبرامركوس- جون دار- بهيرادار)هي أكثر المحطات ثباتاً وانتظاماً في كمية الأمطار الساقطة مقارنة بالمحطات الباقية، وذلك لانخفاض معامل الاختلاف عن ٣٥٪ في أربعة أشهر بمحطة دبرامركوس وفي ثلاثة أشهر بمحطتي جور وبهيرادار، وفي شهرين بمحطتي جون دار والدور وشهر في واي وجنجا وتورور.

ب -خصائص وتوزيع الأمطار السنوية :

تشير الأرقام الواردة في جدول (٤) إلي تباين الأمطار السنوية من محطة لآخري، مما أنعكس على تباين معدلات الأمطار السنوية في المنابع الموسمية (هضبة الحبشة)، عن المنابع الدائمة لنهر النيل (هضبة البحيرات) فضلاً عن تباين الأمطار في روافد المنطقة الواحدة خاصة هضبة الحبشة، ويظهر شكل رقم (٣) الاختلافات المكانية لمعدلات الأمطار السنوية بمنابع نهر النيل.

شكل رقم (٢): المتوسط الشهري للأمطار في محطات الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جدول (٢).

جدول رقم (٣): معامل الاختلاف الشهري للأمطار في محطات الدراسة

	جور	ربرامركوس	جون دار	بهيرادار	جو با	ملكال	واي	جنجا	تورور	الدور
يناير	٧٨,٣	-	-	-	-	-	-	٦٦,١	٨١,٢	٨٥,٧
فبراير	١١١,٣	-	-	-	-	-	-	٨٠,٧	٧٥,٦	٦٩,٢
مارس	٥٧,٦	٨٦,٧	-	-	٧٠,٦	-	-	٤٦,٢	٣٧,٤	٤٠,٩
إبريل	٦٨,٢	٧٠,٨	٩٠,٦	-	٣٥,٤	-	٦٥,٧	٢٣,٧	٣٥,٤	٦٥,٥
مايو	٣٧	٥٩,٤	٦٥,٢	٦٩,٧	٣٧,٣	٦٤,٢	٤٣,٤	٤٢,١	٤٥,٢	٩٦,٣
يونيو	٢٩	٢٧,٥	٤٤,٩	٤١,٦	٤٩	٥٣,٥	٣٩	٧٠,٦	٤٦,٦	٣٥,٣
يوليو	٣٦	٢٨,٦	٢٦,٨	٢٥,١	٤٥,٩	٤٤,٦	٤٢,٣	٦٤,١	٤٢,٩	٤١,٩
أغسطس	٢٨,٥	٢٣,٥	٢٨	٣١,٥	٤٠,٥	٣٧,٧	٣٣,٧	٥٤,٨	٤٨,١	٨٣,١
سبتمبر	٢٣,٣	٢٦,٦	٤٣,٣	٢٨,٩	٥١,٥	٣٨,٢	٣٢	٥١,٨	٣٢,٩	٦٧,٥
أكتوبر	٤٨,٦	٦٩,٥	٥٣,٦	٦١,٨	٤٥,٧	٦٠,٢	٥١,٥	٥٧,١	٤٢,٢	٧٣,٨
نوفمبر	٨٠,٥	-	-	-	٦٢,٥	-	-	٥٦,٤	٤٩	١٧,٩
ديسمبر	٧٠,٩	-	-	-	-	-	-	٥٨,١	٦٨	٧,١

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً علي بيانات جدول (٢).

وبصفة عامة تنخفض معدلات الأمطار السنوية في حوض النيل بالاتجاه من الجنوب نحو الشمال. بل أن معدلات الأمطار السنوية التي يزيد معدها عن ١٨٠٠ملم تغطي مساحة أقل من ٣٪ من المساحة الكلية لحوض وادي النيل (Prierre.2009.p315) ويقع هذا النطاق في هضبة الحبشة حول محطة جور بمنابع السوباط ، ويزيد معدل الأمطار حول محطة جور عن ٢٠٠٠ملم وهو أعلي النطاقات مطراً بمنابع النيل .

والنطاق الثاني لمعدلات الأمطار السنوية يتراوح معدله من ١٣٠٠ – ١٦٠٠ ملم، ويقع في منطقتين الأولي حول محطة بهيرادار (١٤٥٠.٨ملم) جنوب بحيرة تانا بمنابع النيل الأزرق وروافد بارو (بيربير- جركاو) أحد روافد السوباط من جنوب الهضبة الأثيوبية وجنوب شرق دولة جنوب السودان، والثانية حول محطة تورور (١٤٨٩.٤ملم) بشمال بحيرة فيكتوريا بأوغندة .

والنطاق الثالث يتراوح معدله من ١٠٠٠ - ١٣٠٠ ملم، ويغطي هذا النطاق مساحات كبيرة من هضبة الحبشة في منابع العطبرة والنيل الأزرق وبهما محطتي جون دار ودبرامركوس الأثيوبيتين، وهضبة البحيرات في تنزانيا وكينيا وأوغندة ورواندي وبروندي، وبهما محطتي الدور الكينية وجنجا الأوغندية، ويقع بهذا النطاق رافد السوباط بيبور برافديه لويلا ولاتوكا والواقعان في شمال هضبة البحيرات الاستوائية بدولة جنوب السودان، إضافة إلى مساحات واسعة من بحر الغزال بغرب وجنوب غرب دولة جنوب السودان .

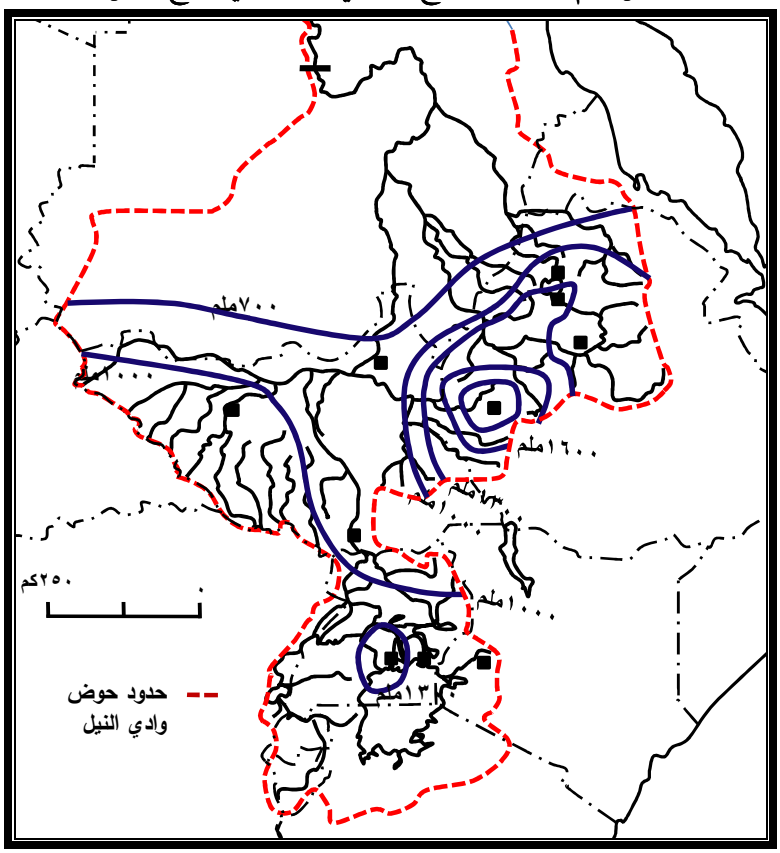
والنطاق الرابع هو أدني نطاقات الأمطار السنوية ويتراوح معدله من ٧٠٠ – ١٠٠٠ ملم، ويقع في أقصي شمال أوغندة والأجزاء الجنوبية والوسطي لدولة جنوب السودان بالمناطق المحيطة ببحر الجبل وبحر العرب

جدول رقم (٤): معدل المجموع السنوي للأمطار في محطات الدراسة

	جور	دبرامركوس	جون دار	بهيرادار	جوبا	ملكال	واي	جنجا	تورور	الدور
المعدل السنوي	٢٢٦٦,٨	١٢٦٨,٣	١١٣٨,١	١٤٤١,٧	٩٦١,٧	٧٢٧	١٠٥٤,٩	١٢٧٢,٩	١٤٨٩,٤	١١١٦,٤
معامل الاختلاف	٢٠,٨	٢٤,٨	٢٠,٨	١٨,٥	١٤,٧	١٥,٩	١٦,٣	١٦,٨	١٥,٩	٢٢,٣

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً علي بيانات جدول (٢).

شكل رقم (٣): التوزيع السنوي للأمطار في منابع النيل



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جدول (٤).

وبحساب معامل الاختلاف للمجموع السنوي للأمطار في المحطات، جدول (٣) يتضح أن جميع نسب المعامل بالمحطات تقع في القيم المقبولة والتي حددها جريجوري، وأن أختلف قيمة المعامل من محطة لآخري ولكن أعلاها قيم هي المحطات الشرقية بمنابع النيل بأثيوبيا وكينيا، إذا لم ينخفض عن ١٨.٥٪ والمسجلة في محطة بهيرادار، في حين لم يزيد معامل الاختلاف في محطات أوغندة وجنوب السودان عن ١٦.٨ ٪ والمسجلة في محطة جنجا، ويشير ذلك إلي اختلاف معدلات الأمطار السنوية الساقطة من عام لآخر في هضبة الحبشة عن

هضبة البحيرات وبصفة خاصة في منابع النيل الأزرق بمحطات دبرامركوس وبهيرادار وجون دار .

وأقترن توزيع مناطق تذبذب الأمطار السنوية[1] والموضحة في شكل (٤) بقيم معامل الاختلاف بالمحطات، فمنابع النيل الأزرق هي أعلي المناطق تذبذباً في الأمطار السنوية بمقدار ١٨٪، وبرجع ذلك لموقع منابع النيل الأزرق في شرق هضبة الحبشة المتميزة بانخفاض معدلات الأمطار وتباينها السنوي عن المنحدرات الغربية لطبيعة الرياح التي تسبب الأمطار والقادمة من ناحية الجنوب الغربي، وشهدت محطة دبرامركوس بمنابع النيل الأزرق أعلي نسبة تذبذب بمقدار ١٩.٥٪ . والنطاق الثاني لتذبذب الأمطار يتراوح من ١٦ – ١٨٪، ويتوزع في ثلاثة مناطق، الأولي في منابع النيل الأزرق وعطبرة (حول النطاق الأول) وبلغت نسبة التذبذب السنوي للأمطار في محطتي بهيرادار وجون دار ١٦.٥ و ١٦٪، والثانية حول محطة جوبا (١٦.٢٪) والثالثة حول محطة الدور بكينيا بمقدار ١٦.٢٪ .

وأدني أقاليم تذبذب الأمطار السنوية انخفض عن ١٢٪ وتوزع في منطقتين، الأولي حول محطة جور بمنابع السوباط في جنوب هضبة الحبشة، والثانية حول محطة جنجا بشمال شرق بحيرة فكتوريا بأوغندة، وشهدت باقي منابع النيل معدل تذبذب للأمطار السنوية يتراوح من ١٢- ١٦٪ في معظم هضبة البحيرات وبحر الجبل وبحر الغزال وشمال غرب إثيوبيا .

