

## ظاهرة تذبذب شمال الأطلسي (NAO) وعلاقته بالأمطار في شمال ليبيا

أبو بكر عبد الله الحبتي\* ومصطفى عبد السلام المبرد\* وعلي عطية أبو حمرة\*\*

تاريخ الاستلام 2019/10/18

تاريخ القبول 2020/2/16

### ملخص

يلعب تذبذب شمال الأطلسي (NAO) دوراً مهماً في تقلب المناخ في نصف الكرة الشمالي، الذي بدوره يؤثر على مناخ أوروبا وشمال شرق أمريكا الشمالية، وكذلك شمال أفريقيا. وعلى الرغم من أن الدراسات السابقة أظهرت تأثير NAO على ظروف المناخ في فصل الشتاء في أوروبا وشمال أفريقيا وأماكن متفرقة، فإنه لا يزال غير واضح إلى أي مدى يرتبط تذبذب شمال الأطلسي بتقلبات الأمطار بشمال ليبيا، لذلك في هذه الورقة تم تحليل العلاقة بين NAO وهطول الأمطار في فصل الشتاء في شمال ليبيا باستخدام تحليل الارتباط، الذي كشف عن مدى تأثير NAO على كميات سقوط الأمطار، فكانت الأمطار الشتوية ذات ارتباطات موجبة على المنطقة بأكملها، فكانت أكثر ارتباطاً بمنطقة العسة وزوارة الواقعتين غرب البلاد. أما نتائج ارتباط أمطار الشتاء مع أمطار شهر مارس فقد كانت أضعف مما كانت عليه في فصل الشتاء في عموم محطات الدراسة. كما أن نتائج العلاقة ذات الدلالة الإحصائية للمحطات المدروسة كانت P-Value فيها أقل من (0.05) في 9 محطات لفصل الشتاء، أما أمطار الشتاء مع أمطار مارس فقد اتضحت في ثلاث محطات فقط، من حيث الأهمية الإحصائية في شمال غرب البلاد أيضاً، وهذا ربما يفسر لنا عدم ارتباط دوران الهواء الجوي في شهر مارس ارتباطاً جيداً بمؤشر NAO.

الكلمات المفتاحية: تذبذب شمال الأطلسي، NAO، الأمطار، ليبيا.

### المقدمة:

يتعرض الساحل الشمالي في ليبيا لسقوط الأمطار بشكل رئيسي في فصل الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير) وهذه الأمطار تتفاوت في كمياتها بين شرق البلاد وغربها، فقد سجلت محطة شحات أعلى كميات للأمطار بمحطات الدراسة في فصل الشتاء، حيث وصلت إلى 640 ملم في سنة 1961، بينما سجلت في سنة 1972 حوالي 140 ملم فقط في المحطة نفسها. ومن جانب آخر في غرب البلاد فقد سجلت أعلى كمية لهطول الأمطار الشتوية بمحطة مطار طرابلس، والتي

© جميع الحقوق محفوظة لجمعية كليات الآداب في الجامعات الأعضاء في اتحاد الجامعات العربية 2020.

\* قسم الجغرافيا، جامعة المرقب، مسلاتة، ليبيا.

\*\* قسم الجغرافيا، الجامعة الأسمرية الإسلامية، بزليتن، ليبيا.

وصلت إلى حوالي 446 ملم سنة 1962، وانخفضت الكمية إلى 16 ملم فقط سنة 1970. إن تقلبات بهذا الشكل في شمال البلاد هي أحد الأشكال السائدة لتقلب المناخ في شمال ليبيا. وبالتأكيد فإن هذه التقلبات تؤثر على نشاط السكان من خلال الأضرار الناجمة عن الفيضانات والجفاف. ويعد الجزء الشمالي الغربي والشمالي الشرقي من أهم المناطق الصالحة للزراعة وإقامة النشاطات البشرية في ليبيا.

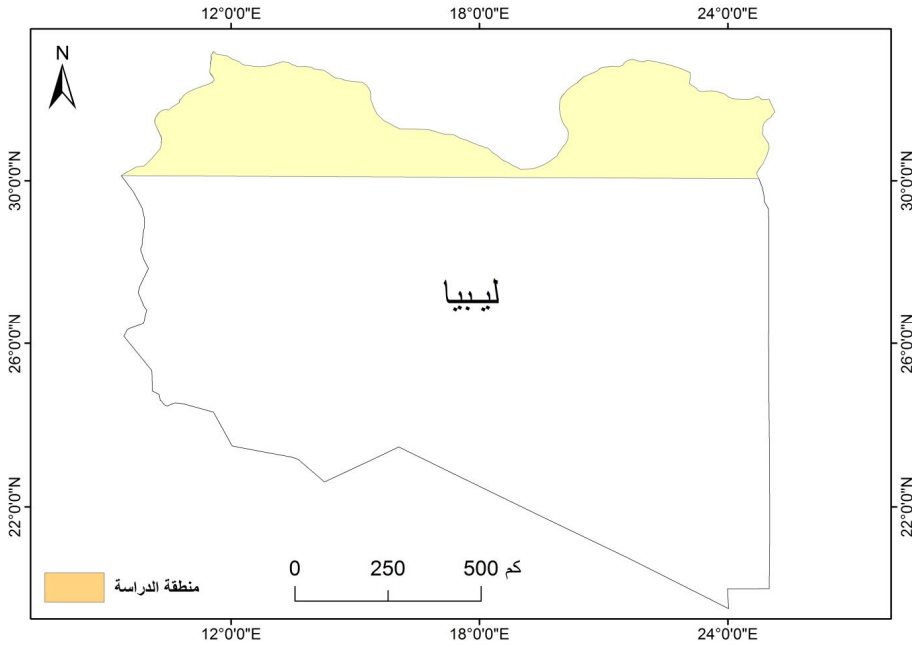
يعد تذبذب شمال الأطلسي أحد أكثر طرق الدوران في الغلاف الجوي أهمية، والتي تؤثر بشكل كبير على تقلب المناخ، ليس فقط في أوروبا ولكن في المنطقة بأكملها من الساحل الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية إلى سيبيريا في اتجاه عرضي، ومن القطب الشمالي إلى المحيط الأطلسي شبه الاستوائي في اتجاه الجنوب<sup>(1)</sup>. كما يؤثر NAO بشكل كبير على أنماط طقس المحيط الأطلسي، وينتج عنه شذوذ مناخي إقليمي مرتبط به، وخاصة في أوروبا وحوض البحر الأبيض المتوسط<sup>(2)</sup>. وترتبط مرحلة NAO الإيجابية بهطول الأمطار أكثر من المعتاد في شمال أوروبا (بما في ذلك أيسلندا) والدول الإسكندنافية، وهطول الأمطار أقل من المعتاد في جنوب أوروبا ووسطها، وكذلك شمال غرب أفريقيا<sup>(3)</sup>. كما تتأثر المحاصيل الزراعية، وإدارة المياه، وإمدادات الطاقة والطلب عليها، والعائدات من مصائد الأسماك، وغيرها من الأشياء الأخرى تأثراً مباشراً من قبل مؤشر NAO<sup>(4)</sup>.

