الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة صفاقس
كلية الآداب والعلوم الانسانية بصفاقس

RECHERCHES UNIVERSITAIRES
FLSHS

ISSN 2811-6585

Academic Research

بحوث جامعية

مجلّة في الآداب واللسانيات والعلوم الإنسانية

عدد 20

(2025)

https://recherches-universitaires-flshs.com/

Ce site permettra aux internautes qui s'y inscriront via l'« Espace Membre» de consulter ou de télécharger des articles déjà parus dans les numéros précédents de la revue ou alors de soumettre des articles pour évaluation à paraître après acceptation dans un prochain numéro.

بحوث جامعية

دورية تصدر عن كلية الآداب والعلوم الانسانية بصفاقس

ISSN – 2811-6585 – ر.د.م.م

Recherches Universitaires
Academic Research

عدد 20

(2025)

رئيس هيئة التحرير

صادق دمق

أعضاء هيئة التحرير

حافظ عبدولي — هندة عمار قيراط — سالم العيادي — علي بن نصر — نجيبة شقير — حمادي ذويب — ناجي العونلي — محمد الجربي — منصف المحواشي — رياض الميلادي — فتحي الرقيق — عقيلة السلامي البقلوطي — مصطفى الطرابلسي — سعدية يحي الخبو

كلية الآداب والعلوم الانسانية بصفاقس

صندوق بريد 1168، صفاقس 3000 تونس

الهاتف: 557 670 74 (216) - 558 670 74 (216)

الفاكس: 540 670 74 (216)

الموقع الإلكتروني: www.flshs.rnu.tn

فهرس – الجزء الثاني

هيئة التحرير – ii

توجيه شكر – iv

1

صعود الجبل في تجربة أبي الحسن الشّاذليّ (ت.656هـ/1258م)، الصّوفيّة الطّقس والرّمز

عمّار عامري صفحة – 1

2

عنف الخطاب وفتنة الكلام: نحو تفكيك آليات النصرة والتزييف

عمّاربنحمّودة صفحة – 17

3

القصصيّة التّصويريّة في "تباريح الوقائع والجنون" إدوار الخرّاط ("الدّبّ القطبيّ والفارسة على حصان أبيض" أنموذجا)

نادرة مقديش صفحة – 33

4

تطور ظاهرة الجفاف في حوض البحر المتوسط خلال عصر الهولوسين

عبد الخالق عبد الرحمان صفحة – 57

5

الجزء الأول (مقالات بلغات غير العربية) صفحة – 84

https://recherches-universitaires-flshs.com

Ce site permettra aux internautes qui s'y inscriront via l'«Espace Membre» de consulter ou de télécharger des articles déjà parus dans les numéros précédents de la revue ou alors de soumettre des articles pour évaluation à paraître après acceptation dans un prochain numéro.

RECHERCHES UNIVERSITAIRES
FLSHS

ISSN 2811-6585 ر.د.م.م

Academic Research

مجلة بحوث جامعية

عدد 20

شكر

تشكر إدارة مجلة بحوث جامعية جزيل الشكر الأساتذة الذين أسهموا في تحكيم الأعمال العلمية بالنسبة إلى هذا العدد وهم:

أحمد بن عمارة

فريد بن بلقاسم

عبد الكريم بوجلبان

حسن بزاينية

حنان الشابي

منير قيراط

لطيفة هنية

محمد الخبو

عماد المليتي

نور الدين المكشر

صابر السويسي

https://recherches-universitaires-flshs.com

Ce site permettra aux internautes qui s'y inscriront via l'«Espace Membre» de consulter ou de télécharger des articles déjà parus dans les numéros précédents de la revue ou alors de soumettre des articles pour évaluation à paraître après acceptation dans un prochain numéro.

تطور ظاهرة الجفاف في حوض البحر المتوسط خلال عصر الهولوسين

عبد الخالق عبد الرحمان*

الملخص:

تعتبر ظاهرة الجفاف من أهم المخاطر المناخية في البحر المتوسط التي يخشى تطورها وتفاقمها مع التغيرات المناخية. ارتأينا ضمن هذه الورقة، دراسة هذه الظاهرة وتطورها على المدى الطويل: من أول عصر الهولوسين إلى يومنا الحاضر. ولإنجاز هذا العمل استقينا المعلومات في المرحلة الأولى من نتائج دراسات عديدة مختصة في علم المناخات القديمة والجيومورفولوجيا المناخية والحفريات القديمة في الأوساط الرطبة paléolimnologique وعلم الآثار والوثائق التاريخية المكتوبة، وفي مرحلة ثانية، اعتمدنا على قيمة المؤشر المعياري للهطول والتبخر والنتح (SPEI) ومعطيات إعادة التحليل الجوي من بيانات ERA5 للمركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى (CEMWF) بدقة مكانية تعادل 0.5°X 0.5°. في جزئها الأول والثاني استعرضنا التسلسل الزمني لأحداث الجفاف الشديد التي مرت على المنطقة المتوسطية منذ بداية عصر الهولوسين وإلى يومنا الحاضر. حيث تبين لنا أن المنطقة المدروسة لم تكن، طيلة هذه الفترة، بمنأى عن هذا النوع من المخاطر، بل تواترت فترات الجفاف وتفاوتت مدتها وشدتها وآثارها، رغم بعض الاختلافات المجالية والزمنية. كما سلطنا الضوء في الجزء الأخير من هذه الدراسة، على العوامل المحتملة المتسببة في ظاهرة الجفاف في المنطقة المتوسطية بصفة عامة، وذلك اعتمادا على خصائص ديناميكية الدورة الهوائية العامة والدورات التي تحدث في المحيطات، بالإضافة إلى أسباب أخرى طبيعية وبشرية.

الكلمات المفاتيح: *الجفاف – البحر المتوسط – عصر الهولوسين – التذبذبات المناخية*

Abstract

Drought is one of the most serious climatic risks in the Mediterranean region, and there are fears that it will be amplified by climate change. In this paper, we have examined this phenomenon over the long term, from the Holocene beginning to the present. In the first part, we have consulted the results of several specialised studies in paleoclimatology, climate morphology, paleolimnology, archaeology, and history. In a second part, we have based our analysis on the values of the Standardised Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) and on climate reanalysis data from the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) ERA5 at a resolution of 0.5°X 0.5°. The chronology of severe drought events that have affected the Mediterranean region since the beginning of the Holocene until the present was presented in the first and second parts. Over the period studied, the region was not immune to this type of event, with frequent droughts varying in duration, severity, and impact, despite some spatial and temporal differences. In the last section, we have outlined the factors that can cause droughts in the Mediterranean region by relying on the characteristics of atmospheric and oceanic circulation dynamics and their oscillations, as well as other natural and anthropogenic causes.

Keywords: *Drought - Mediterranean - Holocene - Climate oscillations*

*كلية الآداب و العلوم الانسانية بسوسة- تونس

مقدمة

يخضع مناخ حوض البحر المتوسط، بحكم موقعه في الجزء الجنوبي للعروض المعتدلة الشمالية بين خطي عرض 30° و45° شمالا، لتأثيرات كل من:

- الدورة الهوائية شبه المدارية وما يرتبط بها من ارتفاع في الضغط الجوي وارتفاع للحرارة وتواتر في حالات الجفاف.

- تأثيرات الرياح النطاقية الغربية في العروض الوسطى وما ينجرُّ عنها من منخفضات إعصارية.

فالتحولات الموسمية لهذه المراكز المناخية الرئيسية وتقلباتها السنوية يجعل مناخ المنطقة شديد التذبذب خاصة من الناحية الحرارية وكذلك على مستوى التساقطات. فالظواهر الجوية المتطرفة كالجفاف والفيضانات والشطط الحراري كانت ولا تزال تعتري المنطقة منذ العصور التاريخية القديمة، فقد عايشها الإنسان وطور من طرق تأقلمه مع هذه الظروف. تبقى ظاهرة الجفاف في هذا السياق، من أكبر مخاطر المناخ التي تثير القلق والخشية لدى سكان المنطقة منذ توطن الانسان فيها. فقد كانت عبر التاريخ سببا في الأزمات الاقتصادية وما يعقبها من توترات اجتماعية وسياسية. وهي اليوم ظاهرة تثير المخاوف لدى دول المنطقة، التي تتسم بتفاوتات اقتصادية هامة، حيث لا تُنَفّذ سياسات الوقاية من المخاطر على قدم المساواة. فهذا الخطر يهدد أمنهم المائي والغذائي، وينذر بانعكاسات اجتماعية واقتصادية وبيئية ضخمة. فالموارد المائية، المتواضعة أصلا في اغلب المناطق المتوسطية، تتضاءل بصفة ملحوظة في حالة الجفاف لارتباطها الكبير بالمناخ وبالضغط البشري المتزايد عليها. ومن المرجح أن تتسبب هذه العوامل مجتمعةً في استفحال هذه الظاهرة مستقبلا مع التغيرات المناخية. فالمنطقة المتوسطية مصنفة منذ بداية الألفية الثالثة كنقطة ساخنة للتغيرات المناخية (Giorgi, F., 2006)، حيث تُظهر أغلب السيناريوهات المستقبلية أن المنطقة ستشهد ارتفاعاً في درجات الحرارة وتناقصاً في هطول الأمطار واستمراراً في ارتفاع مستوى سطح البحر خلال العقود القادمة (IPCC. 2022). هذه السيناريوهات تتوقع تفاقما لظاهرة الجفاف وتقحل المنطقة، سيّما الضفاف الجنوبية للمتوسط التي ستزداد هشاشتها تجاه هذه المخاطر خاصة فيما يتعلق بتدهور التربة والتصحر وتملح موارد المياه العذبة وتآكل السواحل. كما يمكن أن تتفاقم، تبعا لذلك، ظاهرة الهجرة نحو بلدان الشمال. وبالتالي،

هناك حاجة ملحة لفهم أعمق للتغيرات المناخية الماضية في منطقة البحر المتوسط وما يرتبط بها من تغيرات في الأنماط المطرية والهيدرولوجية. في هذا الصدد يمكن أن تكون حصيلة الدراسات المتعلقة بمناخ الهولوسين ذات أهمية كبيرة في توضيح الماضي المناخي للمنطقة وتساعد على التنبؤ بالتطور المنطقي للنظام المناخي مستقبلا (Obiol *et al.,* 2011).