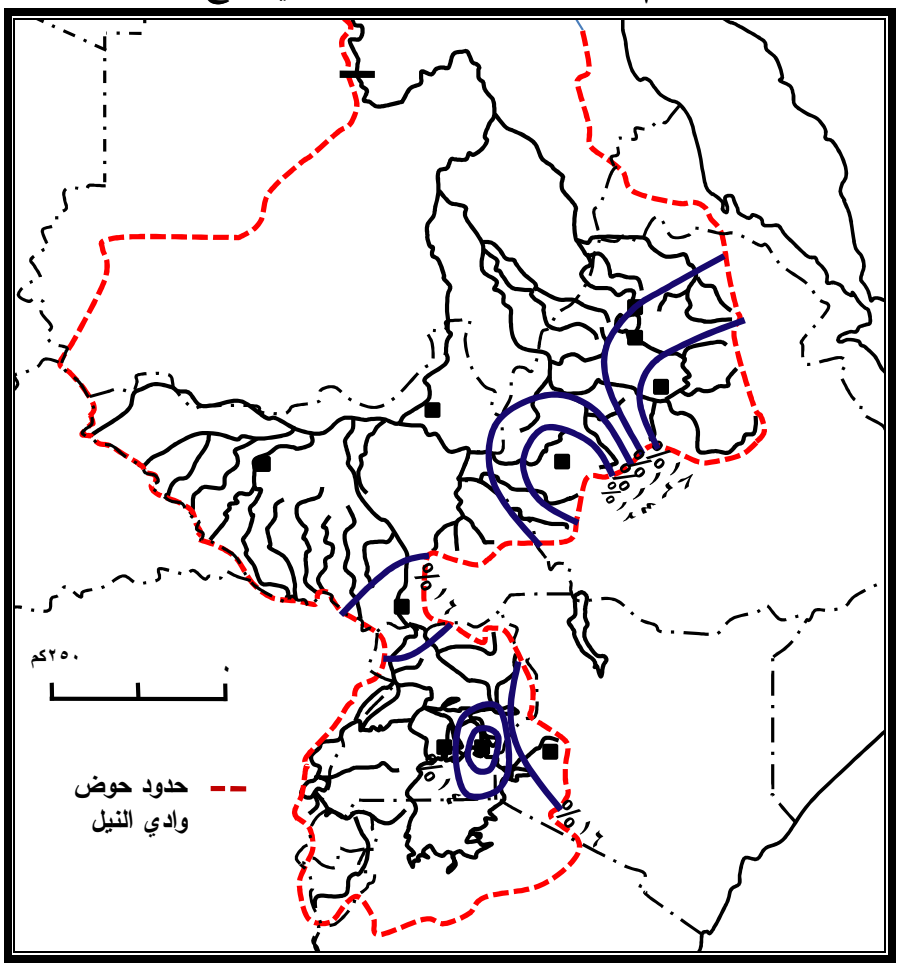
---

[1]) تم رسم خرائط التذبذب السنوي للأمطار من خلال الخطوات التالية

- حساب متوسط الأمطار في فترة الدراسة – حساب قيمة الاختلاف بين كمية المطر السنوي والمتوسط
- حساب متوسط الاختلاف=مجموع الاختلاف ÷عدد السنوات – نسبة التذبذب = (معدل الاختلاف÷ معدل المطر)×١٠٠.

المصدر : عبد القادر عبد العزير (٢٠٠١م) ، مسعد سلامة (٢٠٠٨م).

شكل رقم (٤): نسبة تذبذب المطر السنوي بمنابع النيل



المصدر: من عمل الباحث.

ثانياً: اتجاه ومقدار تغير الأمطار في منابع النيل:

اهتمت الدراسة بتناول تغير الأمطار في منابع النيل لكل شهر من شهور السنة إضافة إلى التغير السنوي بكل محطة مختلفاً في ذلك عن الدراسات السابقة مثل

دراسة Kenneth, et al (1996) و Elfatih (1996) و Declan & Mike (1996) و Ashok (1997) و Declan (2005) و Tazeb, et al (2010) ، وبمجرد النظر إلى نتائج التحليل الإحصائي١ في جدول (٥) يمكننا بسهولة تحديد اتجاه ومقدار تغير الأمطار في منابع النيل ، إذ يلاحظ اتجاه الأمطار السنوية نحو الانخفاض بمعدلات مرتفعة بجميع المحطات وبصفة خاصة في المحطات الشرقية لمنطقة الدراسة بأثيوبيا وكينيا، وأعلى المحطات انخفاضاً محطة جور بمقدار – ٢٢,٥ ملم /عام، وبلغ معدل التغير في محطات دبرامركوس وجون دار وبهيرادار - ٩,٧ ، - ٨,٦ ، - ٧,٩ ملم/عام علي الترتيب، وفي محطة الدور الكينية بلغ معدل الانخفاض - ٩,٧ ملم/عام، وسجلت محطتي جوبا وملكال بجنوب السودان أدني معدل انخفاض بمقدار– ٠,٧ ، - ١,٩ ملم/عام علي الترتيب، وبلغ معدل الانخفاض في جنجا وتورور باوغندة– ٤,٣ ، - ٥,٥ ملم/عام .

ومن خلال الجدول وشكل (٥) يظهر سيطرة الاتجاه نحو الانخفاض في معظم الشهور بالمحطات المختلفة مع اختلاف معدل الانخفاض من محطة لآخري ومن شهر لآخر، ولم يزيد معدل الانخفاض الشهري عن – ٣,٥ ملم/عام في جميع المحطات، ولم يزيد عن – ٢ ملم/عام سوي في ثلاث محطات هي جور (إبريل

---

[1]) لم يتم حساب معدل تغير الأمطار للشهور الجافة والتي ينخفض بها نسبة الأمطار عن ٥% من جملة الأمطار السنوية، وللشهور التي لم يسجل بها تساقط في أكثر من عشرة أشهر لفترة الرصد بالمحطة .

وتم حساب التغير السنوي والشهري اعتماداً علي مجموع الأمطار السنوية والشهرية لفترة توفر البيانات بكل محطة .

– يونيو – أغسطس) وتورور (إبريل – مايو) والدور (مايو – أغسطس) . وبمقارنة معدلات التغير الشهرية للأمطار يتضح الخصائص التالية

- أن الأمطار الشهرية في هضبة الحبشة تتجه نحو الانخفاض في حين تتجه في هضبة البحيرات في بعض الشهور نحو الثبات أو التزايد بسبب اختلاف أسباب سقوط المطر في كل منهما، فأمطار هضبة البحيرات أمطار تصاعدية شبه منتظمة في حين أن أمطار هضبة الحبشة ترتبط بموقع المنخفض السوداني والهندي وتزحزح الجبهة الاستوائية ITCZ نحو الشمال وما يصاحبهما من هبوب الرياح المسببة للأمطار التي تتباين كمياتها لأسباب محلية تضاريسية، ويستدل علي ذلك من محطتي جنجا وتورور، حيث سجل بالأولي أربعة معدلات شهرية تتجه نحو التزايد(مارس – مايو – يونيو – نوفمبر) وثبات في شهر أغسطس بقيمة صفر. وفي محطة تورور سجلت ثلاثة أشهر اتجاها نحو التزايد (مارس – يونيو – يوليو) إضافة إلى انخفاض معدلات الأمطار في الأشهر الباقية . وفي محطات أثيوبيا لم يسجل أي تزايد بمحطات بهيرادار، وسجل تزايد في شهر واحد بمحطات جور ودبرامركوس وجون دار .
- يعد شهر يونيو أكثر الشهور تزايداً في معدلات الأمطار حيث سجلت خمس محطات (جوبا –ملكال– جنجا –تورور– الدور)اتجاه نحو التزايد بنسبة ٥٠٪ من جملة المحطات، وجاء في الترتيب الثاني شهر مايو بأربعة محطات (دبرامركوس– جون دار – جنجا – الدور) ثم شهر مارس بثلاث محطات (جنجا –تورور- الدور) وشهر إبريل هو الشهر الوحيد المسجل به انخفاض بجميع المحطات.

جدول رقم (٥): معدل تغير الأمطار في محطات الدراسة (ملم / عام)

	جور	ريرامركوس	جون دار	بهيرادار	جوبا	ملكال	واي	جنجا	تورور	الدور
يناير	-	-	-	-	-	-	-	-	- ١,٧	-
فبراير	-	-	-	-	-	-	-	-	- ٠,٤	-
مارس	- ٢,١	- ٠,٤	-	-	-	-	-	٠,١	١,٢	٠,٦
إبريل	- ٣,٢	- ١,٤	-	-	- ٠,٢٣	-	- ١,٤	- ٠,٩	- ٣,٠٣	- ٠,٤
مايو	- ٠,٥	٠,٢	١,١	- ٠,٦	- ٠,٥	- ٠,٩	- ١,٩	١,٣	- ٤,٣	٢,٣
يونيو	- ٣,٥	- ٠,٥	- ٠,٩	- ٠,١	١,٣	٠,٦	- ٠,١	٠,٣	٠,٦	٠,١
يوليو	- ٢,٢	- ١,١	- ٣,٣	- ٢,٨	٠,٧	١,٠٣	- ٠,٩	- ٠,٢	٠,٨	- ١,٨
أغسطس	- ٢,٠٢	- ٠,٧	- ٢,١	- ١,٥	- ٠,٦	- ٠,٣	- ١,١	٠	- ٠,٥	- ٣,٤
سبتمبر	- ٢,٦	- ٠,٤	- ٠,٣	- ٠,٦	٠,١٢	- ١,٤	١,١	- ٠,٥	- ٠,٢	- ٠,٩
أكتوبر	٠,٤	- ٠,٧	- ٠,٣	- ٠,١	- ١,٤	- ٠,٩	- ١,٣	- ١,٩	- ٠,٨	- ٠,٨
نوفمبر	- ١,٢	-	-	-	-	-	-	٠,٠٦	- ٠,٦	- ٠,٦
ديسمبر	-	-	-	-	-	-	-	-	- ١,٨	-
السنوي		- ٩,٧	- ٨,٦	- ٧,٩	- ٠,٧	- ١,٩	- ٨	- ٤,٣	- ٥,٥	- ٩,٣

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً علي.