وبشكل عام فإن تقلبات المناخ التي تحدث في شمال المحيط الأطلسي تؤثر على الطقس والمناخ في البحر الأبيض المتوسط، وقد لعب NAO دوراً كبيراً في مسارات الأعاصير في البحر المتوسط في فصل الشتاء. يعد مؤشر NAO الأكثر وضوحاً خلال أشهر الشتاء (DJFM) بسبب زيادة التباين في درجة حرارة الهواء والبحر<sup>(5)</sup>. ومن جهة ثانية أظهرت دراسة قامت حول مصر أن هناك علاقة ذات أهمية بين تذبذب شمال الأطلسي في فصل الشتاء وتقلب هطول الأمطار في فصل الشتاء في الساحل الشمالي لمصر<sup>(6)</sup>. وفي سلوفاكيا (Slovakia) يتم جلب المزيد من الأمطار في فصل الشتاء في منطقة أورافا وكويسبي (Orava & Kysuce) خلال مرحلة التذبذب الإيجابي، على الرغم من أن الارتباط لا يصل إلى قيم عالية<sup>(7)</sup>.

إن تقييم العلاقة بين تذبذب شمال الأطلسي والعناصر المناخية له أهمية في ليبيا، ذلك أنها تقع في نطاق تأثير مؤشر NAO. ومع أن الأمطار في ليبيا لقيت اهتمام كثير من الباحثين باستخدام عدة طرق إحصائية، فإن هذه الدراسة لها أهميتها لأنها تهدف إلى توضيح علاقة الأمطار بمؤشر NAO، ليتم التعرف على نوع العلاقة بشكل تفصيلي.

### موقع منطقة الدراسة:

تحدد موقع الدراسة ليشمل شمال ليبيا فقط نظراً لمحدودية هطول الأمطار بالقرب من الساحل الليبي، واختلافها الشبه الكامل عن باقي مساحة البلاد إلا فيما ندر، وبذلك تقع منطقة الدراسة بين خطي طول 9 إلى 25 شرقاً ودائرتي عرض 30 إلى 25 شمالاً تقريباً - شكل (1). ويوضح شكل (2) توزيع محطات الأمطار في شمال ليبيا.



الشكل (1): موقع منطقة الدراسة في شمال ليبيا.

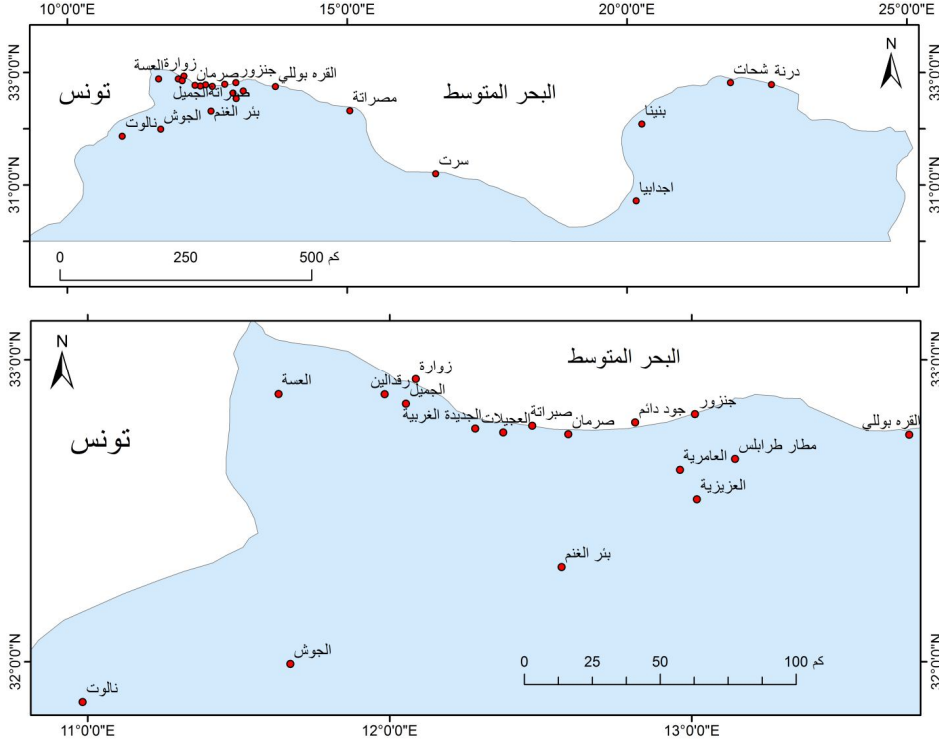
### مشكلة الدراسة:

على الرغم من أن الدراسات السابقة أظهرت تأثير NAO على ظروف المناخ في فصل الشتاء في أوروبا وشمال أفريقيا وأماكن متفرقة، فإنه غير واضح إلى أي مدى يرتبط تذبذب شمال الأطلسي بتقلبات الأمطار في شمال ليبيا.

### هدف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى توضيح العلاقة بين تذبذب شمال الأطلسي والأمطار في شمال ليبيا.

## الحيطي، المبرد وأبو حمزة



الشكل (2): توزيع محطات الأمطار في شمال ليبيا (الجزء الغربي مكبر لتوضيح أسماء المحطات).

### أهمية الدراسة:

سيكون لنتائج البحث أهمية من أجل فهم أفضل للعلاقة بين مؤشر NAO وهطول الأمطار في شمال ليبيا.

### البيانات وطريقة البحث:

اعتمدت الدراسة على بيانات 23 محطة أمطار في شمال ليبيا، مأخوذة من المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس للفترة من 1960 - 2010، مع اختلاف بسيط في بعض المحطات في طول فترة الدراسة. كما اعتمدت الدراسة على بيانات مقياس ظاهرة تذبذب شمال الأطلسي NAO، والتي كانت قيما إما موجبة (NAO+) وإما سالبة (NAO-)، من موقع (Climate Data Guide).

اعتمدت طريقة البحث على تحليل الارتباط بين الأمطار في فصل الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير) وبين مقياس تذبذب شمال الأطلسي NAO لفصل الشتاء (DJF)، (تشير هذه الأحرف

إلى الحروف الأولى من أسماء أشهر الشتاء باللغة الإنجليزية)، كما تم اختبار ارتباط أمطار الربيع المتمثلة في شهر مارس - تم استبعاد شهري أبريل ومايو بسبب قلة الأمطار فيهما - وإضافة شهر مارس إلى أشهر الشتاء فيصبح (ديسمبر، يناير، فبراير، مارس) مع مؤشر NAO، ويرمز لهذه الأشهر الأربعة بالحروف (DJFM) (هي الحروف الأولى من كل شهر باللغة الإنجليزية).

قامت الدراسة بتحليل الانحدار لجميع المحطات في منطقة الدراسة لتتضح علاقة مؤشر NAO بالأمطار في شمال ليبيا: هل هي ذات دلالة إحصائية أم لا؟ من خلال قيمة P-Value أقل من (0.05). كما تم إنتاج خرائط لنتائج تحليل الارتباط والانحدار باستخدام طريقة IDW عبر برنامج Arc Gis 10.7، إضافة إلى إعداد خرائط ارتباط الأمطار - المقطرة عبر الأقمار الصناعية GPCP - ومؤشر NAO للفترة من 1980 - 2019 عبر موقع (ESRL Physical Sciences Division).

