ظاهرة النينو المناخية

الاستاذ الدكتور قصي عبد المجيد السامرائي
رئيس قسم الجغرافية – كلية الاداب / جامعة بغداد

المقدمة Introduction

كثيرة هي الظواهر المناخية التي لم يدرك الانسان أهميتها أو مدى تأثيرها لحد الآن . قسم منها ظواهر مكتشفة ، والآخر لم يكتشف بعد ، منها ظاهرة النينو El Nino القديمة الحديثة . فهي كظاهرة باسمها قديمة جدا تعود الى القرن التاسع عشر ، أما كونها ظاهرة ذات تأثيرات مناخية محددة فقد أكتشفت في الستينات من هذا القرن . فبعد حدوثها في عام ١٩٧٢ تطورت البحوث التي تحاول الربط بينها وبين مظاهر مناخية أخرى في أماكن قريبة أولا وبعيدة ثانيا . وبحوث اخرى تحاول معرفة أسبابها لتعميق المعرفة بها ومحاولة التنبؤ بحدوثها . هذه الخطوة استطاعت ان تحرز تقدما محدودا ، فظهرت على أثرها نظريات تحاول تفسير أصل الظاهرة وأسباب نشوئها ، وما زال أمام التنبؤ بها شوط طويل . أما البحوث التي عالجت علاقة الظاهرة بمظاهر مناخية قريبة ، فقد تم الربط بينها وبين مظهر الامطار الغزيرة الفجائية في بيرو وشيلي ، وبينها وبين تغير أتجاه الرياح على المحيط الهادي ، ومن ثم تغير شكل الدورة واتجاهات التيارات البحرية . وتوسعت المحاولة لتشمل الربط بين الظاهرة ومظاهر مناخية بعيدة عن موقع الظاهرة . كمظهر الجفاف في جنوب شرق البرازيل واستراليا واندنوسيا . كما بدأت تظهر في التسعينات من هذا القرن محاولات لتوسيع نطاق تأثير النينو ليشمل العروض الوسطى ، نتيجة ترابط خلايا الدورة العامة وانتقال التركيز الهائل للحرارة الفائضة من المنطقة الشرقية الاستوائية في المحيط الهادي عبر الغلاف

الجوي حول الكرة الارضية بواسطة دورة الرياح المعدلة مما يؤدي الى تغير في الانظمة المناخية الاعتيادية في الخلايا الاخرى . لذلك يبدو ان هذه الظاهرة فتحت الباب واسعا لاكتشاف مجاهيل المناخ . فأنصب الأهتمام مؤخرا على العلاقة بين سطح المحيطات والغلاف الغازي ، لمعرفة نقطة الانطلاق للتغيرات الحاصلة في الغلاف الغازي .

ونتيجة للحملة الاعلامية الضخمة والسباق العلمي الذي جعل الظاهرة أكثر شهرة حيث بدأ اللوم يلقى عليها في كل المظاهر المناخية التي تحدث ، منها ظاهرة التورنادو التي حدثت في الولايات المتحدة الامريكية ، علما انها عواصف تحدث سنويا ، وأرتفاع درجات الحرارة أو كمية التساقط في أماكن متباعدة .

لذا فان هذا البحث هو محاولة أولية لملىء فراغ كبير في المكتبة العربية وبحوثها المناخية ، فلم أستطع ان أعثر على أي بحث او حتى اشارة بسيطة للظاهرة في الكتب المناخية العربية ، بالرغم من ظهور بحوث عربية نادرة حاولت الربط بين الظاهرة ومظاهر مناخية أخرى ، ولكنها لم تعرف القارىء العربي بالظاهرة وأصلها . ما حفزني أكثر على اكمال هذا البحث هو ظهور احتمالات ارتباط الظاهرة بمظاهر مناخية مختلفة ، لذا فهي دعوة للباحث العربي ليبدأ النظر اليها بجدية ودراسة امكانية ارتباطها ببعض المظاهر المناخية المؤثرة على الوطن العربي .

أصل النينو وتسميتها The phenomenon and their name

النينو El nino كما تعرفها موسوعة الجغرافية الطبيعية هو بروز مياه دافئة بشكل غير اعتيادي عند سواحل بيرو والاكوادور وتشيلي ، وهي أقاليم تصاعد المياه الباردة عند السواحل من قاع المحيطات الى السطح بشكل دوامة تصاعدية Up welling ، مما يجعلها غنية بالمواد الغذائية والعوالق (البلانكتون) التي تجلب من الاسفل مع تصاعد الماء الذي يحل محل المياه السطحية التي تجرفها الرياح التجارية غربا .

يحدث النينو كل عدة سنوات من كانون الاول لغاية آذار نتيجة ضعف تصاعد المياه الباردة من الاسفل واحلال مياه دافئة متحركة من الغرب والشمال ، يكون محتواها الغذائي قليل ، مما يؤثر سلبا على الحياة السمكية والطيور التي تقتات على هذه الاسماك [١] فيؤثر على اقتصاد الدول المعتمدة على الصناعة السمكية نتيجة احلال هذه المياه الدافئة محل التيارات المحيطية الباردة التي تنتج غالبا من استمرار هبوب الرياح التجارية التي تعمل على جرف المياه السطحية لسواحل غرب القارات (شرق المحيطات) بعيدا عن الساحل مما يؤدي الى ظهور مناطق تفرق Divergance تؤدي الى صعود الماء من الاسفل ليحل محل الماء المزاح ، ويكون أبرد نسبيا من المياه المجاورة التي لا يصعد فيها الماء من الاسفل . كما تساعد الرياح الساحلية على ازاحة الماء من قرب السواحل لتسمح للماء البارد ان يتصاعد من الاعماق ، كما في سواحل افريقيا الغربية وكاليفورنيا وبيرو [٢] وذلك لهبوب الرياح مع خط الساحل فتولد حالة تفرق نتيجة اختلاف الاحتكاك ، فالهواء الجنوبي الموازي للساحل في هبوبه سيهب قسم منه فوق الماء، والقسم الآخر فوق اليابس ، ولان احتكاك اليابس أكبر من احتكاك الماء فستكون الرياح فوق اليابس ابطأ من الرياح فوق الماء . ولوجود قوة الانحراف ، فان الرياح فوق الماء سوف تنحرف غربا (الى يسار اتجاهها) في نصف الكرة الجنوبي ، مما يساعد على ازاحة الطبقة السطحية للماء بواسطة الهواء ليرتفع مكانه ماء بارد من الأعماق [٣] . فمثلا تيار بيرو البارد قرب الساحل (تيار همبلت البارد) يظهر بشكل واضح في فالباريسو في بيرو وخليج كوياكوك في الاكوادور ويستقر هذا التيار على طول الساحل حتى يقترب من خط الاستواء فينحرف الى الغرب عند دائرة عرض (٥) درجات جنوبا حيث يلتقي التيار الاستوائي المرتد الدافيء . ولا بد من الاشارة الى ان قوة الانحراف (كوريولس) وتيار أكمان يضعفان تدريجيا عند اقترابهما من خط الاستواء ، ثم تتبدل علاقتهما عند خط الاستواء . هذا الضعف وتغيير العلاقة يساعدان على فهم حدود تصاعد الماء البارد من الاسفل فيحدد المنطقة الجافة التي تكون عند الحدود البيروية