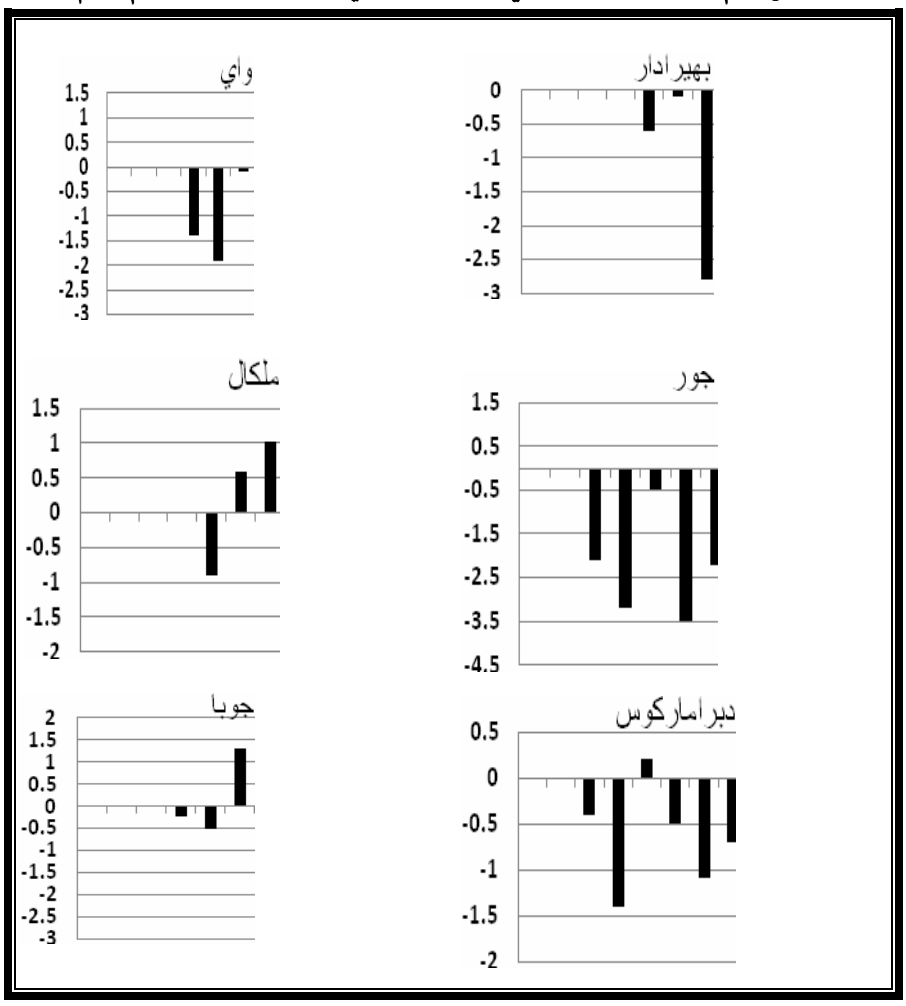
National Oceanic and Atmospheric Administration

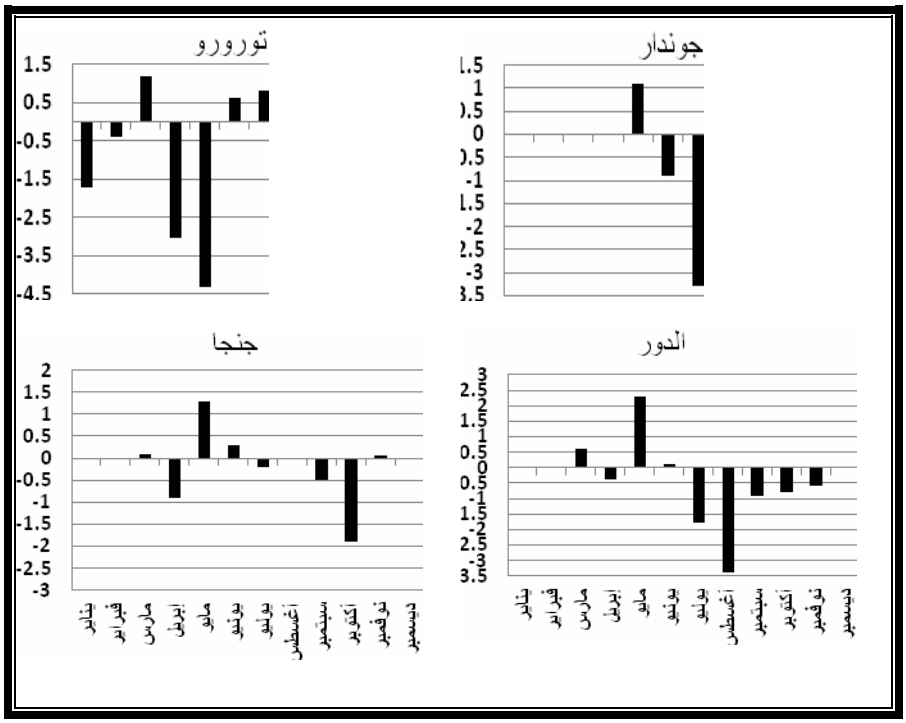
(1990) World Weather Records.

- أن محطة جون دار هي المحطة الوحيدة التي لم يظهر بها تزايد في معدلات الأمطار بجميع الشهور، ومحطة جنجا هي أكثر المحطات التي شهدت تزايد في

محطات الأمطار الساقطة وأختلف الوضع بالنسبة لباقي المحطات، فمحطة جور ودبرامركوس وجون دار وملكال وواي سجل بهم تزايد في شهر واحد، ومحطة جوبا شهدت شهرين تزايد .

شكل رقم (٥): المعدل الشهري لتغير الأمطار في محطات الدراسة (ملم/عام)





المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على جدول (٥).

ثالثاً : العلاقة بين معدلات الأمطار السنوية وتصرفات المياه عند دنقل:

يستمد نهر النيل مياهه من مصدريين هما هضبة البحيرات الاستوائية وهو مصدر دائم يسهم بحوالي ٢٨٪ من الإيراد السنوي، والمصدر الثاني هضبة الحبشة وتسهم بنحو ٧٢٪ من الإيراد العام (آمال شاور، ٢٠٠٠) وفيضان النيل الأزرق موسمي لطبيعة الأمطار الموسمية ويسهم بنحو ٦٠٪ من مياه النيل بينما يسهم السوباط والعطبرة بأقل من ١٥٪ (Tazebe, et al,2010,p.437) ومن خلال

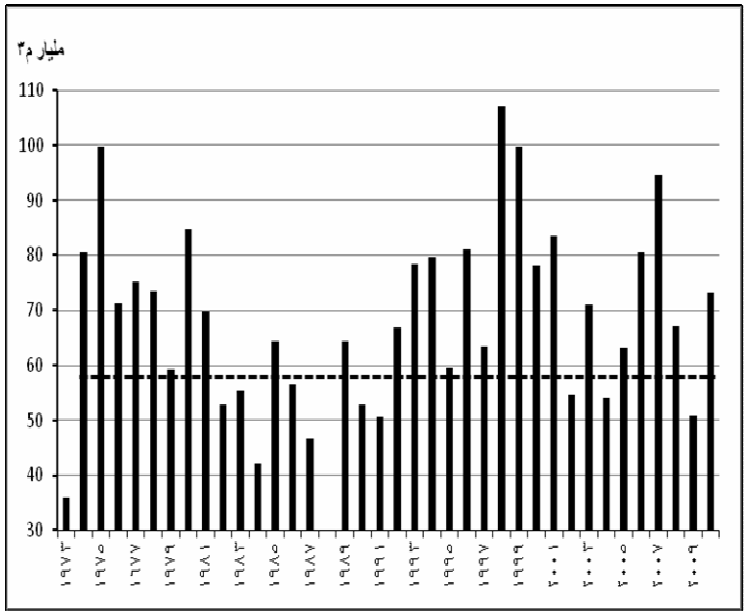
جدول (٦) والموضح للعلاقة الإحصائية بين مجموع الأمطار السنوية وتصرفات النيل عند دنقلا يتضح أن العلاقة طردية وإن اختلفت قيم الارتباط من محطة لآخري، وانخفضت جميع القيم عن ٠,٥ ، ويشير ذلك إلى ارتباط وتأثر الموارد المائية الواردة إلى مصر بمعدلات الأمطار الساقطة السنوية علي الرغم من كثرة مشاريع السدود والري المنشأة علي نهر النيل في الدول المختلفة، بل تعد معدلات الأمطار الساقطة في منابع النيل هي العامل الهام والحقيقي المؤثر في حجم الموارد المائية الواردة إلي مصر . ولذلك تميز حجم التصريف المائي الوارد عند دنقلا بالتغير من عام لآخر مع تغير كمية الأمطار الساقطة، ففي أعوام ٧٤ ، ٧٥ ، ٧٦ ، ٧٧ ، ٨٠ ، ٩٨ ، ١٩٩٩ ، ٢٠٠٠ ، ٢٠٠١ ، ٢٠٠٣ ، ٢٠٠٥ ، ٢٠٠٦ ، ٢٠٠٧ ، ٢٠٠٨ ، ٢٠١٠ بلغ حجم التصريف المائي ٨٠,٦ ، ٩٩,٦ ، ٧١,٣ ، ٧٥,١ ، ٨٤,٦ ، ١٠٧ ، ٩٩,٨ ، ٧٨,٢ ، ٨٣,٥٦ ، ٧٠,٩٥ ، ٦٣,٢١ ، ٨٠,٥٣ ، ٩٤,٥٨ ، ٦٧,٢٣ ، ٧٣,١٣ مليار م^{3}علي الترتيب، وجميعها تزيد عن الحصة المائية لجمهورية مصر العربية والمحددة بمقدار ٥٥,٥ مليار م^3 تبعاً لاتفاقية ١٩٥٥، في حين بلغت كمية حجم التصريف المائي في أعوام ٨٤ ، ٨٧ ، ٩٠ ، ١٩٩١ ، ٢٠٠٢ ، ٢٠٠٤ ، ٢٠٠٩ نحو ٤٢,١٣ ، ٤٦,٧ ، ٥٢,٨ ، ٥٠,٦ ، ٥٤,٦٤ ، ٥٤,٠١ ، ٥١,٠١ مليار م^3 علي الترتيب، وهي كميات أقل من الحصة المائية لمصر، شكل (٦) ويستدل من ذلك على التركيز علي مشروعات الحصاد المائي لمياه الأمطار في منابع النيل ومصر دون التخوف من المشاريع المقامة علي منابع النيل .

جدول رقم (٦): العلاقة بين المعدل السنوي للأمطار وحجم التصريف المائي عند دنقلا

	جور	دبرامركوس	جون دار	بهيرادار	جوبا	ملكال	واي	جنجا	توروروو	الدور
قيمة الارتباط	٠,٠٩	٠,١	٠,٤٦	٠,٠٦	٠,٣٥	٠,٢٧	٠,٢٦	٠,٤	٠,٣	٠,١٣

المصدر: من حساب الباحث اعتماداً على بيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء(١٩٦٩- ٢٠١٢م)، National Oceanic and Atmospheric Administration (1990).

شكل رقم (٦): حجم التصريف المائي عند دنقلا



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء(١٩٦٩- ٢٠٠٥م).

رابعاً : الاحتياجات المائية المستقبلية لجمهورية مصر العربية والطرق المقترحة لزيادته:ا

تتحدد الاحتياجات المائية في ضوء زيادة عدد السكان وعمليات التنمية بهدف الارتقاء بالمستوي المعيشي للسكان، والموازنة المائية هي العلاقة بين الموارد المائية المتاحة والاحتياجات المائية، فإذا رجحت كفة الاحتياجات المائية عن الموارد فان ذلك يعني عجز مائي في موارد المياه، وإذا رجحت كفة الموارد عن الاحتياجات المائية فان ذلك يعني فائض مائي(المغاوري، ٢٠٠٠، ص ٤٨٥). ويظهر جدول رقم (٧) إجمالي الاحتياجات والموارد المائية المتوقعة لجمهورية مصر العربية والتي قدرتها بعض الدراسات لأعوام مختلفة، ومنها يلاحظ أن جميع السنوات ستشهد عجز مائي يتزايد مع مرور الزمن.

