ندوة قضية مياه النيل

(جامعة القاهرة : السبت ١٥ مارس ٢٠١٤م)

إعداد
د / صابرين محمد شبارة
باحث أول
مسئول الهيدرولوجى بإدارة الطبقة الدنيا
الإدارة العامة للبحث العلمى

المحور الثالث ـ , التنبؤ بحجم مياه النيل والطلب عليها بالمستقبل ,

مقدمة

يرى معظم العلماء أن الصراع فى القرن الحادى والعشرين، يرتكز حول نقطتين رئيسيتين هما المياه العذبة أولا ثم مصادر الطاقة ثانيا حيث أنهما أساس التنمية الاقتصادية بكافة أنواعها (الزراعية ـ الصناعية ـ السياحية ـ العمرانية) وأساس التقدم والازدهار لحياة الشعوب واقتصادها. يأتى المحور الثالث للندوة بغرض التنبؤ بحجم مياه النيل والطلب عليها بالمستقبل ويشمل ثلاث أوراق بحثية وكان لنا شرف المشاركة فى هذا المحور ببحث عن عملية التنبؤ طويل المدى للتدفق الطبيعى لمياه النيل عند أسوان باستخدام البرنامج الإحصائى Slide Write Plus ـ ويتم تحميل البرنامج من الموقع،

http://slidewrite-plus.joydownload.com

وبشكل عام يجب ملاحظة أنه لم يتم التعرض لتأثير سد النهضة الأثيوبى، وذلك لعدم توفر البيانات اللازمة لتحقيق ذلك الغرض الثمين.

والصورة الضبابية والجدل الواسع حول تأثير سد النهضة الأثيوبى على المقننات المائية بمصرنا الحبيبة تستدعى بالطبع بحوث منفردة ومتعددة للوقوف على حقيقة ذلك الأمر الشائك...

مشهد رائع
للنهر الخالد
فى إحدى ليالى القاهرة

وتحت عنوان (دراسة ميدانية للتنبؤ بتأثير التغير فى المناخ على بحيرة تانا فى أثيوبيا) للعلماء الأجلاء أ. د. سميحة عودة، أ. د. منال الطنطاوى، أ. د. فؤاد خليل، د. تهانى نور الدين... قسم بحوث المقننات المائية والرى الحقلى - معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة بمركز البحوث الزراعية.

أوضح السادة الباحثين أن أهمية النيل الأزرق ترجع فى أنه ينبع من بحيرة تانا فى أثيوبيا (شمال غرب مرتفعات أثيوبيا على مساحة ٢١٥٦كم² وأقصى طول ٨٤كم وأقصى عرض ٦٦كم وأقصى عمق ١٥ متر ترتفع عن سطح البحر بحوالى ١٧٨٨ متر كما أن مساحتها تتراوح ما بين ٣٠٠٠كم² إلى ٢٥٠٠كم² بناء على الموسم ومعدل سقوط الأمطار) حيث يساهم بنحو ٨٠ - ٨٥٪ من المياه العذبة لنهر النيل بجمهورية مصر العربية. والتغير فى المناخ (حرارة وأمطار) لمنطقة بحيرة تانا له تأثير بالغ الأهمية على نسبة كمية المياه التى تصل إلى مصر عبر نهر النيل. ويهدف البحث إلى استخدام سبعة نماذج عالمية للتغير فى المناخ وهم:

BCCR-BCM2.0; CNRM-CM3.0; CSIRO-MK3.5; ECHam5.0; INMCM3.0; MIROC3.2; AVERAGE.

وتم تحميل هذه النماذج من الموقع الآتى:

http://www.ccafs.cgiar.org/marksimgcm#.Ujh1gj-GfMY

واستخدمت النماذج للتنبؤ فى عامى ٢٠١٠م و٢٠٣٠م. وتم مقارنتها مع متوسط ٣٠ عام (١٩٦١م- ١٩٩٠م) لمنطقة الدراسة وقد أظهرت النتائج ما يلى:

* درجة الحرارة العظمى المتوسطة لفترة ٣٠ عام أعلى فى شهرى أبريل ومارس والمتنبىء به كانت فى شهرى مايو ومارس فى سنة ٢٠١٠م و ٢٠٣٠م. وذلك لكل النماذج السابق ذكرها. وتم الحصول على متوسط الـ ٣٠ عام من الموقع التالى (http://www.fao.org/nr//water/aquastat/dbases/index.stm)

* بالنسبة لدرجة الحرارة الصغرى فقد كانت أعلى صغرى لفترة ٣٠ عام فى شهرى مايو ويونيه والمتنبىء به كانت أيضا خلال شهرى مايو ويونيه فى سنة ٢٠١٠ و٢٠٣٠. وذلك لكل النماذج السابق ذكرها.

