

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών  
Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος**

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**



**Καταγραφή και Χωρική Απεικόνιση των Ακραίων  
Καιρικών Συνθηκών στη Μεσόγειο**

**Γεώργιος Κωνσταντινίδης**

**Επιβλέπων Καθηγητής  
Σταύρος Κολιός**

**Ιούνιος 2020**

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών**

***Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος***

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Καταγραφή και Χωρική Απεικόνιση των Ακραίων  
Καιρικών Συνθηκών στη Μεσόγειο**

**Γεώργιος Κωνσταντινίδης**

**Επιβλέπων Καθηγητής  
Σταύρος Κολιός**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

**Ιούνιος 2020**

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

## Περίληψη

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα όπως οι έντονες βροχοπτώσεις οι παρατεταμένες ξηρασίες οι καύσωνες, οι παγετοί και οι καταιγίδες που συμβαίνουν όλο και συχνότερα στον πλανήτη, στοιχίζουν κάθε χρόνο τη ζωή σε πολλούς ανθρώπους παγκόσμια και προκαλούν τεράστιες υλικές και οικονομικές ζημιές.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή έχει ως στόχο τη μελέτη των ακραίων καιρικών φαινομένων στην περιοχή της Μεσογείου καθώς αυτή κρίνεται ως περιοχή μεγάλου κλιματικού ενδιαφέροντος από πολλούς ερευνητές. Σκοπός είναι μέσω της συλλογής, της καταγραφής και της χωρικής απεικόνισης των φαινομένων να εντοπιστούν οι περιοχές που πλήττονται περισσότερο.

Χρησιμοποιώντας δεδομένα ελεύθερης πρόσβασης από το Βασιλικό Μετεωρολογικό Ινστιτούτο της Ολλανδίας (KNMI) και το πρόγραμμα SPSS, μελετήθηκαν παράμετροι που αφορούν δεδομένα για δείκτες ξηρασίας – μέγιστος αριθμός συνεχόμενων ημερών χωρίς βροχόπτωση (CCD), βροχόπτωσης – Αριθμός ημερών με βροχόπτωση μεγαλύτερη από 1mm (RR1), Αριθμός ημερών με βροχόπτωση που ξεπερνά την τιμή 20mm (RR20) καθώς και οι παράμετροι μέσης θερμοκρασίας χαμηλότερων και υψηλότερων θερμοκρασιών (Tn), (Tx) αντίστοιχα. Η κάθε παράμετρος μελετήθηκε τόσο τοπικά (δυτική, κεντρική, ανατολική Μεσόγειος) όσο και σε ολόκληρη την έκταση της Μεσογείου. Τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν ανά πενταετία ξεκινώντας από το έτος 1950 και εκτείνονται μέχρι και το έτος 2019.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, έδειξαν πως ιδιαίτερα στην περιοχή της αφρικανικής Μεσογείου επικρατούν παρατεταμένες συνθήκες ξηρασίας καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου ενώ η ευρωπαϊκή Μεσόγειος δέχεται τις περισσότερες βροχοπτώσεις. Η συχνότερη καταιγιδόφορος δραστηριότητα επικεντρώνεται στην κεντρική Μεσόγειο ενώ η περιοχή της οροσειράς των Άλπεων σημειώνει τις χαμηλότερες μέσες θερμοκρασίες. Τέλος, φαινόμενα καύσωνα επικρατούν σε ολόκληρη τη Μεσόγειο με την περιοχή της αφρικανικής Μεσογείου να σημειώνει τις υψηλότερες θερμοκρασίες.

**Λέξεις Κλειδιά:** Μέθοδοι και Τεχνικές Περιβαλλοντικής Έρευνας, Χωρική ανάλυση μετεωρολογικών / ατμοσφαιρικών παραμέτρων, Χωρική ανάλυση, στατιστική ανάλυση δεδομένων, Χρήση Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων, Χαρτογραφικές απεικονίσεις, Μεσόγειος

## **Summary**

Extreme weather phenomena such as heavy precipitation, prolonged droughts, heatwaves, frosts and storms are occurring more frequently on a global level having a higher impact on human lives each year in many parts of the world causing serious damage to the economy and human properties.

The aim of this Master Thesis is to study the extreme weather phenomena in the Mediterranean as it is considered a region of great climatic interest by many scientists. The aim is to identify the most affected regions through the collection, recording and spatial representation of the phenomena.

Using free access data from the Royal Meteorological Institute of the Netherlands (KNMI) and the SPSS programme, parameters were studied related to data for drought indicators - maximum number of consecutive days without rainfall (CCD), rainfall -number of days with rainfall above 1 mm (RR1), number of days with rainfall exceeding the value of 20mm (RR20) as well as parameters for the average temperature of lower and higher temperatures (Tn), (Tx) respectively. Each parameter was studied both locally (western, central, eastern Mediterranean) and throughout the Mediterranean region. Data were grouped in a quinquennium format starting from 1950 expanding up to 2019.

The results of this master's thesis show that especially in the African part of the Mediterranean, prolonged drought conditions prevail throughout the year, while the European part of the Mediterranean receives the largest amount of rainfall. Most storms concentrate in the central Mediterranean, while the Alpine mountain range has the lowest average temperatures. Finally, heatwaves are prevalent throughout the Mediterranean, with the African Mediterranean region experiencing the highest temperatures.

**Keywords:** Environmental Research Methods and Techniques, Spatial analysis of meteorological / atmospheric parameters, Spatial analysis, statistical data analysis, use of Geographic Information Systems, Cartographic illustrations, Mediterranean.

## **Ευχαριστίες**

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή με τίτλο «Καταγραφή και Χωρική Απεικόνιση την Ακραίων Καιρικών Συνθηκών στη Μεσόγειο» εκπονήθηκε στο πλαίσιο ολοκλήρωσης του μεταπτυχιακού προγράμματος «Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος» της σχολής Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπον καθηγητή μου Δρ. Σταύρο Κολιό Καθηγητή στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος» του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου για την πολύτιμη βοήθεια, την καθοδήγησή του και για την άψογη συνεργασία και επικοινωνία στην εκπόνηση της παρούσας Διατριβής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την μητέρα μου που ήταν το στήριγμα και η βοήθειά μου καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Στη μνήμη του πατέρα μου Κώστα

# Περιεχόμενα

<b>1</b>	<b>Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....</b>	<b>9</b>
1.1	Σημασία και αναγκαιότητα της Μεταπτυχιακής Διατριβής.....	9
1.2	Σκοπός και στόχος της Μεταπτυχιακής Διατριβής.....	10
1.3	Ορισμοί.....	10
1.4	Περιοχή Μελέτης.....	11
<b>2</b>	<b>Κεφάλαιο 2 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....</b>	<b>14</b>
2.1	Κλίμα και κλιματολογία.....	14
2.2	Κλιματικά μοντέλα.....	16
2.2.1	Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας (GCMs).....	17
2.2.2	Περιφερειακά Κλιματικά Μοντέλα (RCMs).....	19
2.3	Κλιματικά στοιχεία και κλιματικοί παράγοντες.....	20
2.4	Κατάταξη και περιγραφή των κλιμάτων της γης.....	22
2.5	Κλιματικές αλλαγές και ακραία περιβαλλοντικά γεγονότα.....	23
2.6	Το κλίμα και οι κλιματικές αλλαγές .....	25
2.7	Η Γεωμορφολογία της Μεσογείου.....	27
2.8	Το κλίμα της Μεσογείου και κλιματικές αλλαγές.....	28
2.9	Παρακολούθηση ακραίων καιρικών φαινομένων.....	29
2.10	Δείκτες ακραίων κλιματικών φαινομένων.....	34
2.11	Ακραία καιρικά φαινόμενα στην ανατολική μεσόγειο.....	35
2.12	Πρόγραμμα SPSS.....	36
2.13	Πρόγραμμα QGIS.....	37
2.14	Μετεωρολογικοί Σταθμοί.....	37
2.15	Στατιστική.....	38
2.15.1	Μέσος Όρος.....	38
2.15.2	Τυπική Απόκλιση.....	39
<b>3</b>	<b>Κεφάλαιο 3 Μεθοδολογία Έρευνας.....</b>	<b>40</b>
3.1	Σκοπός και Στόχοι Έρευνας.....	40
3.2	Ερευνητικά Ερωτήματα.....	40
3.3	Παράμετροι, Δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν.....	42
3.3.1	Υψόμετρο.....	42
3.3.2	Γεωγραφικό Μήκος & Πλάτος.....	42
3.4	Δεδομένα.....	43
3.4.1	Παράμετρος ξηρασίας – μέγιστος αριθμός συνεχόμενων ημερών χωρίς βροχόπτωση (CCD).....	43
3.4.2	Παράμετρος βροχόπτωσης – Αριθμός ημερών με βροχόπτωση μεγαλύτερη από 1mm (RR1).....	44
3.4.3	Παράμετρος βροχόπτωσης – Αριθμός ημερών με βροχόπτωση που ξεπερνά την τιμή 20mm (RR20).....	44
3.4.4	Παράμετρος μέσης θερμοκρασίας χαμηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου (Tn).....	44
3.4.5	Παράμετρος μέσης θερμοκρασίας υψηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου (Tx).....	44
<b>4</b>	<b>Κεφάλαιο 4 Διαδικασία – Αποτελέσματα.....</b>	<b>45</b>
4.1	Θερμοκρασία ως συνάρτηση του ύψους.....	47
4.2	Μελέτη δείκτη ξηρασίας.....	48
4.3	Μελέτη δείκτη βροχόπτωσης (βροχόπτωση πάνω από 20mm).....	60
4.4	Μελέτη δεικτών μέσης χαμηλότερης και υψηλότερης θερμοκρασίας.....	72
4.5	Μελέτη δείκτη βροχόπτωσης (βροχόπτωση ίση ή μεγαλύτερη των 1mm).....	91
4.6	Πίνακες ανάλυσης δεδομένων.....	101



4.7	Χωρική αναπαράσταση δεδομένων.....	124
<b>5</b>	<b>Κεφάλαιο 5 Επίλογος.....</b>	<b>145</b>
5.1	Συμπεράσματα.....	145
5.2	Προτάσεις.....	148
	<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>149</b>

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

Είναι γενικά παραδεκτό πως τα τελευταία χρόνια η ένταση και η συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων που συμβαίνουν παγκόσμια έχουν αυξηθεί. Οι πλημμύρες, οι σφοδρές καταιγίδες, οι παρατεταμένες ξηρασίες και τα αλληπάλληλα κύματα καύσωνα, θεωρούνται συχνά ως πρόγνωση της αλλαγής του κλίματος που αλληλεπιδρά με άλλες ανθρωπογενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή επικεντρώνεται στην περιοχή της Μεσογείου θάλασσας η οποία αποτελεί περιοχή μεγάλης περιβαλλοντικής σπουδαιότητας λόγω του ότι οι θαλάσσιες και οι ατμοσφαιρικές παράμετροι που επικρατούν στην περιοχή, επηρεάζουν τη μορφολογία του παγκόσμιου κλίματος. Στην ουσία η περιοχή της Μεσογείου αποτελεί μια μικρογραφία του πλανήτη.

### **1.1 Σημασία και αναγκαιότητα Μεταπτυχιακής Διατριβής**

Η καταγραφή και χωρική απεικόνιση των ακραίων καιρικών συνθηκών σε μια περιοχή ανάλογη της εκτάσεως της Μεσογείου είναι εν γένει μια απαιτητική και δύσκολη εργασία όμως, μέσω αυτής της συλλογής, καταγραφής και επεξεργασίας δεδομένων, θα υποδειχθούν περιοχές στις οποίες υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης ακραίων καιρικών συνθηκών. Αξιοποιώντας τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από εμπλεκόμενους φορείς όπως η Υπηρεσία Πολιτικής Προστασίας, το Κέντρο Διαχείρισης Κρίσεων, το Υπουργείο Εσωτερικών, το Υπουργείο Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, η Πυροσβεστική Υπηρεσία, η Πολιτική Άμυνα, οι Περιφέρειες και οι Δήμοι θα καταστεί εφικτή η πρόληψη της απώλειας ανθρώπινων ζώων και ο μετριασμός των καταστροφικών αποτελεσμάτων που πιθανόν να προκύψουν μετά το πέρας τέτοιων ακραίων καιρικών συνθηκών.

## 1.2 Σκοπός και στόχος της Μεταπτυχιακής Διατριβής

Ο ποσοτικός και χωρικός εντοπισμός ακραίων τιμών καιρικών συνθηκών, η χωρική απεικόνισή τους στην περιοχή της Μεσογείου, η μελέτη των τάσεων εμφάνισής τους σε διάφορες χρονικές κλίμακες και η αποτίμηση της μεταβλητότητας του κλίματος είναι οι κύριοι στόχοι της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής. Σκοπός της Μεταπτυχιακής Διατριβής είναι ο εντοπισμός περιοχών στις οποίες υπάρχει αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης ακραίων καιρικών φαινομένων.

## 1.3 Ορισμοί

Κλιματική αλλαγή ορίζεται ως η μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος. Αναφέρεται ειδικότερα σε μεταβολές μετεωρολογικών συνθηκών οι οποίες εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα. Οι μεταβολές αυτές περιλαμβάνουν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότά του που πολλές φορές εκτείνονται σε μεγάλα χρονικά διαστήματα (δεκαετίες ή και περισσότερα έτη ακόμα). Σύμφωνα με την Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων εθνών για τις κλιματικές μεταβολές (UNFCCC) η κλιματική αλλαγή ορίζεται ως η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα στις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Ακραία καιρικά φαινόμενα ορίζονται από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό ως η εμφάνιση τιμών μεταβλητών καιρού που βρίσκονται κοντά στα ανώτερα ή κατώτερα άκρα του εύρους των τιμών που συνήθως παρατηρούνται. Ένας άλλος ορισμός είναι η εμφάνιση ενός μετεωρολογικού φαινομένου το οποίο έχει υψηλό αντίκτυπο. Ένας τελευταίος ορισμός που προτάθηκε το έτος 2007 από τη (Events, 2002) και είναι ευρέως αποδεκτός δηλώνει πως ακραίο καιρικό φαινόμενο είναι ένα σπάνιο κλιματολογικά φαινόμενο σε συγκεκριμένο τόπο και χρόνο του χρόνου. Οι ορισμοί των σπάνιων ποικίλλουν, αλλά ένα ακραίο καιρικό φαινόμενο θα ήταν κανονικά τόσο σπάνιο όσο και σπανιότερο από το δέκατο ή το 90ό εκατοστημόριο μιας συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας που εκτιμήθηκε από τις παρατηρήσεις. Εξ ορισμού, τα χαρακτηριστικά του αποκαλούμενου ακραίου καιρού μπορεί να διαφέρουν από τόπο σε τόπο.

## 1.4 Περιοχή Μελέτης

Η περιοχή στην οποία θα επικεντρωθεί η Μεταπτυχιακή Διατριβή (Εικόνα 1α, Εικόνα 1β, Εικόνα 1γ, Εικόνα 1δ) είναι η θάλασσα της Μεσογείου. Η περιοχή αυτή, εκτείνεται από τις ακτές της Ισπανίας και του Μαρόκου στα δυτικά έως τις ακτές του Ισραήλ, του Λιβάνου και της Συρίας στα ανατολικά. Η μεγαλύτερη κλειστή θάλασσα του πλανήτη συνδέει τις ηπείρους της Ευρώπης, της Αφρικής και της Ασίας. Η Μεσόγειος θάλασσα συνδέεται στα δυτικά με τον Ατλαντικό Ωκεανό μέσω των στενών του Γιβραλτάρ, στα βορειοανατολικά με την Μαύρη θάλασσα μέσω των στενών του Βοσπόρου, των Δαρδανελίων και της Προποντίδας ενώ η τεχνητή της ένωση με την Ερυθρά θάλασσα μέσω της διώρυγας του Σουέζ στα νοτιοανατολικά πραγματοποιήθηκε το 1869 (Εγκυκλοπαίδεια Δομή, 2005). Εκτείνεται σε περιοχή περίπου 3,5 εκατομμυρίων τετραγωνικών χιλιομέτρων και έχει όγκο ίσο με 3,7 εκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού. Το μήκος των ακτών της δεν ξεπερνά τα 46 χιλιάδες χιλιόμετρα ενώ το βαθύτερο σημείο της (5121m) βρίσκεται στην τάφρο Matapan (Saliot 2005).



**Εικόνα 1α:** Περιοχή μελέτης (Μεσόγειος) με τους διάφορους μετεωρολογικούς σταθμούς να



**Εικόνα 1γ:** Κεντρική Μεσόγειος



**Εικόνα 1δ:** Ανατολική Μεσόγειος

Η ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου και το κλίμα της παρουσιάζουν έντονο και ιδιαίτερο χαρακτήρα αφού επηρεάζονται από τις τρεις ηπείρους που την περιβάλλουν (Οικονόμου 2009). Οι διάφορες τιμές της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης διαφοροποιούνται ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος ή το γεωγραφικό μήκος, το υψόμετρο καθώς και τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής (Lagouvardos et al. 1996, Bolle 2003).

# Κεφάλαιο 2

## Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 2.1 Κλίμα και κλιματολογία

Το κλίμα είναι από τα σπουδαιότερα στοιχεία που χαρακτηρίζουν το φυσικό περιβάλλον, και μέσα σε αυτά τα πλαίσια είναι σε θέση λόγω των αλλαγών που διαθέτει να διαμορφώνει και την ανθρώπινη ιστορία (Φλόκας & Χρονοπούλου-Σερέλη, 2010). Το κλίμα καθ' όλη τη διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας είναι ένα από τα στοιχεία που επηρεάζει με τρόπο καθοριστικό τις βασικότερες δραστηριότητες των ανθρώπων, ανάμεσα στις οποίες η εύρεση στέγης και τροφής, ενώ την ίδια στιγμή υπήρξε και ο παράγοντας που διαμόρφωσε τα πλαίσια εντός των οποίων ο ανθρώπινος πολιτισμός βρήκε πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη του. Λαμβάνοντας υπόψιν μας ότι η διαδικασία εξέλιξης, κατά κάποιο τρόπο υποχρεώθηκε να προσαρμοστεί στο κλίμα, αντιλαμβανόμεστε τις διαδικασίες μέσα από τις οποίες και ο άνθρωπος πέτυχε να επιβιώσει μέσα στα διάφορα ακραία περιβάλλοντα που αναγκάστηκε να ζήσει και να δημιουργήσει. Με βάση αυτά μπορούμε να ισχυριστούμε πως η ανάπτυξη τόσων πολλών και διαφορετικών φυλών σχετίζεται με τις διαδικασίες επιλογής, αλλά και προσαρμογής των ανθρώπων στο κλίμα και κατ' επέκταση στο περιβάλλον που δημιουργείται από αυτό (Μελάς κ.σ., 2000).

Με τη χρήση του όρου “κλίμα” αναφερόμαστε ως επί το πλείστον στις καιρικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν μία συγκεκριμένη περιοχή, καθώς αυτές οι συνθήκες είναι παρόμοιες για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο “κλίμα” χαρακτηρίζουμε συνολικά τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που εκφράζονται μέσα από την υγρομετρική κατάσταση της ατμόσφαιρας και τη θερμοκρασία, αλλά και με τις κινήσεις που χαρακτηρίζουν τον αέρα για περιόδους μεγάλης χρονικής διάρκειας. Κατ' ουσία δηλαδή το κλίμα είναι ο μέσος καιρός, τον οποίο αποτελούν οι μέσες τιμές των διάφορων

κλιματολογικών παραμέτρων και στοιχείων για μια μεγάλη χρονική περίοδο, συνήθως 30 ετών. Αφορά ως εκ τούτου τις καιρικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν μία περιοχή, στην επικράτεια της οποίας αυτές οι κλιματολογικές παράμετροι και τα στοιχεία εμφανίζονται στα ίδια πλαίσια κάθε χρόνο.

Το παγκόσμιο κλίμα από την άλλη είναι το αποτέλεσμα μίας αλληλεπίδρασης σε πολλά επίπεδα μίας σειράς από μεταβλητές, οι οποίες σχετίζονται τόσο με την ηλιακή ακτινοβολία, που αποτελεί τη βασική πηγή ενέργειας, όσο και με ένα πολύ σημαντικό αριθμό φαινομένων και χαρακτηριστικών της γης, όπως είναι η σύσταση της ατμόσφαιρας, οι ηφαιστειακές εκρήξεις, τα θαλάσσια ρεύματα, οι άνεμοι, η τοπογραφία, ο υετός, και τα νέφη, που συμβάλουν στη διαμόρφωση του παγκόσμιο κλίματος. Οι Μέλας κ.α. (2000) υποστηρίζουν πως κάθε προσπάθεια των ανθρώπων να επέμβουν, ακούσια ή εκούσια, στους παράγοντες που σχετίζονται με τη διαμόρφωση του κλίματος, είναι σε θέση να προκαλέσει αλλαγές, πολλές φορές ανεπιθύμητες ή και μη αναστρέψιμες. Παρόλα αυτά ορισμένα από τα είδη κλίματος που υπάρχουν στη γη, διακρίνονται για τις έντονες μεταβολές που παρουσιάζουν κατά τη χρονική διάρκεια του ίδιου έτους. Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα για αυτό είναι οι περιοχές, στις οποίες εμφανίζονται οι μουσώνες. Οι εν λόγω περιοχές, χαρακτηρίζονται από θερμό, νεφελώδη και υγρό καιρό κατά την καλοκαιρινή περίοδο, ενώ τη χειμερινή περίοδο ο καιρός γίνεται ξηρός, με ψύχος και περισσότερη ηλιοφάνεια. Επιπρόσθετα, το κλίμα παρουσιάζει διαφοροποιήσεις από έτος σε έτος, ενώ σε αυτό παρατηρούνται και βαθμιαίες μεταβολές ανάμεσα σε περιόδους δεκαετιών ή και αιώνων. Για τις μεταβολές αυτές, την ευθύνη μπορεί να έχει, όπως προαναφέραμε, και η δραστηριότητα του ανθρώπου.

Με τη μελέτη του κλίματος, ασχολείται η επιστήμη της Κλιματολογίας. Κατά κύριο λόγο η επιστήμη της κλιματολογίας ερευνά και μελετά τη συχνότητα με την οποία εμφανίζονται τα διάφορα καιρικά συστήματα, πως κατανέμονται χρονικά μεταξύ των αστρονομικών και βιολογικών χρονικών περιόδων του χρόνου, πως διανέμονται χωρικά στην επιφάνεια της γης, και φυσικά τις μέσες τιμές που φέρουν τα κλιματικά στοιχεία και οι παράμετροι για χρονική περίοδο που θα αποτρέψει την οποιαδήποτε περίπτωση εμφάνισης σφάλματος (Φλόκας & Χρονοπούλου-Σερέλη, 2010). Μία περίοδος, όπως αυτή που περιγράφηκε, η οποία ονομάζεται κανονική, συνήθως αναφέρεται σε μια περίοδο 30 ετών, χωρίς όμως να αποκλείεται το γεγονός πως μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα, σε αρκετές περιπτώσεις



αντιστοίχως σωστά για κάποια από τα κλιματικά στοιχεία, και σε χρονική διάρκεια που αντιστοιχεί σε 10 έως 15 έτη. Επιγραμματικά να αναφέρουμε πως ο βασικός σκοπός της επιστήμης της κλιματολογίας είναι ανάμεσα σε άλλα (Barry, 2013):

- Να περιγράφει τους διάφορους τύπους κλίματος
- Να μελετά διαχρονικά τις τάσεις των μεταβολών που εμφανίζουν τα κλίματα
- Να βρίσκει σχέσεις ανάμεσα στο κλίμα και τα υπόλοιπα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος

Επιπρόσθετα, η κλιματολογία επιδιώκει (Barry, 2013):

- Να προσφέρει εξηγήσεις σχετικά με την κανονική συμπεριφορά που εμφανίζουν οι ατμοσφαιρικές διεργασίες, και κατά αυτό τον τρόπο εντάσσεται μέσα στον ευρύτερο χώρο της μετεωρολογίας
- Τη μελέτη των κλιματικών συνθηκών που χαρακτηρίζουν διάφορες γεωγραφικές περιοχές, έχοντας ως εκ τούτου στοιχεία, τα οποία τη συνδέουν και με την επιστήμη της γεωγραφίας.

Οι σχέσεις που αναπτύσσει η κλιματολογία με τις δύο αυτές επιστήμες, τη μετεωρολογία και τη γεωγραφία, μπορεί να αποδοθεί παραστατικά και από το ακόλουθο, Κλιματολογία = Μετεωρολογία  $\cap$  Γεωγραφία. Η επιστήμη της Κλιματολογίας κάνει χρήση μετεωρολογικών κριτηρίων, ενώ στη συνέχεια φτάνει σε αποτελέσματα που σχετίζονται με τη Γεωγραφία, και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο μία σειρά από άλλους επιστημονικούς κλάδους, όπως η αρχιτεκτονική, η γεωργία, και η υδρολογία, τη χρησιμοποιούν προκειμένου να επιλύσουν προβλήματα που οι ίδιοι αντιμετωπίζουν (Barry, 2013).

## 2.2 Κλιματικά μοντέλα

Ο κύριος σκοπός των κλιματικών μοντέλων είναι να μελετούν τη δυναμική που έχει ένα κλιματικό σύστημα, αλλά και να πραγματοποιούν προσομοιώσεις για το μελλοντικό κλίμα. Για την πραγμάτωση του παραπάνω σκοπού τα κλιματικά μοντέλα χρησιμοποιούν κατά βάση ποσοτικές μεθόδους, με τις οποίες επιτυγχάνεται η προσομοίωση των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στην ατμόσφαιρα, την επιφάνεια της γης, τους ωκεανούς και τον πάγο.

Το σύνολο των κλιματικών μοντέλων λειτουργούν κατά παρόμοιο τρόπο, ο οποίος αφορά στη λογική πως κάθε ανισορροπία στην ενέργεια που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα από τον Ήλιο, έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη αλλαγών στη θερμοκρασία της Γης. Για να μελετηθούν οι πιθανές αλλαγές στο κλίμα μέσα από τα κλιματικά μοντέλα πραγματοποιείται η χρήση διαφόρων σεναρίων εκπομπών (Randall et al., 2007). Εξετάζοντας κανείς τα κλιματικά μοντέλα είναι σε θέση να τα διακρίνει σε δύο βασικές κατηγορίες, στα Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας (GCMs) και στα Περιφερειακά Κλιματικά Μοντέλα (RCMs).

### **2.2.1 Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας (GCMs)**

Στην κατηγορία των Μοντέλων Γενικής Κυκλοφορίας (General Circulation Models) ανήκουν εκείνα τα αριθμητικά μοντέλα, που έχουν ως στόχο την προσομοίωση των φυσικών διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στην ατμόσφαιρα, την κρούσφαιρα, τον ωκεανό, και την επιφάνεια του εδάφους, και έχουν τη βάση τους στους σχετικούς με τη διατήρηση της ορμής νόμους, τη μάζα, την ολική ενέργεια, και την ποσότητα των υδρατμών. Παράλληλα τα εν λόγω μοντέλα περιγράφουν και το σύνολο των μεταβολών στους συνιστάμενους παράγοντες που συνθέτουν το κλίμα, όπως είναι η αλληλεπίδραση ανάμεσα στη γη, τη θάλασσα, και τον αέρα, τις ατμοσφαιρικές αλλαγές, και το ρόλο που έχουν τα νέφη στο κλίμα (Frank, 2008).

Προκειμένου ένα κλιματικό μοντέλο να είναι αξιόπιστο στηρίζεται στην αναπαραγωγή των παρουσών συνθηκών του κλίματος. Στην περίπτωση που το μοντέλο δεν είναι σε θέση να περιγράψει με ορθό τρόπο τις παρούσες κλιματικές συνθήκες, τότε οι προσομοιώσεις των μελλοντικών συνθηκών θα είναι αμφισβητήσιμες και αναξιόπιστες (IPCC, 2019).