ضمن هذا البحث، ولدراسة ظاهرة الجفاف بشكل شمولي وكيفية تطورها عبر الزمن، نستعرض في الجزء الأول التسلسل الزمني للأحداث الجافة الهامة التي مرت على المنطقة المتوسطية منذ بداية عصر الهولوسين وإلى يومنا الحاضر، وفي الجزء الثاني سنسلط الضوء على أهم العوامل لتي يمكن أن تفسر هذه الأحداث لمناخية.

1. المنهجية والمعطيات

1.1. تعريف المنطقة المتوسطية

لا يبدو أن هناك تعريفًا واضحًا ومعترفًا به بالإجماع للمنطقة المتوسطية. ومن ضمن التعريفات المتداولة لهذه المنطقة نجد:

- التعريف الجيوسياسي: هو التعريف الأكثر مرونة، فالحدود المتوسطية قابلة للتمدد والتقلص حسب الظروف والتحالفات السياسية. يضع هذا التعريف ضمن المنطقة المتوسطية كل الدول على اختلاف مساحاتها من قارات أوروبا وافريقيا وآسيا والتي تمتلك حدودا طبيعية مع حوض البحر المتوسط، وهي حوالي 21 دولة. وهناك من يضيف إلى هذه القائمة الأولى دول أخرى لا تكون في تماس مباشر مع المتوسط، وتعتبر مع ذلك متاخمة للبحر المتوسط، كما هو حال مع البرتغال ورومانيا والأردن وحتى موريتانيا في بعض الأحيان (المنحنى الأسود بالرسم 1).

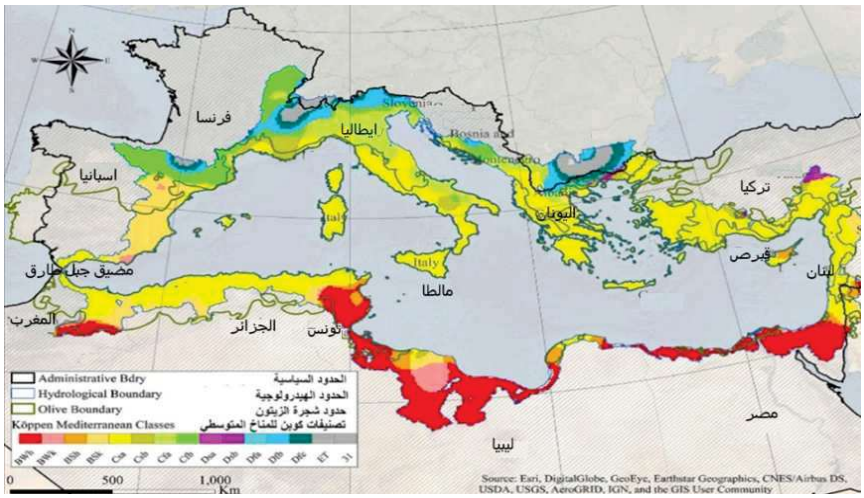
- التعريف المناخي: المنطقة المتوسطية هي المنطقة ذات المناخ المتوسطي الذي يتميز بخصوصية توافق الحد الأدنى السنوي لهطول الأمطار مع الحد الأقصى الحراري، وبعبارة أخرى، فهو المناخ الوحيد الذي يكون فيه الموسم الأكثر سخونة هو الموسم الذي يتلقى أقل هطول للأمطار. وبصفة دقيقة، ووفقاً لكوبن (1936)، يكون المناخ متوسطي عندما تعدل أو تفوق أمطار الشتاء ثلاث مرات أمطار الصيف (Jalute *et al.,* 2009). ويشمل المناخ المتوسطي تنوعا كبيرا في المناخات الفرعية، فالضفة الشمالية لحوض

البحر المتوسط تتميز بمناخ رطب إلى شبه رطب يتسم بموسم أمطار طويل نسبيا يتناقص كلما انخفضنا في العرض نحو الجنوب. هناك، يصبح المناخ شبه قاحل. وحددت عديد الأبحاث كمية الأمطار في البحر المتوسط بين 100 مم/السنة جنوبا (وهو الحد الأقصى للمناخات الصحراوية) وأكثر من 2000 مم/سنة شمالا (Beck *et al.*, 2006 ; Jalute *et al.*, 2009).

- التعريف البيوجغرافي: قدم علماء النبات عدة أنواع من النباتات التي يمكن أن تمثل المنطقة المتوسطية ولعل أبرزها شجرة الزيتون البري (Olea europea) التي اعتبرتها عدة دراسات الأكثر تمثيلا لهذه المنطقة وقد شهدت توسعا كبيرا منذ بداية عصر الهولوسين (Moreno, 2014), وفي هذا الصدد يقول المفكر الفرنسي جورج دوهاميل Georges Duhamel "*حيث تندثر (تضمحل) شجرة الزيتون، ينتهي البحر المتوسط*" (« Là où l'olivier renonce, finit la Méditerranée »)، يوضح هذا الاقتباس المكانة المميزة التي تحتلها هذه الشجرة داخل ثقافات ومناطق البحر المتوسط ويجعل منها رمزًا للمنطقة المتوسطية، ويؤيد التكيف المثالي لهذه الشجرة مع المناخ وتزامن حدودها مع حدود العديد من نباتات البحر المتوسط الأخرى (المنحنى الأخضر رسم1).

رغم تعدد طرق تحديد المنطقة المتوسطية الا أن التعريف المناخي والبيوجغرافي للمنطقة، هو الأكثر ملاءمة لأهداف هذه الدراسة.

رسم1: حدود المنطقة المتوسطية



المصدر (بتصرف مع التعريب): *Allam, et al., 2020*

2.1. مفهوم الجفاف

ظاهرة الجفاف ظاهرة معقدة يصعب رصدها وتعريفها، وبصفة مختصرة الجفاف تعبير عن نقص ظرفي في كمية التساقطات مقارنة بما هو مألوف، ويمكن أن يمتد تدريجيا ليشمل مجالات أخرى لها علاقة بالماء (لطيفة هنية (تحت اشراف)، 2021 ; Henia et Hlaoui. (dir)., 2015)كما أن الجفاف يمثل حدثا مناخيا استثنائيا بطيء نسبيا ومرتبط بتراجع واضح في الموارد المائية لفترة طويلة في منطقة ما .

حسب ويلايت Wilhite وجلانتز Glantz يمكن أن نميز بين أربعة أصناف من الجفاف (Wilhite et Glantz,. 1985) :

- الجفاف المناخي: مرتبط بتدني التساقطات عن مستوياتها العادية لمدة طويلة نسبيا.

- الجفاف الزراعي: مرتبط بتدني مستوى الرطوبة في التربة

- الجفاف الهيدرولوجي: مرتبط بانخفاض مستوى المجاري والمائدة المائية

- الجفاف الاجتماعي: مرتبط عدم تأمين الاحتياجات المائية الضرورية للمجتمع

سنعتمد، خلال هذا البحث، على مفهوم الجفاف المناخي طويل الأمد، الذي يتواصل على فترة طويلة تفوق المستوى الفصلي والسنوي ويمكن أن يمتد لعقود من الزمن.

3.1. البيانات المناخية:

لدراسة ظاهرة الجفاف في الماضي البعيد أي قبل اعتماد الرصد والقياسات العلمية استندنا على:

- حصيلة الدراسات الأكاديمية في علم المناخات القديمة والمورفولوجيا المناخية والحفريات في الأوساط الرطبة paléolimnologique. استخدمت خلال هذه الدراسات المحفوظات الطبيعية كالرواسب البحرية والقارية وحلقات نمو جذوع الأشجار وبيانات حبوب اللقاح والنظائر المشعة ونتائج التحاليل لنظائر الأكسيجين وغيرها. شملت هذه الدراسات مناطق متعددة من ضفاف البحر المتوسط الشمالية والجنوبية والشرقية والغربية. هذه السجلات البيئية القديمة تكمّل بعضها البعض لتوفير تقييم دقيق لتغير المناخات القديمة (منذ آلاف السنين) في المنطقة المدروسة.

- الشواهد الأثرية: توفر هذه الوثائق معلومات هامة حول نوعية المناخ المهيمن في فترات معينة من التاريخ الإنساني من خلال مخلفات تقنيات استغلال المياه كالمنشآت

الهيدرولوجية والجداريات والمنحوتات التي أحدثها الانسان في حضارات مختلفة من تاريخ المنطقة المتوسطية.

- الوثائق التاريخية المكتوبة: من خلال حصيلة ما كتبه المؤرخون حول الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية للفترات التاريخية المتنوعة يمكن استخلاص وتصنيف نوعية الظروف المناخية السائدة في تلك الحقبة التاريخية. لكن ما توفره هذه المصادر يبقى في مجمله ذا طابع وصفي لا احصائي. وهي، بذلك، لا تكشف بدقة في أغلب الأحيان عن أزمنة حدوث الظاهرة المدروسة، ونادرا ما تحدد امتدادها الجغرافي بل تتطرق إلى الشديد منها والتي ترسخت في ذاكرة الشعوب دون غيرها (محمد ياسر الهلالي. 2002). كما أنها يمكن أن تقع في الخلط بين المسببات الطبيعية والبشرية فيما يتعلق بالمجاعات والأوبئة بالإضافة إلى الخلط بين ظاهرة الطقس قصيرة المدى والظاهرة المناخية طويلة المدى (سمير آيت 2016). فرغم أهمية الوثائق التاريخية المكتوبة في الكشف عن الظروف المناخية السائدة في تلك الفترة الا أن نتائجها تكون في بعض الأحيان متناقضة مع الواقع، كما أنها لا تخلو من خلفيات أيديولوجية وانطباعات شخصية، وقد نالت نقدا واسعا من طرف العديد من الباحثين خاصة من ناحية التعميم والمبالغة والتهويل والدعاية (سمير آيت 2016). لهذه الأسباب، يستدعي التعامل مع هذه الوثائق الحذر الشديد.