والاكوادورية التي تتميز بكونها منطقة انتقالية شديدة ، تظهر فيها التأثيرات المناخية للدوامات التصاعدية فتؤدي الى ظهور الجفاف والضباب عكس تأثير التيارات المحيطية الدافئة التي تعمل على زيادة الامطار ، وينتقل فيها المناخ فجأة من مناخ شديد الجفاف الى مناخ شديد الرطوبة ، حيث تحادد المنطقة الجافة المياه الباردة وتحادد المنطقة الرطبة المياه الدافئة [٤] . أما منطقة الالتقاء بين التيار البارد والدافيء فهي نطاق انتقالي سريع مناخيا وايكولوجيا . فمن الناحية المناخية ، فان المعدل السنوي للامطار يزداد من ١٥ ملم في لامباتيك في بيرو (عند دائرة عرض ٤٢ ٦ جنوبا) الى ١٠٢٢ ملم في كويا كول في الاكوادور (عند دائرة عرض ١٠ ٢ جنوبا) والى ٢٠١٦ ملم في لاقلوريدا في كولومبيا (عند دائرة عرض ٢٧ ٢ شمالا) حيث موقع الجبهة الاستوائية ITCZ في كانون الثاني [٥] . في السنوات الاعتيادية تكون منطقة الساحل ولعدة درجات جنوب خط الاستواء منطقة تقابل وتبادل بين الرياح الشمالية الدافئة والتيار البحري الدافيء من جهة الشمال وبين الرياح الجنوبية الباردة والتيار البحري البارد من الجنوب .

وفي حالة حدوث ظاهرة النينو سيحدث تذبذب في نظام الرياح هذا فوق المنطقة وبالنتيجة سيؤثر على درجة حرارة الماء الساحلي نتيجة ضعف في تصاعد الماء البارد من الاسفل قرب الساحل وبالخصوص قرب ساحل بيرو . لذلك فتغير المناخ فوق منطقة المحيط الهادي المدارية له علاقة بهذه الظاهرة ، حيث ينقطع صعود الماء البارد من الاعماق عند ساحل بيرو مما يؤدي الى ضرورة اعادة التوازن في الرياح والتيارات البحرية ، والتساقط ، ودرجة حرارة الهواء والماء ، ليتلائم مع التغير الجديد ، وتمتد عملية أعادة التوازن الى منطقة المحيط الهندي [٦] . وتظهر علامات هذه الظاهرة على شكل ارتفاع في درجة حرارة الماء في فترة قياسية فيتقدم التيار الاستوائي المرتد الدافيء بعيدا الى الجنوب حتى يصل أحيانا الى دائرة عرض ١٥ درجة جنوبا لذلك ترتفع درجة حرارة الماء في كالاوا عند دائرة عرض ١٢ درجة جنوبا ، والتي يكون معدل حرارتها أكثر قليلا من ١٥،٥ درجة مئوية الى أكثر من ٢٦,٥ درجة مئوية ، لذلك يضعف تصاعد الماء

البارد من الاعماق وتسود المياه الدافئة سطح المياه وتكون فقيرة بالمواد الغذائية والعوالق فتؤدي الى موت أعداد كبيرة من الاسماك التي كانت تعتمد على المواد الغذائية التي يهيجها تصاعد الماء من الاعماق. خلال مثل هذه الفترات ستتحرك الجبهة الاستوائية الى صحراء شمال بيرو حيث الرعد وسقوط الامطار الغزيرة .

فمثلا في آذار من عام ١٩٢٥ جلب النينو ٣٩٥ ملم من الامطار الى مدينة تروجيلو في بيرو (عند دائرة عرض ٨ درجات جنوبا) ، بينما كان معدل أمطار هذا الشهر ولثماني سنوات متتالية بعد هذا العام حوالي ٤,٤ ملم ، هذه الامطار تحيل الصحراء الى أرض خضراء تزهو بالازهار [٧] . فيعمل النينو على رفع عدد الايام الممطرة ويتناقص الارتفاع باتجاه الجنوب ، وكانت فترة الامطار الغزيرة لنفس السنة غير اعتيادي في المواقع التالية حسب دوائر العرض : دائرة عرض ٢٠ ٤ جنوبا ٧٦ يوما ، دائرة عرض ٤٠ ٧ جنوبا ٦٤ يوما ، دائرة عرض ٢٠ ١٢ جنوبا ١٥ يوم ، ودائرة عرض ٤٠ ١٣ جنوبا ٨ أيام [٨] .

ولكون هذه الظاهرة تظهر في الفترة بين كانون الاول لغاية آذار أي تتزامن مع أعياد الميلاد ، لذلك فقد اطلقت على الظاهرة تسمية النينو وهي كلمة بيروية معناها طفل المسيح Christchild أو الطفل المقدس .

أذن فظاهرة النينو هي استبدال تيار همبولت أو بيرو البارد الذي يصل قرب خط الاستواء بمياه دافئة مرتدة تقطع تصاعد الماء البارد من الاسفل ويصل تأثير المياه الدافئة الى دائرة عرض ١٥ جنوبا . هذا التغير في حركة التيارات يؤدي الى سقوط أمطار غزيرة على سواحل الاكوادور وبيرو وشمال شيلي الجاف . لذلك تعتبر هذه الظاهرة من أفضل الامثلة على علاقة التبادل بين المحيطات والغلاف الغازي تحدث في فترات تتراوح بين ٢ - ١٠ سنوات [٩] .