* كان معدل سقوط الأمطار لمتوسط ٣٠ سنة فى الأشهر يناير وفبراير ومارس وأبريل أقل من ١٠مم/ شهر ويزداد معدل سقوط الأمطار بنهاية أبريل حتى يصل إلى ٢٨٩مم/شهر فى يوليو و٢٤٩مم / شهر فى أغسطس ثم ينخفض المعدل بداية من شهر سبتمبر حتى نوفمبر بإجمالى ١٢٩٤ مم / سنة.

* تنبأت كل النماذج بزيادة فى معدلات سقوط الأمطار السنوية فى عام ٢٠١٠ م ما عدا نموذج ECHam5.0 تنبىء بنقص فى معدلات الأمطار بنسبة قدرها -٧٪. وأيضا فى عام ٢٠٣٠م تنبىء نموذجين فقط بنقص معدلات سقوط الأمطار بنسب -٢٪ و -١٠٪ وهم CSIRO-MK3.5; BCCR-BCM2.0 على الترتيب.

وهكذا يمكن أن يخلص هذا البحث على نتيجة هامة ألا وهى أن معدل سقوط الأمطار على بحيرة تانا سوف يزداد مع حدوث التغيرات المناخية المستقبلية.

أما بالنسبة إلى مدى ودقة كل نموذج مذكور وأسماء المراكز العلمية الصادرة لكل نموذج منهم. فيجب الرجوع إلى السادة الباحثين القائمين على العمل بتلك الورقة البحثية.

وتحت عنوان (التنبؤ بالزيادة فى الطلب على المياه فى مصر والسودان تحت ظروف التغيرات المناخية) للعلماء الأجلاء أ. د. سميحة عودة، أ. د. سيد عبد الحافظ، أ. د. خالد عبد اللطيف، د. تهانى نور الدين... قسم بحوث المقننات المائية والرى الحقلى - معهد بحوث الأراضى والمياه والبيئة.

حيث أن هذا البحث يهدف إلى التنبؤ بالطلب على المياه فى مصر والسودان لكافة الاستخدامات ولكمية المياه المخصصة للزراعة باستخدام أسلوب الانحدار الخطى لبيانات متوسط الحرارة السنوية المقاسة فى كل سنة من سنة ١٩٠١م وحتى سنة ٢٠٠٠م مع بيانات لكميات المياه فى مصر والسودان.

والبيانات تم الحصول عليها من الأرصاد الجوية وحدة البحوث المناخية بالمملكة المتحدة، كما تم الحصول على بيانات المياه من ورقة عمل مقدمة من المركز العربى لدراسات المناطق الجافة والأراضى القاحلة فى عام ١٩٩٧م بعنوان، الموارد المائية المتاحة بالوطن العربى ومصادرها المختلفة ومدى كفايتها لمتطلبات التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وتحتوى هذه البيانات على إسقاط لكميات المياه فى الوطن العربى باستخدام:

١- النموذج السكانى الثابت (يحتفظ بمعدل النمو الطبيعى لعام ١٩٨٩م لكل دولة وإسقاطه حتى عام ٢٠٢٥م).

٢- والنموذج السكانى المعدل (يحتفظ بمعدل النمو الطبيعى لعام ١٩٨٩م لكل دولة حتى عام ٢٠٠٠م ثم يتناقص هذا المعدل بما يوازى ١٠٪ كل ١٠ أعوام)، وذلك لتقدير قيم الطلب على المياه فى الأعوام ٢٠١٠م ٢٠٢٠م و٢٠٢٥م.

وبينت النتائج أنه من المتوقع أن يكون تأثير التغير فى المناخ على طلب المياه فى مصر والسودان متفاوت، حيث أن كمية الطلب على المياه لكافة الاستخدامات بمصر متوقع زيادتها بنسبة ٢٦٪ و٣٦٪ فى عامى ٢٠٢٠م و ٢٠٢٥م بمتوسط قدره ١٣٪ وذلك على أساس نموذج زيادة السكان الحالية، أما فى حالة نموذج زيادة السكان المعدلة فمن المتوقع أن تصل الزيادة إلى ٢١٪ و ٣٠٪ فى عام ٢٠٢٠م و ٢٠٢٥م بمتوسط قدره ٢٦٪ وذلك عند ارتفاع الحرارة ٢,٠ درجة مئوية. كما أن كمية الطلب على المياه للاستخدام فى الزراعة فمن المتوقع أن يزيد الطلب على المياه للزراعة فى عام ٢٠٢٠م و ٢٠٢٥م عند ارتفاع الحرارة ٢,٠ درجة مئوية بنسبة ٢٦٪ و ٣٦٪ بمتوسط قدره ٣١٪ وذلك فى حالة نموذج الزيادة للسكان الحالية. أما فى حالة نموذج زيادة السكان المعدلة فإن الزيادة المتوقعة ٢١٪ و ٣١٪ فى عام ٢٠٢٠م و ٢٠٢٥م بمتوسط قدره ٢٧٪.

