# النينو- اللانينا - وتأثيراتهما في تباين المناخ العالمي

الدكتور جهاد الشاعر*

## الملخص

الاينسو ظاهرة طبيعية،وهي أشد تذبذب مناخي طبيعي يظهر على مدى السنوات. يطلق تعبير النينو على التيار المحيطي الاستوائي الشمالي المرتد أو المعاكس الذي يدفع بمياه دافئة نحو الجنوب تحاذي سواحل دولتي البيرو والاكوادور حوالي عيد الميلاد. يشتد زخم هذا التيار في بعض السنوات ويدفع كميات ضخمة غير اعتيادية من المياه الدافئة يتجاوز تأثيرها أواسط المحيط الهادي ويبلغ خط التأريخ الدولي. يتمثل المركب الجوي المرتبط بهذه الظاهرة بالذبذبة الجنوبية " SO " لذا يطلق العلماء عليها، حيث يتشارك الجو والمحيط معاً "الاينسو".

نادراً ما تبقى الظروف الجوية والمحيطية في المحيط الهادي المداري نظامية، وبدلاً من ذلك تتقلب تقلباً غير دوري بين حوادث النينو والحالة المعاكسة " اللانينا" التي تعني تبريداً زائداً للمياه المحيطية في وسط المحيط الهادي المداري وشرقه. تظهر حادثة الأينسو كل(3-6) سنوات وتستمر لمدة سنة أو أكثر.

في أثناء حادثة النينو، تنزاح المياه الدافئة الموجودة أصلاً في غرب المحيط الهادي المداري نحو أواسط المحيط وشرقه عندما تضعف الرياح التجارية الشرقية، جارفة معها أنماط العواصف المطرية المدارية. ينخفض مستوى سطح البحر في الغرب، لكنه يرتفع في الشرق حوالي (25) سم بفعل انقلاب الرياح التجارية، التي

*قسم الجغرافية - كلية الآداب والعلوم الإنسانية - جامعة دمشق

تدفع المياه الدافئة شرقاً على طول خط الاستواء. وعلى كل حال إن التبدل الذي يصيب حركة الجو العامة لايقتصر على العروض المدارية لكنه يمتد بعيداً نحو العروض العليا من خلال مايعرف بظاهرة الترابط عن بعد، ويؤثر في مسارات التيارات النفاثة والعواصف في العروض المعتدلة. وبشكل تقريبي تنعكس هذه الأحوال عند سيادة حادثة اللانينا.

إنّ التغيرات التي تصاحب حادثة النينو تنتج تباينات كبيرة في الطقس والمناخ الإقليمي من سنة إلى أخرى. غالباً مايكون لهذه التباينات تأثيرات حادة بشرية واجتماعية بسبب مايصاحبها من حوادث المحل ( انحباس المطر)، والفيضانات،وموجات الحر وغيرها من التغيرات التي يمكن أن تدمر المزروعات ومصائد الأسماك والبيئة والصحة ومصادر الطاقة ونوعية الهواء، كما تسبب الحرائق وانتشار الأوبئة.

## 1– المدخل:

تشـــكل المـــياه الباردة قبالة السواحل المدارية الغربية لأمريكا الجنوبية مايعرف باللســـان الاســـتوائي البارد لشرق المحيط الهادي Equatorial Cold Tongue<<ECT>>. يشكل تيار البيرو البارد للعروض العليا الجنوبية الذي يدفع بلسان منه نحو الشمال بعيداً عن السواحل المدارية المصدر الأول لهذه المياه (Latif and Neelin 1994; Dilley and Heyman,1995) بينما تمثل الحركة الرأسية الصاعدة للمياه المحيطية (vertical up-Willing ) على الطرف الشرقي للمحيط الهادي نحو مدار الجدي المصدر الثاني (Wallen,1992و Critchfield,1983 ).

تســـهم المـــياه المحيطية الباردة بتبريد الهواء فوقها، مكونة أنظمة من الضغوط الجويـــة المـــرتفعة، ويصاحب ذلك من حالة استقرار جوي، وهذا بدوره يؤدي إلى الجفـــاف، إذ يقـــل معـــدل الأمطار السنوية هنا عن (40) ملم. كما يتشكل تبعاً لذلك الضـــباب الدائـــم الـــذي يحد من وصول الأشعة الشمسية المباشرة، وينقص من شدة الإضاءة مما يسمح بزيادة الأوكسجين المحلول في المياه السطحية، وخلق بيئة بحرية زاخـــرة بكم هائل من المغذيات التي تقتات عليها البلانكتونات، الغذاء الرئيس لأسماك الأنشـــوفة Anchovy والســـردين Sardine. تمثل هذه الأسماك ثروة ضخمة لدول تشـــيلي والبـــيرو والإكوادور، وتكوّن صادراتها نسبة مرتفعة من الدخل الوطني لهذه الـــدول.كمـــا يتغذى عليها أسراب ضخمة من طيور الجوانو Guano birds المتمثلة بطيور البجع Pelicans والغاقةCormorants التي تضع زرقها(روثهاDroppings) على الجزر الصخرية. عُرفت هذه المخلفات العضوية في بدء القرن التاسع عشر مادة لها قيمة تسميدية عالية للمزروعات، كما استخرجت هذه المخلفات العضوية واستثمرت في بداية القرن العشرين عندما أحدثت للبيرو شركة الجوانو الحكومية لمراقبة فعاليات استخراج السماد العضوي وحماية مستعمرات الطيور من الضواري والمفترسات (Glantz , 1997).

تدفع الرياح الغربية الاستوائية المياه السطحية من بركة المياه الدافئة أمامها من غـرب المحـيط الهـادي الاسـتوائي نحو شرقه من خلال التيار الاستوائي الشمالي المعـاكس " NECC " لتصل السواحل الشرقية في عيد الميلاد (بدء السنة الميلادية) لكن تأثيراتها محدودة في الأحوال العادية في التأثير في درجة حرارة المياه السطحية البـاردة فـي شـرق المحـيط. يشتد زخم هذا التيار،اشتداداً غير اعتيادي في بعض السـنوات وتكون قوته فوق المعتاد (Lichfield,1997) ويصاحب ذلك اندفاع كميات ضـخمة من المياه الدافئة المتجهة شرقاً وجنوباً لتصل إلى شواطئ البيرو والاكوادور متوضـعة فوق المياه الباردة. تؤثر المياه الدافئة في حياة الأسماك بسبب قلة المغذيات فـيها، فيصيب الضعف والوهن طيور الجوانو التي تبحث عن الأسماك التي هجرت بيئتها الجديدة، وتسقط ميتة، وقد لفت موت الطيور التي تقذفها الأمواج على الشواطئ نظـر السـكان في هذه المناطق، حول ترقب حدوث ظاهرة غير اعتيادية على طول المحـيط الهـادي الاسـتوائي ومـا سوف تسببه من كوارث طبيعية مدمرة في شكل هطـولات غزيـرة وفيضـانات عارمـة، وما يتبع ذلك من تخريب مريع للأراضي والـتربة. وقد شجعت هذه الظاهرة علماء البيئة على متابعة الكتابة عنها والبحث عن تفسيرات علمية لها... إنها حادثة النينو El Nino Event ..

## 2- هدف الدراسـة:

تهـدف هـذه الدراسة إلى التعريف بظاهرة النينو وأوقات حدوثها و ديمومتها، ومعـدل تكرارها، فضلاً عن مناقشة أسبابها، وإمكانية التنبؤ بها مستقبلاً، كذلك رصد تأثـيراتها الإقليمـية والعالمـية باعتبارها أفضل مثال عن التقلبات أو التذبذبات التي تصيب حركة الجو العامة، والحركة العامة للمياه المحيطية، والتي تعد بدورها المسبب الرئيسـي للتغـيرات التـي تطـرأ على عناصر المناخ المختلفة على نطاق إقليمي، وعالمي. كذلك لأنها أحد المفاتيح المهمة لفهم تباين المناخ على مستوى العالم.

## 3- تعاريف:

النيـنو: مصـــطلح يستخدم لوصف ظاهرة محيطية تتمثل بالتسخن الشديد غير الاعتيادي للمياه السطحية في شرق المحيط الهادي المداري لمدة ثلاثة فصول أو أكثر (WMO-No.8,Feb,1999 ) تصـــل هذه الظاهرة شدتها القصوى في نهاية كانون الأول، أي حوالي عيد ميلاد السيد المسيح، لذلك أطلق عليها صيادو الأسماك الإسبان طفل المسيح Child of Jesus (Hidore and Oliver, 1993;Lichfield,1997).

اللانيـنا La Nina:: مصـــطلح يســتخدم لوصف ظاهرة محيطية تتمثل بالتبرد الشـــديد غير الاعتيادي للمياه السطحية في شرق المحيط الهادي المداري، بذلك فهي تمثل الحالة المعاكسة لحادثة النينو. فإذا كان "النينو" يعني بالاسبانية "طفل " فاللانينا" تعني "طفلة أو فتاة (Hidore and Oliver,1993 ).

الإينســو "ENSO ": تــترافق حادثـــة النينو مع ظاهرة جوية يطلق عليها اسم ((الذبذبـــة الجنوبـــية Southern Oscillation)) والتي يرمز إليها بـــــSO . تتميز هـــذه الظاهـــرة بتأرجح قيم الضغط الجوي السطحي بين أقاليم وسط وغرب المحيط الهـــادي، وبما أن هاتين الظاهرتين مترابطتان لذلك يتم دمجهما تحت اسم (( النينو- الذبذبـــة الجنوبية)) واختصاراً الاينسو (( ENSO)) الاينســو؛ وعادة ما يشار إلى ظاهـــرة الأينسو بتعبير النينو (Glanzer,1997).تمثل حادثتا النينو واللانينا وجهين مختلفين لظاهرة الإينســو.

## 4- حـركة الجـــو العامة والحركة العامة للمياه المحيطية: المحيط الهادي المداري

### 4-1 دورة ولكـــر الحرارية:

تهـــب الرياح التجارية فوق المحيط الهادي المداري من مراكز الضغوط الجوية المـــرتفعة شـــبه المداريـــة نحو خط الاستواء على هيئة رياح تجارية جنوبية شرقية

وشـــمالية شرقية، وعلى خط الاستواء تنساق هذه الرياح إلى جهة الغرب. كذلك هناك حـــركة ريحية عكسية من الغرب إلى جهة الشرق في التروبوسفير. يدعى هذا النظام الريحي بدورة ولكرWalker circulation .

يـــتكون مفهوم هذه الدورة من خليتين حراريتين حركيتين فوق المحيطين الهادي والهندي الاستوائيين. يؤدي تراكم المياه الدافئة، والتي تزيد درجة حرارتها على 27°م فـــي شـــرق المحيط الهندي وغرب المحيط الهادي بسبب الرياح الشرقية في المحيط الهادي والرياح الغربية في المحيط الهندي الاستوائي إلى تسخن الهواء وارتفاعه عالياً ثـــم بعـــد هـــبوطه فوق المياه الباردة في موقعين محيطيين، الأول في غرب المحيط الهـــندي، والثانـــي في شرق المحيط الهادي (شكل 1) إذ يمثل ذلك الوضع الطبيعي للـــرياح فـــي الحـــالات الاعتيادية (Chen,1989;Das1986 ) وكما يلاحظ من هذا الشـــكل، فـــإن لدورة ولكر فرعين، أحدهما هابط فوق المياه الباردة في شرق المحيط الهـــادي، حيـــث يوجـــد الضغط الجوي السطحي المرتفع، والآخر صاعد فوق المياه الســـطحية المحيطـــية الدافـــئة في غرب المحيط الهادي، حيث يوجد الضغط الجوي المنخفض. تبعاً لتوزع مراكز الضغط الجوي تهب الرياح السطحية الشرقية في دورة ولكـــر من شرق المحيط الهادي (ضغط مرتفع) إلى غرب المحيط (ضغط منخفض). تعـــتمد ســـرعة الرياح على غراديان الضغط الجوي، وفي الجو الأعلى هناك رياح تعويضية غربية.

### 4-2 الغربيات الاستوائية:

تعـــد الغربيات الاستوائية بمنزلة حزام نطاقي قوامه رياح سطحية غربية مواكبة لخـــط الاســـتواء فيما بين نطاقي الرياح التجارية لنصفي الكرة الأرضية. يشتد زخم الـــرياح الغربـــية فـــي غرب المحيط الهادي، وتبدو أنها جزء من حركة الجو العامة (Stringer,1989). حيـــث يـــتكون نطاق الغربيات الاستوائية بشكل دائم حول خط الاســـتواء فـــوق إفريقـــيا والمحيط الهندي، واندونيسيا، وشمال استراليا، كما تمتد في

بعض الأوقات فوق غرب المحيط الهادي، ومن الخرائط التي وضعها فلوهن يلاحظ امتداد الغربيات الاستوائية فوق سواحل كولومبيا، وفوق المواقع الاستوائية لأمريكا الجنوبية (Tarakanov,1980 ).

**4-3 الحركة العامة للمياه المحيطية في المحيط الهادي:**

تدفع الأنظمة الريحية السائدة فوق المحيط الهادي المياه السطحية أمامها، ويعد الاحتكاك بين الرياح وسطح الماء القوة الدافعة الأولية (Wallen,1992). تسهم الرياح التجارية السائدة في العروض المدارية بتشكيل تيارات مائية دافئة في المحيط الهادي المداري توافق اتجاهها مع الجهة التي تهب إليها هذه الرياح، أي نحو الغرب، حيث يطفو التيار الاستوائي الشمالي الدافئ NEC والتيار الاستوائي الجنوبي الدافئ SEC. بينما يتكون شمال خط الاستواء التيار الاستوائي الشمالي المعاكس NECC ، وهو تيار تعويضي يتشكل بفعل الغربيات الاستوائية، ويدفع بمياه دافئة إلى جهة شرق المحيط الهادي الاستوائي، كما تصل مياهه الدافئة شمال خط الاستواء حتى السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية المدارية في شهر كانون الأول.