Στη διαδικασία της προσομοίωσης του κλιματικού συστήματος σε παγκόσμιο επίπεδο γίνεται χρήση μοντέλων που έχουν σχέση με τις διαρκώς αυξανόμενες συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου, καθώς επίσης και με την παροχή γεωγραφικών εκτιμήσεων για την κλιματική αλλαγή σε επίπεδο τοπικό.

Τα κλιματικά μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας προκειμένου να απεικονίσουν το κλίμα κάνουν χρήση ενός τρισδιάστατου πλέγματος περίξ της υδρογείου, με χαρακτηριστικά σημεία αναφοράς μια οριζόντια ανάλυση ανάμεσα στα 200 με 600 χιλιόμετρα, 10 με 20 κάθετα στην ατμόσφαιρα στρώματα και σε ορισμένες περιπτώσεις μέχρι και 30 στρώματα στους ωκεανούς (IPCC, 2019).

Τα Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας πραγματοποιούν προσομοιώσεις επιφανειών, οι οποίες έχουν ομοιομορφία, όσον αφορά τους μέσους όρους στις ροές της ενέργειας και της υγρασίας ανάμεσα στην επιφάνεια μιας περιοχής και την ατμόσφαιρά της. Προκειμένου να κατανοηθεί η πολυπλοκότητα σε αυτά τα μοντέλα, ακόμα και όταν οι αλλαγές είναι μικρής κλίμακας είναι σε θέση να επηρεάσουν τις αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στην επιφάνεια του εδάφους, λαμβάνοντας κατά αυτόν τον τρόπο καινούρια αποτελέσματα που θα χρησιμοποιηθούν στην προσομοίωση.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των Μοντέλων Γενικής Κυκλοφορίας είναι και η δυνατότητα τους να διαχειριστούν τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στην ατμόσφαιρα και την επιφάνεια της γης, αφού από εκεί παρέχονται στην ατμόσφαιρα σημαντικές ποσότητες ενέργειας και υγρασίας. Είναι ιδιαίτερος σημαντικό το έργο της μοντελοποίησης των παραπάνω καθώς το νερό καλύπτει τα 3/4 της Γης. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η μοντελοποίηση αυτών των αλληλεπιδράσεων είναι μεγάλη πρόκληση (Legates, 2000).

Κατά τη χρήση των Μοντέλων Γενικής Κυκλοφορίας οι προσομοιώσεις για το μελλοντικό κλίμα επηρεάζονται από μία πηγή αβεβαιότητας, η οποία σχετίζεται με τους διάφορους μηχανισμούς ανάδρασης, όπως είναι η εξατμισοδιαπνοή (Manabe & Wetherald, 1967), η θέρμανση, τα νέφη, η ακτινοβολία, η ωκεάνια κυκλοφορία, και η λευκαύγεια του χιονιού και του πάγου (Budyko, 1969), οι οποίοι δεν είναι σε θέση να προσομοιωθούν με κατάλληλο τρόπο λόγω της μικρής κλίμακας που έχουν. Οι δυσκολίες που εντοπίζονται στις προσομοιώσεις της κλιματικής αλλαγής με τη χρήση των Μοντέλων Γενικής Κυκλοφορίας, σχετίζονται με τις δυσκολίες στη μελέτη του κλιματικού συστήματος. Ο στόχος αυτών των μοντέλων είναι η αναπαράσταση των τρεχουσών συνθηκών με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια. Ωστόσο αυτή η ανάγκη για ύπαρξη της μεγαλύτερης δυνατής ακρίβειας είναι και ο λόγος της αμφισβήτησης της ικανότητας τους να προβλέψουν τις μελλοντικές συνθήκες.

Η δυσκολία που εντοπίζεται στην κατανόηση του κλιματικού συστήματος και στην πολυπλοκότητα του, είναι η αρκετά δύσκολη αναπαραγωγή φαινομένων όπως οι καταιγίδες, οι τυφώνες, και οι ανεμοστρόβιλοι, με τη χρήση κλιματικών μοντέλων. Μία σειρά γνωστών φαινομένων δε μπορούν να αναπαραχθούν με τη χρήση των Μοντέλων Γενικής Κυκλοφορίας εξαιτίας της χωρικής ανάλυσης τους (Legates, 2000).

### **2.2.2 Περιφερειακά Κλιματικά Μοντέλα (RCMs)**

Στην κατηγορία των Περιφερειακών Κλιματικών Μοντέλων (Regional Climate Model) ανήκουν τα μοντέλα εκείνα που σε διεθνές επίπεδο γίνεται χρήση τους προκειμένου να υπολογίζονται εντός της μεσοκλίμακας τα ειδικά χαρακτηριστικά που έχει ο καιρός. Τα Περιφερειακά Κλιματικά Μοντέλα διαθέτουν ένα περιφερειακό πεδίο, όπως μία ευρύτερη περιοχή ή μία χώρα, και προσφέρουν χωρικές προγνώσεις με πιο υψηλή λεπτομέρεια συγκριτικά με τα Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας.

Η τεχνική εφαρμογή ενός Περιφερειακού Κλιματικού Μοντέλου έχει τη βάση του στη λογική ότι αυτά τα μοντέλα ενσωματώνονται σε ένα Μοντέλο Γενικής Κυκλοφορίας, προκειμένου να αυξηθεί η διακριτική τους ικανότητα στην προσομοίωση των κλιμάτων. Οι αρχικές συνθήκες, όπως και οι πλευρικές οριακές συνθήκες των Περιφερειακών Κλιματικών Μοντέλων προκύπτουν τα Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας. Η άποψη της στρατηγικής προσέγγισης είναι πως ένα Μοντέλο Γενικής Κυκλοφορίας είναι χρήσιμο για την πραγμάτωση των προσομοιώσεων των ανταποκρίσεων στις πιέσεις μεγάλης κυκλοφορίας, ενώ από την άλλη ένα Περιφερειακό Κλιματικό Μοντέλο είναι χρήσιμο για την πραγμάτωση των προσομοιώσεων που έχουν οι επιπτώσεις που ασκούν οι πιέσεις της υποκλίμακας ενός Μοντέλου Γενικής Κυκλοφορίας, αλλά και για να παράσχει περιφερειακή πληροφορία με μεγάλη διακριτική ικανότητα. Κατά κύριο λόγο εκείνα τα φαινόμενα που σχετίζονται με συνθήκες εδάφους και νέφη μπορούν να εκφραστούν καλύτερα μέσω των Περιφερειακών Κλιματικών Μοντέλων, παρά μέσω των Μοντέλων Γενικής Κυκλοφορίας (Dickinson, 1989).

Η δημιουργία των Περιφερειακών Κλιματικών Μοντέλων είναι αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης ενός δευτερεύοντος μοντέλου σε μία ή και πιο πολλές μοναδιαίες κλίμακες που εντοπίζονται στα Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας. Πληροφορίες που εξάγονται από τα

Μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας, όπως είναι ο άνεμος, η πίεση, οι υδρατμοί, και η θερμοκρασία, στη συνέχεια χρησιμοποιούνται στα Περιφερειακά Κλιματικά Μοντέλα. Ένα από τα πλεονεκτήματα που έχει η χρήση των Περιφερειακών Κλιματικών Μοντέλων είναι και η υποκλιμάκωση, η οποία στηρίζεται κατά κύριο λόγο σε ένα εννοιολογικό σύστημα κλιματικής μοντελοποίησης. Παράλληλα τα Περιφερειακά Κλιματικά Μοντέλα είναι σε θέση να καλύψουν ένα μεγάλο εύρος από εφαρμογές, όπως είναι οι μελέτες γύρω από τις διαδικασίες, η κλιματική αλλαγή, τα παλαιοκλίματα, και η εποχική πρόγνωση. Επίσης ένα επιπλέον πλεονέκτημα που διακρίνεται είναι η μεγάλη διακριτική τους ικανότητα, μέσα από την πληθώρα των ενσωματώσεων, η οποία έχει ένα εύρος μεταξύ 10 και 50 χιλιομέτρων, αν και προσφάτως έχει αρχίσει η εφαρμογή και σε κλίμακα 2 χιλιομέτρων (Δαλέζιος, 2015).

Η χρήση των Περιφερειακών Κλιματικών Μοντέλων όμως έχει και μια σειρά μειονεκτημάτων. Αρχικά δεν είναι εφικτό το πέρασμα από την περιφερειακή στην πλανητική κλίμακα. Επιπρόσθετα, δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί διόρθωση σε συστηματικά σφάλματα που εντοπίζονται σε πεδία πιέσεων μεγάλης κλίμακας, ενώ την ίδια στιγμή υπάρχει ανάγκη για μεγάλη υπολογιστική ισχύ. Στα πρώτα βήματα προσομοιώσεων περιφερειακής κλιματικής αλλαγής εντοπίζεται ο υπολογισμός των αρχικών συνθηκών με τη βοήθεια αναλύσεων από παρατηρήσεις μέσω Μοντέλων Γενικής Κυκλοφορίας. Στη συνέχεια λαμβάνει χώρα η προσομοίωση στις πραγματικές περιόδους, στα πλαίσια της οποίας το μοντέλο πιστοποιείται μέσω παρατηρήσεων των περιόδων προσομοίωσης. Εν τέλει, γίνεται προσπάθεια για προσδιορισμό και πιθανή ελαχιστοποίηση στα συστηματικά σφάλματα της δομής, της δυναμικής, και της φυσικής του μοντέλου (Δαλέζιος, 2015).

## **2.3 Κλιματικά στοιχεία και κλιματικοί παράγοντες**

Προκειμένου να μπορέσουμε να προσδιορίσουμε το κλίμα που έχει μια περιοχή, αλλά και να εντοπίσουμε τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά στοιχεία του κατά τη διάρκεια των διαφόρων περιόδων μέσα στο έτος, είναι σημαντικό να λαμβάνουμε υπόψιν μας πως μόνο αποτελέσματα που προέρχονται από συνεχείς και μακροχρόνιες παρατηρήσεις είναι σε θέση να προσφέρουν μια περιγραφή της κλιματικής φυσιογνωμίας της υπό εξέταση

περιοχής, αφού ο μεγάλος όγκος των στοιχείων που εισέρχονται με αμοιβαίες μεταξύ τους επιδράσεις, γίνονται επιτόπου δέκτες σχετικά γρήγορων μεταβολών. Οι λόγοι για τους οποίους οι μεταβολές αυτές εμφανίζονται, αναζητούνται κατά κύριο λόγο στην περιοχή της μεγάλης αέριας μάζας, η οποία περιβάλλει τη γη, και ονομάζεται ατμόσφαιρα (Lelieveld et al., 2012).

Τα κλιματικά στοιχεία αφορούν στις μέσες τιμές που έχουν τα μετεωρολογικά στοιχεία, τα φυσικά μεγέθη, δηλαδή, που χαρακτηρίζουν τόσο τις ιδιότητες, όσο και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που έχει η ατμόσφαιρα σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Αφορούν δηλαδή στις μέσες τιμές του κλίματος της περιοχής. Τα πλέον σημαντικά από αυτά τα στοιχεία είναι η ηλιοφάνεια, η ηλιακή ακτινοβολία, η υγρασία, η θερμοκρασία, ο υετός, η νέφωση, ο άνεμος, η εξάτμιση, και η πίεση. Τα κλιματικά στοιχεία ως εκ τούτου σχετίζονται με τις μέσες τιμές όλων αυτών των στοιχείων για μία περίοδο, όπως προαναφέρθηκε περίπου 30 ετών. Οι παράγοντες εκείνοι που παίζουν ρόλο στις μεταβολές του κλίματος από περιοχή σε περιοχή είναι:

- Το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος
- Η διανομή ανάμεσα στη θάλασσα και την ξηρά
- Το ανάγλυφο του εδάφους και η κάλυψη που αυτό έχει
- Οι άνεμοι
- Τα κέντρα χαμηλής και υψηλής πίεσης

Παρόλα αυτά, ο πιο σημαντικός παράγοντας που συμβάλει στη διαμόρφωση του κλίματος σε κάθε περιοχή είναι η ηλιακή ακτινοβολία, αφού αναλόγως του γεωγραφικού πλάτους που έχει μία περιοχή, η γωνία με την οποία οι ηλιακές ακτίνες πέφτουν στην επιφάνεια της γης αλλάζει. Έτσι για παράδειγμα, στις περιοχές του Ισημερινού, οι ακτίνες του ήλιου φτάνουν στην εξωτερική επιφάνεια της ατμόσφαιρας κατακόρυφα, μέσα από την οποία και περνάνε κατακόρυφα, με αποτέλεσμα να απαιτείται η κάλυψη μικρότερης απόστασης για να καταλήξουν στην επιφάνεια της γης, και έχοντας παράλληλα το περισσότερο φορτίο της θερμικής ενέργειας τους. Από την άλλη στην περιοχή των πόλων οι ηλιακές ακτίνες καταλήγουν με γωνία μικρότερη από την ορθή, με αποτέλεσμα να απαιτείται να διανυθεί μεγαλύτερη απόσταση μέσα από την ατμόσφαιρα πριν αυτές καταλήξουν στην επιφάνεια της γης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να χάνουν ένα αρκετά σημαντικό ποσοστό από τη θερμική τους ενέργεια. Το αποτέλεσμα αυτής της διαφοράς στην ποσότητα της ηλιακής

ενέργειας που καταλήγει σε κάθε περιοχή, αναλόγως και του γεωγραφικού της πλάτους, η διαστολή των αέριων μαζών είναι διαφορετική, οι άνεμοι που επικρατούν έχουν διαφορετική διεύθυνση και ένταση, ενώ όταν αυτοί περνούν πάνω από χερσαίες και θαλάσσιες περιοχές γίνονται αποδέκτες περισσότερων ή λιγότερων υδρατμών. Ένας ακόμα παράγοντας που διαδραματίζει σοβαρό ρόλο στη διαμόρφωση του κλίματος μίας περιοχής είναι και η απόσταση που υπάρχει από κάποια υδάτινη μάζα, όπως λίμνες, ποτάμια, θάλασσες, και ωκεανούς. Είναι γνωστό πως η ξηρά, σε αντίθεση με το νερό, θερμαίνεται και ψύχεται πιο γρήγορα. Παράλληλα, η διαμόρφωση του εδάφους και το υψόμετρο, επιδρούν και αυτά στο πως διαμορφώνεται το κλίμα μίας περιοχής, αφού όσο πιο ψηλά ανεβαίνουμε, τόσο ελαττώνεται η ατμοσφαιρική πίεση και η θερμοκρασία. Επιπρόσθετα, οι ορεινοί όγκοι δεν επιτρέπουν τη διέλευση των ρευμάτων αέρα, ενώ αντίθετα οι κοιλάδες αποτελούν κατάλληλο μέρος για να δημιουργηθούν τα ρεύματα αέρα, αλλά και να ενισχυθεί η ένταση τους. Επίσης, τα θαλάσσια ρεύματα είναι σε θέση να επηρεάσουν το κλίμα μίας περιοχής, ενώ η θερμοκρασία που έχουν τα ρεύματα αυτά μπορεί να επηρεάσει το υπερκείμενο αέρα, γεγονός που επηρεάζει το κλίμα στις περιοχές από τις οποίες περνάνε τα ρεύματα αυτά (WWF Ελλάς, 2009).

## **2.4 Κατάταξη και περιγραφή των κλιμάτων της γης**

Η διαδικασία ταξινόμησης των κλιμάτων που εμφανίζονται στη γη είναι ένα ζήτημα δύσκολο, αλλά και πολύπλοκο. Παρόλα αυτά, η ανάγκη να εξυπηρετηθούν επιστημονικοί και πρακτικοί σκοποί συνέβαλε ώστε οι επιστήμονες να προχωρήσουν με την αναζήτησή και διαμόρφωση όσο το δυνατόν πιο αντικειμενικών κριτηρίων, που να συμβάλουν σε μία αρκετά λεπτομερή περιγραφή, αλλά και ορθή ταξινόμηση των διαφόρων κλιμάτων που εντοπίζονται στις διάφορες περιοχές της γης. Ο αριθμός των κατατάξεων των κλιμάτων που έχει προταθεί μέχρι και σήμερα είναι αρκετά μεγάλος. Από αυτές τις κατατάξεις, σήμερα αυτή που έχει επικρατήσει κατά κύριο λόγο είναι η κλιματική κατάταξη του Köppen. Η συγκεκριμένη κατάταξη έχει ένα πολύ βασικό πλεονέκτημα, αφού είναι αρκετά απλή στην εφαρμογή της, ενώ κάνει χρήση κλιματικών δεδομένων, τα οποία είναι διαθέσιμα και προσβάσιμα από το σύνολο των μετεωρολογικών σταθμών. Στην προσπάθεια του ο Köppen να προσδιορίσει το σύνολο των βασικών τύπων για τα κλίματα στη γη, έκανε χρήση τριών συνόλων γραμμάτων, τα οποία χρησιμοποίησε ως σύμβολα. Το

πρώτο από αυτά τα σύνολα ήταν τα κεφαλαία γράμματα A,B,C,D,E,H, τα οποία έχουν ως στόχο να προσδιορίσουν τις γενικές καταστάσεις θερμοκρασίας, πλην του γράμματος B, το οποίο χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της βροχόπτωσης σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία. Επίσης το γράμμα H χρησιμοποιείται για να συμβολίσει μία παραλλαγή σχετικά με το κλίμα που συμβολίζεται με το γράμμα E. Τα κλίματα που εμπεριέχονται στην κατηγορία B αναγνωρίζονται ως ξηρά, αφού η δυναμική εξατμισοδιαπνοή που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια μιας μέσης χρονιάς είναι μεγαλύτερη από τη βροχόπτωση. Οι υπόλοιπες τέσσερις κατηγορίες αυτού του συνόλου, οι A,C,D,E αναγνωρίζονται ως υγρές, καθώς η βροχόπτωση είναι μεγαλύτερη από το ύψος εξάτμισης κατά τη διάρκεια μιας μέσης χρονιάς. Το δεύτερο από αυτά τα σύνολα το αποτελούν τα γράμματα F,f,m,s,T,w, και αφορά στα βροχομετρικά χαρακτηριστικά, πέραν των γραμμάτων F και T, τα οποία σχετίζονται με την παράμετρο της θερμοκρασίας. Το τρίτο σύνολο αποτελείται από τα γράμματα-σύμβολα a,b,c,d,h,k, τα οποία χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των ειδικότερων θερμοκρασιακών καταστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, στην κατάταξη Köppen εντοπίζουμε πέντε βασικές κατηγορίες κλιμάτων, καθώς και ορισμένες υποδιαίρεσεις. Οι κατηγορίες είναι οι ακόλουθες (Ahrens 1998),(Χρονοπούλου-Σερέλη & Φλόκας, 2010):

- Τροπικό κλίμα, στο οποίο το σύνολο των εποχών είναι θερμές, με τη μέση τιμή της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του πιο ψυχρού μήνα να είναι μεγαλύτερη από 18°C.
- Ξηρό κλίμα, στο οποίο δεν εντοπίζεται κανένας θερμοκρασιακός περιορισμός.
- Μεσόθερμο ή θερμό εύκρατο κλίμα, στο οποίο εντοπίζουμε κλίματα που είναι βροχερά και διακρίνονται από χειμώνες που είναι ήπιοι. Κατά τη διάρκεια του πιο θερμού μήνα, η μέση θερμοκρασία είναι πιο μεγάλη από 10°C, ενώ αντίστοιχα για τον πιο ψυχρό μήνα αυτή κινείται ανάμεσα στους 8°C και -3°C.
- Μικρόθερμο ή κλίμα ψυχρού δάσους με βροχές και δριμύ χειμώνα, όπου η μέση θερμοκρασία κατά τους πιο θερμούς μήνες είναι μεγαλύτερη από 10°C, ενώ κατά τους πιο ψυχρούς μήνες είναι -3°C.
- Αρκτικό ή πολικό κλίμα, στο οποίο η μέση θερμοκρασία για τον πιο θερμό μήνα είναι μικρότερη από 10°C.

## **2.5 Κλιματικές αλλαγές και ακραία περιβαλλοντικά γεγονότα**



Οι κλιματικές αλλαγές κατά κύριο λόγο οφείλονται στις διακυμάνσεις της ατμοσφαιρικής αφθονίας των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το μεθάνιο και το οξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O), γεγονός που αυξάνει την ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου και μεταβάλλει τα εισερχόμενα και εξερχόμενα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας, αυξάνοντας τη θερμοκρασία της γης. Ένα θερμότερο κλίμα που προκαλείται από την υπερθέρμανση του πλανήτη αλλάζει επίσης τις φυσικές διεργασίες που δημιουργούν διαφορετικούς τύπους καιρικών συνθηκών στην ατμόσφαιρα μας (IPCC, 2019). Πιο συγκεκριμένα, ένα θερμότερο κλίμα οδηγεί σε σημαντική αύξηση της ποσότητας του νερού και της ενέργειας που μετακινείται μέσω του υδρολογικού συστήματος, αυξάνοντας την εξάτμιση, τη διαπνοή και την ικανότητα του αέρα να συγκρατεί την υγρασία (Francis & Hengeveld, 1998).

Οι συνθήκες αυτές, σε συνδυασμό με μια πιο ασταθή ατμόσφαιρα λόγω της αυξημένης μεταφοράς σε θερμότερες επιφάνειες, οφείλονται στην αύξηση της συχνότητας και της έντασης των ακραίων περιβαλλοντικών γεγονότων (Francis & Hengeveld, 1998; Schindler, 2000; Laprise et al., 2003; Groisman et al., 2005; Van Aalst, 2006; IPCC, 2019). Συνολικά, το ανθρώπινο, οικολογικό και οικονομικό κόστος μιας μακροπρόθεσμης αύξησης των ακραίων περιβαλλοντικών γεγονότων είναι πιθανόν να είναι σημαντικό. Δυστυχώς, λόγω της έλλειψης έρευνας, δεν υπάρχουν σήμερα σαφείς, συνοπτικές και ρεαλιστικές στρατηγικές προσαρμογής κυρίως επειδή δεν καταλαβαίνουμε πώς τα ακραία περιβαλλοντικά γεγονότα που προκαλούνται από την αλλαγή του κλίματος θα επηρεάσουν κάθε πτυχή της ανθρώπινης πραγματικότητας (Wheaton et al., 2007).

Οι παγκόσμιες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου έχουν αυξηθεί σημαντικά από το 1750 και τώρα υπερβαίνουν κατά πολύ τα προβιομηχανικά επίπεδα. Η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί κατά περίπου το ένα τρίτο, από 280 μέρη ανά εκατομμύριο (PPM) το 1750 σε 368 PPM το 2000, αντιπροσωπεύοντας το υψηλότερο επίπεδο στην ατμόσφαιρα τουλάχιστον τα τελευταία 420.000 χρόνια και πιθανώς τα τελευταία 20 εκατομμύρια χρόνια (IPCC, 2019). Αυτή η σημαντική αύξηση της ατμοσφαιρικής συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> συνοδεύεται από αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας, η οποία τα τελευταία 50 χρόνια έχει διπλασιάσει τον ρυθμό αύξησής της σε σύγκριση με εκείνον των πρώτων 50 χρόνων του 20ού αιώνα. Παράλληλα, στις πιο

πρόσφατες δεκαετίες έχουν καταγραφεί από τα όργανα καταγραφής της παγκόσμιας θερμοκρασίας της επιφάνειας τα 12 πιο θερμά έτη (IPCC, 2019).

Δεδομένου ότι οι ανθρώπινες εκπομπές έχουν ήδη ξεκινήσει να προκαλούν σημαντικές κλιματικές αλλαγές παγκοσμίως και επειδή οι περισσότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου παραμένουν στην ατμόσφαιρα για τουλάχιστον αρκετές δεκαετίες, η παγκόσμια αλλαγή του κλίματος είναι πιθανό να συνεχιστεί, ανεξάρτητα από τυχόν σημαντική μείωση των εκπομπών (IPCC, 2019). Ωστόσο, οι ανθρωπογενείς εκπομπές αυξάνονται σταθερά και είναι απίθανο να μειωθούν στο εγγύς μέλλον, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι επιπτώσεις της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής θα επιταχυνθούν και θα ενταθούν (Van Aalst, 2006). Η ειρωνεία είναι ότι η συνεχιζόμενη άγνοια της κοινωνίας για το πρόβλημα είναι πιθανό να οδηγήσει σε δαπάνες που υπερβαίνουν δραματικά το κόστος πρόληψης (Bazerman, 2006).

Είναι ευρέως διαδεδομένη η άποψη ότι η αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C πάνω από τα επίπεδα του 1990-2000 θα αυξήσει τον κίνδυνο εμφάνισης πολλών ακραίων καιρικών φαινομένων, συμπεριλαμβανομένων των πλημμυρών, της ξηρασίας, των θερμικών κυμάτων και των πυρκαγιών, με αυξανόμενα επίπεδα δυσμενών επιπτώσεων καθώς οι θερμοκρασίες αυξάνονται (Kharin & Zwiers, 2000; Schneider et al., 2007). Αν και είναι δύσκολο να συνδεθεί εμπειρικά η εμφάνιση ενός συγκεκριμένου ακραίου καιρικού φαινομένου ειδικά με την κλιματική αλλαγή (Cannon, 1994), ο αριθμός των υδρομετεωρολογικών καταστροφών έχει αυξηθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες. Τώρα επιβεβαιώνεται με μεγάλη σιγουριά ότι η αλλαγή του κλίματος έχει ήδη και θα συνεχίσει να οδηγεί σε αλλαγές στη συχνότητα και την ένταση των ακραίων καιρικών συνθηκών σε ολόκληρο τον κόσμο (Van Aalst, 2006; IPCC, 2007; O'Brien et al., 2008).

## **2.6 Το κλίμα και οι κλιματικές αλλαγές**

Οι διάφορες μελέτες σχετικά με το κλίμα που πραγματοποιούνται τα τελευταία χρόνια κατευθύνουν ολοένα και περισσότερο τον επιστημονικό κόσμο στο συμπέρασμα πως το κλίμα της γης αλλάζει. Γενικά, το κλίμα μιας περιοχής υπόκειται σε αλλαγές, εφόσον υπάρξουν αλλαγές στους παράγοντες που είναι σε θέση να το επηρεάσουν. Σε παγκόσμιο

επίπεδο για να υπάρξει αλλαγή στο κλίμα, είναι απαραίτητο να συμβεί κάτι από τα δύο: είτε να υπάρξουν αλλαγές στο ποσό της θερμότητας που επηρεάζει το κλίμα, είτε να υπάρξουν αλλαγές στο ποσό της θερμότητας, το οποίο εκλύεται από το σύστημα αυτό καθαυτό. Παρόλα αυτά υπάρχει μία αύξηση των ενδείξεων πως οι ρυπογόνες ουσίες που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα από τον άνθρωπο κατευθύνουν το κλίμα σε καταστάσεις που χαρακτηρίζονται από αστάθεια. Κατόπιν μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν, τα δεκατέσσερα πιο θερμά έτη, από τότε που άρχισαν αυτές οι μετρήσεις, εμφανίστηκαν μετά το έτος 1980. Επιπρόσθετα, οι τελευταίες δεκαετίες έχουν σημαδευτεί από σειρά ασυνήθιστων ακραίων καιρικών φαινομένων σε παγκόσμιο επίπεδο, ενώ τα τελευταία 140 χρόνια η μέση στάθμη της θάλασσας έχει ανεβεί κατά 10 με 25 εκατοστά περίπου. Οι εν λόγω παρατηρήσεις, όταν μάλιστα συνδυάζονται και με υπολογισμούς σε θεωρητικά μοντέλα, έχουν ως αποτέλεσμα να υπάρχει μία ευρεία συναίνεση του επιστημονικού κόσμου, πως η γη βρίσκεται ήδη σε μία εποχή που χαρακτηρίζεται από κλιματική αστάθεια, απότοκο της οποίας θα είναι οι ευρείες επιπτώσεις σε περιβαλλοντικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο (Μελάς κ.α., 2000).

