

تأثير تقلبات قرينة النينو على تقلبات الأمطار السنوية في الأردن

Impact of the Nino Index Fluctuations on the Annual Rainfall in Jordan

صباح عنانبه

Sabah Ananbeh

قسم الجغرافيا، كلية الاداب، الجامعة الاردنية، الأردن

بريد الكتروني: ennabsabah@yahoo.com

تاريخ التسليم: (2017/1/22)، تاريخ القبول: (2017/5/3)

ملخص

تحلل هذه الدراسة تأثير تقلبات النينو على تقلبات الامطار في الاردن خلال الفتره من عام 1960-2014م. وقد استخدم في عملية التحليل عدد من الأساليب الإحصائية المناسبة مثل المتوسطات المتحركة - الفروقات التراكمية والانحدار والارتباط. وذلك بتحليل بيانات الامطار وقرينة النينو في عدد من المحطات المناخية الاردنية. وتبين نتائج الدراسة وجود علاقة طردية واضحة بين التقلبات في النينو وتقلبات مماثله للأمطار في الأردن في كل من مناطق الشمال والوسط، يوجد للعلاقة بين تقلبات النينو وتقلبات الأمطار دلالة إحصائية في منطقتي الشمال والوسط، بينما لم تبلغ تلك العلاقة مستوى الدلالة في منطقة الجنوب.

الكلمات المفتاحية: النينو، المتوسطات المتحركة، الفروقات التراكمية.

Abstract

This study analyzes the Impact of the Nino Index Fluctuations on the Annual Rainfall in Jordan during the period 1960-2014. Several appropriate statistical techniques are used in the analysis of annual rainfall in a sample of rainfall stations, including: Moving Averages, Accumulated Sums, Linear Regression, Correlation. The main results of this study suggest significant relationship between periodicities in both; the Niño index and annual rainfall in Jordan, especially in the northern and central, regions where most of the annual rainfall is associated with Mediterranean depressions. The relationship is weak and insignificant in the south and east where instability conditions and khamasin depression contribute more to the total annual rainfall. Short

periodicities of four years where found in annual rainfall associated with similar periodicities in el-nino.

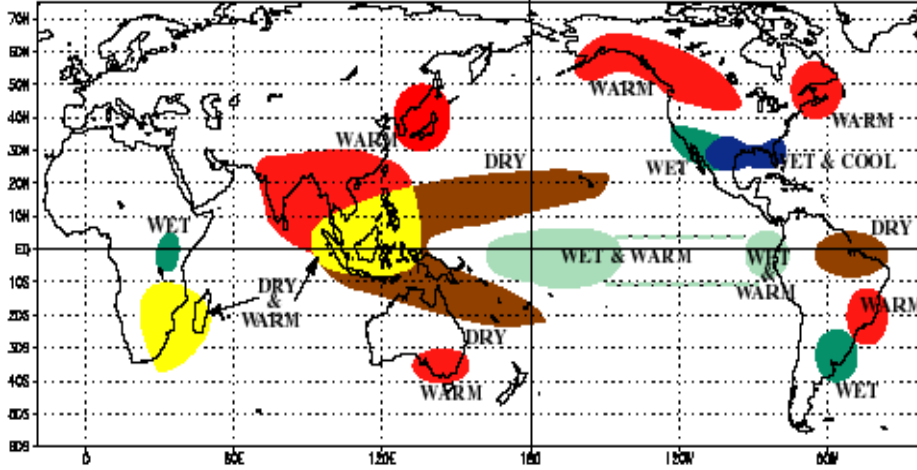
Keywords: AL-Nino- Moving Averages, Accumulated Sums.

المقدمة

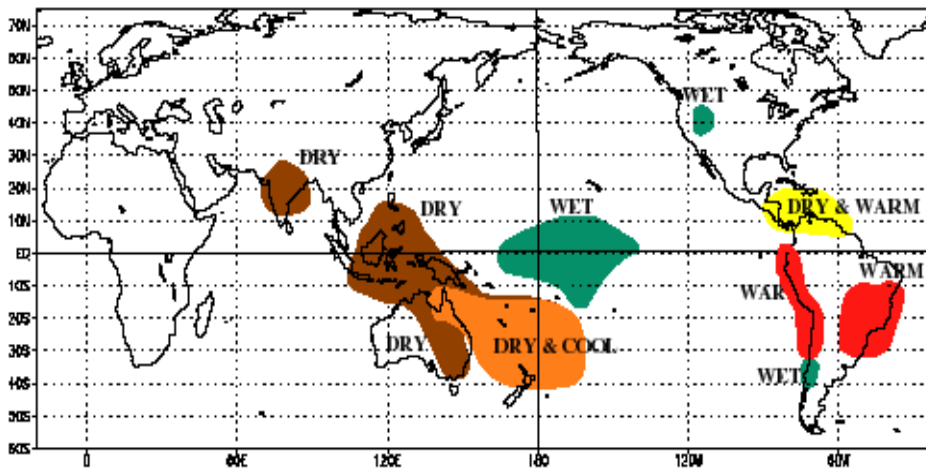
يعد المناخ من اهم الظواهر المؤثرة على سطح الأرض بمختلف عناصره وأهم تلك العناصر هي درجات الحرارة لتأثيرها الكبير على مختلف العناصر الاخرى. وأشارت الدراسات السابقة إلى حدوث تغيرات كبيره في المناخ نتيجة زيادة تدخل الانسان وزيادة نسبة غازات الاحتباس الحراري مما ادى الى زيادة في درجات الحرارة بمعدل 2 درجة مئوية منذ عام 1950م. (ipcc.2007) بالإضافة الى زيادة عدد موجات الحر وتكرار الحوادث المتطرفة في المنطقة العربية وتناقص كميات الامطار بدلالة معنوية 0.5 (Shahdeh & Ananbeh, 2012).

وظاهرة النينو ظاهرة مناخية عالمية وهي ليست من الظواهر الجوية الحديثة فقد دلت الدراسات على أنها موجودة منذ مئات السنين إذ أمكن التأكد من أن أحداث النينو تعود في تاريخها إلى أكثر من 1500 سنة مضت من ملاحظة الغطاءات الجليدية وطبقاتها فوق جبال الانديز والمسؤولة عن ارتفاع درجات الحرارة والجفاف في مناطق وغزارة الأمطار في مناطق اخرى ولقد انتشرت ظاهرة النينو على الكرة الأرضية وتسببت باضطرابات جوية عنيفة مما أدى إلى تأثيرات على البلدان. إذ فرضت أثارها السلبية فقرا متزايدا على السكان وتأخر في النمو والتطور في كثير من البلدان في العالم (Shahdeh, 2009). كما في الشكل (1) ولأهمية هذه الظاهرة فقد تناولت الدراسة بالتحليل تأثيرها على أمطار الأردن منذ عام 1960-2014م في ثمانية محطات مختارة.

WARM EPISODE RELATIONSHIPS DECEMBER - FEBRUARY



WARM EPISODE RELATIONSHIPS JUNE - AUGUST



شكل (1): تأثيرات النينو على مختلف مناطق العالم
www.ngdc.noaa.gov/paleo/ctl/images/war

مشكلة الدراسة

تعالج هذه الدراسة تأثير تقلبات قرينة النينو على تقلبات الأمطار السنوية في الأردن على قرينة النينو ثم حساب نسبة التباين المفسر (Explained Variance) في تقلبات الأمطار السنوية في الأردن وما يقابلها في النينو (Cross-Spectra).

ويمكن تلخيص مشكلة الدراسة في التساؤلات التالية

- هل تؤدي التقلبات الشديدة في النينو إلى تقلبات مماثلة للأمطار السنوية في الأردن.
- هل تأثير قرينة النينو يشمل الأمطار السنوية في كل الأردن أم في المناطق الشمالية والوسطى فقط.
- هل يقتصر تأثير النينو على أمطار فصل الشتاء أم يمتد ليشمل أمطار الخريف والربيع أيضا.

فرضيات الدراسة

- تؤدي التقلبات في ظاهرة النينو إلى تقلبات مناظرة في الأمطار السنوية في الأردن.
- يتمثل التأثير ذو الدلالة الإحصائية لقرينة النينو في المناطق الوسطى والشمالية من الأردن.
- يتمثل تأثير قرينة النينو بشكل خاص في الأمطار الشتوية وليس في أمطار الخريف أو الربيع.