يصطدم تيار البيرو البارد في العروض العليا الجنوبية، والذي يتحرك شرقاً، بالسواحل الغربية لأمريكا الجنوبية دافعاً بمياه باردة بعيداً عن هذه السواحل، ويتقدم لسان مده حتى خط الاستواء، ويتجه غرباً لمسافات محددة (شكل 2). وعلى طول السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية المدارية تدفع الرياح التجارية الجنوبية الشرقية المياه السطحية أمامها إلى جهة الغرب لتصعد مياه باردة مشكلة ما يعرف بالحركة الرأسية الصاعدة للمياه الباردة، كما يتجلى تأثيرقوة كوريوليس بحرف مسار تيار البيرو (قرب مدار الجدي) بعيداً عن السواحل الغربية، ولما كانت للمياه السطحية سرعة كبيرة جداً تفوق إلى حد كبير سرعة المياه الواقعة دونها عند أعماق كبيرة، كان هذا التيار ينعطف بمعدل كبير مما يعزز ذلك حركة صعود المياه الرأسية من

الأعماق قبالة هذه السواحل، التي تقل درجة حرارتها كثيراً عن المياه التي حلت محلها (Critchfield,1983).

تدفع الرياح التجارية الجنوبية الشرقية الهابة إلى جهة الغرب فوق المحيط الهادي المياه السطحية غرباً، حيث تتراكم هذه المياه في طرف المحيط الهادي الغربي ويرتفع مستواها 60 سم أو أكثر بالموازنة مع الطرف الشرقي ( Hidore and Oliver 1993;Watson et al,2001).

إن ثخن الطبقة المائية الدافئة على سطح المحيط الهادي الاستوائي رقيقة وتقل عن 100م، وفي نهاية هذه الطبقة هناك طبقة مائية حدية تدعى( طبقة الانحدار الحراري Thermo cline). حيث الماء بارد جداً دون هذه الطبقة. يغير انزياح الماء الدافئة جهة الغرب عمق طبقة الانحدار الحراري جنوب خط الاستواء. يتعمق مستوى هذه الطبقة إلى 200م دون السطح في غرب المحيط الهادي، بينما يرتفع هذا المستوى إلى السطح في شرق المحيط الهادي ( شكل 3). لتحقيق التوازن المائي مع انزياح المياه الدافئة غرباً، تتدفق المياه جهة الشرق تحت السطح على طول طبقة التدرج الحراري، وهذا مايعرف بتيار كروموبل Cromwell Current، أو التيار الاستوائي تحت السطحي. وهو تيار مائي قوي تصل سرعته حتى 1.1م/ ثا في أواسط المحيط الهادي الاستوائي.

**4-4- العلاقة بين العناصر الجوية والمحيطية:**

يتقابل اللسان الاستوائي المائي البارد (( ECT )) في شرق المحيط الهادي مع بركة المياه الدافئة EWP Equatorial Warm Pool في أواسط المحيط الهادي الاستوائي وغربه، والتي تشغلها أدفأ مياه محيطية استوائية. يتسبب ذلك حدوث التدرج الحراري النطاقي القوي مابين شرق المحيط وغربه، ويعتقد أنهما يترافقان ترافقاً مباشراً مع تدرج قيم الضغط الجوي بين شرق المحيط وغربه، وهما اللذان يسببان دورة ولكر الحرارية

( Bjerkness,1969;Fu,1989;Houghton et al , 2001 ) وعندما تتوضع المياه الباردة السطحية في شرق المحيط الهادي قبالة سواحل البيرو والاكوادور يتبرد الهـواء فوقهـا وتسود حالة استقرار جوي نتيجة لارتفاع قيم الضغط الجوي فوقها، وتصـبح هذه المنطقة مصدر تعزيز للرياح التجارية الهابة غرباً. بينما يتسخن الهواء فـوق (EWP) ويـرتفع حملانياً، وتنخفض قيم الضغط الجوي السطحي، وتهطل الأمطـار بغـزارة مادامت الرياح الهابة من مركز الضغط الجوي المرتفع شرقاً إلى مركـز الضغط الجوي المنخفض غرباً تتسخن جراء ملامستها للمياه المحيطية الدافئة وتتشبع بالرطوبة.

ينقل التياران الاستوائيان الشمالي والجنوبي ( NEC,SEC) كميات ضخمة من المـياه الدافـئة غرباً، ويشتد زخم هذين التيارين مع اشتداد الرياح التجارية ويدفعان أمامهمـا مـياهاً دافئة غرباً مع إفساح المجال لظهور المياه الباردة في شرق المحيط بفعل حركة التأفق الريحي السطحي Surface Advection والحركة الرأسية للمياه الصـاعدة المرتـبطة بضغط الرياح السطحي Surface wind stress، والمحصلة ازدياد برودة المياه السطحية، وتعاظم قيم الضغط الجوي فوقها، ومن ثمَّ تزايد سرعة الـرياح التجارية لتعاظم غراديان الضغط الجوي فوقها بين شرق المحيط وغربه، لذا فالعملـية هي عملية تعزيز ذاتي ( Fu,1989 ). ولتعويض المياه المنتقلة غرباً هناك تـيار كروموبل التعويضي الذي أشير إليه سابقاً، كما تسهم الرياح الغربية الاستوائية بدفـع تـيار مائـي صغير وهو (( NECC )) الذي يحشر نفسه بشكل مخالف بين (SEC ) و(NEC ) ويدفع بمياه تعويضية دافئة من غرب المحيط الهادي إلى شرقه تصـل فـي حوالـي شـهر كانون الأول من كل عام حتى سواحل أمريكا الجنوبية المداريـة، لكن أثره محدود في الأحوال العادية في التأثير في حرارة المياه السطحيَة في شرق المحيط الهادي جنوب خط الاستواء.

### 5- النـينو -الذبذبة الجنوبية /الاينســو:

حظيـت مسـألة الترابط بين الحوادث المناخية التي تتم على نطاق واسع مكانياً وزمانياً باهتمام علماء الرصد الجوي والمناخيين، الذين انصب اهتمامهم على اكتشاف طبيعة هذا الترابط ومسبباته. ولعل خير مثال على هذا الترابط، الذي لايزال حتى الآن لغـزاً محيراً، يتمثل "بالذبذبة الجنوبية ". عندما ترتفع قيم الضغط الجوي فوق المحيط الهـادي، يـؤدي إلـى ميل هذه القيم للانخفاض فوق المحيط الهندي من إفريقيا حتى استراليا، وتترافق هذه الظروف مع انخفاض درجة الحرارة في هاتين المنطقتين، كما يختلف الهطول بشكل معاكس لقيم الضغط الجوي (Walker and Bliss,1930,1937). وفـي السـتينيات من القرن الماضي توافرت بيانات كافية لرسم صورة واضحة لهذه الذبذبـة (Berlage,1966 )، كمـا توضحت في الثمانينيات من القرن نفسه صورة مفصلة لهذه الذبذبة مابين داروين في استراليا وتاهيتي في شرق المحيط الهادي (شكل 4).

تعـرّف الذبذبـة الجنوبية SO على أنها تأرجح طويل المدى ( يحدث كل 3-7 سـنوات) يصيب قيم الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر فوق المحيطين الهندي والهادي في نصف الكرة الجنوبي. عندما ترتفع قيم الضغط الجوي عن المتوسط فوق المحيط الهادي الجنوبي، تميل هذه القيم لكي تنخفض عن المعدل فوق المحيط الهندي، والعكـس صحيح ، أي عندما تنخفض قيم الضغط الجوي في المحيط الهادي الجنوبي تـرتفع قـيم الضـغط الجوي فوق المعدل في المحيط الهندي لنصف الكرة الجنوبي (WMO-No.7,1998;WMO-No.892,1999; Trenberth,1976;Julian and Chervin,1978;Chen,1989). إن القرينة التي تقيس قيمة الذبذبة الجنوبية تعرف باسـم (( قرينة الذبذبة الجنوبية SOI ))، ويتم الحصول عليها بحساب الفرق في قيم الضغط الجوي بين تاهيتي وداروين في استراليا، وفي السنوات الاعتيادية تكون قيمة (SOI ) موجبة (جدول 1). وفي بعض السنوات (كل 3-7 سنوات) تميل قيم الضغط

الجـوي للارتفاع فوق غرب المحيط الهادي (داروين) كما تميل هذه القيم للانخفاض فوق شرق المحيط الهادي (تاهيتي) عندئذ تصبح قيم (SOI) سالبة (شكل رقم 5).

حظيـت هذه الحالة (SOI السالبة) باهتمامات عظيمة خلال النصف الثاني من القـرن العشـرين بسبب ترافقها مع شذوذات حرارية ضخمة في درجة حرارة المياه السطحية في شرق المحيط الهادي الاستوائي، بحيث تعلو المياه الدافئة في حوالي عيد الميلاد فوق المياه الباردة المحيطية في شرق المحيط الهادي بسبب تقدم هذه المياه من وسـط المحـيط الهادي وغربه نحو الشرق، وقد عرفت هذه الحادثة باسم (( النينو)) كناية عن التيار الاستوائي الشمالي العكسي الصغير الذي يعتقد أنه المسؤول عن تقدم هذه المياه شرقاً تقدماً غير اعتيادي في هذه المواقع، وفي هذا الوقت من العام. تتميز حادثة النينو بارتفاع شاذ في درجة حرارة المياه السطحية للمحيط الهادي قبالة سواحل البـيرو والاكـوادور (شـكل 6) ويـترافق هذا بحالات سلبية للذبذبة الجنوبية خلال الأحـوال التـي تكون خلالها شذوذات الضغط الجوي السطحي فوق المحيط الهندي المداري موجبة( Chan,1989;Philander,1983;Wyrtki;1975;Rasmusson and Carpenter, 1982;Rasmusson and Wallace,1983;Bjerkens,1969).

إن التزامـن بيـن الحـالات السلبية لقرينة الذبذبة الجنوبية وحادثة النينو يقوي دورة هادلـي (Horel and Wallace,1981 )، كذلـك يضعف دورة ولكر الحرارية إلى الحـد الـذي تتحول فيه إلى ((دورة ولكر الحرارية العكسية)) إذ ينقلب اتجاه الرياح الـتجارية فـي المحـيط الهادي المداري (Lichfield,1997 ). ونظراً لتوافق زمن حـدوث النينو والذبذبة الجنوبية وترابطهما أطلق علماء المناخ مصطلح (( الاينسـو ENSO )) كدمـج للمصطلحين،ليشـير المصـطلح الجديد إلى الفعل المشترك لهما، لأنهما مندمجتان بحيث تشكلان نظام شواشي Chaotuc System، أي إن كل حادثة تنبيهية مهما كانت صغيرة (عادة لايمكن تحديدها) يمكن أن تحرك كامل النظام باتجاه حادثة الإينسو (Lichfield,1997 ).

## 6- التـــبدلات فـــي نظام الغلاف الجوي والمحيطي في أثناء حادثة الإينسو:

يلاحـــظ في السنوات الاعتيادية أنّ قيم (SOI) موجبة لوجود مياه باردة سطحية فـــي شـــرق المحيط الهادي يعلوها ضغط جوي مرتفع، ومياه دافئة سطحية في غرب المحيط يعلوها ضغط جوي منخفض. تبعاً لهذه الظروف تهب الرياح التجارية الشرقية مـــن مركـــز الضـــغط الجـــوي المرتفع في شرق المحيط إلى مركز الضغط الجوي المنخفض في غرب المحيط.

عـــندما تصبح قيمة ( SOI) سالبة في بعض السنوات فهذا يعني أن قيم الضغط الجـــوي عند مستوى سطح البحر في غرب المحيط الهادي بدأت بالارتفاع بشكل شاذ ( !!)، كما تميل هذه القيم للانخفاض في شرق المحيط الهادي المداري قبالة السواحل الغربـــية لأمـــريكا الجنوبية المدارية. إذ يتزامن ذلك مع بداية السنة الميلادية، وتبقى درجـــة حرارة المياه السطحية في غرب المحيط الهادي مرتفعة ( فوقها ضغط جوي مرتفع !!)، كما ترتفع درجة حرارة المياه السطحية في شرق المحيط الهادي المداري بشكل شاذ (فوقها ضغط جوي منخفض) ونتيجة لتناقص غراديان الضغط الجوي بين شـــرق المحـــيط وغربه تضعف الرياح التجارية الهابة من شرق المحيط إلى غربه، وعندما تصبح قيم الضغط الجوي فوق شرق المحيط أقل من غربه ينقلب اتجاه الرياح التجارية، فتهب الرياح من غرب المحيط إلى شرقه (دورة ولكر العكسية) ونتيجة لذلك يشـــتد زخم الرياح الغربية الاستوائية على طول خط الاستواء. يفسر ضعف الرياح التجارية، أو انعكاسها، بأن الماء السطحي الدافئ والذي كان يتجمع بشكل طبيعي في غـــرب المحـــيط الهادي الاستوائي (بجوار أندونيسيا واستراليا) بفعل الرياح التجارية الشرقية، بدأ بالحركة السطحية العكسية العائدة نحو مركز المحيط وشرقه.

عـندما تهـب الـرياح التجارية هبوباً معاكساً على هيئة غربيات قوية يضعف التـياران الاستوائيان الشمالي والجنوبي (SEC,NEC)، كما تدفع هذه الرياح أمامها بلسان من المياه الدافئة شرقاً. يعرف هذا اللسان بموجة كلـفن Kelvin wave. هناك فـرق بين موجة كلفن والتيار المائي الاستوائي الشمالي العكسيNECC، وهما ليس واحـداً غير أنهما يتحدان ويدفعان أمامهما الماء الدافئ بعيداً نحو شرق وجنوب شرق المحيط الهادي أكثر من المعتاد (Hidore and Oliver,1993 ).

