تقرير عن

التنبؤ بالتدفق الطبيعي لنهر النيل عند أسوان والأمطار علي الهضبة الأثيوبية لعام ٢٠١٧

إعـــداد

عواطف إبراهيم مصطفي عبد الهادي

اخصائي أول

الإدارة العامة للبحث العلمي

مراجعـــة

محمد حسين قرني رشوان

مدير إدارة البحوث الفيزيائية والعددية

الإدارة العامة للبحث العلمي

تحت إشراف

د.أشرف صابر زكي

رئيس الإدارة المركزية لبحوث الأرصاد والمناخ

نهر النيل ذلك النهر الأسـطورة الذي جعل من مصر والسـودان أكبر بلدين زراعييـن في العالـم العربي فمن منـا لا يعرف عن حجـم الزراعة في هذين البلديـن فمن منا لا يعرف خضرة أرض مصر وأريافها وموردها الاقتصادي الأول هو الزراعة علي مياه النيل. فمعظم مصر تعيش علي ضفاف النيل بمسـاحة لا تتجاوز ١٠ ٪ من مساحتها الصغيرة أصلا ويعيش أكثر من ٩٠ مليون نسمة بهذا الشريط الأخضر الذي تغذيه مياه النيل منذ آلاف السنين وقامت عليه حضارتها.

هذا النهر الذي ينبع من بحيرات علي أعالي جبال وسط أفريقيا في كل من أوغندا وبحيرة فكتوريا ومن أثيوبيا شرقا وبحيرة تانا فهو أطول أنهار الكرة الأرضية، وتوجد اتفاقات بين كل من دول المنبع والتي تشمل أوغندا إثيوبيا إريتريا الكونغو الديمقراطية بوروندي تنزانيا رواندا كينيا ودول المصب وهي مصر والسودان لتوزيع مياهه المنسابة فيه غير آبهة بالحدود . فلا تستطيع دول المنبع فرض رسوم عليه عند وصوله لدول المصب فهو لا يستشير نقاط الحدود ولا يعترف بالدول.

ولهذا توجد اتفاقات متوالية لتقاسم مياه هذا النهر الذي هو منحة إلهية من الله للدول التي يمر بأراضيها ؟ .ومن اهم هذه الاتفاقات اتفاقية تقاسم مياه النيل ١٩٥٩، هي اتفاقية وقعت بالقاهرة في نوفمبر ١٩٥٩ بين مصر والسودان، وجاءت مكملة لاتفاقية عام ١٩٢٩ وليست لاغية لها، حيث تشمل

الضبط الكامل لمياه النيل الواصلة لكل من مصر والسودان في ظل المتغيرات الجديدة التي ظهرت علي الساحة آنذاك وهو الرغبة في إنشاء السد العالي ومشروعات أعالي النيل لزيادة إيراد النهر وإقامة عدد من الخزانات في أسوان.

تضم اتفاقية الانتفاع الكامل بمياه النيل علي عدد من البنود من أهمها:

- احتفاظ مصر بحقها المكتسب من مياه النيل وقدره ٤٨ مليار متر مكعب سنويا وكذلك حق السودان المقدر بأربعة مليار متر مكعب سنوياً.
- موافقة الدولتين علي قيام مصر بإنشاء السد العالي وقيام السودان بإنشاء خزان الروصيرص علي النيل الأزرق وما يستتبعه من أعمال تلزم السودان لإستغلال حصته.

كما نص هذا البند علي أن توزيع الفائدة المائية من السد العالي والبالغة ٢٢ مليار متر مكعب سنويا توزع علي الدولتين بحيث يحصل السودان علي ١٤,٥ مليار متر مكعب وتحصل مصر علي ٧,٥ مليار متر مكعب ليصل إجمالي حصة كل دولة سنويا إلي ٥٥,٥ مليار متر مكعب لمصر و١٨,٥ مليار متر مكعب للسودان.

- قيام السودان بالاتفاق مع مصر علي إنشاء مشروعات زيادة إيراد النهر بهدف استغلال المياه الضائعة في بحر الجبل وبحر الزراف وبحر الغزال وفروعه ونهر السوباط وفروعه وحوض النيل الأبيض، علي أن يتم توزيع الفائدة المائية والتكلفة المالية الخاصة بتلك المشروعات مناصفة بين الدولتين.
- إنشاء هيئة فنية دائمة مشتركة لمياه النيل بين مصر والسودان.