فدراستي راضي (١٩٩٠) ويوسف (٢٠١٠م) قدرت الاحتياجات المائية المتوقعة لعام ٢٠١٥م بمقدار ٧٧,٣ مليار م ٣ ، وإجمالي الموار المتوقع توفرها ٦٩,٥ مليار م٣ بعجز مائي يصل إلي ٧,٨ مليار م٣. وزادت تقديرا وزارة الأشغال والموارد المائي (٢٠٠٦) والمغربي (٢٠٠٧) للاحتياجات المائية لعام ٢٠١٧ عن تقديرات الدراسات الآخري لعام ٢٠٢٠م، حيث حددت الدراستين الاحتياجات المائية بمقدار ٨٦,٧٤ مليار م ٣ بعجز يصل إلي ٨,٠٧ مليار م٣ عن جملة الموارد المتوقعة والبالغة ٧٨,٦٧ مليار م ٣ ، والزيادة في أجمالي الموارد عن ٧٠ مليار م ٣ يرجع لرفعهم لتقديرات المياه الجوفية ومياه الأمطار والسيول فالأولي تصل إلي ١١,٢٧ مليار م ٣ ، والثانية إلي ١,٥ مليار م٣.

وفي عام ٢٠٢٠ تبلغ جملة الاحتياجات المائية المتوقعة ٨١,٩٨ مليار م٣ بزيادة تصل إلي ٤,٦٨ مليار م٣ عن عام ٢٠١٥م، وبلغت جملة الموار المتوقع توفرها ٧٠,٣ مليار م٣ مما سيتتبعه تزايد العجز المائي إلي ١١,٦ مليار م٣ وبالانتقال إلي عام ٢٠٢٥ تتزايد الاحتياجات لتصل إلي ٨٧,٥٤ مليار م٣، ويزيد العجز معها إلي ١٦,٧٤ مليارم٣. وفي عام ٢٠٥٠م تقفز الاحتياجات المائية لتصل إلي ١٣٦ مليار م٣ ويصل العجز بين الاحتياجات المائية والموارد المتوقعة ٧٢ مليار م٣، والاحتياجات المائية المتزايدة تتطلب البحث عن طرق جديدة لزيادة الموارد المائية المصرية لسد العجز المائي المتوقع .

وأظهرت دراسة خصائص وتوزيع الأمطار الشهرية والسنوية في منابع النيل واتجاه تغير الأمطار والعلاقة بين المعدلات السنوية للأمطار وحجم التصريف المائي عند دنقلا العديد من الحقائق أهمها

- أن تغير الأمطار في منابع النيل هي العامل الأهم والحقيقي المؤثر في حجم الموارد المائية الواردة إلي مصر، ويستدل علي ذلك من طبيعة العلاقة الإحصائية بين معدلات الأمطار في منابع النيل وحجم التصريف المائي عند دنقلا، ومن السنوات التي شهدت تزايد وانخفاض الوارد المائي عن الحصة المقررة لها .
- أن معدلات الأمطار الساقطة في محطات أثيوبيا (هضبة الحبشة الموسمية) تكاد تتقارب مع الساقطة في محطات أوغندة وكينيا (هضبة البحيرات الدائمة) إذا ما استثنينا محطة جور فضلاً عن كون الأولي موسمية أما الثانية دائمة .

جدول رقم (٧): إجمالي الموارد المائية المتوقع توفرها والاحتياجات المائية المستقبلية لجمهورية مصر العربية (مليار م٣)

السنة	إجمالي الموارد المائية المتوقع توفرها	إجمالي الاحتياجات المائية المتوقع توفرها	العجز المائي بين الاحتياجات والموارد المتوفرة
٢٠١٥ *	٦٩,٥	٧٧,٣	٧,٨
٢٠١٧ **	٧٨,٦٧	٨٦,٧٤	٨,٠٧
٢٠٢٠ *	٧٠,٣	٨١,٩٨	١١,٦
٢٠٢٥ *	٧٠,٨	٨٧,٥٤	١٦,٧٤
٢٠٥٠ * *	٧٤	١٣٦	٧٢

المصدر : من إعداد الباحث اعتماداً على :

*** راضي (١٩٩٠م) ، يوسف (٢٠١٠)، خليفة (٢٠١٠م)، ** المغربي (٢٠٠٧م) ، وزارة الأشغال والموارد المائية (٢٠٠٦م) * * دياب (٢٠٠٠م).**

- أن مناطق بحر الجبل والغزال يسقط بهما معدلات غير قليلة من الأمطار تمكننا من تصنيف دولة جنوب السودان كدولة منبع وليس دولة ممر مع الأخذ بعين الاعتبار بأنها من أقل المناطق تذبذباً وتغيراً في الأمطار الشهرية والسنوية.
- تتعرض معظم المحطات لسقوط الأمطار بجميع شهور السنة وبصفة خاصة محطات هضبة البحيرات وإن انخفضت كميات الأمطار الساقطة في شهور الشتاء وشهر مارس .
- أن محطات جنجا وتورور والدور تشهد تزايد في الاتجاه العام للأمطار في ثلاثة أشهر، كما تميز شهري مايو ويونيو بوجود نحو ٥٠ ٪ من المحطات تتجه بها الأمطار نحو التزايد .

وفي ضوء تلك الحقائق يتضح أن زيادة الموارد المائية المصرية ليس بالأمر المستحيل ولكن يحتاج الأمر إلى تطبيق بعض الأساليب والتقنيات التكنولوجية الحديثة، كما يجب ترشيد الاستخدام للموارد الحالية، والطرق المقترحة لزيادة الموارد المائية لمصر، هي :

أ- استمطار السحب في مصر ومنابع وادي النيل

ب- حصاد المياه المفقودة بالتبخر وفي المستنقعات بمنابع النيل

وفيما يلي دراسة كلٍ منها بالتفصيل

أ - استمطار السحب في مصر ومنابع وادي النيل

قال تعالي: [1]**"وَأَرْسَلْنَا الرِّيَاحَ لَوَاقِحَ فَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاء مَاء فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ"** والآية الكريمة تشير إلي أهمية اللواقح (نوايات التكاثف) في سقوط الأمطار، وعملية الاستمطار هي إضافة نوايات التكاثف إلي السحب خاصة الركامية فتسقط الأمطار مباشرة أو قد تمكث لمدة عشر دقائق أو ساعة أو أكثر. وكانت البدايات الأولي للاستمطار في ١٣ نوفمبر عام ١٩٤٦م حينما قام شايفرSchaefer بضخ بلورات ثلج في السحب التي تقع على ارتفاع ١.٥ كم للمنطقة الجبلية في غرب ماسسوتش (Dennis, 1980) ثم أجري العديد من البرامج والمحاولات لاستمطار السحب في أقاليم مختلفة من العالم.، ومنها برامج SWCP بين أوكلاهوما وتكساس لنشر النوايات عشوائياً علي مدى ٥٠٠٠ ميلاً مربعاً، وتم تنفيذ ٩٣ عملية استمطار في الفترة من ١٩٨٦ – ١٩٩٤ ، وأظهرت النتائج زيادة تغطية هطول الأمطار بنسبة ٤٣٪ وزيادة كمية الأمطار بنسبة ١٣٠٪ (Rosenfeld & Woodley, 2004) وفي الفترة من ١٩٩١- ١٩٩٨م أجري العديد من التجارب الاستكشافية للاستمطار في شمال

[1]) سورة الحجر : الآية ٢٢

غرب تايلاند والتي أسفرت عن زيادة الأمطار في مساحة ١٩٦٤ كم مربع (Woodley, et al, 2003) ومن هذا المنطلق يمكن اقتراح خريطة زمكانية للاستمطار، والخريطة المقترحة تعتمد على دراسة المقومات المناخية والمتيورولوجية لسقوط الأمطار دون التعرض لديناميكية الاستمطار من النواحي الجيوفيزيقية، ويهدف الاستمطار إلى تغير في اتجاه تغير الأمطار نحو التزايد بزيادة معدلات الأمطار الساقطة في شمال مصر وفي منابع النيل والتي يصاحبها زيادة الموارد المائية المصرية.

وتم دراسة المقومات المناخية والمتيورولوجية للاستمطار[1] وهي الموقع الجغرافي وكمية السحب وأنواعها ودرجة حرارة السحب وتوزيعات الضغط الجوي واتجاهات الرياح وسرعتها والعواصف المطيرة وحركة المنخفضات الجوية في الأيام التي يسقط بها مطر خلال فترة زمنية امتدت نحو العامين[2] بدءً من شهر ديسمبر عام ٢٠١٠م وحتى شهر يناير ٢٠١٣م، وتم التوصل إلي شكل رقم (٧) والموضح للمناطق المقترحة للاستمطار، والتي يمكن تقسيمها إلي أربعة نطاقات زمكانية، وهي :

- النطاق الأول : يقع في شمال مصر وشبه جزيرة سيناء والنصف الشرق للصحراء الشرقية وسواحل البحر الأحمر، وفترة الاستمطار تمتد بهذا النطاق أربعة أشهر من نوفمبر وحتى فبراير.

---

[1]) تم تحديد مقومات الاستمطار اعتمادا علي الخصائص المكانية لظواهر الطقس من خرائط الطقس الساعية والنماذج العددية من المواقع: http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/#t=secondTabLink
http://weather1.pme.gov.sa/cfo_default.html

[2]) خلال هذه الفترة شارك الباحث في المؤتمر الدولي لموارد المياه وقضايا التنمية في الوطن العربي، قسم الجغرافيا – جامعة الإسكندرية – مصر، خلال الفترة من ٢٥-٢٦ يوليو ٢٠١١م بتقديم عرض بعنوان المقومات المناخية لاستمطار السحب في جمهورية مصر العربية .