وفي حوالي عيد الميلاد ترتفع درجة حرارة المياه السطحية لتفوق 30 ° م قبالة سـواحل البيرو والاكوادور، وتزداد الرقعة التي تشغلها المياه الدافئة غير الاعتيادية لتمـتد علـى طـول 13000 كـم بشكل يحيط بخط الاستواء الجغرافي من الشمال والجـنوب نحـو 7.5 درجـة عـرض (حوالي 830 كم). كما ينخفض موقع المياه الـباردة، ويتوضع فوقها مياه دافئة بسماكة 150 متراً تقريباً، ويرتفع مستوى سطح الـبحر نحـو 0.25 م، وبذلك ينخفض مستوى طبقة الانحدار الحراري قبالة سواحل البـيرو والاكوارد من مستوى سطح البحر (راجع الشكل 3) حتى عمق 150 م عند ظهور حادثة الاينسـو (شكل 7) كما يتوقف تدفق المياه الباردة جهة الشرق عبر تيار كروموبل.

تؤثـر درجـة حـرارة المـياه السطحية، وتبدل أنظمة الضغط الجوي السائدة، ومـنظومة الـرياح علـى كمـية الأمطار وتبدلاتها. ففي سنوات الإينسـو تتحرك العواصف المدارية التي كانت تسقط أمطاراً غزيرة فوق أندونيسيا واستراليا، شرقاً مع تحرك المياه الدافئة لتسقط أمطاراً غزيرة فوق أواسط المحيط الهادي وشرقه، وتطال هـذه الهطولات مناطق جافة بطبيعتها، وتؤدي إلى فيضانات غير اعتيادية في البيرو والاكوادور بينما يصيب الجفاف أندونيسيا وشمال استراليا.

**6-1 مناقشة هذه التبدلات:**

تتمـثل السمات الأساسية التي تسود عند حدوث الاينسـو بارتباط درجة حرارة المـياه السـطحية المحيطـية المـرتفعة في شرق المحيط الهادي المداري بالضغط المـنخفض والهطـولات الغزيـرة، بينما تقترن المياه السطحية الدافئة في غرب هذا

المحيط وشرق المحيط الهندي بهطولات قليلة وضغط جوي مرتفع. لتفسير هذا الأمر لجأ فيو (Fu,1989) لاستخدام مفهوم التوازن الستاتيكي Static equilibrium بغية توضيح طبيعة العلاقة بين درجة حرارة المياه السطحية والضغط الجوي السطحي فوقها. إن الهواء الجاثم فوق المياه السطحية الدافئة سوف يتسخن، ثم يتمدد، ويرتفع مطوراً أنظمة من الضغوط الجوية المنخفضة (شرق المحيط الهادي)، والعكس بالعكس.... ولكن من وجهة نظر أخرى، فإن تطوير منخفضات جوية حرارية سوف يزيد نسبة التغيم، وهذا ينقص عملية امتصاص الماء للأشعة الشمسية، ومن ثمَّ تنخفض درجة حرارة المياه السطحية، لذا فإن النتيجة النهائية سوف تعتمد على توازنهما. وبالطريقة نفسها فإن نظام الضغط الجوي المرتفع الذي يقلل من نسبة التغيم سوف يزيد امتصاص الأشعة الشمسية، وبالتالي تزداد درجة حرارة المياه السطحية. إن العلاقة بين درجة حرارة المياه السطحية والضغط الجوي السطحي في غرب المحيط الهادي وشرق المحيط الهندي في أثناء حادثة الاينسو ربما تكون من هذا القبيل ( شكل 8).

أوضح داس (Das,1986 ) العلاقة بين المياه السطحية الدافئة في شرق المحيط الهادي المداري وغربه وحركة الرياح بينهما ( دورة ولكر العكسية ) على أساس أن غياب الاتزان الجيوستروفيكي [1] (Geostrophic balance) في العروض المدارية يخلق رياح تدرج حراري قوية، حتى ولو كان الفرق بين درجتي الحرارة بسيطاً أو ضعيفاً جداً.

لم يستطع العلماء حتى تاريخه تحديد نقطة ثابتة تمثل الانطلاقة الأولى في هذا النظام الجوي – المحيطي الشاذ، فكل حادثة تبدأ بظروف متباينة عن الأخرى، كما أن هناك الكثير من الأسئلة تنتظر الإجابة. فهل تباين قيم الضغط الجوي يبدأ أولاً ثم يتبعه

[1]– الاتزان الجيوستروفيكي: الحالة التي تتوازن فيها قوة تدرج الضغط مع قوة كوريوليس.

تـــبدل في وجهة الرياح التي بدورها تعزز التيار الاستوائي الشمالي العكسي وموجة كلفن اللذين يدفعان بالمياه الدافئة شرق المحيط ؟ أم أن المياه الدافئة تظهر اولاً شرق المحيط ثم يتبعها انخفاض في قيم الضغط الجوي السطحي في شرق المحيط وارتفاعه فـــي غـــرب المحيط ثم تبدل وجهة الرياح....؟ ظهرت بعض حوادث الاينســو قبالة ســـواحل أمـــريكا الجنوبـــية المداريـــة مع ظهور المياه الدافئة، ثم تبعها تغيرات في العناصر الجوية، وانتقلت تأثيراتها نحو الغرب. ظهرت حادثة الاينســو1983/82في الحوض الغربي من المحيط، إذ بدأت مع تغيرات في قيم الضغط الجوي ثم في النظام الريحـــي السائد الذي اسهم بانتقال المياه الدافئة نحو الشرق، كذلك الهطولات. وعكس ذلك تطورت حادثة الاينســـو 1997/ 1998 مع ارتفاع درجة حرارة المياه السطحية لشرق المحيط تبعها تغير في قيم الضغط الجوي، ثم انتقلت التأثيرات غرباً.

أجـــرى فيو (1989) دراسة تحليلية إحصائية حول طبيعة العلاقة بين العناصر المحيطـــية (درجـــة حرارة المياه السطحية SST، التيار الاستوائي الشمالي العكسي NECC،التـــيار الاستوائي الشمالي NEC، التيار الاستوائي الجنوبي SEC، اللسان الاســـتوائي الـــبارد لشرق المحيط الهادي ECT )والعناصر الجوية (متوسط الجريان الريحي الطولاني Im، ومتوسط الجريان الريحي النطاقي عند خط الاستواء Iz، شدة مـــرتفع شمال المحيط الهادي H، شدة المنخفض الاستوائي L ) باستخدام المتوسطات الشهرية لجميع هذه العناصر خلا ل الفترة (1963-1975 )، إذ استنتج من دراسته:

– أن الاخـــتلافات التـــي تطـــرأ علـــى جميع العناصر المحيطية عادة ماتسبق نظـــيراتها مـــن عناصـــر المـــناخ، مع وجود فارق زمني أعظمي يصل حتى سبعة أشهر..... وهذا يدعونا للاقتراح بأن هناك احتمالاً لأن يؤدي المحيط دوراً في ظهور الذبذبـــة الجنوبية قصيرة التردد..... إن هذه النتائج تتفق مع النتائج التي توصل إليها راس ميوسن وكاربنتر (Rasmusson and Carpenter, 1982). لقد تبين أن تغيرات

درجـــة حـــرارة المـــياه السطحية المحيطية تقود إلى وجود اختلافات في قيم الضغط الجوي السطحي مابين تاهيتي وداروين بعد نحو 3.3 ±0.3شهر.

- مـــن بين جميع العناصر المحيطية يبدو أن NECC هو مفتاح التفاعل بين المحيط والغلاف الجوي.
- أن اخـــتلاف SST ترتـــبط أساســـاً بالاختلافات التي تعتري NECC أكثر من ارتباطها بالاختلافات التي تعتري NEC وSEC.
- أن الاخـــتلافات التـــي تطـــرأ علـــىNECC تظهر قبل شهر ونصف الشهر من التغيرات في SST في شرق المحيط الهادي الاستوائي.
- عـــندما يـــتقوى NEC و NECC ترتفع SST في ECT وتسيطر المياه الدافئة والعكس صحيح.

لقـــد بـــات واضحاً أن اختلاف SST في شرق المحيط الهادي الاستوائي مرتبط ارتـــباطاً رئيســـياً باختلافات NECC. إن الاختلافات الطارئة على SST في ECT تؤثـــر فـــي الاختلافات التي تطرأ على SEC و NEC، ومن ثمَّ فإن الفرضية الأولى حـــول أن مايطرأ على SEC من اختلافات يعد نقطة الانطلاق الأولى لبداية اختلافات SST فـــي شرق المحيط الهادي لاتتوافق مع النتائج الإحصائية التي تقول ((إن انتقال المياه السطحية الدافئة من غرب المحيط إلى شرقه بواسطة NECC يعد أكثر أهمية لاختلافات SST في EST لشرق المحيط الهادي الاستوائي (Fu,1989)، وكما تبين مـــن الملاحظـــات الحديثة والدراسات النظرية، فإن الاختلاف في شدة NECC يعود أساساً إلى الاختلافات الطارئة على الغربيات الاستوائية، وموجة كلفن المرتبطة بذلك.

وضح جينج (Jing,1966 ) أن سرعة NECC تقدر بثلاثة أمثال سرعة NEC و SEC، كمـــا يقدر حجم المياه الدافئة الذي ينقله هذا التيار بالحجم نفسه الذي ينقله تيار كورشيفو أو تيار الخليج. وما دام NECC تياراً ضحلاً يتوسط ويعاكس NEC

و SEC، إلا أن السـرعة العالية التي يتصف بها، والكمية الضخمة من المياه الدافئة التـي يـنقلها يمكن استخدامها لتفسير ذلك. ونظراً لأن NECC يتجول بين SEC و NEC فإنـه من المحتمل لأن يكون أكثر حساسية للاختلافات التي تطرأ على النظام الريحي السائد فوقه.

## 7- أسباب حادثة النينو

تعـد حادثـة النيـنو تعبـيراً بـارزاً عن العلاقة المتبادلة بين الغلاف الجوي والمحيطات (Chen,1989). وهي نتاج التفاعل بين عناصر محيطية وأخرى جوية. إنـه حقـاً تفـاعل معقد يحدد بداية حوادث النينو ونهايتها. لكن الشئ المهم هنا هو معرفة نقطة الانطلاق الأولى في هذا التفاعل، إذ إن أي تبدل مهما كان ضئيلاً في هذه العناصـر يقـود بالتالـي إلى تبدلات متتالية سببية نتيجة العلاقة المشوشة بين هذين النظاميـن، توجـه بدورهـا جميع هذه الناصر نحو تطوير هذه الحادثة حتى بلوغها مرحلة الكمال.

أشارت جميع الدراسات المتخصصة إلى أن النينو حادثة تظهر كل عدة سنوات، ولازالـت أسـبابها مجهولة حتى الآن، ومع ذلك وضعت افتراضات حول مسبباتها. بعضـهم يرى أن حادثة النينو تنجم عن الكميات الهائلة من الحرارة التي تنطلق إلى قعـر المحـيطات عندما تتدفق الماغما إلى هذا القعر من الأعماق. وهناك رأي آخر مفاده أن حادثة النينو تنجم عن السقوط الغزير للثلوج فوق آسيا في الشتاء الذي يسبق ظهـور هـذه الحادثة. تقول هذه الفرضية إنه عندما تتراكم الثلوج فوق الكتلة القارية لأوراسـيا في شتاء ما، فإن ذوبان الثلوج سيكون أعظم خلال فصل الصيف اللاحق، وهـذا يـنقص بدوره التسخين الاعتيادي للكتلة القارية خلال فصل الصيف، وللأسف فمـن المحـتمل انتظار مرور عدة حوادث نينو بغية اختبار صحة هذه الافتراضات (Hidore and Oliver,1993 ). بيـنما أكـد آخرون أن للتأثيرات الخارجية ( والتي

تعـرّف أحياناً كقوة) المستمدة من الثورات البركانية والبقع الشمسية تأثيرات مهمة في ظهـور هـذه الحادثـة، غـير أن هذا الأمر لم يدّعم بالأدلة والبراهين حتى تاريخه (WMO-No.2,1997 ).

أشار كلانتز(Glantz ,1997) إلى أن هذه الحادثة تظهر بفعل الطبيعة (By Nature )، وكـل مايسـتطيع العلماء فعله الآن هو محاولة التنبؤ بهذه الحادثة، ثم مراقبتها وتحليلها، وخلق أفكار جديدة بعد كل حادثة حول مسبباتها، كذلك الإتيان بأفكار جديدة حول مايمكن أن تحدثه من تأثيرات. تعطينا حالة النينو فرصة أخرى للتفكير حول (( كيف يمكن للنينو أن تؤثـر بنا خلال العام القادم بافتراض أن هذه الحادثة ستظهر حتماً.)) وبعد مناقشة مستفيضـة لحادثـة النينـو ومسبباتها كان ليتشفيلد (Lichfield,1997 ) أكثر جرأة وصـراحة حين سلّم بدور القدرة الإلهية وكتب ((هي إحدى أعمال الله سبحانه وتعالى An Act of God)).