Έχει μεγάλη σημασία να κατανοήσουμε το γιατί και το πως έχουν γίνει οι αλλαγές στο κλίμα αυτές τις τελευταίες δεκαετίες, αφού έτσι θα μπορέσουμε να ανιχνεύσουμε και να καταχωρήσουμε τις επιπτώσεις που αποδίδονται στις αλλαγές που παρατηρούμε στο κλίμα. Αυτές οι πληροφορίες θα καταστούν η βάση για την ύπαρξη μελλοντικών προβλέψεων σχετικών με κλιματικές αλλαγές, αλλά και για τον εντοπισμό των αδύνατων σημείων που έχει η κοινωνία μας απέναντι στη μεταβλητότητα του κλίματος σήμερα, αλλά και στις αλλαγές που αυτό θα υποστεί στο μέλλον. Η IPCC (2019) στην πιο πρόσφατη Έκθεση Αξιολόγησής της συγκεντρώνει μία σειρά από στοιχεία σχετικά με την κλιματική αλλαγή, όπως αυτή συμβαίνει και παρουσιάζεται τα τελευταία 40 έως 50 έτη. Η εν λόγω έκθεση έχει ως στόχο την επιστημονική μελέτη των κλιματικών μεταβολών που πραγματοποιούνται στη γη, αλλά και τις πιθανές επιπτώσεις που αυτές οι αλλαγές θα έχουν στον οικονομικό και κοινωνικό τομέα (IPCC, 2019).

Προκειμένου να έχουμε στη διάθεση μας προσομοιώσεις που εμφανίζουν τις κλιματικές αλλαγές είναι δυνατόν να γίνει χρήση μοντέλων, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να κάνουν προβλέψεις σχετικά με κλιματικές αλλαγές που μπορεί να συμβούν στο μέλλον, κάνοντας αναφορά σε μία ευρεία χρονική κλίμακα που μπορεί να εκτείνεται από δεκάδες έως

εκατοντάδες χρόνια. Οι προσομοιώσεις που αφορούν σε κλιματικά μοντέλα παρουσιάζουν μία σημαντική άνοδο στα επίπεδα της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Αξίζει να αναφερθεί εδώ, πως εκείνα τα μοντέλα προσομοιώσεων που παρουσιάζουν μία πιο μεγάλη άνοδο της παγκόσμιας θερμοκρασίας ίσως αποδειχτεί πως είναι ακριβέστερα σε σύγκριση με όσα παρουσιάζουν πιο μικρή άνοδο, όπως αναφέρουν και αναλύσεις επιστημόνων από το Εθνικό Κέντρο Ατμοσφαιρικών Ερευνών των ΗΠΑ (NCAR). Εκείνα τα κλιματικά μοντέλα, που κατάφεραν να αποτυπώσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις πολύπλοκες διαδικασίες γύρω από την υγρασία και τα σχετιζόμενα νέφη, τα οποία έχουν μία σπουδαία επιρροή στο κλίμα παγκοσμίως, ήταν και αυτά που αποτύπωσαν την υψηλότερη θέρμανση, αφού πλέον η ανθρωπότητα σε παγκόσμιο επίπεδο εκλύει πιο πολλά αέρια στην ατμόσφαιρα (Fasullo & Trenberth, 2012).

## **2.7 Η Γεωμορφολογία της Μεσογείου**

Η Μεσόγειος από την αρχαιότητα είναι γνωστή, ως μία μεγάλη και κλειστή θάλασσα, η οποία περικλείεται από τρεις ηπείρους, την Ασία, την Αφρική, και την Ευρώπη. Η Μεσόγειος δημιουργήθηκε όταν έγινε σύγκλιση ανάμεσα στις τεκτονικές πλάκες Αφρικής και Ευρώπης. 15 εκατομμύρια χρόνια πριν η Αφρικανική πλάκα συγκρούστηκε με την Ευρασιατική, οδηγώντας στο διαχωρισμό της πρώιμη Μεσογείου (Τηθύα) από τον Ινδικό Ωκεανό, δημιουργώντας κατά αυτό τον τρόπο μία σειρά έντονων αλλαγών στα ρεύματα του ωκεανού, με άμεσες μεταβολές στο κλίμα προς πιο ψυχρές συνθήκες. Το άνοιγμα που υπάρχει σήμερα στο Γιβραλτάρ δημιουργήθηκε περίπου κατά τη διάρκεια της Πλειόκαινου περιόδου (5-2 εκατομμύρια χρόνια πριν). Πριν από αυτήν την περίοδο υπήρχαν δύο ανοίγματα ανάμεσα στον Ατλαντικό και τη Μεσόγειο, στο βόρειο Μαρόκο και τη νότια Ισπανία. Τα ανοίγματα αυτά έκλεισαν μέσα σε μία περίοδο 11,6 και 7,3 εκατομμυρίων ετών πριν, γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα να υπάρξει μία κρίση αλμυρότητας πριν από τη γνωστή του Μεσσηνίου, η οποία αφορά σε εκείνη την περίοδο, κατά την οποία η Μεσόγειος εξατμίστηκε περίπου 5,96 εκατομμύρια χρόνια πριν (Γεωδίφης, 2009).

Η Μεσόγειος θάλασσα βρίσκεται μεταξύ του βόρειου, του ανατολικού, και του δυτικού ημισφαιρίου της γης. Γεωγραφικά η θέση της στον παγκόσμιο χάρτη ορίζεται από τους γεωγραφικούς μεσημβρινούς και παράλληλους, από τους οποίους πλαισιώνεται. Πιο

συγκεκριμένα το γεωγραφικό πλάτος της Μεσογείου είναι 30° 15' Β έως 45° 50' Β και το γεωγραφικό της μήκος 05° 21' Δ μέχρι 36° 10' Α. Η Μεσόγειος επικοινωνεί με τις γειτονικές της θάλασσες μέσα από τρία αρκετά μικρά ανοίγματα. Δύο από αυτά τα ανοίγματα είναι φυσικά, και αφορούν στον πορθμό του Γιβραλτάρ για την επικοινωνία με τον Ατλαντικό Ωκεανό, τα στενά του Ελλήσποντου - Βόσπορου για την επικοινωνία με τη Μαύρη θάλασσα. Το τρίτο άνοιγμα είναι τεχνητό και αφορά στη Διώρυγα του Σουέζ για την επικοινωνία με την Ερυθρά θάλασσα. Συνολικά η έκταση της Μεσογείου φτάνει τα 2.966.000 km<sup>2</sup>. Το μέγιστο μήκος που έχει η Μεσόγειος στην έκταση της από το Γιβραλτάρ έως και τις ανατολικότερες ακτές της είναι 3.860 χλμ., το μέγιστο πλάτος της 1.800 χλμ., ενώ το πιο βαθύ σημείο της φτάνει τα 5.120 μ. Το μέσο βάθος της είναι 1.500 μ. ενώ το μέσο πλάτος της Μεσογείου είναι 600 χλμ. Σε γενικές γραμμές η Μεσόγειος αποτελεί την πιο μεγάλη κλειστή θάλασσα στη γη. Η περιοχή ανάμεσα στη Σικελία και την Τυνησία έχει μέγιστο πλάτος 120 χλμ. με βάθος μόλις στα 350 μ. Ωστόσο τόσο στα δυτικά όσο και στα ανατολικά αυτού του σημείου το βάθος της θάλασσας είναι αρκετά μεγάλα. Ως εκ τούτου, η Μεσόγειος θάλασσα χωρίζεται σε δύο πιο μικρές θαλάσσιες περιοχές, την ανατολική και τη δυτική (Baldi et al., 2006).

## **2.8 Το κλίμα της Μεσογείου και κλιματικές αλλαγές**

Η γεωγραφική θέση της Μεσογείου, αλλά και το γεγονός πως είναι μία θάλασσα κλειστή, η οποία έχει δύο μόνο εξόδους, το κλίμα που επικρατεί σε αυτήν σε γενικές γραμμές είναι ήπιο, και ονομάζεται μεσογειακό. Πιο αναλυτικά το κλίμα της Μεσογείου αποτελεί έναν ιδιαίτερο τύπο εύκρατου κλίματος, το οποίο το χαρακτηρίζουν οι ήπιοι χειμώνες και τα ξηρά και ζεστά καλοκαίρια. Το σύνολο των βροχών είναι μικρό και εμφανίζεται κατά κύριο λόγο το φθινόπωρο και το χειμώνα. Στο κλίμα της Μεσογείου κατά κύριο λόγο ευδοκιμούν φυτά, όπως το αμπέλι, η ελιά, τα εσπεριδοειδή, και το σιτάρι.

Επιπρόσθετα, η Μεσόγειος βρίσκεται πλησίον και της τροπικής ζώνης. Το αποτέλεσμα αυτής της εγγύτητας είναι να γίνεται δέκτης των νερών από μία σειρά ποταμών, τουλάχιστον 500, ανάμεσα τους και ο Νείλος, που είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος ποταμός στον κόσμο. Ωστόσο, συνολικά η παροχή νερού από όλα αυτά τα ποτάμια είναι σχετικά μικρή. Τα ίδια μικρά ποσοστά παροχής νερού έχει η Μεσόγειος και από τη βροχή, καθώς οι

βροχοπτώσεις στην περιοχή είναι λιγιστές και δεν έχουν ομοιόμορφη κατανομή σε όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Με βάση όλα αυτά τα δεδομένα, διαπιστώνεται πως η εξάτμιση του θαλασσινού νερού της Μεσογείου είναι ιδιαίτερος σημαντική και ως εκ τούτου παρατηρείται αυξημένη αλατότητα σε αυτήν. Βέβαια, η απώλεια του νερού από τη λεκάνη της Μεσογείου λόγω της εξάτμισης, αναπληρώνεται σε ικανοποιητικό βαθμό από τα νερά που εισέρχονται σε αυτήν από τη Μαύρη θάλασσα και τον Ατλαντικό ωκεανό. Χωρίς αυτήν την αναπλήρωση στα νερά της Μεσογείου, οι υπολογισμοί αναφέρουν πως σε μία χιλιετία από σήμερα η λεκάνη της Μεσογείου θα ήταν ένας άνυδρος ξερός τόπος.

Στο μέλλον η Μεσόγειος, σε σύγκριση με άλλες περιοχές στη γη, αναμένεται να αντιμετωπίσει πολύ σοβαρότερα προβλήματα λόγω της κλιματικής αλλαγής. Οι επιστήμονες παρακολουθούν και μελετούν το σύνολο των κλιματικών αλλαγών που έχουν παρατηρηθεί στη λεκάνη της Μεσογείου κατά το παρελθόν, και ιδιαίτερος τα τελευταία 500 χρόνια, έτσι ώστε να είναι σε θέση να έχουν στοιχεία που είναι αξιόπιστα, αλλά και υψηλής ανάλυσης. Το ενδιαφέρον των επιστημόνων επικεντρώνεται κατά βάση στην περίοδο από τα μισά του περασμένου αιώνα και μετά, δηλαδή από το 1950 περίπου, αφού τα κλιματικά δεδομένα διαθέτουν επαρκή ποιότητα, και ως εκ τούτου είναι σε θέση να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να καταγραφούν οι τάσεις του παρόντος κλίματος. Οι βασικοί φυσικοί και γεωγραφικοί παράγοντες που συμβάλουν στη διαμόρφωση των αλλαγών στο κλίμα της Μεσογείου είναι το γεωγραφικό πλάτος, η ατμοσφαιρική κυκλοφορία, οι θερμοκρασίες των επιφανειακών υδάτων στον Ατλαντικό και την ίδια της Μεσόγειο, το υψόμετρο και το ανάγλυφο, οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε θάλασσα και ξηρά, και άλλες μικρότερης κλίμακας διεργασίες. Οι κλιματικές προβλέψεις για την περιοχή της Μεσογείου εκτιμούν πως θα υπάρξει άνοδος της μέσης τιμής της θερμοκρασίας και της ξηρασίας, αλλά και αύξηση της συχνότητας με την οποία εμφανίζονται ακραία καιρικά φαινόμενα (Παπανικολάου & Παπανικολάου, 2011).

## **2.9 Παρακολούθηση ακραίων καιρικών φαινομένων**

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα προκαλούν μεγάλη ανησυχία μεταξύ της επιστημονικής κοινότητας λόγω των οικονομικών, κοινωνικών και οικολογικών επιπτώσεών τους (Zhang et al., 2001; IPCC, 2007). Η λεκάνη της Μεσογείου είναι μια περιοχή συχνής κυκλωνικής δραστηριότητας, η οποία συνδέεται σε πολλές περιπτώσεις με ακραία καιρικά φαινόμενα, οδηγούμενη από τοπικούς παράγοντες όπως η ορογραφία και η απελευθέρωση λανθάνουσας θερμότητας στην επιφάνεια της θάλασσας και οι καθιερωμένες κλιματικές συνθήκες. Ωστόσο, η δραστηριότητα του κυκλώνα παρουσιάζει μεγάλη εποχική και χωρική μεταβλητότητα, με μεγάλες διαφορές από τη δυτική έως την ανατολική Μεσόγειο και μεταξύ της κρύας και της θερμής περιόδου (Lionello et al., 2006). Τα τελευταία χρόνια έχει πραγματοποιηθεί μια αρκετά σημαντική ανάλυση των δεικτών ακραίας βροχόπτωσης για την ανατολική (Kostoroulou and Jones, 2005), κεντρική και δυτική πλευρά της λεκάνης της Μεσογείου (Brunetti et al., 2001; Alpert et al., 2002) από ένα μεγάλο αριθμό μετεωρολογικών σταθμών.

Οι μελέτες αυτές πραγματοποιήθηκαν είτε με την ανάλυση δεδομένων βροχόπτωσης από μεμονωμένους σταθμούς είτε με τη συλλογή δεδομένων από φαινόμενα ακραίων βροχοπτώσεων, προκειμένου να εξομαλυνθούν οι χωρικές ασυνέχειες. Μία τέτοια βάση δεδομένων, η οποία βασίζεται στα δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών, είναι η CRU TS 3.1 μηνιαίας βροχόπτωσης (Climatic Research Unit, University of East Anglia) με χωρική διαφορά  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ , καλύπτοντας όλες τις χερσαίες περιοχές της γης, και μερικά μεγάλα νησιά, με εξαίρεση την περιοχή της Ανταρκτικής (Mitchell & Jones, 2005), για την περίοδο από το 1901 έως και το 2009.

Αυτά τα σύνολα δεδομένων κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας σύνολα βροχοπτώσεων από πολλούς μετεωρολογικούς σταθμούς σε όλο τον κόσμο που έχουν δοκιμαστεί για την αξιοπιστία τους, αλλά και την ομοιογένειά τους. Ένα άλλο αντίστοιχο πλέγμα δεδομένων αφορά τα παγκόσμια σύνολα δεδομένων του Κέντρου Κλιματολογίας Βροχοπτώσεων (GPCC) που περιγράφονται από τους Schneider et al. (2008) με χωρική ανάλυση μέχρι  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ , για την περίοδο 1901-2010. Οι Dinku et al. (2008) αξιολόγησαν πρόσφατα την απόδοση του GPCC Full Data Reanalysis Product Version 3, καλύπτοντας την περίοδο 1951-2004, χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο μετρητών πάνω από τη σύνθετη τοπογραφία της Αφρικής, ενώ οι Raziqi et al. (2011) πραγματοποίησαν ανάλυση ξηρασίας στο Ιράν με βάση τα σύνολα δεδομένων GPCC και NCEP / NCAR. Μία δεκαετία περίπου πριν κατασκευάστηκε

και ένα ευρωπαϊκό σύστημα δεδομένων ημερήσιας κλίμακας υψηλής ανάλυσης για την καταβύθιση και την ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία επιφάνειας (σύνολο δεδομένων E-OBS) (Haylock et al., 2008). Η συλλογή δεδομένων E-OBS πραγματοποιήθηκε κατά κύριο λόγο από το Βασιλικό Μετεωρολογικό Ινστιτούτο της Ολλανδίας (KNMI), το οποίο φιλοξενεί επίσης το Ευρωπαϊκό Σύστημα Αξιολόγησης Κλίματος και Δεδομένων (ECA&D). Το σετ παρατήρησης των ECA&D χρησίμευσαν ως σημείο εκκίνησης για το σύνολο δεδομένων ENSEMBLES και η υποδομή βάσης δεδομένων ECA&D χρησιμοποιήθηκε επίσης για το σύνολο δεδομένων ENSEMBLES. Οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι παρεμβολής επιλέχθηκαν μετά από προσεκτική αξιολόγηση ενός αριθμού εναλλακτικών λύσεων.

Ωστόσο, τα σύνολα δεδομένων των βροχοπτώσεων που βασίζονται σε παρατηρήσεις βροχόπτωσης, αν και παρέχουν μεγαλύτερες εγγραφές (Yatagai et al., 2009), εμποδίζουν την επαρκή δειγματοληψία του πεδίου βροχόπτωσης για παγκόσμιες / περιφερειακές εφαρμογές. Δεν παρέχουν αξιόπιστη χωρική αναπαράσταση των βροχοπτώσεων (Gruber & Levizzani, 2008), ειδικά πάνω από ωκεάνιες, ερημικές και ορεινές περιοχές. Από την άλλη πλευρά, οι διαστημικές παρατηρήσεις παρέχουν πιο ομοιογενή ποιότητα δεδομένων σε σύγκριση με τις παρατηρήσεις εδάφους (Schulz et al., 2009), ειδικά σε ορεινές και ωκεάνιες περιοχές. Τα προϊόντα κατακρημνίσεως αφορούν μηνιαία δεδομένα με πλέγμα χωρικής διακριτικής ικανότητας  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$  που συνδυάζουν δορυφορικές και επίγειες παρατηρήσεις. Επιπρόσθετα, εκτός από τα μηνιαία σύνολα δεδομένων, το έργο GPCP παρέχει πλήρεις πληροφορίες για τις βροχοπτώσεις σε καθημερινή βάση από το 1997 μέχρι σήμερα με χωρική ανάλυση  $1^\circ \times 1^\circ$  (Huffman et al., 2001). Τα σύνολα δεδομένων GPCP επικυρώνονται έναντι παρατηρήσεων επί εδάφους (Adler et al., 2003; Hatzianastassiou et al., 2008; Nastos, 2011).

Σημαντική συμβολή στην παρακολούθηση των βροχοπτώσεων από το διάστημα είναι η αποστολή μέτρησης βροχοπτώσεων (TRMM) (Kummerow et al., 1998). Ο δορυφόρος TRMM περνάει πάνω από την περιοχή της Μεσογείου περίπου έξι φορές την ημέρα, με σχετικά μικρό οπτικό πεδίο, παρατηρώντας απόσταση λίγων εκατοντάδων χιλιομέτρων (χωρική ανάλυση β 10 χλμ.) για περίοδο μικρότερη των 90 δευτερολέπτων. Οι παρατηρήσεις του TRMM έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές μελέτες για να αναλύσουν και να ερμηνεύσουν τα πρότυπα και τα χαρακτηριστικά των βροχοπτώσεων. Οι Mehta και Yang (2008) παρουσίασαν την κλιματολογία των βροχοπτώσεων στη λεκάνη της



Μεσογείου με αποτελέσματα δέκα ετών μετρήσεων από το TRMM. Οι Funatsu et al. (2007) διερεύνησαν τις δορυφορικές παρατηρήσεις της μονάδας AMSU για τη μελέτη κλιματολογικών χαρακτηριστικών στην περιοχή της Μεσογείου και διαπίστωσαν ότι ο συνδυασμός των καναλιών AMSU-B 3 και 5 είναι σε θέση να διακρίνουν περιοχές μέτριας έως έντονης βροχόπτωσης με καλή συμφωνία με τα αποτελέσματα που προέρχονται από το TRMM και ανεξάρτητα δεδομένα εδάφους.

Χρησιμοποιώντας κατακόρυφα προφίλ ρυθμού βροχόπτωσης TRMM οι Heiblum et al. (2011) ανέλυσαν τη χωρική και χρονική κατανομή της μέσης υδρομετρικής μάζας σε σύννεφα σε συνάρτηση με την απόσταση από τις ακτές κατά τις χειμερινές εποχές του 1998 - 2011 στην Ανατολική Μεσόγειο. Τα όργανα με βάση το διάστημα, όπως ο αισθητήρας απεικόνισης κεραυνού (LIS) και το ραντάρ κατακρημνίσεων (PR) που βρίσκονται στον δορυφόρο TRMM (Kozu et al., 2001) χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη βροχοπτώσεων και κεραυνών στην ανατολική Μεσόγειο (Price & Federmesser, 2006). Διαπίστωσαν ότι πάνω από το 75% των βροχοπτώσεων και των κεραυνών στην περιοχή αυτή εμφανίζεται τους χειμερινούς μήνες (Οκτώβριος-Μάρτιος), ενώ σχεδόν το 90% των καταιγίδων στην περιοχή αυτή παρατηρείται πάνω από τη Μεσόγειο Θάλασσα. Επιπροσθέτως, οι Lagouvardos και Kotroni (2007) διαπίστωσαν ότι η συνδυασμένη χρήση διαφόρων διαστημικών οργάνων (TRMM) και επίγειων οργάνων (δίκτυο ανίχνευσης κεραυνού ZEUS) θα μπορούσε να είναι χρήσιμη για την παρατήρηση του συστήματος χαμηλής πίεσης στην Ανατολική Μεσόγειο. Επιπρόσθετα, η παρακολούθηση καταιγίδων σκόνης στις περιοχές της Μεσογείου και της Ανατολικής Ασίας πραγματοποιήθηκε με χρήση του μικροκυματικού ιχνηλάτη TRMM (TMI) (Kaskaoutis et al., 2010; Nastos, 2012).

Τα σύνολα δεδομένων που βασίζονται σε δορυφόρους πρέπει να εξεταστούν και να επικυρωθούν σε σύγκριση με τα δεδομένα εδάφους που αφορούν τη βροχή. Μια διασταυρούμενη σύγκριση των συνόλων δεδομένων βροχοπτώσεων από τον δορυφόρο TRMM και τα δεδομένα μετρήσεων του έργου για το παγκόσμιο κλίμα καταβυθίσεων (GPCP) περιγράφονται από τους Adler et al. (2002). Οι περιφερειακές επικυρώσεις του TRMM με σύνολα δεδομένων υψηλής πυκνότητας βροχοπτώσεων που βασίζονται σε μετρητές βροχόπτωσης πραγματοποιήθηκαν μεταξύ άλλων για την Ελλάδα (Nastos et al., 2010), το Ιράν (Javanmard et al., 2010), τη Σαουδική Αραβία (Almazroui, 2011), την Ινδία (Brown, 2006) και την Κίνα (Li et al., 2012). Επιπρόσθετα, αναλύσεις βροχοπτώσεων που

βασίζονται σε μοντέλο χρησιμοποιώντας το μοντέλο BOlogna Limited Area Model (BOLAM) συγκρίθηκαν με τους αλγόριθμους βροχόπτωσης MW που χρησιμοποιούν δεδομένα από το TRMM για σοβαρά καιρικά φαινόμενα στη δυτική Μεσόγειο Θάλασσα (Kastner et al., 2006), ενώ η τεχνική Convective-Stratiform (CST) βαθμονομείται από τα ποσοστά βροχόπτωσης από το ραντάρ κατακρημνίσεως TRMM (PR), στην περιοχή της Κεντρικής και Ανατολικής Μεσογείου.

Οι εκτιμήσεις από αυτήν την τεχνική επαληθεύονται σε ένα σύνολο δεδομένων βροχόπτωσης, με βάση μόνο τα δεδομένα βροχοπτώσεων, για διαφορετικές χρονικές κλίμακες (Feidas et al., 2009). Άλλωστε, οι Hahmann et al. (2008) επικύρωσαν υποβαθμισμένες προσομοιώσεις συνολικού μοντέλου μελλοντικών κλιματικών συνθηκών για την ανατολική Μεσόγειο Θάλασσα και τη γύρω περιοχή της ξηράς με βαθμονομημένες δορυφορικές μετρήσεις IR, δεδομένα TRMM και σύνολα μετρήσεων. Οι Gabella et al. (2006) πραγματοποίησαν επικύρωση των αποτελεσμάτων του TRMM στη νοτιοανατολική Μεσόγειο με ένα κλιματολογικό δίκτυο μετρητών βροχής που λειτουργούσε από το 1917 στην Κύπρο. Η σύγκριση κατά τη διάρκεια των πρώτων 5 ετών της αποστολής TRMM (Δεκέμβριος 1997-Νοέμβριος 2002) δείχνει ότι οι ποσοτικές εκτιμήσεις του ραντάρ κατακρημνίσεως TRMM είναι αξιοσημείωτα αξιόπιστες κατά τους τρεις (από τους τέσσερις) υγρούς μήνες: Νοέμβριος, Δεκέμβριος και Ιανουάριος.

Επιπλέον, το ραντάρ κατακρημνίσεως TRMM μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση και την προσαρμογή των δεδομένων εδάφους (ραντάρ), ως συνάρτηση της απόστασης από την τοποθεσία ραντάρ (Gabella et al., 2011). Οι Heymsfield et al. (2000) σύγκριναν το προφίλ ανακλαστικότητας του ραντάρ TRMM με μετρήσεις ραδιοεντοπισμού υψηλής επίστασης και αεροσκαφών υψηλής επίλυσης. Πιο συγκεκριμένα, η οριζόντια ανάλυση της PR είναι 4,3 χλμ. εντός της τροπόσφαιρας, και αυξάνεται σε περίπου 5,0 χλμ. στη μέγιστη γωνία πρόσπτωσης 17ο και το ελάχιστο ανιχνεύσιμο σήμα είναι περίπου 18 dBZ (NASDA, 1999), καλύπτοντας όλες τις βροχοπτώσεις μέχρι περίπου 0,4 mm h<sup>-1</sup>, υποθέτοντας ομοιόμορφη πλήρωση δέσμης. Έτσι, τα αποτελέσματα της περιορισμένης οριζόντιας ανάλυσης και της χαμηλής ευαισθησίας συνδυάζονται για να αποκλείσουν τα απομονωμένα, μικρά κύτταρα καταιγίδας από την άποψη της PR. Ένα κύτταρο με διάμετρο 1 km πρέπει να έχει μέση ανακλαστικότητα τουλάχιστον 33 dBZ που πρέπει να δει το PR (Bolen & Chandrasekar, 1999).

Εάν το κελί βρίσκεται στο κέντρο του αποτυπώματος PR, η απαιτούμενη ανακλαστικότητα θα ήταν ακόμη υψηλότερη. Περιστασιακά, το PR καταγράφει μετεωρολογικά φαινόμενα σε ανακλαστικότητες μικρότερες από 17 dBZ, αλλά ο λόγος σήματος προς το θόρυβο στις χαμηλότερες ανακλαστικότητες είναι ασθενής. Οι αντανακλάσεις PR off-nadir μολύνθηκαν επίσης από επιφανειακή ακαταστασία για τουλάχιστον ένα μέρος των χαμηλότερων 1,6 km στη γωνία πρόσκρουσης 178. Οι Heymsfield et al. (2000) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συνδυασμός φιλτραρίσματος και περιορισμένης ευαισθησίας μπορεί να προκαλέσει την παραμονή των ασθενών κυττάρων ή του ανώτερου τμήματος των ισχυρότερων κυττάρων από την PR. Οι καταιγίδες μεγαλύτερες από το αποτύπωμα PR τείνουν να περιβάλλονται από μια τεχνητή αδύναμη απόχρωση.