أهمية الدراسة

ظاهرة النينو ليست ظاهرة محلية، ولا يقتصر تأثيرها على السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية فحسب، بل يمتد إلى مناطق كثيرة من العالم، فتؤدي في بعض المناطق إلى سقوط أمطار غزيرة، وتؤدي في مناطق أخرى إلى انتشار الجفاف، وتلحق بالنظام البيئي أضرارا فادحة (Shahdeh, 2009)، ونظرا للتأثير الكبير لظاهرة النينو على مناخ العالم، فإن بعض علماء المناخ يضعها في المرتبة الثالثة بعد الفصول الأربعة وتعاقب الليل والنهار (Shahdeh, 2009) وتؤكد دراسات كثيرة على وجود علاقة بين ظاهرة النينو ومجموع الأمطار السنوية في البحر المتوسط (AMY, 1997). وتعد هذه الدراسة الأولى من نوعها التي تعالج العلاقة بين ظاهرة النينو وكميات الأمطار في الأردن، خاصة الأمطار المرتبط بالمنخفضات الجوية التي يغلب تأثيرها على المناطق الشمالية والوسطى من الأردن، بينما يزداد تأثير حالات عدم الاستقرار الجوي في المناطق الجنوبية وفي البادية الشرقية، وتكتسب هذه الدراسة جانبا تطبيقيا مهما لعلاقتها بالتغير المناخي.

وتتناول هذه الدراسة بالتحليل المجموع السنوي للأمطار في مجموعة من المحطات المناخية في الأردن التي تتمتع بسجل مناخي طويل ومتواصل. وسيتم معالجة تلك السجلات المطرية باستخدام أساليب إحصائية مناسبة وذلك بقصد تحديد طبيعة العلاقة بين المجموع السنوي للأمطار وقرينة النينو للتأكد من مدى صدق وواقعية هذه العلاقة.

أهداف الدراسة

يمكن تلخيص أهم أهداف هذه الدراسة بما يلي:

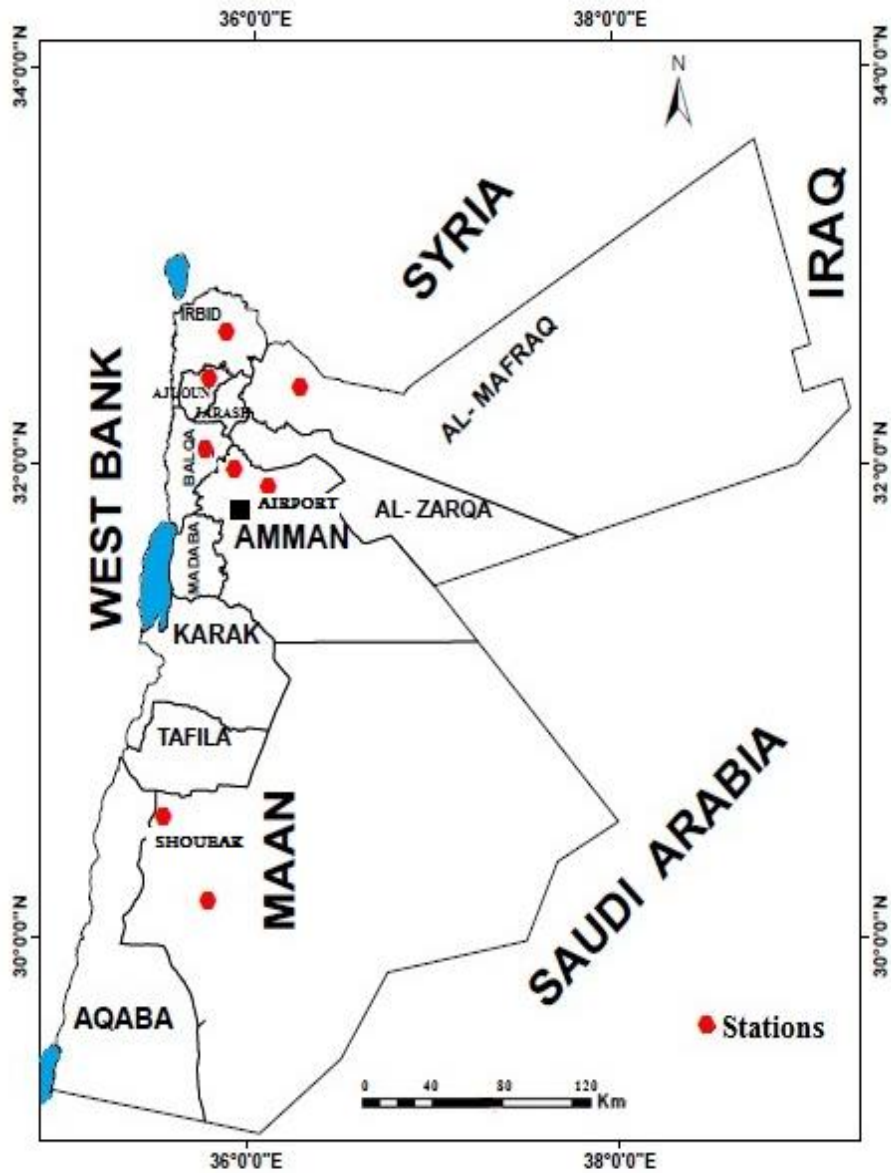
- تحليل التقلبات في امطار الشتاء لعدد من المحطات المناخية الأردنية.
- تحديد طبيعة العلاقة بين التقلبات في الأمطار وقرينة النينو خلال الفترة من عام 1960-2014م
- إجراء تحليل للعلاقة بين قرينة النينو والتقلبات في سنوات الرطوبة وسنوات الجفاف في الأردن

منهجية الدراسة

إعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي باستخدام بعض الأساليب الكمية، كالسلاسل الزمنية والمتوسطات المتحركة والفروقات المتجمعة، حيث يقوم المنهج التحليلي على أساس تحديد خصائص الظاهرة ووصف طبيعتها ونوعية العلاقة بين المتغيرات واسبابها وإتجاهاتها، ومن خلال الأسلوب الكمي تم الكشف عن العلاقة بين تقلبات النينو وتقلبات الامطار السنوية في كافة محطات الدراسة.

مصادر البيانات

- بيانات خاصة بالمعدلات السنوية للأمطار في الاردن خلال الفترة الممتدة من (1960-2014) لعينة من المحطات التي تمثل المملكة: (راس منيف، اربد، السلط، الجامعة الاردنية، الشوبك، معان، مطار - عمان، المفرق) المنشورة والمتوفرة عن الامطار في دائرة الأرصاد الجوية الأردنية وزارة المياه والري الاردنية.
- بيانات خاصة بقرينة النينو للفترة الممتدة من (1960-2014). من خلال الموقع الالكتروني. <http://www.nws.noaa.gov>



شكل (2): المحطات المناخية المستخدمة في الدراسة.

أهم الطرق الإحصائية التي تم استخدامها في هذا البحث لتحديد تأثير قرينة النينو على مجموع الامطار في الاردن هي:

المتوسطات المتحركة (MOVING AVERAGE)

تعتبر طريقة المتوسطات المتحركة من أكثر الوسائل الإحصائية التي استخدمت من قبل الباحثين لدراسة طبيعة التغيرات العامة، حيث يتم بواسطتها التخلص من الذبذبات القصيرة المدة، وقد تم في هذه الدراسة استخدام متوسطات متحركة طولها 7 سنوات.

الفروقات المتجمعة (Cummulated Deviations)

استخدم شحاده هذه الطريقة لدراسة الاتجاه العام للأمطار في الأردن، وتصنف على انها من الطرق المتبعة في دراسة التغيرات التي تطرأ على بعض العناصر المناخية، والفروقات التراكمية أكثر استجابة من المتوسطات المتحركة للتغيرات المناخية التي تطرأ، وتستخدم في الكشف عن التغيرات في السلاسل الزمنية. فيتم رسم منحنى للفروقات التراكمية عن طريق الجمع التراكمي للفروقات بين مجموع أمطار الشتاء في أشهر الشتاء (كانون أول، كانون ثاني، شباط، آذار) وقرينة النينو عن المتوسط الحسابي.