خلفية نظرية : Theortical background

لفهم الظاهرة والنظريات التي تحاول ايجاد تفسير علمي لها لا بد من القاء نظرة سريعة على بعض المفاهيم التي لها علاقة بالظاهرة ، او يمكن ان تفسر

الظاهرة ، منها مفهوم تيار اكمان ودورة ووكلر والتذبذب الجنوبي حيث ان فهم هذه الظواهر هي ضرورة لاكمال صورة النظريات التي تفسر الظاهرة .

(١) تيار اكمان : Ekman drift

تيار اكمان هو محاولة رياضية لتفسير حركة التيارات البحرية واتجاهها نسبة الى الرياح . وملخص هذه النظرية هو ان الرياح التي تسلط ضغطا على الماء وتحركه ، ونتيجة لقوة كوريوليس فان الماء يتحرك بزاوية مقدارها ٤٥ درجة الى اتجاه حركة الرياح ، وكلما زاد العمق زادت الزاوية . هذه النظرية لها تطبيقات كثيرة وتفسر كون التيارات باردة او دافئة وتحدد تغير اتجاهها نسبة الى تغير اتجاه الرياح . فمثلا تصاعد الماء من الاعماق وعند تطبيق قاعدة تيار اكمان عليها تصبح واضحة . فان الساحل عندما يكون يمين الرياح الهابة بموازاة الساحل ، فان الرياح تنحرف لتجرف الماء السطحي بعيدا عن الساحل (الى اليسار في نصف الكرة الجنوبي والى اليمين في نصف الكرة الشمالي) مما يؤدي الى ازاحة المياه السطحية فيسمح بتصاعد المياه من الاعماق الابرد نسبيا على شكل دوامة تصاعدية [١٠] .

(٢) دورة وولكر : Walker circulation

هي دورة عرضية للرياح في المنطقة الاستوائية تنتج هذه الدورة من الهواء المتصاعد فوق المياه الدافئة في غرب المحيط الهادي الاستوائي (شرق آسيا) ويتحرك هذا الهواء في الاعلى شرقا ليهبط فوق المياه الباردة لشرق المحيط الهادي (غرب امريكا الجنوبية) [١١] وينتج عن حركة الهواء في الاعلى رياح سطحية معاكسة تتحرك من الشرق الى الغرب ضمن الرياح التي تتحرك من الشمال الى الجنوب في منطقة الجبهة الاستوائية I TCZ . اكتشفها السير جلبرت وولكر في العشرينيات من هذا القرن ، واضعا فرضيته الاولى التي تشير الى اختلاف الضغط عبر خط الاستواء في منطقة المحيط الهادي قد ينتج عنها دورة ذات اتجاه شرقي - غربي والتي قد تساعد على التنبؤ طويل الامد [١٢] الشكل (١) .

السبب في هذه الرياح (الدورة) هو اختلاف الحرارة بين جنوب شرق المحيط الهادي البارد وغرب المحيط الهادي الدافيء لذا فالضغط يكون عاليا شرق الهادي وواطئا في غربه فتتحرك الرياح على اثره من الضغط العالي شبه المداري لشرق الهادي الى الضغط الواطيء الاندونوسي . هذه الدورة العرضية تعتبر واحدة من أهم مكونات نظام الغلاف الغازي الكوني [١٣] . فهي خلية ضخمة يمكن رؤيتها عبر المحيط الهادي كما في الشكل (١) ، فقرب ساحل أمريكا الجنوبية تهب الرياح من الساحل الى الماء مما ينتج عنه صعود الماء البارد من الاعماق والذي يميل ان يكون أبرد بـ (٥) درجات مئوية عن الماء في غرب المحيط الهادي [١٤] ، لذا فالهواء يستقر بسبب برودة الماء ولا يمكنه ان يتصاعد لينظم الى خلية هادلي الاعتيادية وبدلا من ذلك فان الهواء ينساب غربا مشكلا الرياح التجارية الجنوبية الشرقية عبر جنوب المحيط الهادي الى غربه الدافيء ، حيث يكتسب حرارة ورطوبة فيرتفع فوق الجزء الغربي ، وبعض من الهواء المتصاعد ينساب شرقا ليكمل الخلية . هذه الدورة في حركة الماء والهواء تسمة دورة وولكر . وهي دورة ليست مستمرة وانما يحصل فيها تقلبات مما يؤدي الى انعكاسها .

(٣) التذبذب الجنوبي Southern Oscillation

هو تذبذب في الدورة العامة المدارية ، وبالذات في ذلك الجزء من المحيط الهندي والمحيط الهادي الذي تحصل فيه دورة وولكر . هذا التذبذب غير منتظم في حدوثه [١٥] . والمهم في دورة وولكر ليس معدلها ، حيث ان استمرار هذه الدورة يؤدي الى استمرار المناخ الاعتيادي (الجفاف وانخفاض الحرارة في الساحل الشرقي وارتفاع درجة الحرارة وكمية الامطار على الساحل الغربي للمحيط الهادي) ، وانما المهم التغيرات الكبيرة في رياحها كل عدة سنوات والتي تعرف بالتذبذب الجنوبي . يرافق هذا التذبذب تغير واضح في بعض مناطق التساقط في المحيط الهادي الاستوائي ، والاهم من ذلك التغير الضغطي عبر المحيط [١٦] . فمنذ بداية هذا القرن أدرك العلماء ان التغير في الضغط الجوي في

المحيط الهندي يرافقه دائما تغير مقابل في الضغط فوق المحيط الهادي ، فاذا ما ارتفع أحدهم انخفض الآخر فيظهر التذبذب الجنوبي بتكرار شبه منتظم بين ٢ - ٤ سنوات تشاهد في تغير شكل الضغط الجوي بمستوى سطح البحر والرياح السطحية ودرجة حرارة سطح الماء والغيوم والامطار فوق منطقة واسعة للمحيط

الجدول ١ : يرصد ظاهرة النينو في سنوات حدوثها وحسبما جاءت في مصادر متعددة ويبدو من الجدول ان النينو يتكرر بين سنتان وعشرة