١- أزمة مائية حادة:

أن مصر مهددة بأزمة حادة، ونقص خطير في المياه، وهو السبب الأساسي للمخاوف المصرية والتصريحات السياسية العنيفة ولكن أزمة المياه ليست مقصورة علي مصر، حيث توجد الأزمة نفسها - بدرجات مختلفة الحدة - في معظم دول حوض النيل، وهي ترجع أساسا إلي النمو السكاني السريع - غالبا - الذي يتجاوز ٣٪ سنويا. ويتحدث معظم الخبراء عادة عن وجود أزمة عندما يقل نصيب الفرد من المياه عن ٢٠٠٠ متر مكعب، ويتحدثون عن أزمة شديدة أو مجاعة عندما يقل نصيب الفرد عن ١٠٠٠ متر مكعب سنويا، والآن فإن خمس دول في حوض النيل الشرقي «تنزانيا، بوروندي، رواندا، كينيا، واثيوبيا»، قد تجاوزت هذا الحد. كما تواجه الموقف نفسه - وربما بحدة أكبر - دول شمال إفريقيا «مصر، ليبيا، تونس».

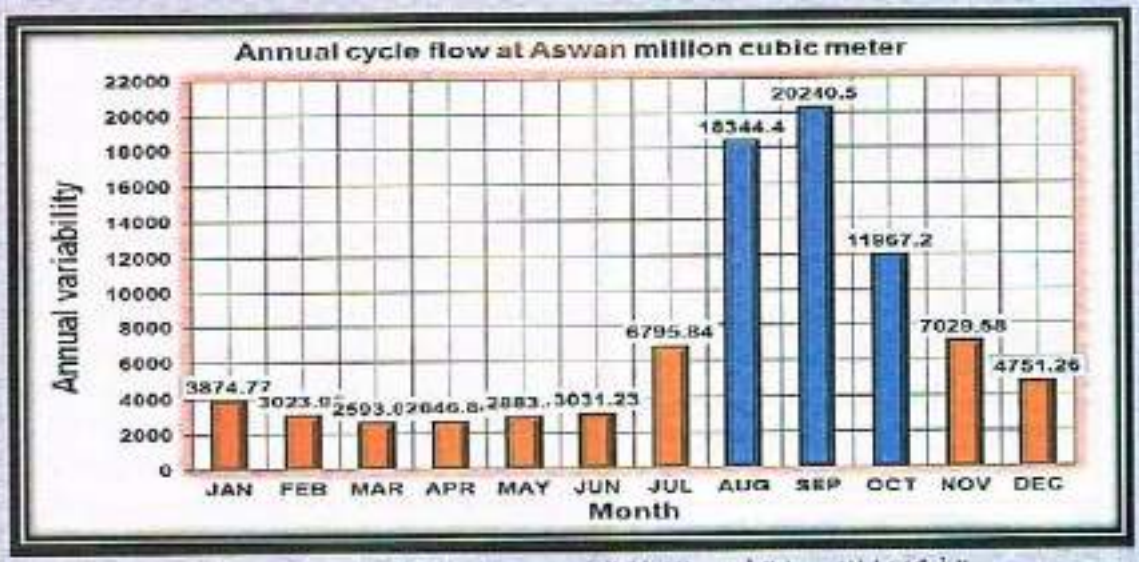
إن المعضلة التي تواجهها مصر بشأن مياه النيل، تتمثل في أن الجزء الأكبر من مجري النيل وكل موارده تتحكم فيها دول أخري. وفي هذا الصدد تقول وجهة النظر الدولية بأنه ليست هناك اتفاقية دولية بشأن استعمال مياه النيل لصالح جميع الدول التي تقع في حوضه، وفي مثل هذا الموقف فإن خطط أية دولة للاستفادة بمياه النيل سوف تكون بمثابة تهديد للدول الأخري، وبالتالي تصبح سببا لصراعات دولية محتملة. سوف تتأثر مصر بأية خطط يضعها أي بلد من بلاد حوض النيل الأخري، وخاصة المشروعات المائية في إثيوبيا والسودان. ومن ناحية أخري فإن دول الحوض قد تتأثر بما تخطط له دول أخري مجاورة، إلا أن التهديد فيما يتعلق بمقومات الحياة ليس خطيرا في أية دولة من دول حوض النيل كما هو الحال في مصر.

وعن أهم البدائل المتاحة لمواجهة الأزمة، الآتي:

- تدبير موارد مياه إضافية من مشروعات أعالي النيل، حيث تعتبر تلك الفرصة الوحيدة التي يمكن عن طريقها إضافة كميات كبيرة من المياه إلي موارد كل من السودان ومصر، تتمثل في تنفيذ مشروعات أعالي النيل، وهي تتلخص في تنفيذ أعمال هندسية كبري تهدف إلي تجميع المياه التي تتبخر أثناء انسيابها البطيء في مناطق شاسعة من مستنقعات حوض النيل الأعلي.