- بالنسبة لدراسة ظاهرة الجفاف خلال القرن العشرين وبداية القرن الحالي اعتمدنا على قيمة المؤشر المعياري للهطول والتبخر والنتح (SPEI) وهو متاح من قاعدة بيانات SPEI العالمية (SPEIbase) بدقة مكانية تبلغ 0.5 درجة ودقة زمنية شهرية. وهي تتميز بطابع متعدد المقاييس، حيث توفر مقاييس زمنية تتراوح بين شهر واحد و48 شهرًا. وهي تستند إلى بيانات هطول الأمطار الشهرية والتبخر المحتمل من وحدة أبحاث المناخ بجامعة إيست أنقليا البريطانية، بدءًا من جانفي 1901 إلى ديسمبر 2022. كما استندنا على مجموعة بيانات إعادة التحليل الجوي العالمي ERA5 للمركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى (CEMWF) بدقة مكانية 0.5X0.5 درجة، وقد استخدمنا خاصة خرائط إعادة التحليل لشذوذ هطول الأمطار خلال الفترة الممتدة بين 1940 و2023 والمتوفرة بالموقع climatereanalyzer.org.

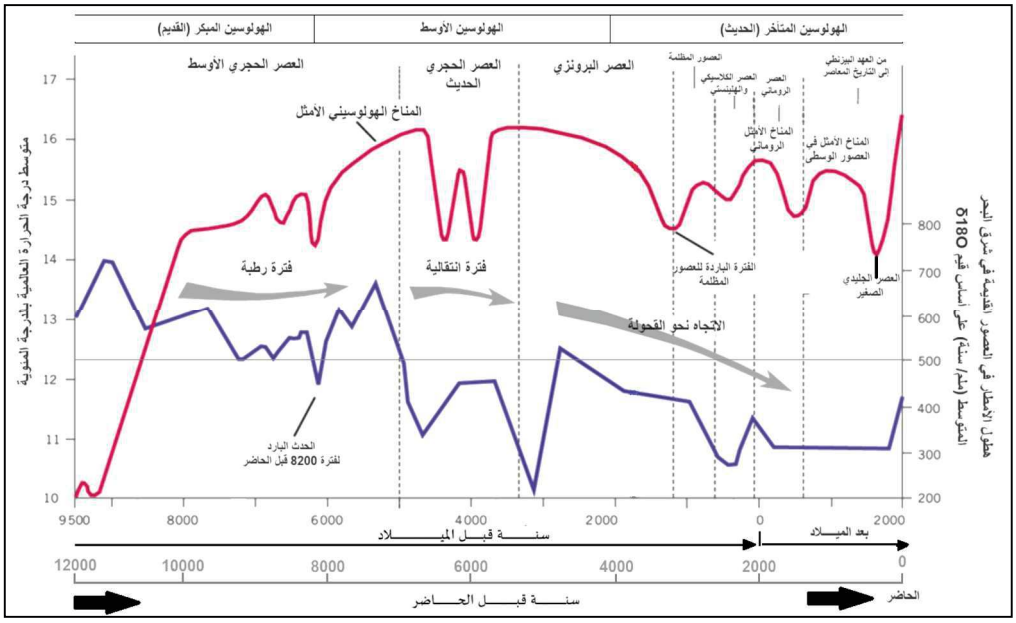
2. ظاهرة الجفاف في المنطقة المتوسطية من بداية عصر الهولوسين إلى العصر الحاضر

تعتبر فترة "درياس الأصغر" (Le Dryas récent /The Younger Dryas) من أشد الأزمات المناخية التي شهدها النصف الشمالي من الكرة الأرضية بعد الانحسار الجليدي الأخير، وقد دامت قرابة 1400 سنة بين حوالي 12900 و11500 سنة قبل الحاضر. تميزت هذه الفترة بانتشار القحولة الشديدة على كامل المنطقة المتوسطية وتراجع ملحوظ في الغطاء النباتي، صاحبه انخفاض كبير في درجات الحرارة خاصة في المنطقة الشرقية منها (Rossignol-Strick M., 1997). مثلت نهاية هذا الحدث المناخي البداية الفعلية لعصر الهولوسين.

لم يكن عصر الهولوسين، كما كان يُعتقد، فترة استقرار مناخي، بل اتضح أن هذا الرأي مجانبا للواقع بعد كشف نتائج عدة دراسات أجريت في عدة مناطق من العالم، ومن بينها المنطقة المتوسطية، على الرواسب القارية والبحرية وفي قيعان البحيرات وعلى بيانات حبوب اللقاح والنظائر المشعة (Berger, J.-F.2010; Maslin *et al.*, 2019). فقد عرف المناخ في منطقة البحر المتوسط خلال الهولوسين تباينًا مكاني وزماني كبيرين جعل إعادة محاكاتها بواسطة النماذج المناخية أمرا صعبا (Peyron *et al.*, 2017)، ففترات الجفاف والرطوبة كانت تظهر من حين لآخر وتختلف من ناحية استمراريتها الزمنية وتموضعها المكاني(رسم 2). وقد تقصينا ظاهرة الجفاف في المنطقة المتوسطية خلال هذا البحث في الفترات التالية:

رسم 2: التسلسل الزمني لمناخ عصر الهولوسين في شرق البحر المتوسط

متوسط درجة الحرارة العالمية (الخط الأحمر) وهطول الأمطار (الخط الأزرق) خلال عصر الهولوسين



المصدر بتصرف ومع التعريب: *Siart et Eitel (2013)*

1.2. من بداية عصر الهولوسين إلى فترة التاريخ القديم

في بداية الهولوسين، واثر نهاية فترة درياس الأصغر، ارتفعت درجات الحرارة تدريجيا في المنطقة المتوسطية وهو ما سمح بعودة هطول الأمطار للمنطقة بعد فترة من الجفاف الشديد السابقة، فقد أجمع عدد كبير من الدراسات شملت مواقع من سوريا و تركيا وتونس والمغرب الأقصى وجنوب اسبانيا أن فترة رطبة ميزت بداية عصر الهولوسين وامتدت أكثر من أربعة آلاف سنة بين حوالي 11500 إلى 7000 سنة مضت، مع تركز للرطوبة القصوى بين 9000 و 8000 سنة مضت (Ballais J.L., 1991 ; Bedoui *et al.*, 2004 ; Fehri *et al.*, 2007 ; Ben Moussa S., 2018 ; Ben Fraj T. 2021 ; Rigot J.B., 2006). ساهمت هذه الفترة الرطبة في تحولات بيئية عميقة، خاصة من ناحية تكون التربة ونمو النباتات وفي تشكّل العديد من التكوينات الهيدرو-مورفولوجية في المنطقة.

كما أوضحت عدة دراسات أن الفترة المطيرة لم تكن متجانسة في كامل مناطق المتوسط بل كانت بصفة مبكرة في المناطق الجنوبية والشرقية للمتوسط، ومتأخرة في الضفة الشمالية وخاصة شمال إيطاليا وشبه الجزيرة الايبيرية حيث سادت ظروف أقل رطوبة شمال خط العرض 40° - 45 ° ش خلال عصر الهولوسين المبكر، وذلك بالمقارنة بجنوب المتوسط. كما ظهرت هذه القطبية الثنائية أيضا بين الحوض الشرقي للمتوسط الذي بدى أكثر رطوبة من الحوض الغربي خلال هذه الفترة المبكرة من الهولوسين (القطبية الثنائية مصطلح) (Peyron, *et al.*, 2017; Bernal-Wormul, *et al.*, 2023 للتعبير عن ظاهرة مناخية تشير إلى تذبذبات متناقضة بين منطقتين تتغير فيها الظروف المناخية خاصة نظام الأمطار بشكل دوري). إنّ ارتفاع هطول الأمطار في هذه الفترة لم يكن دون حدوث فترات جافة استثنائية لعل أبرزها الأزمة المناخية في 8200 سنة قبل الحاضر حيث أدى انخفاض درجات الحرارة بشكل فجئ إلى ظروف أكثر جفافا خاصة في شمال افريقيا والشرق الأوسط.

تدرجت الظروف المناخية بعد ذلك، نحو أوضاع أقل رطوبة وبحلول أواخر عصر الهولوسين الأوسط، أي قبل حوالي 4000 -4500 سنة قبل الحاضر، تغيرت الظروف المناخية بشكل جذري، فأصبح شمال البحر المتوسط أكثر رطوبة، بينما أصبحت المناطق الجنوبية والشرقية خاصة، ومناطق في الغرب المتوسطي بما في ذلك شرق إسبانيا وأجزاء من جنوب إيطاليا، جافة بشكل متزايد خاصة في فصل الصيف. هذا التحول التدريجي نحو القحولة المتزايدة كان بمثابة علامة على بداية نشأة مناخ البحر المتوسط بملامحه الحالية والمتميز بصيفه الحار والجاف وشتائه الرطب، بعد أن كان نظام الأمطار في بدايات عصر الهولوسين متوازنا تقريبا بين فصول السنة ; Ph. 2016 .(Finné, M., 2014 ; Peyron *et al.*, 2017 ; Leveau Jalute G., 1997).