## **2.10 Δείκτες ακραίων κλιματικών φαινομένων**

Στην προσπάθεια που καταβάλλεται προκειμένου να διαμορφωθεί μία ενιαία αντίληψη από μέρους της επιστημονικής κοινότητας όσον αφορά τις αλλαγές που παρατηρούνται τόσο στον καιρό όσο και στο κλίμα, μία σειρά από φορείς, όπως ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός, η ειδική ομάδα επί της ανίχνευσης των κλιματικών αλλαγών από το πρόγραμμα ETCCDMI (Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices), αλλά και το Ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα STARDEX (Statistical and Regional dynamical Downscaling of Extremes for European regions), ένωσαν τις επιστημονικές τους δυνάμεις και γνώσεις προκειμένου να οργανώσουν και να συστήσουν έναν κατάλογο με εξήντα ένα περιγραφικούς δείκτες για τα ακραία καιρικά φαινόμενα.

Ως εκ τούτου, σήμερα είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε τα ακραία καιρικά κλιματικά φαινόμενα κάνοντας χρήση αυτών των κλιματικών δεικτών, τους οποίους οι επιστήμονες επιλέγουν κατά τέτοιο τρόπο που να παρουσιάζουν ομοιογένεια όσον αφορά της περιοχή ενδιαφέροντος, να είναι εύκολα κατανοητοί, αλλά και να έχουν σχέση με τις πρακτικές ανάγκες που έχουν τα κέντρα στα οποία λαμβάνονται οι αποφάσεις. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειώσουμε πως μέσα από την εμπειρία που αποκτούν οι επιστήμονες από τη χρήση αυτών των δεικτών, στο μέλλον ίσως και να πραγματοποιηθεί περαιτέρω έρευνα προκειμένου να εντοπιστούν και επιπλέον δείκτες ή να υπάρξει αλλαγή των ορισμών των

υπαρχόντων δεικτών. Οι εξήντα ένας δείκτες που αυτή τη στιγμή χρησιμοποιούνται είναι καταχωρημένοι σε μία σειρά από κατηγορίες σύμφωνα με τις πτυχές της κλιματικής αλλαγής, τις οποίες μπορούν να περιγράψουν. Οι εν λόγω κατηγορίες είναι το κρύο, η ζέστη, η ξηρασία, η νεφοκάλυψη, η υγρασία, η βροχή, η πίεση, το χιόνι, η θερμοκρασία, η ηλιοφάνεια και σύνθετα.

Σε γενικές γραμμές, οι δείκτες που συνδέονται με την κλιματική μεταβολή, αλλά και με τα ακραία καιρικά φαινόμενα έχουν χρησιμοποιηθεί για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, κατά κύριο λόγο προκειμένου να αξιολογούνται οι παρατηρήσεις οι θερμοκρασίες και οι βροχοπτώσεις και αν τα επίπεδα τους είναι μεγαλύτερα ή μικρότερα από ένα εύρος οριακών τιμών (Founda *et al.*, 2019). Αν και οι εν λόγω δείκτες παρέχονταν μέσα από τοπικές συνθήκες, τα όρια που σχετίζονταν με όλα τα σημεία του κόσμου ήταν λίγα. Ως εκ τούτου οι δείκτες των ακραίων καιρικών φαινομένων με το πέρασμα του χρόνου εξελίχθηκαν και στην παρούσα φάση η προσοχή τους εστιάζεται στα όρια που περιγράφονται στα χαμηλότερα επίπεδα των κατανομών αυτών των μετεωρολογικών μεταβλητών. Προκειμένου να αντιληφθούμε καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο τα ακραία καιρικά φαινόμενα αλλάζουν σε παγκόσμιο επίπεδο, ένα από τα υποσύνολα του ευρέως φάσματος του συνόλου των δεικτών έχει πλέον συντονιστεί σε διεθνές επίπεδο, γεγονός που επιτρέπει την αρμονική συνεργασία αποτελεσμάτων από μελέτες που πραγματοποιούνται σε διάφορα σημεία του κόσμου (Zhang *et al.*, 2011).

## **2.11 Ακραία καιρικά φαινόμενα στην ανατολική Μεσόγειο**

Τα πρότυπα των ακραίων καιρικών φαινομένων στην ανατολική Μεσόγειο δεν εξαρτώνται μόνο από τις συνθετικές καιρικές συνθήκες αλλά και από την έντονη τοπογραφία, όπως για παράδειγμα τα βουνά Τάυρος και Ζάγκρος, μέσω των οποίων οι ποταμοί Ευφράτης και Τίγρης παρέχουν το απαιτούμενο νερό (Barth & Steinkohl 2004; Evans *et al.* 2004). Οι προβλέψεις για την αλλαγή του κλίματος υποδεικνύουν μια βόρεια πρόοδο του ρεύματος αερίων και της τροχιάς της καταιγίδας στον 21ο αιώνα, γεγονός που μπορεί να αυξήσει την περιφερειακή εξάρτηση από τις ορογραφικές βροχοπτώσεις (Black *et al.*, 2010; Evans, 2010; Markonis *et al.*, 2017). Η βροχόπτωση θα μπορούσε ενδεχομένως να αυξηθεί στις ορεινές περιοχές της βόρειας ανατολικής Μεσογείου και ενδεχομένως και στο νότιο τμήμα

της λόγω της επέκτασης της τροπικής ζώνης τροπικής προς βορρά (Evans, 2010; Lelieveld et al., 2012).

Παρ' όλα αυτά, τα κλιματικά μοντέλα προβλέπουν με συνέπεια τη συνολική ξήρανση της περιοχής (IPCC 2007; Kitho et al. 2008), που θα επηρεάσει τα μεγάλα ποτάμια συστήματα τους κατά υδάτινους πόρους και την παραγωγή τροφίμων. Η έκταση της βροχόπτωσης μπορεί να μειωθεί και η παράταση της ξηρής περιόδου θα μειώσει τη διαθεσιμότητα των βοσκοτόπων (Evans 2009). Αν και οι αποδόσεις των καλλιεργειών ενδέχεται να αυξηθούν το χειμώνα, ενδέχεται να μειωθούν κατά το υπόλοιπο έτος και ο αυξημένος κίνδυνος πυρκαγιάς και ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορεί να επιδεινώσει το περιβαλλοντικό άγχος (Giannakopoulos et al. 2009).

Οι κλίσεις και οι αντιθέσεις είναι χαρακτηριστικές για την ανατολική μεσόγειο, όχι μόνο σε κλιματικές συνθήκες, αλλά και σε κοινωνικές και οικονομικές πτυχές, πρόσβαση σε φυσικούς πόρους, καθώς και πολιτιστικές και θρησκευτικές παραδόσεις. Η ποικιλομορφία αυτή είναι μια περιφερειακή ιδιότητα, αλλά μπορεί επίσης να συνδέεται με πολιτικές εντάσεις. Δεδομένου ότι η περιοχή αποτελεί σημαντική τοποθεσία κλιματικής αλλαγής, υπάρχει ανησυχία για τη μελλοντική κατάσταση του περιβάλλοντος και των κοινωνικών συνεπειών (IPCC, 2019). Είναι γνωστό πως ένα μεγάλο μέρος της ανατολικής Μεσογείου αντιμετωπίζει λειψυδρία (IPCC, 2019). Η ζήτηση για γλυκό νερό αυξάνεται συνεχώς, σε σχέση με την αύξηση του πληθυσμού και την οικονομική ανάπτυξη, ενώ η Μέση Ανατολή έχει αναγνωριστεί ως η πρώτη περιοχή παγκοσμίως για την αποτελεσματική εξάντληση γλυκού νερού (Allan 2001). Αν και ορισμένες υποπεριφέρειες είναι ακατάλληλες για γεωργία, άλλες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από αυτήν και η αλλαγή του κλίματος είναι πιθανό να επιβάλει προκλήσεις που θα μπορούσαν να επιδεινώσουν τις περιφερειακές εντάσεις. Το καλοκαίρι στην ανατολική Μεσόγειο μπορεί να είναι ζεστό και η κλιματική αλλαγή μπορεί να εντείνει τα κύματα καύσωνα με συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία, την κατανάλωση ενέργειας και την οικονομική δραστηριότητα, συμπεριλαμβανομένου του τουριστικού τομέα, (Lelieveld et al., 2012).

## **2.12 Πρόγραμμα SPSS**

Σύμφωνα με τις ιστοσελίδες του Πανεπιστημίου της Γενεύης και της εταιρείας IBM, το στατιστικό πακέτο SPSS είναι ένα σύνολο προγραμμάτων λογισμικού που συνδυάζονται μαζί σε ένα ενιαίο πακέτο. Η βασική εφαρμογή αυτού του προγράμματος είναι η ανάλυση επιστημονικών δεδομένων που σχετίζονται κατά κύριο λόγο με τις κοινωνικές επιστήμες, χωρίς βέβαια αυτό να σημαίνει πως δεν έχει εφαρμογή και σε άλλα επιστημονικά πεδία. Με τη βοήθεια των στατιστικών πληροφοριών που έχουν συγκεντρωθεί, οι ερευνητές μπορούν εύκολα να κατανοήσουν εύκολα τη διασύνδεση ανάμεσα σε δεδομένα. Βασικά, το SPSS αποθηκεύει και οργανώνει πρώτα τα παρεχόμενα δεδομένα και κατόπιν συντάσσει το σύνολο δεδομένων για να παράγει την κατάλληλη έξοδο. Το SPSS έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να χειρίζεται ένα μεγάλο σύνολο μεταβλητών μορφών δεδομένων (Levesque, 2007).

## **2.13 Πρόγραμμα QGIS**

Το QGIS λειτουργεί ως λογισμικό συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), επιτρέποντας στους χρήστες να αναλύουν και να επεξεργάζονται χωρικές πληροφορίες, εκτός από τη σύνθεση και την εξαγωγή γραφικών χαρτών. Το QGIS υποστηρίζει τόσο τα στρώματα raster όσο και τα διανυσματικά. Τα διανυσματικά δεδομένα αποθηκεύονται ως χαρακτηριστικά σημείου, γραμμής ή πολύγωνου. Υποστηρίζονται πολλαπλές μορφές εικόνων raster και το λογισμικό μπορεί να προβάλλει εικόνες γεωαναφοράς, γεγονός που το καθιστά ένα ιδιαίτερος χρήσιμο εργαλείο στη μελέτη ακραίων και μη καιρικών φαινομένων.

## **2.14 Μετεωρολογικοί σταθμοί**

Η παρακολούθηση του καιρού παίζει σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη ζωή. Ένας μετεωρολογικός σταθμός δημιουργείται με τα όργανα και τον εξοπλισμό που απαιτούνται για τη μέτρηση των ατμοσφαιρικών συνθηκών για την παροχή δεδομένων για τις καιρικές προβλέψεις και για τη μελέτη του καιρού και του κλίματος. Οποιοσδήποτε σταθμός κλιματολογικής παρατήρησης που αποτελεί μέρος εθνικού δικτύου πρέπει να είναι εφοδιασμένος με τυποποιημένα και εγκεκριμένα όργανα. Ο σταθμός θα πρέπει να δημιουργηθεί με ομοιόμορφους κανόνες και πρότυπα. Το μετεωρολογικό δίκτυο

παρατηρήσεων αποτελείται κανονικά από διάφορα πεδία παρατήρησης όπως ο επιφανειακός, ο ανώτερος, ο ωκεανικός και ο σεισμολογικός. Οι σταθμοί παρακολούθησης καιρού δημιουργούνται για το σκοπό αυτό με τον απαιτούμενο εξοπλισμό. Τα παρακάτω είναι τα είδη σταθμών παρατήρησης που χρησιμοποιούνται στην παρακολούθηση καιρού (Colston et al., 2018):

- α) Σταθμός συνοπτικής παρατήρησης
- β) Σταθμός βάσης Ωκεανο-Μετεωρολογικής Παρατήρησης (BOMO)
- β) Σταθμός παρατήρησης ανώτερου αέρα
- γ) Σταθμός παρατήρησης καιρού με ραντάρ
- δ) Μετεωρολογικός σταθμός αεροπορίας
- ε) Σταθμός σεισμολογικής παρατήρησης

## 2.15 Στατιστική

Σύμφωνα με την Εγκυκλοπαίδεια Δομή, η στατιστική είναι η επιστήμη που ασχολείται με τη μελέτη ομαδικών, κοινωνικών και φυσικών φαινομένων με σκοπό την εξαγωγή διάφορων νόμων οι οποίοι διέπουν αυτά τα σύνολα. Η γένεση της στατιστικής έγινε προς τα τέλη του δέκατου έκτου αιώνα με αφορμή την κατάδειξη διαφόρων χαρακτηριστικών που διέπουν ένα κράτος. Απ' εκεί και πέρα, η στατιστική έχει γίνει ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο που χρησιμοποιείται ευρέως ακόμη και σήμερα για τις επιστήμες των Μαθηματικών, της Φυσικής, της Χημείας, της Βιολογίας καθώς και άλλων κοινωνικών επιστημών.

### 2.15.1 Μέσος Όρος

Ο μέσος όρος ή αλλιώς η μέση τιμή, ορίζεται ως το άθροισμα των τιμών ενός συνόλου δεδομένων διαιρούμενο με τον συνολικό αριθμό της ομάδας των δεδομένων (Ζιούτας, Γ., 2003), (Eurostat 2018). Ο τύπος για τον υπολογισμό του μέσου όρου δίνεται πιο κάτω:

$$\tilde{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n x_i$$

Όπου:

$n$  = το πλήθος των τιμών του συνόλου των δεδομένων

$x_i$  = η τιμή  $i$  από το σύνολο των δεδομένων

## 2.15.2 Τυπική Απόκλιση

Η τυπική απόκλιση σύμφωνα με τους (Fenstad, Kjaernes and Walløe, 1980) είναι ένα μέτρο που χρησιμοποιείται κυρίως στους τομείς των φυσικών επιστημών και υπολογίζει το ποσό της μεταβολής ή της διασποράς ενός συνόλου τιμών δεδομένων. Ο τύπος για τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης δίνεται πιο κάτω:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (x_i - m)^2}{n}}$$

Όπου:

$n$  = το πλήθος των τιμών του συνόλου των δεδομένων

$x_i$  = η τιμή  $i$  από το σύνολο των δεδομένων

$m$  = η τιμή του μέσου όρου του συνόλου των δεδομένων



# Κεφάλαιο 3

## Μεθοδολογία Έρευνας

### 3.1 Σκοπός και Στόχοι Έρευνας

Στόχος της Μεταπτυχιακής Διατριβής είναι, αρχικά η συλλογή διαφόρων δεδομένων από μετεωρολογικούς σταθμούς σε ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου και μετέπειτα η επεξεργασία τους έτσι ώστε με τα αποτελέσματα που θα εξαχθούν να προκύψουν συμπεράσματα τα οποία θα βοηθήσουν στην κατανόηση διαφόρων κλιματικών μεταβολών που τυχόν να εκδηλώνονται στην περιοχή της λεκάνης της Μεσογείου.

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 1.1 Σημασία και αναγκαιότητα της μεταπτυχιακής διατριβής, η καταγραφή και χωρική απεικόνιση των ακραίων καιρικών συνθηκών σε μια περιοχή ανάλογη της εκτάσεως της κεντρικής και ανατολικής Μεσογείου παρόλο που θεωρείται μια απαιτητική και δύσκολη διαδικασία, θα ήταν ιδιαίτερος χρήσιμη διότι μέσω αυτής της συλλογής, καταγραφής και επεξεργασίας δεδομένων, θα υποδειχθούν περιοχές οι οποίες έχουν αυξημένη πιθανότητα παρουσίας ακραίων καιρικών φαινομένων. Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την ανάλυση των δεδομένων, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από διάφορους φορείς όπως η Υπηρεσία Πολιτικής Προστασίας, το Κέντρο Διαχείρισης Κρίσεων, το Υπουργείο Εσωτερικών, το Υπουργείο Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, η Πυροσβεστική Υπηρεσία, η Πολιτική Άμυνα, οι Περιφέρειες και οι Δήμοι με σκοπό την πρόληψη της απώλειας ανθρώπινων ζωών και το μετριασμό των καταστροφικών αποτελεσμάτων που ενδεχομένως να προκύψουν μετά το πέρας τέτοιων ακραίων φυσικών φαινομένων.

### 3.2 Ερευνητικά Ερωτήματα

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή μελετά τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- Ποια φαινόμενα θα πρέπει να χαρακτηριστούν ως ακραία;

Ως ακραία καιρικά φαινόμενα χαρακτηρίζονται τα φαινόμενα κατά τα οποία παρατηρούνται οι μέγιστες ή οι ελάχιστες τιμές των μετεωρολογικών παρατηρήσεων οι οποίες είναι ασυνήθιστες ή πολύ σπάνιες. Χαρακτηρίζονται από την ένταση, τη διάρκεια και τη συχνότητα εμφάνισής τους. Παραδείγματα τέτοιων φαινομένων μπορεί να είναι οι καταιγίδες, οι πλημμύρες, οι καύσωνες, οι ξηρασίες, το δριμύ ψύχος και οι ανεμοστρόβιλοι.

- Ποιο το κλιματικό προφίλ της περιοχής ενδιαφέροντος;

Στη Μεσόγειο που είναι και η περιοχή ενδιαφέροντος επικρατεί το μεσογειακό κλίμα με κύρια χαρακτηριστικά του τα ξηρά και ζεστά καλοκαίρια, τους ήπιους χειμώνες και το μικρό σύνολο βροχοπτώσεων που λαμβάνουν χώρα κατά τη φθινοπωρινή και χειμερινή περίοδο.

- Ποια η συχνότητα και ακραιότητα μετεωρολογικών παραμέτρων στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου;

Θα αναλυθεί κατά πόσο τα ακραία φαινόμενα που επηρεάζουν τη Μεσόγειο έχουν μια συχνότητα και χρονική περίοδο εκδήλωσης. Δηλαδή αν παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα εκδήλωσης σε ορισμένες χρονικές περιόδους (καλοκαίρι, χειμώνας, φθινόπωρο, άνοιξη) ή μετά από κάποια χρονολογία. Επίσης θα αναλυθεί το κατά πόσο αυτά τα φαινόμενα είναι ακραία δηλαδή εάν περιέχουν τιμές οι οποίες είναι ασυνήθιστες και σπάνιες για την περιοχή μελέτης.

- Ποιες οι περιοχές με μεγαλύτερη και μικρότερη συχνότητα ακραίων φαινομένων;

Θα γίνει λόγος για τις περιοχές στη Μεσόγειο οι οποίες έχουν αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης ακραίων φαινομένων καθώς και αυτές που έχουν την μικρότερη πιθανότητα εκδήλωσής τους.

- Υπάρχει ένα συγκεκριμένο προφίλ τοπογραφίας και κλίματος των περιοχών στις οποίες συμβαίνουν τα ακραία φαινόμενα;

Αναμένεται να μελετηθεί εάν το προφίλ που αφορά την τοπογραφία (πεδιάδες, οροσειρές, παράκτιες τοποθεσίες) και το κλίμα μιας περιοχής είναι παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν κατά πόσο σε αυτή την περιοχή είναι πιθανότερο να εκδηλωθούν ακραία καιρικά φαινόμενα.

- Υπάρχουν δυνητικές μεταβολές οι οποίες είναι δυνατό να εμφανιστούν στο μέλλον;

Αναμένεται να μελετηθούν γενικές τάσεις κλιματικών φαινομένων και δυνητικές μεταβολές που πιθανόν να εμφανιστούν σε μελλοντικά έτη όπως αυξήσεις ή μειώσεις σε τιμές που αφορούν δεδομένα δεικτών θερμοκρασίας, επιπέδου βροχοπτώσεων, καταιγιδόφρου δραστηριότητας και ημερών ξηρασίας. Τυχόν αύξηση ή μείωση τέτοιων δεικτών έχουν άμεσες επιπτώσεις στο περιβάλλον και επηρεάζουν σημαντικά την υγεία των ανθρώπων.

### **3.3 Παράμετροι και Δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν**

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή λαμβάνει υπόψιν της μια σειρά παραμέτρων στα πλαίσια της μελέτης των ακραίων καιρικών φαινομένων. Οι παράμετροι αυτοί που παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους σχετίζονται με γεωγραφικά στοιχεία, αλλά και προγράμματα παρακολούθησης και στατιστικής ανάλυσης, ενώ ιδιαίτερη αναφορά γίνεται και στους μετεωρολογικούς σταθμούς

#### **3.3.1 Υψόμετρο**

Το υψόμετρο είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ ενός σημείου της επιφάνειας της γης και ενός σημείου αναφοράς, το οποίο κατά κύριο λόγο είναι η επιφάνεια της θάλασσας. Το ζήτημα της εξάρτησης ανάμεσα στο υψόμετρο και την αλλαγή κλίματος είναι σημαντικό για πολλούς λόγους. Πρώτον, η ενίσχυση των μεταβολών σε μεγάλο υψόμετρο του επιφανειακού κλίματος θα έχει μεγαλύτερες επιπτώσεις στα οικοσυστήματα υψηλού υψόμετρου και στα υδρολογικά συστήματα. Δεύτερον, μια ενισχυμένη απόκριση σε μεγάλα υψόμετρα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο έγκαιρης ανίχνευσης αλλαγής κλίματος. Τρίτον, η ικανότητα αναπαραγωγιμότητας του υψόμετρου εξαρτώμενου από το σήμα κλιματικής αλλαγής θα μπορούσε να αποτελέσει μια σημαντική πτυχή της επαλήθευσης μοντέλου (Revadekar et al., 2013)

#### **3.3.2 Γεωγραφικό Μήκος & Πλάτος**

Το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος σχετίζονται με την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της γης. Από μια συνολική άποψη, η μέση γωνία του ήλιου είναι υψηλότερη, κατά μέσο όρο, στον ισημερινό και μειώνεται προοδευτικά προς τον πόλο. Αυτό οφείλεται σε δύο παράγοντες: (1) τη γωνία με την οποία οι ακτίνες του ήλιου είναι τοποθετημένες στην επιφάνεια της γης με βάση την καμπυλότητα της. (2) Η ποσότητα της ατμόσφαιρας μέσω της οποίας το φως πρέπει να ταξιδεύει σε συγκεκριμένο γεωγραφικό μήκος και πλάτος. Καθώς αυξάνεται το γεωγραφικό πλάτος και μεταβάλλεται το γεωγραφικό μήκος, η γωνία με την οποία οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν στο έδαφος αλλάζει. Αυτό οδηγεί σε αυξομειώσεις στις θερμοκρασίες και τους ρυθμούς εξάτμισης (Araydin et al., 2011).

### **3.4 Δεδομένα**

Τα δεδομένα συλλέγηκαν από την υπηρεσία The Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI) η οποία έχει την έδρα της στην Ολλανδία. Τα δεδομένα αυτά αναφέρονται στις εξής παραμέτρους

- γεωγραφικό ύψος
- γεωγραφικό πλάτος
- θερμοκρασία
- χρονική περίοδος – εποχή
- υψόμετρο

Στη συνέχεια αυτά τα δεδομένα θα αναλυθούν και θα δημιουργηθούν διάφορες γραφικές παραστάσεις με τελικό στόχο τη δημιουργία και παρουσίαση μιας χωρικής απεικόνισης των περιοχών με αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης ακραίων καιρικών συνθηκών στην περιοχή της Μεσογείου.

#### **3.4.1 Παράμετρος ξηρασίας – μέγιστος αριθμός συνεχόμενων ημερών χωρίς βροχόπτωση (CCD)**

Παράμετρος ξηρασίας (CCD: Consecutive Dry Days) ορίζεται ως ο μέγιστος αριθμός συνεχόμενων ημερών ανά εποχή χωρίς βροχόπτωση (Duan, Ma and Yang, 2017).

### **3.4.2 Παράμετρος βροχόπτωσης – Αριθμός ημερών με βροχόπτωση μεγαλύτερη από 1mm (RR1)**

Η Παράμετρος RR1 (Rain Rate 1mm) συμβολίζει την ημερήσια βροχόπτωση που αντιστοιχεί σε τιμή ενός χιλιοστού του μέτρου.

### **3.4.3 Παράμετρος βροχόπτωσης – Αριθμός ημερών με βροχόπτωση που ξεπερνά την τιμή 20mm (RR20)**

Παράμετρος βροχόπτωσης (RR20: Rain Rate 20mm) ορίζεται ως η ημερήσια στάθμη βροχόπτωσης που ξεπερνά την τιμή των 20mm. Αυτή η ακραία τιμή βροχόπτωσης προέρχεται κυρίως από καταιγιδοφόρο δραστηριότητα η οποία λαμβάνει χώρα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σε ορισμένες περιοχές.

### **3.4.4 Παράμετρος μέσης θερμοκρασίας χαμηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου (T<sub>n</sub>)**

Η Παράμετρος T<sub>n</sub> συμβολίζει τη μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου (°C) ανά εποχή και δίνεται από τον τύπο  $T_n = \sum_{k=1}^{90} \frac{T_{low}}{k}$

### **3.4.5 Παράμετρος μέσης θερμοκρασίας υψηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου (T<sub>x</sub>)**

Η Παράμετρος T<sub>x</sub> συμβολίζει τη μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου (°C) ανά εποχή και δίνεται από τον τύπο  $T_x = \sum_{k=1}^{90} \frac{T_{high}}{k}$

# Κεφάλαιο 4

## Διαδικασία-Αποτελέσματα

Πραγματοποιήθηκε η συλλογή διάφορων μετεωρολογικών δεδομένων και προϊόντων ελεύθερης πρόσβασης με σκοπό την επεξεργασία και την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Κατά την επεξεργασία των αρχικών δεδομένων πραγματοποιήθηκαν στατιστικές αναλύσεις για ανάδειξη τυχόν ακραίων τιμών διάφορων μετεωρολογικών παραμέτρων (π.χ. βροχόπτωση, θερμοκρασία, ξηρασία κ.ά.) αλλά και χωρικών και χρονικών μεταβολών και τάσεων τους τόσο σε ενδο-ετήσια όσο και υπερ-ετήσια κλίμακα σε ολόκληρη την περιοχή ενδιαφέροντος. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν στατιστικά πακέτα όπως (π.χ. SPSS) και Γεωγραφικά Πληροφοριακά Συστήματα (π.χ. QGIS).

Τα πρωτογενή μετεωρολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, συλλέχθηκαν από την Ολλανδική Εθνική Υπηρεσία Καιρού The Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI). Αξίζει να αναφερθεί πως η υπηρεσία αυτή είναι υπεύθυνη για την έρευνα και πληροφόρηση όχι μόνο σε θέματα που αφορούν τις κλιματολογικές και καιρικές συνθήκες αλλά και σε θέματα όπως η ποιότητα του αέρα και η σεισμική δραστηριότητα.

Δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από την υπηρεσία KNMI είναι η μέση τιμή όλων των ημερήσιων θερμοκρασιακών διαφορών που καταγράφηκαν (Annual), ο κωδικός του συγκεκριμένου μετεωρολογικού σταθμού από τον οποίο λήφθηκαν τα δεδομένα (No.), το υψόμετρο του σταθμού (H), το γεωγραφικό μήκος (Lat.) και γεωγραφικό πλάτος (Lon.) του μετεωρολογικού σταθμού, το έτος καταγραφής της μέτρησης (Year), οι εποχιακές μέσες τιμές όλων των ημερήσιων τιμών θερμοκρασίας που καταγράφηκαν για τις περιόδους του καλοκαιριού (Summer), του φθινοπώρου (Autumn), της άνοιξης (Spring)

και του χειμώνα (Winter), οι εποχιακές μέσες τιμές όλων των ημερήσιων τιμών θερμοκρασίας που καταγράφηκαν για τις κρύες (Cold\_S) και θερμές (Warm\_S) περιόδους του έτους. Στις πιο κάτω εικόνες (Εικόνα 2, Εικόνα 3) εμφανίζονται τα πρωτογενή δεδομένα που θα τύχουν επεξεργασίας. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 2, κατ' αντίστοιχο τρόπο δόθηκαν και τα υπόλοιπα δεδομένα που αναφέρονται στην παράγραφο 3.4.