رفع كفاءة استعمال المياه، ويدخل تحت هذا العنوان الكبير ما يلي:

١- مشروعات تطوير الري.
٢- رفع كفاءة المياه أو تقليل الفواقد في الاستعمالات الأخري.
٣- تعديل أو تغيير التركيب المحصولي.
٤- اختيار طريقة الري المناسبة.



الشكل: ١.المتوسط الشهري للتدفق الطبيعي عند اسوان للفتره من ١٩٦٠ الي ٢٠٠٢.

٥- وضع سعر لمياه الري.
٦- إعادة استعمال مياه الصرف بأنواعها.
٧- التوسع في استعمال المياه الجوفية.
٨- الاستفادة من مياه السد الشتوية.
٩- تعظيم الاستفادة من مياه الأمطار.
١٠- تحلية مياه البحر.
١١- تقليص مساحات الأرز، والعودة بها إلي الحد الذي يحافظ علي التوازن الملحي.
١٢- الإحلال التدريجي لمحصول قصب السكر بمحصول بنجر السكر.
١٣- التوسع في مشروع تطوير الري.
١٤- تحويل نظام الري في مناطق زراعة الأشجار من ري سطحي إلي ري متطور.

أن فهم أسباب التغير السنوي الكبير لفيضان النيل يتطلب الكثير من البحوث والدراسات. نظرا لما لهذا التغير من اهميه اقتصاديه كما ان وضع الاستراتيجيات الخاصه بالزراعه تعتمد ايضا علي التنبؤ بالفيضان وبالرغم من أن السد العالي ساهم في خفض خطر النقص الحاد للماء العذب بشكل كبير حتي الان .الا انه مازال التنبؤ بفيضان النيل قضية هامة وذلك لوضع سيناريوهات تشغيل السد العالي لتوفير الاحتياجات المائيه للبلاد من زراعه وشرب وصناعه وفقا لحجم الفيضان لضمان نجاح موسم الفيضان . الشكل (١) يعرض المتوسط الشهري للتدفق الطبيعي عند اسوان حيث نلاحظ ان القيمه العظمي للمتوسط الشهري للتدفق الطبيعي يقع في الشهور الثلاث اغسطس وسبتمبر واكتوبر(ASO).

٢- الطريقة المستخدمة في التنبؤ بفيضان النيل عند اسوان واهم النتائج:

في هذا التنبؤ تم اشتقاق معادلة الانحدار الخطي المتعدد. وتم اختيار ثلاثة متغيرات مستقلة متتالية علي النحو التالي

١) المتغير (predictor) الأول x_1 تم الحصول عليه من درجة حرارة البحر السطحية من خلال طرح قيمة متوسطات حرارة البحر السطحية (sst) لشهر يناير للمنطقتان الموضحتان في الشكل 2 (أ).. تبين أن معامل الارتباط (cc) بين x_1 والتدفق الطبيعي عند أسوان (NRNDA) هو CC=.73 معادلة الانحدار باستخدام x_1 فقط لتقدير قيم NRNDA للفترة من 1960 إلي 1992 كما أن متوسط القيمة المطلقة للخطأ النسبي (MARE) هي MARE=9.7%.. أما بالنسبة لقيم NRNDA للفترة التنبؤ (1993 - 2002) فقد كانت القيمة المطلقة للخطأ النسبي علي النحو التالي MARE=15.2%

٢) أما بالنسبة للمتغير (predictor) الثاني x_2 تم الحصول عليه باستخدام عنصر درجة حرارة البحر السطحية أيضاً بطرح متوسطات sst لشهر فبراير علي المنطقتين الموجودتين كما في الشكل 2 (ب) حيث يمثل علاقة المتغير المستقل (predictor) مع الخطأ الناتج من تقدير NRNDA الفقرة (1) بمعامل ارتباط CC= 0.75 وتم إيجاد معادلة الانحدار التي تشمل كلا من X1 وX2 لتقدير (تنبؤ) ADNRN وقد كان متوسط القيمة المطلقة للخطأ النسبي علي النحو التالي:

(14.1%) MARE= 6.0% خلال الفترة من 1960 إلي 1992 والفترة من 1993 إلي 2002.

٣) اتخذت درجة حرارة البحر السطحية لشهر مارس كمتغير (PREDICTOR) ثالث X_3 وتم اختيار متوسط المساحتين التي لهما ارتباطا موجبا وسالبا مع NRNDA كما في الشكل 2 (ج) وبأخذ الفرق بين هاتين المساحتين تم الحصول علي المتغير المستقل (predictor) الثالث والذي ينتج من ارتباطه مع الخطأ الناتج من تقدير قيمة ADNRN في الفقرة (2) بمعامل ارتباط CC=0.64.. معادلة الانحدار التي تشمل

