

أثر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) على الأمطار في المملكة العربية السعودية

د. عبدالله عبدالرحمن المسند*

الملخص :

تعتمد هذه الدراسة على بيانات الأمطار لفترة زمنية تمتد من ١٩٧٧ إلى ٢٠١٣م بمجموع أربع وعشرين محطة مناخية بالمملكة العربية السعودية. وكشف التحليل الشهري والسنوي لكميات الأمطار المسجلة بهذه المحطات خلال الفترة المدروسة السالفة الذكر أن المعدلات المطرية متواضعة في المملكة العربية السعودية، بل و تؤكد سمة الجفاف كما تؤكد التذبذب الشديد بين شهور موسم الأمطار (أكتوبر - مايو)، فضلاً عن شهور السنة كاملة. وتم كذلك تحليل أثر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) North Atlantic oscillation على كمية الأمطار الهاطلة في المملكة العربية السعودية، من خلال تطبيق نموذج الانحدار المتعدد Multiple Regression، حيث دلت نتائج تحليل التباين ANOVA أن قيمة مستوى المعنوية Significance تفوق ٠,٠٥ بالنسبة للعلاقة بين المجموع السنوي للأمطار كمتغيرات تابعة، ومؤشر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) كمتغير مستقل، وبين المجموع السنوي للأمطار كمتغيرات تابعة، والمتوسط الشهري لمؤشر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) كمتغير مستقل. وعليه فإن جميع علاقات الارتباط التي تم الحصول عليها غير ذات أهمية إحصائية، وأنه لا توجد علاقة إحصائية بين ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي والأمطار في منطقة الدراسة، وأنه لا يمكن الاعتماد على نتائج حالة ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي للتنبؤ بالحالات المطرية المؤثرة بالمملكة العربية السعودية.

الكلمات المفتاحية: الأمطار، المملكة العربية السعودية، المجموع السنوي للأمطار، المتوسط الشهري للأمطار، ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO).

* أستاذ المناخ المشارك بقسم الجغرافيا، جامعة القصيم (المملكة العربية السعودية).

المقدمة :

يمكن أن تنقسم الفصول في المملكة العربية السعودية بوجه عام إلى فصلين الأول: فصل تساقط الأمطار يبدأ عادة من منتصف شهر أكتوبر حتى نهاية شهر مايو، وفصل جاف يبدأ من شهر يونيو حتى منتصف شهر أكتوبر بالنسبة لمعظم مناطق المملكة العربية السعودية، عدا الجزء الجنوبي الغربي ومرتفعات جبال السروات التي تتأثر بنظم مطرية صيفية وشتوية، و يمتد أحياناً هذا الإستثناء حتى مرتفعات الحجاز. وتتأثر نسبياً الأمطار المؤثرة على منطقة الدراسة - بوجه عام - بنظام المنخفضات الحركية القادمة من البحر المتوسط من جهة، وبنظام منخفض السودان (البحر الأحمر) الحراري من جهة أخرى، هذا على مستوى الضغوط السطحية، وهي تتراقد وتتزامن في الحالات المطرية مع ضغوط جوية علوية منخفضة على مستوى ٥٠٠ هيكوباسكال، والتي تعد جزءاً لا يتجزء من آلية الحالات المطرية في المملكة العربية السعودية.

ينبغي معرفة المؤثرات الخارجية المناخية الكبرى حول العالم سواء فوق اليابس أو الماء، ممثلة في الظواهر المناخية الكبرى والتي قد تؤثر على عنصر أو أكثر من عناصر المناخ في منطقة الدراسة من أجل معرفة ما يجري في طقس المملكة العربية السعودية، وعلى وجه التحديد في العوامل التي تؤثر سلباً أو إيجاباً على نمط التهطل فيها. وقد يؤدي البحث في المؤثرات الخارجية على مناخ المملكة العربية السعودية، ومحاولة كشف وتحليل وفحص مدى العلاقات بين المتغيرات المناخية خارج منطقة الدراسة وداخلها إلى فهم كلي، أو جزئي لمجريات الطقس في منطقة الدراسة، ومن ثم تحسين التنبؤات الجوية على المدى القصير، والمتوسط، وربما الطويل.

ولا تحدث التغيرات المناخية العالمية خيط عشواء، ولا بشكل فوضوي، وإنما تخضع لقوانين طبيعية، وتسير وفق سنن إلهية، وظواهر مناخية كبرى كشف عن بعضها الإنسان وبقي الكثير لم يُكشف عنه بعد، ومن هذه السنن والقوانين المؤثرة على المناخ العالمي: ظاهرة تذبذب درجة الحرارة في المنطقة الاستوائية من المحيط الهادي (The El Niño-Southern Oscillation (ENSO)، وظاهرة التذبذب العقدي لدرجة الحرارة الباسيفيكي (The Pacific Decadal Oscillation (PDO)، وظاهرة التذبذب العقدي المتعدد في الأطلسي (Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO)، وظاهرة التذبذب المداري مادن - جوليان - (The Madden-Julian Oscillation (MJO)، وظاهرة تذبذب المحيط الهادي الشمالي (The North Pacific Oscillation (NPO)، وظاهرة التذبذب بين المحيط الهادي وأمريكا الشمالية (Pacific North America Oscillation (PNA)، وظاهرة القطب الثنائي بالمحيط الهندي (The Indian Ocean Dipole (IOD)، وظاهرة التذبذب القطبي (AO) (The North Atlantic Oscillation (NAO)، وهذه الظواهر الكبرى لها مؤشرات مقروءة، ودلائل مرصودة، ومعامل إحصائية رياضية مكتوبة.

ويهدف البحث الحالي إلى دراسة ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO)، لإبراز مدى العلاقة بين هذه الظاهرة المناخية من جهة والأمطار في المملكة العربية السعودية من جهة أخرى خلال الفترة الزمنية المختارة من ١٩٧٧ حتى ٢٠١٣م، سيما وأنه ثبت علمياً أثر تلك الظاهرة على قارة أوروبا، وشمال أفريقيا، وحوض البحر المتوسط، وأمريكا الشمالية، كما سيتضح في الدراسات السابقة.

وهناك أكثر من ٣٨٠٠ بحث منشور عن ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) وسلوكها في مناخ نصف الكرة الشمالي، وأثرها في التغيرات المناخية على شمال المحيط الأطلسي، والقارات المحيطة به كان محط أنظار علماء الأرصاد، والمناخ، والجمعيات العلمية ذات العلاقة خلال العقد الأخير، سنتطرق لبعضها لاحقاً. وتتجاهل - عادة - الدراسات والأبحاث العالمية المملكة العربية السعودية، كما الشرق الأوسط فيما يتعلق بأثر ظاهرة شمال المحيط الأطلسي على أجواء المنطقة، وذلك بسبب بعد المنطقة نسبياً، ولكونها صحراوية، ناهيك عن أثر ظاهرة الرياح الموسمية على أجزائها الجنوبية، هذا من جانب، ومن جانب آخر عدم توفر البيانات المناخية وعلى وجه التحديد المطرية الكافية للباحثين.

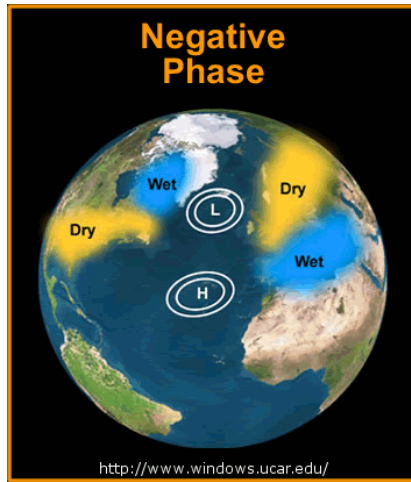
هدف الدراسة :

تهدف الدراسة لكشف نمط الاتصال المناخي بين ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) وكمية الأمطار الهاطلة في المملكة العربية السعودية، وقياس مدى أثر التغيرات في درجة الحرارة السطحية شمال المحيط الأطلسي على نمط الأمطار في منطقة الدراسة، خلال الفترة الممتدة بين عامي ١٩٧٧ و ٢٠١٣م، وذلك من أجل معرفة أكثر، وأشمل بالعوامل الطبيعية المناخية القريبة، والبعيدة المؤثرة على النظام المناخي في المنطقة. والإجابة على سؤال يبرز هنا: هل يمكن الاعتماد على العلاقة الارتباطية بين الظاهرتين من أجل التنبؤ المستقبلي عن الحالات المطرية المؤثرة بالمملكة العربية السعودية؟ ومن أجل تحقيق هذا الهدف أعتمدت الدراسة على أسلوب تحليل الانحدار Regression Analysis من أجل تقدير العلاقة بين متغيرات تابعة (كميات الأمطار) ومتغير مستقل (ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO)).

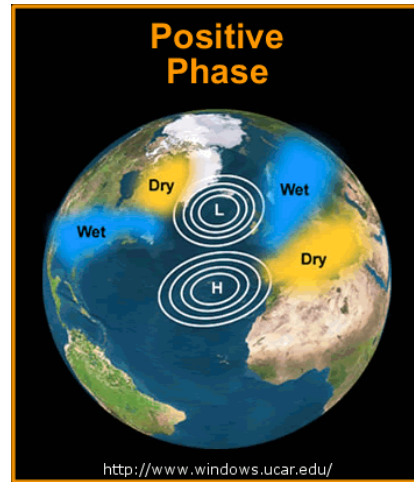
تعريف ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) :

تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) ظاهرة مناخية طبيعية كبرى، ولها أهمية ملموسة ومحسوسة في تأثيرها على الطقس والمناخ في منطقة شمال المحيط الأطلسي، بل والقارات المحيطة به خاصة قارة أوروبا، وهذه الظاهرة المناخية الكبرى تحدث في كل الفصول الأربعة

خاصة في فصل الشتاء (Osborn, 2000). ولها أثر مباشر وغير مباشر على المناخ، ومصادر المياه، والجريان السطحي في مناطق جغرافية متعددة في نصف الكرة الشمالي. ونعني بظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) الاختلاف والتباين بين مركزي ضغط جوي في نصف الكرة الشمالي، وعلى وجه التحديد شمال المحيط الأطلسي، الأول: هو مركز الضغط الجوي المنخفض Low Pressure الدائم والقريب من جزيرة آيسلندا (Icelandic Low)، والثاني: مركز الضغط الجوي المرتفع High Pressure الدائم الأزوري (High of Azores). وتقاس ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) عبر قياس الاختلاف بين متوسط الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر في فصل الشتاء بين محطتين: شمالية وتمثل مركز الضغط المنخفض، وجنوبية وتمثل مركز الضغط المرتفع، والاختلاف في مستوى الضغط الجوي على مستوى سطح البحر بين المركزين ينتج عنه مؤشر أو معامل ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO)، وله وجهان (شكل ١).



(ب)



(أ)

شكل (١) : أ- وضع مركزي الضغط الجوي المرتفع الأزوري، والمنخفض الإيسلندي حال الوضعية الموجبة. ب- وضع مركزي الضغط الجوي المرتفع الأزوري، والمنخفض الإيسلندي حال الوضعية السالبة.

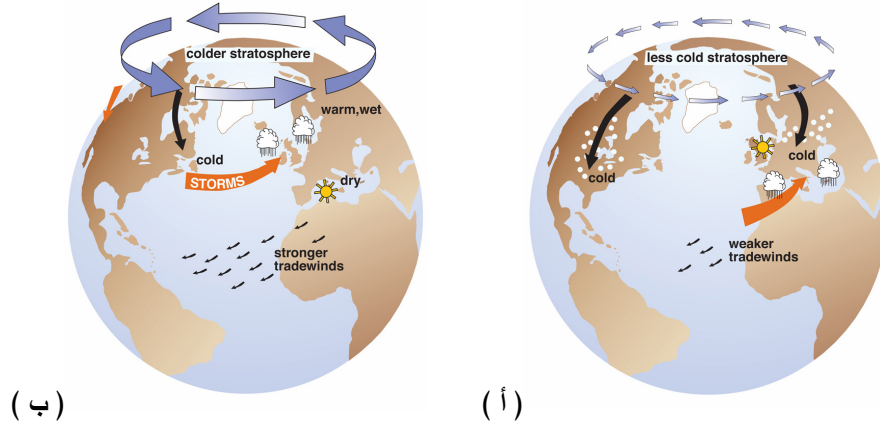
المصدر: <https://nsidc.org>

الوجه الموجب Positive لظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) :

خلال الوجه الموجب للظاهرة فإن مركز الضغط الجوي المرتفع الأزوري ومركز الضغط الجوي المنخفض الإيسلندي يكونان على أشدهما، وهذا التطرف أو العمق في المركزين يجعل خطوط الضغط المتساوي شديدة الانحدار والتدرج في شمال المحيط الأطلسي، مما يجعل الغريبات على أشدها إبان كون الظاهرة موجبة.