الانحدار الخطي (Linear regression)

أسهل الطرق لقياس الاتجاهات العامة هو الانحدار الخطي، ويتم حسابه لاختبار الدلالة الإحصائية للتغير في مجموع الأمطار الشتوية في الأردن وقرينة النينو بما في ذلك الانحدار الخطي Linear regression يقصد تحديد الاتجاه العام للتغير (General trend) باعتبار النينو متغيراً مستقلاً وأمطار فصل الشتاء متغير تابع.

الدراسات السابقة

ناقش (Shaer, 2004) في دراسته عن تأثير قرينة النينو على التيار المحيطي الاستوائي الشمالي الذي يدفع بالمياه الدافئة نحو الجنوب على سواحل بيرو والاكوادور في ايام عيد الميلاد. يشهد زخم هذا التيار في بعض السنوات ويدفع كميات ضخمة غير اعتيادية من المياه الدافئة يتجاوز تأثيرها أواسط المحيط الهادي. يتمثل المركب الجوي المرتبط بهذه الظاهرة بالذبذبة الجنوبية "SO" لذا يطلق العلماء عليها، حيث يتشارك الجو والمحيط معاً "الايوسو". حيث إن التغيرات التي تصاحب حادثة النينو تنتج تباينات كبيرة في الطقس والمناخ العالمي من سنة إلى أخرى. غالباً ما يكون لهذه التباينات تأثيرات حادة بشرية واجتماعية.

وذكر الشاعر عدة أسباب في تفسير اسباب ظهور النينو في سنوات دون غيرها، وكل ما على العلماء رصد النينو للتمكن من التنبؤ بموعد حدوثه وتقليل الآثار المناخية العنيفة الناجمة عنه.

واكدت الارصاد الجوية الاسرائيلية (Isreal, 1996) على وجود علاقة ظاهرة بين قرينة النينو وهطول الامطار في اسرائيل على مدى السنوات الماضية، حيث كانت معدلات الامطار منذ عام

1975-1995م في فصل الشتاء كانت فوق المتوسط في وسط اسرائيل وقد تزايدت مع احداث النينو. فمن خلال احداث النينو والتغيرات في دوران الغلاف الجوي في اجزاء من افريقيا واجزاء من المحيط الاطلسي والتي تسمح بارتفاع الغيوم لارتفاعات عالية والمساهمة في هطول الامطار في اسرائيل.

وتوصل ايضا علماء الارصاد الجوية الاسرائيلية الى وجود علاقة احصائية بين ظاهرة النينو ومعدل الهطول السنوي في اسرائيل بعد تحليل البيانات المتعلقة بالامطار في اربع محطات مناخية ومستوى الجريان حيث تشير التحليلات الى هطول قوي للامطار اثناء حدوث النينو وخصوصا خلال اشهر الشتاء حيث توجد لها علاقة بفيضانات حادة جدا في اسرائيل. اذ بلغت العلاقة بين النينو والامطار في فصل الشتاء والربيع والخريف بما نسبته 97%-84%-62% على التوالي كعلاقة ايجابية (Isreal, 1996, Energy & Environment)

واشارت احلام في دراستها لتأثير قرينة النينو على امطار العراق الى ان النينو تقع ضمن اهم الاسباب التي ادت الى التغيرات الواضحة في الامطار لمحطة بغداد في الفترة الزمنية من 1900-2013 حيث تشير الى ان درجات الحرارة انخفضت مع المواسم النينو وكذلك رافقها انخفاض في كميات الامطار لنفس الفترة (Ahlam, 2014).

واثبت المزروعي والربيعي النتيجة نفسها لتأثيرات النينو على العراق على عنصري الحرارة والامطار في محطات بغداد والموصل والبصرة والرطبة في الفترة من عام 1971-2008م بحيث تشير الى تناقص في الامطار وانخفاض في الحرارة. (AL-Mazroui & AL-Rubaie, 2012).

النينو واثاره المناخية

مفهوم الظاهرة

تحدث ظاهرة (El Nino) نتيجة لتغير مؤقت في مناخ المنطقة الاستوائية بالمحيط الهادي، الذي يحدث بدوره تأثيرات متباينة على مناطق كثيرة في أنحاء العالم من جفاف وحرائق للغابات، وأمطار غزيرة. و"النين" تعني بالإسبانية الولد أو ابن المسيح، وقد أطلق الصيادون في الإكوادور وبيرو على تلك الظاهرة هذا الاسم؛ لأنها كانت تأتي قرب أعياد الميلاد، وكانت تجعل المحيط الهادي أكثر دفئا، وتغير اتجاه التيار بالمحيط؛ فتقل الأسماك بشكل ملحوظ؛ وهو ما يساعد الصيادين على قضاء هذه الفترة في البيوت، لكن الاسم لم يعد يُستخدم للتعبير عن هذه التغيرات الموسمية الطفيفة فقط، ولكن تجاوزها للتعبير عن التغير المتواصل في جو المحيط الهادي، وذلك باقترانه بما يدعى الذبذبة الجنوبية أو Southern Oscillation فأصبح يطلق عليه (El Nino Southern Oscillation) وأول من توصل إلى تفسير هذه الظاهرة (ENSO)، هو العالم الإنجليزي جيلبرت ووكر (Walker) عندما كان في الهند، حيث لاحظ أن هناك ارتباطا بين قراءة البارومتر (جهاز قياس الضغط الجوي) في بعض المناطق في الشرق ومثيلاتها في الغرب، فعندما يرتفع الضغط في الشرق ينخفض في الغرب والعكس صحيح، وأطلق عليها Southern Oscillation أو "الذبذبة الجنوبية"، وقد لاحظ أيضا وجود علاقة ثلاثية الأطراف تربط بين هبوب الرياح الموسمية في آسيا وحدث جفاف بكل من أستراليا، إندونيسيا، الهند وبعض المناطق في إفريقيا، ودفء الشتاء نسبيا في غرب كندا. (Shehadah, 1973).

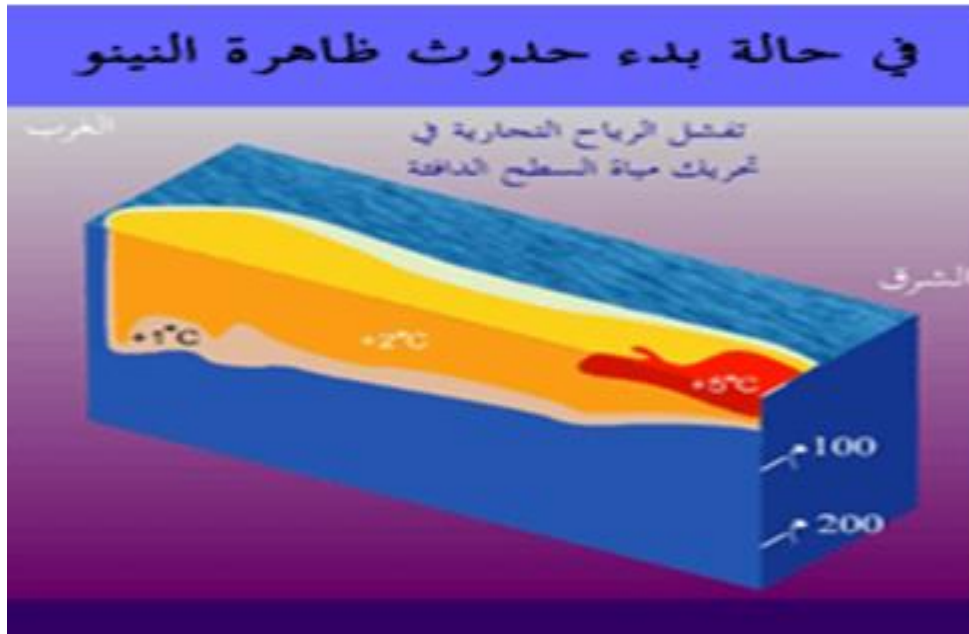
وقد هوجم Walker كثيراً لربطه بين هذه الظواهر التي تحدث في شتى بقاع الأرض وعلى مسافات شاسعة من بعضها البعض، لكن بعد مرور خمسين عاما جاء العالم النرويجي جاكوب جركنز Jacob Bjerknes ليثبت وجود هذه العلاقة بتلك التغيرات الجوية، وأطلق عليها جملة (EL Nino Southern Oscillation)، وهكذا اتضح ما يحدث من اضطراب في نظام الضغط الجوي فوق المحيطات أثناء النينو؛ حيث يبدأ الاضطراب من المنطقة الاستوائية للمحيط الهادي، ثم ينتشر ليؤثر على حالة الجو فوق الأرض بشكل عام. تجتاح النينو العالم بالعديد من التأثيرات المختلفة والمتباينة؛ فبينما تسبب زيادة سقوط الأمطار في المناطق الجنوبية للولايات المتحدة وبيرو ووسط أوروبا؛ وهو ما يتسبب في حدوث فيضانات مدمرة، تكون وراء حدوث الجفاف في مناطق غرب المحيط الأطلنطي، وفي بعض الأحيان يصاحبها حرائق مدمرة في أستراليا وجنوب شرق آسيا وأعاصير في وسط الولايات المتحدة.