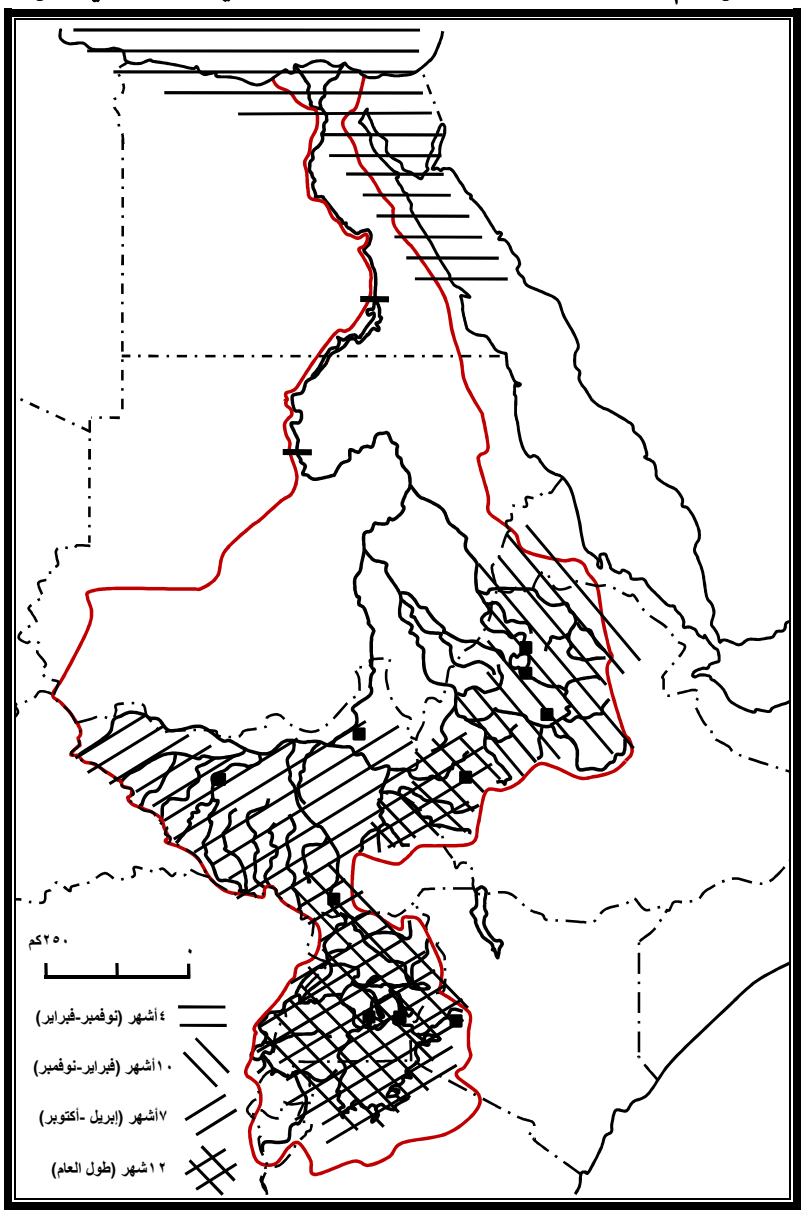
- النطاق الثاني : يقع في هضبة الحبشة بأثيوبيا في منابع العطبرة والنيل الأزرق، وفترة الاستمطار يمكن أن تصل إلى عشرة أشهر، وتضم الشهرين الأخيرين من الشتاء وشهور الربيع والصيف والخريف من فبراير وحتى نوفمبر.
- النطاق الثالث : يقع في دولة جنوب السودان في أحواض بحر العرب وبحر الغزال وبحر الجبل إلي الشمال من جوبا وتمتد فترة الاستمطار لسبعة أشهر من إبريل وحتى أكتوبر.
- النطاق الرابع : يقع في هضبة البحيرات بأوغندة وغرب كينيا وجنوب دولة جنوب السودان إلي الجنوب من ملكال ويضم أحواض بحيرة فكتوريا وكيوجا والبرت، ويمكن أجراء عمليات الاستمطار طول العام بهذا النطاق.

تعتمد هذه الطريقة علي حصاد المياه المفقودة بالتبخر والمنتشرة في المستنقعات، وطريقة الحصاد المقترحة هي إنشاء قنوات ثانوية ورئيسية لتجميع ونقل المياه من بحيرة فكتوريا وبحر الجبل والغزال والسوباط إلى النيل الأبيض ومنها إلي مصر، حيث قدرت وزارة الأشغال والموارد المائية المصرية[1] جملة الفاقد المائي في بحيرات البرت وكيوجا وبحر الجبل والغزال والعرب بنحو ١٤٧.٢ مليار متر مكعب سنوياً، يفقد منها ٩٤.٥ م٣ في بحيرة فكتوريا و٢٠ مليار متر مكعب في بحيرة كيوجا و٦.٢ مليار م٣ في بحيرة البرت و١٥مليار م٣ في بحر الجبل و ١٢ مليارم٣ في بحر الغزال، ويضاف إليها ٤ مليار م٣ تفقد في مستنقعات مشار والواردة من نهر بارو أحد روافد السوباط.

---

[1] (http://www.mwri.gov.eg/Ar/water%20information.html

شكل رقم (٧): الخريطة الزمكانية لاستمطار السحب في مصر ووادي النيل



المصدر: من عمل الباحث.

ب- حصاد المياه المفقودة بالتبخر وفي المستنقعات بمنابع النيل:

والفاقد المائي يرجع إلي الطبيعة الجغرافية لمنابع النيل بهذه المناطق، فبحيرة فكتوريا وبحيرة كيوجا تعد مستنقعا عملاقا لا يتجاوز عمقه ستة أمتار ويتصل بعدد من المستنقعات الضحلة المغذية له. وحوض بحيرة البرت تبلغ مساحته ٦٠٠٠كم مربع، ثم تصب البحيرة في أقصي شمالها في نيل البرت الممتد لمسافة ٢٢٥كم حتى بلدة نيمولي بدولة جنوب السودان، وبعد بلدة نيمولي يعرف النهر باسم بحر الجبل، ويمتد حتى بلدة منجلا ويتحول بعدها بحر الجبل إلي نهر بطئ الجريان نتيجة لقلة الانحدار فتفيض المياه مكونة مستنقعات إقليم السد التي تمتد لمسافة ٥٠٠ كم من منجلا إلي ملكال ونحو ٢٥٠ كم التقاء بحر الغزال مع بحر العرب ونهر الجور .

ويخرج من خط تقسيم المياه بين نهر الكنغو ونهر النيل في جنوب غرب وغرب دولة جنوب السودان أنهار بحر العرب ونهر لول ونهر تونج ونهر جيل وجميعها تصب في بحر الغزال ولكن لطبيعة الجريان البطيئة يتبخر نحو ٩٦٪ من جملة المياه بالمنطقة، وهذه الطبيعة الجغرافية تستلزم إنشاء العديد من القنوات لتجميع المياه ونقلها حتى ينخفض الفاقد المائي، والاستفادة هنا مزدوجة لمصر ودول المنبع، فهي تحقق زيادة الموارد المائية المصرية وفرص كبيرة للتنمية والتكامل في المجالات الزراعي ومجالات الطاقة، وتحقق لدول المنبع وخاصة جنوب السودان وأوغندة تجفيف المستنقعات وانكشاف مساحات واسعة من التربة الصالحة للزراعة علي هوامش البحيرات وفي مناطق المستنقعات، ويرتبط بذلك

أشكال التنمية الزراعية والاقتصادية بأشكالها المختلفة وخلق فرص عمل للسكان ورفع مستوي المعيشة .

ومسار القنوات المقترحة بالدراسة تتوزع في الأفرع الرئيسة دون البحث في المسارات الدقيقة والتي تحتاج إلي دراسات آخري تفصيلية أخذة في الاعتبار التفاصيل الدقيقة للطبوغرافيا والنبات الطبيعي والعمران والطرق، ومصر تمتلك الكثير من الخبرات والشركات والمنشأة القادرة علي تنفيذ تلك الترع بعد تجارب إنشاء ترع السلام والشيخ زايد وجابر الصباح في شمال شرق الدلتا وشمال سيناء وتوشكي.

ويمكن تقسيم الترع المقترحة لأربعة مسارات رئيسية، والمسارات الرئيسية يمكن أن تتم بتوسعة وتعميق بعض الأنهار الدائمة مثل نيل فكتوريا وألبرت وبحر الجبل أو إنشاء قنوات جديدة موازية لمسار تلك الأنهار كما في الأشكال بملحق (١)، والترع المقترحة هي :

- مسار نيل فكتوريا : يبدأ المحور بإنشاء قناة تغذية شرق جزيرة بوفيما بمدخل نيل فكتوريا عند جنجا، وتمتد القناة في اتجاه نحو الشمال الغربي موازياً لنيل فكتوريا حتى تصل إلى منتصف الشاطئ الجنوبي لبحيرة كيوجا، وتمتد بعدها القناة موازية للشواطئ الجنوبية لبحيرة كيوجا حتى ماسيني بورت ثم تتجه نحو الشمال الغربي لتصل إلى بداية نيل ألبرت في الشمال من بحيرة ألبرت، ويبلغ طول هذا القطاع ٤٠٠كم تقريباً .
- مسار نيل ألبرت : هو امتداد للمسار الأول ويمتد من بداية نيل ألبرت ثم تمتد موازية لنيل ألبرت نحو الشمال حتى بلدة نيمولي الجنوب سودانية علي

حدودها مع أوغندة، وتمتد نحو الشمال حتى جوبا بأجمالي طول للقطاع ٢٥٠ كم .

- مسار جوبا - ملكال : هو امتداد لمسار نيل ألبرت، وهذا المسار إحياء لمشروع قناة جونجلي باتجاه عام من الجنوب نحو الشمال بأجمالي طول يبلغ نحو ٣٠٠ كم، ويرتبط بهذا المسار في بدايته عند جوبا فرع قادم من الشرق من مستنقعات مشار .
- مسار بحر الغزال : في هذا المسار يتم إنشاء ترع فرعية موازية لأنهار لول وجور ونور وجيل على أن تتجمع عند بلدة بانتيو ثم يمتد مسار رئيسي من بانتيو إلي شمال بحيرة نو ومنها إلي غرب ملكال فمدخل النيل الأبيض .

ويمكن للطريقتين المقترحتين أن يسهما في توفير الاحتياجات المائية المستقبلية وسد العجز المائي لجمهورية مصر العربية ودول حوض النيل، فالاستمطار يمكن أن يسهم في زيادة الأمطار الساقطة بمنابع النيل ومصر، ففي حالة زيادة معدلات المطر بنسبة ١٠ ٪ يعني زيادة حجم الموارد المائية بنفس المقدار، وبذلك يمكن أن تزيد الحصة المائية لجمهورية مصر العربية بمقدار ٥,٥ مليار م ^{3} وهي نسبة ١٠ ٪ من الحصة المائية المصرية، وزيادة الأمطار بنسبة ٢٠ ٪ يصاحبها زيادة الموارد المصرية بمقدار ١٠ مليار م ^{3}، وتنفيذ مشاريع الحصاد المائي يمكن أن توفر كميات مياه تصل إلي أكثر من ٧٠ مليار م ^{3} وهي نصف الفاقد المائي في منابع وادي النيل، ويمكن الاتفاق مع دول الحوض علي حصول مصر لنسبة كبيرة من هذه المياه .