أما فى السودان فعند ارتفاع درجة الحرارة ٢,٠ درجة مئوية فى عام ٢٠٢٠م و ٢٠٢٥م فإنه من المتوقع أن يزيد الطلب على المياه لكافة الاستخدامات بنسبة ١٣٪ و ٢٠٪ وبمتوسط قدره ١٢٪. وفى حالة نموذج زيادة السكان المعدل فإن الزيادة المتوقعة ستصبح ٨٪ و ١٢٪ بمتوسط قدره ١٠٪. وفى الزراعة للسودان متوقع زيادة الطلب على المياه فى عامى ٢٠٢٠م و ٢٠٢٥م عند ارتفاع درجة الحرارة ٢,٠ درجة مئوية بنسبة ١١٪ و ١٧٪ وذلك فى حالة نموذج زيادة السكان الحالى، أما نموذج زيادة السكان المعدل ٦٪ و ٩٪ بمتوسط قدره ٧٪.

إن تحدى تغير المناخ هو تحد عالمى فى أسبابه وفى حلوله على حد سواء. والقضية الرئيسية بالنسبة للحكومة المصرية والسودانية هى موازنة النمو الاقتصادى على المدى القريب مع التنمية المستدامة على المدى البعيد، وعلى ذلك فالحكومتان يمكنهما التشديد على تطوير تكنولوجيات الطاقة النظيفة خصوصاً فى ضوء وفرة موارد الطاقة المتجددة المتاحة فى العالم العربى، وبالتحديد طاقة الرياح والطاقة الشمسية وطاقة المياه ومن أمثلة ذلك استخدامات طاقة الرياح على المستوى التجارى فى مصر واستعمال الطاقة الشمسية على نطاق واسع لتسخين المياه واعتماد الغاز الطبيعى المضغوط كوقود لوسائل النقل فى مصر ومشاريع الطاقة الشمسية فى مصر ولا تنحصر أهمية هذا الخيار فى انعكاسه على العالم النامى برمته، بل قد يؤدى إلى أبحاث واستثمارات فى الطاقة المتجددة بالإقليم العربى. إن إمكانية التعرض للتأثيرات المحتملة لتغيرات المناخ فى الوطن العربى كبيرة والقدرات والجهود الحالية غير كافية والاستراتيجيات الفعالة لتخفيف تغير المناخ والتكيف معه مطلوبة بإلحاح. فالبلدان العربية هى من الأكثر تعرضاً للتأثيرات المحتملة لتغير المناخ خصوصاً شح المياه وموجات الجفاف المتكررة، وعلى ذلك فمن المهم أيضاً تبنى تقنيات الاقتصاد بالمياه، واعتماد إدارة متكاملة للموارد المائية وتطوير أنواع جديدة من المحاصيل الزراعية تكون أكثر تكيفاً مع ارتفاع درجات الحرارة وملوحة التربة، ومباشرة تكنولوجيات مستحدثة لتحلية المياه المالحة وأخيراً أن الحكومات المصرية والسودانية عليهما أن تعيدا النظر فى توزيع المياه على نشاطات إنمائية مختلفة بناء على كافة استعمال المياه

ممثلة بالإنتاج لكل متر مكعب من المياه بدلاً من الإنتاج لكل وحدة مساحة من الأرض أى الارتقاء باستعمالات المياه خصوصا فى مجال الزراعة الذى يغطى حد أقصى من العائد الاقتصادى لكل وحدة حجم من المياه.

وتحت عنوان (نموذج إحصائى طويل المدى للتنبؤ بالتدفق الطبيعى لمياه النيل عند أسوان).

د / صابرين محمد شبارة - باحث أول - الإدارة العامة للبحث العلمى - الهيئة العامة للأرصاد الجوية - وزارة الطيران المدنى.