No	Lat.	Lon.	H	Year	Winter	Spring	Summer	Autumn
11	48,05	14,133	383	1876	-9999,99	11,47	21,99	10,58
11	48,05	14,133	383	1877	3,24	9,92	22,42	10,22
11	48,05	14,133	383	1878	1,42	12,31	21	11,98
11	48,05	14,133	383	1879	0,65	10,91	22,07	10,02
11	48,05	14,133	383	1880	-2,97	13,43	21,81	12,44
11	48,05	14,133	383	1881	1,26	11,72	22,75	9,99
11	48,05	14,133	383	1882	2,32	14,39	20,16	12,05
11	48,05	14,133	383	1883	1,64	10,74	22,14	11,82
11	48,05	14,133	383	1884	3,49	13,84	20,82	11,15
11	48,05	14,133	383	1885	1,53	13,23	22,6	11,35
11	48,05	14,133	383	1886	-0,25	13,08	21,46	13,15
11	48,05	14,133	383	1887	-0,24	11,42	23,3	10,21
11	48,05	14,133	383	1888	-0,52	12,32	21,12	10,35
11	48,05	14,133	383	1889	-0,11	12,44	21,97	10,3
11	48,05	14,133	383	1890	0,01	13,8	20,89	10,73
11	48,05	14,133	383	1891	-2,09	12,45	20,88	12,02
11	48,05	14,133	383	1892	1,92	12,33	24,13	11,78
11	48,05	14,133	383	1893	-0,39	14,61	23,34	12,91
11	48,05	14,133	383	1894	0,75	15,61	22,5	12,15
11	48,05	14,133	383	1895	-1,41	12,75	23,44	13,8
11	48,05	14,133	383	1896	0,86	12,39	21,9	12,38
11	48,05	14,133	383	1897	1,98	13,14	23,19	10,99
11	48,05	14,133	383	1898	2,07	14,21	22,87	13,6
11	48,05	14,133	383	1899	4,2	13,1	22,79	13,36
11	48,05	14,133	383	1900	1,04	11,23	23,96	14,63
11	48,05	14,133	383	1901	0,4	14,33	23,41	12,98
11	48,05	14,133	383	1902	3,2	12,5	22,57	11,57
11	48,05	14,133	383	1903	2,34	13,52	22,38	13,59

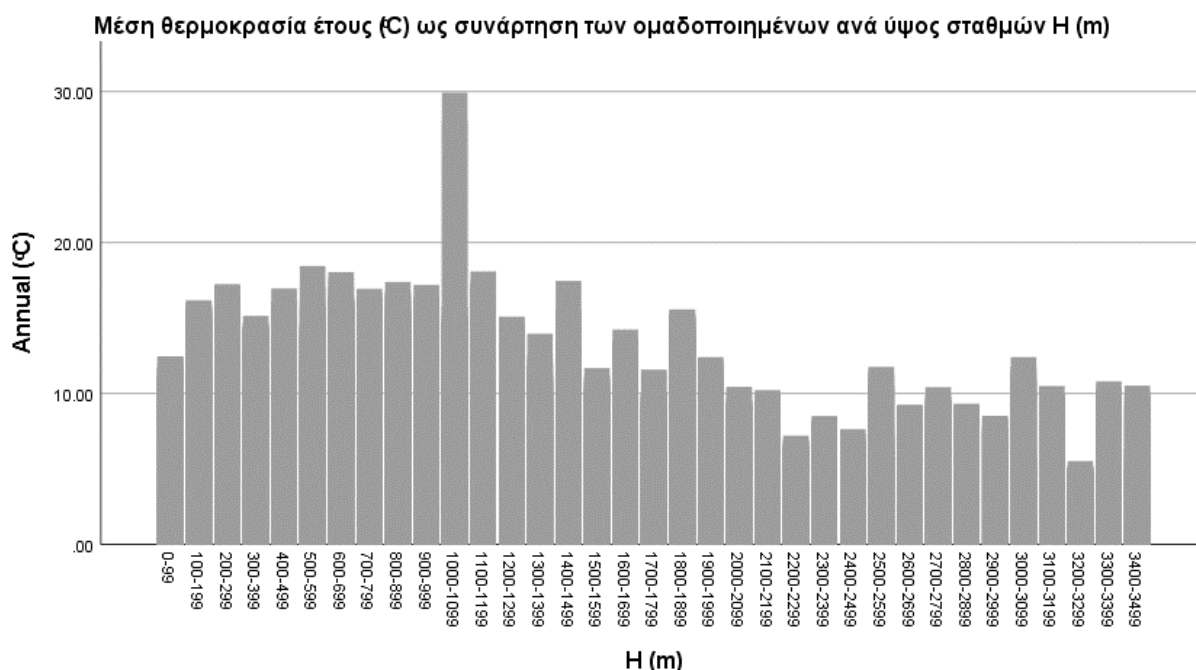
**Εικόνα 2:** Πρωτογενή δεδομένα προς επεξεργασία. (Παράδειγμα για το αρχείο Tx\_All\_MED.txt)

No	Lat	Lon	H	ID	Year	Annual	Cold_S	Warm_S	Winter	Spring	Summer
1	546	35.000	25.730	0	846	1959	9.39	10.08	9.75	10.08	10.30
2	546	35.000	25.730	0	846	1960	8.57	7.79	8.37	8.20	7.83
3	546	35.000	25.730	0	846	1961	8.63	8.90	8.55	8.29	8.69
4	546	35.000	25.730	0	846	1962	7.66	7.89	8.49	7.02	7.09
5	546	35.000	25.730	0	846	1963	8.05	7.23	8.70	6.95	8.21
6	546	35.000	25.730	0	846	1964	8.31	7.48	8.71	6.85	8.72
7	546	35.000	25.730	0	846	1965	8.56	7.94	9.50	6.80	8.75
8	546	35.000	25.730	0	846	1966	8.44	7.87	9.02	7.79	7.94
9	546	35.000	25.730	0	846	1967	8.74	8.21	9.43	7.96	9.91
10	546	35.000	25.730	0	846	1968	8.34	7.56	9.07	6.98	9.87
11	546	35.000	25.730	0	846	1969	7.52	7.01	8.18	6.91	7.54
12	546	35.000	25.730	0	846	1970	8.43	7.56	8.85	7.51	9.14
13	546	35.000	25.730	0	846	1971	7.88	7.57	8.38	7.19	7.74
14	546	35.000	25.730	0	846	1972	7.68	7.24	8.10	6.76	7.63
15	546	35.000	25.730	0	846	1973	9.00	7.64	9.57	6.91	9.48
16	546	35.000	25.730	0	846	1974	9.32	8.74	10.17	8.76	9.37
17	546	35.000	25.730	0	846	1975	9.70	8.75	10.68	8.02	10.68
18	546	35.000	25.730	0	846	1976	9.73	8.78	10.27	8.37	9.61
19	546	35.000	25.730	0	846	1977	10.37	10.09	11.07	10.02	10.82
20	546	35.000	25.730	0	846	1978	9.60	9.06	10.43	8.83	10.08
21	546	35.000	25.730	0	846	1979	8.86	8.33	9.58	8.20	9.36
22	546	35.000	25.730	0	846	1980	8.19	7.57	8.61	7.29	7.90
23	546	35.000	25.730	0	846	1981	7.64	7.65	8.35	6.92	8.18
24	546	35.000	25.730	0	846	1982	7.68	6.62	8.70	6.30	8.05
25	546	35.000	25.730	0	846	1983	7.33	6.74	8.25	6.50	8.16
26	546	35.000	25.730	0	846	1984	7.80	6.45	8.67	6.65	7.83
27	546	35.000	25.730	0	846	1985	7.82	6.91	8.78	6.45	8.15

**Εικόνα 3:** Πρωτογενή δεδομένα προς επεξεργασία στο πρόγραμμα SPSS.

## 4.1 Θερμοκρασία ως συνάρτηση του ύψους

Αρχικά έγινε η εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό πρόγραμμα SPSS αφού αυτά βρίσκονταν σε αρχείο τύπου ASCII με κατάληξη αρχείου «.txt». Στη συνέχεια έγινε η πρωταρχική επεξεργασία τους με στόχο την εξάλειψη τιμών οι οποίες θα αλλοίωναν το τελικό αποτέλεσμα. Οι τιμές αυτές (-9999.99) αποκόπηκαν λόγω της μη ύπαρξης τέτοιων τιμών στη φύση. Για αποκοπή των δεδομένων που θα αλλοίωναν τους υπολογισμούς των αποτελεσμάτων έγινε χρήση της συνθήκης (winter > -9999.99 and spring > -9999.99 and summer > -9999.99 and autumn > -9999.99). Αφού έγινε το πιο πάνω βήμα αποκοπής, τα δεδομένα κατηγοριοποιήθηκαν με βάση το ύψος σε ομάδες. Οι ομάδες αυτές περιείχαν δεδομένα σταθμών ανά 100 μέτρα εύρους 0 έως 3500 μέτρα. Ακολούθως δημιουργήθηκε το γράφημα της μέσης θερμοκρασίας έτους (Annual) ως συνάρτηση των ομαδοποιημένων ανά ύψος σταθμών (Διάγραμμα 1). Η μέση θερμοκρασία έτους δίνεται από τον τύπο  $\sum_{n=1}^{365} \frac{T_{max} - T_{min}}{n}$  και είναι η μέση τιμή όλων ημερήσιων τιμών θερμοκρασιακών διαφορών που καταγράφηκαν ανά έτος.



**Διάγραμμα 1:** Μέση θερμοκρασία (°C) έτους (Annual) ως συνάρτηση των ομαδοποιημένων ανά ύψος σταθμών H (m).



Το Διάγραμμα 1, παρουσιάζει την μέση θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου ως συνάρτηση των ομαδοποιημένων ανά ύψος σταθμών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα παρατηρείται μια σταθερή αύξηση της ετήσιας θερμοκρασίας σε τιμές υψόμετρου 0-999m ενώ υπάρχει απότομη αύξηση της θερμοκρασίας σε υψόμετρα από 1000m έως 1099m. Η τάση των τιμών της ετήσιας θερμοκρασίας μετά την τιμή υψόμετρου 1099m είναι φθίνουσα.

## 4.2 Μελέτη δείκτη ξηρασίας

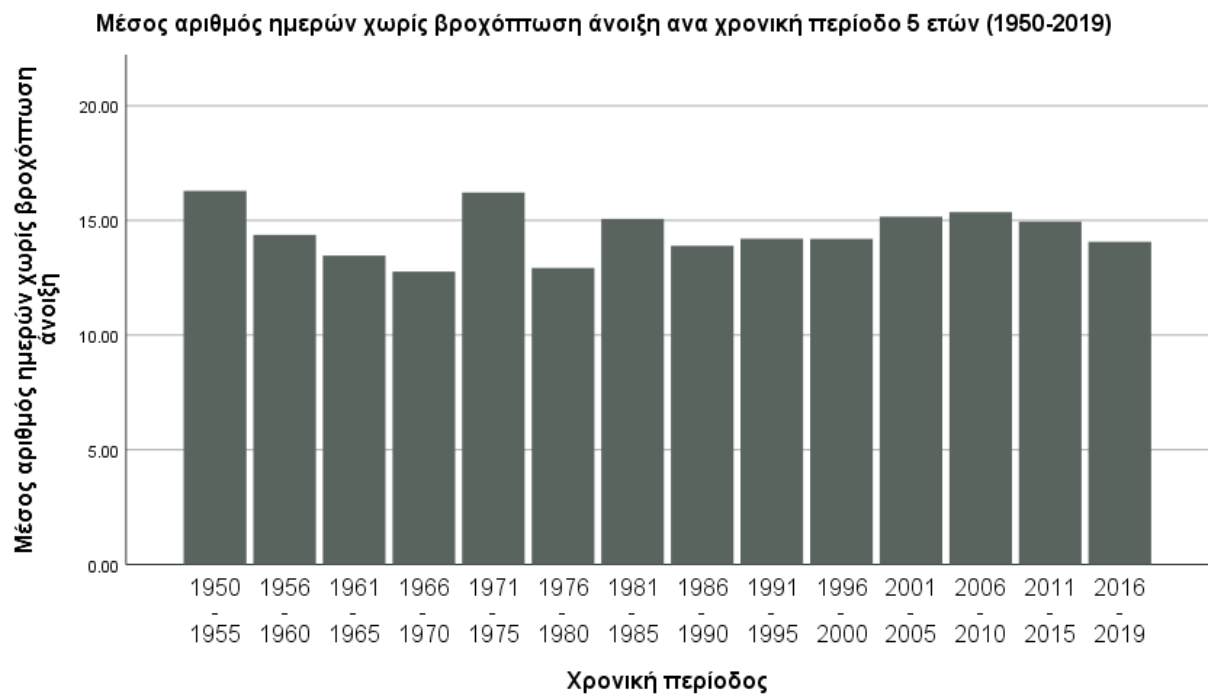
Κατόπιν, μελετήθηκαν δεδομένα που αφορούν δείκτες ξηρασίας, βροχόπτωσης, μέσες θερμοκρασίες χαμηλότερων και υψηλότερων θερμοκρασιών ανά εποχή.

Αφού αποκόπηκαν οι τιμές που θα αλλοίωναν τα αποτελέσματα αποφασίστηκε η περεταίρω αποκοπή τιμών που αφορούσε τιμές που αφορούσαν έτη πριν το έτος 1950. Επιλέχθηκε η ομαδοποίηση των δεδομένων ανά πενταετία γιατί σε κάθε έτος πιθανόν να υπάρχουν επιμέρους διαφοροποιήσεις οι οποίες να οφείλονται σε α) καιρικά συστήματα που εκδηλώθηκαν κατά το συγκεκριμένο έτος και β) σε δυσλειτουργία τυχαίων μετεωρολογικών σταθμών που ίσως δεν κατέγραψαν τις ακριβείς τιμές. Τα αποτελέσματα των δεδομένων ανά πενταετία προσφέρουν καλύτερη εικόνα καθώς εξομαλύνουν τις επιμέρους ετήσιες διακυμάνσεις που μπορεί να οφείλονται σε συγκυριακούς παράγοντες (π.χ. τη δυσλειτουργία των οργάνων και των καιρικών φαινομένων που εκδηλώθηκαν το ένα έτος σε μια περιοχή ενώ το άλλο όχι). Τυχόν τάση αλλαγής κλιματικού προφίλ μιας περιοχής ανά πενταετία αναμένεται να καταγραφεί από το μέσο όρο γι' αυτό επιλέχθηκε η συγκεκριμένη ομαδοποίηση. Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα που αφορούν τα δεδομένα περιόδου 1950-2019 ομαδοποιημένα ανά πενταετία (Διάγραμμα 2, Διάγραμμα 3, Διάγραμμα 4, Διάγραμμα 5).



**Διάγραμμα 2:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 2 στο οποίο παρουσιάζεται η μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση (CCD) για τον χειμώνα ανά χρονική περίοδο πέντε ετών (1950 – 2019) οι τρεις πενταετίες από το 1986 μέχρι και το 2000 ήταν οι ξηρότερες.



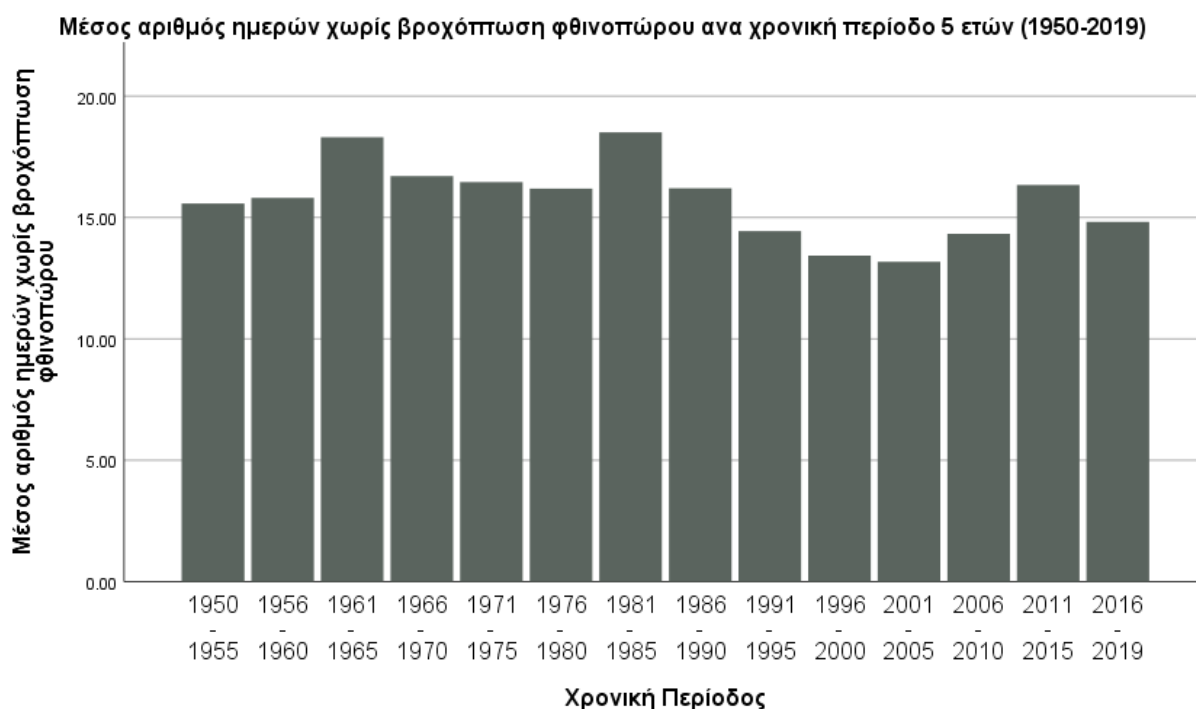
**Διάγραμμα 3:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

Από το Διάγραμμα 3, φαίνεται να υπάρχει μια ομαλότητα μεταβολής του μέσου αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση για την εποχή της άνοιξης.



**Διάγραμμα 4:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

Ο μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση για το καλοκαίρι (Διάγραμμα 4) ανά πενταετία φαίνεται να ακολουθεί την ίδια ομαλή τάση μεταβολής με το Διάγραμμα 3 αν και οι τιμές του είναι ελαφρώς αυξημένες και σταθερά πάνω από 15°C.



**Διάγραμμα 5:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

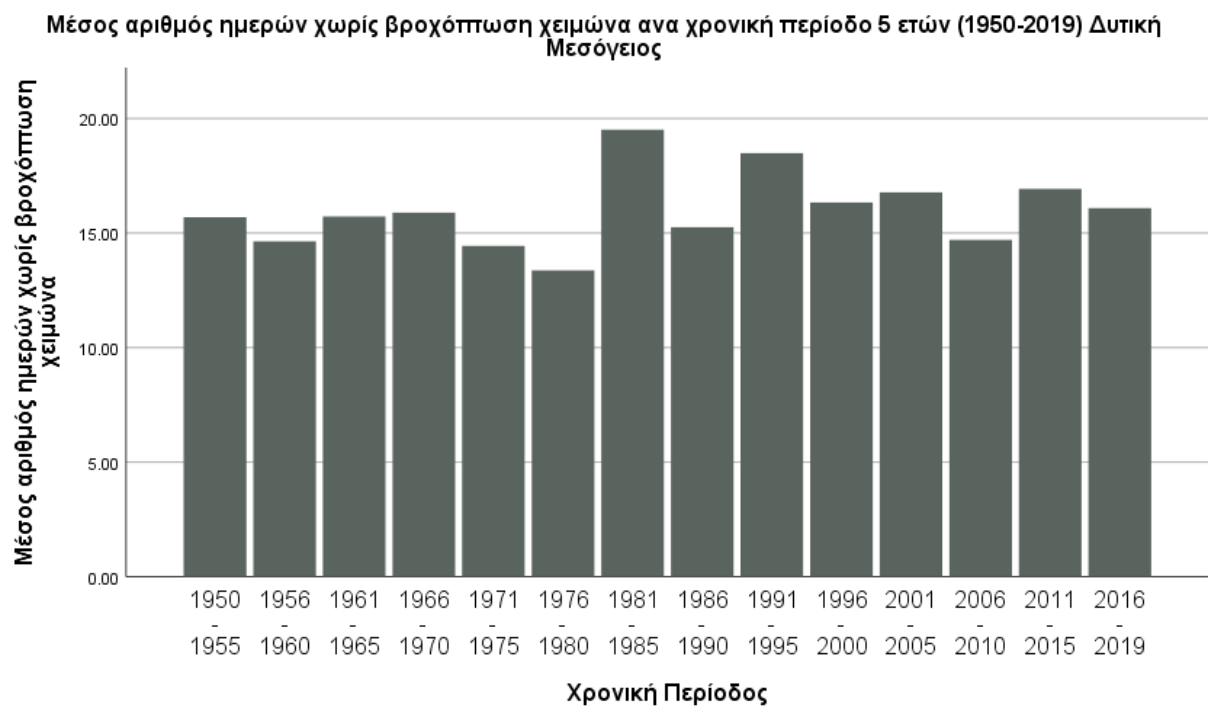
Για το Φθινόπωρο (Διάγραμμα 5) οι πενταετίες 1996 – 2000 και 2001 – 2005 είχαν τον ελάχιστο αριθμό ημερών χωρίς βροχόπτωση. Αυτό σημαίνει πως η δεκαετία 1996 – 2005 ήταν, η δεκαετία με τις περισσότερες ημέρες στις οποίες σημειώθηκαν βροχοπτώσεις.

Έπειτα, αποφασίστηκε ο διαμοιρασμός της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου σε υποπεριοχές Δυτικής, Κεντρικής και Ανατολικής Μεσογείου. Η συνθήκη διαμοιρασμού κάθε περιοχής δίνεται πιο κάτω:

1. Δυτική Μεσόγειος:  $Lat \geq 33.00$  AND  $Lat \leq 43.00$  AND  $Lon \geq -5.30$  AND  $Lon \leq 7.53$
2. Κεντρική Μεσόγειος:  $Lat \geq 29.50$  AND  $Lat \leq 45.50$  AND  $Lon \geq -7.53$  AND  $Lon \leq 22.00$

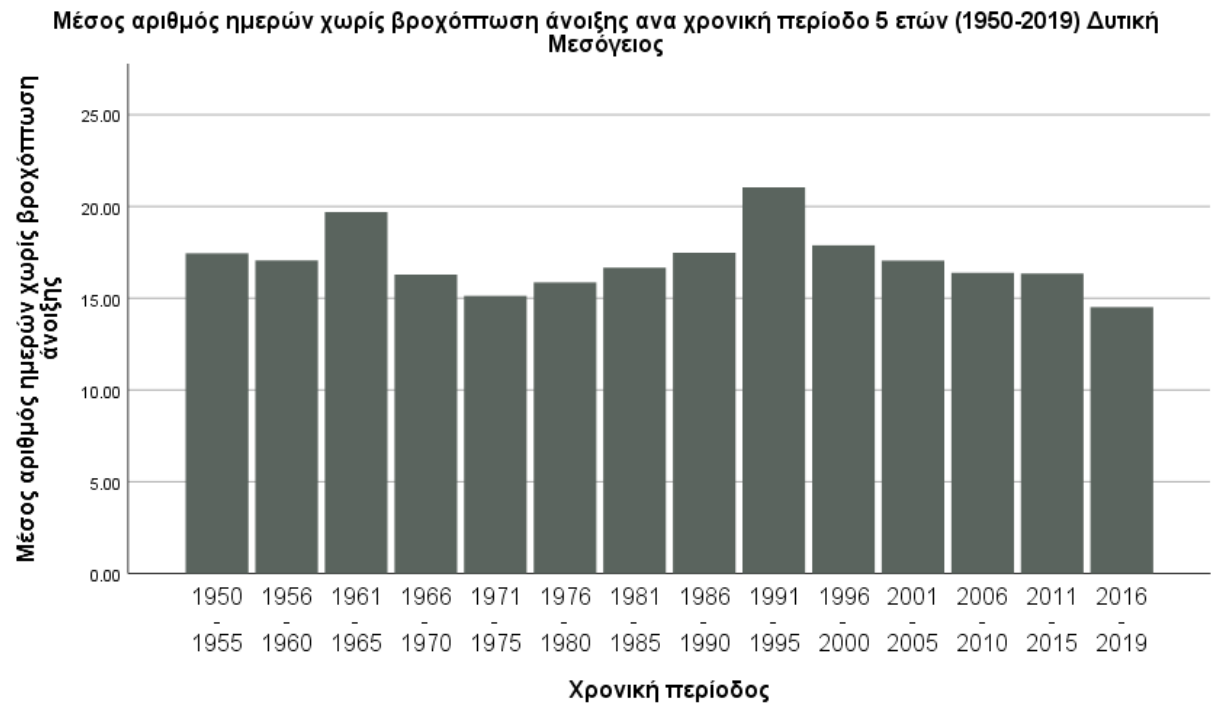
3. Ανατολική Μεσόγειος: Lat  $\geq 29.50$  AND Lat  $\leq 41.15$  AND Lon  $\geq 22.00$  AND Lon  $\leq 35.50$

Από τις παραπάνω συνθήκες εξάχθηκαν τα ακόλουθα διαγράμματα (Διάγραμμα 6, Διάγραμμα 7, Διάγραμμα 8, Διάγραμμα 9, Διάγραμμα 10, Διάγραμμα 11, Διάγραμμα 12, Διάγραμμα 13, Διάγραμμα 14, Διάγραμμα 15, Διάγραμμα 16, Διάγραμμα 17)



**Διάγραμμα 6:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

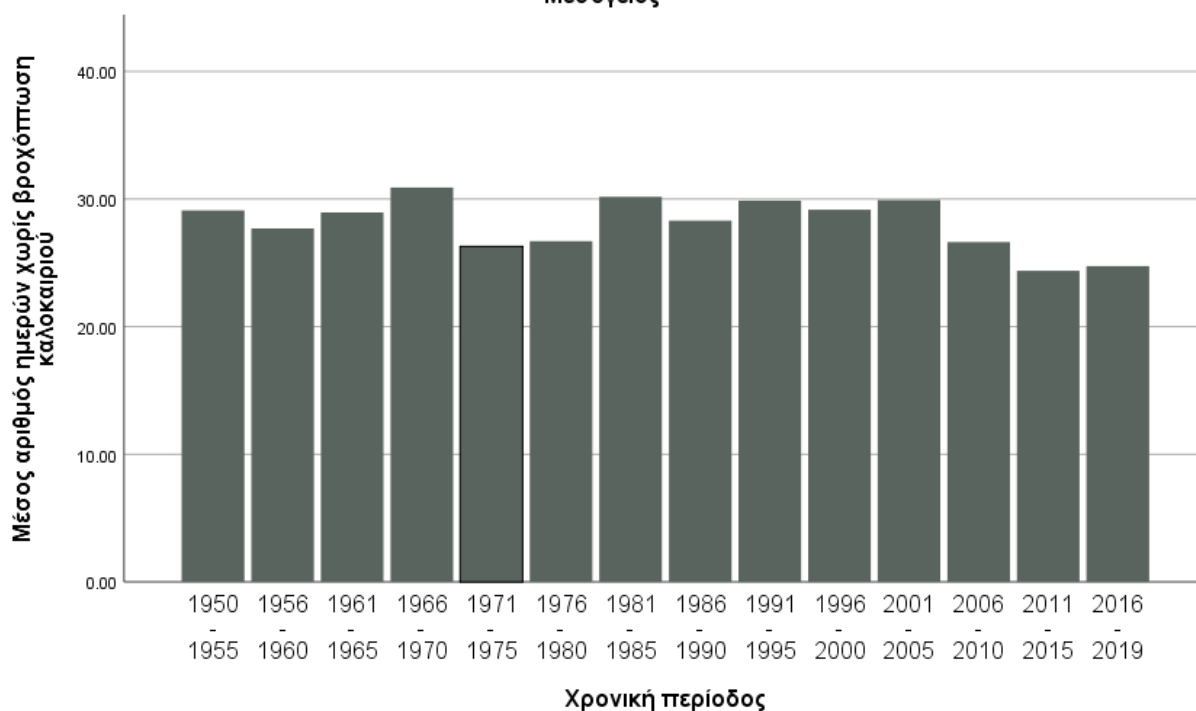
Η μέγιστη τιμή του μέσου αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση για το χειμώνα στην περιοχή της δυτικής Μεσογείου παρατηρείται κατά την πενταετία 1981 – 1985 σύμφωνα με το Διάγραμμα 6. Αυτό σημαίνει ότι στην περιοχή της Δ. Μεσογείου την πενταετία αυτή είχαμε φαινόμενα ξηρασίας.



