النموذج المصرى للتنبؤ بفيضان النيل باستعمال العناصر الجوية وارتباطها بظاهرتى النينو واللانينا

ان أهمية التنبؤ المبكر الصحيح بالفيضان تفيد كافة النواحى الاقتصادية وخاصة الزراعية إذ يعتبر فيضان النيل إحدى الظواهر الجوية المهمة للمناخ وفيضان النيل ظاهرة تحدث خلال فصل الصيف وتمتد حتى قرب منتصف الخريف وتشكل المياه الواردة على النيل من خلال الفيضان ما يقرب من ٧٥٪ من الايراد الكلى للنهر فى اسوان خلال العام والباقى يأتى من هضبة البحيرات العظمى الواقعة فى وسط افريقيا والتى تسقط عليها الأمطار طوال العام تقريبا وفيضان النيل يأتى من الأمطار الغزيرة التى تسقط على هضبة الحبشة خلال فصل الصيف وبداية الخريف حيث تجرى مياه الأمطار فى ٣ روافد ويصل متوسط الايراد الكلى للنهر فى اسوان على مدى العام إلى ٨٥ مليار متر مكعب والمخزن ببحيرة ناصر خلف السد العالى وهناك تغيرات حادة يمكن أن تصل فيها المياه إلى ١٢٠ مليار متر مكعب وهى حالة عالية من الفيضان كالتى حدثت موسم ١٩٩٨- ١٩٩٩ ويمكن أن يقل الإيراد إلى ٥٥ مليار متر مكعب كما حدث فى عام ١٩٨٣- ١٩٨٤م. شكل ١-٢

د. محمد عبدالرحمن على داود

الهيئة العامة للأرصاد الجوية

الطقس والمناخ والنينو

وبناء على هذه الحقائق العلمية فإن السؤال الذى يطرح نفسه فى أذهان العلماء المهتمين بهذا الموضوع هو كيف تحدث هذه الذبذبات الحادة فى ايراد النيل وما هى العوامل الجوية التى تؤدى لحدوثها؟ وللإجابة على هذه التساؤلات يجب أن نعرف ما هو الطقس والمناخ والنينو واللانينا.

الطقس: يعرف بأنه حالة الجو لفترة قصيرة لا تزيد عن بضعة أيام من ١-٧ أيام ويعتمد فى التنبؤ به على التوزيعات الضغطية والدراسات الخاصة بالسينوبتكية والنماذج العددية ناجحة فى هذا التوقع.

والمناخ: هو متوسط حالة الجو لفترة تمتد من شهر إلى ثلاثة شهور- ستة أشهر إلى موسم كامل مثل ظاهرة فى الفيضان والجفاف لنهر النيل.

أما النينو هو ارتفاع فى درجة حرارة سطح البحر للكتل المائية فى المحيط الهادى على خط الاستواء لقارة أمريكا الجنوبية أمام سواحل بيرو وهى مرتبطة بالرياح التجارية الموسمية ففى حالة ضعف الرياح التجارية الموسمية يتزايد امتداد الكتل المائية الساخنة وتسمى النينو وفى حالة قوة الرياح الموسمية التجارية تنحصر الكتل المائية الساخنة وتزيد الكتل المائية الباردة وتسمى اللانينا شكل (٦) وهذا هو التفسير العام للظاهرة ولكن مازالت الدراسات قائمة فى هذا المجال حيث مازال وقت الظاهرة ومدتها بالشهور فى محل خلاف من سنة إلى أخرى.

وقد بدأ اكتشاف الظاهرة بواسطة الصيادين على شواطىء بيرو فى أوائل القرن التاسع عشر وقد استطاع العالم ولكر ربط هذه الظاهرة بالحركة العامة للرياح واعطى تفسير جيد لحالات الجفاف والفيضانات لسنوات النينو واللانينا فى محاولة لفهم هذه الظاهرة وتاثيرها، ولذلك بدء العالم وخصوصا انجلترا فى رصد درجة حرارة المياه للمحيطات بصورة منتظمة ابتداء من ١٩٥٠ ثم بدخول مجال الاقمار الصناعية وبدء رصد صورة كاملة لجميع مناطق المحيطات على صورة شبكية كل ١*١ لخط العرض والطول وبهذه البيانات بدأت مراكز الارصاد العالمية والعلماء فى عمل الدراسات لتفسير هذه الظاهرة وعلاقتها بالظواهر الحادثة والكوارث ومازال يجتهد العلماء لتفسير ارتباط مجموعة حركات تبدو انها منفصلة عند تفسير ظواهر لا تتعدى من يوم إلى ٧ أيام ولكن فى الحالات الموسمية أو المناخية من شهر إلى ثلاثة أشهر يظهر تأثير الدورة العامة للرياح وحركة الكتل المائية للمحيطات والتيارات النفاثة العلوية ومازال التفسير الديناميكى لهذا الارتباط تحت الدراسة شكل ٤ و٥

حيث يرتبط تحرك الكتل المائية «الساخنة - الباردة» بقوة الرياح التجارية الموسمية.

فتعتبر ظاهرة النينوواللانينا من أهم الظواهر التى يعتمد عليها التنبؤ طويل المدى وبذلك لابد من فهمها جيدا حيث تعتمد على الحركة البطيئة للكتل المائية الساخنة «النينو» أو الباردة «اللانينا» فى المحيطات وارتباطها مع الدورة العامة للرياح يتمثل ذلك بصنبور ماء يقوم بتسريب نقط بسيطة هذه النقط لا تؤثر على الوضع الحالى بشىء ولكن على المدى البعيد يتم تجميع المياه بتراكم الزمن يحدث تلف فى البنية باكملها وخسائر كبيرة فى البناء هذا المثل يعبر عن ما يحدث لظاهرة النينو حيث تبدو فى بدايتها بأن درجات الحرارة للسطح ثابتة ولكن بمرور الزمن هذا التغير البسيط للحرارة يعمل على تغير المناخ للموسم القادم وحدوث ظواهر مفاجئة عنيفة وعليه يعتبر الارتفاع فى درجة حرارة سطح البحر الذى بدوره يعمل على نقل الطاقة إلى الغلاف الجوى اعتماداً على فرق درجات الحرارة بين سطح المياه وسطح الأرض فينشا جهد انتقالى كبير يسبب آلية الأمطار.