### مفهوم تذبذب شمال الأطلسي (NAO):

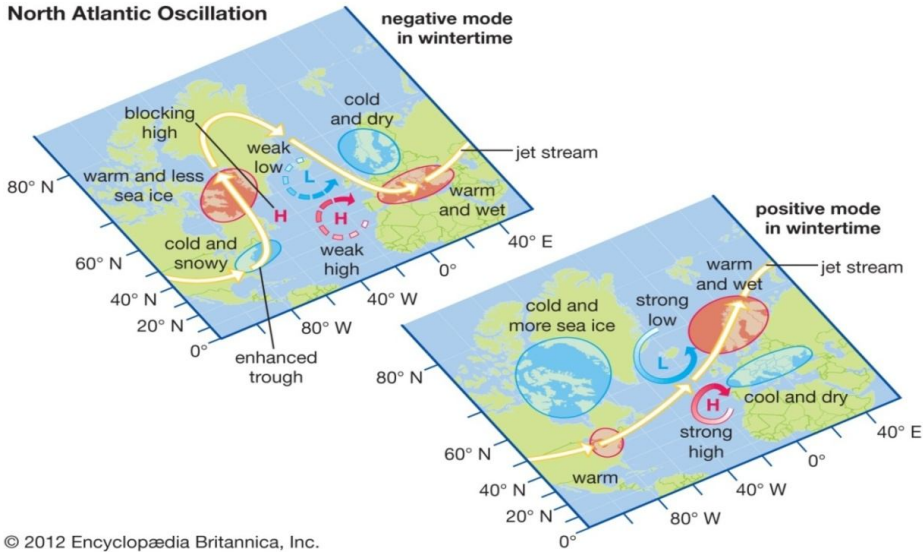
تذبذب شمال الأطلسي الذي يعرف بمؤشر أو مقياس NAO (North Atlantic Oscillation)، أوجده السيد Gilbert Walker عام 1920، وقد تركز الاهتمام على فصل الشتاء<sup>(8)</sup>. تستند ظاهرة تذبذب شمال الأطلسي إلى وجود تدرج بين ضغط المرتفع الأزوري والمنخفض الأيسلندي، وهما نظامان من أنظمة الضغط شبه الدائم، حيث يتحرك المرتفع الأزوري شمالاً خلال الصيف. ويعد التغير الدوري في قوة وموقع أنظمة الضغط شبه الدائمة هذه مصدراً طبيعياً لتقلب المناخ في المنطقة المتأثرة<sup>(9)</sup>. يتم حساب مؤشر NAO عموماً على أنه اختلاف ضغط مستوى سطح البحر بين محطة في منطقة جزر الأزور ومحطة في آيسلندا، أي بمعنى فارق الضغط بين المرتفع الأزوري والضغط المنخفض في آيسلندا ليكون انحداراً في الضغط<sup>(10)</sup>. ويكون هذا الفارق في الضغط مؤشراً NAO على حالتين موجبة وسالبة كما يأتي:

### الوضع الإيجابي في فصل الشتاء (NAO+) positive mode in wintertime:

خلال فصل الشتاء عندما يكون NAO في وضعه الإيجابي، فإن وجود أنظمة الضغط العالي والضغط المنخفض تنتج ظروفاً أكثر دفئاً ورطوبة على شمال أوروبا ومعظم شمال شرق أمريكا الشمالية. يحدث هذا لأن التيار القطبي النفاث يميل إلى أن يكون خالياً من التموجات الكبيرة (موجات روسبي) شكل (3). أيضاً في ظل وضع NAO الموجب تسود ظروف أكثر برودة على أجزاء من كيبك ونيوفاوندلاند ولابرادور وغرب جرينلاند. في الوقت نفسه تشهد منطقة البحر المتوسط طقساً بارداً وجافاً في فصل الشتاء (www.britannica.com). مع الأخذ في الاعتبار أن مؤشر NAO لأشهر الشتاء يمثل اتجاهًا إيجابياً خلال العقود الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين، والتي تهيمن على توزيعها القيم الإيجابية<sup>(11)</sup>.

### الوضع السلبي في فصل الشتاء (NAO-)negative mode

خلال فصل الشتاء الذي يسيطر عليه الوضع السلبي لـ NAO يتم نقل ظروف أكثر برودة إلى شرق أمريكا الشمالية وشمال أوروبا بشكل رئيسي، عن طريق الاقتران المتكرر للهواء من القطب الشمالي. تستقبل أمريكا الشمالية ثلجاً إضافياً بينما أوروبا كمية أقل من هطول الأمطار عن المعتاد. تنجم الظروف الأكثر جفافاً في شمال أوروبا عن ضعف حالة خلايا الضغط فوق أيسلندا وشمال الأطلسي أثناء الوضع السلبي لمؤشر NAO (www.britannica.com).



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

الشكل (3): المسار النموذجي لتيار القطبي النفاث أثناء الأوضاع السلبية والإيجابية لتذبذب شمال الأطلسي. <https://www.britannica.com/science/North-Atlantic-Oscillation>.

### العلاقة بين تذبذب شمال الأطلسي والأمطار في شمال ليبيا:

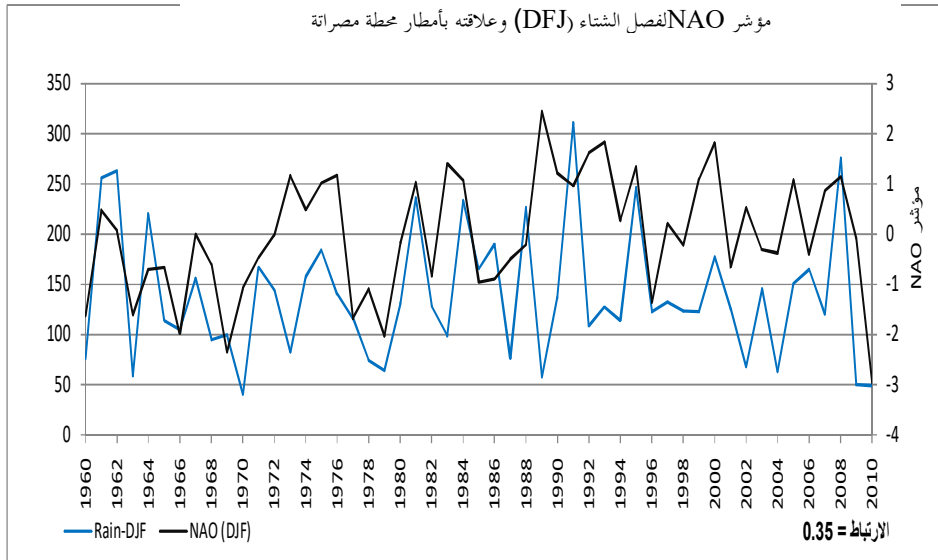
إن تقييم العلاقة بين NAO والعناصر المناخية له أهمية في ليبيا، وذلك لوقوعها على ساحل البحر المتوسط، والذي يعد ضمن المواقع التي تتأثر بهذا المؤشر (NAO)، كما يعد سقوط الأمطار أحد العناصر الأساسية التي تؤثر على العديد من مناحي الحياة في ليبيا.

### العلاقة بين مؤشر (NAO) والأمطار في فصل الشتاء:

أظهرت تحليلات علاقة الارتباط بين تذبذب شمال الأطلسي ومجموع هطول الأمطار في فصل الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير) (DJF)، تأثير NAO على الأمطار في منطقة الدراسة، وقد تم تحديد معامل الارتباط بين مؤشر NAO والأمطار في فصل الشتاء كما في جدول (1).