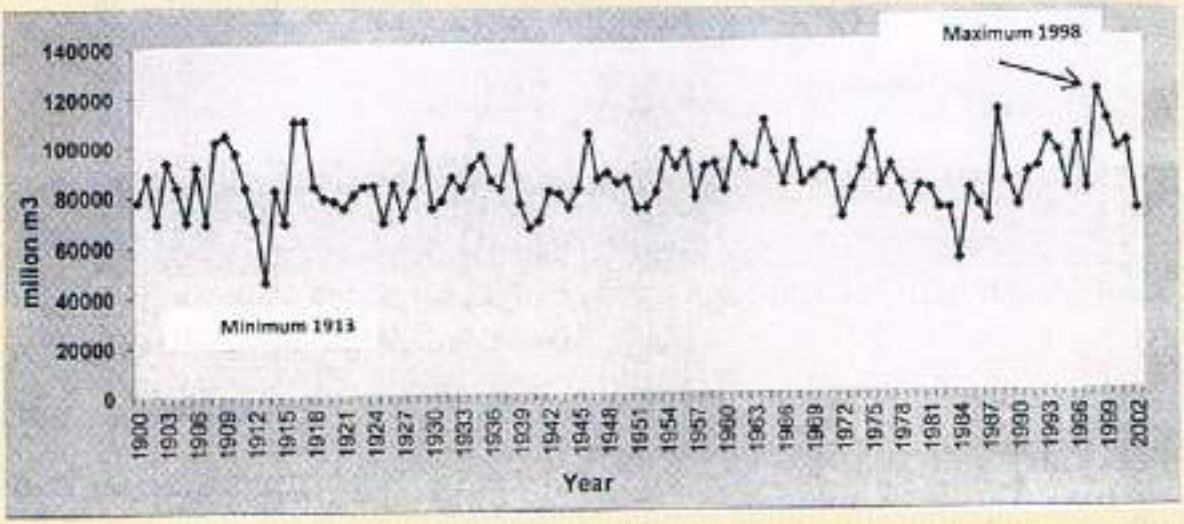
حيث أن البحث يهدف إلى استنتاج نموذج إحصائى طويل المدى للتنبؤ بكمية التدفق الطبيعى لمياه نهر النيل (مليون م^3) عند أسوان (قبل السد العالى) حتى عام ٢٠٣٠م. وقد تم تجميع البيانات الشهرية للتدفق الطبيعى لمياه النهر من عام ١٩٠٠م حتى عام ٢٠٠٢م، وبالتحليل السنوى للبيانات وجدنا أن القيمة العظمى كانت عام ١٩٩٨م أما القيم الصغرى كانت عامى ١٩١٣م ثم ١٩٨٤م، وبالتحليل الشهرى للبيانات وجدنا أن ٦١٪ من كمية المياه المتدفقة حدثت خلال الأشهر أغسطس وسبتمبر وأكتوبر.

وقد تم اقتراح نموذجين للتنبؤ :

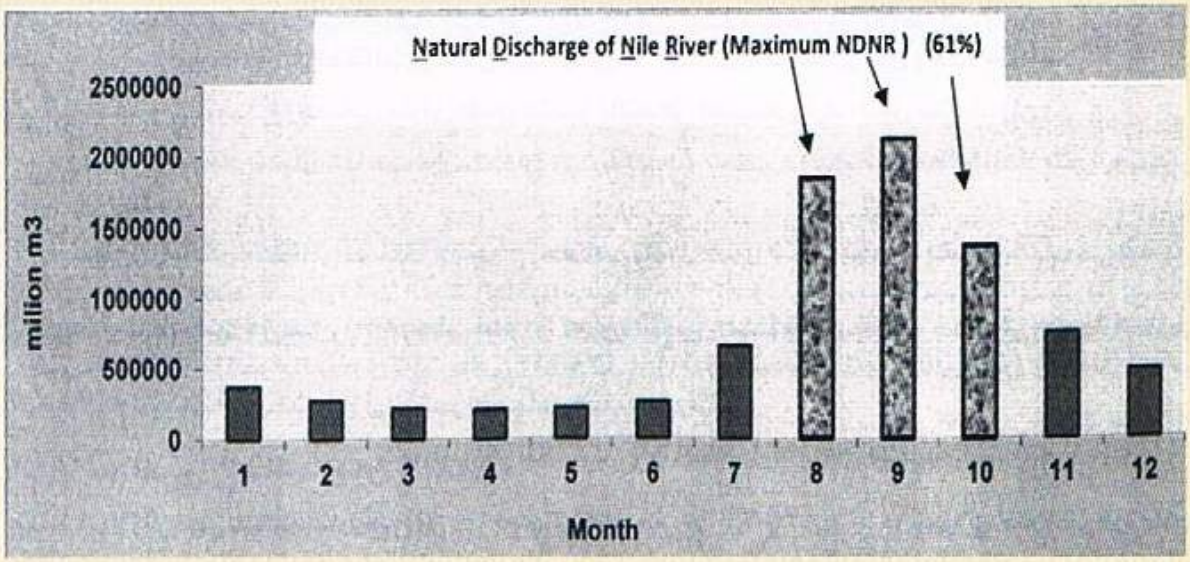
يعتمد الأول على بيانات تاريخية من ١٩٠٠م حتى ١٩٩٢م مع $r^2=0.89$، ويتوقع النموذج حالات وفرة مائية خلال السنوات ٢٠٠٩م و٢٠٣٠م، مع حالات عجز مائى خلال السنوات ٢٠٢٦م و ٢٠٠٥م و٢٠١٤م وأخيراً ١٩٩٣م، وذلك على الترتيب حسب كمية المياه المتدفقة بنهر النيل قبل السد العالى. مع فترة تحقيق للنموذج من ١٩٩٣م حتى ٢٠٠٢م.