وقد بدأ العلماء يعطون تفسير غير ديناميكى يسمى (telconnected) أى ارتباط حدوث ظاهرة باخرى فى منطقة بعيدة عنها أى بدء العلماء فى تفسير ظاهرة مثل الجفاف فى الساحل الافريقى بقوة منخفض الهند الموسمى وهكذا بدأ العلماء فى تقسيم مناطق المحيط وخصوصا فى سواحل امريكا الجنوبية بيرو إلى مربعات سميت نينو ١ ونينو ٢ ونينو ٣ ونينو ٤ وحددت كل اسم بحدود لخطوط الطول والعرض كما فى شكل (٣) وقد قام الخبراء المحليون للأرصاد فى كل دول العالم وخصوصا فى أوروبا بربط نينو ١ ونينو ٢ ونينو ٣ ونينو ٤ شكل (٣) بالظواهر المحلية لكل دولة «الفيضانات - الجفاف لأنهار أوروبا» وقد أظهرت الدراسات الحديثة وجود ارتباط بين متوسط درجة حرارة المياه لهذه المناطق وحدوث الظواهر الموسمية او المناخية «الجفاف والفيضان» لكل دولة على حدة وبذلك نجحت الدراسات المناخية بهذه الطريقة

وبدأ علم التنبؤات الفصلية يعطى نتائج ايجابية بالطرق الاحصائية وتفسيرها بالحركة العامة للرياح والتيارات النفاثة وبدا التطور السريع فى علم الاحصاء بنظريات جديدة وبدأت مراكز الابحاث الكبرى بالاشتراك مع الجامعات العالمية فى أوروبا اصدار حزمة برامج للاحصاء مثل ميتلاب - انستات - وآخرها برنامج Climatic Predictability Tool (CPT) أى اداة التوقعية المناخية اصدار معهد البحث الدولى للمناخ والمجتمع جامعة كولومبيا الولايات المتحدة الأمريكية International Research Institute for climate and Society (IRI) وهذا البرنامج يوجد فى تريستا بايطاليا ويتم تدريب الزائرين عليه ونحاول انشاء الله نقل هذا البرنامج واستخدامه فى المركز الاقليمى التدريبى بالهيئة.

التنبؤات طويلة المدى

ويكتسب التنبؤ بحالة المناخ فى الحقب القادمة أهمية خاصة إذا أرادت الدولة أن تكون خططها القومية للتنمية مبنية على أساس علمى صحيح يشمل كل العوامل المؤثرة فالنظام الذى يشكل المناخ معقد لأنه لا يشمل الغلاف الجوى فقط ولكنه يشمل المحيطات والغطاء الثلجى والأرض والمياه العذبة والغطاء النباتى والطاقة القادمة من الشمس والتى تسير هذا النظام وقد يشهد المناخ بعض التغيرات من سنة لأخرى ومن حقبة لأخرى نظرا لظروفه المختلفة والطبيعة الجغرافية لنهر النيل وهو لا يصلح فيه التوزيعات الضغطية نظرا لأن النظام الضغطى متحرك ومتغير بصورة سريعة ويعتمد على الدراسات السينوبتكية التى تنجح فى التنبؤ من يوم إلى ٧ أيام فقط ومثله النماذج العددية التى تعتمد على معادلات الحركة اما فى التنبؤات الموسمية من شهر إلى ثلاثة شهور إلى ستة شهور إلى ١٢شهر تعتبر النماذج العددية فى التنبؤات الموسمية شكل (٣) مازالت تحت الدراسة ومازالت الدول الكبرى تقوم بتشغيل النماذج العالمية التى تحتاج إلى سوبر كمبيوتر بمواصفات خاصة وأيضا إلى مصادر للبيانات الأولية الغير متوافرة إلا فى المراكز العالمية وأيضا الخطأ التراكمى للزمن لمعادلات الحركة وهى من أكبر المشاكل لهذه النماذج وبذلك تعتبر نتائجها إلى الآن تحت الدراسة وأيضا تحتاج إلى دراسات محلية لتحديد القيم الملائمة للمناطق المحلية مناخيا حيث إلى الآن يتم تجربة نموذج عالمى اما فى حالة استعمال جزء معين محلى يتم استخراجه من النموذج العالمى تتواجد مشاكل واخطاء نتيجة الطبيعة المحلية التى تتطلب دراسات كثيفة لتحديد الاساسيات لطبيعة السطح والتربة «صافى الاشعاع - معامل الالبيدو وقيمته - عناصر انتقال الطاقة وغيره» التى سوف يبدأ بها النموذج المحلى فى العمل بها والتى تحتاج بدورها إلى تصحيحات كثيرة شكل (٤) ونظرا لأن نهر النيل له ثلاثة أحواض تمده بالمياه طول السنة فهو من اعقد الظروف المناخية حيث كل حوض له طبيعة مناخية مختلفة «الهضبة الاثيوبية - الاحواض الاستوائية - بحيرة فيكتوريا» (شكل ١).

النظرية القائم عليها التنبؤ بفيضان النيل

١- ارتباط مناطق سقوط الامطار على منابع النيل بظاهرة النينو العملاقة التى ينشأ منها تسخين أو تبريد الكتل المائية بالمحيط لمنطقتين هامتين تم تحديدهما بالدراسة وهما الأولى فى جنوب المحيط الباسفيك وهى تمثل مركز الانخفاض فى درجة حرارة المحيط لشهر يونيو والثانية شمال المحيط الباسفيك وهى تمثل مركز الارتفاع فى درجة حرارة سطح البحر لنفس الشهر وبالنظر إلى التوزيعات الضغطية لشهر يوليو بالشكل ٦ حيث تواجد منخفض المونسون على الهند وهو قريب من المنطقة الساخنة للمحيط وعلى ذلك فمن الممكن وجود علاقة بين المنطقة المحددة (Index 2) ومنخفض الهند الموسمى وأيضا تواجد مرتفع جوى فوق المنطقة المحددة (index 1) وهذا يعطى تفسير لأهمية هذه المناطق فى تحديد الايراد الطبيعى للنهر بسبب مصدر التيار النفاث الشرقى وحركته وتمثل هاتين المنطقتين فى حدود ٦٠٪ من التنبؤ لأهميتها فى تحديد مناطق الأمطار

شكل (٨).

حيث فى كل سنة يتم ايجاد قيمها وما تظهره النتائج ففى حالة ارتفاع درجة حرارة سطح البحر عن المعدل لهاتين المنطقتين يعطى مدلول بالزيادة فى الايراد وفى حالة أن يقل عن المعدل يعطى مدلول بانخفاض الايراد السنوى.

٢- منخفض الهند الموسمى وعلاقته بالجبهة الشبه مدارية «حزام السحب المطيرة التى تلتف حول الارض وهى المصدر الاساسى للمياه العذبة وتحركها وجارى البحوث فى ايجاد العلاقة بين منخفض الهند الموسمى و2 Index ففى حالة نمو منخفض الهند الموسمى مما يسبب امتداده إلى الشمال فى شهر يوليو ناقلا الجبهة الشبه مدارية إلى الشمال فيتحرك معها حزام السحب المطيرة وتسقط الامطار على منابع النيل بالهضبة الاثيوبية ناقلا الهواء الحار من الجزيرة العربية إلى السودان ومصر حتى أوروبا ويظهر تاثير ذلك على القاهرة فى شهر يوليو واغسطس بصورة ارتفاع فى درجة الحرارة وايضا ارتفاع فى الرطوبة النسبية مع انعدام فى سرعة الرياح مما يسبب شعور بصيف شديد الحرارة ومن الشكل ٧ و٨ والذى يعتمد عليه التنبؤ بقيمة ٢٥٪ فقط ومازالت الدراسة قائمة لتحسن النموذج المصرى للتنبؤ بفيضان النيل.