وبناء على العديد من الأبحاث والدراسات فقد اتفق العلماء على ان ظاهرة النينو هي تغير عنيف في درجة حرارة الجزء الشرقي من المحيط الهادي على طول خط الاستواء، وهي تحدث بشكل عشوائي كل 4-10 سنوات.

وقد فسّر العلماء تشكل ظاهرة النينو كما يلي:

تهب الرياح التجارية عادة على طول خط الاستواء باتجاه الغرب، وهذه الرياح تجمع مياه السطح الدافئة غرب المحيط؛ فيرتفع السطح حوالي نصف متر عما في الشرق، وعندما تتجمع مياه السطح في الغرب تصعد المياه الباردة وتكثر الأسماك عند ساحل الإكوادور، وبيرو، وكولومبيا. أما المياه الدافئة المتجمعة فتسخن الهواء الذي يعلوها. وتكون كمية بخار الماء الكبيرة سحباً وبالتالي تساقط الأمطار في جنوب شرق آسيا، ويبقى الساحل الغربي لأمريكا اللاتينية خالياً من الأمطار.

أما عندما تبدأ النينو فإن الرياح التجارية تفشل في إزاحة مياه السطح الدافئة؛ وهو ما يعكس النظام الجوي لهذه المنطقة الواسعة بالكامل، فيظهر الجفاف في جنوب شرق آسيا، وتعم الفيضانات أمريكا اللاتينية، كما تنقل الثروة السمكية على شواطئ بيرو، والإكوادور، وكولومبيا. كما في الشكل (3).



شكل (3): بدء حدوث ظاهرة النينو. (المصدر: www.esr/noaa.gov/psd/en).

ويعود تكون النينو الى ضعف الرياح التجارية السائدة في المنطقة الاستوائية من المحيط الهادئ وهبوب رياح غربية بدلا منها، حيث تعمل على دفع الطبقة السطحية من المياه نحو الشرق، وتؤدي إلى حدوث تغيرات في مواقع الكتل الهوائية والتيارات الجوية المدارية، حيث تسبب في هطول كميات غزيرة من الأمطار في الغرب من المحيط الهادي، بينما في الشرق لها التأثير المعاكس في البيرو وتشيلي.

يعتمد توقف النينو واستمرارها على نوعين من الامواج اولهما امواج روسبي⁽¹⁾ والآخرى موجة كلفن، حيث توجه امواج روسبي مياه المحيط الهادي في اتجاهين متعاكسين على بعد مائة متر تقريبا في الاتجاهين، وأشارت دراسات مناخية الى اثبات ان امواج روسبي المسؤولة عن الكوارث الطبيعية في المناخ ومنها الفيضانات وتناقص الأمطار والاعاصير كما أشارت الدراسة ان امواج روسبي تتحرك علي شكل موجات حول الأرض. وعندما تدفع 'موجات روسبي' للهواء الدافئ من المناطق المدارية نحو الشمال لأماكن مثل روسيا وأوروبا والولايات المتحدة فهي تسبب حدوث حركة هواء قوية، وعندما تتحرك 'موجات روسبي' جنوبا فإنها تفعل العكس وتدفع معها الهواء البارد من منطقة

(1) امواج روسبي: هي تلك الامواج البالغ عددها 3-6 امواج وتتشكل في الرياح الغربية ذات الحركة الموجبة وسميت تلك بامواج روسبي نسبة الى مكتشف الحركة الريحية العليا وهو عالم الارصاد السويدي جوستاف روسبي (المعجم الجغرافي المناخي).

القطب الشمالي نحو الجنوب. اما موجة كلفن فهي اسرع من امواج روسبي وتوجد بالغرب من خط الاستواء وتؤثر في درجة حرارة المحيط الداخلية فيتوقف النينو في هذه المرحلة. في حين تشكل نسبة تكرار حوادث النينو كل 2-5 سنوات ما نسبته 22% (WMO, 1998).

ففي فترة اعياد الميلاد ترتفع درجة حرارة المياه السطحية لتفوق 30 درجة مئوية على سواحل بيرو والاكوادور وتزداد الرقعة التي تمتد عليها المياه الدافئة الى حوالي 13000 كم على طول خط الاستواء شمالا وجنوبا وتنخفض المياه الباردة وترتفع فوقها المياه الدافئة بسماكة 150م تقريبا، وتؤثر درجة حرارة المياه السطحية الى تغيير في انظمة الضغط الجوي والرياح السائدة وكميات الامطار.

النينو وعلاقته بظاهرة الاحتباس الحراري والتغير المناخي

تنشأ ظاهرة الاحتباس الحراري بسبب الزيادة في نسبة ثاني وأكسيد الكربون في الغلاف الجوي والذي يعمل على رفع درجات الحرارة، وأحداث تغيرات مناخية ومنها زيادة درجة حرارة المياه السطحية للمحيط الهادي المنشأ لظاهرة النينو. حيث يترتب على ظاهرة النينو تأثيرات واضحة تتمثل في زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة. فإثناء النينو يضعف تدفق المياه الباردة من الاعماق مما يؤدي إلى انخفاض انبعاثه في الجزء الشرقي من المحيط الهادي في حين ان ظروف مناخية جافة تنشأ في الجانب الأخر فتقوي انبعاثات هذا الغاز فيؤدي الى زيادة تركيز ثاني اوكسيد الكربون في الجو وهذا ما يعطي الاحتمال بان دورة هذا الغاز وزيادة تركيزه او قلته لا تنتج فقط من الاستخدام البشري وانما تعود الى اسباب طبيعية بيئية ايضا *Hidore and Oliver* اوضحوا ان النينو تحدث كل 4-5 سنوات، بينما خبراء منظمة الأرصاد الجوية العالمية رأوا أن هذه الظاهرة تحدث تقريبا كل 3-4 سنوات (World climate News, No.13.1998).

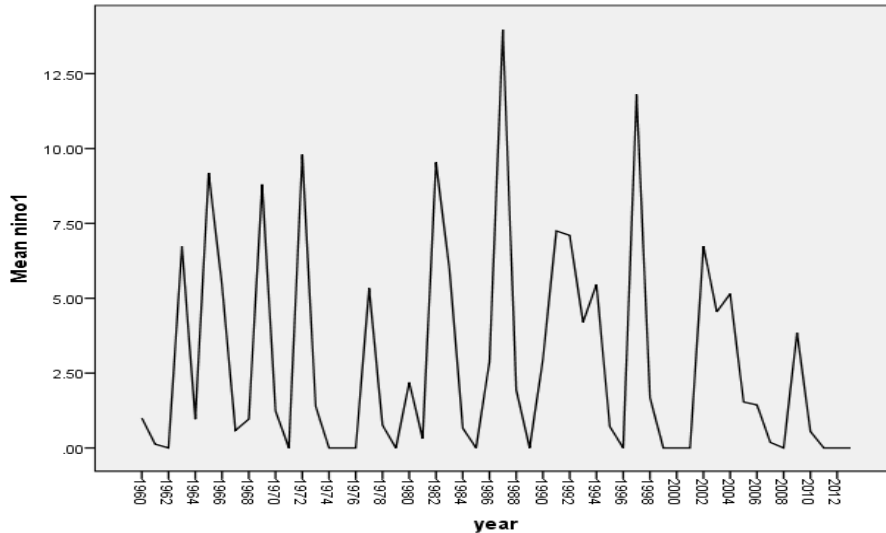
واجمع العلماء على ان من أسباب الظواهر المتطرفة في المناخ لبقاع العالم المختلفة هي ظاهرة النينو في المحيط الهادي وتأثيراتها العنيفة المختلفة على العالم. ومن خلال النماذج المناخية التي تحاكي النينو فقد توصل اورغومان باستجابة قوية بين النينو والهطول المطري من خلال تأثير الاحتباس الحراري. فكل ارتفاع درجة مئوية واحدة في درجات الحرارة ترتفع كثافة هطول المطري بنسبة 10% في المناطق غير المدارية من العالم. ورسمت النماذج المناخية تصورا مستقبليا لقوة النينو خلال الفترة من عام 2050-2100م وخاصة في فصل الشتاء في حين ينعدم حدوثا في فصلي الربيع والخريف.