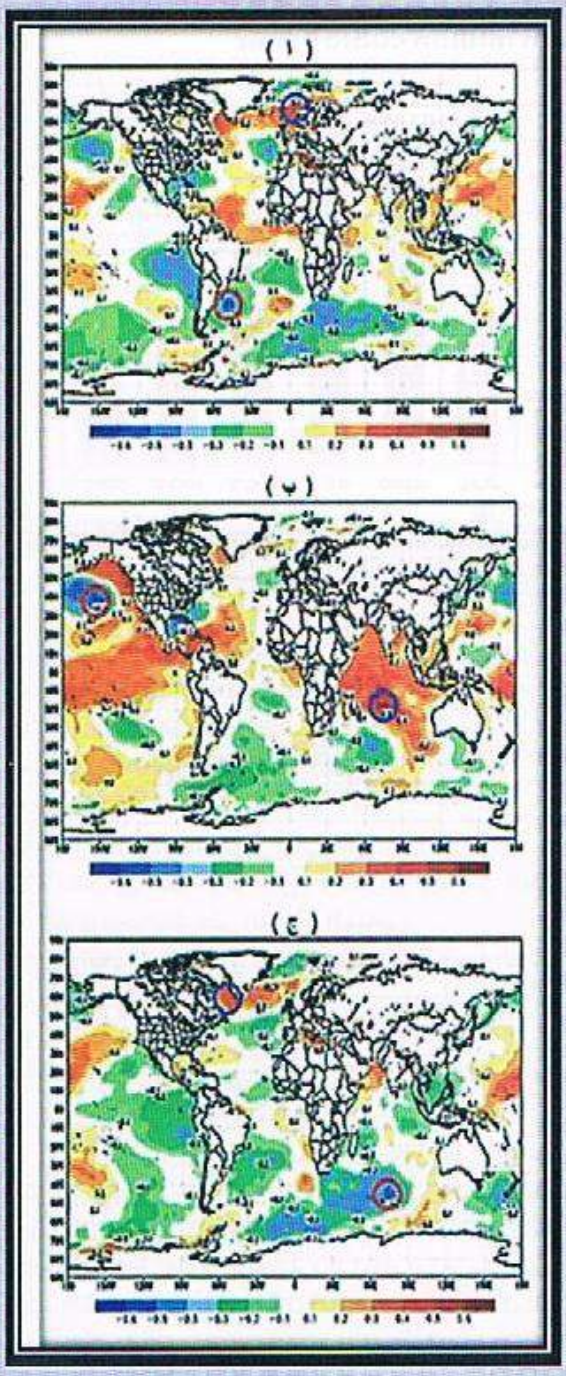
X1 وX2 وX3 لتقدير «التنبؤ» التدفق الطبيعي عند محطة أسوان (NRNDA) والتي تبلغ قيمة الخطأ النسبي (13.0%) MARE= 7.4% خلال الفترة من 1960 إلي 1992 والفترة من 1993 إلي 2002.

دعمت نتائج هذا العمل فكرة أن مؤشرات تنبؤ التدفق الطبيعي عند اسوان (NRNDA) يمكن أن تكون أكثر دقه إذا ما اتبعت الخطوات التالية:

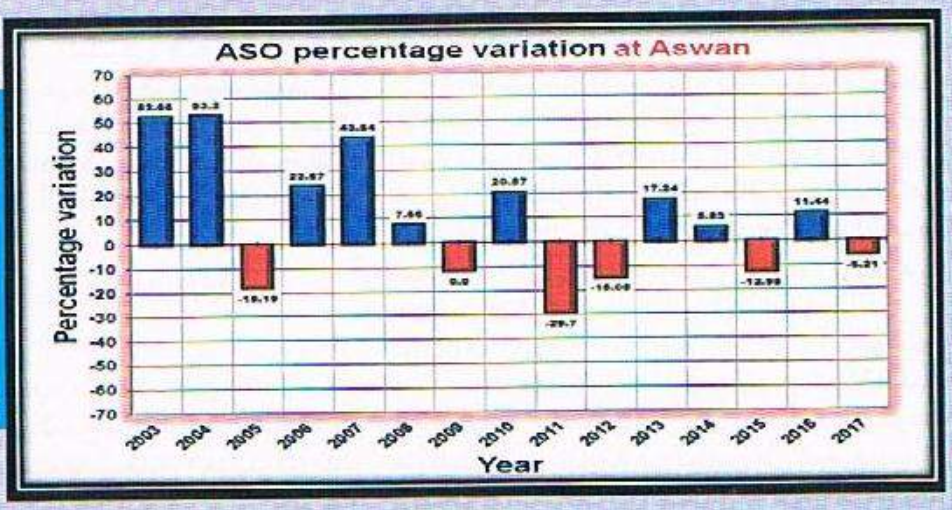
١ - اختيار predictor «علي سبيل المثال من بين متغيرات الأرصاد الجوية في الغلاف الجوي وعلي مستويات مختلفة» بحيث يكون له اكبر معامل ارتباط مع التدفق الطبيعي عند اسوان.