المشاكل التى تم التغلب عليها فى النموذج المصرى

المشكلة الأولى: هى تحديد كمية الامطار على الهضبة الاثيوبية ومنابع النيل فى موسم الفيضان باستخدام صور الأقمار الصناعية أو النماذج العددية ولكن يوجد مشكلة وهى انه ليست كل السحب التى يتم توقعها أو رصدها فى هذه المناطق يسقط منها الأمطار وأيضا تحديد كمية الامطار الفعلية لهذه السحب مازال تحت الدراسة والمشكلة الأخرى هى مناطق سقوط الامطار وهل تسقط على منابع النيل أم فى أنهار ليست لها علاقة بالنيل وهذا ما حدث فى موسم ٢٠٠٣/٢٠٠٤ عندما حدث فيضان فى جنوب السودان لنهر الجاش وتسبب فى خسائر كبيرة فى السودان ولكن هذا الفيضان لم يؤثر فى فيضان النيل حيث ان نهر الجاش يصب فى البحر وليس له علاقة با لنيل.

المشكلة الثانية: هو احواض النهر حيث يوجد ثلاثة احواض للنهر وهى الهضبة الاثيوبية - المستنقعات الاستوائية - بحيرة فيكتوريا حيث كل حوض له خصائص مختلفة فى الظروف المناخية ولا يمكن جمعهما فى ظروف مناخية واحدة.

وسائل التنبؤ باستخدام النموذج المصرى

وفى إطار تفعيل دور الأرصاد الجوية التطبيقية المرتبطة بالظواهر المناخية المؤثرة على الاقتصاد الوطنى والتنمية المستدامة فى جمهورية مصر العربية يقوم باحثى الإدارة العامة للبحث العلمى بالهيئة العامة للأرصاد الجوية بعمل الدراسات والبحوث النظرية والتطبيقات العملية ومن أمثلتها الاصدار السنوى للتنبؤ طويل المدى لفيضان النيل الذى يعتمد على:

١- الايراد الطبيعى للنهر فى اسوان وارتباطه بعدد ثلاث مناطق بحرية للمحيطات «المحيط الهندى - الهادى - الاطلنطى» التى تؤثر على سقوط الأمطار فى وسط افريقيا واستخدام النماذج.

٢- وتفسير تاثير هذه المناطق وارتباطها مع التعريفات الواقعية للدراسات السينوبتكية والديناميكية فى متابعة متوسط حركة التيار النفاث العلوى الشرقى على وسط افريقيا وأيضا التيار شبه المدارى وعلاقتهما بحالة الجفاف والفيضان على وسط افريقيا.

٣- ادخال عنصر فى النموذج المصرى يعبر عن منخفض الهند الموسمى وتاثيره على حركة الجبهة المدارية ITCZ الحزام من السحب المطيرة على خط الاستواء.

أسئلة على نهر النيل وبعض المفاهيم الهيدرولوجية للقارىء

س١: كيفية حساب قيمة موسم فيضان النيل.

ج١: يتم حسابه باستخدام الايراد الطبيعى للنهر عند اسوان حيث يتم تجميع هذا الايراد ابتداء من شهر اغسطس لهذا العام حتى يوليو للعام القادم وتسمى هذه الفترة بالسنة المائية ويتم حساب ذلك بالهيئة الفنية لمياه النيل التابعة لوزارة الرى.

س٢: الأمطار المؤثرة على تحديد الفيضان.

ج٢: أما فيضان النيل فهو يبدأ من شهر اغسطس وسبتمبر واكتوبر ونوفمبر حيث هذه الشهور تعتبر من أهم الشهور لتحديد قيمة الفيضان نظرا لأنها تعطى اكبر قيم للإيراد الطبيعى للنهر حيث ان موسم الامطار على الهضبة الاثيوبية يبدأ من شهر يوليو واغسطس وسبتمبر ومثال ذلك فالايراد الطبيعى لهذه الشهور هى ١٦ إلى ٢٠ مليار متر مكعب فى الشهر بينما باقى الشهور تعطى من ٢ إلى ٤ مليار متر مكعب فى الشهر وبهذا تحدد هذه الشهور حالة موسم الفيضان إذا كان «عالى - فوق المتوسط - متوسط - تحت المتوسط - جاف» وهذا واضح.

السد العالى ومناسيب بحيرة ناصر وعلاقتها بالفيضان

قد تم عمل دراسة فى هذا الموضوع ونشرت بالتفصيل بمجلة الهيئة السنة الاولى - العدد الأول - اكتوبر ٢٠٠٤ وهى تتلخص بصورة بسيطة بوجود علاقة بين فرق ارتفاع المنسوب للبحيرة من أول اغسطس إلى نهايته وكمية المياه الواصلة إلى اسوان فى شهر اغسطس.

- مقياس كمية المياه الواقعى هو الايراد الطبيعى للنهر عند اسوان «البنك المائى لمصر وهى بحيرة ناصر» وعلى ذلك أوضح بعض المفاهيم كالآتى حيث يوجد علاقة بين كمية الايراد الطبيعى للنهر وارتفاع المنسوب لبحيرة ناصر ومن الممكن لغير المتخصص أن يلاحظ الآتى.

- فى حالة الفيضان المتوسط (٨٥ مليار متر مكعب من الماء).

يرتفع منسوب المياه اليومى لبحيرة ناصر لشهر اغسطس ٧سم في اليوم وشهر سبتمبر ٧,٤سم فى اليوم واكتوبر ٢,٣سم فى اليوم أى ان معدل ارتفاع منسوب البحيرة فى شهر اغسطس ٢,١٦ متر وشهر سبتمبر ٢,٢متر وشهر اكتوبر ٠,٧١ متر للبحيرة وبذلك يكون ارتفاع منسوب البحيرة من بداية الموسم إلى نهاية الارتفاع للبحيرة يكون فى نصف اكتوبر تقريبا فى حدود ٥-٦ متر.

جدول (١) بيانات هيدرولوجية لفيضانات مواسم ١٩٩٩/٩٨ و٢٠٠٣/٢ و٢٠٠٤/٣

	فيضان خلال الفترة ١٩٩٩/١٩٩٨	فيضان خلال الفترة ٢٠٠٣/٢٠٠٢	فيضان خلال الفترة ٢٠٠٤/٢٠٠٣	متوسط الفيضان خلال
أعلى منسوب المياه	١٨١,٠٦ متر	١٧٧,٦٩	١٧٧,٩١ متر	
فرق ارتفاع المنسوب	٩,٠٦ متر	٢,٦ متر	٥,٩١ متر	٣٠ سنة ١٩٦٤- ٢٠٠٣
كمية المياه الواصلة اسوان	٨٩,٤٤ مليار م٣	٤١,٧٩٤ مليار م٣	٥٦,٥٢٨ مليار م٣ أقل من المتوسط	٦٣,٣٨ مليار م٣
الإيراد الطبيعى	١٢٠,٧٥ مليار م٣	٧٠ مليار م٣	٨١ مليار م٣	٨٥ مليار م٣
حالة الفيضان	عالى	أقل من المتوسط	أقل من المتوسط	متوسط

ثم التحقق من الهيئة الدائمة لمياه النيل - قطاع مياه النيل مهندسة/ آمال محمد السيد

- فى حالة الفيضان العالى (٩٥- ١٢٠ مليار متر مكعب من الماء) يكون ارتفاع منسوب البحيرة من بداية الموسم إلى نهاية الارتفاع للبحيرة فى نصف اكتوبر تقريبا فى حدود ٨-٩ متر.
- فى حالة الفيضان المنخفض (٧٥-٦٠ مليار متر مكعب من الماء) يكون ارتفاع منسوب البحيرة من بداية الموسم إلى نهاية الارتفاع للبحيرة فى نصف اكتوبر تقريبا فى حدود ٢-٣ متر.