مناقشة النتائج وتحليلها

العلاقة بين قرينة النينو وامطار الشتاء في الاردن

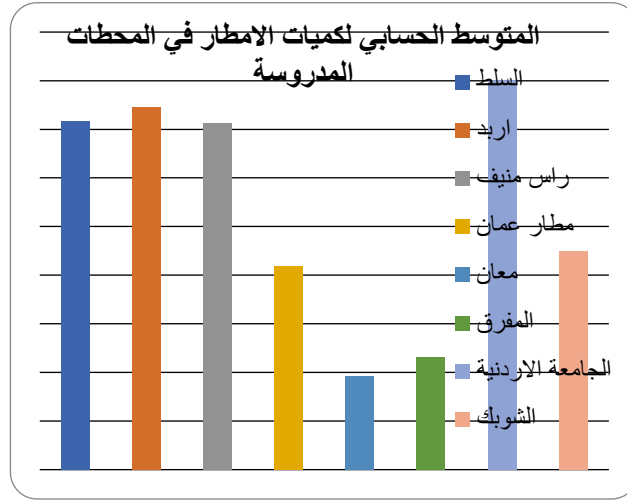
تجمع التقارير المناخية العالمية الحديثة على ان تأثير قرينة النينو وابعادها المناخية لا يقتصر فقط على منطقة المحيط الهادي وانما يمتد ليشمل مناطق مختلفة من العالم ومنها منطقة حوض البحر المتوسط. ويعزى تأثير النينو - كما سبق ان ذكرنا - الى اندفاع كتلة المياه الدافئة باتجاه السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية مما يؤدي الى تشكل امواج كوكبية في طبقات الجو العليا وحدثت تغيرات في مواقع التيارات الجوية المدارية النفاثة ومواقع الكتل الهوائية ايضا. مما يؤدي الى تأثيرات كبيره على المناخ في العالم جميعا وحدثت ظواهر جوية عنيفة في مناطق كثيرة.

يوضح الشكل (4) متوسطات النينو خلال السنوات (1960-2012) اذ تراوحت ما بين (0.0-13.98) وبلغ اقل متوسط في السنوات (1962، 1975، 1979، 2011)، و اعلى قيم النينو كانت في السنوات (1969، 1972، 1997) حيث تراوحت قيمها بين (8.80-13.98) وهذه الارقام تشير الى وجود تباين واضح في قيم النينو خلال السنوات موضع الدراسة مما يدل على تماثل بين التباين في قيم النينو والامطار.



شكل (4): المتوسطات الحسابية لقرينة النينو. (المصدر: اعداد الباحثة).

كما يوضح الشكل (5) المتوسطات الحسابية للامطار في الاردن حيث تراوحت ما بين (96-400ملم)، وارتفعت كميات الهطول المطري في الخمس سنوات (1980، 1974، 1988، 1992، 1991) بالترتيب والتي بلغت (419.63، 420.88، 446.75، 501.06، 549.75ملم)، في حين ادنى كميات الهطول كانت في السنوات (1960، 1995، 1962، 1999، 2006) حيث بلغت (109.86، 121.43، 153.88، 166.29ملم). حيث بلغ اعلى متوسط حسابي في محطة الجامعة الاردنية والبالغ 400ملم خلال فترة الدراسة وبلغ ادنى متوسط حسابي في محطة معان البالغ 96ملم وذلك يعود الى الطبيعة الصحراوية للمنطقة ونلاحظ من الشكل السابق التباين في معدلات الامطار للمحطات المدروسة خلال فترة الدراسة من عام 1960-2012م.

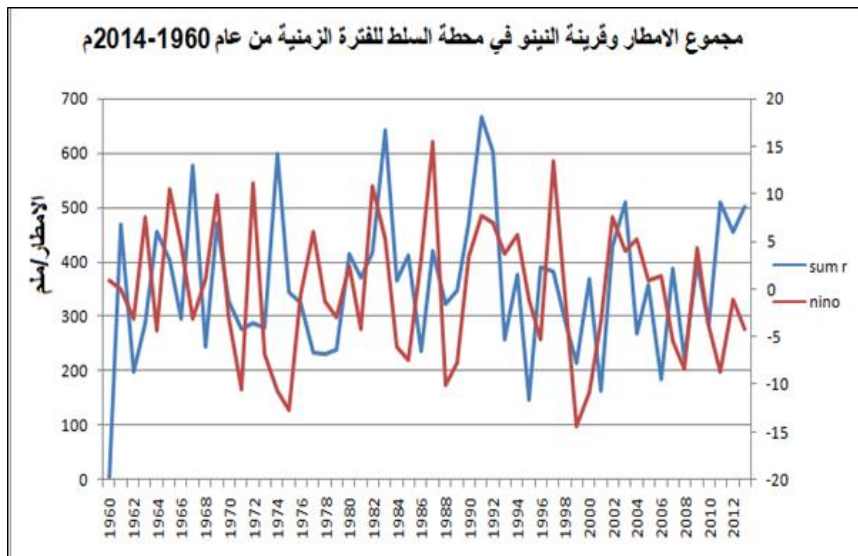


شكل (5): المتوسطات الحسابية للامطار في الاردن. (المصدر: اعداد الباحثة).

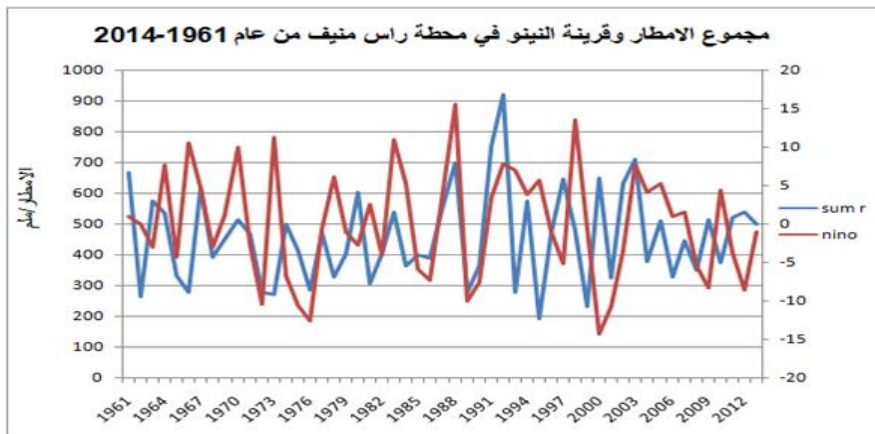
وتشير بيانات الامطار للمحطات المناخية المستخدمة في الدراسة - وكما هي موضحة في الاشكال من (8&6)- بانها تأثرت باحداث النينو ولو بنسب بسيطة. فعندما ترتفع قرينة النينو تزداد كميات الامطار في معظم محطات الدراسة ويحدث العكس عند انخفاضها. حيث تشير الى علاقة طردية واضحة في جميع المحطات الدراسية دون استثناء شمالا وجنوبا. فكلما ارتفع مؤشر النينو ارتفعت معدلات الامطار في الاردن. فاذا كانت قرينة النينو قوية فان تأثيرها كبير على البحر المتوسط بزيادة كميات الامطار في الموسم. اما اذا كانت قرينة النينو ضعيفة فان تأثيرها يكون سلبي بنقصان كميات الامطار أي سنة جفاف.