سنوات النينو				
حسب Change	حسب Oliver	حسب Wep	حسب	
١٨٧٨	١٩٥٨-١٩٥٧	١٨٧٧	١٨٩٩	١٩٤٤-١٩٤٣
١٨٨٤	١٩٦٦-١٩٦٥	١٩١٨	١٩٠٠	١٩٤٨
١٨٩١	١٩٧٣-١٩٧٢	١٩٢٥	١٩٠٢	١٩٥١
١٩١٨		١٩٤١-١٩٤٠	١٩٠٥	١٩٥٣
١٩٢٥		١٩٥٨-١٩٥٧	١٩١٢-١٩١١	١٩٥٨-١٩٥٧
١٩٣٣		١٩٦٥	١٩١٤	١٩٦٣
١٩٣٩		١٩٦٩-١٩٦٨	١٩١٨-١٩١٧	١٩٦٥
١٩٤٨		١٩٧٣-١٩٧٢	١٩١٩	١٩٦٩
١٩٥٣		١٩٧٧-١٩٧٦	١٩٢٣	١٩٧٣-١٩٧٢
١٩٥٨-١٩٥٧		١٩٨٣-١٩٨٢	١٩٢٦-١٩٢٥	١٩٧٦-١٩٧٥
١٩٦٥		١٩٨٧-١٩٨٦	١٩٣٠-١٩٢٩	١٩٨٣-١٩٨٢
			١٩٣٢	١٩٨٧-١٩٨٦
			١٩٤٠-١٩٣٩	١٩٩٣-١٩٩٢
			١٩٤١	١٩٩٨-١٩٩٧

الهادي والمناطق الساحلية المجاورة جنوب خط الاستواء [١٧] ، اذن هو انعكاس لدورة وولكر مما يؤدي الى رفع درجة حرارة الماء قرب ساحل أمريكا الجنوبية في النطاق الاستوائي والذي كان باردا ، أي ان الدورة الدائرية للبحر والغلاف

الغازي تنعكس عن وضعها الاعتيادي لذلك سميٌ بالتذبذب الجنوبي ، وفي حالة قوته يسمى النينو [١٨] .

لذا فالتذبذب الجنوبي هو أحدى الأمثلة الواضحة على علاقة التبادل بين الماء والغلاف الغازي ، لما للمحيط من قابلية عالية على خزن الحرارة ، لذا فان له تأثير كبير على مناخ الارض ، فاذا ما تغيرت درجة حرارة المحيط فان ذلك سوف يؤثر على الطقس فوق اليابس . وهذا التبادل بين المحيط والغلاف الغازي أصبح مركز ثقل البحوث الحديثة خاصة بعد ان أدرك العلماء ان التغير المقابل في الضغط الجوي فوق المحيطين الهادي والهندي في ارتفاعه وانخفاضه له علاقة بالتسخين في شرق المحيط الهادي والذي ينتج عنه النينو . والاكثر من ذلك ، نحن نعلم اليوم ان حرارة المحيط عند ساحل امريكا الجنوبية يرتفع عندما يرتفع الضغط الجوي فوق دارون في استراليا . وان الحرارة تنخفض في شرق الهادي عندما ينخفض الضغط فوق دارون (الشكل ٢) .

نتيجة لذلك وللعلاقة الكبيرة بين التذبذب الجنوبي وظاهرة النينو فان التسميتان تم دمجهما بكلمة واحدة وهي اينسو ENSO ومعناها النينو والتذبذب الجنوبي .

وكما يلاحظ فان هناك ربط بين الظواهر الثلاثة والتي ستساعد على فهم ظاهرة النينو . فتيار اكمان يربط ظهور الماء البارد باتجاه الرياح . ودورة وولكر تشير الى ان الاختلاف الضغطي على جانبي المحيط أوجدت حركة رياح من الشرق الى الغرب وبربطها بنظرية اكمان ، فان الرياح قرب سواحل أمريكا الجنوبية تكون دائما باردة وجافة بينما رياح جزر اندنوسيا دافئة ومطيرة . هذه الحركة للتيارات البحرية والرياح ليست مستقرة دائما يحصل فيها انعكاس في حركتها نتيجة اختلاف الضغط ، فعندما يرتفع الضغط على الجزر الاندنوسية ينخفض على ساحل أمريكا الجنوبية مما يجعل الرياح تهب من الغرب الى الشرق فتمنع تصاعد الماء لتصبح طبقة سطح الماء قرب سواحل أمريكا الجنوبية ذات حرارة مرتفعة . هذه الظواهر الثلاثة استطاعت ان تفسر لنا الكثير من هذه الظاهرة ، وهذا ما سيظهر لاحقا عند مناقشة نظريات نشوء الظاهرة .

نظريات نشوء النينو : El Nino Theories

أولا - نظرية تراخي أو خمول الرياح التجارية :

كل خمس سنوات فان تصاعد الماء من الاعماق قرب سواحل بيرو ينقطع عندما يستجيب المحيط الهادي المداري الى خمول او تراخي الرياح التجارية . هذه الظاهرة تسمى النينو [١٩] .

ويأتي النينو بسبب ضعف الضغط العالي لجنوب المحيط الهادي وضعف الرياح الجنوبية على طول ساحل أمريكا الجنوبية . لذلك يضعف تصاعد الماء من الاعماق او يتوقف ، مما يؤدي الى تسخين مستمر في الموقع مما يؤدي الى زيادة رفع درجة حرارة الماء [٢٠] .

وهناك دلائل مقنعة على ان النينو يحدث عندما تضعف الرياح التجارية في كلا النصفين . وهذا يتلائم مع ازاحة موقع المنخفض الاستوائي الى جنوب موقعه في الصيف . لذلك فانه يزيح الرياح الجنوبية الاعتيادية التي ينتج عنها تصاعد الماء في الاعماق وبرودته [٢١] .

ان تأثير دفيء الماء قد يصل جنوبا الى دائرة عرض ١٤ درجة جنوبا ، خلال فترة ضعف التجاريات ، لذا فان انتقال الحرارة المحسوسة والكامنة من المحيط الى الهواء تصبح دون معدلها ، لذلك يختزن المحيط طاقة أكثر من المعدل مما يؤدي الى رفع درجة حرارة الماء . كما ان ضعف التجاريات ينتج عنه تأثير أعظم على درجة الحرارة .