ومن الجدول (١) يوضح بعض مفاهيم الهيدرولوجى لفيضان النيل

التوقع لموسم ٢٠٠٨/ ٢٠٠٩ للفيضان وتاريخ اصداره

من المتوقع أن يكون حالة الفيضان أعلى من المتوسط وكمية المياه التى سوف تصل إلى أسوان تكون محصورة بين (٨٥ ـ ١٠٠ مليار متر مكعب) وتم اصداره بتاريخ ٢٠٠٨/٧/٣٠ أى قبل السنة المائية التى تبدأ من ٢٠٠٨/٨/١ وتنتهى فى ٢٠٠٩/٧/٣٠ وقد تم إعلان الصحف بهذا التوقع ونشر بجريدة الأهرام يوم ٢٠٠٨/٨/٦ وبوجود جهات أخرى بالدولة تقوم بإصدار التنبؤ طويل المدى للفيضان وهى معهد التنبؤ بفيضان النيل والهيئة الفنية الدائمة للمياه وغيرهم من المراكز التابعة لوزارة الرى حيث كل له اسلوبه الخاص فى التنبؤ ويوجد اتصال بين الهيئة والهيئة الفنية المشتركة لمياه النيل وأيضا هيئة السد العالى حيث يوجد لجنة مشتركة تسمى لجنة الشعبة القومية للهيدرولوجى والتى تضم رئيس الهيئة.

متابعة التنبؤ لموسم ٢٠٠٨/٢٠٠٩ للفيضان

- أكدت تقارير وزارة الموارد المائية ان منسوب المياه أمام السد العالى بلغ ١٧٤,٨٧ متر بزيادة بلغت مترا و١٨ سنتيمترا على المنسوب فى الفترة نفسها من العام الماضى وذلك يوم ٢٠٠٨/٨/٦.
- يوم ٢٠٠٨/٨/٧ تسببت فيضانات مدمرة ناجمة عن فيضان نهر اواش بمنطقة ايساتا بولاية عفر شمال شرق اثيوبيا فى تدمير ٥٠٠ فدان وعدد من المنازل طبقا لما افاد به التليفزيون الاثيوبى ومازالت المتابعة مستمرة لتحسين الدراسة.

المراجع

١- فهمى تاوضروس داود وحسن محمد محمد على عثمان واميل شفيق نخلة وعبدالحميد رضوان صاوى ١٩٩٨: السد العالى اعظم السدود الكبرى بافريقيا والعالم - مؤتمر الدولى حول مشكلة المياه فى افريقيا من ٢٦- ٢٧ اكتوبر ١٩٩٨ جامعة القاهرة - معهد البحوث والدراسات الافريقية - صفحة ٢٦٩- ٢٩٢.

٢- عبدالعظيم أبوالعطا (١٩٧٨) وزير الرى السابق.

٣- السعيد البدوى ١٩٩٨: السدود على الانهار الكبرى فى افريقيا مؤتمر الدولى حول مشكلة المياه فى افريقيا من ٢٦- ٢٧ اكتوبر ١٩٩٨ جامعة القاهرة - معهد البحوث والدراسات الافريقية - صفحة ٢٤٧- ٢٦٧.

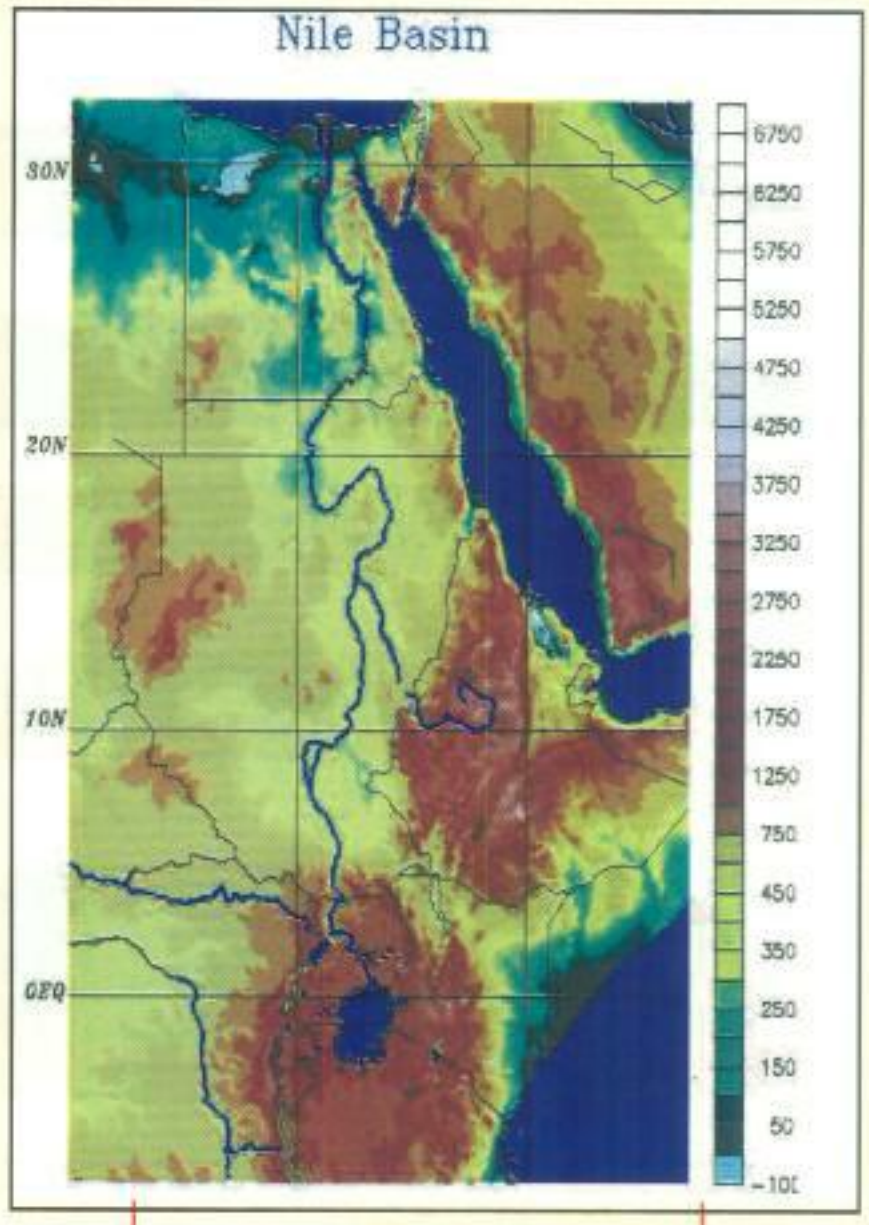
٤- محمد عبدالرحمن على داود (٢٠٠٥) طرق متابعة فيضان النيل والتحقق من التنبؤ لموسمى ٢٠٠٢/٢٠٠٣ و٢٠٠٣/٢٠٠٤ الهيئة العامة للأرصاد الجوية - نشرة الأرصاد الجوية المجلد ١٩ يناير ٢٠٠٥ صفحة ١٥٦- ١٧٠.