الوجه السالب Negative لظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) :

خلال الوجه السالب للظاهرة فإن مركز الضغط الجوي المرتفع الأزوري ومركز الضغط الجوي المنخفض الإيسلندي يضعفان، وهذا الضعف في المركزين يجعل خطوط الضغط المتساوي متباعدة وقليلة الانحدار والتدرج في شمال المحيط الأطلسي، مما يجعل الغريبات تكون ضعيفة إبان كون الظاهرة سالبة. وعندما تكون ظروف NAO في الظروف السلبية فإنه يتشكل حزام من الضغط المرتفع يعمل على صد^(١) للمنخفضات الجوية والرطوبة القادمة من الغرب باتجاه غرب وشمال غرب أوروبا، ثم تقوم بالبحث عن مسار بديل، وفي الأغلب أنها تسلك طريقاً عبر جنوب غرب أوروبا، وشمال غرب إفريقيا، والبحر المتوسط، وجزء من هذه المنخفضات يذهب شمالاً في أقصى شمال أوروبا (العوض، ٢٠١١)، (شكل ٢).



شكل (٢) : أ- دخول المنخفضات الجوية الجالبة للرطوبة إلى مياه البحر المتوسط حال الظاهرة سالبة.

ب- خلو أجواء البحر المتوسط من الرطوبة وتحول الأجواء إلى صحو خلال الحالة الموجبة للظاهرة NAO.

المصدر: <https://nsidc.org>

(١) تعرف هذه الحالة بعملية الإعاقة Blocking.

المنخفض الجوي الدائم الإيسلندي :

منخفض آيسلندا Icelandic Low هو خلية جوية منخفضة الضغط الجوي، وهو شبه دائم، ويقع شمال المحيط الأطلسي بين جزيرة آيسلندا وجنوب جزيرة جرينلاند، بين دائرتي عرض ٦٠-٥٦ شمالاً^(١) (Trewartha and Horne, 1980) (شكل ١)، ويعد منخفض آيسلندا شبه القطبي من أهم مراكز التأثير الجوي في نصف الكرة الأرضية الشمالي.

المرتفع الجوي الدائم الأزوري :

المرتفع الأزوري High of Azores هو خلية جوية مرتفعة الضغط الجوي شبه مداري، يتشكل قرب جزيرة أزور بين دائرتي عرض ٢٥° و ٣٥° شمالاً (شكل ١)، وهو مرتفع شبه دائم، وعلى الرغم من تمركز المرتفع شرق المحيط الأطلسي عادة، إلا أنه يمتد أحياناً ويتسع ليصل تأثيره حتى غرب المحيط الأطلسي في نصف الكرة الشمالي، قرب جزيرة برمودا، ومن ثم قد يُسمى بمرتفع برمودا أزور Bermuda-Azores High من قبل سكان أمريكا الشمالية. وفي فصل الصيف يتسع المرتفع ويمتد ناحية الشمال ليصل دائرة عرض ٣٥° شمالاً؛ مؤثراً بمناخ القارة الأوربية حيث يجلب لها . بإذن الله تعالى . مناخاً جافاً وموجات حارة، هذا من جهة ومن جهة أخرى يشكل الصحاري والجفاف في شمال أفريقيا بسبب حجز^(٢) المرتفع الأزوري لولوج المنخفضات المحملة بالرطوبة (Weather Online Ltd, 2016)، إذ إن المرتفعات الجوية تكس الهواء البارد عبر الرياح الهابطة من طبقات الجو العليا إلى مستوى سطح البحر أو البر، وهذه الآلية تُشكل مرتفعاً جويّاً وتجعل من السماء صافية، وتضعف الرطوبة الجوية، وتشكل السحب، بسبب ضعف القوة الحملانية بسبب التيارات الباردة الهابطة والتي تُخفض درجة حرارة سطح المحيط.

الدراسات السابقة :

ولأن الظاهرتين حديثة عهد باكتشاف؛ لذا فإن الأبحاث العربية في هذا السياق قليلة بل معدومة، بل وحتى الأبحاث باللغة الإنجليزية المتعلقة بأثر ظاهرة تنذب شمال المحيط الأطلسي NAO على نمط الأمطار في المملكة العربية السعودية غير متوفرة، وهذا يدفع الباحث إلى ميدان جديد واصل في كشف أثر الظاهره المناخية الكبرى NAO على نمط الأمطار في منطقة الدراسة.

(١) حيث يسود نطاق الضغط الجوي المنخفض في هذه العروض والذي يتلاشى وجوده على اليابس الأوراسي وأمريكا الشمالية، ومن ثم فهو يمثل الباقية المتبقية من النطاق شتاءً.
(٢) blocking.

تم تعريف مؤشر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) من قبل (Hurrell, 1996) حيث قال هو فرق الشذوذ بين قيم الضغط الجوي في فصل الشتاء لمحطة لشبونة في البرتغال، ومحطة Stykkisholmur شمال غرب جزيرة أيسلندا، و ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) هي أهم عنصر في الدورة المناخية في شتاء نصف الكرة الشمالي، وهي في الوقت نفسه قريبة من ظاهرة التذبذب القطبي (AO) (Thompson and Wallace, 1998). وتعتبر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) أهم آلية جوية مؤثرة على التقلبات المناخية في جنوب غرب أوروبا (Vicente-Serrano et al., 2011) و (Hurrell et al., 2009). وظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) تعكس تقلبات الضغط الجوية عند مستوى البحر بين مركز الضغط المنخفض الأيسلندي (Icelandic Low)، ومركز الضغط المرتفع الأزوري (High of Azores)، و NAO متزامنة مع العديد من التغيرات الميتورولوجية شمال المحيط الأطلسي، وهذا يؤثر على سرعة الرياح واتجاهها، والاختلافات في درجات الحرارة والأمطار كذلك (Hurrell, 1995; Hurrell et al., 2003). و NAO مسؤولة عن معظم التغيرات في شمال المحيط الأطلسي على سبيل المثال شدة رياح الغربيات وتغير اتجاهها، ومسار المنخفضات شبه القطبية، ومواقع الأعاصير المدارية (Hurrell, 1995; Wanner et al., 2001). وأثبت (Trigo et al., 2002) أن تشكل السحب، ودرجة الحرارة، والإشعاع الشمسي تتأثر بظاهرة NAO.

ويتم تعريف المؤشرات الإحصائية لظاهرة NAO وفقاً للفروقات بين الضغط الجوي السطحي بين محطتين تقعان على خط طول متشابه تقريباً وفي مجال خطي طول ٥ - ٤٠ غرباً ولكن مختلفة في دائرة العرض، بعبارة أخرى محطة واحدة في العروض العليا عادة في مجال دائرتي عرض ٦٠ - ٧٠ شمالاً، ومحطة أخرى في العروض شبه المدارية عادة في مجال دائرتي عرض ٣٥ - ٤٠ شمالاً (Jones et al., 1997; Barnston et al., 1987). وظاهرة NAO لها مؤشران: فقد يظهر المؤشر إيجابياً، أو سلبياً، ومن المتعارف عليه والمشهور لدى علماء الأرصاد والمناخ أنه عندما يكون مؤشر NAO إيجابياً؛ فهذا يدل على أن الرياح الغربية المؤثرة على العروض المتوسطة تكون أعلى من متوسطاتها، مع أجواء جافة في شبه الجزيرة الإيبيرية (البرتغال، أسبانيا، جبل طارق، وجنوب غرب فرنسا)، وعندما يكون مؤشر NAO سلبياً؛ فهذا يدل على أمطار فوق المتوسط في جنوب أوروبا (Vicente-Serrano et al., 2011).

وخلال الحالة الموجبة لظاهرة NAO مركز الضغط الجوي المرتفع الأزوري يشكل أجواءً مشمسة وجافة في حوض البحر المتوسط (Trigo et al., 2002) بالمقابل في حالة كون NAO في

وجهها السالب وفي فصل الشتاء فإن المنخفضات تتجه جنوباً مما يعزز هطول الأمطار على غرب منطقة حوض البحر المتوسط (Hurrell and Van Loon, 1997; García-Herrera et al., 2001; Moses et al., 1987). والارتباط المناخي بين مناخ حوض البحر المتوسط، ومناخ شمال المحيط الأطلسي ممثلاً بظاهرة NAO تُدرس بعمق وأثبتت النتائج أنه العامل الرئيس المؤثر في منطقة البحر المتوسط، وظاهرة NAO تتسبب في تشكل الحالات المناخية المتطرفة كفترات الجفاف، والتهطل الشديد، وموجات الحر وهذا اتضح مع أكثر من باحث ومنهم على سبيل المثال (E.G. Gallego et al., 2006; Garcia-Herrera et al., 2007; Della-Marta et al., 2007; López-Moreno and Vicente-Serrano, 2008).

هذا من جهة، ومن جهة أخرى فظاهرة NAO ليست المؤشر المناخي الوحيد الفاعل في التغيرات المناخية في نصف الكرة الشمالي، بل ظاهرة التذبذب القطبي (AO) هي عبارة عن مؤشر رياضي له قيمة إيجابية أو سلبية وفقاً لتأثيره في تطرف الضغط الجوي في المنطقة القطبية الشمالية (Baez et al., 2013)، ولقد كشفت التحاليل الإحصائية لسبع عشرة محطة مطرية في شبه الجزيرة الإيبيرية أن ظاهرتي NAO و AO لهما تأثير على مناخ شبه الجزيرة الإيبيرية (Rodó et al., 1997). من جهته (Trigo et al., 2004) قيم تأثير العلاقة بين NAO والأمطار الشتوية في شبه الجزيرة الإيبيرية وجريان الأنهار الكبرى في شبه الجزيرة، حيث تشير النتائج إلى أن التغيرات السنوية الكبيرة في الجريان جاءت متأثرة بظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي. من جهته قام (Uvo, 2003) بدراسة عنوانها Analysis and regionalization of northern European winter precipitation based on its relationship with the North Atlantic oscillation فوجد أن NAO تؤثر بقوة على أغلب الأمطار الشتوية في شمال أوروبا. كما أكد (López-Moreno et al., 2011) أن الأبحاث حددت أن NAO تعد واحدة من أنماط الغلاف الجوي المهيمنة والمؤثرة على الأمطار ودرجة الحرارة في دول البحر المتوسط، كما أن NAO ثبت تأثيرها على تساقط الثلوج، وتوافر مصادر المياه في المناطق الجبلية.

وأظهرت الدراسات أن NAO لها تأثير في التغيرات السنوية المناخية والهيدرولوجية كدرجة الحرارة والأمطار والجريان السطحي في شرق حوض البحر المتوسط، ومن الملاحظ والمرصود أنه عندما يكون مؤشر الظاهرة موجب فإنها تعزز كمية التهطل في غرب أوروبا، بينما تكون الأمطار أكثر شرق حوض البحر المتوسط عندما يكون مؤشر الظاهرة سالب (Tabari et al., 2014). والعلاقة بين شرق حوض البحر المتوسط وشمال المحيط الأطلسي متوقع؛ لأن NAO تسيطر وتتحكم في درجة حرارة الأطلسي ودرجة رطوبته أيضاً (Kahya, 2011). وتتأثر حتى البيئة البحرية

بظاهرة NAO عبر التغير في مستوى سطح البحر وعمليات الصيد (Woolf et al., 2003; Lloret et al., 2001; Maynou, 2008)، بل هناك تقارير على أن الظاهرة تؤثر على عدد الإنزلاقات الأرضية (Zêzere et al., 2008) ومن الدراسات ما وجدت علاقة بين الظاهرة تلك وصحة الإنسان (Dayan and Lamb, 2008). وتجدر الإشارة إلى أن أكثر الفترات غير المعتادة في ظاهرة NAO رُصدت بين عقدي السبعينات والتسعينات عندما كانت الظاهرة منطرفة في وجهها الموجب (Osborn et al., 1999) وهذا أدى إلى موجات من الجفاف ضرب منطقة حوض البحر المتوسط (López-Moreno and Vicente-Serrano, 2008; Sousa et al., 2011). وتعد الأبحاث الخاصة بعلاقة ظاهرة NAO بشمال أوروبا مستوفية وشاملة إلى حد كبير (Hurrell et al., 2003)، بالمقابل لم تتم دراسات مستفيضة وأبحاث مفصلة حول علاقة واثر الظاهرة على حوض البحر المتوسط (Trigo et al., 2006). وفي السياق نفسه درس (Tabari et al., 2014) أثر ظاهرة NAO على الجريان السطحي غرب إيران فوجد أن العلاقة ضعيفة وغير ذات أهمية، مشيراً إلى أن فقط ١٤% من التغيرات في الجريان السطحي مرتبطة بظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO). كما قُدمت دراسات عدة حول أثر ظاهرة NAO على مصادر المياه والجريان السطحي وجريان الأنهار في الشرق الأوسط على سبيل المثال (Cullen et al., 2002) و (Kucuk et al., 2009) و (Hosseinzadeh Talaeet et al., 2012) و (Tabari et al., 2014).