**Διάγραμμα 7:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

Όπως αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 7, υπάρχει μια πτωτική τάση στο μέσο αριθμό ημερών χωρίς βροχόπτωση την εποχή της άνοιξης στην περιοχή της Δ. Μεσογείου μετά την πενταετία 1991-1995.

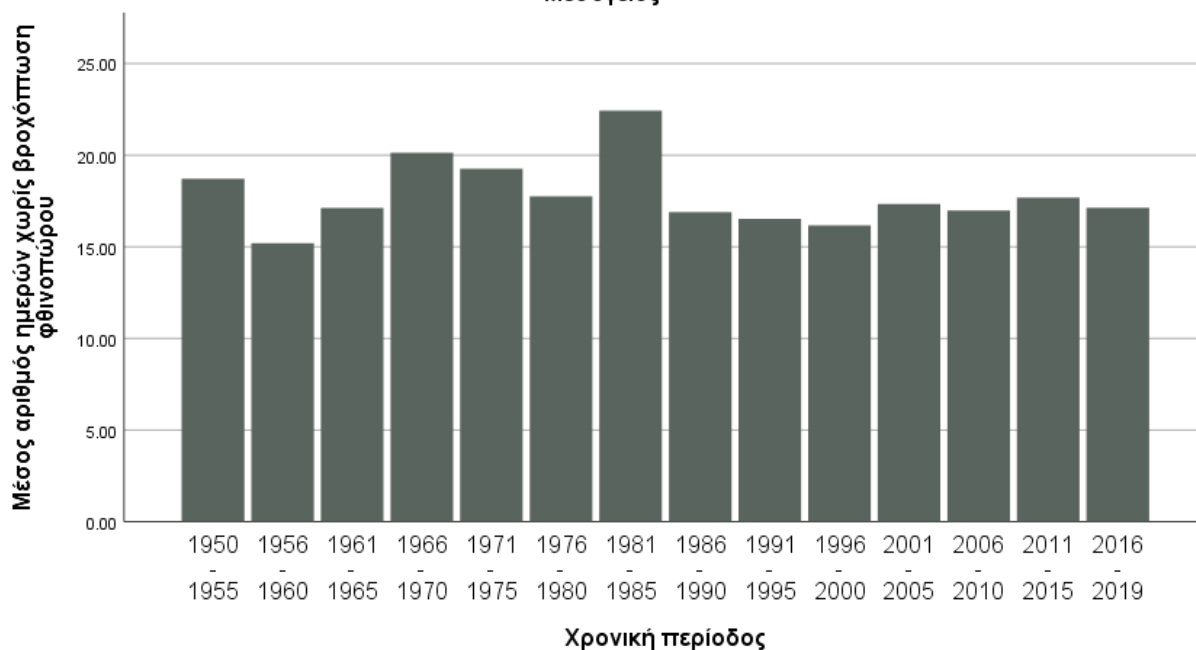
**Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση καλοκαιριού ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος**



**Διάγραμμα 8:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

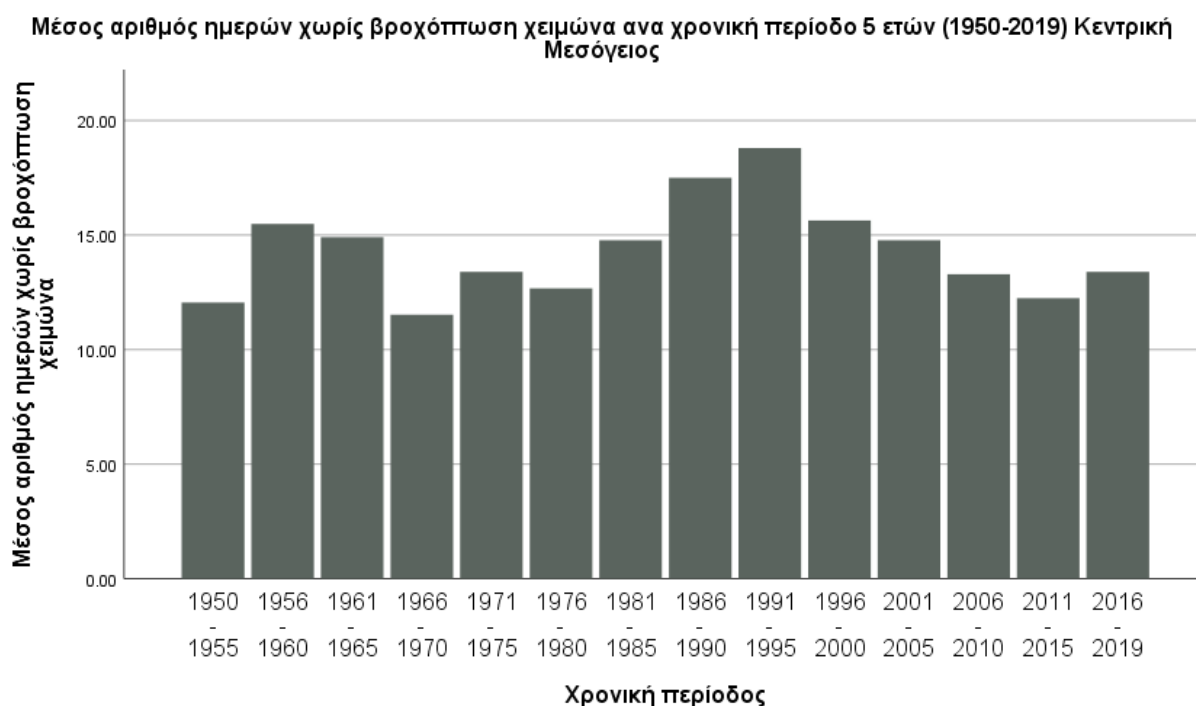
Στο Διάγραμμα 8 υπάρχει επίσης πτωτική τάση μετά την πενταετία 2001-2005.

**Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση φθινοπώρου ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος**



**Διάγραμμα 9:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

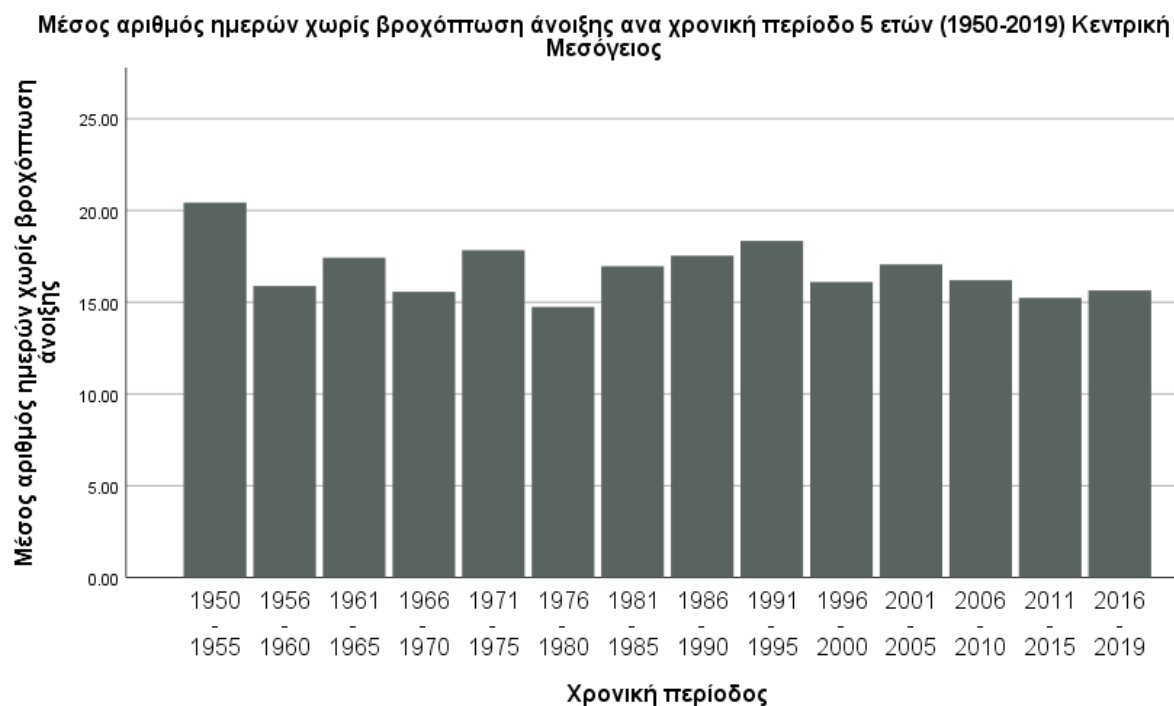
Στο Διάγραμμα 9, η μέγιστη τιμή του μέσου αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση για το φθινόπωρο στην Δ. Μεσόγειο παρατηρήθηκε κατά την πενταετία 1981 – 1985. Μετά από αυτή την πενταετία οι επόμενες τιμές φαίνεται να κυμαίνονται σε σταθερά επίπεδα.



**Διάγραμμα 10:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 10 φαίνεται μια αύξηση του μέσου αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση (ξηρασία) στην περιοχή της κεντρικής Μεσογείου για τον χειμώνα μετά την πενταετία 1976 – 1980 με κορύφωση την πενταετία 1991-1995. Μετά από την τελευταία αναφερθείσα πενταετία οι τιμές μειώνονται.





**Διάγραμμα 11:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

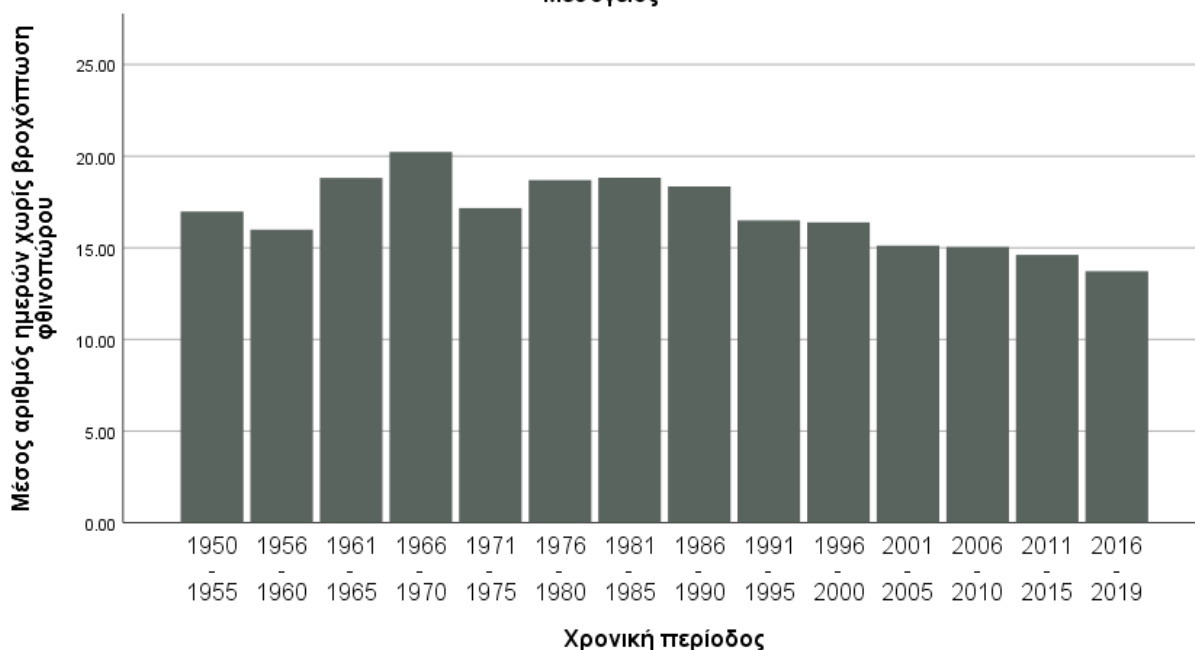
Στο Διάγραμμα 11 δεν παρατηρείται αξιόλογη μεταβολή στις τιμές του μέσου αριθμού βροχόπτωσης.



**Διάγραμμα 12:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

Το Διάγραμμα 12 δείχνει μια σχετικά σταθερή τιμή στο μέσο αριθμό ημερών χωρίς βροχόπτωση μέχρι την πενταετία 2006 – 2010. Μετά από αυτή την πενταετία υπάρχει μείωση, αυτό σημαίνει πως οι βροχοπτώσεις την περίοδο του καλοκαιριού αυξήθηκαν.

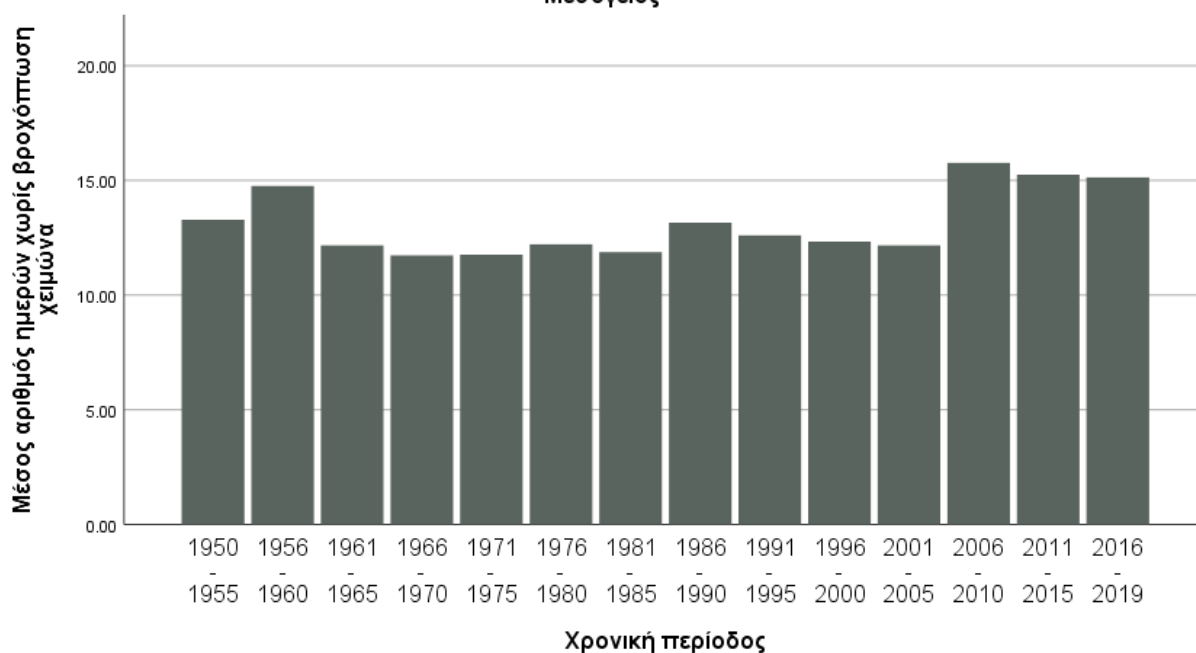
Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση φθινοπώρου ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος



**Διάγραμμα 13:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

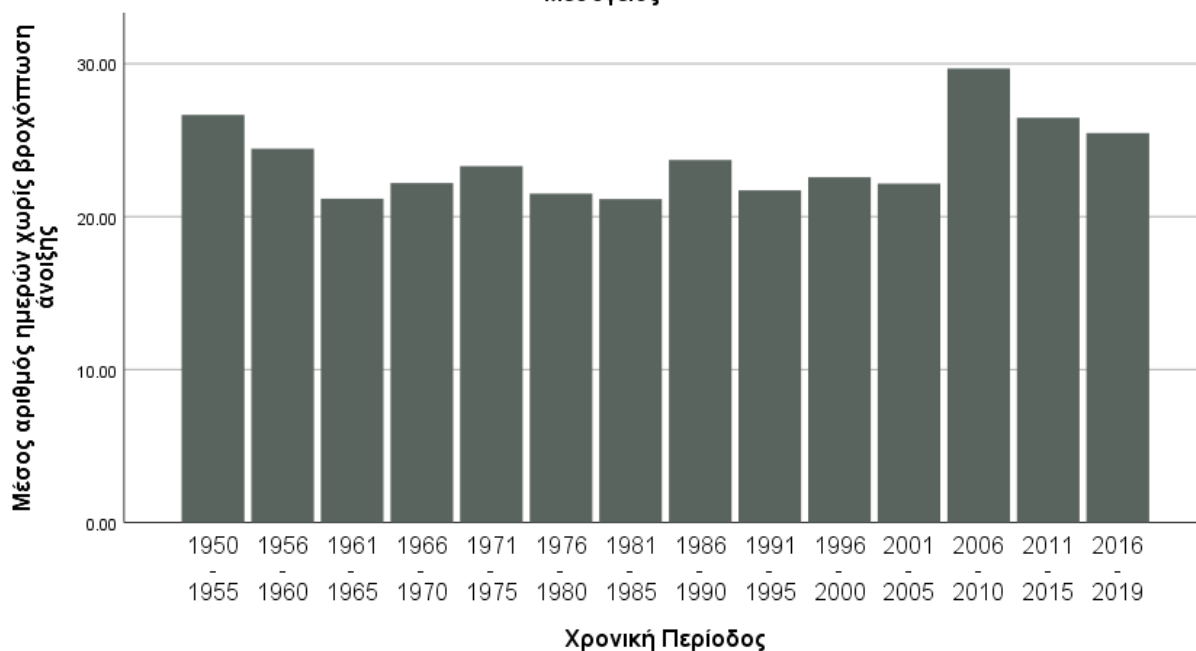
Για την περιοχή της κεντρικής Μεσογείου παρατηρείται μια μείωση στον αριθμό ημερών ξηρασίας μετά την πενταετία 1981 – 1985 όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 13.

**Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση χειμώνα ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος**



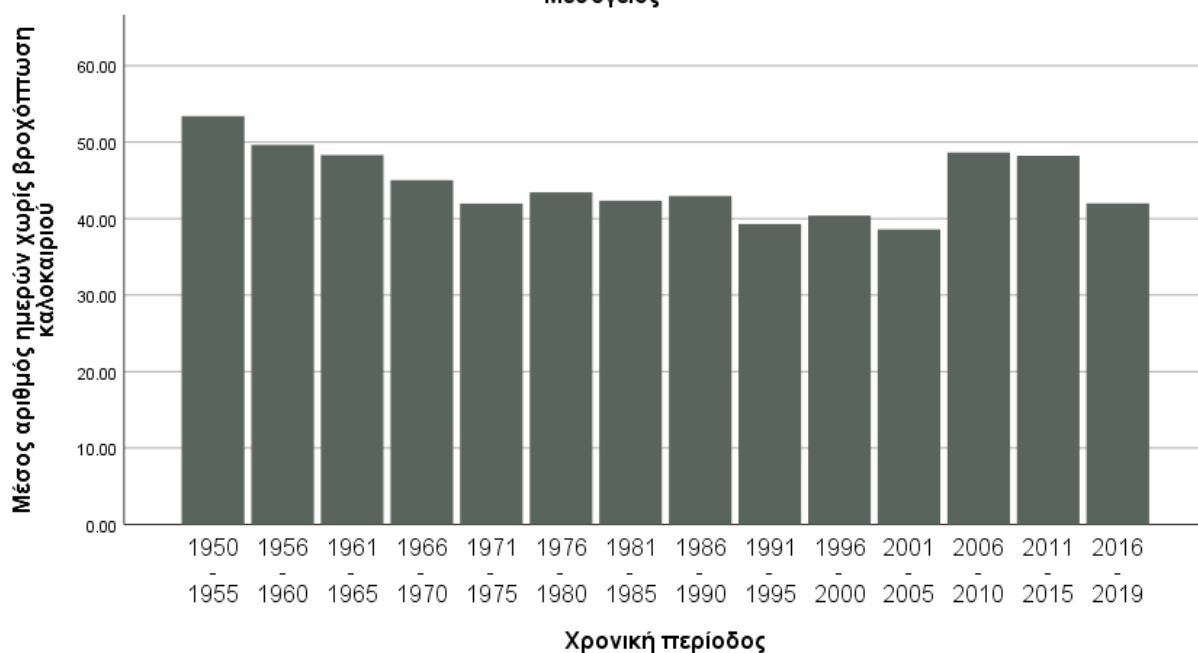
**Διάγραμμα 14:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

**Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση άνοιξης ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος**



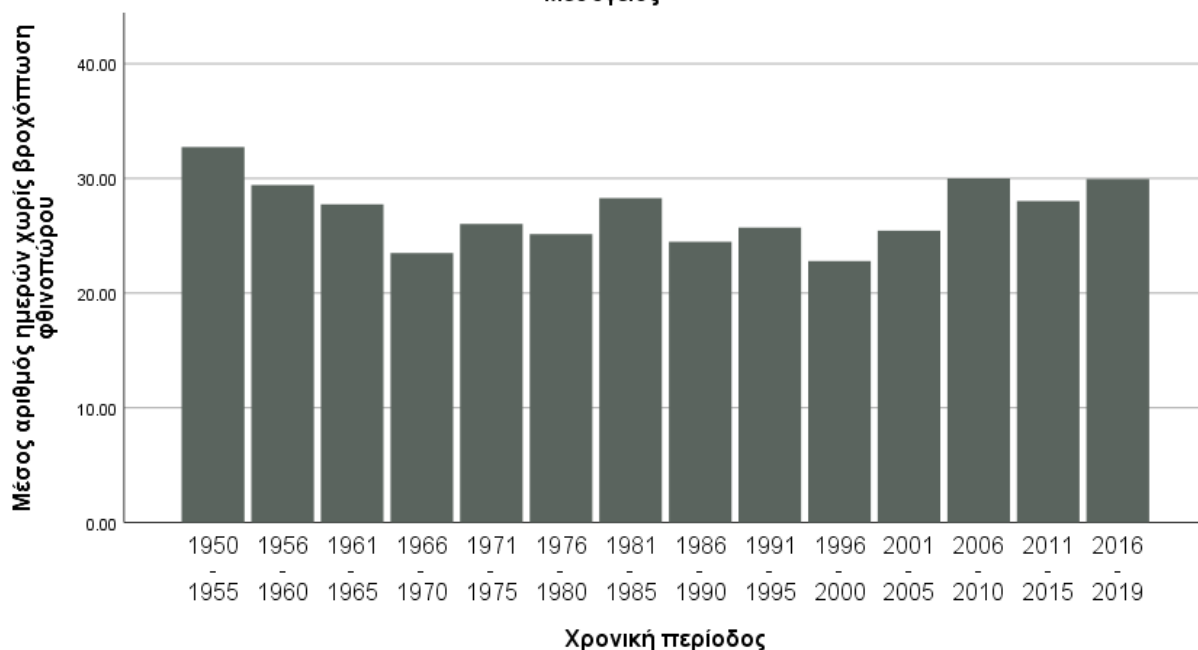
**Διάγραμμα 15:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

**Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση καλοκαιριού ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος**



**Διάγραμμα 16:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

**Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση φθινοπώρου ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος**



**Διάγραμμα 17:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

Όπως φαίνεται από τα τέσσερα πιο πάνω διαγράμματα (Διάγραμμα 14 – 17) για όλες τις

εποχές του χρόνου στην ανατολική Μεσόγειο οι τελευταίες τρεις δεκαετίες έχουν αύξηση στις τιμές τους. Αυτό σημαίνει πως στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου υπάρχει έντονη και παρατεταμένη ξηρασία.

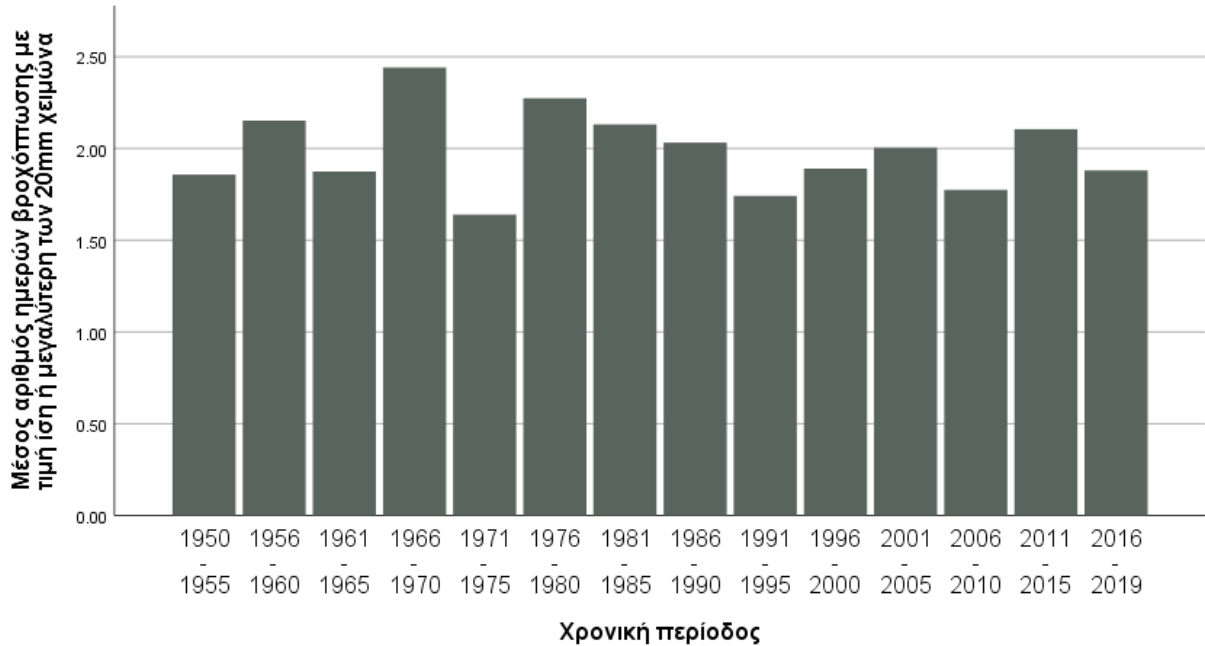
### **4.3 Μελέτη δείκτη βροχόπτωσης (βροχόπτωση πάνω από 20mm)**

Στη συνέχεια αναλύθηκε ο δείκτης βροχόπτωσης (βροχόπτωση πάνω από 20mm) σε ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου καθώς και στις επιμέρους περιοχές της αφού εφαρμόστηκαν οι συνθήκες διαμοιρασμού κάθε περιοχής:

1. Δυτική Μεσόγειος: Lat  $\geq 33.00$  AND Lat  $\leq 43.00$  AND Lon  $\geq -5.30$  AND Lon  $\leq 7.53$
2. Κεντρική Μεσόγειος: Lat  $\geq 29.50$  AND Lat  $\leq 45.50$  AND Lon  $\geq -7.53$  AND Lon  $\leq 22.00$
3. Ανατολική Μεσόγειος: Lat  $\geq 29.50$  AND Lat  $\leq 41.15$  AND Lon  $\geq 22.00$  AND Lon  $\leq 35.50$

Τα διαγράμματα (Διάγραμμα 18, Διάγραμμα 19, Διάγραμμα 20, Διάγραμμα 21, Διάγραμμα 22, Διάγραμμα 23, Διάγραμμα 24, Διάγραμμα 25, Διάγραμμα 26, Διάγραμμα 27, Διάγραμμα 28, Διάγραμμα 29, Διάγραμμα 30, Διάγραμμα 31, Διάγραμμα 32, Διάγραμμα 33) παρατίθενται πιο κάτω.