عموما اتجهت المنطقة المتوسطية بعد هذه الفترة الرطبة، التي سميت بـ "مناخ الهولوسين الأمثل" (Holocene climatic optimum)، نحو فترة أقل رطوبة بين حوالي 6000 إلى 4500 سنة قبل الحاضر، وبظروف أكثر قحولة بعد ذلك خاصة في الضفة الجنوبية منه (Jaouadi, *et al.*, 2016).

تجدر الإشارة أن الحدث الأكثر جفافا على الاطلاق في المنطقة سجل أواخر العصر البرونزي أي قبل حوالي 3250 سنة قبل الحاضر (سنة 1250 قبل الميلاد)، عرف بـ

"الجفاف العظيم" (Mega-drought) واستمر حوالي 300 سنة حسب ما أثبته فحص حبوب اللقاح في سوريا وقبرص ودلتا النيل وكذلك دلّت عليه الرواسب والرسائل المتبادلة بين الملوك في ذلك الزمان (Kaniewski, *et al.*, 2019 ; Préat, A. 2022). شمل هذا الجفاف أساسا المتوسط الشرقي وتواصل إلى ما بعد فترة العصور المظلمة اليونانية (مصطلح تاريخي للفترة التي تمتد من القرن 11 إلى القرن 9 قبل الميلاد) إلى حوالي قرنين أو ثلاث قرون قبل الميلاد. ويؤكد العديد من الباحثين أن هذا الحدث ساهم بشكل أساسي في الانهيار السياسي والاقتصادي والمجتمعي للعديد من الحضارات القديمة كالحضارة المينوية والميسينية والامبراطورية الحثيّة وشمل أيضا الحضارة الفرعونية. لكن السبب المناخي، وحسب عدة مؤشرات، لم يكن السبب الوحيد في انهيار هذه الحضارات (Hazell, *et al.*, 2022).

يعود سبب التراجع الهام للأمطار في هذه الحقبة، حسب دراسة قام بها "دراك" إلى انخفاض درجات حرارة المياه السطحية للبحر المتوسط مما خفض من قيمة التبخر وبالتالي من كمية التساقطات (Drake, B.L. 2012).

خلال الفترة الرومانية الأولى، أكدت الدراسات عودة الاستقرار المناخي إلى المنطقة المتوسطية من ناحية الحرارة التي أصبحت دافئة نسبيا ومن ناحية زيادة في هطول الأمطار مقارنة بالفترة السابقة واللاحقة. تعرف هذه الفترة في دراسات المناخات القديمة باسم "المناخ الأمثل الروماني" (Roman Climatic Optimum) ودامت حوالي أربعة قرون من 200 ق.م إلى 200 ميلادي مع فروقات بين المناطق(سمير أيت أوميغار 2016و2017) وقد استفاد بناة الإمبراطورية الرومانية من هذا المناخ لتدعيم النمو الزراعي خاصة Bedoui, *et al.*, 2004 ; Ben Fraj T. 2021 ; Leveau Ph., 2009 ; Ballais (J.L., 1991). رغم ذلك، لم تكن المنطقة محصنة ضد ظاهرة الجفاف، فقد شهدت حالات متقطعة من الجفاف كانت مرتبطة بتقلبات في الطقس لا تغير في المناخ (سمير أيت أوميغار2017). لكن الاتجاه العام نحو القحولة وجفاف أكثر تواترا في منطقة البحر المتوسط بدأ يلوح من جديد مع بدايات القرن الثاني ميلادي.

2.2. ظاهرة الجفاف في المنطقة المتوسطية في الألفي سنة الماضية

1.2.2. الألفية الأولى بعد الميلاد

نلاحظ خلال القرون الخمسة الأولى من الألفية الأولى للميلاد، اتجاه عام طويل الأمد للجفاف بداية من القرن الثاني الميلادي في المنطقة المتوسطية، رغم بعض الاستثناءات البارزة. فقد كان الجفاف بصفة عامة أقل حدة وأقصر من ناحية امتداده الزمني في شمال شبه الجزيرة الايبيرية وشمال إيطاليا، أما في الشام، فقد كان هناك اتجاه واضح نحو ظروف أكثر جفاف بلغ ذروته في القرن الرابع (Labuhn, *et al.,* 2019).

ولعل أهم فترات الجفاف خلال الألفية الأولى بعد الميلاد، تلك التي نتجت عن حدث مناخي تميز بتبريد ملحوظ استمر بضعة قرون يعرف بالعصر الجليدي الصغير للعصور القديمة المتأخرة (اختصارا بالأنقليزية LALIA)، بلغ ذروته بين 536 و660 ميلادي (Büntgen *et al.,* 2016). من المرجح أن يكون التبريد المناخي ناتج عن انفجارات بركانية كبيرة خلال سنوات 536 و540 و547 ميلادي ساهمت في إطلاق كميات هائلة من الجسيمات الكبريتية في الغلاف الجوي، مما أدى إلى تقليل كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض. تسبب هذا الغطاء الكثيف من الغبار أو الضباب الجاف في انخفاض درجات الحرارة وفي الجفاف مما أثّر على المحاصيل وساهم في نقص الغذاء في عدة مناطق متوسطية وعالمية. استمرت تأثيرات هذا الحدث المناخي إلى منتصف القرن السابع. وقد أوردت كتب التاريخ عدة شهادات وافادات لهذا الحدث، فمثلا وصف " كاسيودوروس Cassiodorus" رجل الدولة البيزنطي في أحد رسائله سنة 538 أن " أشعة الشمس كانت ضعيفة، وظهرت بلون أزرق..." و"الشتاء بلا عواصف، والربيع بلا اعتدال، والصيف بلا حرارة..." "صقيع طويل وجفاف غير معتاد ... يبدو أن الفصول كلها مختلطة معًا"(wikipedia.org).

2.2.2. الألفية الثانية بعد الميلاد

أظهرت بيانات مناخية قارية وبحرية (غير مباشرة) عديدة من شبه الجزيرة الايبيرية والمغرب الأقصى تتالي ظروف مناخية جافة خلال فترة الشذوذ المناخي للعصور الوسطى (MCA) بين 900 و1300ميلادي، استنتجت من خلال انخفاض مستوى البحيرات وارتفاع مستوى ملوحتها وانتشار النباتات الملحية وأليفة الجفاف وازدياد وتيرة الرياح الصحراوية خلال هذه الفترة. في حين سادت ظروف أكثر رطوبة بعد هذه الحقبة أي

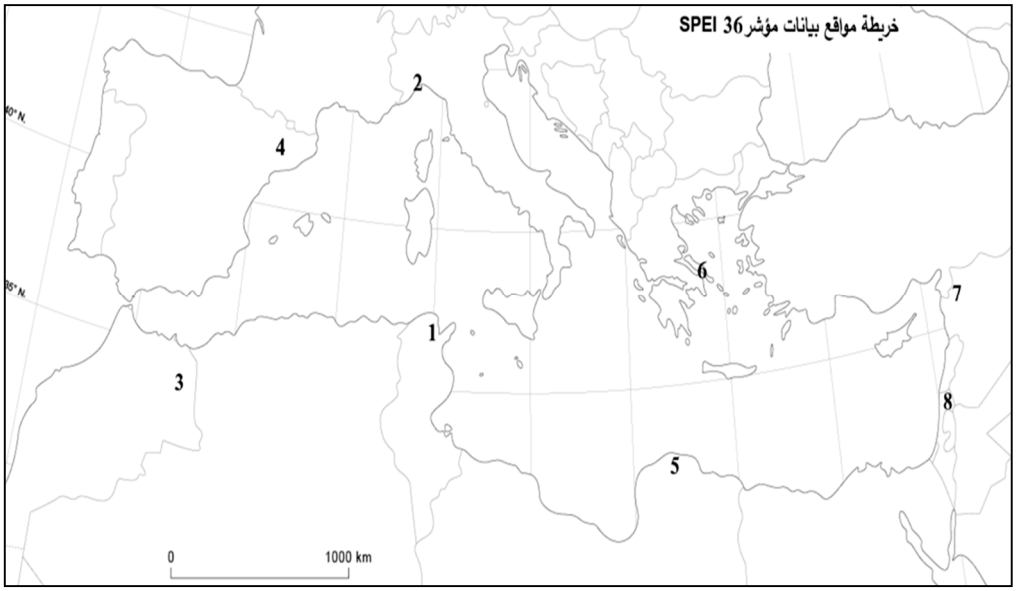
خلال العصر الجليدي الصغير (LIA)، والذي استمر من القرن 14 إلى منتصف القرن 19 (Moreno, *et al.,* 2012. ; Luterbacher, *et al.,* 2012). على العكس من ذلك شهدت المنطقة المتوسطية الشرقية (مثل وسط تركيا وبلاد الشام) وصولا إلى شرق تونس ظروفا رطبة، نوعا ما، خلال فترات من العصور الوسطى وظروفا جافة خلال العصر الجليدي الصغير وهذا يعني أن مناخ ثنائي القطب قد حدث في البحر المتوسط منذ أكثر من ألف سنة (Roberts, *et al.*, 2012 ; Jaouadi, *et al.*, 2016).