٢ - اختيار مركز المنطقتين ذات الحد الأقصي والحد الأدني بحيث تكون قيمة CC (السالبة والموجبة مع التدفق الطبيعي عند اسوان) مرتبطه ارتباطا فيزيائيا مع NRNDA.

٣- ويقدر الـ predictor بالفرق بين متوسط هاتين المنطقتين. هذا predictor يشار إليه علي أنه X1 ثم تقدر العلاقة بين X1 و التدفق الطبيعي عند اسوان. يمكن ايضا محاولة ايجاد المزيد من



الشكل ١: توزيع معاملات الارتباط بين (أ) درجة حرارة سطح البحر والتدفق الطبيعي عند أسوان (ب) بين درجة حرارة سطح البحر والخطأ المقدر للتدفق الطبيعي عند أسوان باستخدام X1 (ج) بين درجة حرارة سطح البحر والخطأ المقدر للتدفق الطبيعي عند أسوان باستخدام X1 وX2.



الشكل: ٣. النسبة المئوية لتغيرالتدفق الطبيعي المتنبأ به عند اسوان لمتوسط الشهور «اغسطس- سبتمبر- اكتوبر» عن متوسطه للفتره ١٩٦٠-٢٠٠٢.

المناطق وpredictors تحت الشرط (٢). ويمكن استخدام هذا المؤشر لاشتقاق معادلة الانحدار للتنبؤ بقيم التدفق الطبيعي عند اسوان .

٤ - للحصول علي معادلة الانحدار المتعدد تكرر الخطوات السابقة . للحصول علي Xk حيث kتمثل عدد predictors المختاره وذلك بايجاد معامل الارتباط مع الخطا الناتج من تقدير قيم التدفق الطبيعي عند اسوان الناتج باستخدام المتغير ((predictor الاول (X1) وذلك لايجاد X2، ثم نوجد الارتباط مع الخطا الناتج من تقدير المتغيرين (predictors) الاول والثاني معا ((X1،2 وبذلك يمكن ايجاد المتغير ((predictor الثالث (X3) وهكذا تكرر العمليه السابقه للحصول علي اقل خطا نسبي يمكن الوصول اليه.

٣- ملخص النتائج

تلخص نتائج هذا العمل كالتالي: متوسط القيمه المطلقه للخطا النسبي هي ٩,٦٥٪، ٦,٠١٪، ٤,٩١٪ باستخدام متغير واحد ومتغيرين وثلاثه متغيرات مستقله علي التوالي وذلك للفتره من ١٩٦٠ الي ١٩٩٢. استخدمت معادلة الانحدار الخطي المتعدد ايضا للتنبؤ بالفتره من ١٩٩٣ الي ٢٠٠٢ ولوحظ ان متوسط القيمه المطلقه للخطا النسبي هي ١٥,٢٣٪، ١٤,١٣٪ ، ١٣,٨١٪ علي التوالي. حيث ان معادلة الانحدار الخطي المتعدد قد قدرت علي النحو التالي.

$$y=a+b_1X_1+b_2X_2+\dots+b_kx_k+E$$

Discharge at Aswan

$$= 224244 - 14239 \times X1 - 4196.7 \times X2 - 3343.2 \times X3$$

(١) وباستخدام هذه المعادله لوحظ ان معامل الارتباط انتقل 0.73، 0.90، 0.94 باستخدام متغير مستقل ومتغيرين وثلاث متغيرات للفتره من ١٩٦٠-١٩٩٢ اما بالنسبه للفتره ١٩٩٢-٢٠٠٢ فقد تنامي ايضا معامل الارتباط ليصبح كالتالي

٠,٧١ ، ٠,٧٥ ، ٠,٧٣

وبالتعويض في المعادله (١) عن قيمه المتغيرات المستقله X١، X٢، X٣ نجد ان قيمه التدفق الطبيعي لنهر النيل لعام ٢٠١٧ هو

NRNDA

$$= 224244 - 14239 \times (14.67) - 4196.7 \times (-15.45) - 3343.2 \times (9.58) = 48169.029$$

million m^3

الشكل ٣ يمثل النسبة المئوية لتغير التدفق الطبيعي المتنبأ به عند اسوان لمتوسط الشهور الثلاثه اغسطس- سبتمبر- اكتوبر (ASO) عن متوسطه للفتره من ١٩٦٠ الي ٢٠٠٢. ومن الشكل نلاحظ ان التدفق الطبيعي عند اسوان لسنه ٢٠١٧ سوف يقل بحوالي ٦,٢٪ عن متوسطه للفتره من ١٩٦٠ الي ٢٠٠٢، ومن التنبؤ نلاحظ ان الفيضان عند اسوان لعام ٢٠١٧ سوف يكون اقل من المعدل وان كانت النسبه ليست كبيره لاكننا بالتاكيد في احتياج شديد الي كل قطره ماء وبهذه الطريقه

يمكن التنبؤ بالتدفق الطبيعي عند اسوان قبل موعده باربعه اشهر وهو ما سوف يجعله مفيدا في وضع الخطط المستقبليه لاداره تلك المياه بشكل صحيح ومواجه المخاطر في حاله ندره المياه التي نعتمد عليها بشكل اساسي في حياتنا اليوميه والمستقبليه .