5-Adel Anwar Khafagi2000: statistical parameters for some selected discharge stations along the river Nile and its tributaries , volume IV part II, Ministry of water resources and irrigation ,Cairo 2000 ,pp. 10-22

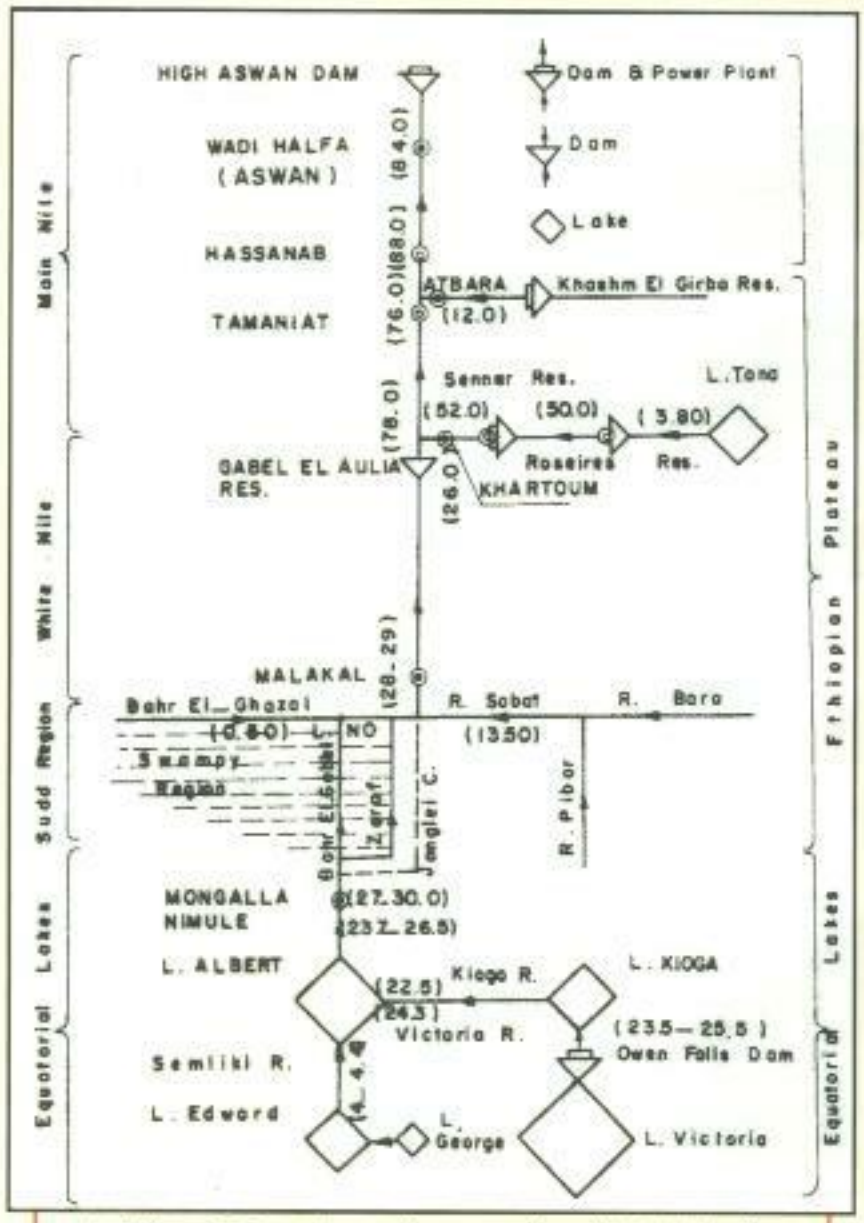
6- Dawod ,M.A.A & M.A.El-Rafy,1999: Towards Long Range Forecast of the Nile Flood,The fourth conference Meteorology &Sustainable development to 21 country, 7-9 March 1999, Met. Authority ,Cairo , Egypt.pp270-248.

7- Dawod ,M.A.A & M.A.El-Rafy,2002: River Nile floods and droughts in relation to Jet Streams and SSTs, Meteorological Research Bulletin , volume 17 ,pp 32-51