الخاتمة

أولاً : النتائج:

أتضح من الدراسة أن تغير الأمطار باتجاهها نحو الانخفاض في منابع النيل لا تشكل عقبة أساسية أمام زيادة الحصة المائية المصرية علي الرغم من كون الأمطار العامل الهام والحقيقي المؤثر في كمية الموارد المائية الواردة لجمهورية مصر العربية، إذ تكمن المشكلة الحقيقية في عدم تنفيذ المشاريع المناسبة لحصاد وإدارة مياه المطر في منابع النيل، ولهذا يضيع مهنا أكثر من ١٤٧مليار م٣ سنوياً دون استفادة أي دولة منها، وهي كمية غير قليلة إذا ما تم حصادها وتقسيمها بين دول حوض النيل، فهي لا تسد العجز المائي فقط وإنما سيتحول الأمر من عجز إلي فائض مائي بجميع الدول، ويؤكد ذلك الحقائق التالية :

- تراوح معدل الأمطار السنوية الساقطة في أقل النطاقات مطراً من ٧٠٠-١٠٠٠ملم، ويقع في أقصي شمال دولة أوغندة والأجزاء الوسطي والجنوبية بدولة جنوب السودان حول بحر الجبل والعرب، في حين تزيد معدلات الأمطار السنوية عن ١٠٠٠ ملم في هضبة الحبشة والبحيرات وغرب دولة جنوب السودان.
- أن مناطق بحر الجبل والغزال يسقط بهما معدلات غير قليلة من الأمطار تمكننا من تصنيف دولة جنوب السودان كدولة منبع وليس دولة ممر مع الأخذ بعين الاعتبار بأنها من أقل المناطق تذبذباً وتغيراً في الأمطار الشهرية والسنوية.
- أن محطات هضبة البحيرات (تورور– جنجا – الدور) ومحطتي جور ودبرامركوس من هضبة الحبشة شهدت سقوط أمطار في جميع الشهور بالسنوات المختلفة وإن انخفضت معدلاتها في شهور يناير وفبراير ومارس وديسمبر عن معدلات باقي شهور السنة

- أن محطات هضبة الحبشة (جور- دبرامركوس- جون دار- بهيرادار)هي أكثر المحطات ثباتاً وانتظاماً في كمية الأمطار الشهرية مقارنة بالمحطات الباقية، وذلك لانخفاض معامل الاختلاف عن ٣٥٪ في أربعة أشهر في محطة دبرامركوس وفي ثلاثة أشهر بمحطتي جور وبهيرادار .
- اتجاه الأمطار السنوية نحو الانخفاض بمعدلات مرتفعة بجميع المحطات وبصفة خاصة في المحطات الشرقية لمنطقة الدراسة في أثيوبيا وكينيا، وأعلى المحطات انخفاضاً محطة جور بمقدار – ٢٢.٥ ملم /عام، وبلغ معدل التغير في محطات دبرامركوس وجون دار وبهيرادار - ٩.٧ ، - ٨.٦ ، - ٧.٩ ملم/عام .
- أن الأمطار الشهرية في هضبة الحبشة تتجه نحو الانخفاض في حين تتجه في هضبة البحيرات نحو الثبات أو التزايد في بعض شهور السنة ويستدل علي ذلك من محطتي جنجا وتورور
- أن معدلات الأمطار الساقطة في محطات أثيوبيا (هضبة الحبشة الموسمية) تكاد تتقارب مع الساقطة في محطات أوغندة وكينيا (هضبة البحيرات الدائمة) إذا ما استثنينا محطة جور فضلاً عن كون الأولي موسمية أما الثانية دائمة .

ثانياً : التوصيات:

اتفقت النتيجة الرئيسية للدراسة مع ما جاء في دراسة كنجر وهاينز(Kingaley& Haynes, 1981) عندما أوضحا أن مشروعات أعالي النيل يمكن أن توفر ١٨ بليون م٣ ، ولهذا توصي الدراسة بما يلي

التوصية الأولي : ضرورة زيادة دراسات وطرق الحصاد المائي في منابع حوض النيل ومصر.

التوصية الثانية : أن تتبني مصر إنشاء إدارة دولية لمائية نهر النيل [1] على أن تكون هذه الإدارة هيئة دائمة مقرها القاهرة وتضم دول حوض النيل وبخاصة أوغندة وأثيوبيا وجنوب السودان وشمال السودان ومصر .

وتختص تلك الهيئة بالتعاون والتكامل (لإدارة مائية نهر النيل والمشاريع الزراعية والاقتصادية ومشروعات الطاقة) لتحقيق التنمية المستدامة ورفع العائد الاقتصادي بدول الحوض لمواجهة التغيرات الديموجرافية المستقبلية بكل منها، ويمكن أن يتبع الهيئة إدارات علمية وإدارية خاصة مواجهة إلي دراسة وتنفيذ المشاريع المتعدد التي يمكن أن توفر المياه وتعطي عائد اقتصادي وتساعد في توفير فرص العمل بدول الحوض، والإدارات المقترحة هي :

- إدارة استمطار السحب : وتضم وزراء البحث العلمي والدفاع لتوفير الاحتياجات والمعدات لإجراء التجارب الأولي للاستمطار .
- الإدارة الهندسية لتصميم وإنشاء الترع في منابع النيل وتضم وزراء الري والتخطيط .
- الإدارة الزراعية لحصر وتصنيف الأراضي المجففة من المستنقعات وتضم وزراء الزراعة .
- إدارة شبكة الكهرباء الموحدة لبحث سبل إنشاء شبكة كهرباء موحدة وتضم وزراء الطاقة .
- إدارة المجتمعات العمرانية الجديدة بوادي النيل لإنشاء البنية الأساسية وتنمية المجتمعات العمرانية وتضم وزراء هيئة المجتمعات العمرانية .
- إدارة التبادل التجاري وتضم وزراء النقل والتجارة .

---

[1]) إن فكرة إنشاء إدارة دولية لنهر النيل قديمة، فمنذ عام ١٩٦٧ تكون أول هيئة إقليمية للتعاون الفني بين دول حوض النيل باسم هيدروميت، وفي عام ١٩٩٢م تم تشكيل لجنة تنمية الحوض باسم تكنونيل Tecconile، وفي عام ١٩٨٣م دعت مصر لتكوين منظمة الأندوجو (الإخاء) ولكنها غير مفعلة. للاستزادة أنظر الصادق المهدي (٢٠٠٣م)، وكامل زهيري (١٩٩٩م).

المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- البحيري، زكي، (٢٠١٠)، **المشروعات المائية في أثيوبيا وآثارها علي مصر والسودان،** مؤتمر أبعاد مشكلة المياه في مصر، قسم الجغرافيا – جامعة القاهرة، ٦ إبريل ٢٠١٠م.
- التوم، مهدي أمين، (١٩٧٤)، **مناخ السودان،** المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة.
- خليفة، علي و الشريف، أحمد عبد الله، (٢٠١٠م)، **موارد مصر المائية وسبل تنميتها،** مؤتمر أبعاد مشكلة المياه في مصر، قسم الجغرافيا – جامعة القاهرة، ٦ إبريل ٢٠١٠م.
- دياب، مغاوري شحاته، (٢٠٠٠م)، **مستقبل المياه في العالم العربي**، الدار العربية للنشر والتوزيع.
- راضي، محمد عبد الهادي، (١٩٩٠م)، **تصورا حول السياسة المائية عام ٢٠٢٥م،** ندوة أزمة المياه وتحديات التسعينيات، قسم الأقتصاد الزراعي، كلية الزراعة – جامعة القاهرة .
- زهيري، كامل، (١٩٩٩م)، **النيل في خطر**، مهرجان القراءة للجميع، مكتبة الأسرة.
- شاور، أمال إسماعيل، (٢٠١٠م)، **حصة مصر من مياه النيل ومحاولة الدول الأخرى بالحوض النيل منها**، مؤتمر أبعاد مشكلة المياه في مصر، قسم الجغرافيا – جامعة القاهرة، ٦ إبريل.

- طلبة، شحاتة سيد احمد، (١٩٩٠م)، **المطر في مصر**، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا – جامعة القاهرة.
- علي، عبد القادر عبد العزيز، (٢٠٠١م)، **الطقس والمناخ والميتورولوجيا – دراسة في الجغرافيا المناخية**، مطبعة جامعة طنطا.
- مندور، مسعد سلامة مسعد، (٢٠٠٨م)، **خرائط الطقس والمناخ**، مكتبة ريهام، المنصورة.
- المهدي، الصادق، (٢٠٠٣م)، **مياه النيل الوعد والوعيد**، مركز الأهرام للترجمة والنشر.
- هايز، كنجر ، دال وتنجتون، (١٩٨٢م)، **إدارة دولية لمائية نهر النيل – مرحلة ثالثة مستقبلية**، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٣٩، مارس ١٩٨٢م.
- يوسف، مني توفيق، (٢٠١٠م)، **التنمية وأثر التغير المناخي علي الموارد المائية**، مؤتمر أبعاد مشكلة المياه في مصر، قسم الجغرافيا – جامعة القاهرة، ٦ إبريل.

ثانياً المراجع غير العربية:

- Ashok S.,(1997), "Ethiopia, the Sudan and Egypt: The River Dispute", **Jour. Of Modern African Studs**, Vol. 35, (4), PP675-694 .
- Ba, M. B., and Nicholson, S. E. (1998), "Analysis of Convective Activity and its Relationshphip to the during

1983-1990, Using The Metosat Infrared Channel", **J. Clim. Appl. Meteorology**, vol,10, PP.1250-1264.

- Declan Conway, (1969), "The Impacts of Climate Variability and Future Climate Change in the Nile Basin on Water Resources In Egypt", **Jour. OF Water Resourses Development**, Vol. 12, (3), PP.277-296.
- Declan Conway, (2000), "The Climate and Hydrology **of** the Upper Blue Nile River", **The Geographical Jou.**, Vol.166, (1), PP.49-62 .
- Declan Conway, (2005), "From Headwater Tributaries to International river: Observation and adapting climate variability and change in Nile Basin", **Global Environmental Change**, Vol.5, Iss.2, July, PP.99-114 .
- Dennis, A.S., (1980), **Weather Modification by Cloud Seeding**, Academic Pres, Inc., London.
- Efatih, A. B. E., (1996), "El Nino and the natural variability in flow of the Nile River", **Water Resources Research**, Vol.32, (1), PP.131-137.
- Gregory. S., (1978), **Statistical Methods and Geographers**, 4thed, Longman, London.
- Johnson, P., and Curtis, P.(1994), "Water Balance of Blue Nile River Basin in Ethiopia", **Jou. Of Irrigation and Drainage Engineering**, Vol.120, (3), PP.573-590.

- Kebede, S., Travi, Y., Alemayehu, T., Marc, V., (2006), "Water balance of Lake Tana and its Sensitivity of fluctuation in Rainfall", Blue Nile Basin, Ethiopia", **Jou**. **Of Hydrology**, Vol.316, (1-4), PP.233-247 .
- Kenneth. M. S., David, N. Y., Did, E., (1996), "Vulnerability assessment of water resources in Egypt to climate change in Nile Basin", **Climate Research**, Vol.6,PP.89-95.
- Mohamed, Y. A., Vanden, H. B., Savemijeand, H. H., Bastiaanssen, W.G., (2005), "Yydroclimatology of the Nile: Result from a Regional Climate Model", **Jour**. **Hydro**. **Earth Syst Sci**.vol. 9, PP.263-278.
- Pierre Camberlin, (1997), "Rainfall Anomalies in the Source Region of the Nile and Their Connection with the Indian Summer Monsoon", **Jour**. **of Climate** ,**American Met**. **Soc**., Vol.10, PP.1380-1392.
- Pierre Camberlin, (2009), "Nile Basin Climate", **Springer Sci**. **Business Media**, Vol.89, PP.307-333.
- Rosenfeld, D., & Woodley, W.L., (1989), "Effects of Cloud Seeding in West Texas", **Jour**. **of Applied Meteorology**, Vol.28, pp1050-1080.
- Rosenfeld, D., & Woodley, W.L., (2004), "**Development** and Testing of New Method to Evaluation the Operational Cloud-Seeding Program in Texas", **American Met**. **Soc**., **Jou**. **Of Climate**, February, PP.249-263.