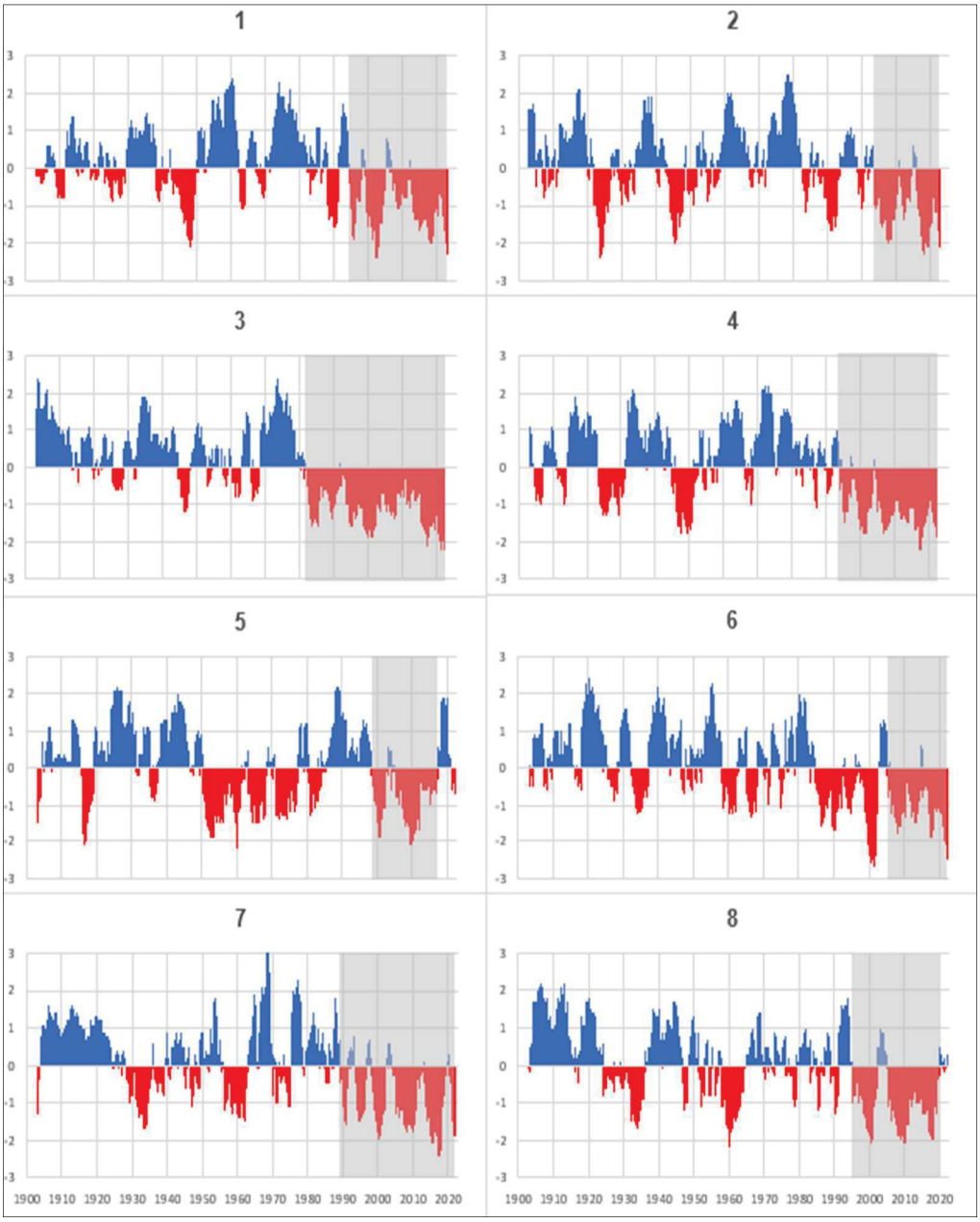
3.2. ظاهرة الجفاف في المنطقة المتوسطية خلال العصر الحاضر

لدراسة الجفاف خلال الفترة المعاصرة (القرن العشرين وبداية الحادي والعشرين)، اعتمدنا بصفة أساسية على المؤشر المعياري للهطول والتبخر والنتح بمقياس ثلاث سنوات (36 شهرا SPEI36) وهو الأكثر ملاءمة لتحليل فترات الجفاف ونزعاتها على المدى الطويل فهو يوفر صورة اجمالية متسعة لفترات الجفاف وفي نفس الوقت يخفف من أهمية وقيمة التغيرات السنوية المنعزلة والأحداث الجافة الموسمية قصيرة المدى التي يوفرها هذا المؤشر خاصة بمقياس 12شهرا أو أقل من ذلك. من خلال الرسم 3، الذي يوضح تطور هذا المؤشر طيلة المائة والعشرون سنة الماضية في ثمان مواقع ممثلة لأغلب المنطقة المتوسطية، نتبين أن:

- النصف الأول من القرن العشرين شهد تعاقب عقود ممطرة وأخرى جافة في أغلب المناطق المتوسطية. اختلفت الفترات الجافة من حيث حدتها ومكانها وطول مكوثها، وكانت أشدها عقد العشرينات والأربعينات في الحوض الغربي للمتوسط وعقد الثلاثينات في الحوض الشرقي حيث وصل العجز إلى أكثر من 50 % في بعض السنوات وتواصلت مدة الجفاف في بعض المناطق لستة أو ثمانية أعوام متتالية (Hénia L., 2003 ; Hénia L. (Dir), 2008 ; Bazza, *et al.*, 2018).

رسم 3: تطور المؤشر المعياري للهطول والتبخر والنتح بمقياس 36 شهرا (SPEI36) بين عامي 1903 و2022 في ثمان مواقع ممثلة لأغلب المنطقة المتوسطية. (أرقام المواقع على الخريطة) الأحمر: الظروف الجافة، الأزرق: الظروف الرطبة.





المصدر: قاعدة بيانات المؤشر SPEIbase v2.9

(http://sac.csic.es/spei/database.html)

- من منتصف القرن العشرين وإلى بداية الثمانينات تقلصت فترات الجفاف من ناحية تواترها وحدتها وعرف المتوسط في أغلب مناطقه زيادة في هطول الأمطار. كان ذلك خلال أواخر الخمسينات وبداية الستينات في الحوض الشرقي للمتوسط (Bazza, *et al.*, 2018). كان الوضع مماثلا خلال فترة السبعينات في أغلب مناطق الحوض الغربي للمتوسط حيث فاقت الزيادة في التساقطات 20 % عن المعدل.

- سادت العقود الثلاثة الأخيرة أكبر موجات الجفاف خلال الفترة المعاصرة (تظهر في الرسم 3 بمنطقة رمادية) حيث وصل العجز المائي مستويات حرجة فاقت في بعض المناطق 60 %، وتزامن ذلك مع ارتفاع قياسي في درجات الحرارة وقد أظهر المؤشر المعياري للهطول والتبخر والنتح بصفة جلية دور ارتفاع درجات الحرارة في تعزيز ظروف الجفاف مما جعل المنطقة برمتها تواجه خطر اجهاد مائي خطير أثر سلبا على الغطاء النباتي وتوفير الغذاء وتأمين مياه الشرب في مناطق عديدة.

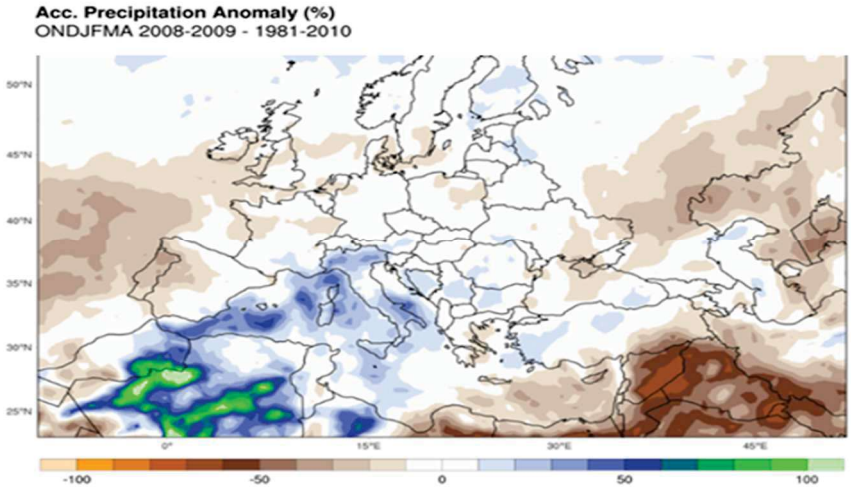
من ناحية أخرى، تعتبر الفترة الممتدة من سنة 1998 وإلى بداية العشرية الثانية من القرن الحالي في شرق المتوسط من أطول وأشد فترات الجفاف التي عرفتها المنطقة في التاريخ المعاصر، حيث انخفض هطول الأمطار بنسب تفوق 60% في بعض السنوات خاصة في الشمال الشرقي الافريقي ومنطقة الشام (رسم 4). في نفس السياق أظهرت دراسة حديثة لوكالة ناسا الأمريكية انه من المحتمل أن يكون الجفاف الذي عم منطقة شرق المتوسط منذ 1998 أسوء فترة جفاف عرفتها المنطقة منذ 900 سنة: "*كان أكثر جفافاً بنحو 50% من أشد فترات الجفاف في الخمسمائة عام الماضية، وأكثر جفافاً بنحو 10% إلى 20% من أسوأ جفاف في التسعمائة عام الماضية*" (Cook B. I.,2016).

أما في الجهة الغربية من المتوسط، تعتبر السنوات الأخيرة الممتدة من سنة 2019 إلى 2023 الأكثر جفافا منذ الستينات. فقد تميزت هذه السنوات بانخفاض ملحوظ في معدلات هطول الأمطار، وتزامنت مع موجات حر صيفي قياسية. ظهر الجفاف في البداية في جل مناطق المغرب العربي وأجزاء من جنوب شبه الجزيرة الايبيرية ثم ازداد حدة وامتد لاحقا إلى جنوب أوروبا خاصة إيطاليا وجنوب فرنسا (الرسم 5).