قام الباحث (Karabörk et al., 2005) في تركيا بدراسة مدى العلاقة الارتباطية بين NAO وكل من الأمطار، وجريان الأنهار، ودرجة الحرارة العظمى، كما الصغرى، حيث كشفت النتائج عن علاقة عكسية ذات دلالة إحصائية. وفي شمال تركيا أيضاً درس (Saris et al., 2010) أثر NAO على الأمطار، فجاءت العلاقة بين نمط الأمطار الفصلية والظاهرة عكسية. وعلى مستوى الخليج العربي قام (Kahya, 2011) بتحليل العلاقة بين الأمطار الشهرية والسنوية في الكويت وظاهرة NAO حيث دلت النتائج على عدم وجود علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية بين المتغيرين، بينما وجد علاقة ارتباطية عكسية بين الظاهرة والأمطار الشتوية في سلطنة عمان، بل وجد علاقة ارتباطية بين الفترات الرطبة الشديدة شمال سلطنة عمان خلال فصل الشتاء و NAO عندما تكون في وجهها السالب، أما في فلسطين فوجد الباحث أن العلاقة بين المتغيرين ضعيفة، كما أجرى العلاقة بين NAO وكل من درجة الحرارة والضغط الجوي في فلسطين فوجدها علاقة قوية، وفي السياق نفسه أجرى (Evans et al., 2004) دراسة على أثر NAO على الأمطار في الشرق الأوسط فجاءت النتائج على عدم وجود علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية بين المتغيرين.

درس الكليبي (٢٠٠١) وفحص العلاقة الارتباطية بين مناخ الرياض وبعض الأماكن في نصف الكرة الشمالي، فوجدها ترتبط ارتباطاً معنوياً في مستوى الضغوط الجوية على ارتفاع ٨٥٠ مليوناً ومستوى ارتفاع ٧٠٠ مليوناً وبدرجة الحرارة. وعن علاقة ظاهرة NAO بالتغير المناخي في المستقبل فمعظم النماذج الرياضية لدورة الغلاف الجوي General Circulation Model تشير مخرجاتها في الغالب إلى أن قيم مؤشر الظاهر سيرتفع، متزامناً مع تكرار مرتفع للوجه الموجب للظاهرة كما أشار لذلك عدد من الباحثين ومنهم (Osborn et al., 1999; Osborn, 2004; Demuzere et al., 2009) وعندما ترتفع وتيرة الظاهرة بوجهها الموجب كما هو متوقع في المستقبل في ظل التغير المناخي العالمي فهذا لا يمنع من حدوث التغيرات الفصلية، بل وحدث وجه سالب عنيف ومتطرف للظاهرة كما يذهب لذلك الباحث (Vicente-Serrano et al., 2011). ومن أجل فهم أعمق وأدق للوضع المناخي في المملكة العربية السعودية، وعلى وجه التحديد النمط المطري يتطلب هذا معرفة نمط التذبذبات في الظواهر المناخية على مقياس جغرافي كبير كما ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO)، كما حصل خلال العقد الأخيرين (Karabörk et al., 2005). ويظهر مما تقدم من الدراسات السابقة عدم شمول تلك الدراسات على أثر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) على نمط الأمطار في المملكة العربية السعودية، وعليه فإن الدراسة الحالية أنجزت من أجل تحقيق الهدف الرئيس وهو اختبار مدى أثر NAO على نمط الأمطار في منطقة الدراسة خلال الفترة الزمنية المختارة، وهذا النوع من الدراسات يندرج تحت فرع الاتصال المناخي عن بعد (Teleconnection) ويعرفه (Wallace and Gutzler, 1981) بأنه علاقة متزامنة في تغير عنصر مناخي واحد أو أكثر في مكانين تفصلهما مسافات جغرافية بعيدة، وتعد ظاهرة NAO واحدة من أهم الظواهر المناخية في علم الاتصال المناخي في كل الفصول (Barnston and Livezey, 1987).

منطقة الدراسة :

تقع المملكة العربية السعودية جغرافياً جنوب غربي قارة آسيا، ولفكياً بين دائرتي عرض ٤٦° ٢٢' و ١٦° ٠٠' و ٣٢° ١٤' شمالاً، وخطي طول ٣٠° ٢٩' و ٣٤° ٠٠' و ٤٠° ٥٥' شرقاً، ويُصنف مناخ المملكة العربية السعودية في كل المقاييس المناخية، والمعايير الجغرافية بأنه مداري قاري وصحراوي حار جداً في فصل الصيف، وأمطارها قليلة شحيحة، والجفاف هو السائد معظم شهور السنة، عدا المناطق الجنوبية الغربية حيث مرتفعات جبال السروات. وتبلغ

مساحة منطقة الدراسة نحو مليوني كم^٢، وهو ما يعادل ٧٠% من مساحة شبه الجزيرة العربية، والبالغة نحو ٢,٨ مليون كيلو متر مربع (الراشد والعينزان، ٢٠١٢م)، ويحدها من الشمال كل من العراق والأردن، ومن الغرب البحر الأحمر، ومن الجنوب جمهورية اليمن، وسلطنة عمان، ومن الشرق الإمارات العربية المتحدة وقطر والخليج العربي والكويت (شكل ٣).



شكل (٣) : موقع وحدود المملكة العربية السعودية البرية والبحرية.

المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية للمملكة العربية السعودية.

مصادر البيانات :

اعتمدت الدراسة على بيانات الأمطار للفترة بين عامي ١٩٧٧ إلى ٢٠١٣م لأربع وعشرين محطة مناخية في المملكة العربية السعودية (جدول ١) و (شكل ٤) يوضح الموقع الجغرافي للمحطات المختارة في هذه الدراسة، التي تتبع للهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة. كما اعتمدت الدراسة على مؤشر بيانات معامل ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي NAO الشهرية (الشذوذ الشهري monthly anomaly) لظاهرة NAO، حيث عُرِّفت ظاهرة NAO

بالاختلاف بين شذوذ متوسط الضغط الجوي الطبيعي فوق سطح البحر بين مركز الضغط الجوي المرتفع الأزوري الدائم، ومركز الضغط الجوي المنخفض الإيسلندي الدائم. ولقد تم الحصول عليها من CPC من The National Oceanic and Atmospheric Administration والمعروفة اختصاراً باسم NOAA وذلك من خلال هذا الموقع: ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/nao_index.tim خلال الفترة الزمنية المستهدفة. وقامت الدراسة في إجراء فحص العلاقة بين مؤشر، أو معامل ظاهرة NAO كعنصر مستقل، ومتوسط هطول الأمطار الشهرية في المملكة العربية السعودية كعنصر تابع، وذلك باستخدام أسلوب تحليل الانحدار Regression Analysis في تحليل أثر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) على كميات الأمطار السنوية في المملكة العربية السعودية من خلال قيم مخرجات ٢٤ محطة مناخية موزعة على منطقة الدراسة.



شكل (٤) : مواقع المحطات المناخية المختارة في الدراسة للفترة ١٩٧٧-٢٠١٣م.

جدول (١) : المحطات المناخية المستخدمة في الدراسة للفترة ١٩٧٧-٢٠١٣م.

رقم المحطة	اسم المحطة	دائرة العرض (شمالاً)	خط الطول (شرقاً)	الارتفاع (متر)	الفترة	عدد السنوات
41112	أبها	18°13'59"	42°39'39"	2093.3	1978-2013	36
40420	الأحساء	25°25'39"	49°38'57"	143.0	1985-2013	29
41055	الباحة	20°17'41"	41°38'35"	1651.9	1985-2013	29
40361	الجوف	29°47'19"	40°05'55"	668.7	1978-2013	36
40373	القيصومة	28°19'08"	46°07'49"	357.6	1978-2013	36
41084	بيشة	19°59'28"	42°37'09"	1162.0	1977-2013	37
40405	القصيم	26°18'28"	43°46'03"	646.7	1978-2013	36
40360	القريات	31°24'27"	37°16'56"	503.9	1985-2013	29
40416	الظهران	26°15'34"	50°09'39"	16.8	1977-2013	37
40394	حائل	27°26'04"	41°41'28"	1001.5	1977-2013	37
41140	جازان	16°53'49"	42°35'05"	7.2	1977-2013	37
41024	جدة	21°42'37"	39°11'12"	16.9	1977-2013	37
41112	خميس مشيط	18°17'58"	42°48'23"	2055.9	1977-2013	37
40437	الرياض	24°55'31"	46°43'19"	613.6	1985-2013	29
40430	المدينة المنورة	24°32'53"	39°41'55"	653.6	1977-2013	37
41030	مكة المكرمة	21°26'16"	39°46'08"	240.4	1985-2013	29
41139	نجران	17°36'41"	44°24'49"	1212.3	1978-2013	36
40362	رفحاء	29°37'17"	43°29'41"	444.1	1978-2013	36
41136	شرورة	17°28'04"	47°06'24"	724.7	1985-2013	29
40375	تبوك	28°22'35"	36°36'25"	768.1	1978-2013	36
41036	الطائف	21°29'44"	40°32'56"	1452.8	1977-2013	37
40439	ينبع	24°08'24"	38°03'50"	10.4	1978-2013	37
40356	طريف	31°41'16"	38°44'22"	852.4	1978-2013	36
40357	عرعر	30°54'08"	41°08'26"	548.9	1979-2013	35

المصدر: وزارة الدفاع والطيران، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المركز الوطني للأرصاد والبيئة.

التحليل والنتائج :**أولاً - الأمطار الشهرية في منطقة الدراسة :**

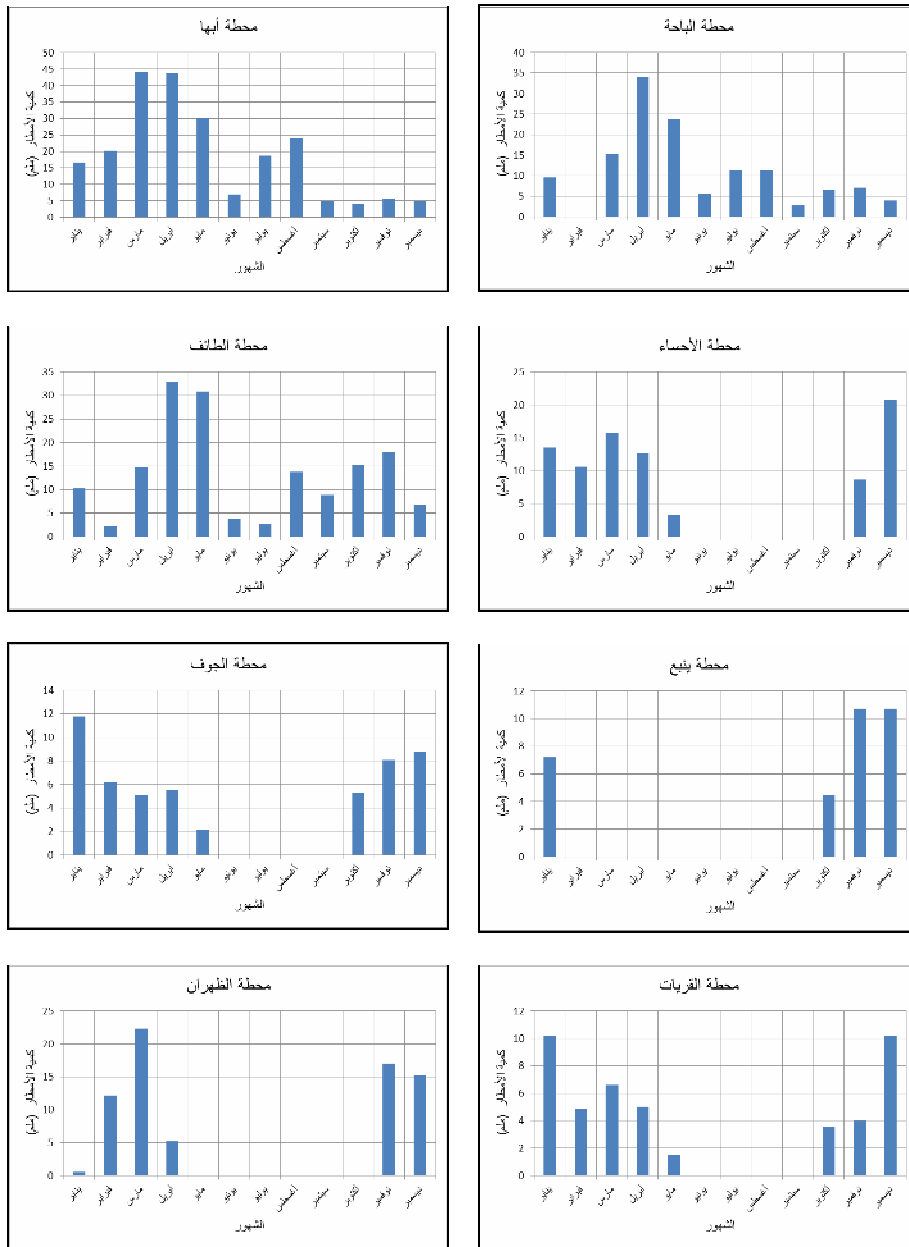
شكل (٥) يمثل متوسط الأمطار الشهرية في ٢٤ محطة مختارة في المملكة العربية السعودية وفقاً للفترة الزمنية المشار إليها في جدول (١)، ويتضح بوجه عام أن موسم الأمطار في منطقة الدراسة يبدأ من شهر أكتوبر حتى شهر مايو، وهو موسم الأمطار السنوي في منطقة الدراسة، ويشذ عن هذا النظام بعض المحطات المناخية الواقعة في جنوب غربي المملكة العربية السعودية التي تستقبل أمطاراً طول السنة كأبها، وخميس مشيط، والباحة، والطائف، وجازان؛ التي تتأثر بالرياح الموسمية الجنوبية الغربية في فصل الصيف على وجه التحديد.