انطلاق النينو اذن تبدو استجابة حركية من المحيط الهادي الى قوى الغلاف الغازي . فقد ذكر ديمرتك انه خلال قوة الرياح التجارية الجنوبية الشرقية التي تستمر لاكثر من سنة فان الدورة حول الضغط العالي لجنوب المحيط الهادي تتزايد نشاطا خاصة في التيار الاستوائي الجنوبي ، هذا يؤدي الى تكدس الماء في غرب المحيط الهادي الاستوائي لذلك سيبدو ان هناك انحدارا في مستوى الماء من الغرب الى الشرق . وحالما تضعف التيارات الجنوبية الشرقية فان الماء المتكدس في غرب المحيط الهادي الاستوائي سيبدأ بالحركة شرقا ، مما يؤدي الى وصول

حرارة سطح الماء حوالي ٨ درجة مئوية عن معدلها وتكّون لسان من الماء الحار يمتد ٨٠٠٠ ميل على طول خط الاستواء [٢٥] .

وجد كذلك ان ضغط الهواء بين جزيرة ايستر Easter ومنطقة دارون في استراليا لها علاقة بالظاهرة ، فعندما يكون الضغط في دارون عالي ، فانه يكون ضعيفا في جزيرة ايستر والعكس صحيح . من الواضح ان النينو ينتج من الاختلافات التي تحدث عبر معظم المحيط الهادي [٢٦] ، وهناك شكوك ان الماء الدافىء قرب سواحل بيرو يأتي من غرب المحيط الهادي على شكل تيار استوائي ينتج عن هذا التيار دورة وولكر ضعيفة ولكنها معاكسة لحركتها الاعتيادية (التذبذب الجنوبي) مما يؤدي الى تحسن دورة هادلي . ان هذا التنشيط لدورة هادلي سوف ينشط الرياح التجارية السطحية قرب سواحل أمريكا الجنوبية والتي بدورها تعمل على منع استمرار تدفق المياه الدافئة عبر الهادي . وهذا يعني انتهاء ظاهرة النينو . وعندما يعاد نشاط المياه الباردة في شرق الهادي ، فان دورة هادلي تضعف ويصبح الوضع جاهزا لعودة تيار المياه الدافئة [٢٧] . وقد لاحظ طاقم الباخرة كونارد المبحرة شرقا على طول خط الاستواء في المحيط الهادي ارتفاع درجة حرارة مياه المحيط أكثر من المعدل وأختفاء الاسماك وان الباخرة تسير أسرع من المتوقع . هذا معناه ان هناك تيار مرتد يتحرك من الغرب الى الشرق وهو عكس الوضع الطبيعي ، وهو بداية انطلاق ظاهرة النينو لعام ١٩٨٢ [٢٨] .

في الأحوال الاعتيادية ، هناك منظومة ضغط عالي مدارية في شرق المحيط الهادي ، في نفس الوقت فوق اندنوسيا في الغرب هناك منظومة ضغط واطىء . هذا الوضع يؤدي الى تجاريات شرقية تهب من أمريكا الجنوبية الى اندنوسيا . هذه الرياح تؤدي الى دفع المياه الدافئة السطحية الى الغرب وتؤدي الى تكدس الماء قرب اندنوسيا (يرتفع كمعدل حوالي ٤٠ سنتيمتر) عن مستوى سطح البحر . ان اتجاه الرياح يؤدي الى تصاعد المياه الباردة من الاسفل مما يؤدي الى ضعف درجة حرارة المياه المدارية بحوالي ١٠ درجات مئوية عن سواحل اندنوسيا . ففي آب على سبيل المثال درجة حرارة سواحل أمريكا الجنوبية قرب

بيرو قد تكون ١٧ درجة مئوية عند سواحل اندنوسيا تصل الى ٢٧ درجة مئوية . ان تنامي ارتفاع درجة حرارة سواحل اندنوسيا لها تأثير مهم حيث يتحرك تيار سفلي بارد شرقا ويظهر عند السطح على شكل تصاعد ماء بارد من الاسفل قرب سواحل بيرو في أمريكا الجنوبية . عملية تصاعد الماء تنتج من خليط من درجة الحرارة والضغط الجوي والرياح والتيارات البحرية ودوران الارض حول نفسها . ولكن كيف تتفاعل هذه الصورة فان هذا غير مفهوم [٢٩] .

في حالة النينو يتحرك الضغط الخفيف الاندنوسي شرقا مما يضعف الضغط العالي قرب أمريكا الجنوبية . وكنتيجة لذلك فان التجاريات الشرقية تتباطىء أولا ثم تختفي واخيرا تغير اتجاهها وتبدأ بالهبوب من الغرب . مع هذا التغير في اتجاه الرياح فان الماء المحجوز في غرب المحيط الهادي لا يوجد ما يبقية محجوزا . لذلك يتحرك الماء بقوة من الغرب الى الشرق مما يؤدي الى تبديل حركة التيار بشكل معاكس لذلك يرتفع مستوى سطح البحر عند سواحل أمريكا الجنوبية وكذلك درجة حرارتها مما يؤدي الى قطع تصاعد الماء البارد من الاسفل مما يؤثر على الحياة السمكية والطيور [٣٠] .

ان ربط النينو بظاهرة التذبذب الجنوبي قد أدى الى فهم ظاهرة النينو أكثر . وان التغير في الضغط الجوي فوق المحيط الهندي (في الغرب) دائما يرافقه تغير معاكس في الضغط فوق جنوب شرق المحيط الهادي (في الشرق) . فاذا ارتفع أحدهم انخفض الأخر . هذه العلاقة في دورة البحر تعرف بالتذبذب الجنوبي . وقد تم ملاحظة ان التغير المعاكس في الضغط الجوي فوق الهندي والهادي لها علاقة بتسخين شرق المحيط الهادي المرافقة للنينو . يمكن القول الآن ان درجة حرارة سطح الماء عند ساحل أمريكا الجنوبية يرتفع عندما يرتفع الضغط فوق دارون – استراليا . وان درجة حرارة ساحل امريكا الجنوبية ينخفض عندما ينخفض الضغط فوق دارون – استراليا .