## 8- التنبؤ بحادثة النينو:

تركـزت النشـاطات البحثـية خلال العقود الثلاثة الماضية حول اشتقاق برامج (موديـلات) كومبيوتر للتنبؤ بحادثة النينو قبل حدوثها، وموعد اضمحلالها، وبالتالي ديمومـتها بغـية التوجيه باتخاذ الإجراءات الكفيلة بتخفيف حدة آثارها الضارة إقليمياً وعالمياً. يتم كشف حادثة النينو عند حدوثها من خلال صور التوابع الصنعية المتتالية لدرجـة حـرارة المـياه السطحية في المحيط الهادي، ولمستوى سطح الماء في هذا المحـيط. كذلـك مـن خلال قياسات الأجهزة المركبة على عوامات راسيّة وأخرى مـتحركة، والسـفن البحثية ومحطات الرصد الأوتوماتيكية في الجزر المنتشرة عبر المحـيط، إذ تـنقل هـذه البيانات في الوقت المناسب إلى المراكز البحثية لمعالجتها وتحليلها وملاحظة أي حادثة عرضية.

ليس بالإمكان التنبؤ بحادثة النينو بدقة( Hidore and Oliver,1993; Lichfield,1997 ) ومع ذلك هناك محاولات متواصلة بهدف استنباط برامج تنبؤية دقيقة.ربما يعزى السبب

فـــي صـــعوبة التنـــبؤ إلى أننا نجهل حتى الآن مسببات هذه الحادثة( Hidore and Oliver,1993)شكلت الأمم المتحدة لجنة مختصة لمناقشة حادثة النينو في شهر أيلول 1982، غـــير أن هـــذه اللجنة لم تستطع التنبؤ بهذه الحادثة التي بدأت لاحقاً بعد هذا اللقـــاء بقلـــيل في الشهر نفسه، كذلك لم يستطع العلماء اكتشاف حادثة النينو 1982/ 1983 علـــى الـــرغم من كونها واحدة من أشد حوادث النينو التي سبقتها، وتمييزها كحادثة نينو حتى انقضت نصف فترة ديمومتها.

حـــاول العديد من علماء المناخ استخدام نماذج كومبيوتر تنبؤية كي يشكلوا ثانية فـــي هيئة صورة مبسطة افتراضية للأرض والمحيط تلك التأثيرات التي شاهدوها في الطبيعة عند وقوع حادثة النينو. هناك العديد من الموديلات التي تعتمد على افتراضات مختلفة وعلى إسقاطات إحصائية لدرجة حرارة المياه المحيطية السطحية. يعدّ نموذج كانـــي- زيباك (Cane-Zebiak model ) المطوّر في جامعة كولومبيا في نيويورك من أطول النماذج الجارية ( 1986-1997 ). عُدّ هذا النموذج ناجحاً عند التنبؤ ببداية حادثة النينو المتوسطة الشدة التي حدثت خلال هذه الفترة، لكنه كان عاجزاً عن التنبؤ بـــبداية حادثـــة النيـــنو للعام 1997(Lichfield,1997 ). إن النماذج الرياضية التي اســـتخدمها المناخـــيون للتنبؤعن حادثة النينو كانت قاصرة جداً Hidore and ) .(Oliver,1993

هـــناك صعوبات جمة تحول دون التنبؤ الدقيق بحادثة النينو. إن جهلنا لمسببات هذه الحادثة يعد من أهم الصعوبات، كذلك هي ليست حادثة دورية لعدم وجود فواصل زمنـــية منتظمة بين حادثة وأخرى، ولا سعة ثابتة أيضاً.تبدأ كل حادثة بشكل مختلف عـــن الآخـــر، كذلـــك تتطور تطوراً متبايناً. يمكن للنماذج التنبؤية الحالية أن تعطينا إســـقاطات Projections لعـــدة أشهر مقدماً، كما أن بعض المراكز المناخية تزودنا حالياً بتنبؤات دورية ومنتظمة عن النينو، غير أنه خلال بعض الأوقات مثل بداية الحادثة، قمـــة الحادثـــة، مـــراحل تـــراجعها فـــإن المهـــارات التنـــبؤية لاتـــزال حتى الآن ضعيفة

(WorldclimateNews,No.13,1998,No.20,2002 )، وقبل ذلك كان ليتشفيلد (Lichfield,1997 ) قد أوضح أن مسألة التنبؤ عن حادثة النينو قبل سنة من حدوثها أمر بعيد المنال في الوقت الحالي.

## 9- تكرار ظهور حادثة النينو وديمومتها:

تعد دراسة التقلبات والذبذبات التي تصيب حركة الجو العامة أحد الموضوعات المهمة والحيوية في علوم الغلاف الجوي الحديثة (Chen,1989). اقترحت العديد من الدراسات أن هذه الذبذبات تتميز بأنماط مكانية محددة، وتميل للظهور في مواقع جغرافية مفضلة ( Gambo and Kudo,1983;Namias,1981; Van Loonn and Roger,1978 ) تعد حادثة النينو من الأمثلة النموذجية لمثل هذه الأنماط من الذبذبات التي تميل للظهور في موقع جغرافي محدد (Chen,1989 ).

ومنذ العام 1876 عندما أحدثت سجلات للرصد الجوي، ظهرت حادثة النينو كل 3-5 سنوات، لكن خلال العقود الحديثة الأخيرة من القرن الماضي لوحظ أن ظهور هذه الحادثة كان أكثر تكراراً من ذي قبل، كما كانت تدوم أحياناً لعدة سنوات، وخير مثال على ذلك حادثة النينو التي ظهرت منتصف سنة 1990. واستمرت حتى منتصف 1995، وكانت الحادثة ذات الديمومة الأطول في تاريخ السجلات ( Latif and Neelin,1994;Dilley and Heyman,1995).

تظهر حادثة النينو كل 4-5 سنوات وتستمر من 14-22 شهر( Hidore and Oliver,1993)، بينما رأى خبراء منظمة الأرصاد الجوية العالمية أن هذه الحادثة تحدث كل 3-4 سنوات تقريباً (World climate News,No.13,1998 ).

## 10- شدة النينو:

تتشابه حوادث النينو بخصائصها العامة، ولكن نادراً ما تتشابه حادثتا نينو متتاليتان، لأن كل حادثة تختلف إلى حد ما عن الأخرى من جهة الانطلاق، والحجم والديمومة والشدة، ووطأة تأثيراتها في مقياس إقليمي وعالمي. لقد بات مؤكداً وجود

علاقـــة ترابطية بين وطأة تأثيراتها العالمية وشدة هذه الظاهرة، وكذلك هناك إمكانية لأن تتســبب بظهــور تأثيــرات خطيرة جداً في أقاليم رئيسية محددة بغض النظرعن شدتها(WMO-ElNinoupdate,June,2002). تقاس النينو من خلال معرفة قيمة SOI ، فكلمـــا كانت القيمة السالبة لـــ SOI كبيرة كانت حادثة النينو شديدة الوطأة. بينما اســتخدم كويــن ونــيل ( Quinn and Neal ,1995 ) معايير أخرى لتصنيف شدة حــوادث النيــنو تتعلق بمدى ارتفاع درجة الحرارة المياه السطحية المحيطية، ومدى ارتفاع مستوى سطح الماء في شرق المحيط الهادي، ومدى تدرج قيم الضغط الجوي فضـــلاً عن الهطولات المرافقة، ومدى الخراب الذي تسببه على الأنظمة الايكولوجية، وصنفها إلى حوادث قوية جداً (VS) وقوية (S) ومتوسطة الشدة (M) (شكل 9).

## 11- تاريخ حوادث النينو:

بالإمكان تتبع ظهور حوادث النينو بدقة منذ العام 1876، عندما أحدثت سجلات للرصد الجوي، حتى الوقت الراهن من خلال نشرات منظمة الأرصاد الجوية العالمية الاختصاصــية El Nino up date. غــير أن هناك إشارات حول هذه الظاهرة تعود لزمن أقدم من ذلك بكثير. فلقد كتب هايدر وأوليفر (Hidore and Oliver,1993 ) " لاحــظ بعــض المختصين في سنة 1541 أن التيار الشمالي العكسي الدافئ يتعمق كثــيراً جهــة الشــرق والجنوب حوالي عيد الميلاد، وتعلو مياهه الدافئة فوق المياه الــباردة قــبالة ســواحل البيرو والاكوادور وشمال تشيلي، ويهطل المطر على طول السواحل الصحراوية الساحلية ".وفي دراسة مفصلة حول السجلات التاريخية لحوادث النيــنو قدم كوين ونيل (Quinn and Neal ,1995 ) جدولاً بحوادث النينو وشداتها من 1520 حتى 1990( راجع الشكل 9 ).

### 11-1- حادثة النينو 1983/1982:

بــدأت قيم الضغط الجوي بالارتفاع فوق المحيط الهندي وغرب المحيط الهادي خــلال صيف 1982، بينما بقيت درجة حرارة المياه السطحية المحيطية قرب المعدل

فـــي أثـــناء فصل الربيع وبداية صيف 1982. لوحظ أن الأمطار التقليدية الغزيرة لم تسقط فوق استراليا وميكرونيزيا ( مجموعة من الجزر شرق الفلبين ). وبعد الانقلاب الصـــيفي بقليل انعكس النظام الريحي السائد فوق غرب المحيط الهادي المداري، لكن درجـــة حـــرارة المـــياه السطحية قبالة سواحل أمريكا الجنوبية المدارية بقيت حول المعدل. وفي 25 أيلول 1982 ارتفعت درجة حرارة المياه السطحية قبالة بياتا Piata في البيرو حوالي 4 °م في يوم واحد، وفي بداية كانون الأول وصلت SST إلى حدها الأقصـــى ( 31 °م ) بزيادة قدرها 8 ° م فوق المعدل، كما امتدت الرقعة التي شغلتها المـــياه الدافئة غير الاعتيادية على طول 13000 كم جانبي خط الاستواء. وفي نهاية شـــهر كانون الأول للعام 1982 انخفض عمق طبقة الانحدار الحراري قبالة سواحل البيرو إلى 150م. عدّت هذه الحادثة الأخطر والأكثر شدة خلال مئة العام التي سبقت ظهورهـــا، وربما كانت الأخطر في تاريخ السجلات، وقدرت خسائرها على مستوى العالم بـــ 14 مليار دولار أمريكي ( WMO-No.3,1998 ).

**11-2 حادثة النينو 1998/1997:**

تعد حادثة النينو 1998/1997 إحدى الحوادث العنيفة في تاريخ سجلات الرصد الجـــوي. تطـــورت هـــذه الحادثة العرضية بسرعة كبيرة في أواسط المحيط الهادي المـــداري وشـــرقه في شهري نيسان وأيار 1997 مع ارتفاع كبير في درجة حرارة المـــياه الســـطحية لـــم يســـبق لهـــا أن وصـــلت إليه في تاريخ السجلات (WMO-No.3,1998 ).وخـــلال النصف الثاني من العام نفسه أصبحت هذه الحادثة أكثر شدة مقارنة بحادثة النينو 1983/1982، حيث وصلت درجة الحرارة أقصى قيمة لها خلال حزيـــران، مـــع شذوذات في درجة حرارة المياه السطحية في أواسط المحيط الهادي وشرقه تراوحت بين 2-5 °م فوق المعدل.وبدءاً من شهر أيار ارتفعت درجة حرارة المـــياه الســـطحية فـــي أواسط المحيط الهادي وشرقه فوق 28 °م، كما لوحظ غياب التـــبريد الطبيعي للمياه هنا خلال هذه الفترة، ومن شهر آذار 1997 بدأت قيمة SOI

بالارتفـاع لتصل إلى أعلى قيمة لها في شهر آذار من العام التالي، وهذا أدى بدوره إلـى تركّز الهطولات الغزيرة المدمرة في شرق المحيط الهادي. فعلى سبيل المثال، تلقـت سـواحل البيرو في شهر كانون الأول من عام 1997 و كانون الثاني من عام 1998 حوالي 775 ملم، في حين أن معدل الهطول خلال هذين الشهرين 6 ملم فقط.

وعـند منتصف كانون الثاني 1998 تناقص حجم لسان المياه الدافئة المصاحبة لحادثة النينو بحوالي 40٪ ، ومع ذلك لازالت المساحة التي تشغلها المياه الدافئة تعادل مـرة ونصف المرة من مساحة الولايات المتحدة الأمريكية. يحتوي هذا اللسان الدافئ على كمية ضخمة من القدرة الحرارية وقد هيمنت تأثيراته على أنماط المناخ العالمي حتى منتصف 1998، وجعلت سنة 1997 من أحر السنوات في تاريخ السجلات على مستوى الكرة الأرضية ( Watson,et al;2001).

### 3-11 هل هناك حادثة نينو للعام 2002 – 2003 ؟

انخفضت درجة حرارة المياه السطحية في أثناء شهر حزيران في شرق المحيط الهـادي المداري ووسطه دون معدلاتها الطبيعية (شكل 10) معلنة بداية حادثة لانينا جديدة استمرت حتى الأشهر الأولى من سنة 2001، إذ انخفضت درجة الحرارة بـ1 °م دون المعدل( WMO-ElNino up date ,Aug. 2001; Jun,2002 ).

بـدأت درجة حرارة المياه السطحية بالارتفاع من حزيران 2001، ولكن ببطء شديد لتصل 1°م فوق المعدل. وبما أن الفترة من حزيران حتى تشرين الأول تعد فترة تسبريد طبيعـي للمـياه في هذا القطّاع ( شرق المحيط الهادي المداري)، وهي غير مناسـبة لستطوير حوادث نينو. بقيت الأوضاع كما هي عليه بانتظار الفترة من آذار حـتى أيـار للعام 2002، الفترة الأكثر تلاؤما لتطوير هذه الحادثة ( WMO-World Climate News,No.20,June 2002 ).