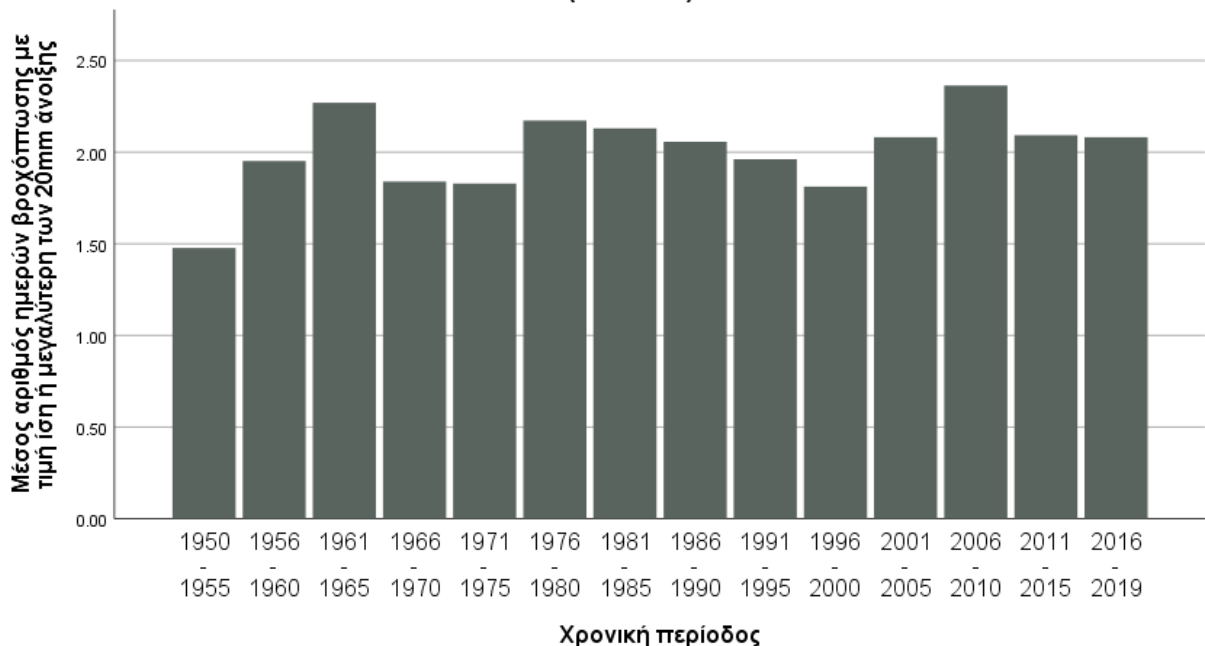
Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm χειμώνα ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019)



**Διάγραμμα 18:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

Από το Διάγραμμα 18 φαίνεται πως η πενταετία 1966 -1970 είχε την υψηλότερη τιμή μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης σε ολόκληρη τη Μεσόγειο. Αυτό δείχνει ότι κατά αυτή την πενταετία συνέβησαν οι περισσότερες ακραίες βροχοπτώσεις.

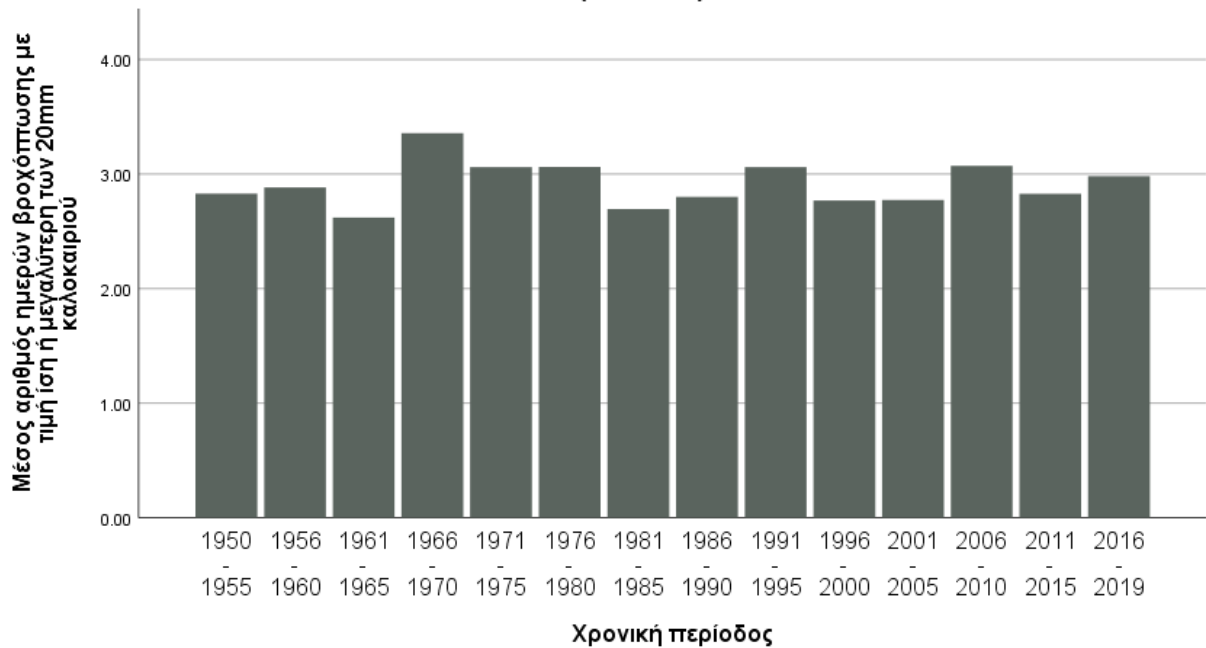
Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm άνοιξης ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019)



**Διάγραμμα 19:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

Στο Διάγραμμα 19 παρατηρείται η αύξηση της τιμής του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης με τιμή μεγαλύτερη των 20mm μετά την πενταετία 1996 – 2000.

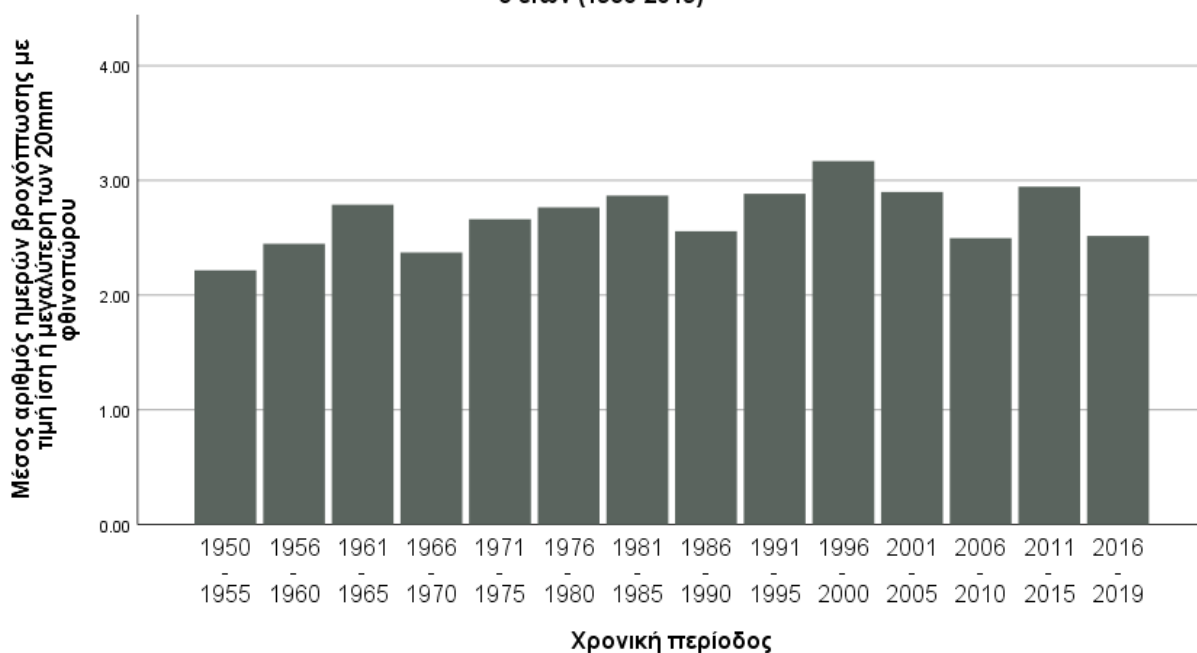
Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm καλοκαιριού ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019)



**Διάγραμμα 20:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 20, οι τιμές του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm παρουσιάζουν σταθερές αυξομειώσεις ανά πενταετία.

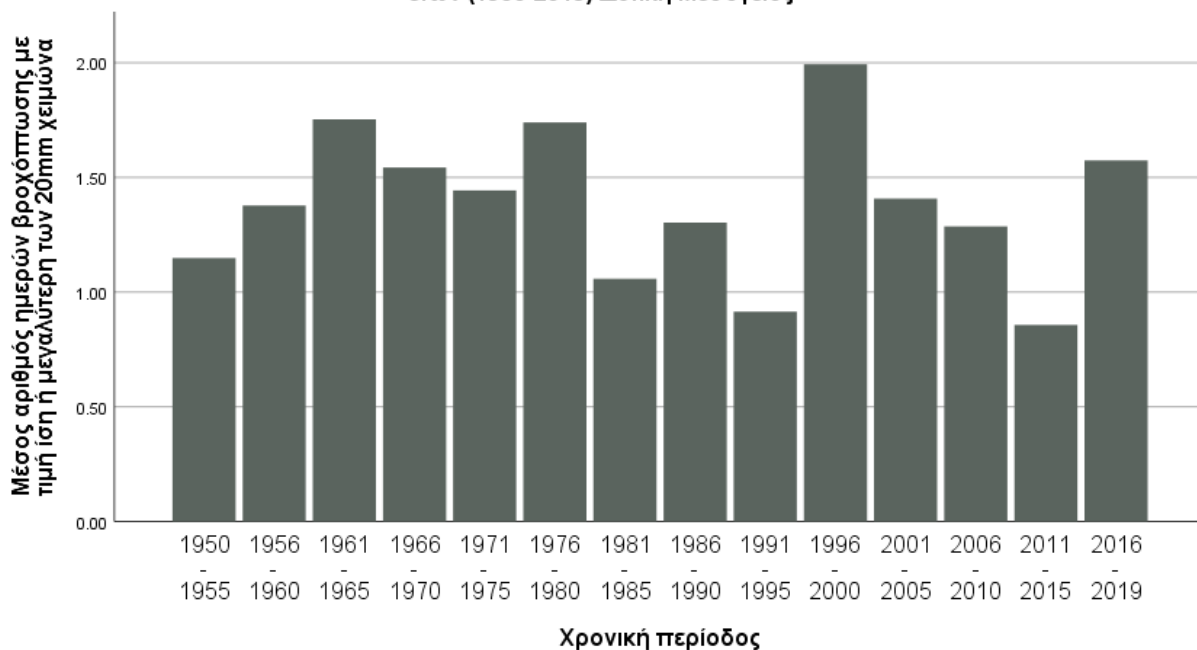
**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm φθινοπώρου ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019)**



**Διάγραμμα 21:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

Στο Διάγραμμα 21 φαίνεται να υπάρχει μια περιοδική αύξηση ανά τρεις με τέσσερις πενταετίες. Αυτή η περιοδικότητα «σπάει» μετά την πενταετία 2001 – 2005.

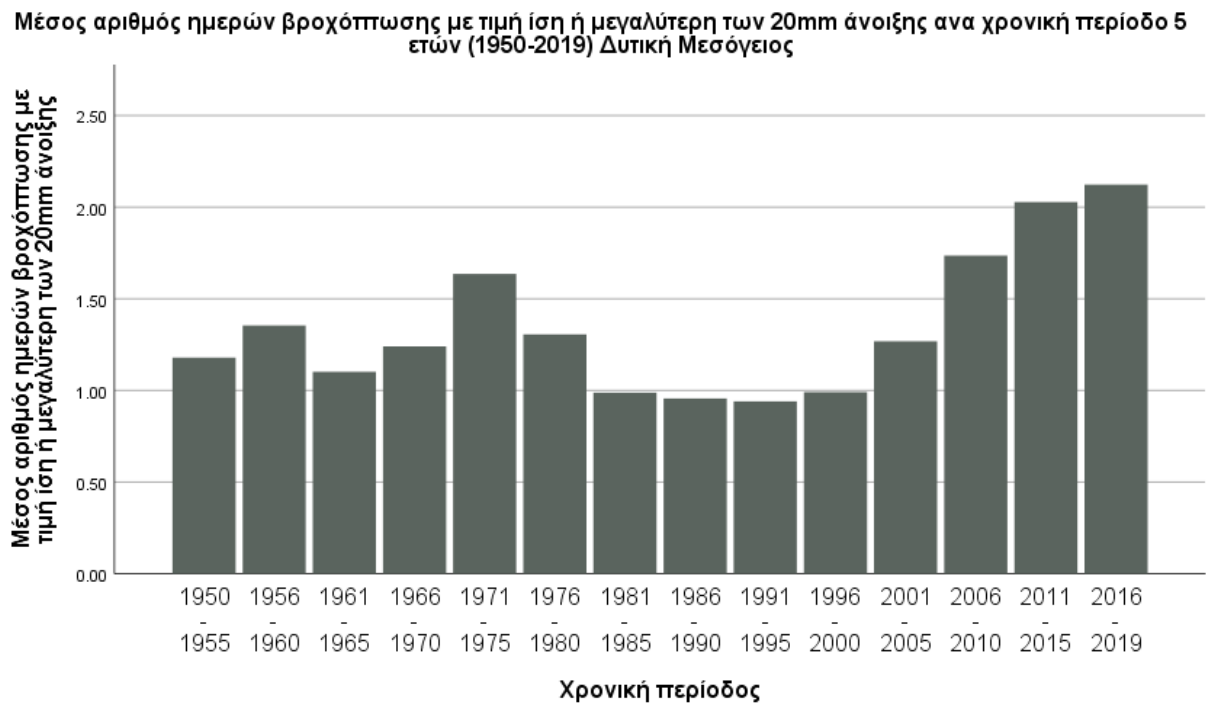
**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm χειμώνα ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος**





**Διάγραμμα 22:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

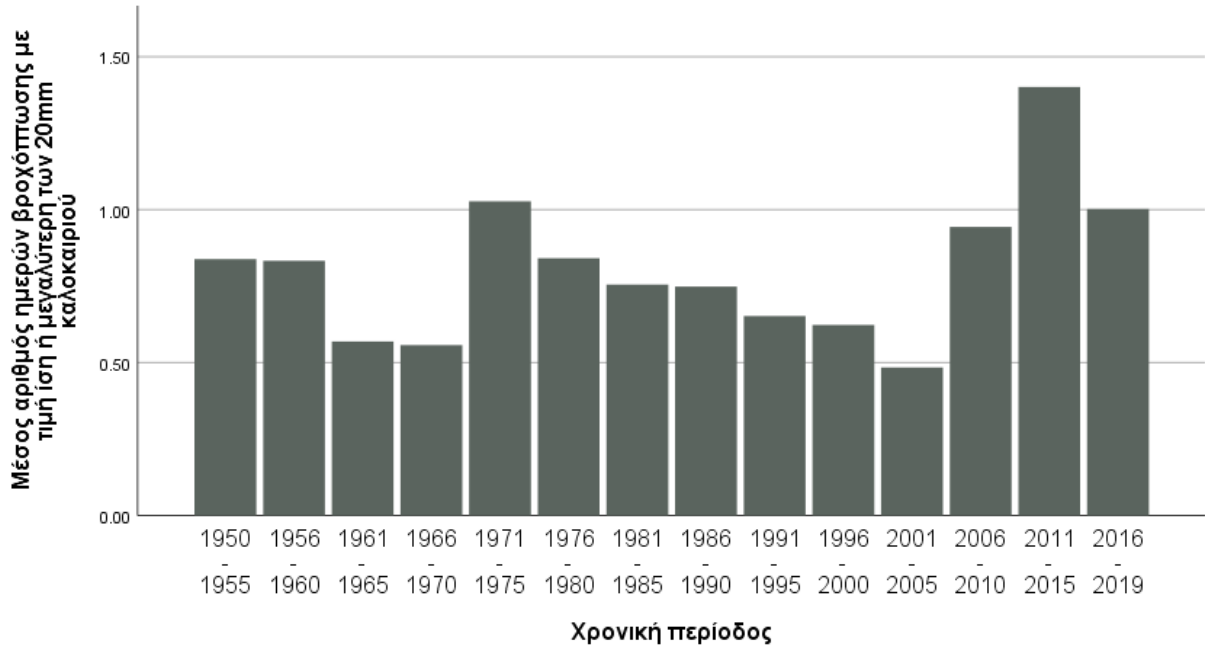
Η πενταετία 1996 – 2000 είναι η περίοδος κατά την οποία σημειώθηκαν συχνότερες ακραίες βροχοπτώσεις στη Δ. Μεσόγειο όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 22.



**Διάγραμμα 23:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

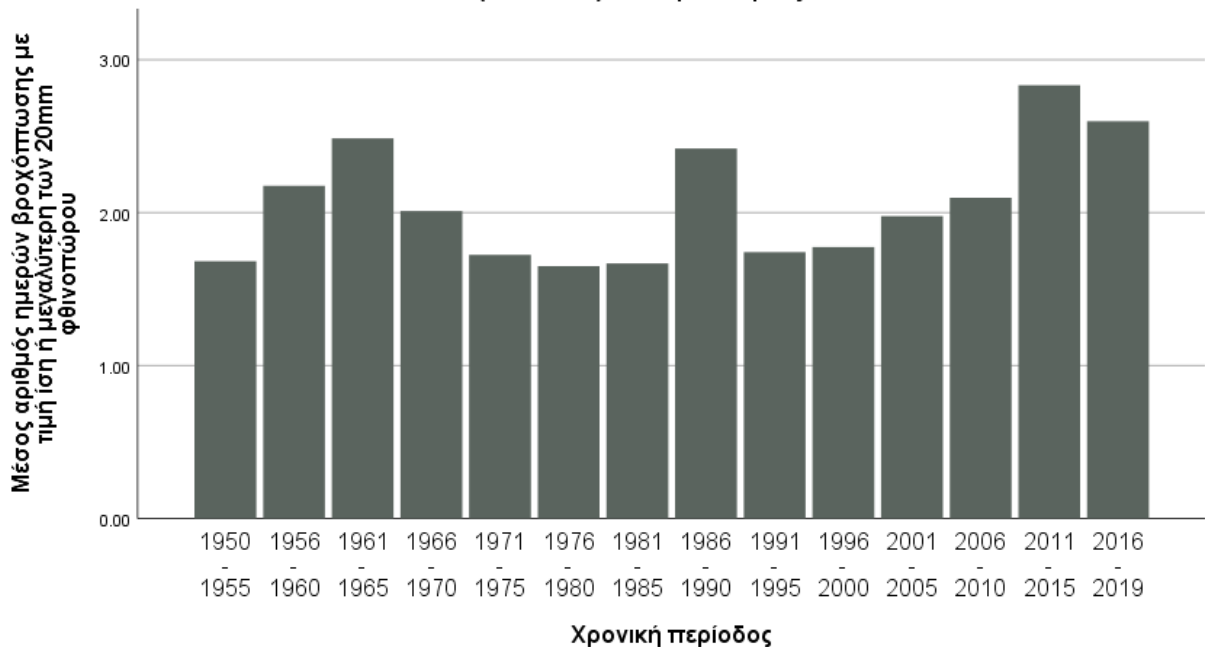
Μετά την πενταετία 1991 – 1995 παρατηρείται μια σταθερή αύξηση του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm. Αυτό δείχνει πως η συχνότητα των ακραίων βροχοπτώσεων αυξάνεται.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm καλοκαιριού ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος**



**Διάγραμμα 24:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm φθινοπώρου ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος**

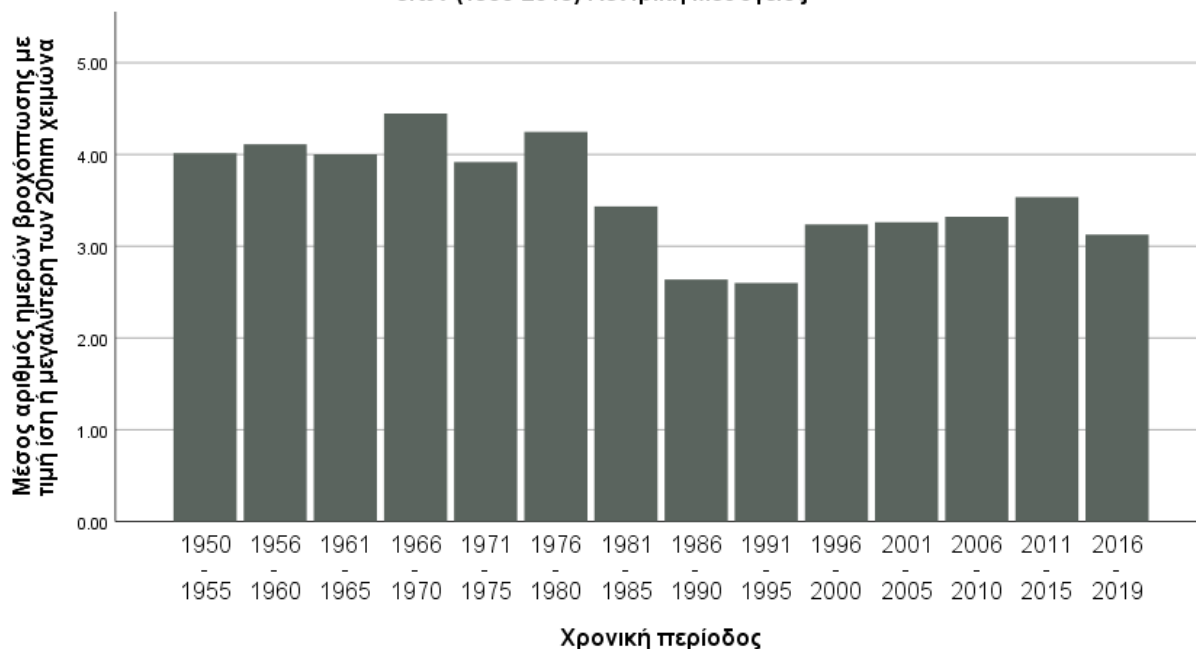


**Διάγραμμα 25:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

Η μεγαλύτερη τιμή του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης για τις εποχές καλοκαίρι και

φθινόπωρο παρατηρήθηκε κατά την πενταετία 2011 – 2015 για τη δυτική Μεσόγειο όπως φαίνεται από τα διαγράμματα Διάγραμμα 24, Διάγραμμα 25.

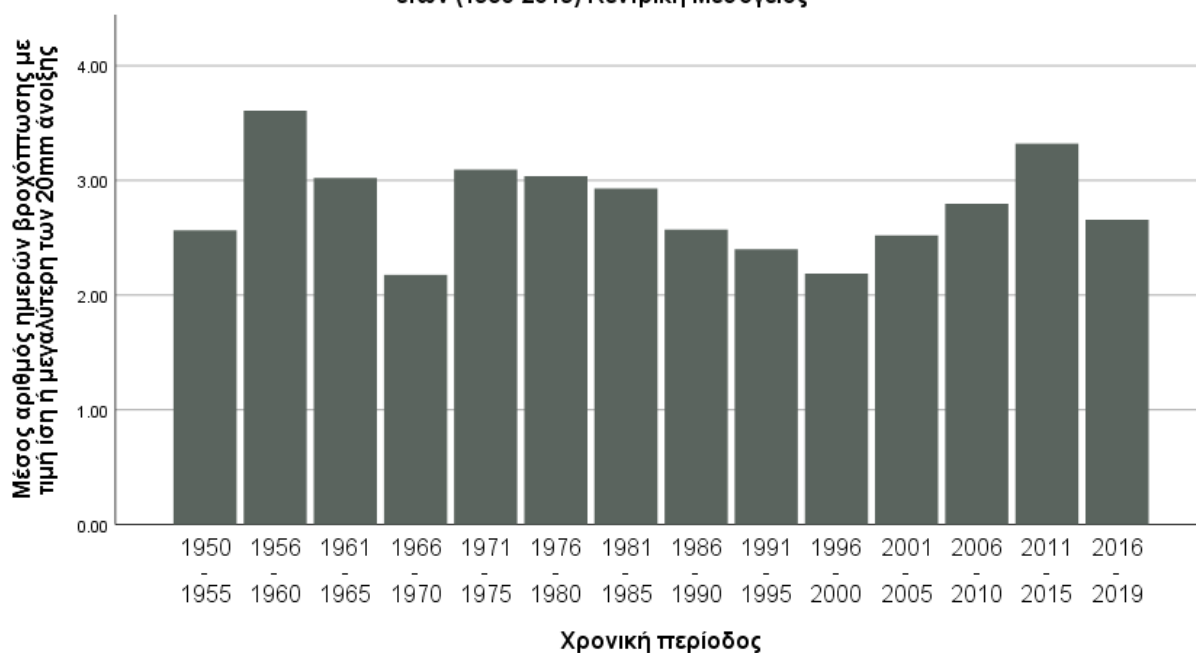
**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm χειμώνα ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος**



**Διάγραμμα 26:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

Στο Διάγραμμα 26 παρατηρείται μια μείωση των τιμών του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης μετά την πενταετία 1981 – 1985 ενώ μετά την πενταετία 1991-1995 υπάρχει μια μικρή αύξηση.

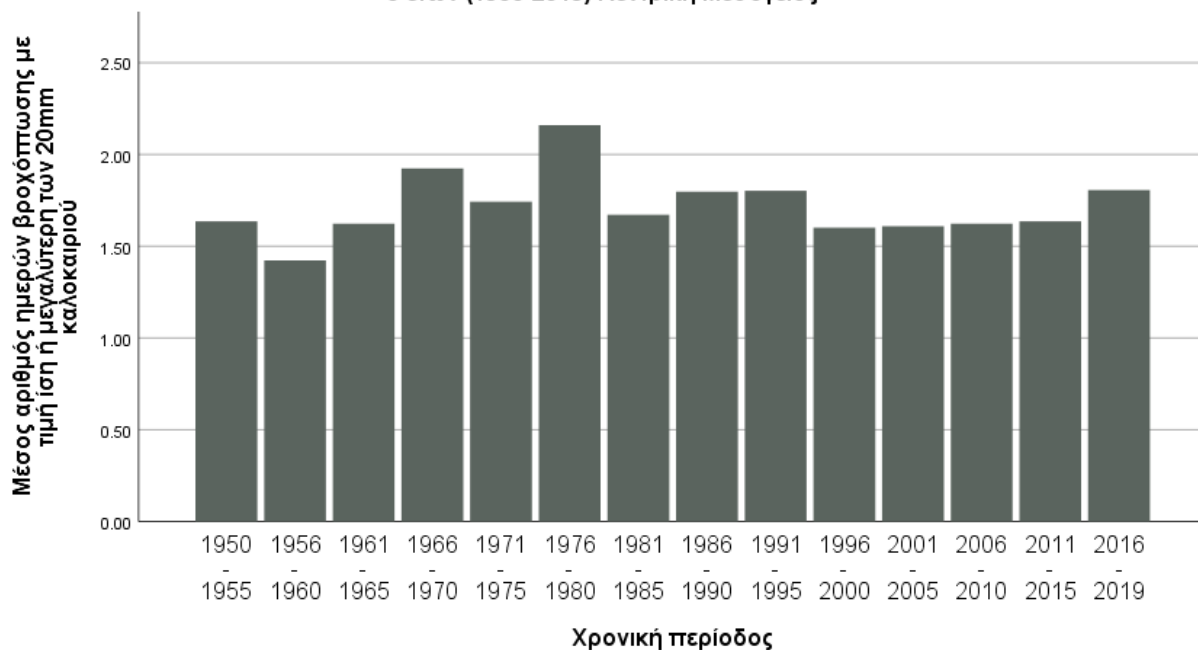
Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm άνοιξης ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος



**Διάγραμμα 27:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

Η πενταετίες με τις εντονότερες και συχνότερες βροχοπτώσεις (πάνω από 20mm) που σημειώθηκαν στην κεντρική Μεσόγειο κατά την περίοδο της άνοιξης ήταν οι 1956 – 1960 και 2011 – 2015 όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 27.