- Shahin, M., (1985), **Hydrology of the Nile Basin**, **Elsevier Science Publishing Company**, New York.
- Sharon, E.N., Yungang, Y., (2001), "Rainfall Condition in Equatorial East Africa during the Nineteenth Century as Inferred from the Record of Lake Victoria", **Jou**. **Of Climate Change**, Vol.48, (2-2), PP.387-398.
- Strzepek K.M., Yates D.N., El Quosy D.E., (1996), "Vulnerability assessment of water resources in **Egypt to** Climatic Change in the Nile Basin",**Clim**. **Res**., Vol.6, PP.89-95.
- Tazebe, B., Dennis, P., Pavel, K. (2010), "Hydrologic Impacts of climate change on the Nile River Basin: implication of the 2007 IPCC scenarios", **Climate Change**, Vol.100, (3-4), PP.433-461.
- Ungtae, K., Jagath, J. K., Vlamdimir, U. S. (2008), "Generation of Monthly Precipitation Under Climate Change for the Upper Blue Nile River Basin, Ethiopia", **American Water ResourceAssociation**, Vol.44, (5), PP.1231-1247.
- Ungtae, K., Jagath, J. K., (2009), "Climate Change Impacts on Water Resource in the Upper Blue Nile River Basin. Ethiopia", **American Water Recourse Association**, Vol.45, (6), PP.1361-1378.

- Woodley, W., Rosenfeld, D. & Silverman, B., (2003), "Result of On-Top Glycogenic Clouding in Thailand", **J**. **Appli**.**Meteor**.,42, Part 1, pp920-938.

ثالثاً : مصادر البيانات ومواقع الطقس:

- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، جمهورية مصر العربية (١٩٦٩ – ٢٠٠١م)، نشرة الري والموارد المائية، للفترة من ١٩٦٩- ٢٠٠١م .
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، جمهورية مصر العربية (٢٠١٣) مصر في أرقام، مارس ٢٠١٣م .
- E.M.A. (2011-2012), MM5, NWP center, Cairo, Egypt .
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (1960, 1970, 1980, 1990), World Weather Records, Africa, National Climate Data Center, Vol. 2,3,4,5 .

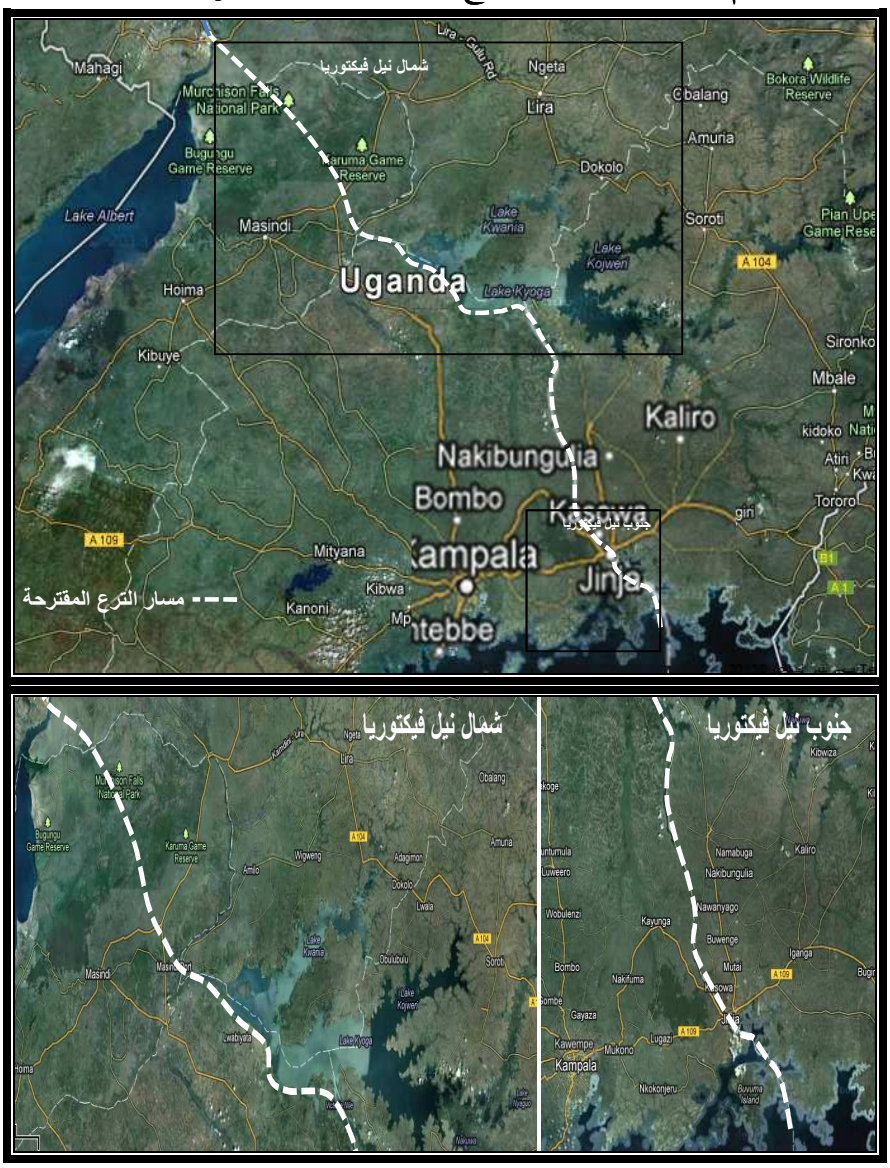
-http://www.mwri.gov.eg/Ar/water%20information.html
-http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/#t=secondTabLink
-http://weather1.pme.gov.sa/cfo_default.html

ملحق رقم (١): كمية مياه الري المستخدمة للمحاصيل الزراعية عند الحقل بجمهورية مصر العربية خلال الفترة من ١٩٨٦ – ٢٠٠١م.

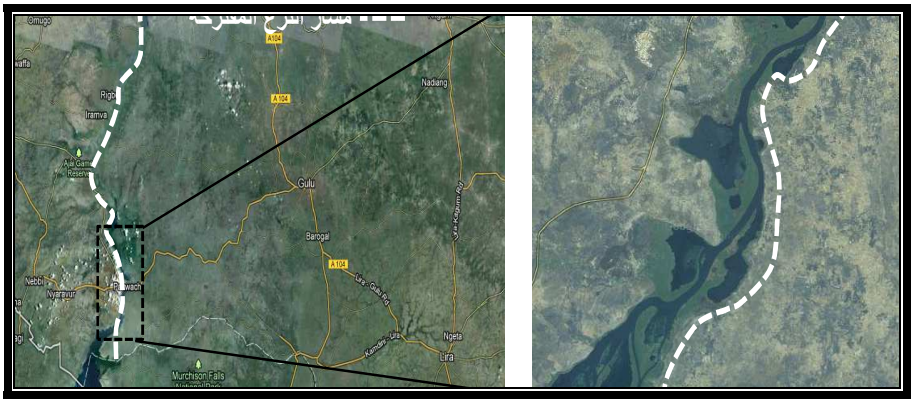
السنة	كمية مياه الري(مليون م)
١٩٨٦	٤٠٤٤٥
١٩٨٧	٤٠٢٢٥
١٩٨٨	٣٩٤٩٠
١٩٨٩	٤٠٧٣٦
١٩٩٠	٤٢٧٢٠
١٩٩١	٤٦٦٤٦
١٩٩٢	٤٩٥٩٤
١٩٩٣	٤٩٢٤٦
١٩٩٤	٣٤٨٩٦
١٩٩٥	٣٥١٢٩
١٩٩٦	٣٦٦٢٤
١٩٩٧	٣٤٨٥٧
١٩٩٨	٣٤٩٤٩
١٩٩٩	٣٤٤٩٣
٢٠٠٠	٣٤٦٧٨
٢٠٠١	٣٤٧٥٧
٢٠٠٢	٣٥٣٧٣
٢٠٠٣	٣٦٥٥١
٢٠٠٤	٣٧٨٥٥
٢٠٠٥	٢٩٧٧٤

المصدر : الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، نشرة الري والموارد المائية للسنوات من ١٩٨٦- ٢٠٠١م.

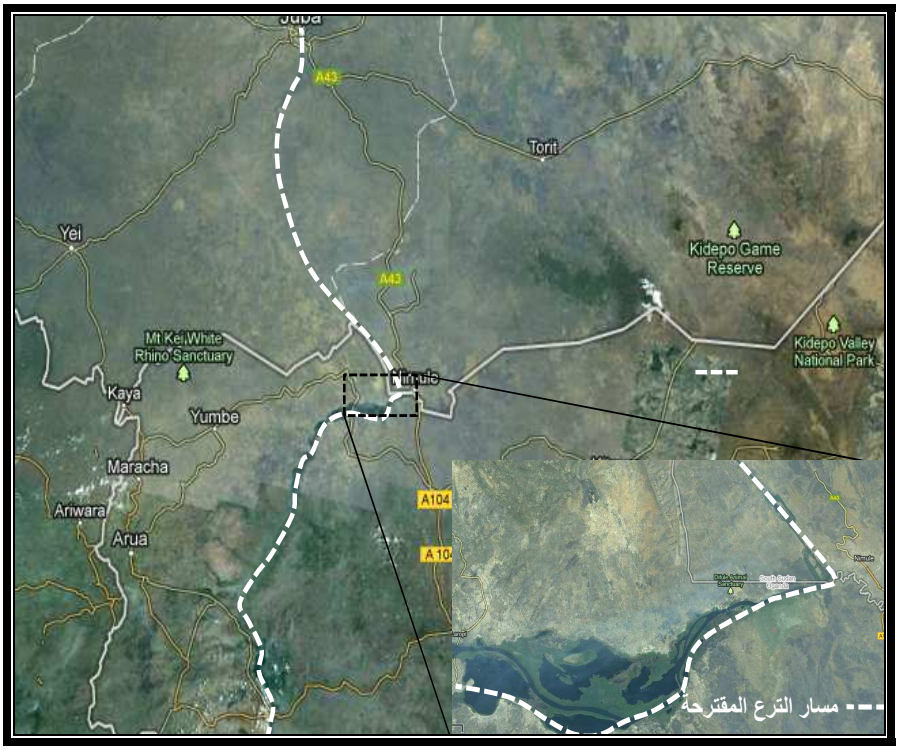
ملحق رقم (٢): بعض مسارات الترع المقترحة لحصاد مياه النيل المفقودة بالتبخر



أ – مسار الترعة الموازي لنيل فيكتوريا



ب – مسار الترعة شمال بحيرة ألبرت



ج- المسار من شمال بحيرة ألبرت إلى جوبا

د - المسار من جوبا إلى ملكال

المصدر : من إعداد الباحث اعتماداً على (Google earth).