حيث كان الارتباط موجباً في جميع المحطات تقريباً، كما أن قيم الارتباط العليا تتجه إلى الارتفاع في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا، فقد سجل أعلى ارتباط في العسة (0.41) القريبة من الحدود التونسية، بينما يقل الارتباط بالاتجاه جنوباً وشرقاً والابتعاد عن الساحل، فقد كانت بعض المحطات في الشرق ذات قيم ارتباط سالب ضعيف جداً كما في منطقة شحات وبنينا (-0.08)، (-0.06) على التوالي شكل (5). ففي دراسة مشابهة لجنوب إيطاليا ودلتا مصر لدراسة العلاقة بين الأمطار ومؤشر NAO، تم العثور على علاقة سلبية قوية في المناطق الغربية مثل سردينيا، وبالمقابل أظهرت كل من صقلية الشرقية ودلتا النيل ارتباطاً إيجابياً منخفضاً، ولكنه مهم، فقد كان معامل الارتباط موجباً وأعلى في المناطق الساحلية، حيث بلغت قيمته من (0.25 إلى 0.30)<sup>(12)</sup>.

يعرض شكل (4) علاقة NAO لفصل الشتاء (الخط الأسود) بأمطار محطة مصراتة (الخط الأزرق) الواقعة في الجزء الغربي من ليبيا، ويتضح من خلال الشكل أدناه أن هناك ترابطاً واضحاً بين المتغيرين، بالرغم من أن الارتباط لم يكن مرتفعاً (0.35)، ولكنه ذو أهمية إحصائية بلغت P-Value (0.01). ولأن العلاقة إيجابية بينهما وذات أهمية فالتوقع أن أية زيادة في قيم المتغير المستقل (NAO) ستتبعها زيادة في قيم المتغير التابع (الأمطار)، وأن أي نقصان في (NAO) سيتبعه نقصان في (الأمطار)، كما هو موضح في الشكل (4).



الشكل (4): مؤشر NAO لفصل الشتاء (DJF) وعلاقته بأمطار محطة مصراتة للفترة 1960 - 2010.

الجدول (1): الارتباط بين NAO وأمطار الشتاء والشتاء مع مارس

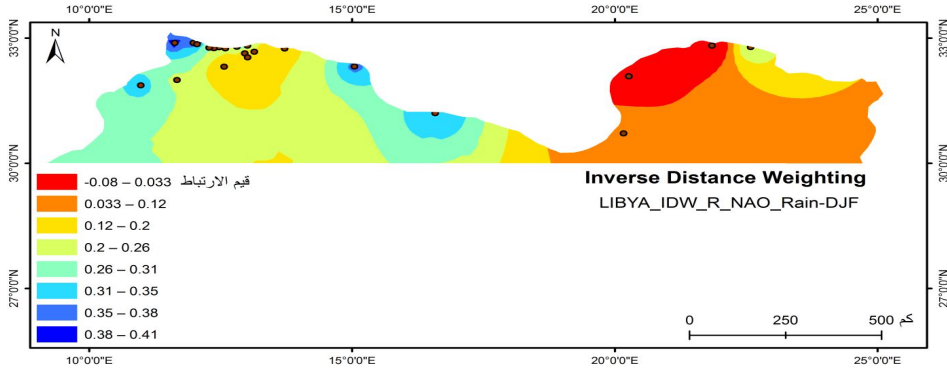
المحطة	الشتاء ( DJF)	الشتاء+ مارس (DJFM)	P-value- DJF	P-value- DJFM
العسة	0.41	0.41	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>
زواره	0.39	0.31	<b>0.026</b>	<b>0.005</b>
رقدالين	0.38	0.29	<b>0.049</b>	<b>0.010</b>
الجميل	0.35	0.28	0.070	<b>0.021</b>
صبراتة	0.26	0.25	0.099	0.079
العجيلات	0.29	0.20	0.180	<b>0.047</b>
الجديدة الغربية	0.21	0.11	0.490	0.184
جود دائم	0.36	0.25	0.091	<b>0.016</b>
صرمان	0.13	0.08	0.632	0.465
العامرية	0.12	0.01	0.973	0.442
جنزور	0.29	0.21	0.163	0.055
مطار طرابلس	0.15	0.08	0.583	0.285
العزيزية	0.11	0.08	0.619	0.454
نالوت	0.33	0.27	0.055	<b>0.019</b>
الجوش	0.25	0.24	0.103	0.093
بئر الغنم	-0.02	-0.02	0.914	0.910
القره بوللي	0.18	0.07	0.657	0.268
مصراتة	0.36	0.22	0.127	<b>0.010</b>
سرت	0.34	0.24	0.089	<b>0.016</b>
إجدابيا	0.09	0.02	0.908	0.533
بنينا	-0.06	-0.08	0.603	0.670
شحات	-0.08	-0.11	0.449	0.589
درنة	0.26	0.20	0.155	0.074

تشير الأرقام الغامقة إلى الارتباط المرتفع و P-value أقل من 0.05

وبدون شك يشير التوزيع في الشكل (5) إلى العلاقات الإحصائية بين مؤشر NAO وسقوط الأمطار في فصل الشتاء، وإلى الظروف الحقيقية للمشهد الطبيعي للأرض بشكل أفضل من النتائج التي يتم الحصول عليها عن طريق التعميم؛ لأن مناطق هطول الأمطار تغطي مساحات شاسعة جداً، ومن ثم يتم تسوية الفروق المحلية داخل المناطق الصغيرة.



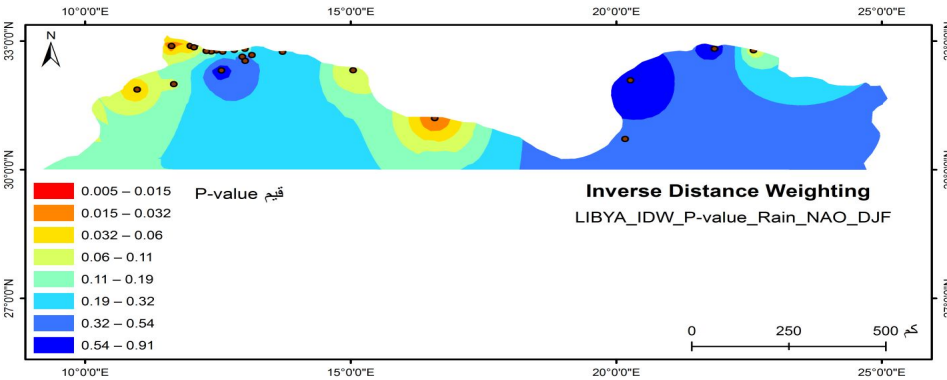
ظاهرة تدبذب شمال الأطلسي (NAO) وعلاقته بالأمطار في شمال ليبيا



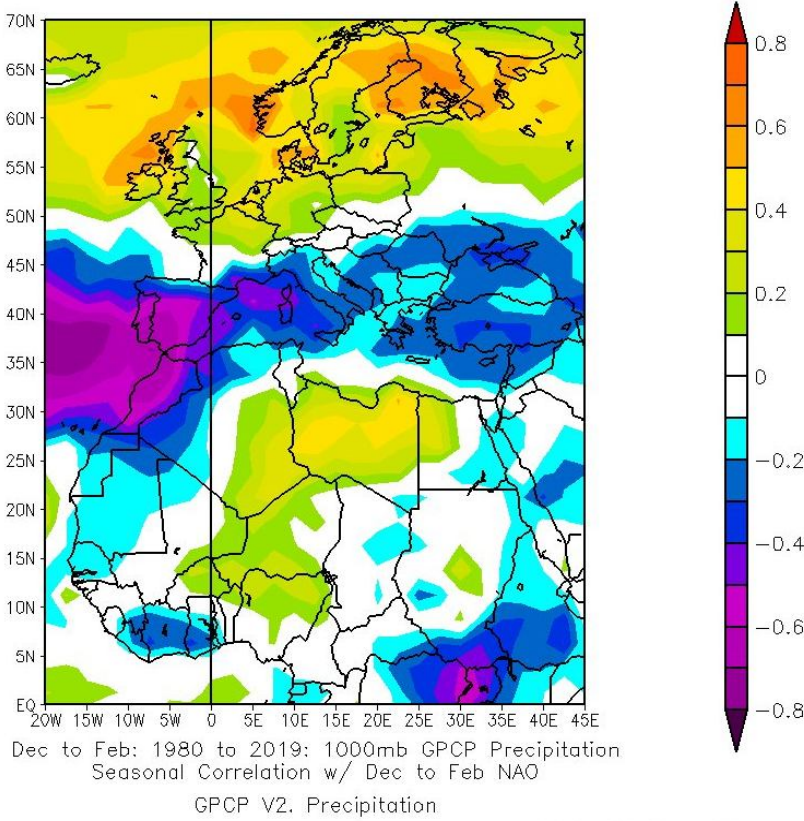
الشكل (5): التوزيع المكاني لمعامل الارتباط بين مؤشر NAO ومجموع هطول أمطار الشتاء في شمال ليبيا للفترة 2010-1961.