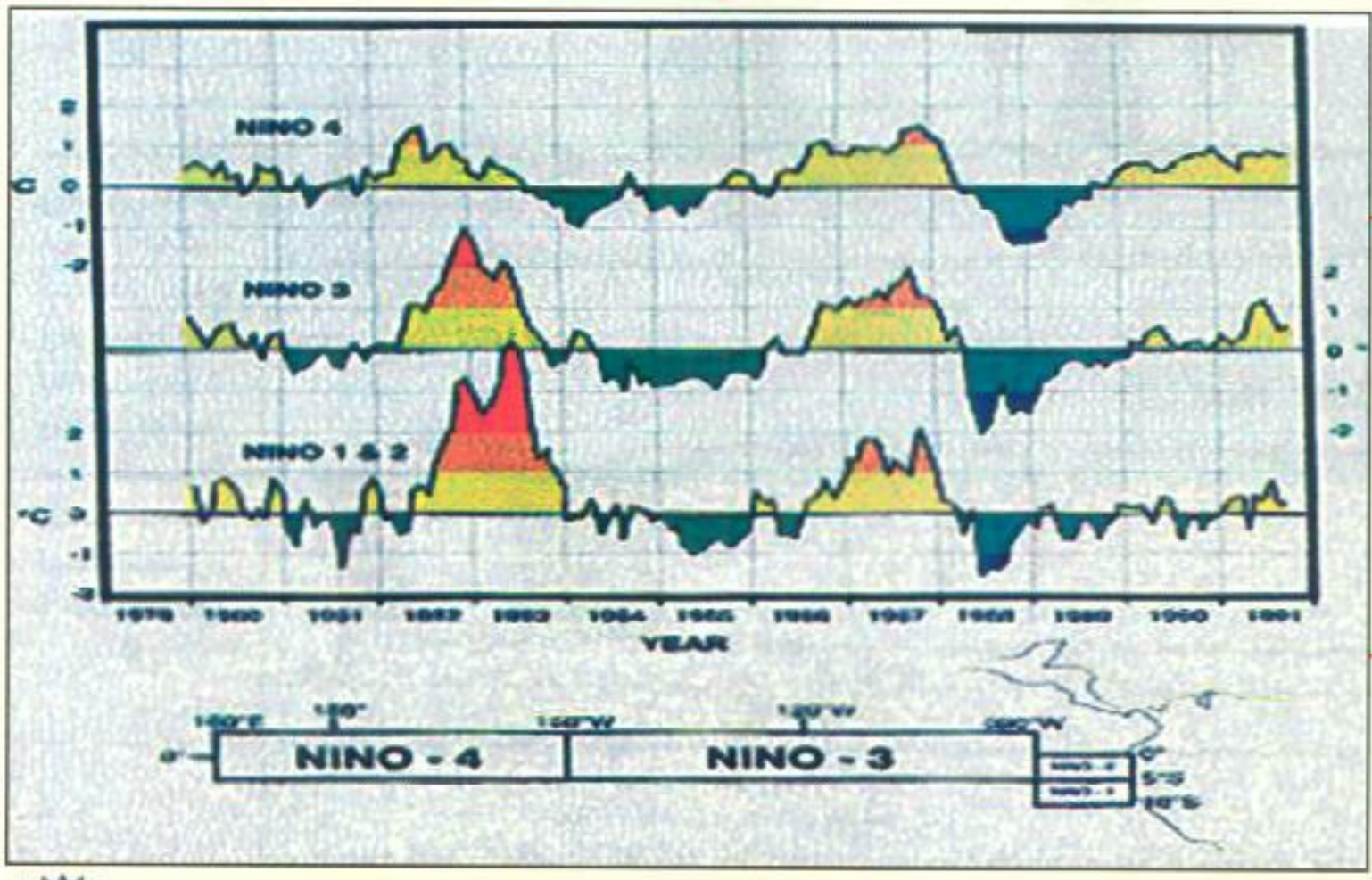
8-Salem,M.H , Dorrah,H.T and Alawi, M.M.(1982):Generalized Multirative Autoregressive forecasting models for river Nile stream flows, Development Research and technological planning center , Cairo university ,Egypt