ظاهرة الاينو لها أربعة مراحل [٣١] :

(١) النذير : Precursor

تبدأ بتعميق الطقس السائد ، حيث يزداد ارتفاع الضغط العالي في شرق الهادي ، مع انخفاض مرافق له في الضغط في غرب المحيط الهادي . لذلك تنشط كثيرا التجاريات الشرقية مما يؤدي الى ازاحة مياه سطحية أكثر باتجاه اندنوسيا . حيث يرتفع مستوى سطح البحر عند اندنوسيا وينخفض قرب سواحل أمريكا الجنوبية . ترتفع درجة الحرارة في الغرب وتنخفض في شرق المحيط الهادي .

(٢) الانطلاق : Onset

يحدث طوال شهر كانون الاول . حالة الطقس تتغير ، فجأة تنخفض درجة حرارة سطح الماء غرب الهادي ، وترتفع شرق الهادي . يرتفع الضغط فوق اندنوسيا وشمال استراليا وينخفض فوق ساحل أمريكا الجنوبية فتتباطىء الرياح التجارية الهابة من الشرق ، ثم تبدأ بعد ذلك تهب من الغرب عبر المحيط الهادي . يلاحظ زيادة في الامطار فوق وسط المحيط الهادي (منطقة جافة اعتياديا) والمنطقة الساحلية للاكوادور أو بيرو وشيلي .

(٣) النمو : Growth

هو استمرار لعملية الانطلاق . يستمر ارتفاع الحرارة عند ساحل أمريكا الجنوبية ويصل أقصى أرتفاع له في شهر حزيران . انسياب الماء الدافىء في غرب المحيط الهادي الى شرقه يرفع من مستوى سطح البحر في شرق الهادي . هذه الامور تستمر في التضخم خلال العام ، يستمر الماء الدافىء بالتحرك عبر الهادي حتى يصل الى أمريكا الجنوبية ، حيث ينشطر الى قسمين قسم يتجه شمالا والآخر جنوبا ، لذلك فهو يرفع من درجة حرارة مياه المحيط على معظم شرق المحيط الهادي الاستوائي . تستمر الرياح بالهبوب من الغرب الى الشرق ، تقل الامطار بشكل كبير فوق اندنوسيا ، وتسقط بغزارة فوق وسط وشرق المحيط الهادي وسواحل أمريكا الجنوبية على المحيط الهادي . تصل الامور الى قمتها بعد سنة من انطلاقها ، وبعدها تبدأ الرياح الغربية تضعف .

(٤) الانحلال : Decay

تبدأ الغربية تضعف ثم هناك ارتفاع ثانوي قصير في درجة حرارة المياه الساحلية لامريكا الجنوبية . وبعدها وخلال الستة أشهر التالية تبدأ الامور تعود الى طبيعتها بشكل تدريجي ، حيث ارتفاع الضغط والرياح التجارية الشرقية وانخفاض درجة حرارة سواحل أمريكا الجنوبية . بعد سنة ونصف من مرحلة الانطلاق ، يعود طقس المحيط الهادي الى حالته الطبيعية .

ثالثا - اختلاف في موازنة الطاقة المحلية بسبب تقدم اضطرابات من النصف الشمالي :

يقترح ليتو أصل اقليمي للظاهرة لها علاقة باختلاف توازن الطاقة . فقد اقترح ان هجرة موضعية للاضطرابات من الدورة الشتوية شمال خط الاستواء قد تنتج عنه فترة تساقط مطري في المنطقة الجافة في ساحل جنوب الاكوادور وشمال بيرو ، عند دائرتي عرض ٤ - ٥ درجات جنوبا . وعلى الرغم من ان الاضطرابات قد لا تستمر الا فترة قصيرة في المنطقة ، فان رطوبة التربة الناتجة عن الامطار ستستمر حتى تتبخر . وطالما استمر التبخر ، فان الطاقة الاشعاعية المخصصة للتوصيل الجاف تقل كما يقل المدى الحراري اليومي . هذا يؤدي الى اضعاف ضغط الرياح على طول الساحل ، مما يؤدي الى ضعف تصاعد الماء الساحلي البارد من الاعماق . ومع اختفاء تصاعد الماء البارد ، فان الماء الدافيء يغزو المنطقة جنوب خط الاستواء من الشمال ، مما يؤدي الى زيادة التبخر وبالتالي زيادة سقوط الامطار . ما هو واضح اذن ان زيادة محدودة في الرطوبة مصدرها خارج المنطقة تعمل كعمل بداية الانطلاق للعملية تؤدي الى استمرار التساقط بوساطة مصادر الرطوبة المحلية ، والتي قد تستمر لفترة أطول بعد ان تختفي الاضطرابات الاصلية . هذه النظرية التي تركز على مفهوم الطاقة الاقليمية والحركية هي في تضاد حاد مع النظرية القائلة ان النينو هو ظاهرة ناتجة من تغير في نظام المحيط - الغلاف الغازي فوق كل منطقة المحيط الهادي الاستوائية وما جاورها [٣٢] .

ان الفهم الحالي لحالة المحيط الهادي تدفعنا للقول ان العامل الحاسم في انطلاقة ظاهرة النينو هو قوة الرياح التجارية وعلاقتها بدفع كميات كبيرة من المياه وحجزها قرب اندنوسيا . فطالما الرياح التجارية تستمر قوية في هبوبها ، فان لها القدرة على حجز المياة في موقعها . وعند تجمع كميات كبيرة من الماء ، فان أي تذبذب في الدورة العامة للرياح يضعف قوة الرياح التجارية لفترة جيدة سيساعد على اندفاع تيار مائي شرقا عبر المحيط الهادي .

درجة حرارة سطح الماء سترتفع في وسط المحيط الهادي ، وتؤدي الى تسخين الغلاف الغازي فوقها مما يؤدي الى ظهور الغيوم المطيرة وتغير اتجاه الرياح وتحرك الضغط الواطىء الاندنوسي الى منتصف المحيط الهادي . هذا الوضع أصبح مهيأ لانطلاق النينو .

ولكن ماذا يحدث عند انتهاء الظاهرة وعودة الامور الى وضعها الطبيعي ؟ وهو موضوع غير معروف . وفي معظم ظواهر النينو كان الوضع كما شرحته ، باستثناء ظاهرة ١٩٨٢ - ١٩٨٣ ، حيث ان ارتفاع حرارة المياه جاء بعد انتهاء الظاهرة ، وان تحرك الضغط الخفيف الاندنوسي والعالي عند سواحل أمريكا الجنوبية كان أكثر الى الشرق ، مما جعل ظاهرة ١٩٨٢ - ١٩٨٣ عنيفة جدا [٣٣] .