خـــلال شـــهر شباط 2002 بدأت درجة حرارة المياه السطحية للمحيط الهادي بالارتفـــاع علـــى السواحل الاستوائية لأمريكا الجنوبية، ومعظم الأجزاء الشرقية من المحـــيط الهادي المداري الاستوائي، واستمر الوضع حتى حزيران من العام نفسه، إذ ظهـــرت مؤشـــرات في المحيط الهادي المداري باحتمال بداية حادثة نينو جديدة للعام 2003/2002. أثـــر هذا الارتفاع الشاذ لدرجة الحرارة بقوة في الأنماط المناخية في المواقـــع المجـــاورة، إذ تـــزايدت الهطولات إلى حد كبير فوق الأقاليم الساحلية لدول البيرو والاكوادور وبوليفيا وتشيلي. تلقت المراكز المختصة تقارير عن أمطار غزيرة ســـببت الفيضانات، وانهيالات للتربة،وخسائر بشرية فادحة، وتأثيرات سلبية حادة في الزراعة ومصادر الطاقة (WMO-World Climate News,No.21,Jun.2002 ).

بدأت قيم الضغط الجوي بالارتفاع فوق غرب المحيط الهادي، وبالانخفاض فوق شرقه، وأصبحت قرينة الذبذبة الجنوبية (( SOI )) سالبة ( -5.2، -3.8، -14.5، -6.7، -14.6) للأشـــهر من آذار حتى تموز 2002 على التوالي ( جدول 1). ترافق التســـخين الجديد للمياه الممتدة قبالة سواحل البيرو والاكوادور مع سيادة رياح غربية بـــدأت تعصف في المحيط الهادي المداري حول خط التأريخ الدولي في شهر كانون الأول 2001 ( قـــيمة SOI هـــي -9.1 ) أسهمت الرياح الهابة بانتقال ومضي للمياه الدافـــئة إلى أقصى شرق المحيط الهادي المداري. كذلك لوحظ هبوب الرياح الغربية فـــي غرب المحيط الهادي المداري خلال شباط 2002، غير أنها لم تكن بالشدة التي كانـــت عليها في كانون الأول نفسها. وفي نهاية أيار 2002 بات مؤكداً وجود تطور واضـــح لأنظمـــة الرياح السطحية فوق المحيط الهادي المداري، حيث ضعفت الرياح الـــتجارية الشرقية السائدة في شرق المحيط ووسطه، وأسهم ذلك باستجابات محيطية تبعـــية تزامـــن بارتفاع في متوسط درجة حرارة المياه السطحية المحيطية قدره 1° م فوق المعدل في وسط المحيط الهادي وشرقه.

إن السؤال المطروح الذي يواجه الموديلات التنبؤية هو: هل هذا التسخين الذي بـــدأ في شرق المحيط الهادي قبالة سواحل البيرو والاكوادور سوف يمتد فوق وسط المحـــيط الهادي المداري، وسيقود بالتالي إلى ظهور حادثة نينو عظيمة الشأن ؟. إن مـــاتقول به هذه الموديلات واقتراحات المختصين حول الأوضاع الحالية السائدة تؤكد وجود حيرة والتباس حول كيفية تطور الأوضاع المناخية خلال الفترة الزمنية التالية. حـــتى تـــاريخ الانتهاء من إعداد هذا البحث لم تكن الظروف المحيطية – الجوية قد تـــبلورت، وعليـــنا الانـــتظار حتى انتهاء الفترة في نهاية تشرين الأول ( فترة تبريد طبيعي ) وترقب الأوضاع من تشرين الثاني 2002 ( الفترة المثالية لتطور الظاهرة ) لتبديد هذه الشكوك أو تأييدها. أخيراً لابد من الإشارة إلى إمكان ظهور تقلبات مناخية مهمـــة خـــلال الأشهر القليلة القادمة في أرجاء مختلفة من الكرة الأرضية حتى لو لم تتطور الأمور حول ظاهرة نينو جديدة.

## 12- اللانيـــنا:

دعـــي التـــبريد المفاجئ غير الاعتيادي للمياه السطحية في وسط المحيط الهادي الاستوائي وشرقه بحادثة ((اللانينا)). أطلق هذا الاسم على هذه الحادثة لأول مرة سنة 1987 ( Hidore and Oliver,1992 ). انخفضـــت درجـــة حرارة المياه السطحية المحيطية خلال صيف 1987 في شرق المحيط الهادي على طول خط الاستواء بنحو 4°م دون المعدل، وقد سبب ذلك حادثة اللانينا. كذلك حدث انتقال سريع من الشروط المصـــاحبة لحادثة النينو 1998/97 إلى الشروط التي ترافق حادثة اللانينا التي دامت من أواسط 1998 حتى الأشهر الأولى من 2001.

تـــرتفع قـــيم الضغط الجوي ( المرتفعة بطبيعتها) ارتفاعاً شاذاً في أثناء حادثة اللانيـــنا في شرق المحيط الهادي، كما تنخفض كثيراً ( منخفضة بطبيعتها ) في غرب المحيط الهادي المداري انخفاضاً غير اعتيادي، وبذلك يزداد تدرج (غراديان) الضغط

الجـــوي بيـــن شرق المحيط وغربه، وتتقوى بشكل كبير الرياح التجارية الهابة نحو غـــرب المحـــيط الهادي، كما تتقوى دورة ولكر الحرارية، وتنتقل كميات ضخمة من المـــياه الدافـــئة مـــن وسط المحيط إلى غربه. وعندما تتقوى دورة ولكر في ظروف اللانيـــنا يـــزداد جفاف الصحارى الساحلية في دول البيرو وتشيلي والاكوادور. وعند الحافـــة الغربية من هذه الدورة يتحصل جنوب شرق آسيا على هطولات صيفية أكثر من المعتاد.

عزا بعض العلماء الجفاف الذي أصاب وسط غرب الولايات المتحدة الأمريكية فـــي صيف 1998 إلى ظاهرة اللانينا. إن التبدل الذي طرأ على درجة حرارة المياه السطحية المحيطية غيّر نمط تدفق التيار العلوي السريع ( جت ستريم Jet stream ) من التدفق النطاقي إلى نمط مغاير، بحيث تضمن هذا النمط تقوساً ضخماً فوق أمريكا الشـــمالية. وتطـــور مـــرتفع جـــوي ضخم ضمن هذا التقوس نجم عنه ارتفاع درجة الحرارة وأحوال جفافية ( Hidore and Oliver,1993).

ربطـــت الأبحـــاث التخصصـــية بين تناقص شدة الأعاصير المدارية الأطلسية وفاعليـــتها وبين ظهور حادثة النينو، كذلك تزايد فعالية هذه الأعاصير وشدتها بظهور حادثة اللانينا جاء فصل الأعاصير المدارية سنة 1998 بـــ 14 هوريكان لها أسماء محـــددة فـــي المحيط الأطلسي. يمثل ذلك ضعف العدد الذي ظهر سنة 1997 عندما كانـــت شروط النينو سائدة، كذلك يفوق هذا العدد المعدل السنوي للأعاصير المدارية الأطلســـية البالغ 9 أعاصير. يعدّ هوريكان ميتشي Mitch الذي ضرب دول أمريكا الوســـطى في شهر تشرين الأول 1998 الأقوى في تاريخ السجلات من حيث شدته، وديمومـــته، وتواصـــل الأمطار الغزيرة المدمرة، ورياحه الهائجة. وقد تسبب بمقتل 20000 شـــخص، وترك الملايين دون منازل، وعند مستويات متقدمة من الأمراض، وقدرت خسائره بحوالي 14 مليار دولار أمريكي ( WMO-No.8,1999 ).

## 13- تأثـيرات النيـنو في شذوذات الحرارة والأمطار في العروض المدارية:

يتجلى أثر حادثة النينو في شذوذات الحرارة والأمطار بشكل رئيس وواضح في المحيط الهادي المداري والدول المجاورة له، إذ ترسخت لدى المختصين صورة جلية وواضـحة لهـذه الشذوذات تتكرر ملامحها العامة دون اختلافات تذكر في كل حادثة نيـنو، غـير أن قسوتها تختلف وفق شدة هذه الحادثة، بينما يكون هناك تشويش في ملامـح هـذه الصـورة داخل العروض المدارية خارج النطاق المذكور، إذ لاتتكرر تكراراً دائماً هذه الملامح في كل حادثة نينو. يمكننا ايجاز هذه التأثيرات كما يلي: إن الانـزياح الشرقي للعواصف الرعدية الفعالة من فوق أندونيسيا والفلبين وشمال شرق اسـتراليا إلـى وسط المحيط الهادي وشرقه ينجم عنه أحوال جفافية فوق هذه المواقع فضـلاً عـن شمال أمريكا الجنوبية وجنوب أفريقيا وشرقها، وشرق المحيط الهندي. بينما تسـود هطولات غزيرة غير اعتيادية على السواحل الغربية للإكوادور وشمال البيرو، وجنوب شرق أمريكا الجنوبية (جنوب شرق البرازيل، الأرغواي، أجزاء من وسـط الأرجنتيـن) وشمالها وغرب المحيط الهندي، وشرق أفريقيا الاستوائية، وفوق العروض شبه المدارية لأمريكا الشمالية (فوق كاليفورنيا، والثلث الجنوبي من الولايات المتحدة). كما تسود أحوال حرارية مرتفعة أكثر من المألوف فوق أندونيسيا، وغرب أفريقيا، وجنوب الهند، وشمال أمريكا الجنوبية، فضلاً عن معظم وسط أمريكا الشمالية ( فوق الثلث الشمالي من الولايات المتحدة الأمريكية ).

## 14- بعض التأثيرات العالمية للنينو:

تعد حادثة النينو نمطاً من تباينية المناخ Climate Variability، التي تؤثر تأثيراً مباشـراً في الدول المطلة على المحيطين الهادي والهندي المداريين. إلا أن تأثيراتها تمـتد لتشـمل الأنمـاط الطقسية خارج العروض المدارية (Galantz,1997;WMO-

No.5,1998) بل على مستوى العالم من خلال ترابط الحوادث الطقسية بمختلف أنحاء الكـرة الأرضية مع حادثة النينو من خلال مايعرف بظاهرة الترابط عن بعد(Via so-called Teleconnection[1]( ; Dilley and Heyman,1995; WHO/WMO/UNEP,1996;Lichfield,1997).

إن التركـيز الضخم للحرارة الزائدة على المياه المحيطية شرق المحيط الهادي المـداري في أثناء ظهور حادثة النينو يعدل الغلاف الجوي فوقها مباشرة، وتنتقل هذه التأثـيرات حـول الكـرة الأرضية من خلال حركة الجو العامة المعدّلة، مؤدية إلى تبدلات في أنماط الطقس الاعتيادية فوق العديد من الأقاليم. كذلك تتعدل درجة حرارة المياه السطحية في المحيطين الهندي والأطلسي والتي تؤثر بدورها في المناخ المهيمن فوقهـا، وفوق أراضي اليابسة المجاورة. يتشارك الغلاف الجوي فوق هذه المحيطات الـثلاثة مـع الكـتلة المائـية الضخمة الواقعة تحته، والمتشابهة معه في الخصائص الحـرارية، كـي يعظـم أكـثر الشـذوذات في درجة الحرارة الأولية للطبقة المائية السطحية. النتيجة هي استجابة المناخ التي تعدّ بحق عالمية. يلاحظ في العروض غير المداريـة أن التأثيرات أكثر تبايناً مابين حادثة نينو وأخرى بعكس العروض المدارية ( WMO-No.2,1997 ).

لعـل أهم تعديل يصيب أحد أكثر الأوجه البارزة في حركة الجو العامة في أثناء حادثـة النيـنو هو، ذلك التغير في موضع التيار العلوي السريع ( الجت ستريم Jet stream ) لنصـف الكرة الشمالي. تحرف أنماط الطقس المتبدلة فوق المحيط الهادي

---

[1]- الـترابط عن بعد: مأخوذة من اليونانية، فالبادئة tele تعني (عن بعد at adistance ) إي بمعناه العـام، الـترابط فـوق مسـافات عظيمة لحوادث طقسية غير عادية، دون أن يكون على مايبدو بينها اتصـال. تـتماثل ظواهر الترابط هذه من خلال ظهور عمليات جغرافية طبيعية يترابط بعضها ببعض إحصـائياً في الزمان والمكان. إن أغلبية الترابطات عن بعد التي تمّ وصفها هي ( الشذوذات المناخية ) المصاحبة لحادثة النينو
WMO/WHO/UNEP1996,pp.258

التيار العلوي والذي بدوره يوجه الجبهات الطقسية نحو أمريكا الشمالية، ومن ثمّ نحو بقـية العالم. يتوغل الهواء المداري الحار شمالاً مسبباً حرارة عالية فوق المعدل في شـمال أمريكا وأوربا وشرق آسيا، وترتفع نتيجة لذلك درجة الهواء فوق اليابسة في نصـف الكـرة الشمالي. وعلى سبيل المثال ارتفعت درجة حرارة شباط لعام 1998 وبلغـت قـيماً عليا كانت الأعظم في تاريخ السجلات. وكما هو معلوم تتسخن اليابسة بسـرعة كما تتبرد بسرعة مقارنة بالمحيطات، لذا فإن درجة حرارة الهواء السطحي فـوق اليابسـة لايمكـن أن تكـون مؤشراً على التغير الحراري على مستوى الكرة الأرضـية، ومع ذلك، يوضح ذلك مدى قوة حادثة النينو. ارتفع متوسط درجة حرارة الهـواء فـوق اليابسـة والماء خلال شهر شباط لسنة 1998 بحوالي 0.75 ° م فوق المعدل المحسوب للفترة 1961–1990 ويعد هذا المتوسط الأعلى في تاريخ السجلات مـنذ العـام 1856، كما استمر التأثير في الأنماط الحرارية وأنماط الهطولات خلال النصف الأول من عام 1998 تأثيراً متزايداً مع حادثة النينو في القارات الخمس، هذه التأثـيرات العالمـية ليست جميعها مرتبطة بحادثة النينو لكنها ظهرت متزامنة معها (WMO-No.6,1998 ).