كما أظهرت منطقة البحر المتوسط، في كثير من الأحيان، نمطًا مطريًا ثنائي القطب مميزًا، يتسم بتباين أنظمة هطول الأمطار بين الأجزاء الغربية والشرقية، وفي حالات نادرة بين ضفته الجنوبية وضفته الشمالية. وتتأثر هذه الظاهرة بديناميكيات وتقلبات

الغلاف الجوي المختلفة. سجلت هذه الظاهرة عدة مرات خلال الفترة المعاصرة، من ذلك مثلا فترة الثلاثينات التي كانت جافة في الشرق وكانت عكس ذلك في غرب المتوسط، ثم انعكست الوضعية في أغلب سنوات الأربعينات من القرن العشرين. وكمثال آخر، كانت أواخر العشرية الأولى من القرن الحادي والعشرين شديدة الجفاف شرق المتوسط ورطبة نسبيا في الحوض الغربي، كذلك كانت الوضعية معاكسة في أواخر العشرية الثانية وبداية العشرية الثالثة من القرن الحالي (رسم 4 ورسم 5).

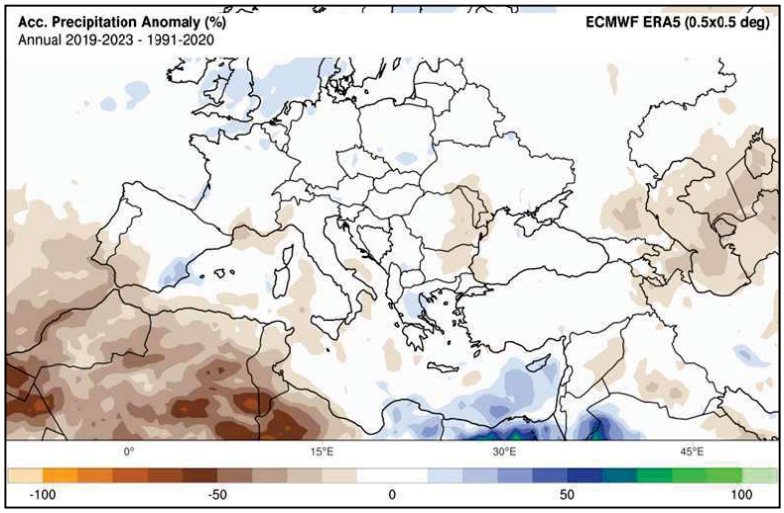
رسم4: شذوذ هطول الأمطار (%) عن المعدل مقارنة بمعدل الفترة 1981-2010 خلال موسم 2008/ 2009 من أكتوبر إلى أفريل



المصدر: *بيانات (ECMWE ERA5 (0.5X0.5 deg –*

https://climatereanalyzer.org

رسم 5: شذوذ هطول الأمطار عن المعدل بالنسب المئوية (%) مقارنة بمعدل الفترة 1991-2020 خلال فترة 2019/2023



المصدر: *بيانات ECMWE ERA5 (0.5X0.5 deg) –*

https://climatereanalyzer.org

يمثل الجدول 1 خلاصة تباين ظاهرة الجفاف المناخي بحوض البحر المتوسط عبر فترات عصر الهولوسين:

جدول 1: تباين ظاهرة الجفاف المناخي بحوض البحر المتوسط عبر فترات عصر الهولوسين

الطور	الفترة بالسنوات قبل الحاضر وما يوفقها (ق.م أو الميلاد)	الحدث المناخي الأكثر أهمية	الملاحظات
درياس الأصغر	**13000 و11500** (1100 – 9500 ق.م)	نهاية العصر الجليدي الأخير	- انتشار القحولة الشديدة وانخفاض درجات الحرارة في مناطق البحر المتوسط

الهولوسين المبكر	**7500 -11000** (9500 - 5500ق.م)	الفترة الرطبة الكبرى للهولوسين المبكر " المناخ الأمثل للهولوسين المبكر"	- عودة تدريجية للأمطار إثر نهاية الفترة الجليدية "درياس الأصغر"، مع ارتفاع في درجات الحرارة. - عودة متأخرة نسبيا للأمطار في الضفة الشمالية للمتوسط مقارنة بالضفة الجنوبية
الهولوسين الأوسط	**3500 – 7500** (5500 - 1500ق.م)	فترة انتقالية نحو مناخ أقل رطوبة	- انخفاض ملحوظ للتساقطات خاصة في مناطق جنوب المتوسط
الهولوسين المتأخر	**2500 – 3500** (1500 - 500ق.م)	"الجفاف العظيم"	- جفاف عظيم نهاية العصر البرونزي استمر حوالي 300 سنة وشمل أساسا المتوسط الشرقي
	1500 – 2500 (500 ق م- 500م)	"المناخ الأمثل الروماني"	استقرار مناخي الحرارة أكثر دفئا وزيادة في هطول الأمطار.
	1100 – 1500 (500 م- 900م)	العصر الجليدي الصغير للعصور القديمة المتأخرة	- تبريد مناخي وانخفاض في هطول الأمطار في كامل المنطقة المتوسطية
	700 – 1100 (900 م- 1300م)	الشذوذ المناخي للعصور الوسطى	- ظروف شبه رطبة في شرق المتوسط وشبه جافة في حوضه الغربي.
	100 – 700 (1300م - 1850)	العصر الجليدي الصغير	- ظروف شبه رطبة في غرب المتوسط وجافة في حوضه الشرقي.
الفترة المعاصرة	**100 إلى اليوم** (منذ سنة 1850 م)	تعاقب عقود ممطرة وأخرى جافة	- ظهور القطبية الثنائية في الأنماط المطرية بين الأجزاء الغربية والشرقية للمتوسط.

3. عوامل الجفاف في المنطقة المتوسطية

يعد تفسير ظاهرة الجفاف في منطقة البحر المتوسط خلال عصر الهولوسين أمرًا معقدًا رغم أهمية ما قدمته البيانات القديمة التي وقع جمعها في المنطقة. يعود سبب ذلك بالأساس لموقع المنطقة التي تتداخل فيها تأثيرات الدورة الهوائية شبه المدارية من ناحية وتأثيرات الرياح الغربية للعروض المعتدلة من ناحية أخرى (Barcikowska, *et al.*, 2018). وقد عززت الخصائص الجغرافية لحوض البحر المتوسط هذا التعقيد. فمنطقة

البحر المتوسط تتكون من حوضين أساسيين يفصل بينهما مضيق صقلية. يمتد الحوض الغربي نحو الشمال (بين حوالي 45° و35°شمالاً) أكثر من الحوض الشرقي، وهو بذلك أقرب إلى تأثيرات شمال المحيط الأطلسي. في حين يمتد الحوض الشرقي أكثر نحو (بين 40 ° و30° شمالاً) وهو أبعد عن تأثيرات شمال المحيط الأطلسي، لكنه أكثر عرضة للتأثيرات الأوراسية القارية، أو إلى تفاعلات محتملة بين الرياح الموسمية الأفريقية والجنوب آسيوية (Magny M., 2013). بالإضافة إلى هذه العوامل المناخية والجغرافية هناك عوامل فلكية وبيئية وبشرية تدخل أيضا ضمن العوامل المؤثرة في مناخ المنطقة. فيما يلي العوامل الرئيسية:

1.3. التذبذبات المناخية

التذبذبات المناخية هي تغييرات دورية ومتكررة لكنها غير منتظمة، تحدث على المحيطات نتيجة تفاعلات بين الغلاف الجوي والغلاف المائي وتتسبب في اضطرابات مناخية في مجالات واسعة من الأرض (لطيفة هنية (تحت اشراف). 2021). تتأثر منطقة حوض البحر المتوسط بأصناف متعددة من هذه التذبذبات المناخية، حيث تساهم هذه الأخيرة في تغيرات في نمط هطول الأمطار وذلك على مدى فترات زمنية متباينة تمتد من المقياس الفصلي إلى المقياس متعدد العقود. تشترك ظاهرة تذبذب الشمال الأطلسي (المعروفة اختصارا بـ NAO)، وهي الأكثر بروزا ووَقْعًا على مناخ المتوسط، مع أصناف أخرى من التذبذبات على التأثير على مناخ المنطقة. ويمكن أن تكون هذه التذبذبات محلية كتذبذب البحر المتوسط(MO)، أو اقليمية كتذبذب القطب الشمالي (AO)، والتذبذب الأطلسي متعدد العقود (AMO)، وتذبذب شرق الأطلسي (EA)، أو حتي تذبذبات عالمية كظاهرة النينو/التذبذب الجنوبي (ENSO). يتزامن، في كثير من الأحيان، تأثير أكثر من صنف واحد من هذه التذبذبات في آن واحد على المنطقة المتوسطية، لذلك لا يمكن لأحدها أن يفسر بمفرده ظاهرة الجفاف أو تباين هطول الأمطار في المنطقة، مما يزيد من تعقيد فهم تأثيراتها على المناخ الإقليمي للمنطقة (Roberts *et al.*, 2012 ; Flaounas *et al.*, 2022 Barcikowska *et al.*, 2018).

تعتبر ظاهرة تذبذب شمال الأطلسي (NAO) ظاهرة طبيعية تمس النظام المناخي لشمال المحيط الأطلسي. وتؤثر هذه الظاهرة بشكل كبير على أنماط الطقس في المنطقة، بما في ذلك اتجاه الرياح ودرجات الحرارة وهطول الأمطار. تقوم هذه الظاهرة بدور حاسم

في تعديل مسار العواصف وأنماط هطول الأمطار، خاصة الشتوية منها في المنطقة الأورو-متوسطية، وهي بذلك تعتبر المحرك الرئيسي لتقلبات الغلاف الجوي في هذه المنطقة (Ait Brahim, *et al.*, 2018 ; Flaounas, *et al.*, 2022).