ويعتمد الثانى على بيانات تاريخية من ١٩٠٠م حتى ٢٠٠٢م مع $r^2=0.87$، ويتوقع النموذج حالات وفرة مائية خلال السنوات ٢٠٢٧م و ٢٠١٧م و ٢٠٢٣م، مع حالات عجز مائى خلال السنوات ٢٠١٣م و ٢٠٠٤م و ٢٠٢٦م وأخيراً ٢٠١٦م، وذلك على الترتيب حسب كمية المياه المتدفقة بنهر النيل قبل السد العالى، حيث تعذر وجود فترة تحقيق النموذج لعدم توفر البيانات.

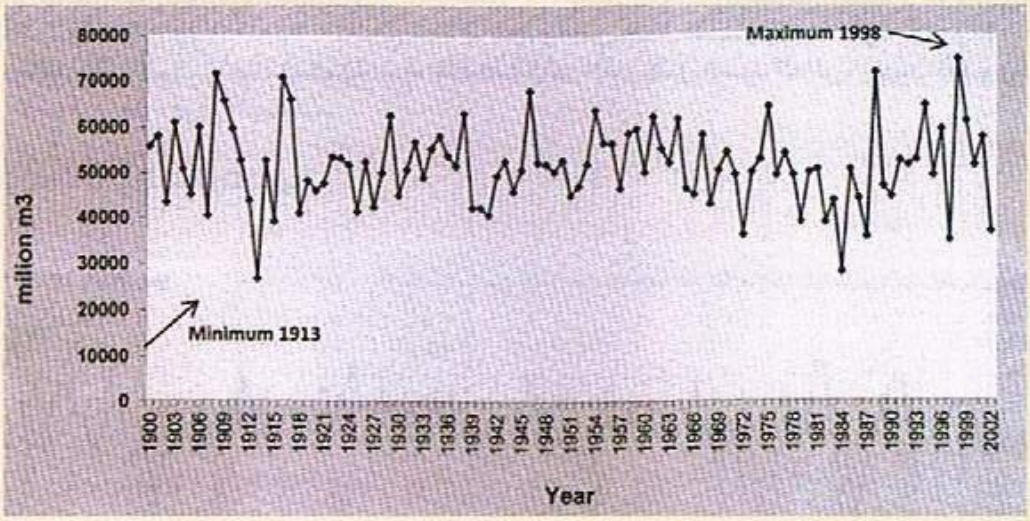
أولاً : البيانات المستخدمة وتحليلها :



شكل (١) : البيانات الواقعية للتدفق الطبيعى السنوية لنهر النيل عند أسوان (مليون متر مكعب).



شكل (٢) : البيانات الواقعية للتدفق الطبيعى الشهرى لنهر النيل عند أسوان (مليون مترمكعب) توضح أن ٦١٪ من إجمالى التدفق السنوى للمياه يكون خلال الأشهر أغسطس وسبتمبر وأكتوبر.



شكل (٣) : البيانات الواقعية للتدفق الطبيعى السنوية لأشهر الوفرة المائية خلال الشهور (أغسطس وسبتمبر وأكتوبر) لنهر النيل عند أسوان (مليون متر مكعب).

ثانياً : نماذج التنبؤات

الشكل العام لطريقة التنبؤ

تتلخص طريقة التنبؤ فى استخدام المتوسطات المتحركة لعدد معين من سنوات البيانات المتاحة n ولتكن y واعتبار x هى الزمن (سنوات مناظرة للبيانات y)، وتعتمد الطريقة على التنبؤ بما يسمى بالـ Trendline، وبعد إنجاز عملية التنبؤ بالـ Trendline وفى النهاية تأتى آخر مرحلة وهى فك الـ Trendline بالعلاقة الآتية

لاستنتاج القيم المجهولة،

$$x_e = n\,Y - \left(\sum_{i=1}^{n-1} x_i\right)$$

حيث أن

x_e هى المجموع السنوى المتنبىء به لكل سنة قادمة فى التنبؤ

Y هى القيمة المتنبىء بها من النموذج المطروح للتنبؤ

x_i هى المجموع السنوى المتنبىء به لعدد السنوات المستخدم فى المتوسطات المتحركة n

Moving average of data Y

Values of time X (Years)	Values of Y	Moving Average of 3 years
X1	Y1	
X2	Y2	Y1+Y2+Y3
X3	Y3	.....
X4	.....	.....
X5	.....	.....
X6	.....	.....
X7	.....	.....
X8	.....	.....
X9	.....	.....
X10	Y10	.....
X11	Y11	Y10+Y11+Y12

شكل (٤) : مثال توضيحى لعملية المتوسطات المتحركة لعدد ٣ سنوات فقط وفيه n= 12.