هذا من جهة، ومن جهة أخرى ومن خلال تفحص معطيات الشكل (٥) الخاصة بالتغيرات المطرية للمتوسطات الشهرية في محطات منطقة الدراسة المبيّنة في الجدول (١)، نجد أنها معدلات مطرية متواضعة، بل وتؤكد سمة الجفاف في المنطقة، كما تؤكد التذبذب الشديد بين شهور موسم الأمطار، فضلاً عن شهور السنة كاملة. وعلى مستوى الأرقام المطلقة سجلت محطة ببشة أغزر متوسط شهري في منطقة الدراسة، وذلك في شهر مارس، حيث بلغ المتوسط ٥١,٨ ملم، يليها محطة أبها في الشهر ذاته حيث بلغ المتوسط ٤٤,١ ملم.

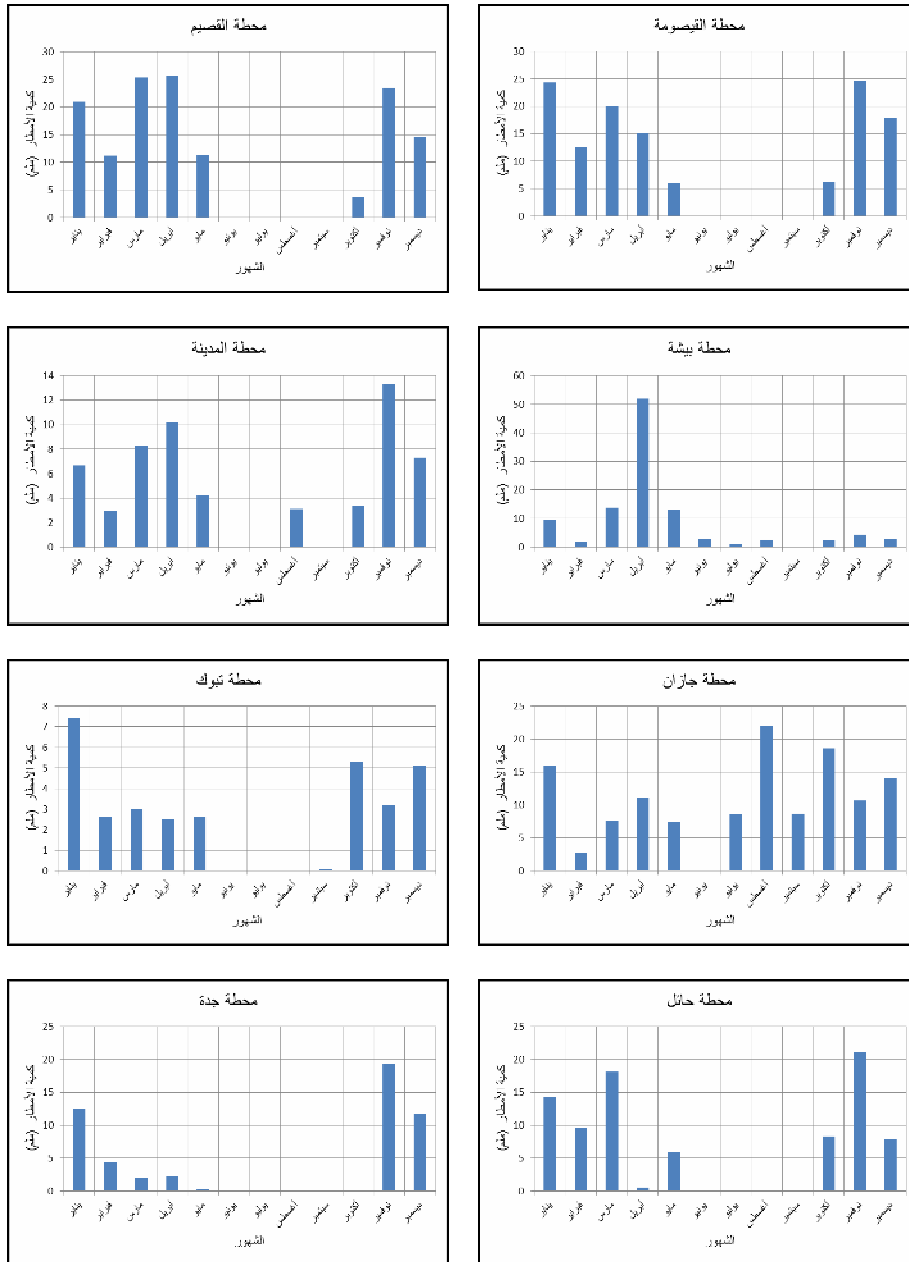
يتضح من خلال فحص المحطات جميعاً وجود التباين بينها، وأن نمط الأمطار يختلف بشكل كبير بين مدينة وأخرى حتى ولو كانت المدينتان متجاورتين؛ وذلك بسبب نمط الأمطار في المناخ الصحراوي السائد في منطقة الدراسة، التي معظمها عبارة عن عواصف مطرية قصيرة الفترة الزمنية، ومحدودة مكانياً، خلافاً للحالات المطرية الواسعة والتي تأتي عقب الجبهات الدافئة والباردة على حد سواء، وهي حالات ثانوية في منطقة الدراسة.

ويشير الشكل (٦) حيث يمثل متوسط المجموع الشهري للأمطار في المحطات المناخية الست والعشرين المختارة خلال فترة الدراسة، يتضح جلياً أن شهر أبريل يحظى بأعلى كمية أمطار في السنة (٤٠١,٧ ملم)، يليه شهر مارس (٣٤٨ ملم) ثم شهر يناير (٢٩٨,١ ملم)، كما يُفصح الشكل عن فصل الجفاف الذي يبدأ من شهر يونيو حتى شهر سبتمبر، ومعظم الأمطار في فصل الجفاف تُسجله المحطات الجنوبية الغربية فوق جبال السروات، ويعتبر شهر يونيو أقل الشهور في الأمطار على مستوى منطقة الدراسة (٣٥,٧ ملم).

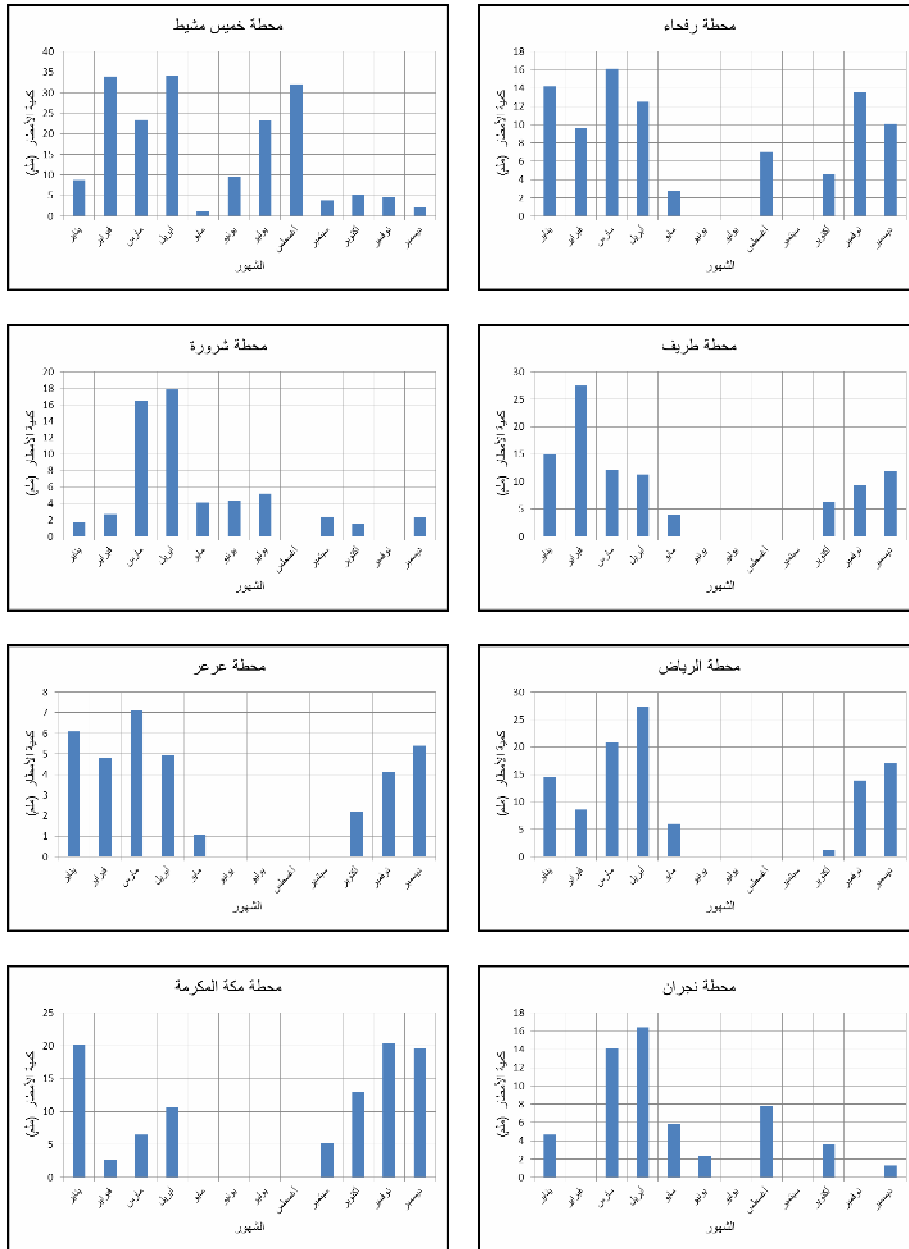
يُعد فصل الربيع (مارس وأبريل ومايو) الأكثر مطراً بمجموع مطري بلغ ٩٢٠,٢ ملم، على مستوى الفصول الأربعة، يليه فصل الشتاء (ديسمبر ويناير وفبراير) بمجموع مطري بلغ ٧٥٣,٥ ملم، وفصل الخريف (سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر) في المرتبة الثالثة بمجموع مطري بلغ ٤٤٨,٨ ملم، وأخيراً فصل الصيف (يونيو ويوليو وأغسطس) بمجموع مطري بلغ ٢٣٣,٢ ملم يسقط كله فوق جبال السروات في الجنوب الغربي من منطقة الدراسة.