جدول (1): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لكميات الامطار حسب المحطة خلال مدة الدراسة. (المصدر: اعداد الباحثة).

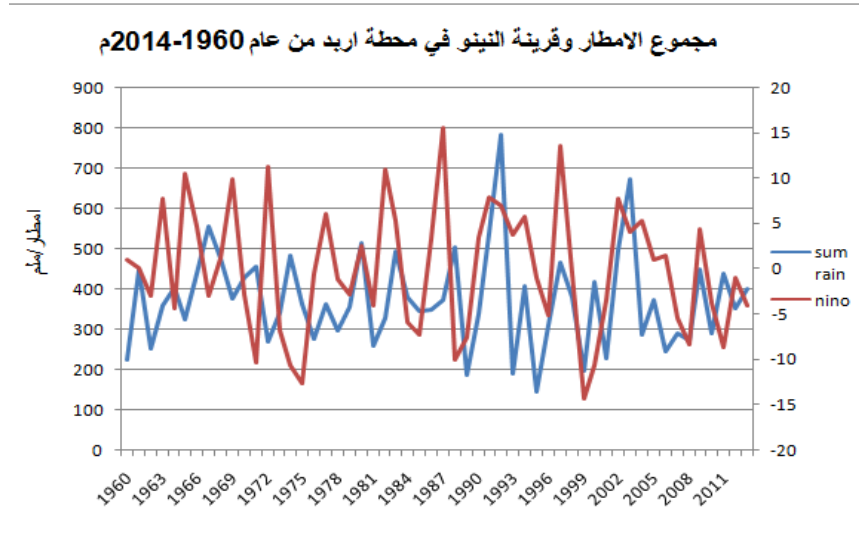
المحطة	المتوسط الحسابي	العدد	الانحراف المعياري
السلط	354.93	53	131.96
اربد	372.64	53	121.01
راس منيف	456.20	52	152.64
مطار عمان	209.38	50	83.14
معان	95.55	53	60.50
مفرق	116.48	53	47.37
الجامعة الأردنية	401.03	53	149.02
الشوبك	225.98	53	116.95



شكل (6): مجموع الامطار وقرينة النينو في محطة السلط للفترة الزمنية من عام 1960-2014 (المصدر: اعداد الباحثة).



شكل (7): مجموع الامطار وقرينة النينو في محطة راس منيف للفترة الزمنية من عام 1961-2014 (المصدر: اعداد الباحثة).

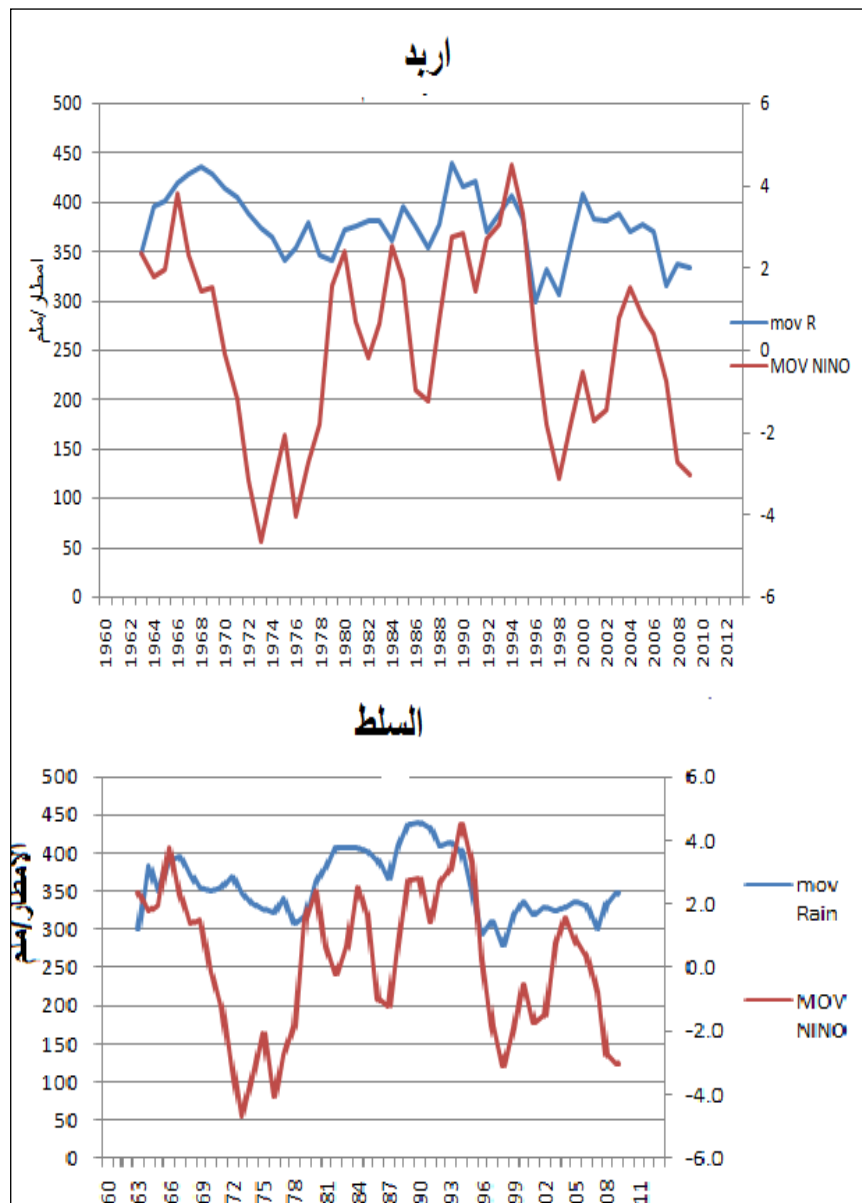


شكل (8): مجموع الامطار وقرينة النينو في محطة اربد للفترة الزمنية من عام 1960-2014م. (المصدر: اعداد الباحثة).

نتائج المتوسطات المتحركة

استخدمت المتوسطات المتحركة في هذه الدراسة للتخلص من التذبذبات القصيرة المدى في السلسلة الزمنية للامطار خلال مدة الدراسة (1960-2014م)، ولإظهار الاتجاه العام دون ان تطغى عليه التذبذبات القصيرة المدة التي تعمل على تشويه شكل الاتجاه العام. وتم اعتماد فترة سبع سنوات لحساب المتوسطات المتحركة. وتعد الامطار من اكثر العناصر المناخية التي تتغير كمياتها زمانيا ومكانيا بسبب عدة عوامل واهمها تحرك المنخفضات الجوية نحو منطقة البحر المتوسط. وتكون حالات عدم استقرار جوي ايضا وكذلك تاثرها بالتضاريس. حيث تشير نتائج المتوسطات المتحركة للمحطات المناخية المدروسة جميعها الى علاقة طردية واضحة بين امطار الشتاء وقرينة النينو، فارتفاع الامطار في محطة اربد ومطار عمان في السنوات 1992, 1996, 2008 يقابلها زيادة في قرينة النينو لنفس السنوات وانخفاض الامطار في محطة الجامعة الاردنية وراس منيف في السنوات 1997, 2000, 2003 يقابها انخفاض ايضا في قرينة النينو. كما في الشكل (9).