الخطوة الأولى، تبدأ باستنباط أكثر الدوال الرياضية التى تمثل البيانات Y كدالة فى الزمن X مع وجود ما يسمى بـ Residuals وهكذا يتم استنباط الدالة

$Y = f(X) + R$; R is the RESIDUALS

ثم تأتى الخطوة الثانية لاستنباط أكثر العلاقات الرياضية ملائمة بين R وقيمة الزمن المناظرة له XO لتنتج دالة جديدة على هيئة

$R = g(XO) + r$; r is the Residuals

ثم تأتى الخطوة الثالثة للتنبؤ بأبسط العلاقات الرياضية (غالباً ما تكون علاقة خطية) بين قيمتى

$X = f(X) + g(XO)$ وقيمة Y

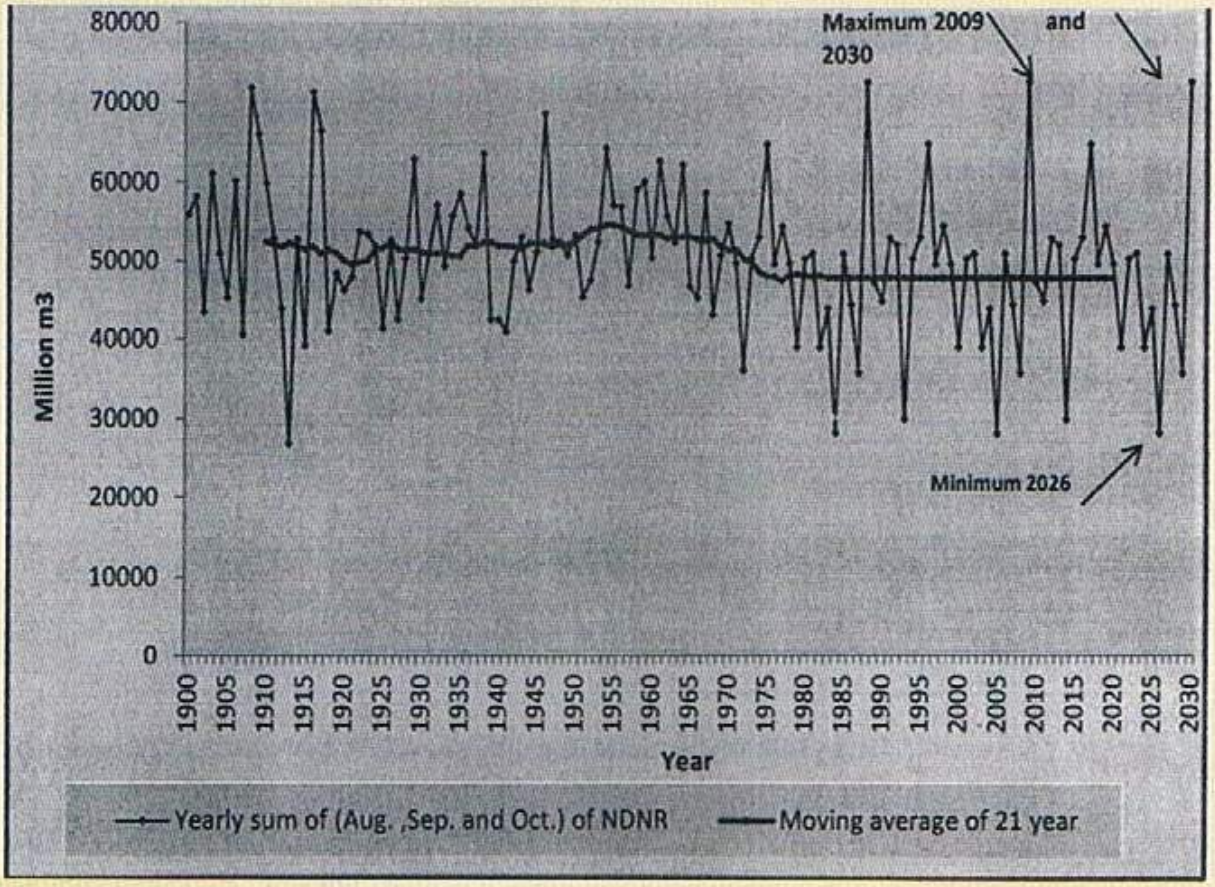
ثم الخطوة الرابعة والأخيرة لفك لـ Trendline بالعلاقة المذكورة أعلاه واستنتاج القيم المجهولة أو المراد التنبؤ بها.