٤- الطرق المستخدمه في التنبؤ بالامطار علي اثيوبيا واهم النتائج

تعد الطرق العدديه من اهم طرق التنبؤ سواء كان التنبؤ للطقس او المناخ لذلك سوف نلقي الضوء علي تلك الطرق وذلك باستخدام العديد من تلك النماذج وايضا سوف نلقي الضوء علي الطريقه الاحصائيه باستخدام الارتباط القانوني

التنبؤات الجويه العدديه

نماذج التنبؤات الجويه العدديه عباره عن محاكاه الحاسوب لتغيرات الغلاف الجوي. وذلك بواسطه استخدام التحليل الرصدي (البيانات التي تم تحليلها) كنقطه بدايه للنموذج ومن ثم تطبق معادلات الفيزياء وحركه الموائع لمعرفه ما ستؤل اليه حاله الطقس والمناخ في الفتره المقبله من الزمن . تلك المعادلات من الصعوبه والتعقيد بحيث انها تتطلب اجهزه حاسوب فائقه (Super Computer) لتحليل تغير الحاله الفيزيائيه للموائع بمرور الزمن. المخرجات من هذه المرحله توفر اللبنه الاساسيه للتنبؤات الجويه.

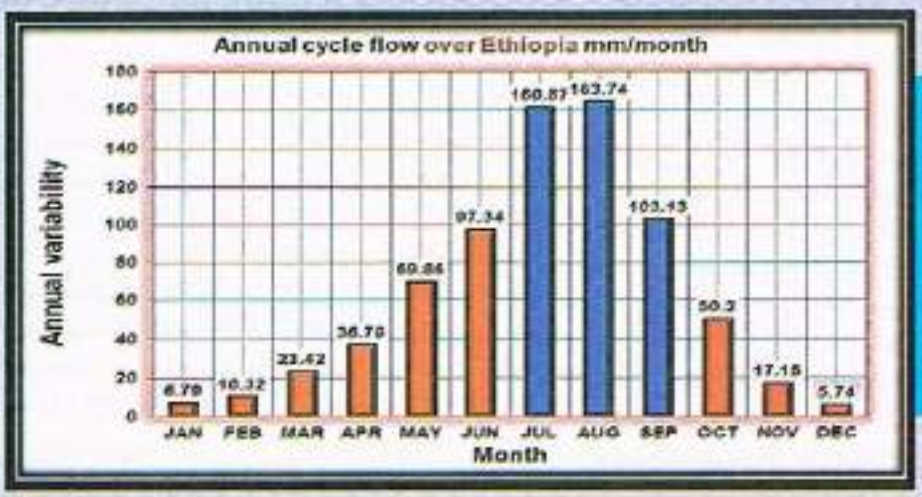
التنبؤات الجويه الاحصائيه

اما بالنسبه للتنبؤات باستخدام الطرق الاحصائيه فتتمثل المشكله هنا بايجاد علاقه بين المهاره في التنبؤ والاخطاء النسبيه في توقعات هطول الامطار. وتبني التوقعات باضافه معامل خاص بالخطأ الي المشاهدات وفي هذه الحاله سوف نستخدم الارتباط القانوني للتنبؤ بالامطار علي اثيوبيا. والارتباط القانوني (CANONICAL CORRELATION) وهو احد الاساليب الاحصائيه متعدده المتغيرات يستخدم لدراسه العلاقه بين مجموعه من المتغيرات المستقله مع مجموعه من المتغيرات التابعه في تحليل اني لمعرفه مدي مساهمه المتغيرات المستقله في المتغيرات التابعه.

الشكل ٤ يعرض المتوسط الشهري للامطار علي اثيوبيا من الشكل نلاحظ ان القيمه العظمي للمتوسط الشهري للامطار عند اثيوبيا يقع في الشهور الاربعه يونيو ويوليو واغسطس وسبتمبر (JJAS) بحيث يبدا الفيضان في شهر يونيو وتكون القيمه العظمي له في شهر اغسطس وبالمقارنه بالشكل ١ نلاحظ ان الفيضان يحتاج الي شهر او شهر وبضعه ايام لكي يصل من منبعه في اثيوبيا الي محطه اسوان.