تؤثر ظاهرة تذبذب شمال الأطلسي(NAO)، خلال طورها الإيجابي NAO^+، على مسار العواصف التي تنحرف نحو الشمال فيتركز تواترها على شمال أوروبا الذي يزداد رطوبة بينما تسود ظروف أكثر جفافا على جنوب أوروبا وعلى الحوض الغربي للمتوسط. وفي حالة الطور السلبي NAO^- يتزايد النشاط الاعصاري بغرب المتوسط وجنوب أوروبا مما يرفع من وتيرة هطول الأمطار في هذه المناطق، وتشير الدراسات أن عدد الأعاصير التي تعبر البحر المتوسط يرتفع بنسبة 20% تقريبًا في هذا الطور مقارنة بالطور الإيجابي (Flaounas, *et al.*, 2022). في حين أظهرت بعض الأجزاء الشرقية من حوض المتوسط علاقة عكسية مع ما يحصل في حوضه الغربي حيث تزداد الرطوبة مع الطور الإيجابي وتنخفض مع الطور السلبي (أبو بكر عبد الله الحبتي وآخرون. 2020). من الملاحظ أيضا، أن قوة الارتباط بين مؤشر تذبذب شمال الأطلسي وهطول الأمطار الشتوية خاصة، تختلف جغرافيًا داخل منطقة البحر المتوسط. حيث تطرقت عدة دراسات إلى وجود ارتباط سلبي قوي في غرب المتوسط وجنوب أوروبا، وارتباط إيجابي، أضعف نسبيا، في الجنوب الشرقي للمتوسط من الجبل الأخضر إلى سواحل فلسطين.

2.3. النشاط الشمسي

يمكن أن يؤثر النشاط الشمسي على نظام هطول الأمطار والجفاف في منطقة البحر المتوسط وذلك من خلال التفاعلات المعقدة مع النظام المناخي. وقد سلطت العديد من الدراسات الحديثة الضوء على الارتباط بين الإشعاع الكلي والتغيرات في الظروف المناخية في عصر الهولوسين، وأظهر البعض منها وجود صلة محتملة بين نوبات الجفاف الأكثر شدة في شرق المتوسط وفترات انخفاض النشاط الشمسي مثلما حدث خلال القرون الوسطى بين سنوات 1040 و1080ميلادي وسنوات 1280 و1350ميلادي (Kushnir, Y et Mordechai S, 2019). وعلى عكس ذلك، أظهرت فترات انخفاض النشاط الشمسي خلال العصر الجليدي الصغير ارتفاعا في هطول الأمطار في غرب المتوسط خاصة في شبه الجزيرة الايبيرية والمغرب الأقصى ; Ait Brahim, *et al.*,2018 (Sousa, A. et, Pablo G.M. 2003) . نتبين من خلال ذلك انه رغم وجود أدلة على علاقة

ما بين فترات النشاط الشمسي المختلفة والفترات ذات الجفاف الشديد أو فترات زيادة في هطول الأمطار في المنطقة المتوسطية، فإن هذه العلاقة ليست واضحة ومعقدة لارتباطها بظواهر مناخية أخرى، وهناك حاجة إلى مزيد من البحث عن أدلة قوية.

3.3. النشاط البركاني

يمكن أن تزيد الانفجارات البركانية الضخمة، عموما، مؤشرات الجفاف لمدة تصل إلى ثلاث سنوات بعد الثوران. وتُعزى هذه الظاهرة على الأرجح إلى تأثير التبريد للهباء الجوي البركاني في الغلاف الجوي. ومع ذلك، لم يتم تحديد علاقة سببية بين الانفجارات البركانية وظروف الجفاف في البحر المتوسط، والمرجح أن الانفجارات البركانية يمكن أن تزيد من حدة ظروف الجفاف، إلا أنها لا تمثل المحرك الرئيسي لهذه الظاهرة. كما يبقى فهمنا لمدى استجابة نظام المناخ للثورات البركانية المتعددة على مدى القرون الماضية محدود للغاية.

4.3. النشاط البشري

تشير أغلب الدراسات، حول المناخات القديمة، إلى تأثير طويل الأمد للظروف المناخية على الأنشطة البشرية. بينما لم تقع الإشارة إلى تأثير الأنشطة البشرية في المناخ إلا في أواخر القرن الماضي، حيث اتضح مدى التفاعل المعقد بين الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية والتغيرات البيئية وديناميكيات المناخ. تتمثل الأنشطة البشرية التي يمكن أن تؤثر على مناخ المنطقة خاصة في التحضر السريع الذي تشهده جل البلدان المتوسطية وما ينجر عنه من زيادة في انبعاثات غازات الدفيئة. كما أن تغير استعمالات الأرض المتمثل خاصة في التوسع العمراني والزراعة المكثفة وما ينجر عنها من تدهور في كثافة الغطاء النباتي الطبيعي والضغط على الموارد المائية، يجعل المنطقة أكثر عرضة لآثار الجفاف. وأكدت أبحاث حديثة قامت بها الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي الأمريكية (NOAA) بالاشتراك مع المعهد التعاوني للبحوث في العلوم البيئية (CIRES)، أن الجفاف الشتوي أصبح شائعًا بشكل متزايد في منطقة البحر المتوسط وأن تغير المناخ الناجم عن الغازات المسببة للاحتباس الحراري يفسر ما يقرب من نصف الجفاف المتزايد في الفترة من 1902 إلى 2010 وهذا يعني أن الانسان مسؤول جزئيا عن هذا التغير وأن ظروفا أخرى غير بشرية ساهمت أيضًا في زيادة وتيرة الجفاف في المنطقة (Katy H. 2011).

الخاتمة

كشفت هذه الدراسة، من خلال عدة قرائن، أن ظاهرة الجفاف كانت حاضرة في المنطقة المتوسطية في مختلف أطوار عصر الهولوسين مع تباين واضح في حدتها وديمومتها وموقعها داخل المنطقة. كما لاحظنا وجود شبه اتفاق عام على اتجاه منطقة البحر المتوسط نحو مناخ أكثر جفافا منذ أواسط عصر الهولوسين بوتيرة تختلف من منطقة لأخرى، ومع تواتر فترات ظرفية شبه رطبة من وقت لآخر. كما تبين لنا، أن ظاهرة الجفاف هي نتاج تفاعلات معقدة جدا بين مجموعة من العوامل الفلكية والجغرافية ودورة هوائية محلية وإقليمية واسعة النطاق، قد تزيد من حدتها بعض الظروف البيئية والأنشطة البشرية. أخيرا، رغم الجهود المبذولة لإعادة بناء المناخ القديم في منطقة البحر المتوسط، تظل هذه المهمة صعبة، بسبب نقص في البيانات أو انقطاعها في فترة ما أو عدم اليقين المتعلق بالتسلسل الزمني وعدم القدرة على إعادة بناء التقلبات المناخية قصيرة الأمد. لكنها تبقى ضرورية في مدخلات النماذج المناخية لضمان تحقيق مخرجات دقيقة للسيناريوهات المستقبلية، كما أنها تسمح لنا بفهم كيفية تفاعل السلوك البشري القديم مع هذه الظواهر المناخية وتوفر لنا، بذلك، رؤية جديّة حول التحديات المستقبلية.

المراجع العربية

أبو بكر عبد الله الحبتي ومصطفى عبد السلام المبرد وعلي عطية أبو حمزة. 2020. "ظاهرة تذبذب شمال الأطلسي (NAO) وعلاقته بالأمطار في شمال ليبيا". مجلة *اتحاد الجامعات العربية للآداب*. المجلد 17، العدد 2. 549-567

سمير آيت أوميغار. 2016. "مُلاحظات حول مُناخ المغرب القديم". دورية *أسطور*. العدد 3 / دراسات. 52-66

سمير آيت أوميغار. 2017. "مناخ شمال افريقيا خلال الفترة الرومانية: مقاربات جديدة". مجلة *Hespéris-Tamuda* LII (1). 49-81

محمد ياسر الهلالي. 2002: "أثر القحط والمجاعات والأوبئة على الأنشطة الاقتصادية في المغرب الأقصي خلال أواخر العصر الوسيط". *الأيام الوطنية العاشرة : المجاعات والأوبئة في تاريخ المغرب* . الجمعية المغربية للبحث التاريخي. 167 - 226

لطيفة هنية (تحت اشراف). 2021. "*المناخ والمنظومة المناخية*". مركز النشر الجامعي. تونس. 653 صفحة

المراجع باللغات الأجنبية

Ait Brahim Yassine, Wassenburg Jasper A., Cruz Francisco W. *et al.* 2018. "Multi-decadal to centennial hydro-climate variability and linkage to solar forcing in the Western Mediterranean during the last 1000 years". *Scientific Reports*. N°8. 1-8.

Allam Antoine, Moussa Roger, Najem Wajdi and Bocquillon, Claude. 2020. "Specific climate classification for Mediterranean hydrology and future evolution under Med-CORDEX regional climate model scenarios". *Hydrology and Earth System Sciences*. Vol.24, n°9. 4503-4521

Barcikowska Monika J., Kapnick Sarah B. and Feser Frauke. 2018. "Impact of large-scale circulation changes in the North Atlantic sector on the current and future Mediterranean winter hydroclimate". *Climate Dynamics* . n° **5-6**. 2039–2059.

Bar-Matthews Miryam , Ayalon Avner, Gilmour Mabs, *et al.* 2003. "Sea-land oxygen isotopic relationships from planktonic foraminifera and speleothems in the eastern Mediterranean region and their implications for palaeorainfall during interglacial intervals". *Geochimica et Cosmochimica Acta* . Vol. 67, n°17. 3181–3199.

Bazza Mohamed, Kay Melvyn, and Knutson Cody. 2018. *Drought Characteristics and Management in North Africa and the Near East*. FAO Water Report 45. 266p

Beck Corinne, Luginbühl Yves et Muxart Tatiana. 2006. *Temps et espaces des crises de l'environnement.* Éditions Quæ, « Indisciplines », ISBN : 9782759200023.