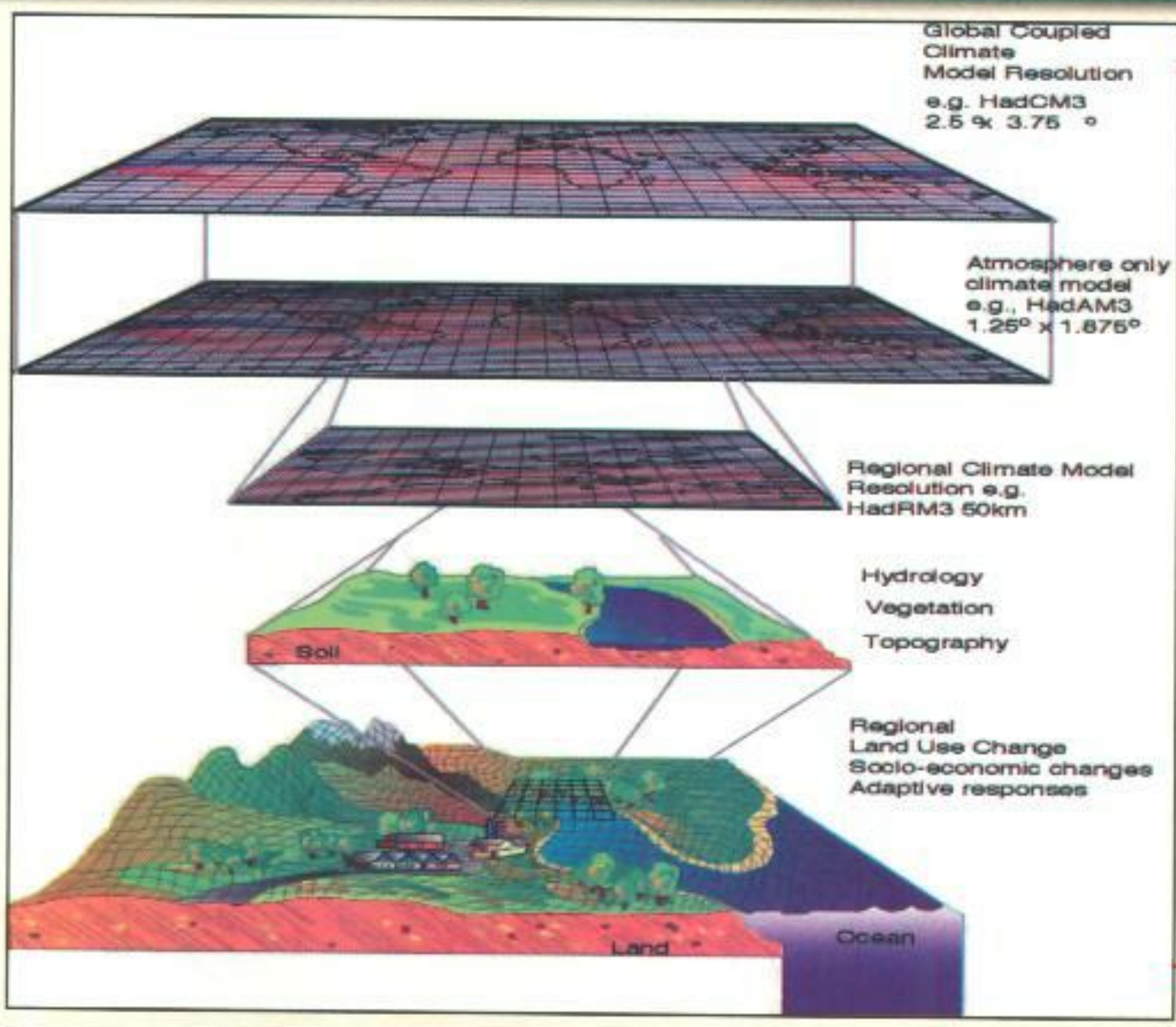
شكل (١) أحواض وادى النيل



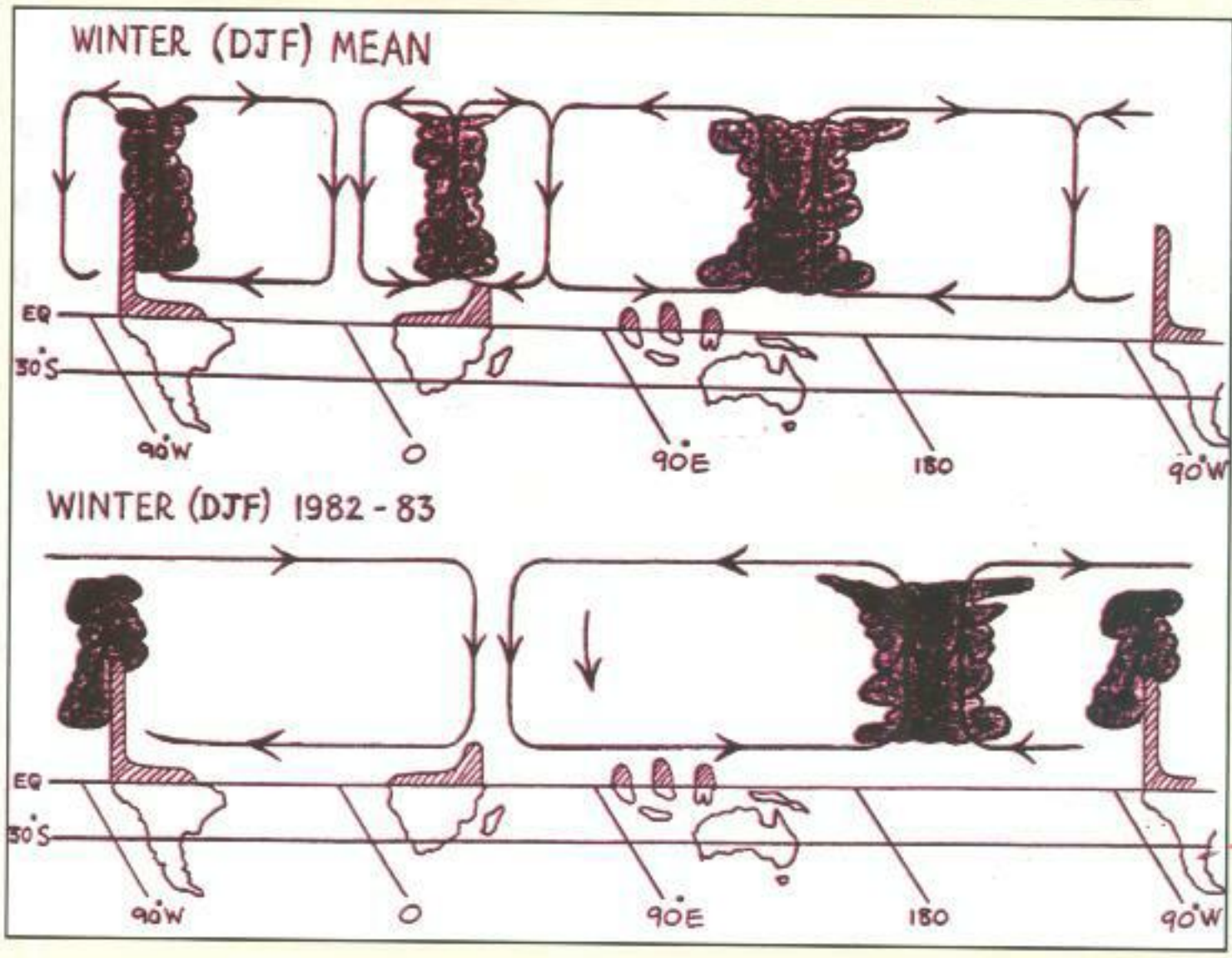
شكل (٢) أماكن السدود والبحيرات وتوزيع الايراد من روافد النهر حتى السد العالى.