إنّ السـنوات التي تظهر فيها حادثة النينو تحدث أنماطاً طقسية غير اعتيادية في جمـيع أنحـاء العالم، فهي تسبب أمطاراً غزيرة تفوق المعدل فوق أجزاء من أوربا والشرق الأوسط ( Lichfield,1997)، كما تنتج تبدلات مهمة في حركة الجو العامة الشتوية فوق العروض المعتدلة ( Das,1986 )، مع شتاء بارد جداً فوق غرب كندا، وحـار فـوق اليابان، وجاف فوق دول الاتحاد السوفيتي السابق (Glantez,1997). أشـارت الموديلات التنبؤية أن تسخن مناخ العالم الملحوظ الآن يمكن أن يتفاعل مع حـوادث النيـنو العرضية – في حال ظهورها– ويزيد الأنماط الطقسية الشاذة على مسـتوى العـالم. إنّ حوادث النينو تضخم تباينية المناخ الاعتيادية، وتؤثر في تكرار الـتطرفات والشـذوذات المناخية مثل الجفاف والهطولات الزائدة. لوحظ أن الخسائر

التـــي تسببها حالات الجفاف ( المحل Drought ) تتضاعف في سنوات النينو مقارنة بـــالمحل الـــذي يظهـــر فـــي ســـنوات غـــير النينـــو. (Houghton et al ,2001; UNPE,1996) WHO/WMO/

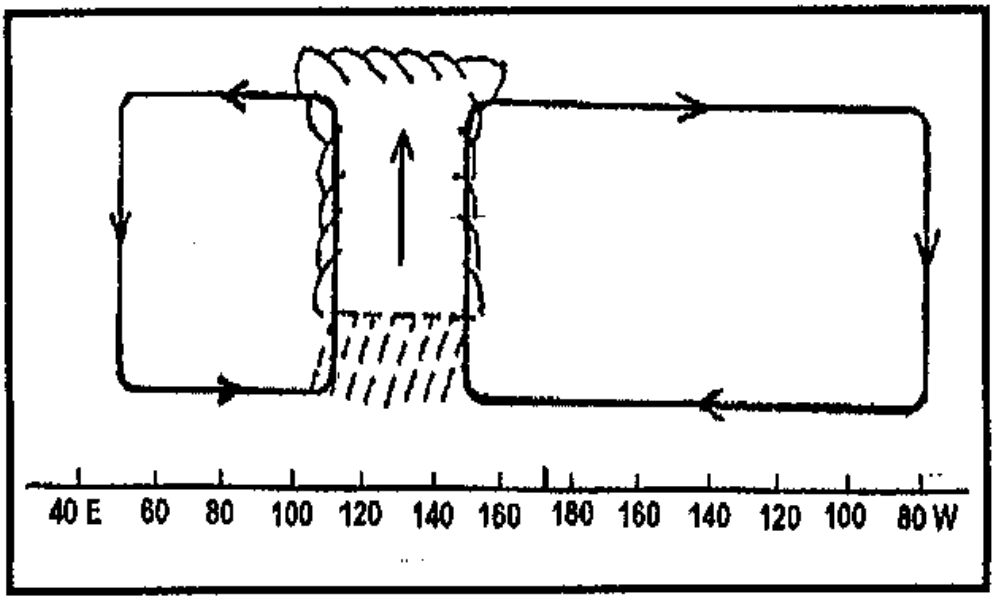
تعرضـــت عـــدة أقاليم من العالم إلى طقس شاذ في أثناء حادثتي النينو 1982/ 1983 و 1997/ 1998 خصوصاً فيما يتعلق بشذوذات الحرارة والأمطار. وقد اعتبر أن تأثـــير التســـخين غير الاعتيادي للنينو كان العامل الرئيس المسبب لارتفاع درجة حـــرارة العالم سنة 1997 لقد عزي سبب معظم هذه الشذوذات إلى حادثة النينو. إن ظهـــور هـــذه الشـــذوذات متزامـــنة مع حادثة النينو يعد سبباً غير كاف كي نعد هذه الظاهرة هي المسؤولة عن ذلك، فعلى سبيل المثال: عُدت حادثة النينو 1983/1982 هي المسؤولة عن الطقس غير الاعتيادي الذي ساد في الولايات الأمريكية الشرقية في أثـــناء شتاء1984/1983، بينما كان الطقس المسيطر في شتاء 1977/ 1978 فوق الولايات نفسها، والذي تلا حادثة نينو 1977/1976 من الشتاءات الباردة جداً، لذا من غـــير المنطقي، ولا من العلمية في شيء أن نربط هذه الانحرافات البيئية التي تظهر فـــي أثناء حادثة النينو في هذه الحادثة دون أن يكون لدينا مزيد من البراهين والدلائل لدعم هذا الربط ( Hidore and Oliver ,1993 ).

جدول (1) يبين قيم قيمة الضغوط الجوية (SOI) الشهرية بين داروين وتاهيتي للفترة (١٩٥٥-٢٠٠٢)

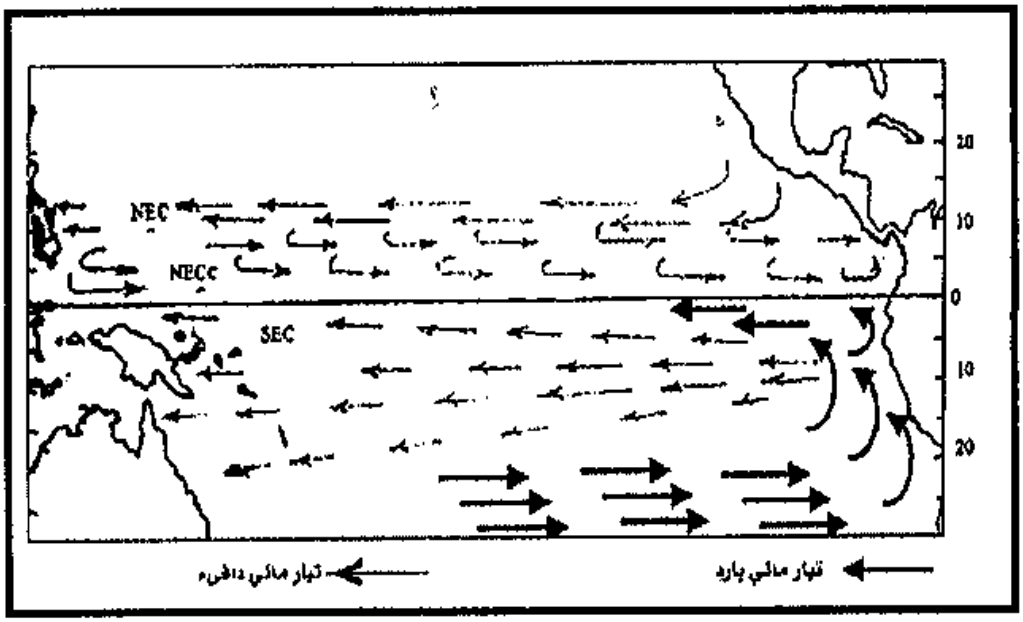
| Year | Jan. | Feb. | March | Apr. | May | Jun. | July | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1955 | -5.4 | 15.2 | 2.9 | -3.0 | 13.1 | 16.4 | 19.2 | 14.9 | 14.1 | 15.2 | 15.1 | 9.3 |
| 1956 | 11.3 | 12.4 | 9.4 | 11.1 | 17.9 | 12.3 | 12.6 | 11.0 | 0.2 | 18.3 | 1.9 | 10.3 |
| 1957 | 5.6 | -2.2 | -0.9 | 1.2 | -12.2 | -2.3 | 0.9 | -9.5 | -10.6 | -1.3 | -11.9 | -3.5 |
| 1958 | -16.8 | -6.9 | -1.4 | 1.2 | -8.2 | 0.2 | 2.2 | 7.8 | -3.4 | -1.9 | -4.7 | -6.5 |
| 1959 | -8.7 | -14.0 | 8.4 | 3.6 | 2.8 | -6.3 | -5.0 | -5.0 | 0.2 | 4.2 | 11.1 | 8.2 |
| 1960 | 0.3 | -2.2 | 5.6 | 7.8 | 5.2 | -2.3 | 4.8 | 6.6 | 6.9 | -0.7 | 7.2 | 6.7 |
| 1961 | -2.5 | 6.3 | -20.9 | 9.4 | 1.3 | -3.1 | 2.2 | 0.1 | 0.8 | -0.5 | 7.2 | 13.8 |
| 1962 | 17.0 | 5.3 | -1.4 | 1.2 | 12.3 | 5.0 | -0.4 | 4.6 | 5.1 | 10.3 | 5.2 | 0.6 |
| 1963 | 9.4 | 3.0 | 7.3 | 6.1 | 2.8 | -9.6 | -1.0 | -2.4 | -5.2 | -12.9 | -9.3 | -11.6 |
| 1964 | -4.0 | -0.3 | 8.4 | 13.5 | 2.8 | 7.4 | 6.8 | 14.3 | 14.1 | 12.8 | 2.6 | -0.3 |
| 1965 | -4.0 | 1.6 | 2.9 | -12.9 | -0.3 | -12.8 | -22.6 | -11.4 | -14.2 | -11.1 | -17.9 | 1.6 |
| 1966 | -12.0 | -4.1 | -13.9 | -7.1 | -9.0 | 1.0 | -1.0 | 4.0 | -2.2 | -2.6 | -0.1 | -4.0 |
| 1967 | 14.6 | 12.9 | 7.8 | -3.0 | -3.5 | 6.6 | 1.6 | 5.9 | 8.1 | -0.1 | -4.0 | -5.5 |
| 1968 | 4.1 | 9.6 | -3.0 | -3.0 | 14.7 | 12.3 | 7.4 | 0.1 | -2.8 | -1.9 | -3.4 | 2.1 |
| 1969 | -13.5 | -6.9 | 1.8 | -8.8 | -8.6 | -0.8 | -6.9 | -4.4 | -10.6 | -11.7 | -0.1 | 3.7 |
| 1970 | -10.1 | -10.7 | 1.8 | -4.6 | 2.1 | 9.9 | -5.6 | 4.0 | 12.9 | 10.3 | 18.7 | 17.4 |
| 1971 | 2.7 | 15.7 | 19.2 | 22.6 | 9.2 | 2.8 | 1.6 | 14.9 | 15.9 | 17.7 | 7.2 | 2.1 |
| 1972 | 3.7 | 9.2 | 2.4 | -5.5 | -16.1 | -12 | -18.6 | -8.9 | -14.8 | -11.1 | -3.4 | -12.1 |
| 1973 | -3.0 | -13.5 | 0.8 | -2.1 | 2.8 | 12.3 | 6.1 | 12.3 | 13.5 | 9.7 | 31.6 | 16.9 |
| 1974 | 20.8 | 16.2 | 20.3 | 11.1 | 10.7 | 2.6 | 12.0 | 6.6 | 12.3 | 8.5 | -1.4 | -0.9 |
| 1975 | -4.9 | 5.3 | 11.6 | 14.4 | 6.0 | 15.5 | 21.1 | 20.7 | 22.5 | 17.7 | 13.8 | 19.5 |
| 1976 | 11.8 | 12.9 | 13.2 | 1.2 | 2.1 | 0.2 | -12.8 | -12.1 | -13.0 | 3.0 | 9.8 | -3.0 |
| 1977 | -4.0 | 7.7 | -9.6 | -9.6 | -11.4 | -17.7 | -14.7 | -12.1 | -9.4 | -12.9 | -14.6 | 10.6 |
| 1978 | -3.0 | -24.4 | -6.8 | -7.9 | 16.3 | 5.8 | 6.1 | 1.4 | 0.8 | -6.2 | -2.0 | -0.8 |