Ben Fraj Tarek. 2021. *La Jeffara septentrionale et la partie nord-orientale du Dahra : Étude de l'évolution géomorphologique du quaternaire*. Dar Alittihad d'édition et de distribution. Tunis. 291p

Ben Ghazi Abdelhamid. 2021. "La morphogenèse holocène dans le Haut-Tell tunisien entre nature et société". *Méditerranée* [En ligne], Paléo-environnements, géoarchéologie, géohistoire, mis en ligne le 09 février 2021, consulté le 09 juillet 2024.

Ben Moussa Sofiène. 2018. "Peuplement Préhistorique D'ennadhour (skhira, Golfe De Gabès)". *Journal d'Hérodote des sciences humaines et sociales.* Vol 2, n° 3. 112-125

Bernal-Wormull Juan Luis, Moreno Ana, Bartolomé Martin *et al.* 2023. "New insights into the climate of northern Iberia during the Younger Dryas and Holocene : The Mendukilo multi-speleothem record". *Quaternary Science Reviews.* Vol. 305, 108006. 1-18

Büntgen Ulf, Myglan Vladimir, Ljungqvist Fredrik Charpentier *et al.* 2016 . "Cooling and societal change during the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 AD". *Nature Geosci* , n° 9, 231–236.

Cook Benjamin, Anchukaitis Kevin J., Touchan Ramzi *et al.* 2016. "Spatiotemporal drought variability in the Mediterranean over the last 900 years". *JGR Atmospheres*. Vol 121, n°5. 2060-2074.

Drake Brandon. 2012. "The Influence of Climatic Change on the Late Bronze Age Collapse and the Greek Dark Ages". *Journal of Archaeological Science*. n°39. 1862-1870.

Fehri Noômène, Ballais Jean-Louis et Bonifay Michel. 2007. "Morphogenèse, climat et sociétés dans la plaine de sfax (tunisie) depuis le pléistocène supérieur : l'exemple du bassin versant de l'oued chaâl-tarfaoui". *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*. Vol 1. 61-77

Finné Martin, Woodbridge Jessie, Labuhn Inga *et al.* 2019. "Holocene hydro-climatic variability in the Mediterranean: a synthetic multi-proxy reconstruction". *The Holocene*. N°29. 847-863.

Finné Martin. 2014. *Climate in the eastern Mediterranean during the Holocene and beyond – A Peloponnesian perspective*. Department of Physical Geography and Quaternary Geology, Stockholm University. 52 pages.

Flaounas Emmanouil, Davolio Silvio, Raveh-Rubin Shira *et al.* 2022. "Mediterranean cyclones: current knowledge and open questions on dynamics, prediction, climatology and impacts". *Weather and Climate Dynamics*. Vol 3, n°1. 173-208.

Giorgi Filippo. 2006. "Climate change hot-spots". *Geophysical Research Letters*. Vol. 33, n° 8 L08707

Hazell Calian, Pound Matthew J., and Hocking Emma P. 2022. "High-resolution Bronze Age paleoenvironmental change in the Eastern Mediterranean: exploring the links between climate and societies". *Palynology*. Vol. 46, n°4. 1-20.

Hénia Latifa. 2003. "Les grandes sécheresses en Tunisie au cours de la dernière période séculaire". *Eau et environnement : Tunisie et milieux méditerranéens*. 25-36

Hénia Latifa (dir)., 2008. *Atlas de l'eau en Tunisie*. Université de Tunis, FSHS, Unité de rechercher « GREVACHOT ». 186 pages

Hénia Latifa et Hlaoui Zouhaier (dir.). 2015. *Contribution à l'étude des aléas et risques climatiques en Tunisie*. Tunis : Université de Tunis, FSHST, UR. « GREVACHOT ». 319 pages

IPCC WGII Sixth Assessment Report

Jalut Guy, Amat Augustin Esteban, Mora Santiago Riera, *et al.* 1997. "Holocene climatic changes in the western Mediterranean: installation of the Mediterranean climate". *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science*. Vol. 325, n° 5. 327-334

Jalut Guy, Dedoubat Jean Jacques, Fontugne Michel, Otto Thierry. 2009." Holocene circum-Mediterranean vegetation changes: Climate forcing and human impact". *Quaternary International*. Vol. 200, n°1–2. 4-18.

Jaouadi Sahbi, Lebreton Vincent, Bout-Roumazeilles Viviane *et al.* 2016. "Environmental changes, climate ; anthropogenic impact in south-east Tunisia during the last 8kyr". *Climate of the Past. Vol 12, n°6. 1339-1359.*

Kaniewski David, Marriner Nick, Bretschneider Joachim *et al.* 2019. "300-year drought frames Late Bronze Age to Early Iron Age transition in the Near East: new palaeoecological data from Cyprus and Syria". *Regional Environmental Change.* Vol. 19. 2287–2297.

Katy Human. 2011. *Human-caused climate change a major factor in more frequent Mediterranean droughts*. NOAA study: On ligne (https://psl.noaa.gov/news/2011/102711.html).

Kiage Lawrence M. and Liu Kam-biu. 2006. "Late Quaternary paleoenvironmental changes in East Africa: a review of multiproxy evidence from palynology, lake sediments, and associated records". *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*. Vol. 30, n°5. 633-658.

Kushnir Yochanan et Mordechai Stein. 2019. "Medieval Climate in the Eastern Mediterranean: Instability and Evidence of Solar Forcing". *Atmosphere.* Vol. 10, n° 1. 29.

Labuhn Inga, Finné Martin, Izdebski Adam *et al.* 2019. "Climatic Changes and Their Impacts in the Mediterranean during the First Millennium AD". *Environment and Society in the Long Late Antiquity.* Vol. 0, 247- 270.

Lafontaine Christophe. 2017. "Israël : frappé par la pire sécheresse depuis un siècle". *Terre sainte.net*. octobre 2017.

Leveau Philippe. 2009. "Les conditions environnementales dans le nord de l'Afrique à l'époque romaine. Contribution historiographique à l'histoire du climat et des relations homme/milieu". *Sociétés et climats dans l'Empire romain, pour une perspective historique et systémique de la gestion des ressources en eau dans l'Empire romain*, Hermon Ella, (dir.). 309-348

Leveau Philippe. 2016. "L'environnement de l'Afrique dans l'Antiquité, Climat et société, un état de question". *IKOSIM*. N°5. 57-75

Lionello Piero. 2012. *The Climate of the Mediterranean Region from the Past to the Future.* Elsevier, 1st edition. 496 pages

Luterbacher Jürg, Garcia-Herrera Ricardo, Akçer-Ön Sena *et al.* 2012. "A Review of 2000 Years of Paleoclimatic Evidence in the Mediterranean". *The Climate of the Mediterranean Region: From the past to the future*. Lionello P. (ED.), Pub. Elsevier. 87-185

Magny Michel, Combourieu-Nebout Nathalie, De Beaulieu jacques-Louis *et al.* 2013. "North-south palaeohydrological contrasts in the central Mediterranean during the Holocene: tentative synthesis and working hypotheses". *Climate of the Past*. Vol. 9, n°5. 2043-2071.

Maslin Mark Andrew, Stickley C. et Ettwein V. 2019. "Holocene Climate Variability". *Encyclopedia of Ocean Sciences (3rd Edition)*, Vol. 4. 513-519

Moreno Ana, Pérez Ana, Frigola Jaime *et al.* 2012. "The Medieval Climate Anomaly in the Iberian Peninsula reconstructed from marine and lake records". *Quaternary Science Reviews*. Vol. 43. 16-32.

Moreno José Antonio. 2014. *Modelización del ciclo fenológico reproductor del olivo (Olea europaea L.)*. Universidad de Córdoba, Tesis doctoral. 187pages

Pérez Obiol Ramon, Jalut Guy, Juliá, Ramon *et al.* 2011. "Mid-Holocene vegetation and climatic history of the Iberian Peninsula". *The Holocene*. Vol.21, n°1. 75-93.

Peyron Odile, Combourieu-Nebout Nathalie, Brayshaw David et *al*. 2017. "Precipitation changes in the Mediterranean basin during the Holocene from terrestrial and marine pollen records : a model–data comparison". *Climate of the Past* (1814-9324) (Copernicus Gesellschaft Mbh). Vol. 13, n° 3. 249-265.

Préat Alain. 2022. *L'Odyssée Climatique d'Homo sapiens*. On ligne [https://www.science-climat-energie.be/]

Rigot, Jean-Baptiste. 2006. "L'évolution ralentie du milieu naturel dans la steppe aride du nord de la Syrie à l'Holocène". *Geomorphologie-relief Processus Environnement*. Vol.12. 259-274.

Roberts Neil, Moreno Aana, Valero-Garcés B Blas L. *et al*. 2012. "Palaeolimnological evidence for an east–west climate see-saw in the Mediterranean since AD 900". *Global and Planetary Change* . Vol. 84–85. 23-34.

Rossignol-Strick M. 1997. "Paléoclimat de la Méditerranée orientale et de l'Asie du Sud-Ouest de 15 000 à 6 000 BP". *Paléorient*. vol. 23, n°2. 175- 186.

Siart Christoph and Eitel Bernhard. 2013. "Santorini tephra on Crete: a mineralogical record of Bronze Age environmental change". Meller H, Bertemes F, Bork H-R, Risch R (eds). 1600 - *Cultural change in the shadow of the Thera-Eruption*? Landesmuseum für Vorgeschichte, Halle (Saale), 77–87

Sousa Arturo and Garcia Murillo Pablo. 2003. "Changes in the Wetlands of Andalusia (doñana natural park, sw spain) at the End of the Little Ice Age". *Climatic Change*. N°58. 193-217.

Wilhite Donald A. and Glantz Michael H. 1985. "Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions". *Water International*. Vol.10, n°3. 111–120.