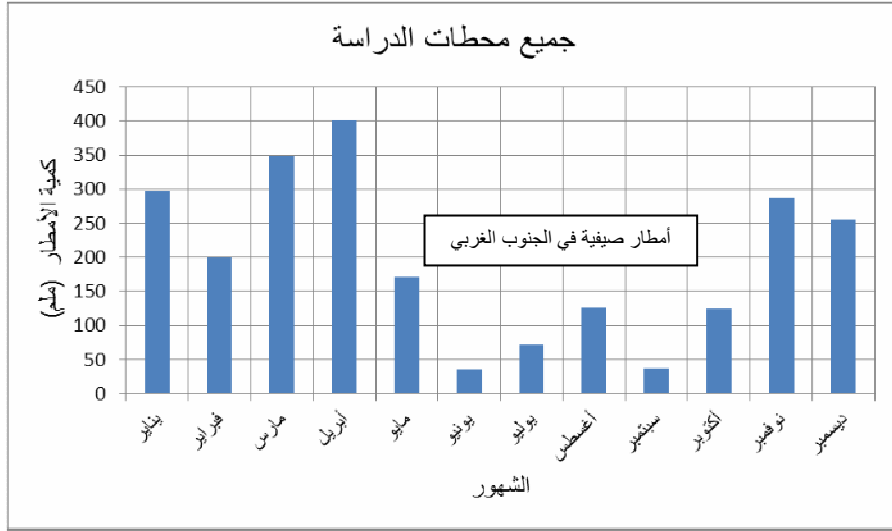
شكل (٥) : متوسط الأمطار الشهرية في محطات الدراسة خلال الفترة ١٩٧٧-٢٠١٣م.



تابع شكل (٥)



تابع شكل (٥)



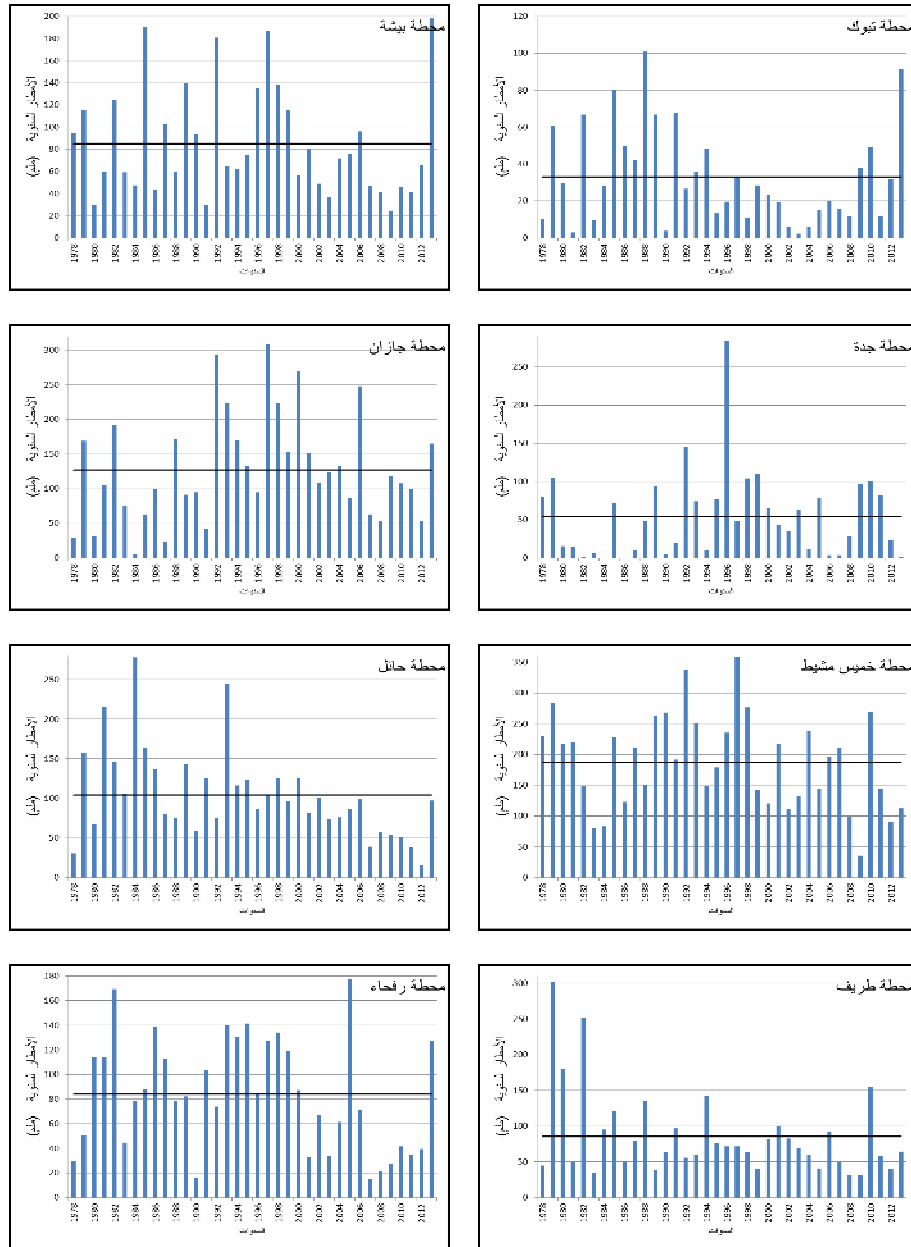
شكل (٦) : متوسط المجموع الشهري للأمطار على مستوى جميع المحطات المدروسة خلال الفترة ١٩٧٧-٢٠١٣م.

ثانياً - التغيرات السنوية في الأمطار :

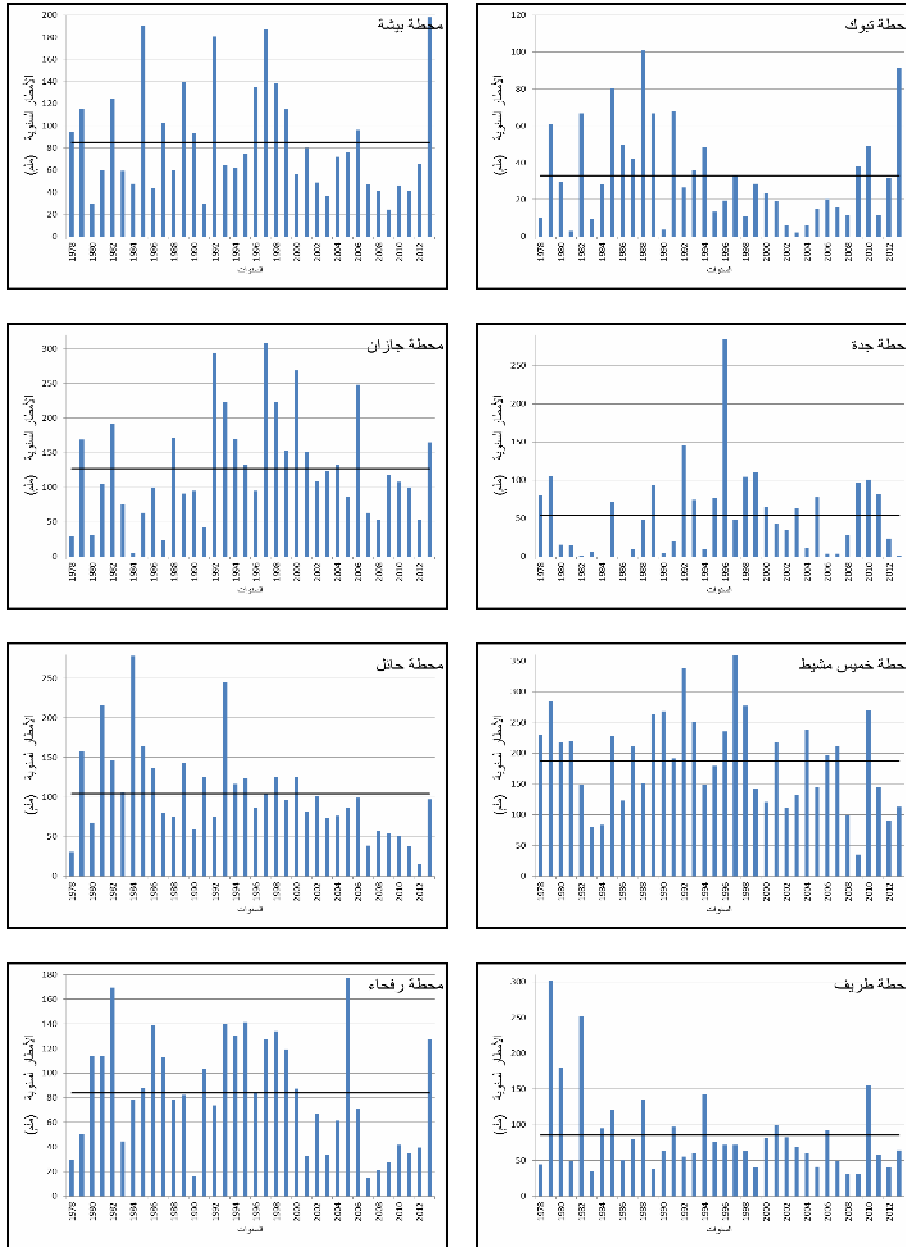
يمثل الشكل (٧) التغيرات في مجموع الأمطار السنوية في المحطات المختارة في المملكة العربية السعودية، خلال فترة الدراسة، مقارنة بالمتوسط السنوي لكل محطة على حدة، والمجموع السنوي اعتمد على مجموع الشهور الإثني عشر في كل محطة، ويشار إلى أن محطة أبها ومن عام ١٩٩٩ الأمطار السنوية فيها أقل من المتوسط العام، وفي الإتجاه نفسه محطة الطائف من عام ٢٠٠٧م، ومحطة القصيم من عام ٢٠٠٦م، ومحطة حائل من عام ٢٠٠١م. يظهر التذبذب السنوي الشديد في معظم المحطات المختارة، وعلى وجه التحديد محطة أبها حيث بلغ الانحراف المعياري ١١١ ملم، في حين بلغ الانحراف المعياري في محطة تبوك ٢٦ ملم فقط، ويُعزى هذا التذبذب السنوي الشديد إلى نمط الأمطار الهاطلة في المملكة العربية السعودية؛ إذ تتحى في كثير من الأحيان إلى أمطار ذات صبغة صحراوية قصيرة في فترتها الزمنية غزيرة في تهطلها. وأعلى كمية سنوية للأمطار سُجلت في منطقة الدراسة في محطة أبها بواقع ٥٦٩ ملم عام ١٩٧٧م، ومن حيث المدى السنوي Annual Range في كمية الأمطار في محطات الدراسة تأتي محطة أبها كأعلى مدى بواقع ٤٨٠ ملم، في حين محطة ينبع ٩٢ ملم كأقل مدى سنوي في منطقة الدراسة.



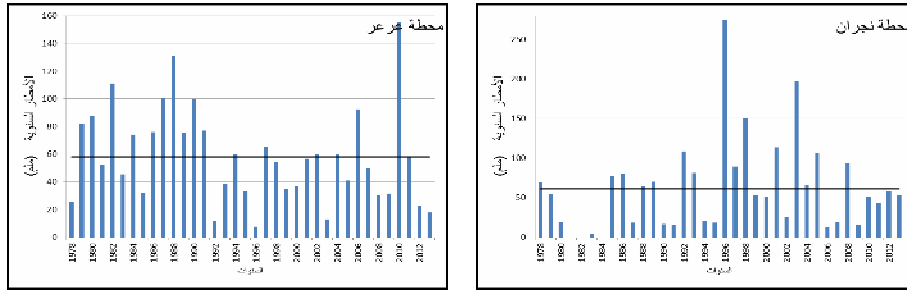
شكل (٧) : التغيرات السنوية للأمطار مع المعدل السنوي (خط مستقيم) بكل محطة خلال الفترة الزمنية ١٩٧٧-٢٠١٣م.



تابع شكل (٧)



تابع شكل (٧)



تابع شكل (٧)

ثالثاً - العلاقة بين الأمطار السنوية في السعودية وظاهرة NAO :

لقد تم الاعتماد إحصائياً على أسلوب تحليل الانحدار Regression Analysis في تحليل أثر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) على كميات الأمطار السنوية في المملكة العربية السعودية من خلال قيم مخرجات ٢٤ محطة مناخية موزعة على منطقة الدراسة. ويعتبر أسلوب تحليل الانحدار Regression Analysis أداة إحصائية تقوم ببناء نموذج إحصائي يهدف إلى تقدير العلاقة بين متغيرين كميين (متغير مستقل ومتغير تابع) أو عدة متغيرات تابعة (كميات الأمطار) ومتغير مستقل (ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO)). ويتم تحديد النموذج الإحصائي بواسطة معادلة إحصائية توضح العلاقة بين المتغيرات المدروسة. ولقد تم تطبيق نموذج الانحدار المتعدد^(١) Multiple Regression على بيانات الأمطار السنوية في المملكة العربية السعودية كمغيرات تابعة، وبيانات ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) كمغير مستقل، للفترة الممتدة من عامي ١٩٨٥ حتى ٢٠١٣م.