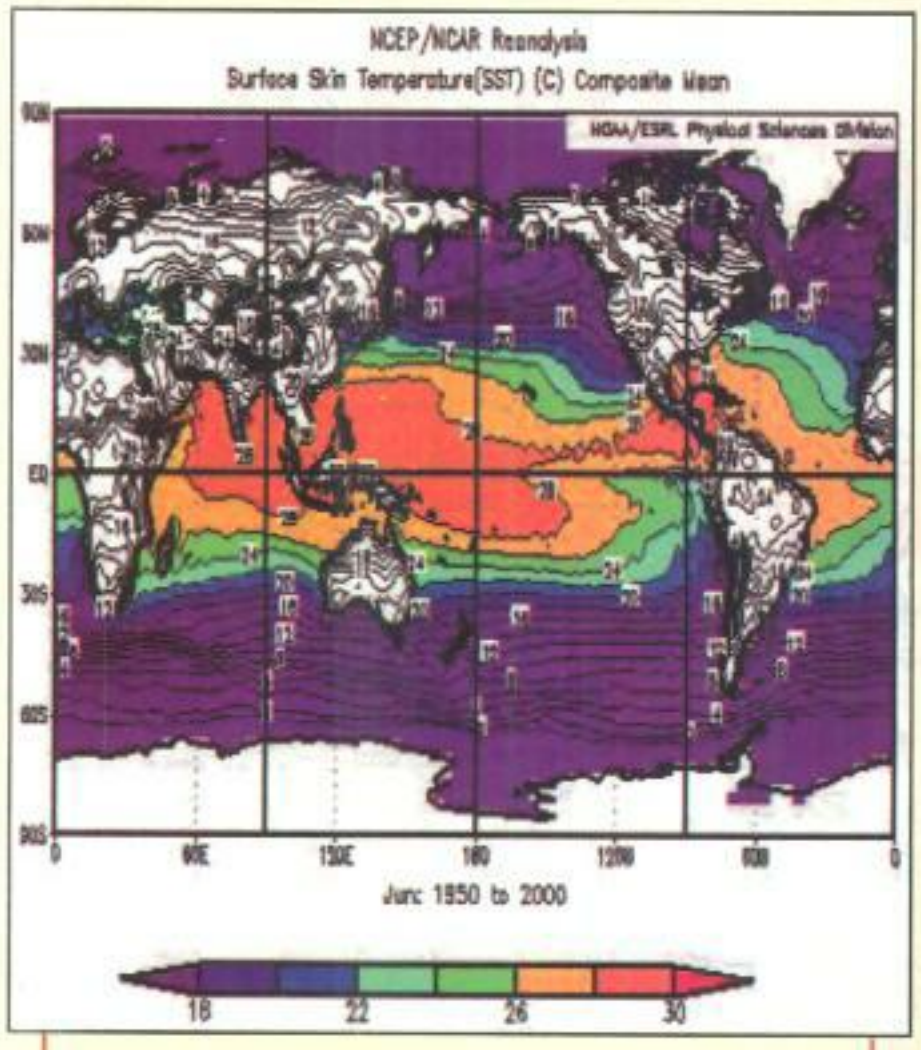
شكل (٣) مناطق النينو ١-٢-٣-٤



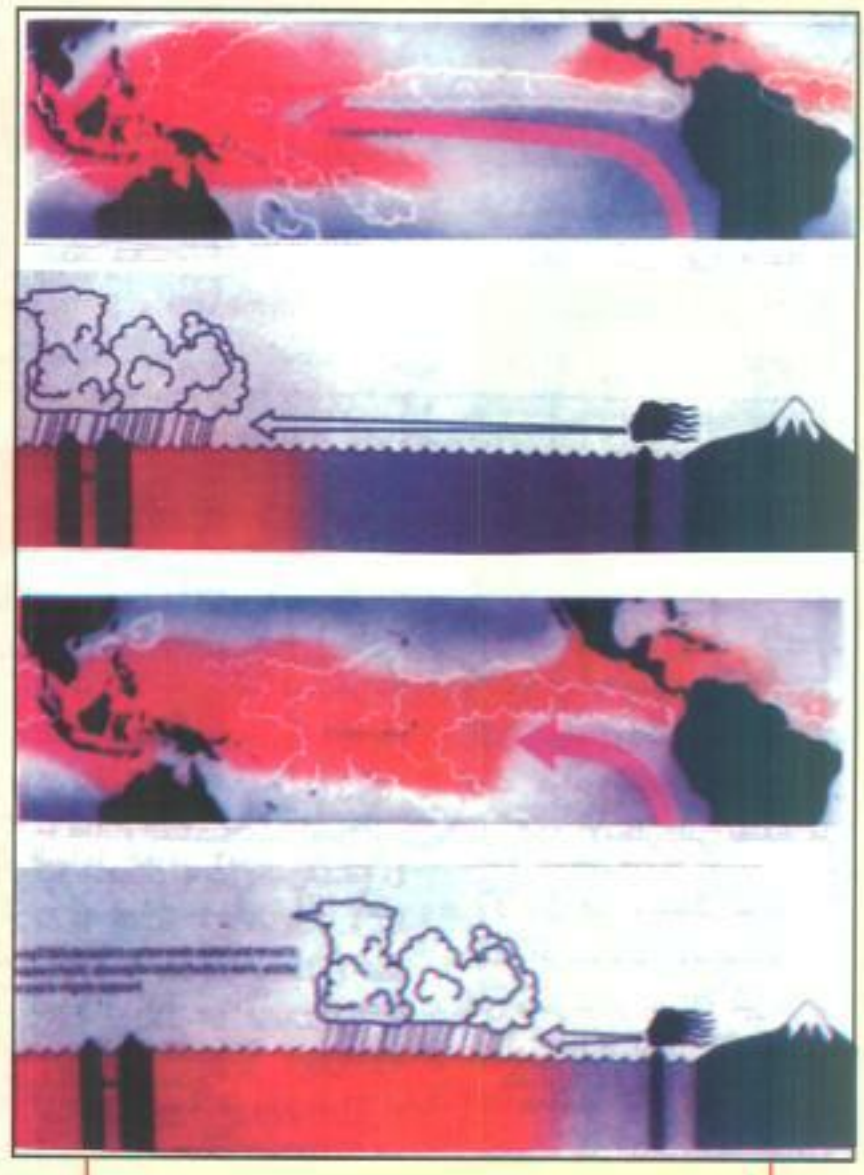
شكل (٤) النموذج العالمى وتحويله إلى نموذج محلى وما يتطلبه من دراسات زراعية وهيدرولوجية لتحديد الأساسيات فى الطبقة الحدية المحلية (الالبيدو - عناصر انتقال الطاقة - غيره) مما يوضح أهمية الدراسات المحلية لتغذية النموذج المحلى.



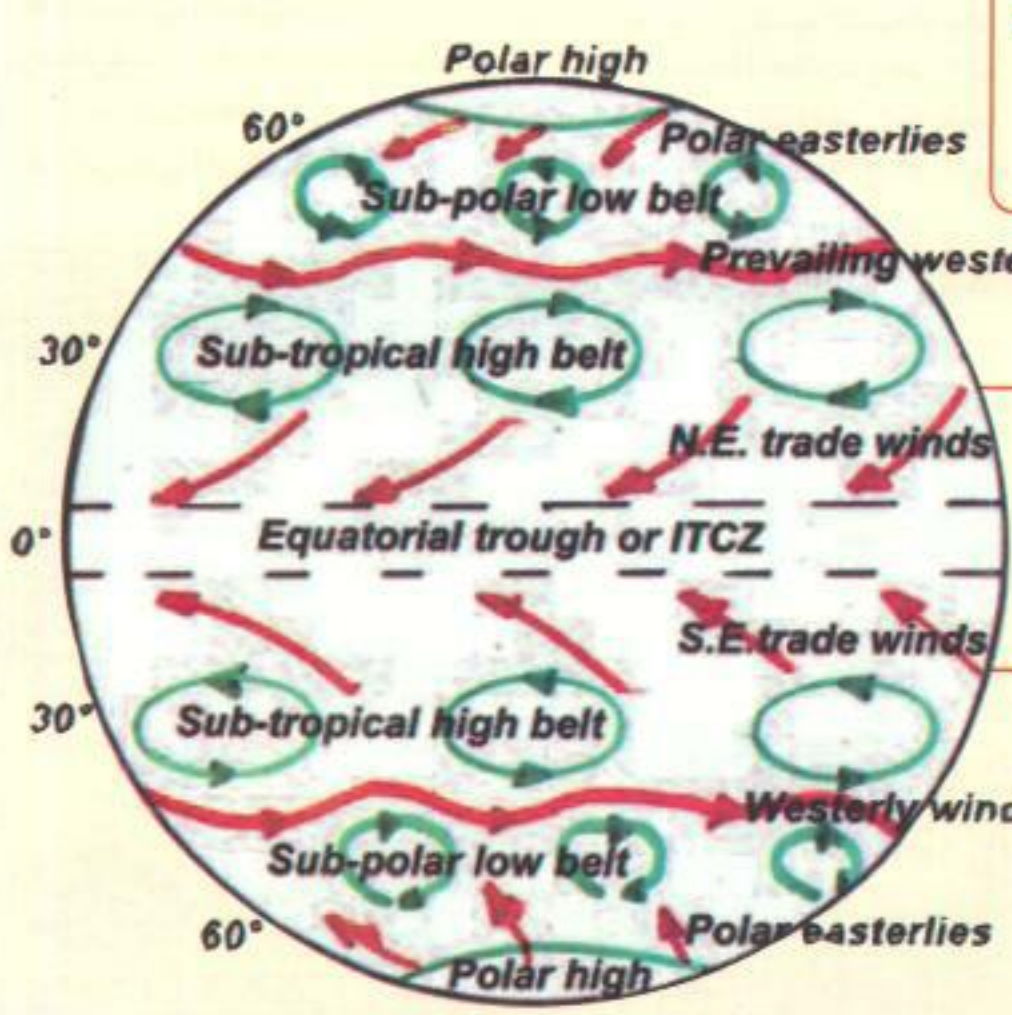
شكل (٥) نظرية ولكر وتفسير علاقة الدورة العامة للرياح وارتباطها بالمحيطات وتغير مناطق سقوط الامطار لظاهرة النينو.



شكل (٨) متوسط التوزيعات لدرجة حرارة سطح البحر لشهر يونيو من ١٩٥٠- ٢٠٠٠.



شكل (٦) علاقة الرياح مع حرارة سطح البحر لظاهرة النينو ولانينا وتغير مناطق سقوط الأمطار وارتباط درجة حرارة المحيط بمناطق سقوط الأمطار.



سكل (٧) الدورة العامة للرياح ومكان الجبهة المدارية ITCZ حزام السحب المطيرة.