| Year | Jan. | Feb. | March | Apr. | May | Jun. | July | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1979 | -4.0 | 6.7 | -3.0 | -5.5 | 3.6 | 5.8 | -8.2 | -5.0 | 1.4 | -2.5 | -4.7 | -7.5 |
| 1980 | 3.2 | 1.1 | -8.5 | -12.9 | -3.5 | -4.7 | -1.7 | 1.4 | -5.2 | -1.9 | -3.4 | -0.9 |
| 1981 | 2.7 | -3.2 | -16.6 | -5.5 | 7.6 | 11.5 | 9.4 | 5.9 | 7.5 | -5.0 | 2.6 | 4.7 |
| 1982 | 9.4 | 0.6 | 2.4 | -3.8 | -8.2 | -20.1 | -19.3 | -23.6 | -21.4 | -20.2 | -31.1 | -21.3 |
| 1983 | -30.6 | -33.3 | -28 | -17.0 | 6.0 | -3.1 | -7.6 | 0.1 | 9.9 | 4.2 | -0.7 | 0.1 |
| 1984 | 1.3 | 5.8 | -5.8 | 2.0 | -0.3 | -8.7 | 2.2 | 2.7 | 2.0 | -5.0 | 3.9 | -1.4 |
| 1985 | -3.5 | 6.7 | -2.0 | 14.4 | 2.8 | -8.6 | -2.3 | 8.5 | 0.2 | -5.8 | -1.4 | 2.1 |
| 1986 | 8.0 | -10.7 | 0.8 | 1.2 | -6.6 | 10.7 | 2.2 | -7.6 | -5.2 | 6.1 | -13.9 | -13.5 |
| 1987 | -6.3 | -12.6 | -16.6 | -24.4 | -21.6 | -20.1 | -18.6 | -14.0 | -11.2 | -5.6 | -1.4 | -4.5 |
| 1988 | -1.1 | -5.0 | 2.4 | -1.3 | 10.0 | -3.9 | 11.3 | 14.9 | 20.1 | 14.6 | 21.0 | 10.8 |
| 1989 | 13.2 | 9.1 | 6.7 | 21.0 | 14.7 | 7.4 | 9.4 | -6.3 | 5.7 | 7.3 | -2.0 | -5.0 |
| 1990 | -1.1 | -17.3 | -8.6 | -0.5 | 13.1 | 1.0 | 6.5 | -5.0 | -7.6 | 1.8 | -5.3 | -2.4 |
| 1991 | 5.1 | 0.6 | -10.6 | -12.9 | -19.3 | -5.5 | -1.7 | -7.6 | -16.6 | -12.9 | -7.3 | -16.7 |
| 1992 | -25.4 | -9.3 | -24.2 | -18.7 | 0.5 | -12.8 | -6.9 | 1.4 | 0.8 | -17.2 | -7.3 | -5.5 |
| 1993 | -8.2 | -7.9 | -8.5 | -21.1 | -8.2 | -16 | -10.8 | -14 | -7.6 | -13.5 | 0.6 | 1.6 |
| 1994 | -1.6 | 0.6 | -10.6 | -22.8 | -13.0 | -10.4 | -18.0 | -17.2 | -17.6 | -14.1 | -7.3 | -11.6 |
| 1995 | -4.0 | -2.7 | 3.5 | -16.2 | -9.0 | -1.5 | 4.2 | 0.8 | 3.2 | -1.3 | 1.3 | -5.5 |
| 1996 | 8.4 | 1.1 | 6.2 | 7.8 | 1.3 | 13.9 | 6.8 | 4.6 | 6.9 | 4.2 | -0.1 | 7.2 |
| 1997 | 4.1 | 13.3 | -8.5 | -16.2 | -22.4 | -24.1 | -9.5 | -19.8 | -14.8 | -17.8 | -15.2 | -9.1 |
| 1998 | -23.5 | -19.2 | -28.5 | -24.4 | 0.5 | 9.9 | 14.6 | 9.8 | 11.1 | 10.9 | 12.5 | 13.3 |
| 1999 | 15.6 | 8.6 | 8.9 | 18.5 | 1.3 | 1.0 | 4.8 | 2.1 | -0.4 | 9.1 | 13.1 | 12.8 |
| 2000 | 6.1 | 12.9 | 9.4 | 16.8 | 3.6 | -5.5 | -3.7 | 5.3 | 9.9 | 9.7 | 22.4 | 7.7 |
| 2001 | 8.9 | 11.9 | 6.7 | 0.3 | -9.0 | 1.8 | -3.0 | -8.9 | 1.4 | -1.9 | 7.2 | -9.1 |
| 2002 | 2.7 | 7.7 | -5.2 | -3.8 | -14.5 | -6.3 | -7.6 | -14.6 | | | | |

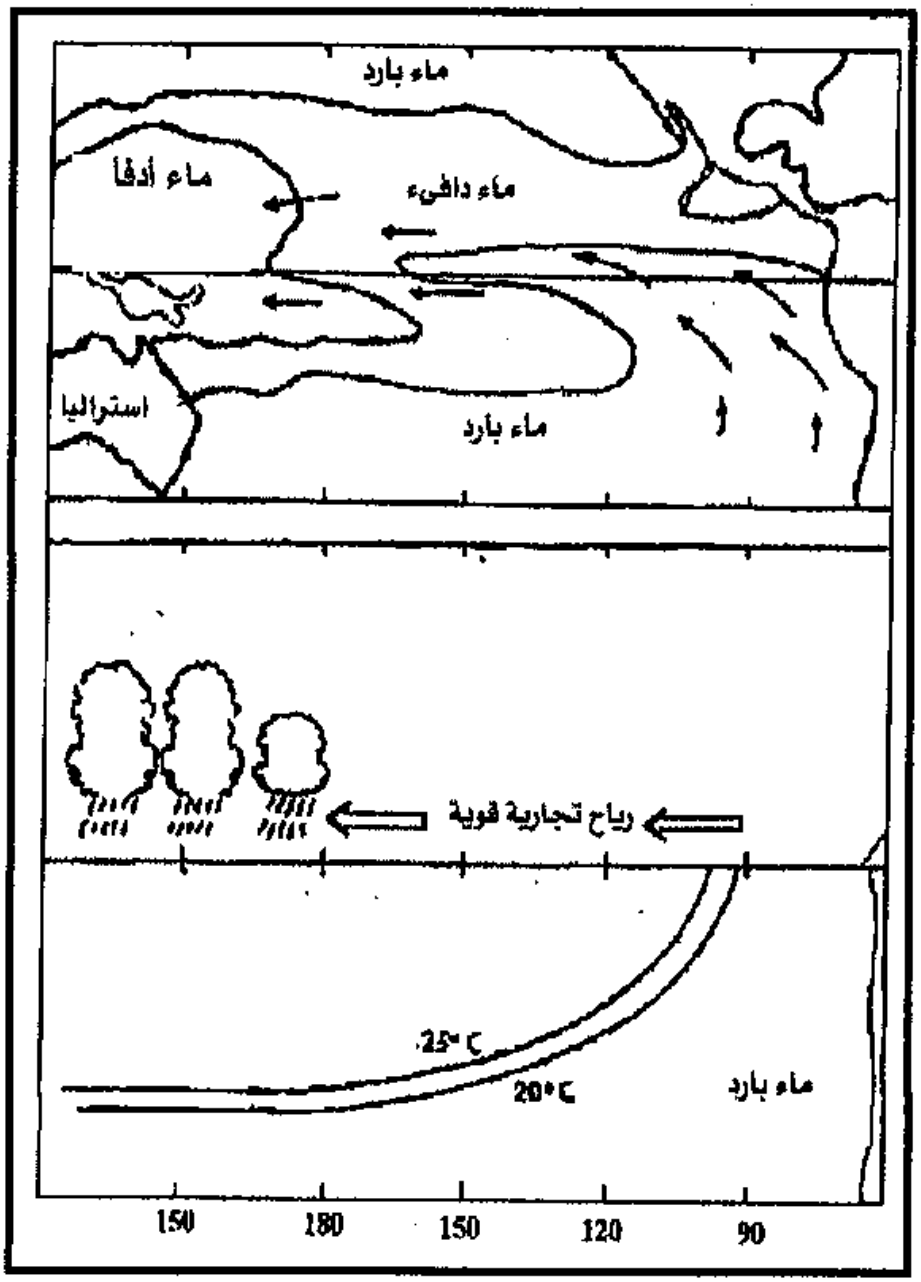
(1) درجة حرارة سم



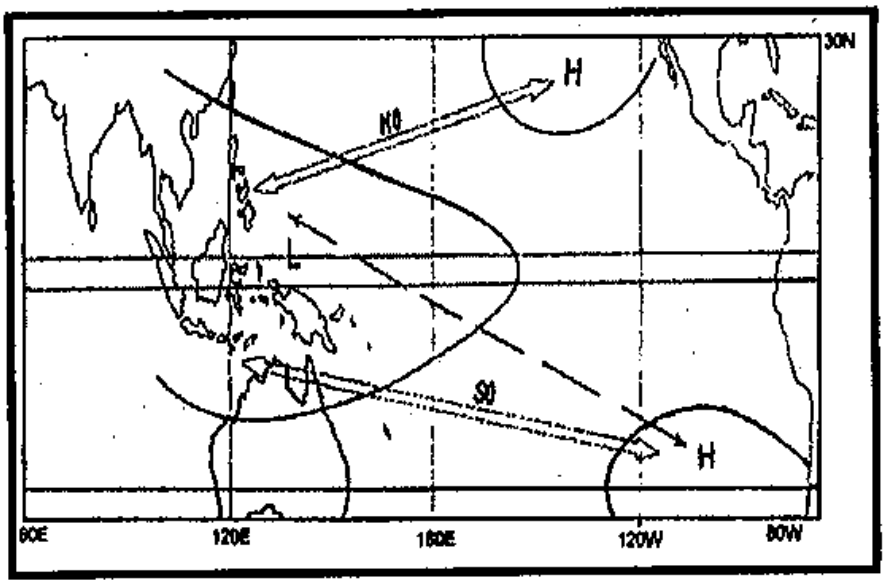

شكل (1) مخطط توضيحي يمثل دورة ولكر الحرارية بين شرق المحيط الهادي الاستوائي وغربه



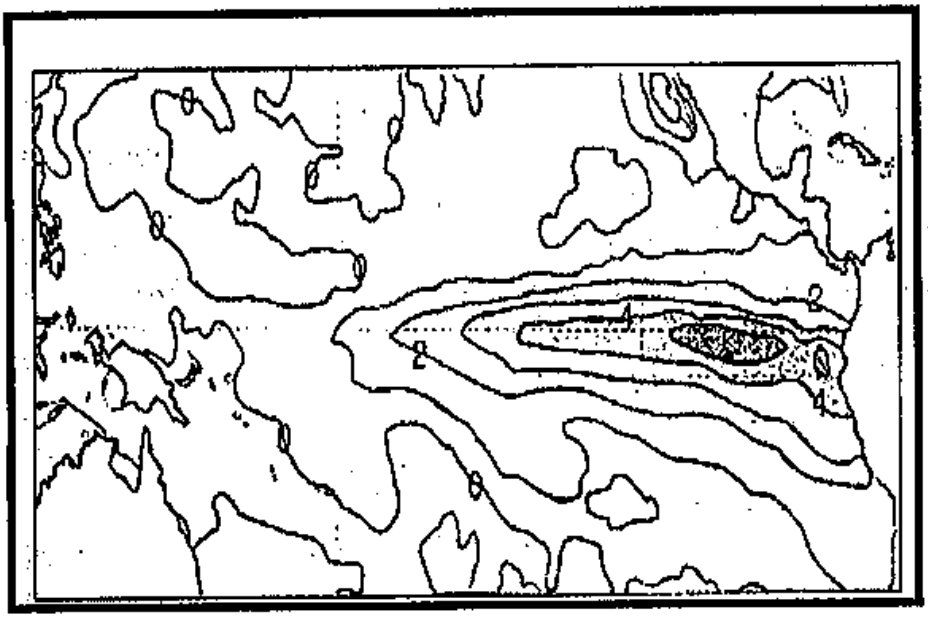

شكل (2) التيارات المائية الدافئة والباردة في المحيط الهادي المداري



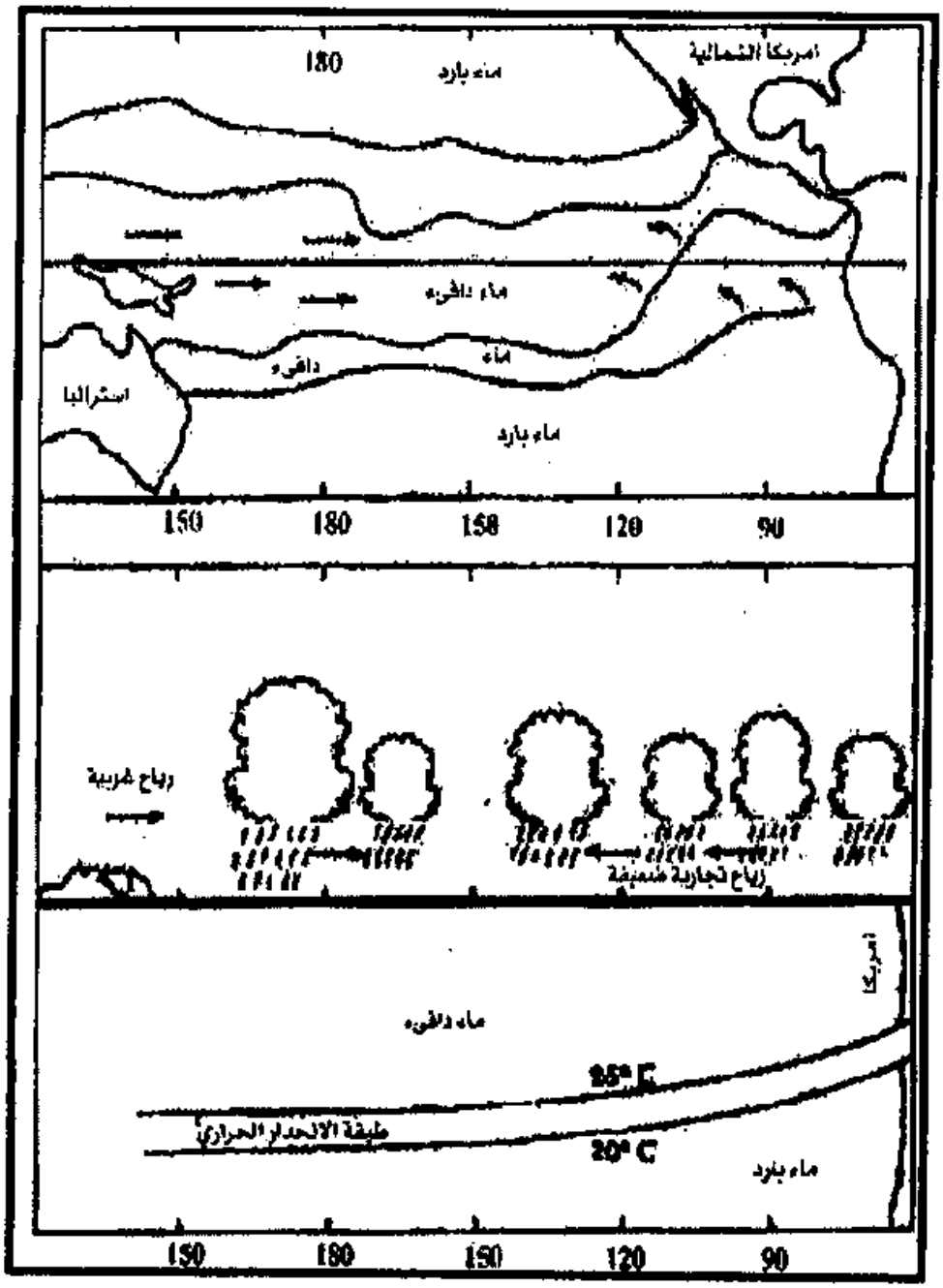

شكل (3) طبقة الانحدار الحراري ودرجة حرارة المياه السطحية واتجاهات الرياح في الأحوال العادية وفي أثناء حادثة اللانينا فوق المحيط الهادي