ولقد أظهرت نتائج تحليل التباين ANOVA أن قيمة مستوى المعنوية Significance تفوق ٠,٠٥ بالنسبة للعلاقة بين المجموع السنوي للأمطار كمغيرات تابعة، ومؤشر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) كمغير مستقل (الجدول: ٢، ٣، ٤) هذا من جهة، ومن جهة

(١) ويمكن صياغة معادلة الانحدار Multiple Linear Regression بين متغير مستقل ومتغير تابع على

$$Y_i = X_i \beta_i + \beta_0 + \epsilon_i$$

وفيهِ يمثل Y_i المتغير التابع و β_0 قيمة ثابتة تعبر عن قيمة Y عندما تكون قيمة X_i تساوي ٠ و β_i قيمة معامل الانحدار للمتغير المستقل، و ϵ_i قيمة الخطأ العشوائي. ولقبول علاقة الارتباط بين المتغير المستقل والمتغيرات التابعة يجب أن تكون قيمة مستوى المعنوية α تساوي أو تقل عن ٠,٠٥. ولقد تم تطبيق نموذج الانحدار الخطي المتعدد باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS.

جدول (٢) : الفحص الاحصائي للعلاقة بين المتوسط الشهري للمؤشر
وكميات الأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م
(نموذج Linear و Inverse و Quadratic)

Quadratic		Inverse		Linear		اسم المحطة
Sig.	R ² adjusted	Sig.	R ² adjusted	Sig.*	R ² adjusted**	
0.924	-0.070	---	---	0.997	0.037	ينبع
0.633	-0.040	---	---	0.386	-0.008	نجران
0.318	0.016	---	---	0.724	-0.032	مكة
0.079	0.114	---	---	0.579	-0.025	عرعر
0.447	-0.012	---	---	0.333	-0.001	طريف
0.375	0.001	---	---	0.337	-0.002	شرورة
0.561	-0.030	---	---	0.484	-0.018	رفحه
0.238	0.036	---	---	0.475	-0.017	خميس مشيط
0.303	0.018	---	---	0.161	0.037	حائل
0.781	-0.057	---	---	0.551	-0.023	جدة
0.689	-0.046	---	---	0.427	-0.013	جازان
0.813	-0.060	---	---	0.651	-0.029	تبوك
0.802	-0.059	---	---	0.525	-0.021	بيشة
0.111	0.091	---	---	0.199	0.025	الرياض
0.365	0.003	---	---	0.883	-0.036	المدينة
0.906	-0.069	---	---	0.695	-0.031	القيصومة
0.19	0.052	---	---	0.468	-0.017	القصيم
0.239	0.035	---	---	0.131	0.049	القريات
0.547	-0.028	---	---	0.496	-0.019	الظهران
0.656	-0.043	---	---	0.477	0.017	الطائف
0.106	0.094	---	---	0.108	0.059	الجوف
0.798	-0.058	---	---	0.934	-0.037	الباحه
0.236	0.036	---	---	0.223	0.019	الأحساء
0.497	-0.021	---	---	0.548	-0.023	أبها

* إذا كان Significance أقل من أو يساوي ٠,٠٥ فإن هذا يعني أن النموذج مقبول إحصائياً، وأما إذا زاد عن ذلك فإن النموذج يكون غير مقبول.
** R Square Adjusted معامل التحديد المعدل.

جدول (٣) : الفحص الاحصائي للعلاقة بين المتوسط الشهري للمؤشر

وكميات الأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م

(نموذج Cubic و Compound و Growth)

Growth		Compound		Cubic		اسم المحطة
Sig.	R ² adjusted	Sig.	R ² adjusted	Sig.	R ² adjusted	
0.935	0.037	0.935	0.037	0.93	-0.101	بنبع
0.439	-0.014	0.846	0.014	0.732	-0.065	نجران
0.307	0.003	0.629	0.003	0.414	-0.001	مكة
0.887	-0.036	0.887	0.036	0.092	0.130	عرعر
0.544	-0.023	0.544	-0.023	0.227	0.055	طريف
0.575	-0.025	0.575	-0.025	0.389	0.005	شورة
0.536	-0.022	0.536	-0.022	0.761	-0.070	رفحه
0.382	-0.008	0.382	-0.008	0.419	-0.002	خميس مشيط
0.094	0.067	0.0094	0.067	0.504	-0.022	حائل
---	---	---	---	0.913	-0.097	جدة
0.366	-0.006	0.366	-0.006	0.778	-0.073	جازان
0.968	-0.037	0.968	-0.037	0.919	-0.098	تبوك
0.53	-0.022	0.53	-0.022	0.535	-0.028	بيشة
0.39	-0.008	0.39	-0.008	0.061	0.161	الرياض
0.916	-0.037	0.916	-0.037	0.432	-0.005	المدينة
0.598	-0.026	0.598	-0.026	0.647	-0.050	القيصومة
0.562	-0.024	0.562	-0.024	0.346	0.016	القصيم
---	---	---	---	0.269	0.040	القرينات
0.813	-0.035	0.813	-0.035	0.7	-0.059	الظهران
0.705	-0.031	0.705	-0.031	0.142	0.095	الطائف
0.124	0.052	0.124	0.052	0.212	0.062	الحواف
0.663	-0.030	0.663	-0.030	0.442	-0.008	الباحه
0.127	0.050	0.127	0.050	0.361	0.012	الأحساء
0.624	-0.028	0.624	-0.028	0.517	-0.024	أبها

جدول (٤) : الفحص الاحصائي للعلاقة بين المتوسط الشهري للمؤشر

وكميات الأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م

(نموذج S و Exponential و Logistic)

Logistic		Exponential		نموذج S		اسم المحطة
Sig.	R ² adjusted	Sig.	R ² adjusted	Sig.	R ² adjusted	
0.935	-0.037	0.935	-0.037	---	---	ينبع
0.439	-0.014	0.439	-0.014	---	---	نجران
0.307	0.003	0.307	0.003	---	---	مكة
0.887	-0.036	0.887	-0.036	---	---	عرعر
0.544	-0.023	0.544	0.025	---	---	طريف
0.575	-0.025	0.575	-0.023	---	---	شرورة
0.536	-0.022	0.536	-0.022	---	---	رفحه
0.382	-0.008	0.382	-0.008	---	---	خميس مشيط
0.094	0.067	0.094	0.067	---	---	حائل
---	---	---	---	---	---	جدة
0.366	-0.006	0.366	-0.006	---	---	جازان
0.968	-0.037	0.968	-0.037	---	---	تبوك
0.53	-0.022	0.53	-0.022	---	---	بيشة
0.39	-0.008	0.39	-0.008	---	---	الرياض
0.916	-0.037	0.916	-0.037	---	---	المدينة
0.598	-0.026	0.598	-0.026	---	---	القيصومة
0.562	-0.024	0.562	-0.024	---	---	القصيم
---	---	---	---	---	---	القريات
0.813	-0.035	0.813	-0.035	---	---	الظهران
0.705	-0.031	0.705	-0.031	---	---	الطائف
0.124	0.052	0.124	0.052	---	---	الجوف
0.663	-0.034	0.663	-0.030	---	---	الباحه
0.127	0.050	0.127	0.050	---	---	الأحساء
0.624	-0.028	0.624	-0.028	---	---	أبها

أخرى بين المجموع السنوي للأمطار كمتغيرات تابعة، والمتوسط الشهري لمؤشر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) كمتغير مستقل (الجدول: ٥، ٦، ٧). وبعبارة أخرى ان جميع علاقات الارتباط التي تم الحصول عليها غير ذات أهمية إحصائية على مستوى المتوسط الشهري لمؤشر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO)، وإجمالي كميات الأمطار السنوية في منطقة الدراسة، وكذلك بالنسبة لاجمالي المؤشر السنوي وكميات الأمطار السنوية.

وبالإضافة إلى ذلك فإن نتائج الفحص الإحصائي لعلاقة الارتباط بين المتوسط الشهري للمؤشر والأمطار السنوية أظهرت جملة من النتائج التفصيلية لعلاقة الارتباط بين المتوسط الشهري للمؤشر والأمطار السنوية من جهة وبين هذه الأخيرة والمجموع السنوي للمؤشر من جهة ثانية. فبالنسبة للعلاقة بين المتوسط الشهري للمؤشر والسنوية نجد: (الجدول ٢ و ٣ و ٤) والتي تشير إلى مخرجات التطبيق الإحصائي:

- ١- أن نموذج S ونموذج Inverse لم يظهرأ أية نتيجة على مستوى جميع المحطات المدروسة.
- ٢- أن نماذج Logistic و Compound و Growth و Exponential لم تظهر أيضاً أية نتيجة بمحطتي جدة والقريات.
- ٣- هناك نوعان من علاقات الارتباط هما :

أ- **علاقات ارتباط موجبة (طردية)** بنموذج Linear بمجموع سبع محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠١٧ بمحطة الطائف و ٠,٠٥٩ بمحط الجوف، ونموذج Quadratic بمجموع إحدى عشر محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٠١ بمحطة شرورة و ٠,٠٩٤ بمحطة الجوف، ونموذج Logistic بمجموع أربع محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٠٣ بمحطة مكة المكرمة و ٠,٠٦٧ بمحطة حائل، ونموذج Compound بمجموع تسع محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٠٣ بمحطة مكة المكرمة و ٠,٠٦٧ بمحطة حائل، ونموذج Cubic بمجموع تسع محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٠٥ بمحطة طريف و ٠,١٦١ بمحطة الرياض، ونموذج Growth بمجموع خمس محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٣٧ بمحطة ينبع و ٠,٠٦٧ بمحطة حائل، ونموذج Exponential بمجموع خمس محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٠٣ بمحطة مكة المكرمة و ٠,٠٦٧ بمحطة حائل.

ب- علاقات ارتباط سالبة (عكسية) بنموذج Linear بمجموع سبع عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $-0,037$ - محطة الباحة و $-0,001$ - محطة طريف، وبنموذج Quadratic بمجموع ثلاث عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $-0,069$ - محطة القيصومة و $-0,012$ - محطة طريف، وبنموذج Logistic بمجموع ثماني عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $-0,037$ - محطات ينبع والمدينة المنورة وتبوك و $-0,006$ - محطة جازان، وبنموذج Compound بمجموع ثلاث عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $-0,037$ - بمحطتي تبوك والمدينة المنورة و $-0,006$ - محطة جازان، وبنموذج Cubic بمجموع خمس عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $-0,098$ - محطة تبوك و $-0,001$ - محطة مكة المكرمة، وبنموذج Growth بمجموع سبع عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $-0,037$ - بمحطتي تبوك والمدينة المنورة و $-0,006$ - محطة جازان، وبنموذج Exponential بمجموع سبع عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $-0,037$ - محطات تبوك والمدينة المنورة و ينبع و $-0,006$ - محطة جازان.

أما بالنسبة للعلاقة بين المجموع السنوي للمؤشر والأمطار السنوية فنجد : (الجدول ٥ و ٦ و

(٧)

١- أن نماذج Logistic و Compound و Growth و Exponential و S لم تظهر أيضاً أية نتيجة بمحطتي جدة والقريات.

٢- هناك أيضاً نوعان من علاقات الارتباط هما :

أ- علاقات ارتباط موجبة (طردية) بنموذج Linear بمجموع خمس محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $0,019$ - محطة الأحساء و $0,059$ - محطة الجوف، وبنموذج Inverse بمجموع أربع محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $0,006$ - محطة تبوك و $0,009$ - محطة الباحة، وبنموذج Quadratic بمجموع إحدى عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $0,004$ - محطة المدينة المنورة و $0,094$ - محطة الجوف، وبنموذج Logistic بمجموع أربع محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $0,002$ - محطة مكة المكرمة و $0,066$ - محطة حائل، وبنموذج Compound بمجموع أربع محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين $0,002$

محطة مكة المكرمة و ٠,٨٥٢ بمحطة الجوف، وبنموذج Cubic بمجموع أربع عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٠٤ بمحطة شرورة و ٠,١٦٠ بمحطة القصيم، وبنموذج Growth بمجموع أربع محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٠٢ بمحطة مكة المكرمة و ٠,٠٦٦ بمحطة حائل، وبنموذج Exponential بمجموع أربع محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٠٢ بمحطة مكة المكرمة و ٠,٠٦٦ بمحطة حائل، وبنموذج S بمجموع أربع محطات تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٠٢ بمحطة القصيم و ٠,٠٩٢ بمحطة الظهران.