النموذج الأول: مع البيانات التاريخية (١٩٠٠م - ١٩٩٢م) وفترة تنبؤ (١٩٩٣م - ٢٠٣٠م) وفترة تحقيق لمدة ١٠ أعوام خلال الفترة (١٩٩٣م - ٢٠٠٢م).

باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة لـ ٢١ سنة خلال فترة البيانات التاريخية (١٩٠٠م - ١٩٩٢م)، تم الحصول على معادلة التنبؤ الآتية حتى عام ٢٠٣٠م:

$$Y=4270.17+0.91698((47601.6+4459.61/(1+\exp(-(year-1972.28)/(-1.0768))))+(-796.969+2841.39/(1+((yaer-1956.41)/7.58846)^2))).$$

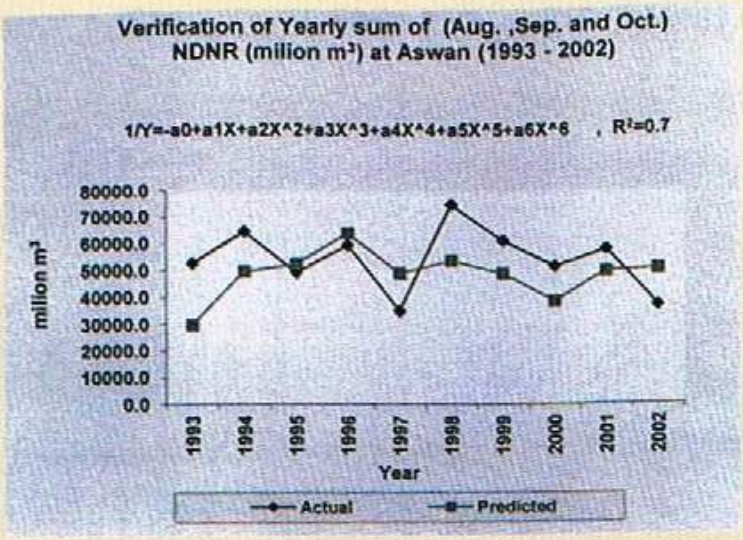
$$R^2 = 0.89 \quad \text{_____} (1)$$



شكل (٥): القيم الكلية الحقيقية لأشهر الوفرة المائية (أغسطس وسبتمبر وأكتوبر) لفترة البيانات من ١٩٠٠م حتى ١٩٩٢م والقيم المتنبىء بها للتدفق الطبيعي لمياه نهر النيل عند أسوان (مليون متر مكعب) لفترة البيانات من ١٩٩٣م حتى ٢٠٣٠م.

التحقيق من نموذج التنبؤ الإحصائي السابق: تم التحقق من النتائج خلال ١٠ سنوات من ١٩٩٣م إلى ٢٠٠٢م حيث كانت قيمة $r^2=0.7$ بين القيم الحقيقية والمتنبىء بها، وكانت العلاقة بينهم ممثلة بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$1/Y=-a0+a1X+a2X^2+a3X^3+a4X^4+a5X^5+a6X^6 \quad , R^2=0.7$$



years	Y	X
	Actual	Predicted
1993	52631.0	29769.9
1994	64573.0	49736.0
1995	49179.0	52428.1
1996	59401.0	63979.2
1997	34900.0	49030.4
1998	74820.0	53821.2
1999	61250.0	49075.9
2000	51480.0	38646.0
2001	57750.0	49701.6
2002	36720.0	50395.9

شـــــكل (٦) : العلاقه الرياضيه بين القيم الواقعه الحقيقيه والقيم المتنبىء بها خلال الفتره من (١٩٩٣-٢٠٠٢) .