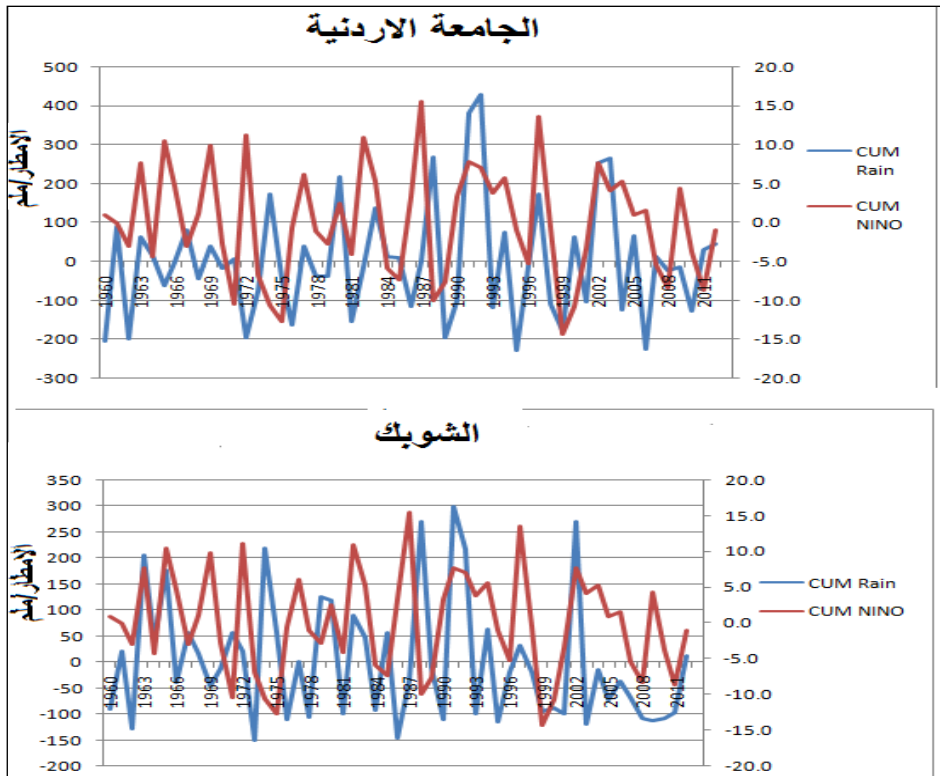
وياتي هذا التذبذب الواضح في كميات الامطار مرتبطا بحالات عدم الاستقرار الجوي التي تؤثر على الاردن والتي تصل قممتها واقواها واعمقها في شهر كانون ثاني وتترافق بحالات عدم الاستقرار الجوي مع تأثير المنخفضات الجوية في فصل الشتاء والتي يصل عددها الى 28 منخفضا مؤثرة على حوض البحر المتوسط (Al-Lawh, 2004).



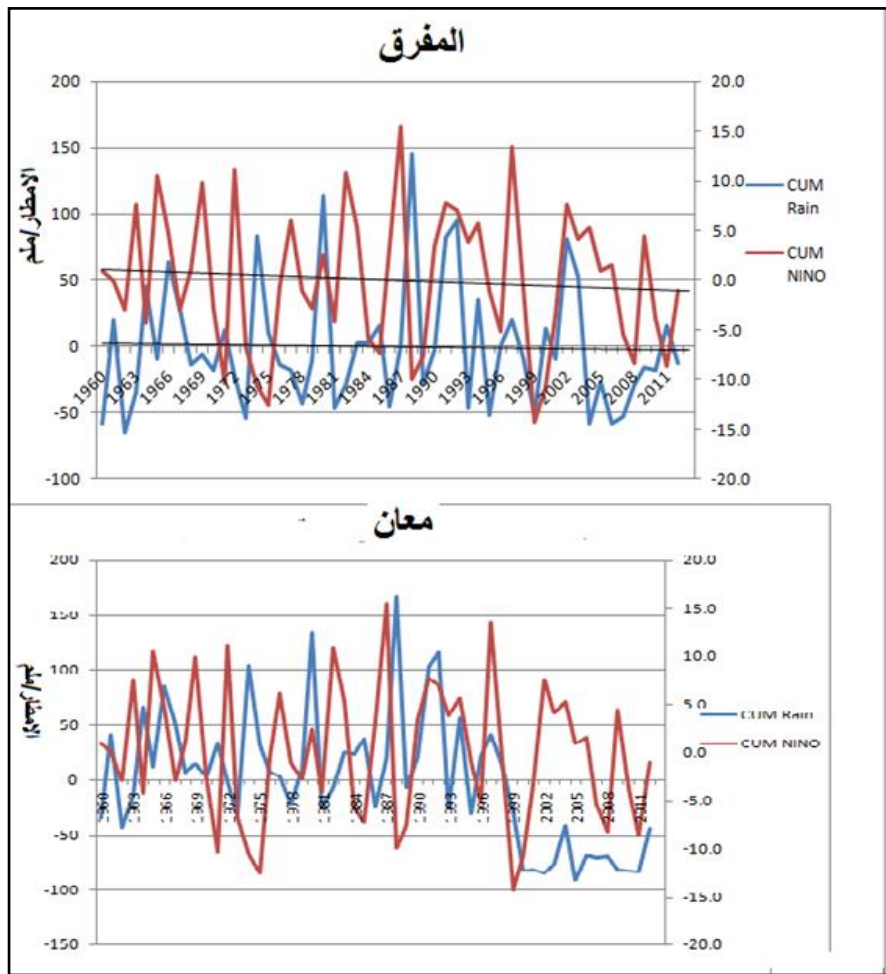
شكل (9): المتوسطات المتحركة للأمطار وقرينة النينو في محطة السلط واربدة للفترة الزمنية من عام 1960-2014م. (المصدر: اعداد الباحثة).

نتائج الفروقات التراكمي

يقوم هذا التحليل على اساس رسم منحنى جمع تراكمي للانحرافات عن المتوسط الحسابي للسلسلة الزمنية لفترة الدراسة من عام 1960-2014م، حيث تبدو الفترات التي شهدت تزايدا في كميات الامطار نفس الفترة التي شهدت تزايدا في قرينة النينو والتي تمثل منحنى صاعد ومنها 1990-1987م في محطة المفرق وفترة 1996-2007م في محطات الجامعة الاردنية والشوبك ومعان، وتشير فترات 2007-200م الى منحنى هابط. حيث تشير اية هبوط في قيم قرينة النينو الى امطار قليلة في السنة نفسها في محطات الدراسة جميعها. حيث تثبت نتيجة الفروقات التراكمية النتيجة نفسها للمتوسطات المتحركة والتي تدل الى العلاقة الطردية الواضحة بين النينو والامطار حيث اية زيادة في النينو يقابلها زيادة في الامطار كما في الشكل (10-11).



شكل (10): الفروقات التراكمية للامطار والنينو لمحطات الجامعة الأردنية – الشوبك للفترة الزمنية من عام 1960-2014م. (المصدر: اعداد الباحثة).



شكل (11): الفروقات التراكمية للأمطار والنينو لمحطات المفرق – معان للفترة الزمنية من عام 1960-2014م. (المصدر: اعداد الباحثة).

وتتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسات وابحاث اخرى لمنطقة البحر المتوسط والتي اثبتت تناقص واضح في الامطار وعدد الايام الماطرة في المنطقة وخاصة في فصل الشتاء والسبب في ذلك يعود الى زحزحة مسارات المنخفضات الجوية باتجاه الشمال وبالتالي مسارها فوق مياه البحر المتوسط اقل، بالإضافة الى قلة برودة الكتل الهوائية القطبية مما ادى الى اضعاف قوة المنخفضات الجوية. (Black,2008). كما اشارت الدراسات الحديثة لمركز مناخ الغرب الاوسط.

في الولايات المتحدة الى ارتفاع درجات الحرارة التي رافقت تكرارات ظاهرة النينو والتي ترتب عليها انخفاض التساقط بنسبة تتراوح بين (10-20%).

نتائج الانحدار والارتباط

ولاختبار الفرضية الخاصة بتأثير النينو على امطار الشتاء في مناطق الاردن مختلفة. تم حساب الانحدار البسيط والذي بين اثر التقلبات في النينو على تقلبات مماثله للأمطار السنوية في الأردن تبعاً للمناطق، ويبين الجدول (2) النتائج الخاصة بذلك.

جدول (2): نتائج تحليل الانحدار البسيط لاثـر التقلبات في النينو إلى تقلبات مماثله للأمطار السنوية في الأردن تبعاً للمناطق.

الارتباط	معامل التفسير	معامل الخطا المعياري	F	الدلالة الاحصائية
.206a	0.04	0.03	4.63	.034b
.183a	0.03	0.03	5.32	.022b
.106a	0.01	0.00	1.78	.184b

المصدر: إعداد الباحثه بالإعتماد على بيانات دائرة الأرصاد الجوية الأردنية ووزارة المياه والري.