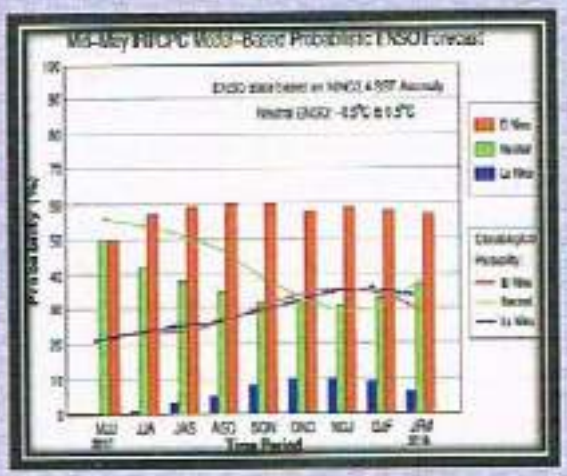
نتائج التنبؤ بالامطار علي اثيوبيا

يعتمد التنبؤ بالامطار علي اثيوبيا اعتمادا كبيرا علي التنبؤ بظاهره النينو وتعرف تلك الظاهره بانها



الشكل ٤: المتوسط الشهري للامطار علي اثيوبيا من الفتره ١٩٦٠ - ٢٠٠٢.

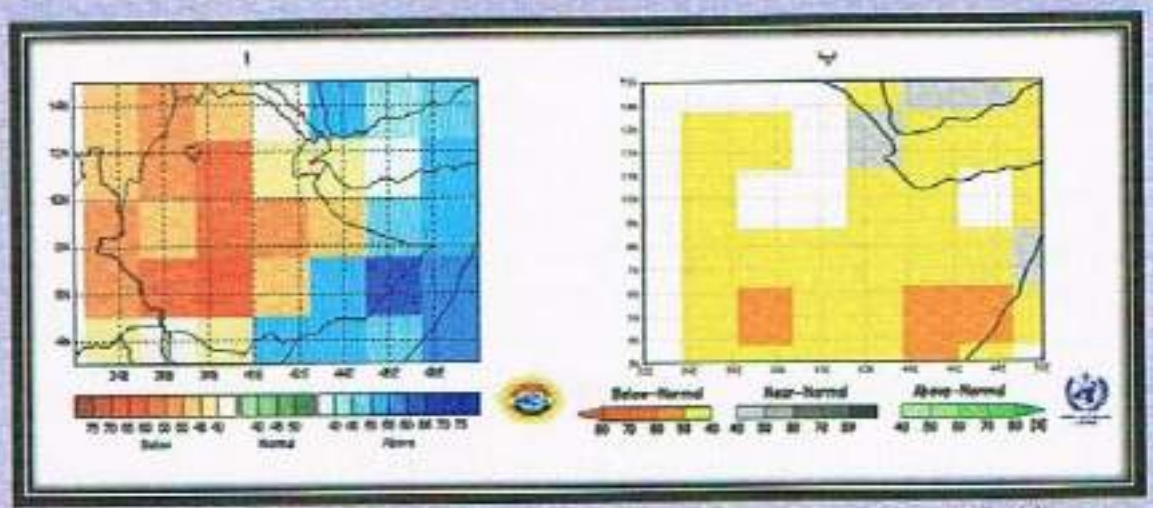
ارتفاع دوري لحرارة المياه في المنطقة المدارية الشرقية للمحيط الهادئ، يمكن أن يزيد من درجات الحرارة ويحدث اضطرابًا في المناخ العالمي. كان أحدث تلك الحالات الكبري ما جري في موسم ١٩٩٧-١٩٩٨، وأصبح مرتبطًا بحدوث آلاف الوفيات، وخسارة العشرات من مليارات الدولارات علي شكل أضرار ناجمة عن الجفاف والحرائق والفيضانات، بامتداد عدة قارات. لكن، وبعد مرور ١٥ عامًا علي تلك الحالة، يبقي التنبؤ بوقت وشدة ظاهرة إلنينو أمرًا صعبًا، خاصة مع تدهور نسبي في أنظمة المراقبة المائية التي تزود النماذج المناخية المتطورة بالبيانات في هذه المناطق وقد ارتبطت زياده الامطارعلي اثيوبيا بالانينا وهو مصطلح يستخدم لوصف ظاهره محيطيه تتمثل بالتبريد الشديد غير الاعتيادي للمياه السطحيه في شرق ووسط المحيط الهادي المداري وبذلك فهي تمثل الحاله المعاكسه لحادثه النينو فاذا كان النينو بالاسبانيه يعني طفل فالانينا تعني طفله او فتاه (١٩٩٣ Hidore and Oliver). وكان أول من توصل إلي طرف الخيط في تفسير هذه الظاهرة التي طالما حيرت العلماء هو العالم الإنكليزي جيلبرت ووكر Walker Gilbert ، عندما كان في الهند ، في الوقت الذي كان العلماء مشغولين بتسجيل