عزيـــــــــزي

الباحث وصاحب العمل والمؤسسة

تتيح لك الجمعية الجغرافية السعودية فرصة التعريف بإنتاجك العلمي وأجهزتك ومؤسستك وبرامجك التي يمكن أن تخدم الجغرافيين والجغرافيا.

أسعـار الإعلانات

صفحة كاملة بمبلغ ١٠٠٠ ريال **سعودي**

نصف صفحة بمبلغ ٥٠٠ ريال **سعودي**

ربع صفحة ٢٥٠ ريالاً سعودياً

عزيزي عضو الجمعية الجغرافية السعودية
هل غيرت عنوانك؟ فضلاً املأ الاستمارة المرفقة وأرسلها على عنوان الجمعية
الاسم : ..... العنوان : ..... ص. ب..... المدينة والرمز البريدي : ..... البلد : ..... **الاتصالات الهاتفية :** عمل : ..... منزل : ..... جوال : ..... بيجر : ..... بريد إلكتروني : .....
ترسل على العنوان الآتي : **الجمعية الجغرافية السعودية** **ص. ب ٢٤٥٦ - الرياض ١١٤٥** **المملكة العربية السعودية** **هاتف : ٤٦٧٨٧٩٨ ١ ٩٦٦+ فاكس : ٤٦٧٧٧٣٢ ١ ٩٦٦** **بريد إلكتروني : sgs@ksu.edu.sa** **كما يمكنكم زيارة موقع الجمعية على الإنترنت على الرابط الآتي :** **www.ksu.edu.sa/societies/sgs/** **www.saudigs.org**

آخر إصدارات سلسلة بحوث جغرافية:

٨٦- تقييم أداء أساليب التقدير البيئي المكاني لسعة الماء المتاح في ترب منطقة الخرج	أ.د. ناصر بن عبد العزيز السعران
٨٧- تقييم النفايات الطبية المنزلية في أبها الحضرية في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية (دراسة استطلاعية)،	د. مرعي بن حسين القحطاني
٨٨- الصناعات الصغيرة والمتوسطة الحجم في دولة الكويت: خصائصها الجغرافية واتجاهاتها المستقبلية	د. عبيد بن سرور العتيبي
٨٩- آراء الجغرافيين العرب حول مفهوم علم الجغرافيا ومستقبله	أ.د. رشود بن محمد الخريف
٩٠- خصائص المناخ للفترات النوئية بمحافظة خميس مشيط	د. بدر الدين بن يوسف محمد
٩١- خريطة مخاطر الفيضانات والسيول في مدينة جدة	د. مشاعل بنت محمد آل سعود
٩٢- دراسة العلاقة بين الكتل الهوائية الشتوية والخصائص المناخية في شمال المملكة العربية السعودية	د. فوزية بنت عمر بخرجي
٩٣- رحلة العمل اليومية للوافدين المقيمين في منطقة الأعمال المركزية بمدينة الرياض: دراسة تطبيقية في جغرافية النقل	د. سعد بن ناصر الحسين
٩٤- تأثير المناخ على مرض الملاريا في منطقة جازان (محطة ملاكي المناخية كدراسة حالة)،	د. عائشة بنت علي العريشي
٩٥- الخصائص الاقتصادية والاجتماعية لمستفيدي الخدمات الطبية في المستشفيات الخاصة بمدينة الرياض "دراسة جغرافية"	د. صباح بنت علي اليماني
٩٦- الحرارة والرطوبة الجوية واستهلاك الطاقة الكهربائية في مدينة جدة	د. هدى بنت عبد الله العباد
٩٧- التحليل الكمي المقارن لكثافة التصريف مع التطبيق على حوض وادي العاقول بالمدينة المنورة	د. متولي عبد الصمد عبد العزيز
٩٨- الاتجاهات نحو سلامة التلاميذ المرورية بمدينة الرياض	د. محمد بن سعد المقري
٩٩- خصائص متعاطي المخدرات المترددين على مستشفى الأمل بالدمام	د. حورية بنت صالح الدوسري
١٠٠- الصناعة في المناطق الجنوبية الغربية من المملكة العربية السعودية	د. عبد العزيز بن إبراهيم الحرة
١٠١- تقييم تدهور الغطاء النباتي وأثره على السياحة البيئية في منطقة جازان	د. آمال بنت يحيى الشيخ
١٠٢- التباين المكاني لأوجه الدخل والإنفاق في المجتمع السعودي في الشرقية	أ.د. فريال بنت محمد الهاجري
١٠٣- اشتقاق المعادلات التجريبية لتصميم منحنيات كثافة الأمطار في المملكة	د. محمد بن فضيل بوربه

أسعار البيع:
سعر النسخة الواحدة للأعضاء: ١٥ ريالاً سعو ياً.
سعر النسخة الواحدة للمؤسسات: ٢٠ ريالاً سعودياً
تضاف إلى هذه الأسعار أجرة البريد.

(Price Listing Per Copy)
Individuals:15 S.R
Institutions: 20 S.R
Handing & Mailing Charges are Added on the Above Listing

Rainfall Change in the headwaters of the Nile
And its impact on the water needs of the Arab Republic of Egypt

Abstract :

The Arab Republic of Egypt Faces significant challenges concerning its current water and future water position, which almost can be named as a real water crisis due to the increasing of future water requirements. By comparing the water requirements for the coming years, with total water resources of 70.5 billion m^3 in 2012, we will find that there is a water deficiency, which is increasing with the passing of years. The water deficit for 2015,2020,2025 and 2050 is estimated to be 6.8, 11.48, 17.04 and 65.5 billion m^3. So, the aims of the research is to study the direction and rate of monthly and yearly rainfalls in the headwaters of the Nile as it recorded in the metrological records. Also, this research aims to reveal the spatial differences in rainfalls rates between the countries of headwaters of the Nile in order to determine the trends of future cooperation for implementing the projects of clouds' seeding and water harvest. Finally, it aims to determine the impact of the total rainfall on the volume of the drained water to Egypt.

The study relied on ten weather stations, which are distributed at Ethiopia (4 stations), south of Sudan (three stations), , Uganda (two stations) and Kenya (one station). The study covers a period that ranged from 40-50 years. Furthermore, the direction and amount of the rains have been studies as well as the spatial difference of rains in stations. Moreover, the research studies the relationship between the rates of yearly and monthly rains and water drainage at River Niles, the future water needs and the suggested methods for increasing it.

The study reached to that the change of rainfalls towards decline in the headwaters of the Nile is not considered to be real crisis towards the increasing of Egypt's share of waters although rainfalls is considered to be the real and significant factor that has impact on the supplied water to Egypt. The real problem lies in the lack of proper implementation for harvesting and managing rainwater, as water harvesting and seeding have positive effect on increasing the Egyptian water resources with more than 30 billion m^3, which amounts compensate future water deficit.

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

Administrative Board of the Saudi Geographical Society

Mohammed S. Makki	Prof.	Chairman.
Mohammed S. Al-Rebdi	Assoc. Prof	Vice-Chairman.
Ali A. Al Dosari	Assoc. Prof.	Secretary General.
Mohammed A. Al-Fadhel	Assoc. Prof.	Treasurer.
Mohammed A. Meshkhes	Assoc. Prof.	Head of Research and Studies Unit
Mohamed Ibrahim Aldagheiri	Assis. Prof.	Head of The Committee Cultural and Media
Anbara kh. Belal	Assoc. Prof.	Editor of Geographical Newsletter
Mohammed D. Aldakhil	Assis. Prof	Member.
Mohammed A. Alrashed	Assis. Mr.	Member

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

REFEREED PERIODICAL PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

104

Rainfall Change in The Headwaters of The Nile and its Impact on The Water Needs of The Arab Republic of Egypt

Dr. Mosaad Salama Mandoer

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1435 A.H. - 2014 A.D.

بسم الله الرحمن الرحيم

Saudi Ge● Editorial Board ● (S.G.S.)

Editor-in-Chief: Mohammed A. Al-Saleh (Ph.D.).
Editorial Board: Saad N. Alhussein (Ph.D.).
Abdulla A. Al-Taher (Ph.D.).
Mohammed S. Al-Rebdi (Ph.D.).
Mohammed A. Meshkhes (Ph.D.).

● Advisory Board ●

Amal Yusof A. Al-Sabah, Ph.D., Professor — University of Kuwait.
Hassan A. Saleh, Ph.D., Professor — The University of Jordan.
Abdullah N. Al-Welaie, Ph.D., Professor — Imam Mohammed Bin Saud Islamic Univ.
Mohammed A. Al-Gabbani Ph.D., Professor — King Saud University.
Nasser. A. Al-Saleh, Ph.D., Professor — Umm Al-Qura University.

● Correspondence Address ●

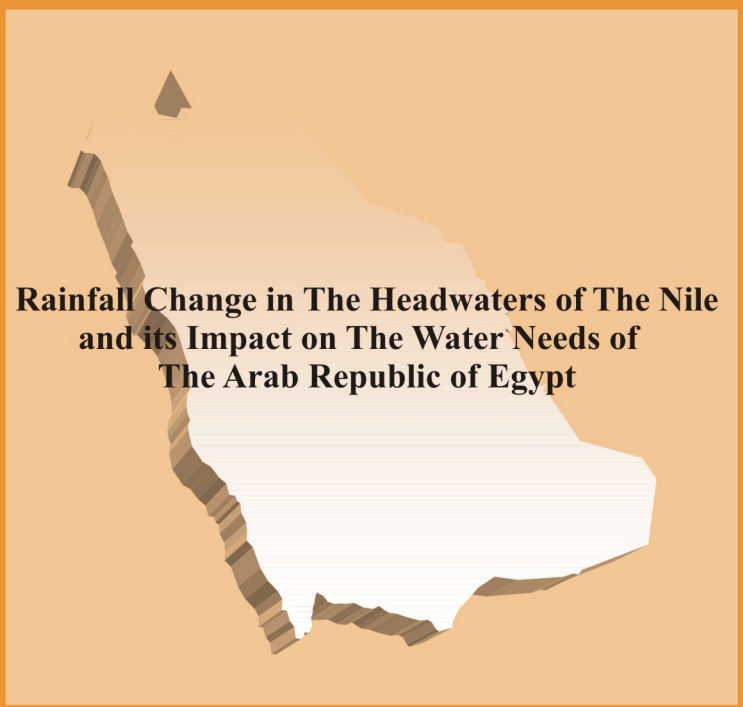
All Research Papers and Editorial Correspondence Should be sent to
The Editor-in-Chief, Dept. of Geography
College of Arts, King Saud University
P.O.Box 2456 Riyadh 11451
Kingdom of Saudi Arabia
Tel: 4678798 Fax: 4677732
E-Mail: sgs@ksu.edu.sa

All Views Expressed by Contributors to the RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY do not Necessarily Reflect the Position of the Editorial Board or the Saudi Geographical Society

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

REFEREED PERIODICAL PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

104



Rainfall Change in The Headwaters of The Nile and its Impact on The Water Needs of The Arab Republic of Egypt

Dr. Mosaad Salama Mandoer

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1435 A.H. - 2014A.D.