كما يمكن الاستنتاج من خلال الجدول (1) والشكل (6) أنه ليست كل محطات الأمطار ترتبط بمؤشر NAO وذات دلالة إحصائية عند مستوى أهمية أقل من (0.05)، وقد تم تحديد 9 محطات فقط من بين 23 محطة كانت نتائجها ذات دلالة إحصائية أقل من (0.05)، فكانت في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا، حيث سجلت العسة وزوارة أعلى علاقة ارتباط إيجابية مع دلالة إحصائية مهمة.

كما أنه يمكن الكشف عن قوة الارتباط من خلال خرائط ارتباط مؤشر NAO وهطول الأمطار من خلال المشروع العالمي لتقدير هطول الأمطار الشهري (GPCP) عبر الأقمار الصناعية - لا يوضح الفوارق المحلية الصغيرة - والذي يوفر تغطية عالمية، ويعد واحداً من مجموعات بيانات هطول الأمطار الأكثر استخداماً لدراسات تقلب المناخ (Climate Data Guide).



الشكل (6): التوزيع المكاني لمستوى الثقة أقل من 0.05 للارتباط بين مؤشر NAO ومجموع هطول أمطار الشتاء في شمال ليبيا للفترة 2010-1961.



NOAA/ESRL Physical Sciences Division

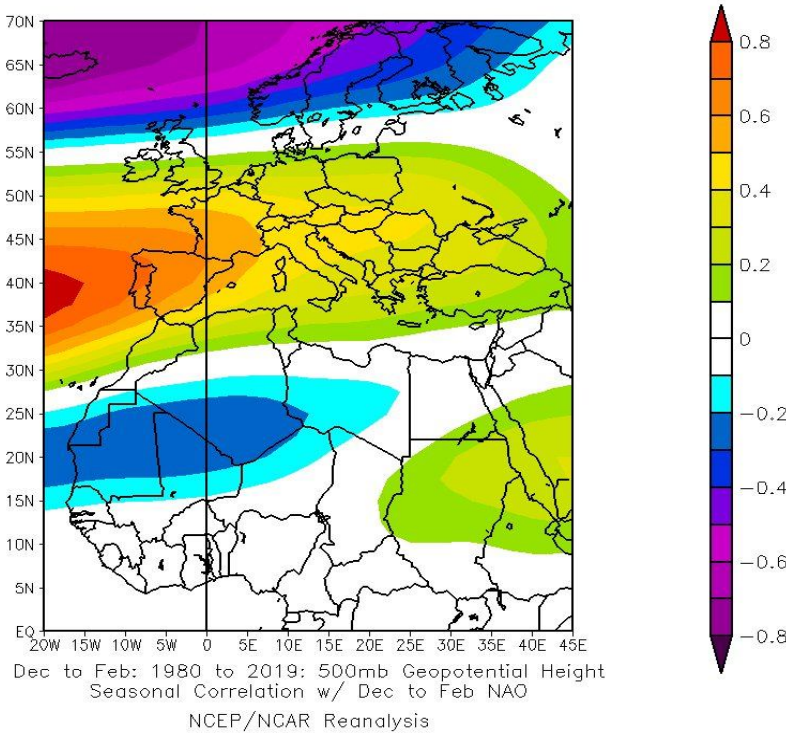
الشكل (7): النمط المكاني لقيم الارتباط بين هطول أمطار (DJF) GPCP (1000 mb) وقيم NAO للفترة 1980 - 2019

تتضح من خلال شكل (7) العلاقة بين أمطار فصل الشتاء ومؤشر NAO للفترة من 1980 - 2019، ويتبين أن العلاقة إيجابية من متوسطة إلى ضعيفة على شمال ليبيا، وبهذا تتوافق مع ما أظهرته نتائج تحليلاتنا الإحصائية شكل (5) (انظر قيم الارتباط)، وهذا يعني أن زيادة قيمة مؤشر NAO ستؤدي إلى زيادة في كمية هطول الأمطار. ويتضح من شكل (7) أيضاً أن العلاقة سلبية للغاية في منطقة البحر المتوسط والمحيط الأطلسي (عبر الأزور)، وقد لوحظ العكس في ليبيا (حيث العلاقة إيجابية)، فقد لوحظت زيادة في قيم مؤشر NAO تتبعها زيادة في هطول الأمطار، كما هو في الأجزاء الشمالية من أوروبا.

ظاهرة تذبذب شمال الأطلسي (NAO) وعلاقته بالأمطار في شمال ليبيا

لقد تم إنشاء خريطة شكل (8) لتمثل العلاقة بين مؤشر NAO ومستوى الضغط عند 500 هكتوباسكال. على اعتبار أن خرائط 500 hpa تعد الأكثر أهمية في خرائط الجو العلوي، ويتراوح ارتفاعها من 4900 – 5900 متر، وهي التي تحدد استقرار كتلة الهواء والأحوال الجوية على سطح الأرض<sup>(13)</sup>. إن زيادة ارتفاع مستوى الضغط تعني زيادة في استقرار الهواء وتقليل هطول الأمطار. كما هو واضح من الشكل (8) فإن مستوى الضغط يرتبط إيجابياً مع مؤشر NAO في إيطاليا والمحيط الأطلسي (جزر الأزور)، ولكن العلاقة سلبية في جزء من أفريقيا (حتى ولو لم تكن قوية بشكل خاص).

وهذا يعني أنه عندما يزداد مؤشر NAO في إيطاليا - على سبيل المثال - يزداد مستوى الضغط، ومن ثم يحدث انخفاض في هطول الأمطار. وعلى العكس من ذلك: عندما يزداد مؤشر NAO في جزء من أفريقيا يحدث انخفاض في مستوى الضغط؛ لأن العلاقة سلبية.