ب- علاقات ارتباط سالبة (عكسية) بنموذج Linear بمجموع تسع عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٣٧- بمحطة الباحة و ٠,٠٠١- بمحطة شرورة، وبنموذج Inverse بمجموع عشرين محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٣٧- بمحطتي عرعر والأحساء و ٠,٠٠٥- بمحطة القصيومة، وبنموذج Quadratic بمجموع ثلاث عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٧١- بمحطة ينبع و ٠,٠١٣- بمحطة طريف، وبنموذج Logistic بمجموع ثماني عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٣٧- بمحطات ينبع وتبوك والمدينة المنورة و ٠,٠٠٥- بمحطة جازان، وبنموذج Compound بمجموع ثماني عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٣٧- بمحطات ينبع وتبوك والمدينة المنورة و ٠,٠٠٨- بمحطة خميس مشيط، وبنموذج Cubic بمجموع أربع عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٩٩- بمحطة تبوك و ٠,٠٠٢- بمحطة مكة المكرمة، وبنموذج Growth بمجموع ثماني عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٣٧- بمحطات ينبع وتبوك والمدينة المنورة و ٠,٠٠٥- بمحطة جازان، وبنموذج Exponential بمجموع ثماني عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٣٧- بمحطتي تبوك والمدينة المنورة و ٠,٠٠٥- بمحطة جازان، وبنموذج S بمجموع ثماني عشرة محطة تتراوح بها قيمة معامل التفسير بين ٠,٠٣٧- بمحطتي أبها والأحساء و ٠,٠٠٦- بمحطة شرورة.

جدول (٥) : الفحص الاحصائي للعلاقة بين مجموع المؤشر
وكميات الأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣ م.
(نموذج Linear و Inverse و Quadratic)

Quadratic		Inverse		Linear		اسم المحطة
Sig.	R ² adjusted	Sig.	R ² adjusted	Sig.	R ² adjusted	
0.927	-0.071	0.770	-0.034	1.000	0.037	ينبع
0.632	-0.040	0.597	-0.026	0.396	-0.008	نجران
0.307	0.017	0.743	-0.033	0.727	-0.032	مكة
0.08	0.113	0.916	-0.037	0.584	-0.025	عرعر
0.452	-0.013	0.857	-0.036	0.339	-0.002	طريف
0.374	0.002	0.331	-0.001	0.334	-0.001	شرورة
0.568	-0.031	0.487	-0.018	0.487	-0.018	رفحه
0.241	0.035	0.881	-0.036	0.476	-0.017	خميس مشيط
0.306	0.017	0.837	-0.035	0.164	0.036	حائل
0.784	-0.057	0.587	-0.026	0.553	-0.023	جدة
0.688	-0.046	0.605	-0.027	0.423	-0.013	جازان
0.815	-0.060	0.287	0.006	0.649	-0.029	تبوك
0.804	-0.059	0.959	-0.037	0.326	-0.021	بيشة
0.115	0.088	0.798	-0.037	0.202	0.025	الرياض
0.364	0.004	0.817	-0.035	0.889	-0.036	المدينة
0.907	-0.069	0.362	-0.005	0.692	-0.031	القيصومة
0.191	0.051	0.254	0.013	0.466	-0.016	القصيم
0.24	0.035	0.664	-0.03	0.131	0.048	القريات
0.546	-0.028	0.219	0.020	0.492	-0.019	الظهران
0.656	-0.043	0.73	-0.032	0.478	-0.017	الطائف
0.106	0.094	0.561	-0.024	0.108	0.059	الجوف
0.796	-0.058	0.062	0.090	0.932	-0.037	الباحه
0.235	0.037	0.909	-0.037	0.226	0.019	الأحساء
0.502	-0.021	0.726	-0.032	0.549	-0.023	أبها

جدول (٦) : الفحص الاحصائي للعلاقة بين مجموع المؤشر
وكميات الأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣م
(نموذج Cubic و Compound و Growth).

Growth		Compound		Cubic		اسم المحطة
Sig.	R ² adjusted	Sig.	R ² adjusted	Sig.	R ² adjusted	
0.927	-0.037	0.927	-0.037	0.933	-0.101	ينبع
0.44	-0.014	0.44	-0.014	0.735	-0.065	نجران
0.311	0.002	0.311	0.002	0.418	-0.002	مكة
0.892	-0.036	0.892	-0.036	0.092	0.130	عرعر
0.55	-0.023	0.55	-0.023	0.234	0.053	طريف
0.569	-0.024	0.569	-0.024	0.392	0.004	شرورة
0.535	-0.032	0.535	-0.022	0.768	0.071	رفحه
0.383	-0.008	0.363	-0.008	0.423	-0.003	خميس مشيط
0.095	0.066	0.095	0.066	0.508	-0.022	حائل
---	---	---	---	0.916	-0.098	جدة
0.364	-0.005	0.364	-0.005	0.775	-0.072	جازان
0.967	-0.037	0.967	-0.037	0.921	-0.099	تبوك
0.532	-0.022	0.532	-0.022	0.543	-0.033	بيشة
0.395	-0.009	0.395	-0.009	0.062	0.160	الرياض
0.918	-0.037	0.918	-0.037	0.429	-0.005	المدينة
0.595	-0.026	0.595	-0.026	0.638	-0.048	القيصومة
0.558	-0.024	0.558	-0.024	0.348	0.016	القصيم
---	---	---	---	0.271	0.039	القرىبات
0.804	-0.035	0.804	-0.035	0.7	-0.059	الظهران
0.707	-0.032	0.707	-0.032	0.141	0.096	الطائف
0.123	0.052	0.123	0.852	0.212	0.062	الجوف
0.663	-0.030	0.663	-0.030	0.454	-0.011	الباحه
0.128	0.050	0.128	0.050	0.36	0.013	الأحساء
0.626	-0.028	0.626	-0.028	0.531	-0.027	أبها

جدول (٧) : الفحص الاحصائي للعلاقة بين مجموع المؤشر
وكميات الأمطار السنوية خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠١٣ م.
(نموذج S و Exponential و Logistic).

Logistic		Exponential		نموذج S		اسم المحطة
Sig.	R ² adjusted	Sig.	R ² adjusted	Sig.	R ² adjusted	
0.927	-0.037	0.927	-0.037	0.837	-0.035	بنبع
0.44	-0.014	0.44	-0.014	0.636	-0.028	نجران
0.311	0.002	0.311	0.002	0.589	-0.026	مكة
0.892	-0.036	0.892	-0.036	0.544	-0.029	عرعر
0.55	-0.023	0.55	-0.023	0.64	-0.029	طريف
0.569	-0.024	0.569	-0.024	0.371	-0.006	شرورة
0.535	-0.022	0.535	-0.022	0.823	-0.035	رفحه
0.363	-0.008	0.393	-0.008	0.775	-0.034	خميس مشيط
0.095	0.066	0.095	0.066	0.646	-0.029	حائل
---	---	---	---	---	---	جدة
0.364	-0.005	0.364	-0.005	0.597	-0.026	جازان
0.967	-0.037	0.967	-0.037	0.165	0.036	تبوك
0.532	-0.022	0.532	-0.022	0.857	-0.036	بيشة
0.395	-0.009	0.395	-0.009	0.533	-0.022	الرياض
0.918	-0.037	0.918	-0.037	0.649	-0.029	المدينة
0.595	-0.026	0.595	-0.026	0.398	-0.009	القيصومة
0.558	-0.024	0.558	-0.024	0.316	0.002	القصيم
---	---	---	---	---	---	القرينات
0.804	-0.035	0.804	-0.035	0.06	0.092	الظهران
0.707	-0.032	0.707	-0.032	0.573	-0.025	الطائف
0.123	0.052	0.123	0.052	0.619	-0.021	الجوف
0.663	-0.030	0.663	-0.030	0.142	0.044	الباحه
0.128	0.050	0.128	0.550	0.978	-0.037	الأحساء
0.626	-0.028	0.626	-0.028	0.957	-0.037	أبها

الختامة والتوصيات :

استعرضت الدراسة الخصائص المطرية الشهرية والسنوية لأربع وعشرين محطة مناخية في المملكة العربية السعودية خلال فترة ممتدة من عام ١٩٨٥م حتى ٢٠١٣م، حيث تبين أن المعدلات المطرية متواضعة، وتؤكد سمة الجفاف، كما تؤكد التذبذب الشديد بين شهور موسم الأمطار الممتد من شهر أكتوبر حتى شهر مايو. كما أتضح أن شهر أبريل يحظى بأعلى كمية أمطار في السنة، يليه شهر مارس ثم شهر يناير، من جهة أخرى يعتبر شهر يونيو أقل الشهور في الهطولات على مستوى منطقة الدراسة. كما قامت الدراسة بفحص مدى العلاقة بين الأمطار السنوية والشهرية في منطقة الدراسة من جهة وظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO) من جهة ثانية، حيث كشفت الفحوصات الإحصائية باستخدام أسلوب نموذج الانحدار المتعدد Multiple Regression أن جميع علاقات الارتباط التي تم الحصول عليها غير ذات أهمية إحصائية على مستوى المتوسط الشهري لمؤشر ظاهرة تذبذب شمال المحيط الأطلسي (NAO)، وإجمالي كميات الأمطار السنوية في منطقة الدراسة، وكذلك بالنسبة للإجمالي المؤشر السنوي وكميات الأمطار السنوية.

يخلص البحث بالتوصية بمزيد من الدراسة والتحليل حول كُنه العلاقة ومدى تأثير كل من: ظاهرة النينو (تذبذب درجة الحرارة في المنطقة الاستوائية من المحيط الهادي) The El Niño Southern Oscillation (ENSO)، وظاهرة تذبذب درجة الحرارة شمال غرب المحيط الهادي The Pacific Decadal Oscillation (PDO)، وظاهرة التذبذب العقدي الأطلسي Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO)، وظاهرة التذبذب المداري مادن - جوليان - The Madden-Julian Oscillation (MJO)، وظاهرة تذبذب المحيط الهادي الشمالي The North Pacific Oscillation (NPO)، وظاهرة التذبذب بين المحيط الهادي وأمريكا الشمالية The Indian Ocean Dipole (IOD)، وظاهرة التذبذب القطبي Arctic oscillation (AO)، وأثرها على الأمطار في المملكة العربية السعودية. هذا من جهة، ومن جهة أخرى أوصي بدراسة مدى العلاقة وقوة التأثير بين نمط درجات الحرارة الشهرية والسنوية في محطات المملكة العربية السعودية وكل من: ظاهرة النينو (تذبذب درجة الحرارة في المنطقة الاستوائية من المحيط الهادي) The El Niño Southern Oscillation (ENSO)، وظاهرة تذبذب درجة الحرارة شمال غرب المحيط الهادي The Pacific Decadal Oscillation (PDO)، وظاهرة التذبذب العقدي الأطلسي Atlantic Multidecadal

Madden-Julian The - جولييان - ظاهرة التذبذب المداري مادن - Oscillation (AMO)
The North Pacific Oscillation وظاهرة تذبذب المحيط الهادي الشمالي (MJO)
Pacific North America وظاهرة التذبذب بين المحيط الهادي وأمريكا الشمالية (NPO)
The Indian Ocean Dipole وظاهرة القطب الثنائي بالمحيط الهندي (PNA)
(IOD)، وظاهرة التذبذب القطبي (AO) Arctic oscillation.

المصادر والمراجع

أولاً - باللغة العربية :

- الراشد، محمد، والعنيزان، عبدالله (٢٠١٢م)، المملكة العربية السعودية حقائق وأرقام، هيئة المساحة الجيولوجية السعودية.
- العوض، خالد، ٢٠١١، "ما تأثير الظواهر المناخية العالمية في طقس شبه الجزيرة العربية"، صحيفة الاقتصادية الاثنين ١٩ ذو القعدة ١٤٣٢ هـ. الموافق ١٧ أكتوبر ٢٠١١ العدد ٦٥٨٠
http://www.aleqt.com/2011/10/17/article_590359.ht
- الكليبي، فهد محمد، ٢٠٠١، "الاتصال المناخي السطحي بين المملكة العربية السعودية ونصف الكرة الشمالي"، سلسلة بحوث جغرافيه، الجمعية الجغرافية السعودية، عدد ٣٧، ص ص ١-٦٤.