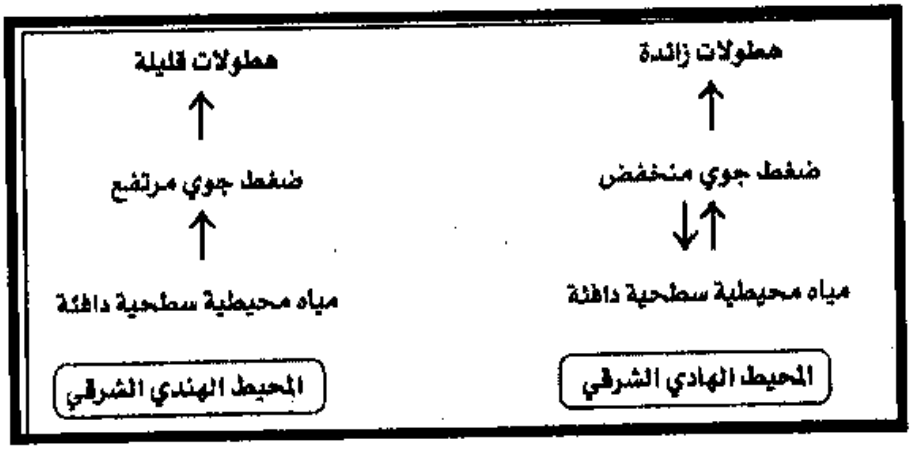

شكل (4) تأرجح قيم الضغط الجوي ( الذبذبة الجنوبية) بين داروين وتاهيتي



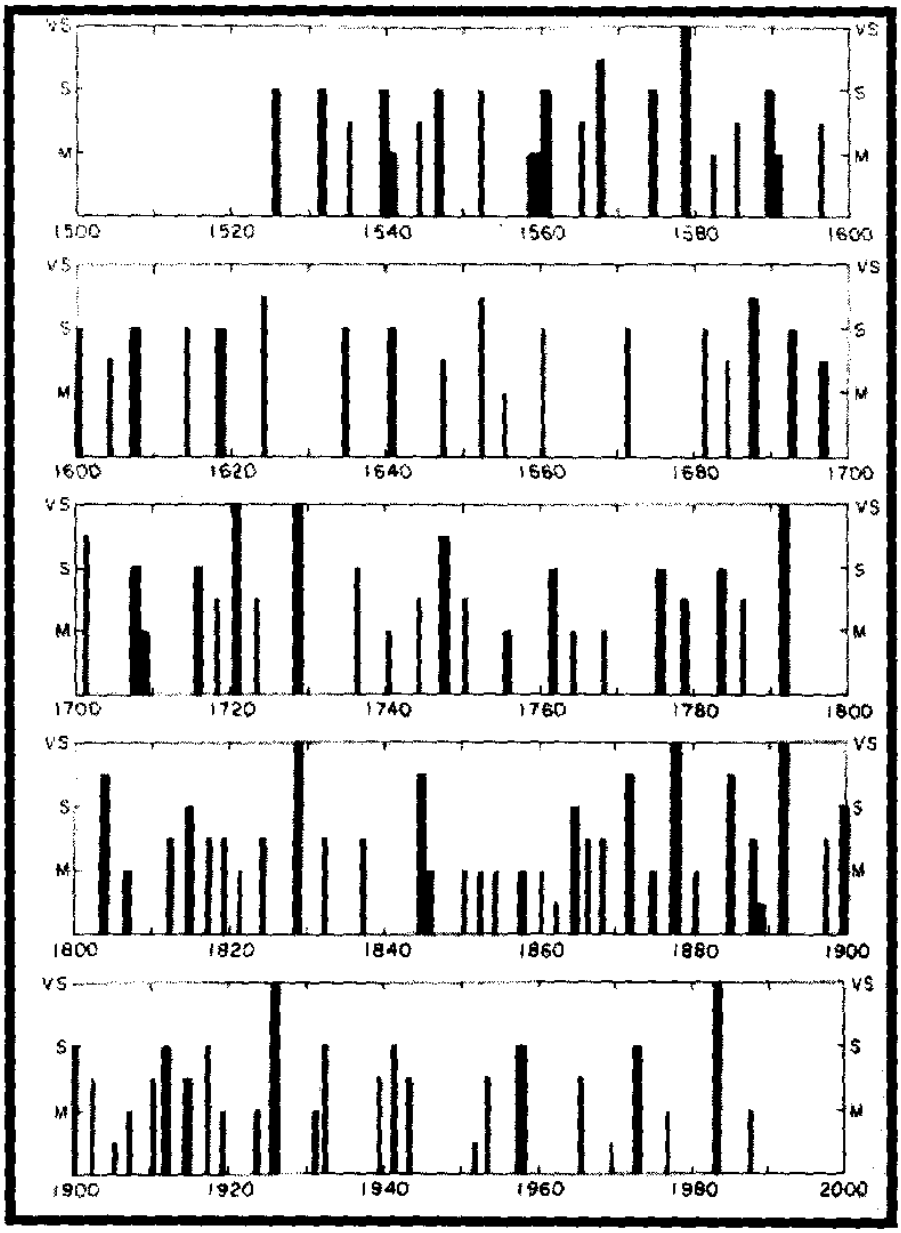
شكل (5) شذوذات درجة المياه السطحية فوق المعدل بالدرجة المئوية لشهر ك2 1998 في شرق المحيط الهادي المداري




شكل (6) تبدل عمق طبقة الانحدار الحراري واتجاه الرياح السائدة وبركة المياه الدافئة قبالة السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية المدارية في أثناء حادثة النينو 1982/ 1983.

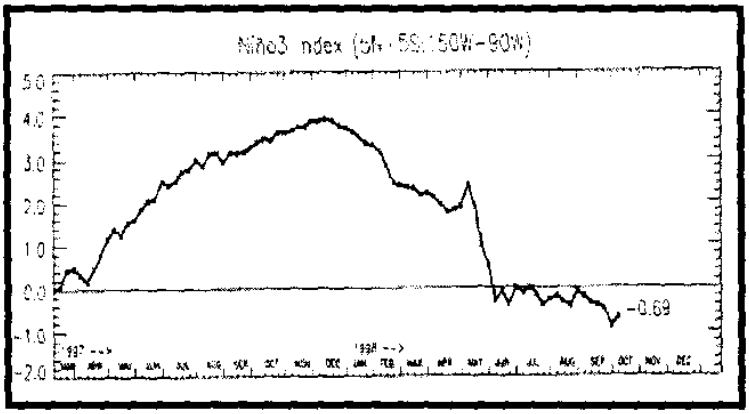



شكل رقم (7) العلاقة بين قيم الضغط الجوي السطحي والحرارة والمطر فوق المحيط الهندي – الهادي المداري في أثناء حادثة الأينسو كما تصورها Fu,1989




شكل رقم (8) تمثيل حوادث النينو من 1525 حتى 1987 وشدائها المختلفة

(VS: شديدة جداً ، V: 1987 شديدة ، M: معتدلة)




شكل (9) تمثيل بياني لدرجة حرارة المياه السطحية في إقليم نينو (3)
(5 N –5S: 150 W –90 W)

## References

- Berlage, H.P., 1966: The Southern oscillation and world weather. K. Ned.Meteo. In.88.

-Bjerknes,J., 1969: Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific.Mon.Wea. Rev. 97,163-172.

- Chen , Lic-ting,1989: The structure and time evoloution of low – frequancyoscillation in the tropical north Pacific – observational study. Seminar on tropical meteorology ,ERICE.26 Sep.-4 Oct. 1986

WMO/TD-No.277,Geneva, ( 1989),322-345.

- Critchfield,H.J,1983: General climatology.Fourth Ed. 1993 Reprinted in Endia ,Jay Print Pack Pri.Lim. New Delhi.

- Das,P.K,1986: Monsoons.WMO-No.613.

- Dilley, M.,and Heyman,B.N.,1995: ENSO and disaster: Droughts floods and El Nino/Southern Oscillation warm events.Disasters , 19.3;:181-193.

- Fu.C., 1989: The tropical low –frequency oscillation on inter annual

scale. Seminar on tropical meteorology. ERICE,26 Sep.-4Oct. 1986.WMO/TD-No.277 Geneva, 1989.

- Gambo,K. and Kudo,K., 1983: Three –dimensional teleconnections in

the zonally asymmetric height field during the northern hemisphere

winter. J,Meteo.Soc. Japan, 61 , 36-50.

- Glantz, M., 1997: El Nino comes.Or does it?. IDNDR Internet Conference, 9 Oct. 1997.

- Glanzer, H,P., 1997: Enviroment and sustainable development:

International Decade For Natural Disaster Reduction. UN. General
Assembly.2 Dec. 1997.

- Hidore,J.J., and Oliver, J.E., 1993: Climatology: An atmospheric science.Macmillan pub. Com. USA.

- Horel,J.D.,and Wallace,J.M., 1981: Planetary – scal atmospheric phenomena associated with the Southern Oscillation.Mon .Wea.Rev.,109.813-829.

- Houghton,J.T.et al.,2001: Climate change 2001. The scientific Basis .WMO/ UNEP.pub. for IPCC ,Cambridge Univer. Press.

-Julian,P.R.and Chevrin, R.M.,1978: A study of Southern Oscillation and Walker Circulation phenomenon.Jour.Atmos.Sci.106,1433-1451.

-Latif, M.,and Neelin ,J.O., 1994: El Nino/ Southern Oscillaion. Hamburg, Max – Planck-Ins. Report No.129.

-Lichfield ,G.,1997: El Nino:An act of God: IDNDR Internet Conference , 9 October , 1997.

- Namis,J., 1981: The new scripps atlas of 700 mb height teleconnection some novel findins. New Yourk, October, 14-16, 95-104.

-Philander,S.G.H., 1983: El Nino Southern Oscillation phenomena. Proceedings of the WMO-CAS /JDS Expert Study Meeting on Long – Rang Forecasting.1-4 Dec. 1982,72-83.

- Quinn ,W.H.and Neal,V.T.,1995: The historical record of El Nino events.Climate since A.D.1500 Rev.Edition , Routledge ,London and New York , 32: 623-679.

- Rasmussen ,S.M. and Carpenter , T.H., 1982: Variation in tropical sea-
surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation , El Nino. Mon.Wea. Rev., 110,5,354-384.
- Rasmusson , E.M., and Wallace , J.M.,1983:Meteorological aspects of
the El Nino / Southen Oscillation.Science , 222.
- Stringer, E.T., 1989: Foundations of climatology.Surjeet Pub. India
,New Delhi.
- Tarakanov,G.G.,1982: Tropical meteorology. Translated from Russian by Michael G.Edeleve. Mirpub. Moscow.
- Trenberth , K.E., 1976: Spatial and temporal variation in Southern Oscillation.Quart.Jour. Roy. Meteo.Soc. 102,639-653.
-Van Loon ,H.,and Roger ,J.C.,1978: The seesaw in winter temperature
between Greenland and Northern Europe. Part 1: General descreption
.Mon Wea Rev..,106,296-310.
- Walker, G.T., and Bliss, E.W., 1930: World weather , V.Mem.Roy.
Met.Soc.III, London, 24,81-95.
- Walker,G.T., and Bliss,E.W.,1932: World weather , V.Mem.Roy.
Met.Soc.IV, London 36, 53 -84.
- Walker,G.T., and Bliss,E.W.,1937 : World weather. VI.Mem
Roy.Met.Soc.IV ,London,39,119-138.
- Wallen ,R.N., 1992: Introduction to physical geography
.W.M.C.Brown Pub. USA.
- Watson ,R.T.,et al.2001: Climate change 2001.Synthesis

Report.WMO/UNEP.Pub.for IPCC;Cambridge Univer.Press
- WHO/WMO/UNEP.,1996: Climate change and Human helth.WHO .Geneva.
- WMO, 1998: The 1997/1998 El Nino.World Climate News ,No.13 June pp.5-12.
- WMO,2000: UNEIP Projection El Nino.World Climate News , No.17 June pp.14.
- WMO,2001:: Lessons from the 1997/1998 El Nino. World Climate News , No. 18 January.pp.13.
- WMO,2002 a: El Nino up date.World Climate News.No.20, January.pp.5.
- WMO,2002 b: El Nino outlook.World Climate News.No. 21.June. pp.10.
- WMO,1997: El Nino up date. No.2,December.
- WMO,1998 a: El Nino up date. No.3, January.
- WMO,1998 b: El Nino up date. No.4, February.
- WMO,1998 c: El Nino up date. No.5,March.
- WMO.1998 d: El Nino up date. No.6 ,June.
- WMO,1998: e El Nino/ La Nina up date. No. 7,November.
- WMO,1999: El Nino/La Nina up date. No. 8, February.
- WMO,2001: El Nino up date. 28 August , 2001( By intrnet).
- WMO,2002: El Nino up date ,25 June, 2002 ( By internet).
-Wyrtiki,K., 1975: The dynamic response of the equatorial Pacific ocean to atmospheric forcing.J.Phy.No.5,572-584.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2003/2/26.