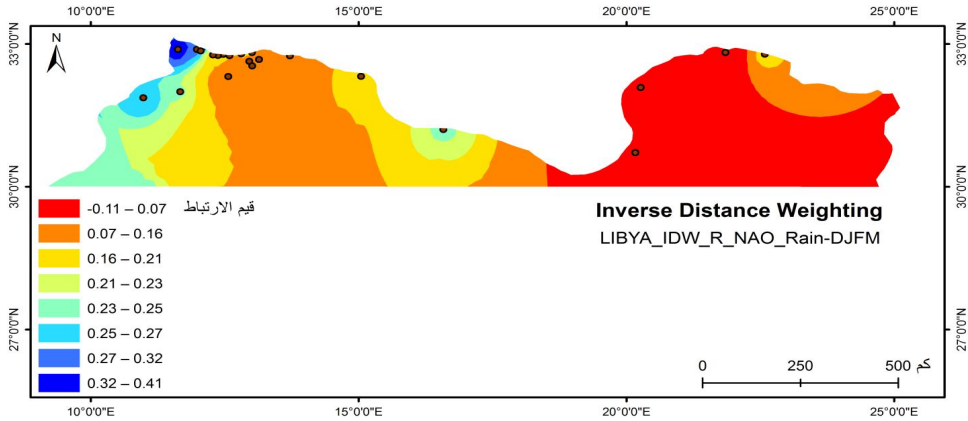
NOAA/ESRL Physical Sciences Division

الشكل (8): النمط المكاني لقيم الارتباط بين هطول أمطار (DJF) 500GPCP وقيم NAO للفترة 1980-2019.

## العلاقة بين مؤشر NAO والأمطار في فصل الشتاء والربيع في شمال ليبيا:

يتم من خلال هذا التحليل الوقوف على العلاقة بين أمطار فصل الشتاء والربيع ومؤشر NAO. لقد تم جمع أمطار فصل الشتاء مع أمطار شهر مارس، على اعتبار أن شهر مارس يعتبر الشهر الذي تكون فيه الأمطار متواضعة في فصل الربيع، أما بخصوص أمطار أبريل ومايو فهي من القلة حتى إنها استبعدت من التحليل.

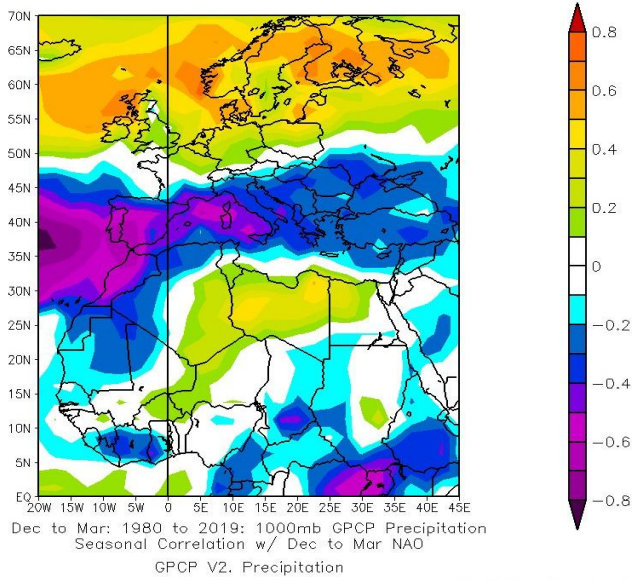
من نتائج العلاقة بين تذبذب شمال الأطلسي NAO وأمطار فصل الشتاء وشهر مارس (DJFM) اتضح أن معامل الارتباط انخفض بشكل واضح عندما تمت إضافة أمطار شهر مارس إلى أمطار فصل الشتاء، وذلك من خلال قيم الارتباط المبينة في الجدول (1). لقد أخذ التوزيع المكاني للارتباط في هذه الأشهر توزيعاً مشابهاً للتوزيع المكاني للارتباط في فصل الشتاء - من حيث الأماكن الأعلى ارتباطاً - كما هو مبين في الشكل (9). ونستنتج من الجدول (1) أن ثلاث محطات فقط ذات دلالة إحصائية عند مستوى أهمية أقل من (0.05) وهي: (العسة، زوارة، رقدالين). أما باقي المحطات البالغ عددها 20 محطة فقد كانت P-Value أكبر من (0.05)، مما يدل على أن أمطار الربيع لا تتأثر بمؤشر NAO بشكل واضح.



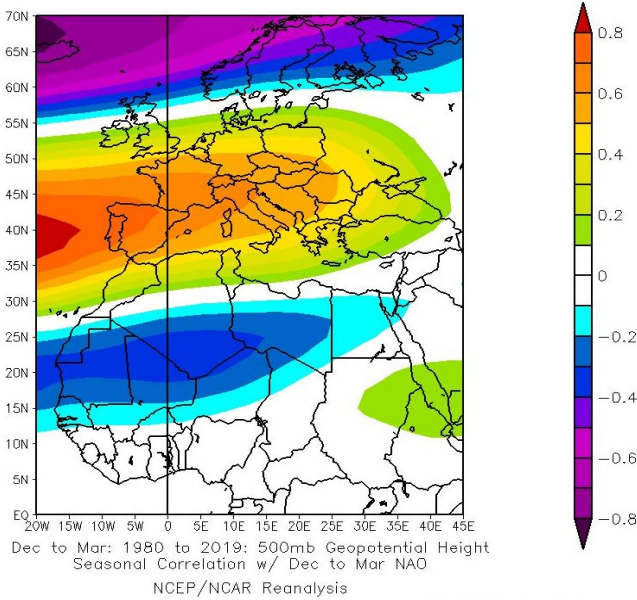
الشكل (9): التوزيع المكاني لمعامل الارتباط بين مؤشر NAO ومجموع هطول أمطار الشتاء مع مارس في شمال ليبيا للفترة 1961-2010.

أيضاً من خلال الخريطة السطحية 1000 mb شكل (10) لأشهر الشتاء ومارس وعلاقتها بمؤشر NAO، نلاحظ انخفاضاً طفيفاً في العلاقة الإيجابية في ليبيا مقارنة بخريطة فصل الشتاء الموضحة في الشكل (7). أما الشكل (11) فخريطة 500 mb لأشهر الشتاء ومارس يمكن تفسيرها بالقول: إن الارتباط في فصل الربيع ضعيف، وربما لا يرتبط دوران الهواء الجوي في شهر مارس ارتباطاً جيداً بمؤشر NAO كما كان في أشهر الشتاء بدون إضافة شهر مارس.

ظاهرة تذبذب شمال الأطلسي (NAO) وعلاقته بالأمطار في شمال ليبيا



الشكل (10): النمط المكاني لقيم الارتباط بين هطول أمطار (DJFM) 1000 GPCP mb وقيم NAO للفترة 1980 - 2019.



الشكل (11): النمط المكاني لقيم الارتباط بين هطول أمطار (DJFM) 500 GPCP mb وقيم NAO للفترة 1980 - 2019.

### علاقة أدنى وأعلى (كميات أمطار) للفترة 1961-2010 بمؤشر NAO:

من خلال مفهوم تأثير مؤشر NAO على أوروبا ومنطقة البحر المتوسط، وبالإضافة إلى نتائج التحليلات الإحصائية لمنطقة الدراسة اتضح أن الأمطار ترتبط ارتباطاً موجباً مع (NAO)، لهذا من المتوقع زيادة كميات الأمطار مع زيادة القيمة الموجبة لـ (NAO)، ونقص كميات الأمطار مع انخفاض القيمة السالبة لـ (NAO). ولزيادة التأكد من هذه النتيجة تم اختيار 5 سنوات تمثل أدنى كميات أمطار شتوية و5 سنوات تمثل أعلى كميات أمطار شتوية لـ 9 محطات موزعة على الساحل الليبي لمدة 50 عاماً تقريباً (1961-2010)، وتم مقارنتها بمقياس تذبذب شمال الأطلسي NAO في الحالة السالبة والموجبة، ومن ثم تبين أن أدنى كمية هطلت خلال 50 عاماً ارتبطت بالقيمة السالبة لمؤشر NAO في جميع المحطات المذكورة في الجدول (2). كما أن الـ 5 سنوات الأدنى في كمية الأمطار خلال فترة الدراسة 1961-2010، معظمها كانت في الفترة السالبة لمؤشر NAO مع وجود سنة واحدة تقريباً في كل محطة انعكست إلى الحالة الموجبة.