ثانياً - باللغة الإنجليزية:

- Baez JC, Gimeno L, Gomez-Gesteira M, Ferri-Yanez F, Real R (2013): Combined Effects of the North Atlantic Oscillation and the Arctic Oscillation on Sea.
- Barnston AG, Livezey RE (1987) Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. Mon Wea Rev 115: 1083–1126. doi: 10.1175/1520-0493(1987)115<1083:csapol>2.0.co;2
- Barnston, A.G. and R.E. Livezey (1987): Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. Mon. Wea. Rev., 115, 1083-1126.
- Cullen H.M, Kaplan A, Arkin P.A., Demenocal PB. (2002): Impact of the North Atlantic oscillation on Middle Eastern climate and streamflow. Climatic Change 55: 315–338.
- Dayan U, Lamb D. (2008): Influence of atmospheric circulation on the variability of wet sulfate deposition. Int J Climatol 28:1315–1324.
- Della-Marta PM, Luterbacher J, von Weissenfluh H, Xoplaki E, Brunet M, Wanner H (2007): Summer heat waves over western Europe 1880–2003, their relationship to large-scale forcings and predictability. Clim Dyn 29:251–275.
- Demuzere M, Werner M, van Lipzig NPM, Roeckner E (2009): An analysis of present and future ECHAM5 pressure fields using a classification of circulation patterns. Int J Climatol 29: 1796–1810.
- E. Kahya, "Impacts of the NAO on the Hydrology of the Eastern Mediterranean", Hydrological, Socioeconomic and Ecological Impacts of the NAO in the Mediterranean Region, Vol. 46, No. -, 2011, s. 57-71, Advances in Global
- Evans JP, Smith RB, Oglesby RJ (2004): Middle East climate simulation and dominant precipitation processes. Int J Climatol 24:1671–1694.
- Gallego MC, García JA, Vaquero JM, Mateos VL (2006): Changes in frequency and intensity of daily precipitation over the Iberian Peninsula. J Geophys Res D: Atmos 111:D24105. doi:10.1029/2006JD007280.

- García-Herrera R, Gallego D, Hernández E, Gimeno L, Ribera P (2001): Influence of the North Atlantic Oscillation on the Canary Island precipitation. *J Clim* 14:3889–3903.
- García-Herrera R, Paredes D, Trigo RM, Trigo IF, Hernández H, Barriopedro D, Mendes MT (2007): The outstanding 2004–2005 drought in the Iberian Peninsula: the associated atmospheric circulation. *J Hidrometeorol* 9:483–498.
- Hosseinzadeh Talae P, Tabari H, Sobhan Ardakani S. 2012. Hydrological drought in the west of Iran and possible association with large-scale atmospheric circulation patterns. *Hydrological Processes*. DOI:10.1002/hyp.9586.
- <https://nsidc.org>
- Hurrell J (1995): Decadal trends in North Atlantic Oscillation and relationship to regional temperature and precipitation. *Science* 269: 676–679.
- Hurrell J, Van Loon H (1997): Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation. *Clim Change* 36:301–326
- Hurrell JW (1995): Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: Regional temperatures and precipitation. *Science* 269: 676–679. doi: 10.1126/science.269.5224.676
- Hurrell JW, Deser C (2009): North Atlantic climate variability: The role of the North Atlantic Oscillation. *J Mar Syst* 78: 28–41. doi: 10.1016/j.jmarsys.2008.11.026
- Hurrell JW, Kushnir Y, Ottersen G, Visbeck M (2003) An Overview of the North Atlantic Oscillation. In: Hurrell JW, Kushnir Y, Ottersen G, Visbeck M editors. *The North Atlantic Oscillation Climatic Significance and Environmental Impact*. Washington D C: Geophysical Monograph 134: 1–35.
- Hurrell, J. W., Influence of variations in extratropical wintertime teleconnections on Northern Hemisphere temperature, *Geophys. Res. Lett.*, 23, 665–668, 1996.
- Jones PD, Josson T, Wheeler D (1997): Extension to the North Atlantic Oscillation using early instrumental pressure observations from Gibraltar and South-West Iceland. *Int J Climatol* 17: 1433–1450. doi: 10.1002/(sici)1097-0088(19971115)17:13<1433::aid-joc203>3.3.co;2-g
- Kahya E. (2011): The impacts of NAO on the hydrology of the easternMediterranean. *Hydrological, socioeconomic and ecological impacts ofthe north Atlantic oscillation in the Mediterranean region*. *Advances in Global Change Research* 46: 57–71.
- Karabörk MÇ, Kahya E, Karaca M. (2005): The influences of the Southernand North Atlantic Oscillations on climatic surface variables in Turkey.*Hydrological Processes* 19(6): 1185–1211.
- Karabörk MÇ, Kahya E, Karaca M. (2005): The influences of the Southernand North Atlantic Oscillations on climatic surface variables in Turkey.*Hydrological Processes* 19(6): 1185–1211.
- Kucuk M, Kahya E, Cengiz TM, Karaca M. (2009): North AtlanticOscillation influences on Turkish lake levels. *Hydrological Processes*, 23(6): 893–906.
- Lloret J, Lleonart J, Solé I, Fromentin J-M (2001): Fluctuations of landings and environmental conditions in the north-western Mediterranean sea. *Fisheries Oceanogr* 10: 33–50.

- López-Moreno JJ, Vicente-Serrano SM (2008): Extreme phases of the wintertime North Atlantic Oscillation and drought occurrence over Europe: a multi-temporal-scale approach. *J Clim* 21: 1220–1243.
- López-Moreno, J.I., Vicente-Serrano S.M., Morán-Tejeda E., Lorenzo J., Kenawy, A. and Beniston, M. (2011): NAO effects on combined temperature and precipitation winter modes in the Mediterranean mountains: Observed relationships and projections for the 21st century. *Global and Planetary Change* 77: 72-66.
- Lu, J., and R. J. Greatbatch, The changing relationship between the NAO and northern hemisphere climate variability, *Geophys. Res. Lett.*, 29(7), doi:10.1029/2001GL014052, 2002.
- Maynou F (2008): Influence of the North Atlantic Oscillation on Mediterranean deep-sea shrimp landings. *Clim Res* 36: 253–257.
- Moses T, Kiladis N, Díaz H, Barry R (1987): Characteristics and frequency of reversals in mean sea level pressure in the north Atlantic sector and their relationship to long term temperature trend. *J Climatol* 7:13–30.
- Osborn TJ (2004): Simulating the winter North Atlantic Oscillation: the roles of internal variability and greenhouse gas forcing. *Clim Dyn* 22:605–623.
- Osborn TJ, Briffa KR, Tett SFB, Jones PD, Trigo RM (1999) Evaluation of the North Atlantic Oscillation as simulated by a coupled climate model. *Clim Dyn* 15:685–702.
- Osborn TJ, Briffa KR, Tett SFB, Jones PD, Trigo RM (1999): Evaluation of the North Atlantic Oscillation as simulated by a coupled climate model. *Clim Dyn* 15:685–702.
- Osborn, Tim (2000): North Atlantic Oscillation. Climatic Research Unit. cru@uea.ac.uk
- Rodó, X., Baert, E. & Comín, F. *Climate Dynamics* (1997): Variations in seasonal rainfall in Southern Europe during the present century: relationships with the North Atlantic Oscillation and the El Niño-Southern Oscillation 13: 275. doi:10.1007/s003820050165
- Saris F, Hannah DM, Eastwood WJ. 2010. Changes in precipitation and riverflow in northeast Turkey: associations with the North Atlantic Oscillation. Sixth World FRIEND Conference, October 2010, Fez, Morocco.
- Sousa P, Trigo RM, Aizpurua P, Nieto R, Gimeno L, Garcia-Herrera R (2011) Trends and extremes of drought indices throughout the 20th century in the Mediterranean. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 11: 33–51.
- Sun J, Wang H. 2012. Changes of the connection between the summer North Atlantic Oscillation and the East Asian summer rainfall. *Journal of Geophysical Research* 117: D08110. DOI: 10.1029/2012JD017482.
- Surface Temperature in the Alboran Sea. *PLoS ONE* 8(4): e62201. doi:10.1371/journal.pone.0062201
- Tabari, H., Abghari, H. and Hosseinzadeh Talaei, P. (2014): Impact of the North Atlantic Oscillation on streamflow in Western Iran. *Hydrol. Process.*, 28: 4411–4418. doi:10.1002/hyp.9960

- Thompson, D.W.J., and J.M. Wallace, The Arctic Oscillation signature in wintertime geopotential height and temperature fields, *Geophys. Res. Lett.*, 25, 1297–1300, 1998.
- Trewartha, G.T., and Horne, L.H., (1980): *An Introduction to Climate*, 5th ed., New York: McGraw-Hill.
- Trigo RM et al (2006): Relations between variability in the Mediterranean region and MidLatitude variability. In: Lionello P, Malanotte-Rizzoli P, Boscolo R (eds) *The Mediterranean climate: an overview of the main characteristics and issues*. Elsevier, Amsterdam, pp. 179–226.
- Trigo RM, Osborn TJ, Corte-Real JM (2002): The North Atlantic Oscillation influence on Europe: climate impacts and associated physical mechanisms. *Clim Res* 20:9–17
- Trigo, R. M., Pozo-Vázquez, D., Osborn, T. J., Castro-Díez, Y., Gámiz-Fortis, S. and Esteban-Parra, M. J. (2004), North Atlantic oscillation influence on precipitation, river flow and water resources in the Iberian Peninsula. *Int. J. Climatol.*, 24: 925–944. doi:10.1002/joc.1048.
- Uvo, C. B. (2003): Analysis and regionalization of northern European winter precipitation based on its relationship with the North Atlantic oscillation. *Int. J. Climatol.*, 23: 1185–1194. doi:10.1002/joc.930
- Vicente-Serrano SM, Trigo RM, López-Moreno JI, Liberato MLR, Lorenzo-Lacruz J, Beguería S, Morán-Tejeda E, El Kenawy A (2011): Extreme winter precipitation in the Iberian Peninsula in 2010: anomalies, driving mechanisms and future projections. *Clim Res* 46: 51–65.
- Vicente-Serrano SM, Trigo RM, López-Moreno JI, Liberato MLR, Lorenzo-Lacruz J, et al. (2011) Extreme winter precipitation in the Iberian Peninsula in 2010: anomalies, driving mechanisms and future projections. *Clim Res* 46: 51–65. doi: 10.3354/cr00977.
- Vicente-Serrano SM, Trigo RM, López-Moreno JI, Liberato MLR, Lorenzo-Lacruz J, et al. (2011): Extreme winter precipitation in the Iberian Peninsula in 2010: anomalies, driving mechanisms and future projections. *Clim Res* 46: 51–65. doi: 10.3354/cr00977.
- Wallace, J. M., and D. S. Gutzler, 1981: Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, 109, 784–812.
- Wanner H et al. (2001): North Atlantic Oscillation-concepts and studies. *Surv Geophys* 22: 321–382.
- Weather Online Ltd, 2016 <http://www.weatheronline.co.uk/reports/wxfacts/The-Azores-High.htm>
- Woolf DK, Shaw AGP, Tsimplis MN (2003): The influence of the North Atlantic Oscillation on sea-level variability in the North Atlantic region. *Global Atmos Ocean Syst* 9:145–167
- Zêzere JL, Trigo RM, Fragoso M, Oliveira SC, Garcia RAC (2008): Rainfall-triggered landslides in the Lisbon region over 2006 and relationships with the North Atlantic Oscillation. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 8: 483–499.

North Atlantic Oscillation Influence on Precipitation in Saudi Arabia

Abdullah Almisnid

Associate Professor, Department of Geography at Qassim University

ABSTRACT

This study is based on the rainfall data for a period from 1977 to 2013 with a total of 24 climatic stations in Saudi Arabia. The monthly and annual analysis of precipitation which recorded during this period revealed that rain rates were modest in Saudi Arabia. It also asserts the drought characteristic and the extreme oscillation between the months of the rainy season (October - May), as well as months of the whole year. In addition to analyzing the effect of the North Atlantic oscillation (NAO) on the amount of precipitation in Saudi Arabia. By applying the Multiple Regression Model, the ANOVA results show that the value of the significance exceeds 0.05 of the relationship between the annual total rainfalls as dependent variables, while The North Atlantic Oscillation (NAO) as an independent variable. According to statistics of the relativity, there is no statistical relation between The North Atlantic Oscillation phenomenon and the study area. Over all, the results of this influential phenomenon cannot be relied upon in Saudi Arabia.

Key Words: Rainfall, Saudi Arabia, Annual Rainfall, Monthly Average of Rainfall, North Atlantic Oscillation (NAO).