من المعروف ان السلاسل الزمنية للأمطار تتكون من تقلبات ذات مده طويلة او متوسطة او قصيرة، وتعرف التقلبات قصيرة المده بالتقلبات العشوائية وتقوم هذه التقلبات العشوائية بتقليل الدلالة الاحصائية لعلاقة ارتباط او انحدار فيما بينهما. كما يوضح في الجدول (2) حيث يشير الى علاقة ارتباط بين التقلبات في النينو وتقلبات مماثله للأمطار السنوية في الأردن في كل من مناطق الشمال، والوسط، الجنوب، والتي بلغت (0.206، 0.183، 0.106) وان قيمة (F) بلغت 4.63، 5.32، 1.78 حيث ان تأثير النينو على التقلبات بالامطار كانت دالة فقط في كل من منطقتي الشمال والوسط، بينما لم تبلغ مستوى الدلالة في منطقة الجنوب، ومعامل تفسير ضعيف في جميع المناطق.

وهذا يدل على ان اثر التقلبات الشديدة في النينو يؤدي الى تقلبات مماثله للأمطار السنوية في كل من الشمال والوسط كما في الجدول (3) ويعلل ذلك بتركز تأثير قرينة النينو على امطار المنخفضات الجوية، بينما يعزى معظم امطار الجنوب الى حالات عدم الاستقرار الجوي والمنخفضات الخماسينية، وذلك كما يتضح من قيمة بيتا والبالغة (0.21، 0.18) والتي كانت قيمة (ت) لها 2.15، 2.31 بمستوى دلالة 0.05 فاقل. لكل من منطقتي الشمال والوسط.

جدول (3): الخصائص العامة لنموذج الانحدار البسيط للمحطات المستخدمة في الدراسة.

الدلالة	t	المعاملات غير المعيارية		معامل الانحدار		
		المعاملات المعيارية	الخطا المعياري			
0.00	10.81		13.33	144.08	الثابت B	الشمال
0.03	2.15	0.21	2.65	5.71	النينو	
0.00	20.99		14.50	304.29	الثابت B	الوسط
0.02	2.31	0.18	2.86	6.60	النينو	
0.00	16.60		18.08	300.13	الثابت B	الجنوب
0.18	1.33	0.11	3.59	4.79	النينو	

المصدر : إعداد الباحثه بالإعتماد على بيانات دائرة الأرصاد الجوية الأردنية ووزارة المياه والري.

النتائج والتوصيات

نتائج الدراسة

- يتميز تغير الهطول المطري بتعاقب الفترات الرطبة (فوق المعدل) والجافة (دون المعدل).
- دلت الدراسة على وجود علاقة طردية واضحة بين عنصري النينو والامطار.
- كميات الهطول المطري تسلك دورات شبه منتظمة فمنها دورات قصيرة تتراوح بين 2-4 سنوات ودورات اخرى متوسطة تتراوح بين 10-13 سنة.
- تأثر المناطق الجنوبية بظاهرة النينو كان محدودا والسبب في ذلك هو تناقص تأثير المنخفضات وزيادة تأثير حالات عدم الاستقرار والمنخفضات الخماسينية كما في محطة معان.
- ان متوسطات النينو خلال السنوات (1960- 2014) تراوحت ما بين (0.0- 13.98) حيث بلغ اقل متوسط في السنوات (1962، 1999، 2001، 2008، 2011، 2013)، واعلى قيم للنينو كانت في السنوات (1969، 1952، 1972، 1997، 1987) حيث تراوحت قيمها بين (-8.80- 13.98) وهذه الارقام تشير الى وجود تباين واضح في قيم النينو خلال السنوات موضع الدراسة.
- المتوسطات الحسابية للامطار تراوحت ما بين (109.86- 549.75ملم)، حيث ان اعلى خمس متوسطات كانت في السنوات (1980، 1974، 1988، 1991، 1992) بالترتيب والتي بلغت (419.63، 420.88، 446.75، 501.06، 549.75)، في حين بلغ ادنى متوسطات الهطول للسنوات (1960، 1995، 1962، 1999، 2006) حيث بلغت (109.86، 121.43، 166.29، 153.88).
- بلغت متوسطات هطول الامطار حسب المحطة ما بين (95.55- 456.20) حيث بلغ اعلى مستويات الهطول في محطة راس منيف، وان اقل مستويات في محطة المفرك على مدار سنوات الدراسة.

- اثبتت نتائج المتوسطات المتحركة والفروقات التراكمية للمحطات المناخية المدروسة جميعها الى علاقة طردية واضحة بين امطار الشتاء وقرينة النينو.
- بينت نتائج الانحدار والارتباط الى علاقة ارتباط بين التقلبات في النينو و تقلبات مماثله للأمطار في الأردن في كل من مناطق الشمال، والوسط، الجنوب، والتي بلغت (0.206، 0.183، 0.106). حيث ان تأثير النينو على التقلبات بالامطار كانت دالة فقط في كل من منطقتي الشمال والوسط، بينما لم تبلغ مستوى الدلالة في منطقة الجنوب.

التوصيات

- تطبيق طريقة هذه الدراسة على عناصر المناخ الاخرى وخاصة درجات الحرارة.
- تنشيط وتعزيز الدراسات البحثية حول موضوع الدراسات المناخية الاحصائية بهدف استفادة الدولة منها.
- التكيف مع التغيرات المناخية.
- زيادة الوعي لدى شرائح المجتمع.
- تطوير الدولة لنظم الانذار المبكر للحد من الخسائر الناتجة عن الكوارث الطبيعية.

References (Arabic & English)

- Amy, B. (1997). Mc Cullough, The Effects of El Niño/La Niña on Precipitation in West Central Texas. Department of Meteorology.
- Amy, B. (2008). The Impact of Climate Change on Daily Precipitation Statistics in Jordan and Israel, department of meteorology. Climate News , No. 18 January. pp.13.
- Colin Price, Lewi Stone, Amit Huppert, Balaji Rajagopalan and Pinhas Alpert. (1998). A possible Link Between EL-nino and Precipitation in Isreal, Geophysical Research Letters. Volume 25, Issue 21, pages 3963–3966.
- Hidore, J. J. & Oliver, J. E. (1993) Climatology: An atmospheric science. Macmillan pub. Com. USA.
- Hurrell, J. W. & vanloon, H. 1997. Decadal Trends in the North Atlantic Oscillation Regional Temperatures and Precipitation.
- Isreal, 1996, Energy and Environment.
- Kazim, A. (2014). The effect of El Nino stream and La Nina stream on temperatures and rainfall amounts in Baghdad station, Al-Mustansiriya Center for Arab and International Studies.

- Al-lawh, M. (2004). The relationship between rainfall and some natural air changes in the West Bank - Palestine, the Islamic University Magazine, Gaza, Palestine, Folder 12, Number 2, page (210).
- Al Mazroui, M. & al-Rubaie, Firas. (2012). El Nino and its impact on heat and rain in Iraq, Diyala University, College of Education for Human Sciences.
- Shahadeh, N. & Ananbeh, S. (2012). The impact of climate change upon winter rainfall, American journal of Environmental science. Orgoman, 2010, Nature Geoscience Academy of sciences proceeding of the national.
- Report ipcc, 2000-2014.
- Shaer, J. (2004). El Nino - La Nina and their effects on global climate variation, Damascus magazine. Folder (0.20).
- Shehaheh, N. The spatial Variation of Rainfall Spectra in Eastern The United States, Unpublishedph. d. Thesis, Indiana University, Bloomington, U. S.A (1973).
- Shehadeh, N, (2009), climate science, Dar ALSafa Publishing and Distribution.
- Shehadeh, N, (1990), the climate of Jordan, Dar Al Safa for Publishing and Distribution
- National Climatic Data Center Technical Report No. 98-02, The Great El Niño of 1997 and 1998: Impacts on Precipitation - and Temperature, Consequences.
- WMO, 2001: Lessons from the 1998/1997 El Nino.
- WMO, No2, 1997, EL Nino up date.
- www.pbs.org/wgbh/nova/el-nino.
- www.pbs.org/wgbh/nova/el-nino/reach/across.html.
- <http://www.pmel.noaa.gov/toga-tao/el-nino/home.html>
- <http://www.pmel.noaa.gov/toga-tao/el-nino/home.html>
- www.cpc.ncep.noaa.gov
- www.ngdc.noaa.gov/paleo/ctl/images/w
- www.ipcc.com
- www.worldbank.org