r^2 Coef Det	DF Adj r^2	Fit Std Err	F-Statistic
0.712	0.136	4.63 E -6	1.24

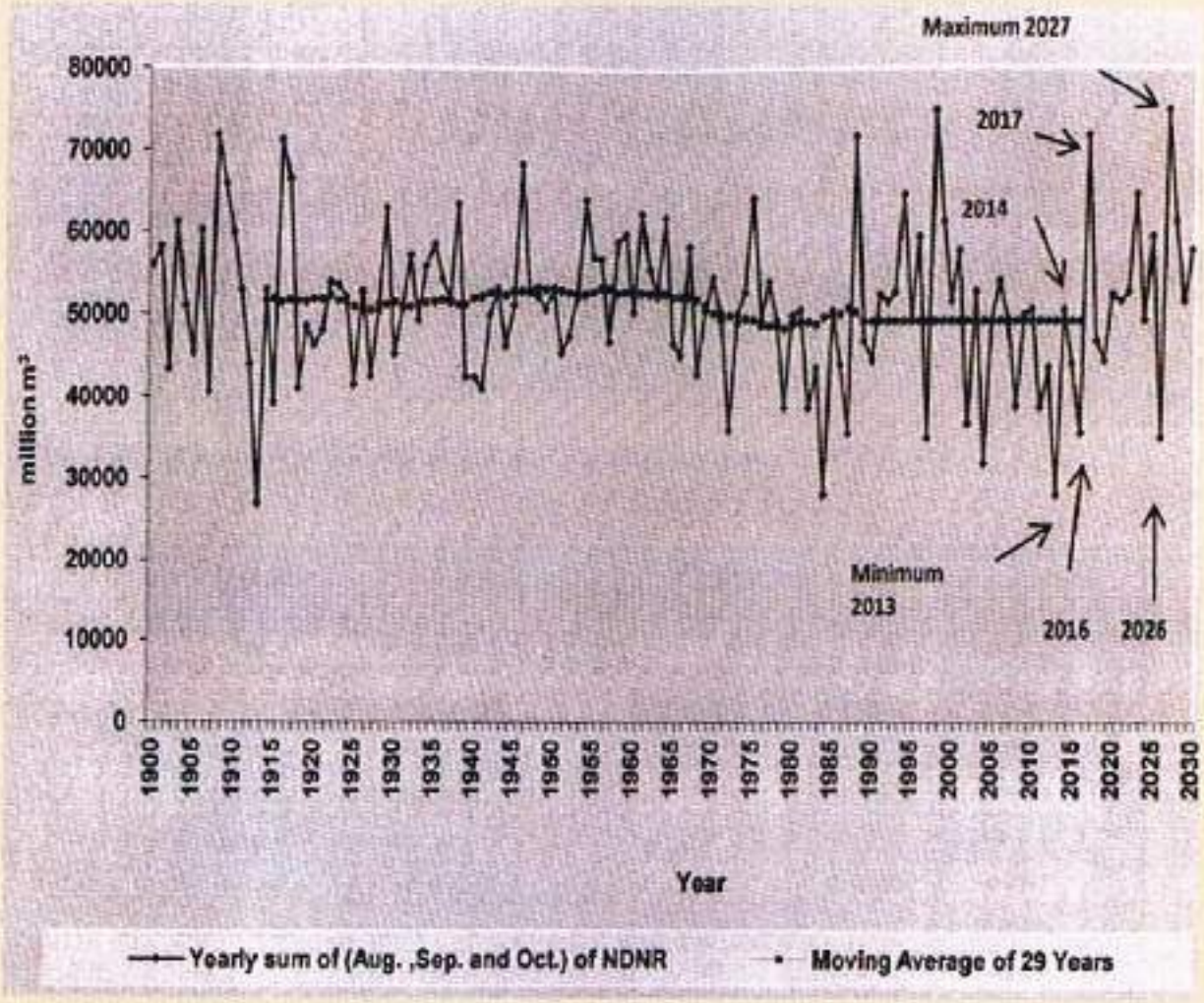
	Value	Std Error	t-Value	95% Confidence limits	
a0	-0.10383	0.055243	-1.88	-0.27961	50.071951
a1	0.000013	6.68E-06	1.90	-8.553977e-006	0.000034
a2	-6.37E-10	3.32E-10	-1.92	-1.692482e-009	4.180191e-010
a3	1.68E-14	8.65E-15	1.94	-1.074730e-014	4.428639e-014
a4	-2.44E-19	1.25E-19	-1.95	-6.420092e-019	1.533852e-019
a5	1.87E-24	9.50E-25	1.97	-1.152737e-024	4.891129e-024
a6	-5.87E-30	2.97E-30	-1.98	-1.530655e-029	3.565492e-030

جدول (١) : يوضح المعاملات الإحصائية الناتجة من استخدام برنامج Slide Write Pluse.

النمـوذج الثانى : مع البيانـات التاريخية (١٩٠٠م - ٢٠٠٢م) وفترة تنبـؤ (٢٠٠٣م - ٢٠٣٠م) وتعذر فترة التحقيق لعدم توفر البيانات.

باستخدام طريقة المتوسطات المتحركة لـ ٢٩ سنة خلال الفترة عاليه للتنبؤ من ٢٠٠٣م حتى ٢٠٣٠م، تم الحصول على معادلة التنبؤ الآتية :

$$Y=6099.227+0.881236((49337.37+2689.959/(1+(year/1969.782)^25 18.513))+(-472.665+1537.455*exp(-0.5((year-1955.098)/9.199941)^2))).,\quad R^2=0.87 \qquad (2)$$



شكل (٧) : القيم الكلية الحقيقية لأشهر الوفرة المائية (أغسطس وسبتمبر وأكتوبر) لفترة البيانات من ١٩٠٠م حتى ٢٠٠٢م والقيم المتنبىء بها للتدفق الطبيعى لمياه نهر النيل عند أسوان (مليون متر مكعب) لفترة البيانات من ٢٠٠٣م حتى ٢٠٣٠م.