أما بخصوص أعلى كمية هطول للمطر خلال 50 عاماً في 9 محطات كما في الجدول (2)، فقد تبين أنها مرتبطة بالقيمة الموجبة لمؤشر NAO عدا محطة درنة فقط، حيث تقع في أقصى شرق البلاد - يقل الارتباط في شرق البلاد- ومع ذلك لم نجد انخفاضاً لقيمة مؤشر NAO (بالسالبة) كثيراً، فقد كانت في درنة (-0.21). كما أن الـ 5 سنوات الأعلى في كمية الأمطار في جميع المحطات الجدول (2)، قد ارتبطت أيضاً في معظمها بالقيمة الموجبة لمؤشر NAO، وبعضها ارتبط بالقيمة السالبة، مع أن القيم السالبة لم تنخفض انخفاضاً حاداً. هذا بالتأكيد يتوافق مع التحليلات الإحصائية لنتائج البحث، بأن أمطار الساحل الليبي تزداد في الفترة الموجبة وتقل أثناء الفترة السالبة لـ NAO.

**جدول (2): مقارنة مؤشر NAO بكميات الأمطار في السنوات الـ 5 الأدنى والسنوات الـ 5 الأعلى خلال فترة الدراسة 1961-2010.** اللون الغامق جداً يمثل السنوات المخالفة لإشارة المؤشر (يفترض أن تكون سالبة) خلال السنوات الـ 5 الأدنى، أما اللون الأقل درجة فيمثل السنوات المخالفة لإشارة المؤشر (يفترض أن تكون موجبة) خلال الـ 5 السنوات الأعلى لكمية الأمطار.

المحطة		زورارة			مطار طرابلس			نالوت	
تدرج كمية الأمطار(ملم)	السنة	مؤشر NAO	أمطار الشتاء	السنة	مؤشر NAO	أمطار الشتاء	السنة	مؤشر NAO	أمطار الشتاء
أقل كمية	1	-1.08	12.9	1970	-1.08	16.5	1970	-2.97	6.9
	2	-2.35	16.8	1969	-2.35	39.3	1969	-0.89	8.3
	3	-1.98	18.6	1966	-0.08	41.2	2009	-1.98	9.4
	4	<b>1.03</b>	<b>20.8</b>	<b>1981</b>	-1.61	43.7	1963	-0.08	10.1
	5	-0.08	21.5	2009	<b>1.62</b>	<b>51.1</b>	<b>1992</b>	-2.35	12.6
	6	<b>-0.7</b>	<b>192.5</b>	<b>1964</b>	1.03	230.9	1981	<b>-0.96</b>	<b>106.9</b>
	7	<b>-0.21</b>	<b>213.6</b>	<b>1988</b>	1.02	243.4	1975	1.21	108.9
	8	1.08	219.1	1984	1.08	253.5	1984	<b>-1.35</b>	<b>115.2</b>
	9	<b>-0.7</b>	<b>221.8</b>	<b>1974</b>	1.34	255.8	1995	<b>-0.31</b>	<b>127.4</b>
أكبر كمية	١٠	1.02	229.6	1975	0.07	446.2	1962	1.17	165.9
المحطة		مصراة			سرت			إجدابيا	
تدرج كمية الأمطار(ملم)	السنة	مؤشر NAO	أمطار الشتاء	السنة	مؤشر NAO	أمطار الشتاء	السنة	مؤشر NAO	أمطار الشتاء
أقل كمية	1	-1.08	40.2	1970	-2.35	25.6	1969	-2.03	27.3
	2	-2.97	49.1	2010	-2.97	31.4	2010	-1.08	45.3
	3	-0.08	49.9	2009	-0.5	42.6	1987	<b>1.62</b>	<b>45.9</b>
	4	<b>2.44</b>	<b>57.7</b>	<b>1989</b>	-1.08	42.8	1970	-0.7	46.4
	5	-1.61	59	1963	<b>1.17</b>	<b>49.1</b>	<b>1973</b>	<b>2.44</b>	<b>50.2</b>
	6	1.34	246.2	1995	<b>-1.68</b>	<b>178.5</b>	<b>1977</b>	<b>-0.65</b>	<b>188.5</b>
	7	0.48	255.8	1961	1.02	181.2	1975	<b>-0.22</b>	<b>190.2</b>
	8	0.07	262.8	1962	1.14	202	2008	0.07	203
	9	1.14	275.9	2008	0.07	221	1962	1.03	227.5
أكبر كمية	١٠	0.96	311.1	1991	0.96	311.9	1991	0.96	294
المحطة		بنيينا			درنة			شحات	
تدرج كمية الأمطار(ملم)	السنة	مؤشر NAO	أمطار الشتاء	السنة	مؤشر NAO	أمطار الشتاء	السنة	مؤشر NAO	أمطار الشتاء
أقل كمية	1	-0.5	69.1	1987	-1.08	61.3	1970	-0.02	140
	2	-1.08	76.3	1970	<b>1.17</b>	<b>69.3</b>	<b>1973</b>	-1.08	142.7
	3	-1.61	85.9	1963	-0.89	75.6	1986	<b>1.34</b>	<b>154.9</b>
	4	-0.02	86	1972	-0.02	88.7	1972	<b>1.08</b>	<b>171.1</b>
	5	<b>1.09</b>	<b>88.9</b>	<b>1999</b>	-0.5	89.8	1987	-1.61	191.3
	6	<b>-0.46</b>	<b>254.2</b>	<b>1971</b>	1.21	256	1990	<b>-0.21</b>	<b>475.6</b>
	7	0.07	254.4	1962	<b>-0.22</b>	<b>259.9</b>	<b>1998</b>	1.03	537.2
	8	1.03	292.8	1981	0.07	266.1	1962	0.07	610.6

## نتائج الدراسة:

لقد هدفت هذه الدراسة إلى فهم العلاقة بين تذبذب شمال الأطلسي NAO وهطول الأمطار في شمال ليبيا، وبعد التحليلات الإحصائية وإعداد الخرائط والمقارنات خلصت الدراسة إلى هذه النتائج :

- 1- أظهرت الدراسة أن الأمطار الشتوية ترتبط ارتباطاً موجباً بمؤشر NAO، وهذا يعني أنه: كلما زادت قيمة مؤشر NAO زادت كمية الأمطار في شمال ليبيا.
  - 2- تزداد قوة علاقة الارتباط كلما اتجهنا غرباً بالقرب من الساحل، مع وجود بعض المؤثرات المحلية تخالف هذه النتيجة.
  - 3- ليست كل ارتباطات أمطار الشتاء ذات دلالة إحصائية عند مستوى أهمية أقل من (0.05). فقد تم تحديد 9 محطات ذات دلالة إحصائية من بين 23 محطة تركزت في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا.
  - 4- تم العثور على ثلاث محطات فقط ذات علاقة إيجابية مهمة بين متغير NAO ومتغير أمطار الشتاء مع أمطار مارس في أقصى الشمال الغربي للبلاد. نستنتج من هذه النتيجة أنه ربما لا يرتبط دوران الهواء الجوي في شهر مارس ارتباطاً جيداً بمؤشر NAO.
  - 5- من خلال تحديد 5 سنوات لأعلى كميات أمطار شتوية و 5 سنوات لأدنى كميات أمطار شتوية في 9 محطات خلال 50 سنة 1961- 2010 وعلاقتها بمؤشر NAO، تبين أن: أغلب المحطات ارتبطت بالمرحلة الموجبة لأعلى كميات أمطار، وبالمرحلة السالبة لأدنى كميات أمطار.
- كما نشير إلى أن المنطقة الشرقية من البلاد تحتاج إلى تحليل مكاني أكثر تفصيلاً، حيث تم استخدام 4 محطات للأمطار فقط، وكان النصيب الأوفر لتوزيع المحطات في المنطقة الغربية من البلاد.