انتقال تأثيرات النينو وتطبيق مفهوم الارتباط عن بعد :

Teleconnection

العلاقة السببية بين ظاهرة النينو وتباينات المناخ في منطقة المحيط الهادي الاستوائي علاقة قوية ومثبتة . ولكن ليس من السهولة اثبات العلاقة بين ظاهرة النينو واضطرابات الطقس بعيدا عن منطقة المحيط الهادي [٣٤] . الاعتقاد بوجود علاقة بين الظاهرة وظاهرة الطقس في مناطق بعيدة يعود الى فكرة الارتباط عن بعد Teleconnection ، فهذه النظرية تشير الى وجود علاقة ارتباط بين مظاهر الغلاف الغازي . فعندما يحدث تغير في جزء من احدى خلايا الدورة العامة للرياح ، فان هذا التأثير سوف ينتقل بعد فترة الى اجزاء الخلية الاخرى . فمثلا لو حدث

تحرك أو تغير في موقع الجبهة الاستوائية ITCZ فوق مكان ما ، فان هذا التغير سينتقل ليؤثر على المواقع الاخرى للجبهة .

وهناك من يعتقد ان خلايا الدورة العامة للرياح تتبادل بعض مؤثراتها ، وان هناك نقاط ارتباط بينها ، لذلك فان أي تغير في موقع خلية من الخلايا الثلاثة سيؤثر على موقع الخلية الثانية والثالثة ربما .

هذه باختصار فكرة موجزة عن الارتباط عن بعد . والتي على أساسها شاعت فكرة ارتباط ظهور حالات طقسية شاذة في مناطق مختلفة من العالم عند سيطرة ظاهرة النينو أو وقوعها ، لذلك يعرف الارتباط عن بعد على انه تزامن حدوث ظواهر طقسية في مناطق متباعدة ، فهناك علاقة ارتباط موجبة أو سالبة وجدت مع مظاهر دورة الهواء ودورة التيارات البحرية والطقس في مكان آخر .

الوصف المبكر لهذا الارتباط تم في فترة العشرينات [٣٥] . ان التناوب في اختلاف الضغط بين اندنوسيا وسواحل أمريكا الجنوبية والمعروف بالتذبذب الجنوبي يؤدي ، كما يعتقد البعض ، الى شواذ طقسية على مستوى الكرة الارضية وبعيدا عن مكان الظاهرة بعدة آلاف من الكيلومترات [٣٦] .

تم بارنيت واعتمادا على احصاءات حقيقية أكد القول ان الشذوذ في درجة حرارة سطح البحار المدارية لها تأثير كبير على مناخ العروض الوسطى أكثر من تأثير المحيط الهادي الشمالي على مناخ العروض الوسطى . فمثلا ظاهرة النينو الضخمة في ١٩٨٢ – ١٩٨٣ وحدوث شواذ مناخية رئيسية على مستوى العالم أخذ كقرينة على صحة القول ان شذوذ حرارة سطح البحار المدارية لها تأثير على طقس العروض الوسطى [٣٧] .

الدراسات الحديثة بينت انه في وقت حدوث النينو فان عددا من ظواهر الانحراف عن معدلاتها المناخية تستمد أو تظهر في أماكن اخرى من الارض . فالجفاف في استراليا واندنوسيا وشمال شرق البرازيل والشتاء القاسي في الولايات المتحدة الامريكية واليابان والمنخفضات الجوية في وسط المحيط الهادي كلها تعزى الى ظاهرة النينو وأثرها على هذه الظواهر [٣٨] .

من هذا كله يلخص البعض القول ان النينو ليست ظاهرة محلية ، ولكنها تزامن تغير بمقياس كبير للدورة العامة للرياح . ففي بعض الحالات تأتي النينو بسبب ضعف الضغط العالي لجنوب المحيط الهادي ، وبالتالي ضعف الرياح الجنوبية على طول ساحل أمريكا الجنوبية . بينما في حالات اخرى تندفع الجبهة الاستوائية والتيار الاستوائي بعيدا الى جنوب مواقعها المعتادة فوق المحيط الهادي مما يؤثر على الطقس في مناطق أخرى من العالم [٣٩] .

ان هذا الغزو غير الطبيعي باتجاه الجنوب للمياه الاستوائية ، يبدو انه ترافقه ازاحة ذات مقياس كبير للدورة العامة للرياح [٤٠] . ان النينو ظاهرة مناخية بارزة تنتج من تغيرات في نظام المحيطات والغلاف الغازي فوق كل منطقة المحيط الهادي الاستوائي . بينما يرى آخرون انها تترافق مع تغيرات اقليمية في الطاقة ومع تغيرات حركية أخرى [٤١] .

التذبذب الجنوبي توفر واحدة من التبادل الموثق بشكل جيد بين دورة الغلاف الغازي السطحية وحالة أعماق المحيط . في الوقت الحاضر يمكننا ان نفعل أكثر من ان نقترح . ان حدوث الشواذ الحرارية لسطح مياه المحيط يبدو انها تتلائم مع اضطرابات في نموذج الغلاف الغازي حول الارض ، وان موقع أمواج روزبي يبدو حساس جدا لهذه الشواذ [٤٢] . وبالرغم من تحليلنا لدورة هادلي يؤشر انغلاق هذه الدورة ، الا ان الاتصال بين هواء هذه الدورة والعروض الوسطى يجب ان يتم في كلا المنطقتين . الاولى منطقة التلاقي Convergance الواقعة في الحافة العليا لخلية هادلي والثانية الافتراق Divergance على السطح . لذلك فان المناخ الناتج من خلية هادلي لا يحدث بمعزل عن المناخات الاخرى ، فهناك ارتباط بين أنظمة العروض الوسطى والعروض المدارية والذي وضح الارتباط مع التذبذب الجنوبي والنينو . فهناك ارتباطات أخرى الاولى هي الدورة الموسمية والثانية هي الاعاصير المدارية التي تتكون في المدار وتؤثر على العروض الوسطى [٤٣] .