الشكل : ٥ يعرض احتماليه حدوث ظاهره التذبذب الجنوبي ENSO اعتمادا علي بيانات IRI/CPC باستخدام النماذج العدديه

آثار النينو ، حيث لاحظ إن هناك ارتباطا بين قراءة البارومتر (جهاز قياس الضغط) في بعض المناطق في الشرق. ومثيلاتها في الغرب فعندما يرتفع الضغط في الشرق ينخفض في الغرب ، والعكس صحيح وأطلق عليها اسم التذبذب الجنوبي Southern Oscillation

وقد لاحظ أيضاً وجود علاقة ثلاثية الأطراف



الشكل (٦): (أ) احتمالية توقع الأمطار على اثيوبيا للفصل JJAS ٢٠١٧ باستخدام الارتباط الفانوني. (ب) احتمالية توقع الأمطار على اثيوبيا للفصل JAS ٢٠١٧ باستخدام ٢١ نموذج كوكبي عددي.. الفئات هي فوق المعدل الطبيعي «يمين»، بالقرب من المعدل «وسط» وأقل من المعدل الطبيعي «يسار».

تربط بين هبوب الرياح الموسمية Monsoon فى آسيا، وحدوث جفاف فى كل من استراليا، اندونيسيا، الهند، وبعض المناطق فى أفريقيا، ودفء الشتاء نسبيا فى غرب كندا، ولكن بعد مرور خمسين عاما، جاء العالم النرويجى جاكوب بيركلز Jacob Bjerknes ليثبت وجود هذه العلاقة بتلك التغيرات الجوية، وأطلق عليها جملة اسم (ENSO)، وهكذا اتضح ما يحدث من اضطراب فى نظام الضغط الجوى فوق المحيطات أثناء النينو، حيث يبدأ الاضطراب من المنطقة الاستوائية للمحيط الهادى، ثم ينتشر ليؤثر على حالة الجو فوق الأرض بشكل عام من الشكل (٥) نلاحظ أن احتمال الظاهرة كما يلى بالجدول التالى: حيث كان الاحتمال الأكبر هو حدوث النينو والتى تنعكس بشكل سلبى على أمطار على اثيوبيا، جدول ١

Season	La Nina	Neutral	El Niño
JJA-٢٠١٧	١٠%	٤٢%	٤٨%
JAS-٢٠١٧	٣%	٣٨%	٥٩%

الشكل ٦ يعرض نتيجه التنبؤ الاحصائي باستخدام برنامج Climate Predictability tool (CPT) وهو برنامج احصائي

يعتمد علي ايجاد معادله خطيه باستخدام الارتباط القانوني (CANONICAL CORRELATION) بينما الشكل٦.ب فيعرض نتيجه التنبؤ العددي باستخدام ١٢ نموذج عددي كوكبي من المراكز المختلفه Beijing, CPTEC ECMWF, Exeter, Melbourne, Montreal, Moscow, Pretoria, Seoul, Tokyo, Toulouse, Washington

نلاحظ ان الشكلين ٦ ،ا، ب، يشتركان في ان المنطقه المحيطه ببحيره تانا والتي تعتبر المصدر الرئيسي لمياه نهر النيل الأزرق وخصوصا في فصل الصيف بانها اعلي من المعدل الطبيعي بنسبه احتمال تتراوح ما بين ٤٥ الي ٥٠٪.

هذا والله اعلي واعلم

المراجـــع

1. A Tartaglione - Behavioural Brain Research - Vol. N. Tartaglione - Advances in Geosciences - Vol. 20 - 2009 - pp. 19-23 ... 57 - Issue 3 - 2005 - p.
2. Bluman, A.G., 2004: Elementary Statistics, a step approach, McGRAWHILL, 810pp.
3. De Putter, T., M. F. Loutre, and G. Wansard (1998), Decadal periodicities of Nile River historical discharge (A.D. 622 /1470) and climatic implications, Geophys. Res. Lett., 25, 3193 /3196.
4. Hidore, J.J., and Oliver, J.E., 1939: Climatology: An atmospheric science. Macmillan pub.Com. USA.
5. Min, Y.-M., V.N. Kryjov, C.-K. Park, 2009: Probabilistic Multimodel Ensemble Approach

to Seasonal Prediction. Weather and Forecasting, 24, 812-828.

كتاب (نهر النيل... المخاطر الحالية والمستقبلية تاليف الدكتور محمد عاطف كشك.