## North Atlantic Oscillation (NAO) and its relationship to rain in northern Libya

**Abo Baker A. Al-habty and Mustafa A. Al-Mabrad**, *Department of Geography, , Al-Mergib University, Maslata, Libya.*

**Ali A. Abo-Hamrah**, *Department of Geography, Asmarya Islamic University, Zliten, Libya.*

### Abstract

The North Atlantic Oscillation (NAO) plays a role an important in climate variability in the Northern Hemisphere, which effects on Europe, Northeast North America and North Africa climate, However, the previous studies have described the effect of the NAO on winter climate conditions in Europe, North Africa and a few regions. It is still unclear to what extent the North Atlantic Oscillation is related to the fluctuations of rain in northern Libya, so the purpose of this study is to examine the relationship between the NAO and rainfall in the north of Libya in the winter using correlation analysis. The results show that the influence of NAO on the amounts of rainfall and the winter rains were positively related to the whole region, and it is more closely related to Al-Asa and Zuwara which located in the west of study area. In addition, winter rains in March were weaker than in the winter in all study stations. Moreover, the results of the statistically significant relationship for the studied stations were P-Value less than (0.05) in 9 stations for the winter. While the winter rain with March rain was represented in only three stations in the northwest, this may explain air circulation did not correlate well with the NAO index.

**Keywords:**North Atlantic Oscillation, NAO, Rain, Libya.

الهوامش:

- (1) Hurrell, J.W. (1996). Influence of variations in extratropical wintertime teleconnections on Northern Hemisphere temperature. *Geophysical Research Letters*, Vol. 23, No. 6, pp.655-668.
- (2) Turkes. M. and Erlat. E. (2003). Precipitation Changes And Variability In Turkey Linked To The North Atlantic Oscillation During The Period 1930– 2000. *Int. J. Climatol.* 23: 1771–1796, p.1771.
- (3) Wanner, H. et al. (2001). North Atlantic Oscillation – Concepts and Studies. *Geophysics*, 22: 321–382, p.327.
- (4) Hurrell, J.W., Kushnir, Y., Ottersen, G. and Visbeck, M. (2003). An Overview of the North Atlantic Oscillation, the American Geophysical Union, 10.1029/134GM01, p.1.
- (5) Cullen, H.M. and deMenocal, P.B. (2000). North Atlantic Influence on Tigris–Euphrates Streamflow. *Int J. Climatol.* 20: 853–863, p.855.
- (6) Hafez, Y.Y. and Hasanean, H.M. (2000). The Variability of Wintertime Precipitation in the Northern Coast of Egypt and its Relationship with the North Atlantic Oscillation, ICEHM2000, Cairo University, Egypt, September, 2000, p.175-186.
- (7) Labudová, L., Šťastný, P., Trizna, M. (2013). The North Atlantic Oscillation and winter precipitation totals in Slovakia. *Moravian Geographical Reports*, Vol. 21, No. 4, p. 38–49, DOI: 10.2478/mgr- 2013- 0019, p.43.
- (8) Greatbatch R.J. 2000. The North Atlantic Oscillation. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* .14(4): 0213–0242, doi:10.1007/s004770000047, p.3.
- (9) Labudová, L., Šťastný, P., Trizna, M. (2013). The North Atlantic Oscillation and winter precipitation totals in Slovakia. *Moravian Geographical Reports*, Vol. 21, No. 4, p. 38–49, DOI: 10.2478/mgr- 2013-0019, p.38-39.
- (10) Turkes. M. and Erlat. E. (2003). Precipitation Changes And Variability In Turkey Linked To The North Atlantic Oscillation During The Period 1930–2000. *Int. J.Climatol.* 23:1771–1796, p.1773.
- (11) Trigo, R.M. (2011). The Impacts of the NAO on Hydrological Resources of the Western Mediterranean Hydrological, Socioeconomic and Ecological Impacts of the North Atlantic Oscillation in the Mediterranean Region, Editors, Serrano.S.M.V, Trigo.R.M, *Advances in Global Change Research* 46, DOI 10.1007/978-94-007-1372-7, p.44.
- (12) Brandimarte, L., et al.(2011).Relation Between the North- Atlantic Oscillation and Hydroclimatic Conditions in Mediterranean Areas. *Water Resour Manage* (2011) 25: 1269–1279, DOI 10.1007/s11269-010-9742-5, p.1274-1277.
- (13) غانم، على أحمد. (2012). مبادئ التنبؤات الجوية.(ط1)، دار المسيرة، عمان، الأردن، ص 187-189.

## قائمة المراجع

### المراجع العربية:

غانم، على أحمد. (2012). مبادئ التنبؤات الجوية، (ط1)، دار المسيرة، الأردن.

### المراجع الأجنبية:

- Brandimarte, L., et al. (2011). Relation Between the North-Atlantic Oscillation and Hydroclimatic Conditions in Mediterranean Areas. *Water Resour Manage* (2011) 25: 1269–1279, DOI 10.1007/s11269-010-9742-5.
- Cullen, H.M. and deMenocal, P.B. (2000). North Atlantic Influence on Tigris–Euphrates Streamflow. *Int J. Climatol*, 20: 853–863
- Greatbatch, R.J. (2000). *The North Atlantic Oscillation*, Stochastic Environmental Research and Risk Assessment.
- Hafez, Y.Y. and Hasanean, H.M. (2000). *The Variability of Wintertime Precipitation in the Northern Coast of Egypt and its Relationship with the North Atlantic Oscillation*, ICEHM2000, Cairo University, Egypt, September, 2000, page 175- 186.
- Hurrell, J.W. (1996). Influence of variations in extratropical wintertime teleconnections on Northern Hemisphere temperature. *Geophysical Research Letters*, Vol. 23, No. 6.
- Hurrell, J.W., Kushnir, Y., Ottersen, G. and Visbeck, M. (2003). *An Overview of the North Atlantic Oscillation*, the American Geophysical Union, 10.1029/134GM01.
- Labudová, L., Šťastný, P., Trizna, M. (2013). The North Atlantic Oscillation and winter precipitation totals in Slovakia. *Moravian Geographical Reports*, Vol. 21, No. 4, p. 38–49, DOI: 10.2478/mgr-2013-0019.
- Trigo, R.M. (2011). The Impacts of the NAO on Hydrological Resources of the Western Mediterranean Hydrological, Socioeconomic and Ecological Impacts of the North Atlantic Oscillation in the Mediterranean Region, Editors, Serrano.S.M.V, Trigo.R.M, *Advances in Global Change Research* 46, DOI 10.1007/978-94-007-1372-7.
- Turkes. M. and Erlat. E. (2003). Precipitation Changes And Variability In Turkey Linked To The North Atlantic Oscillation During The Period 1930–2000. *Int. J. Climatol*. 23: 1771–1796.
- Wanner, H. et al. (2001). North Atlantic Oscillation – Concepts and Studies. *Geophysics*, 22: 321–382.