العلاقة بين النينو وحالة الطقس على الساحل الغربي لامريكا الجنوبية :

يصاحب النينو أمطار غزيرة على طول ساحل بيرو الجاف مع تغير واضح في الدورة العامة للرياح في الغلاف الغازي [٤٤] . ففي حالة النينو فان دورة وولكر تنعكس مما يؤدي الى رفع كبير لدرجة حرارة الماء قرب ساحل أمريكا الجنوبية الغربي في النطاق الاستوائي . هذه الدورة الدائرية والتي تسمى التذبذب الجنوبي يبدو انها واضحة تماما قرب سواحل أمريكا الجنوبية الغربية الاستوائية ، حيث ان الماء الدافىء يترافق مع ارتفاع كمية المطر فوق بيرو والاكوادور [٤٥] في فترات قياسية ولعدة سنوات ، يتقدم التيار الاستوائي الدافىء بعيدا الى الجنوب بشكل غير اعتيادي ويصل أحيانا الى دائرة عرض ١٥ درجة جنوبا . خلال مثل هذه الفترات ترتفع درجة حرارة سطح الماء في كالاوا Callo (١٢،٥) درجة مئوية والتي تكون عادة أكثر قليلا من ١٥,٥ درجة مئوية الى ٢٦,٥ درجة مئوية .

خلال النينو تتحرك الجبهة الاستوائية الى صحراء شمال بيرو حيث الرعد وسقوط المطر الغزير في آذار من عام ١٩٢٥ ، جلب النينو ٣٩٥ ملم أمطار الى مدينة تروجيلو Trujillo في بيرو (٥٨ درجة) حيث كان معدل أمطار هذا الشهر لثماني سنوات متتالية بعد هذا العام ٤،٤ ملم . الامطار غيرت الصحراء الى أرض خضراء مغروسة بالازهار من الأنواع المختلفة وتفعم المياه بالطيور والحشرات بشكل مدهش [٤٦] .

ففي منطقة حيث يكون الوضع الطبيعي هو تتال السنوات الخالية من المطر تقريبا ، هناك فترات يكون فيها الصيف الجنوبي (كانون الثاني أو شباط) يشهد تساقط مطر غزير حيث يصاحبه عواصف رعدية . ففي هذه المناسبات ، فان واحدة من أجف صحاري العالم تأخذ في فترة قصيرة صفات المناخ المداري الرطب . ويشير Schott عام ١٩٣٢ انه خلال الـ ١٤٠ سنة الماضية كان هناك على الأقل ١٢ سنة في شمال صحراء بيرو سقطت فيها أمطار شديدة ومدمرة ، و٢١ سنة اخرى كان هناك اعتدال في الامطار ، وخلال ١٠٠ سنة ليس هناك

مطر سوى الرذاذ . وتمتد هذه الثورة في الطقس لتشمل الثلث الشمالي لصحراء شيلي . ويبدو ارتباط هذه الامطار بظاهرة النينو . كما ان الامطار الغزيرة في منطقة صحراوية جافة تكون مدمرة . ففي آذار / عام ١٩٢٥ سجلت تروجيلو أمطارا أكثر من ٣٩٠ ملم . مثل هذه الكمية فاضت فيها الوديان التي تعتمد الري مما أدى الى تدمير المحاصيل وطمر الحقول والطرقات والجسور ، وحتى الى تدمير القرى [٤٧] .

ان الارتفاع في درجة حرارة سطح الماء يرفع من حرارة الهواء ، ولكن النتيجة الكبيرة هي الزيادة الكبيرة في كمية المطر التي تظهر فجأة في ساحل بيرو ١٣٧ ملم قبل ثلاثة أشهر من أعياد الميلاد وصلت المياه الدافئة الى سواحل الاكوادور وبيرو بعمق ٤٥٠ قدم قاطعة المياه الباردة لسطح المحيط مما أدى الى زيادة الامطار التي كانت تقاس بالمليمترات أصبحت تقاس بالامتار [٤٨] .

المصادر :

(1) Canby , Thomas Y. " El Nino ill Winds " . National Geographic Journal, Washington , D.C. Vol. 165, No. 2 , Feb., 1984 , P. 175 .
(2) Ibid , P. 153 .
(3) Chang , Jen . Hu. Atmospheric Circulation System and Climate , The Oriented Pub. Co. Honolulu , Hawaii , 1972 , P. 68 .
(4) Ibid , P. 68 .
(5) Ibid , P. 68 .
(6) Goudie , Andrew Ed. and others , The Encyclopaedic Dictionary of Phisical Geography , Blackwell Reference , New York , 1988 , P. 152 .
(7) Goudie , Andrew , The Nature of the Environment , 2Ed. , Basil Blackwell , Oxford , 1990 , P. 37 .
(8) Goudie , 1988 , Op. Cite , P. 444 .
(9) Goudie , 1990 , Op. Cite , P. 37 .
(10) Trewartha , Glenn T. , The Earth's Problem Climate , The University of Wisconsin Press , 2 Ed. , Wisconsin , Madison, 1981 , P. 129 .
(11) Goudie , 1988 , Op. Cite , P. 444 .
(12) Schneiden , Stephen K. and Londer , Randie , The Coevolution of Climate and Life , Sierra Club Books , San Francisco , 1984 , P. 161 .
(13) Goudie , 1990 , Op. Cite , P. 37 .
(14) Henderson Sellers , A. and Robinson , P.J. Contemporary Climatology , John Wiley and Sons Inc. New York , 1986 , P. 187 .
(15) Goudie , 1988 , Op. Cite , P. 272 .
(16) Schneiden , 1984 , Op. Cite , P. 161 .
(17) Wallace , John M. and Hobbs , Petter V. , Atmospheric Science , An Introductory Survey , Academic Press , New York , 1977 , P. 350 .
(18) Goudie , 1990 , Op. Cite , P. 37 .
(19) Goudie , 1988 , Op. Cite , P. 454 .
(20) Change , 1972 , Op. Cite , P. 68 .
(21) Trewartha , 1981 , Op. Cite , PP. 37 - 38 .
(22) Ibid , P. 38 .
(23) Oliver , John , E. Climatology : Selected Application , John Wiley and Sons , New York , 1981 , P. 240 .
(24) Goudie , 1990 , Op. Cite , P. 37 .
(25) Canby , 1984 , Op. Cite , P. 153 .