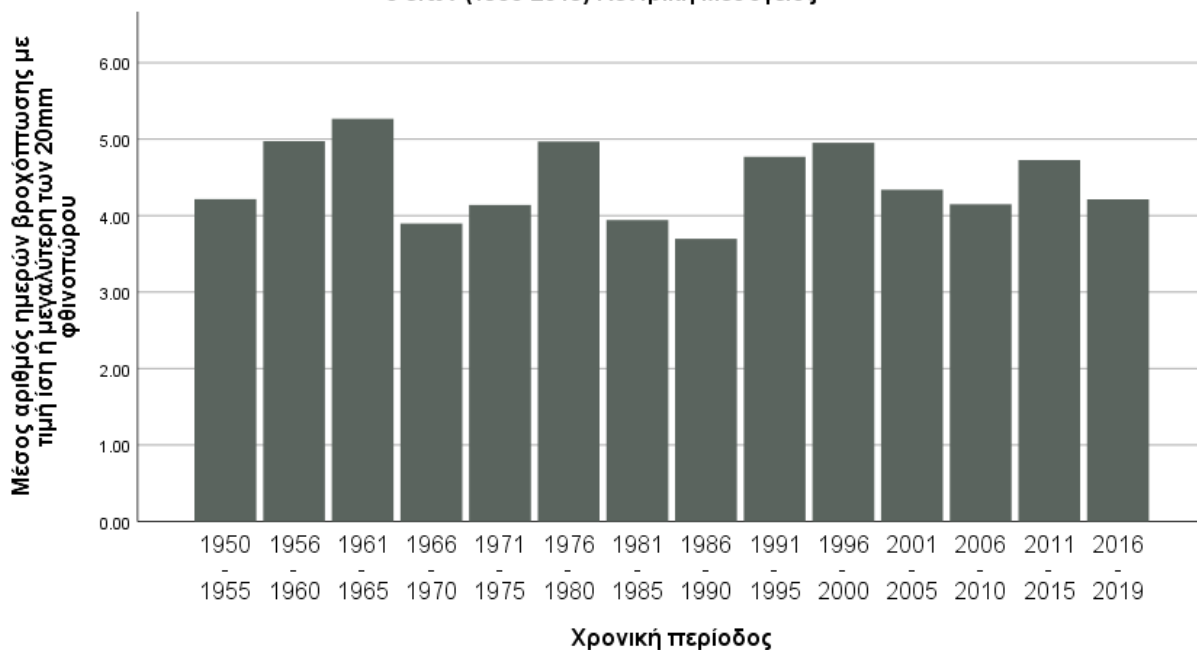
Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm καλοκαιριού ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος



**Διάγραμμα 28:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

Κατά την περίοδο του καλοκαιριού παρατηρείται μια μικρή αύξηση στην τιμή του μέσου αριθμού βροχόπτωσης πάνω από 20mm μετά την πενταετία 1996 – 2000 όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 28 για την κεντρική Μεσόγειο.

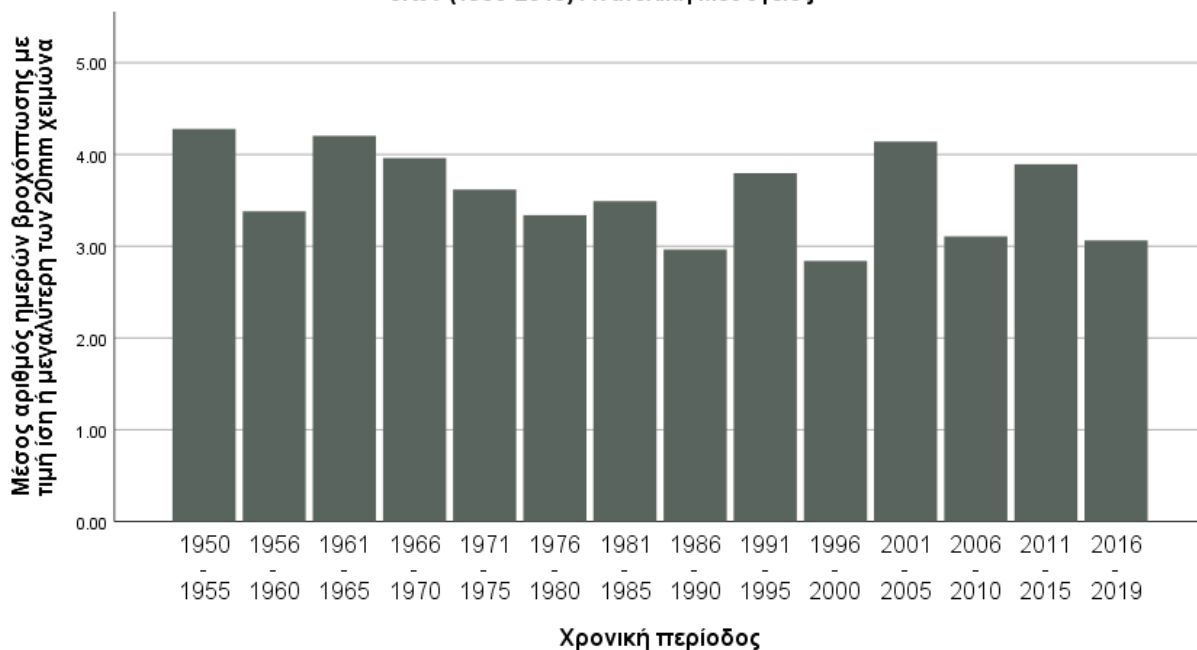
**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm φθινοπώρου ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος**



**Διάγραμμα 29:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

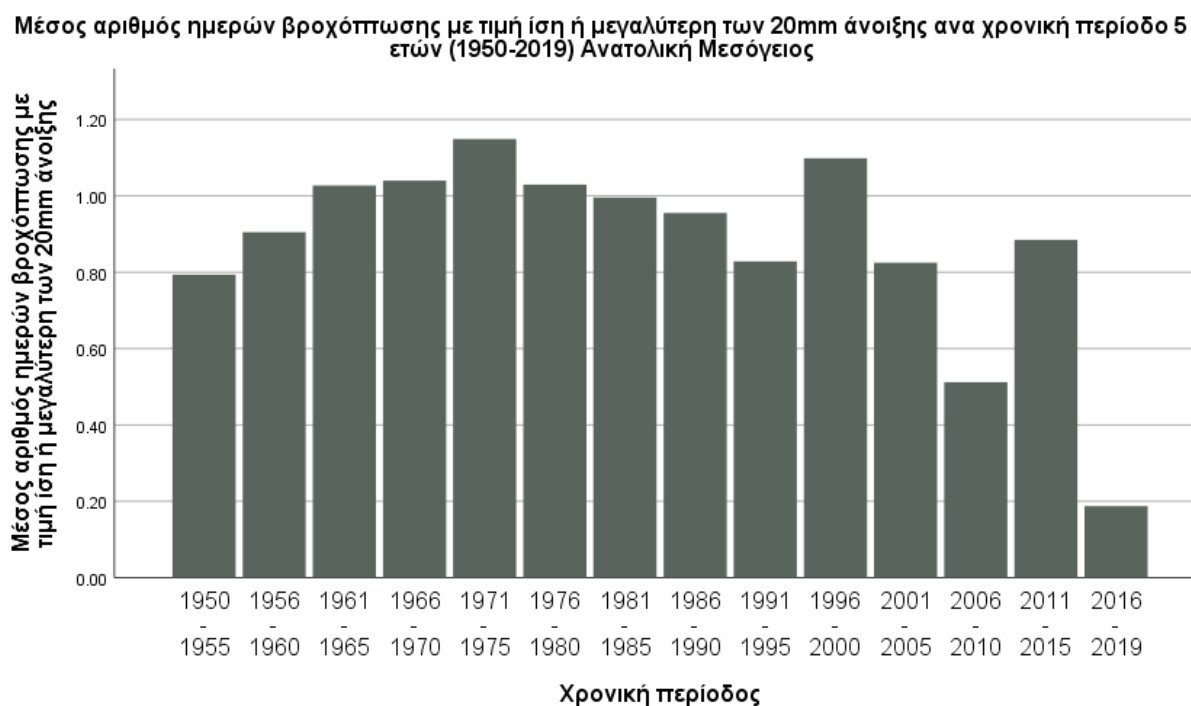
Γενικά στο Διάγραμμα 29, παρατηρείται μια «πριονωτή τάση» στα δεδομένα των τιμών ανά περίοδο τριών έως τεσσάρων πενταετιών.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm χειμώνα ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος**



**Διάγραμμα 30:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

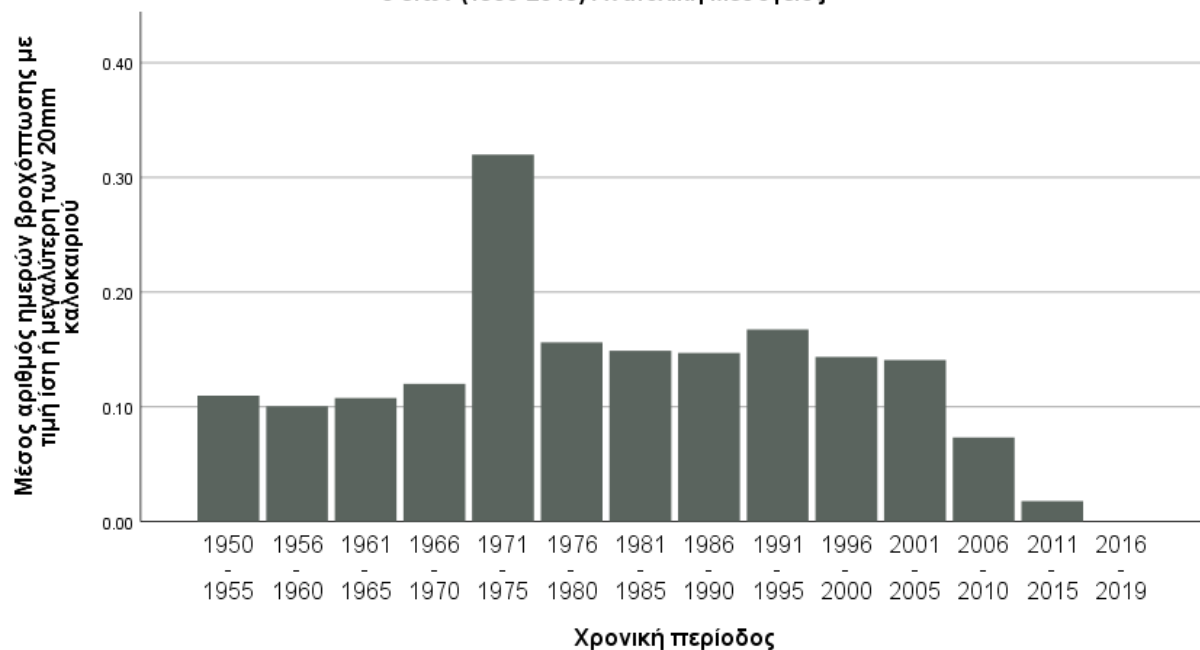
Στο πιο πάνω Διάγραμμα (Διάγραμμα 30) για την περιοχή της ανατολικής Μεσογείου συμβαίνει το ίδιο όπως και στο Διάγραμμα 29.



**Διάγραμμα 31:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

Με βάση το Διάγραμμα 31, φαίνεται να υπάρχει μια καθοδική τάση στις τιμές του μέσου αριθμού χωρίς βροχόπτωση μετά την πενταετία 1971 - 1975.

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm καλοκαιριού ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος

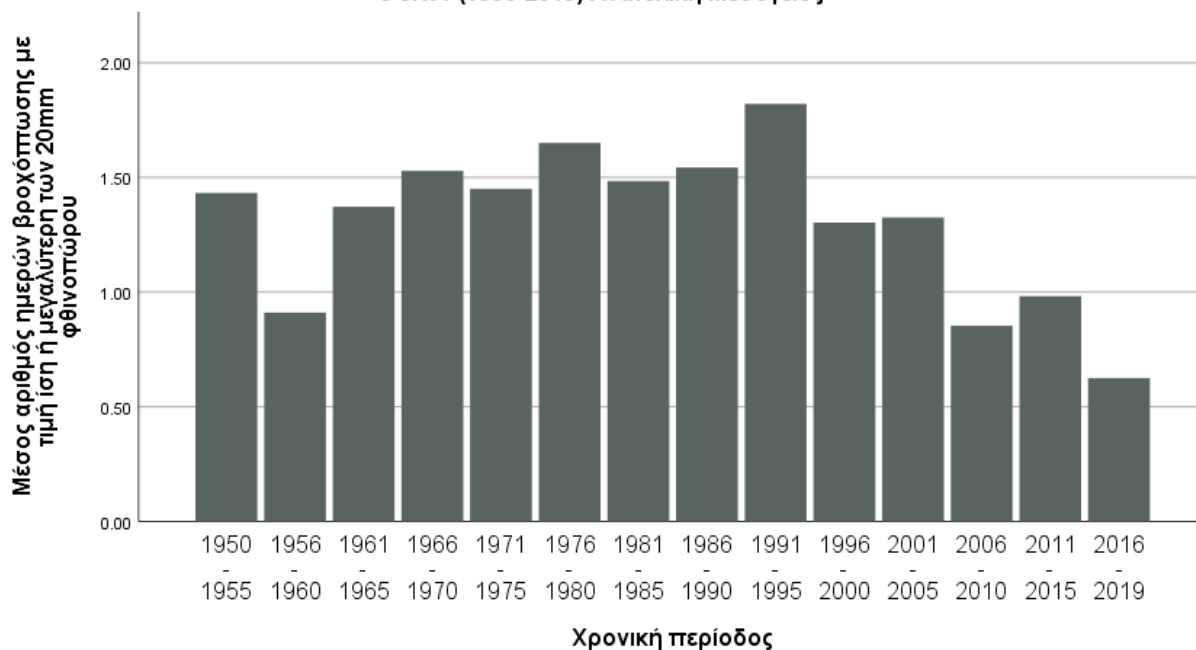


**Διάγραμμα 32:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

Ο μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm καλοκαιριού στην ανατολική Μεσόγειο φαίνεται να παρουσιάζει μείωση μετά την πενταετία 1991 – 1995.



Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm φθινοπώρου ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος

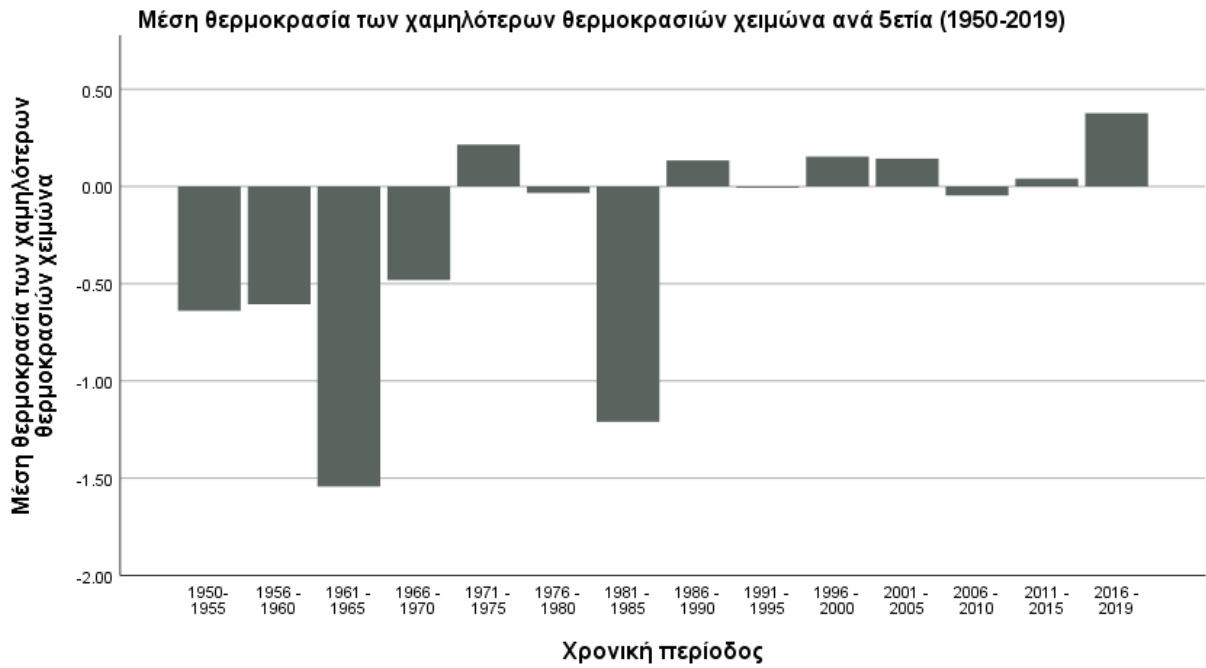


**Διάγραμμα 33:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

Στο Διάγραμμα 33 παρατηρείται επίσης μείωση της τιμής του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm μετά την πενταετία 1991 – 1995.

#### 4.4 Μελέτη δεικτών μέσης χαμηλότερης και υψηλότερης θερμοκρασίας

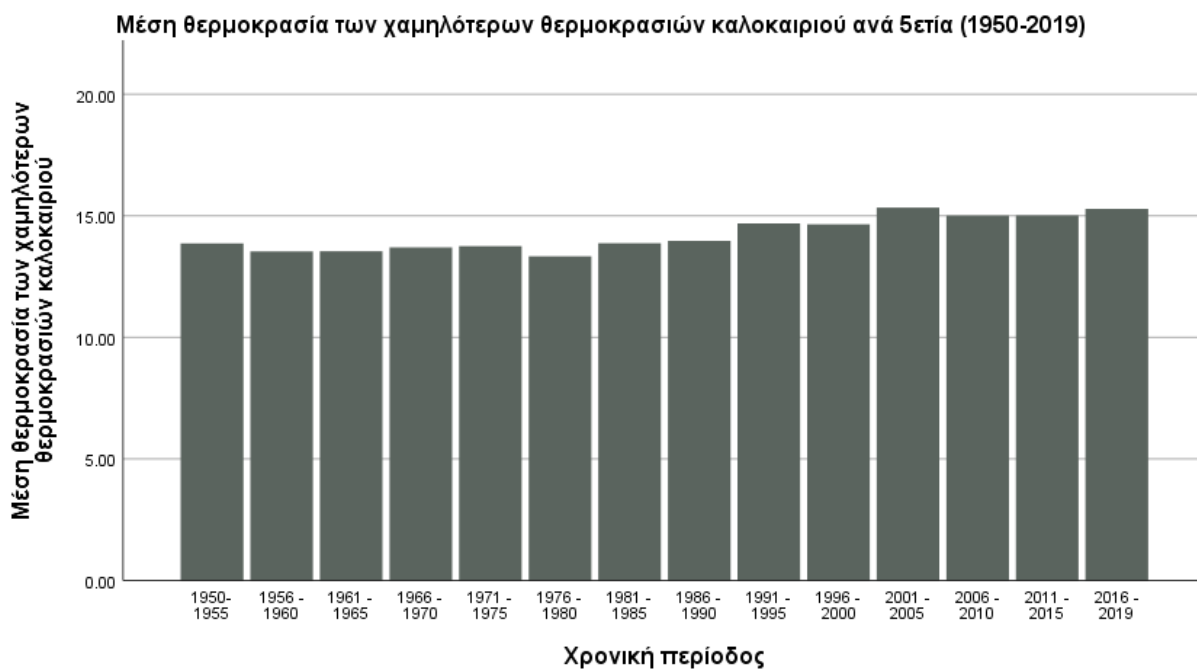
Για τις μέσες τιμές θερμοκρασίας των χαμηλότερων και υψηλότερων θερμοκρασιών ανά εποχή έγινε παρόμοια εργασία όπως και πιο πάνω. Τα αποτελέσματα παρατίθενται πιο κάτω στα Διαγράμματα (Διάγραμμα 34-65).



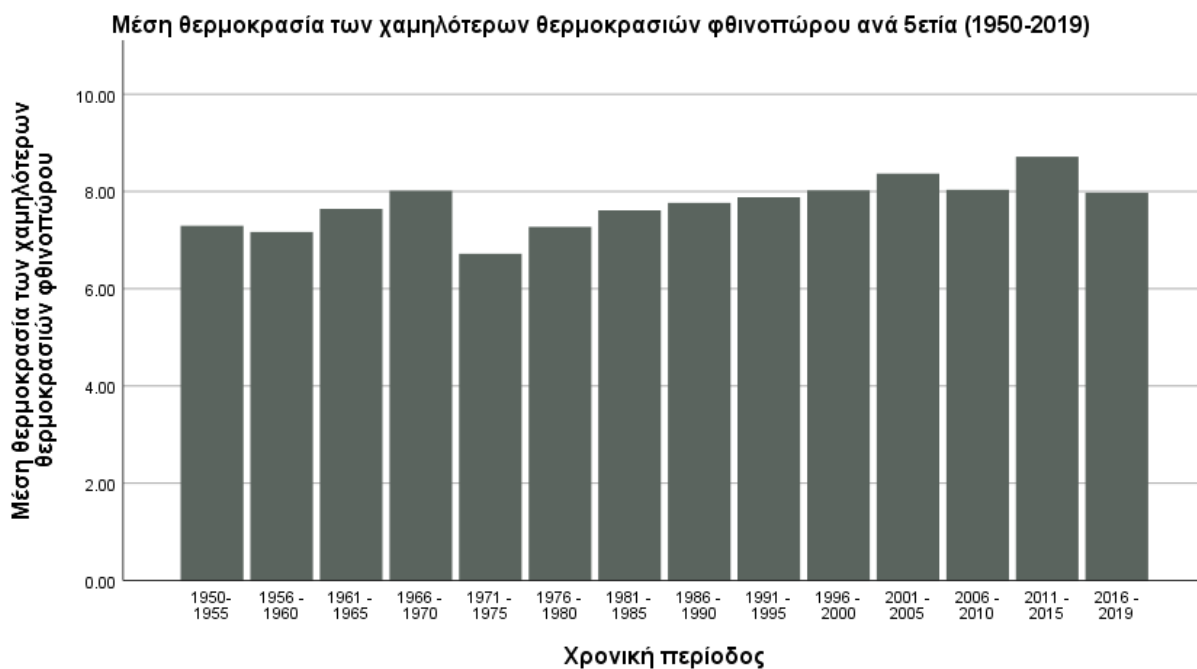
**Διάγραμμα 34:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.



**Διάγραμμα 35:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.



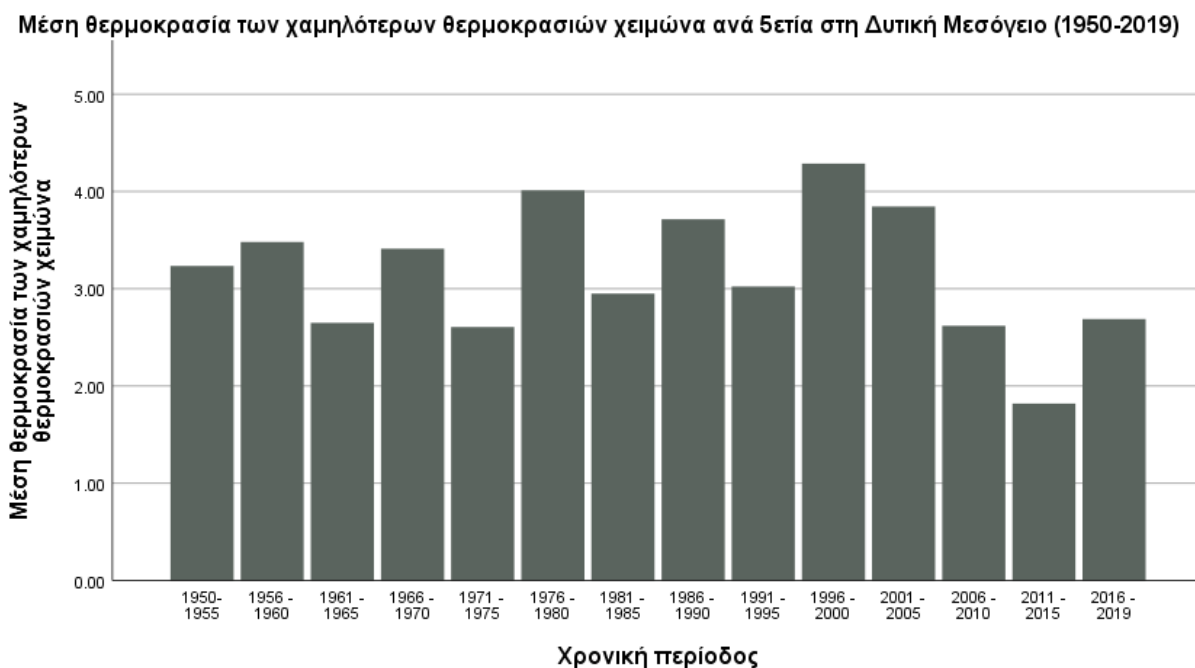
**Διάγραμμα 36:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.



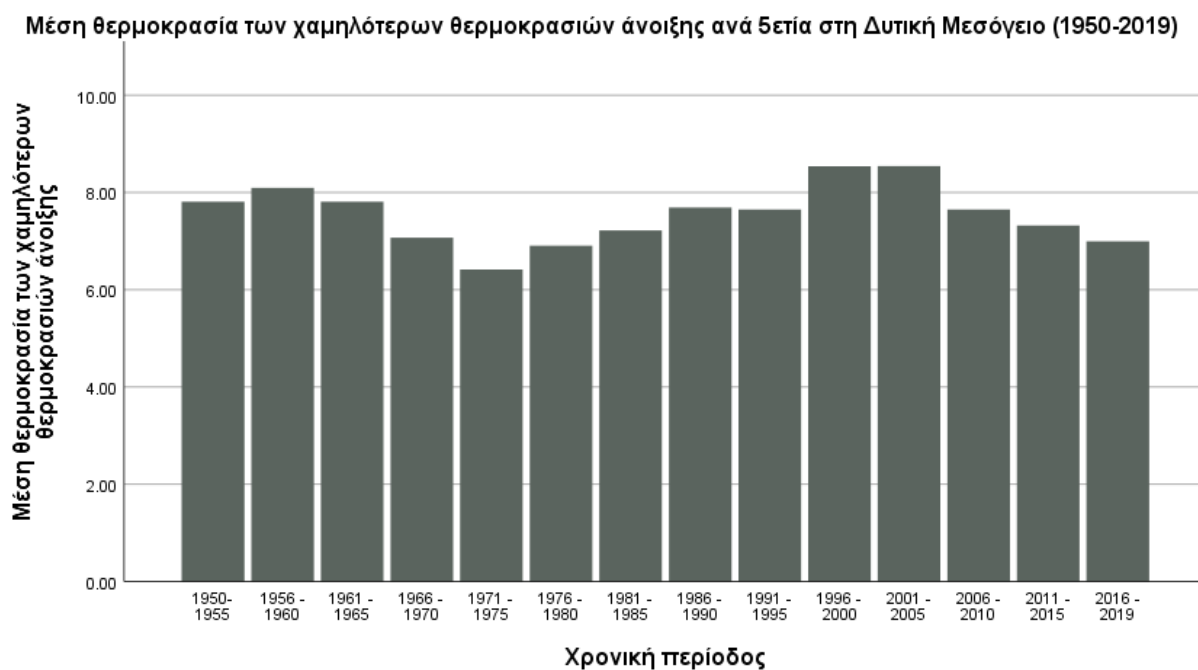
**Διάγραμμα 37:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

Όπως φαίνεται και στα Διαγράμματα 34 - 37, οι χαμηλότερες θερμοκρασίες που

καταγράφονται σε όλη τη Μεσόγειο και τις τέσσερις εποχές του χρόνου παρουσιάζουν ανοδική τάση. Αυτό σημαίνει πως το κλίμα αρχίζει να γίνεται θερμότερο.



**Διάγραμμα 38:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.



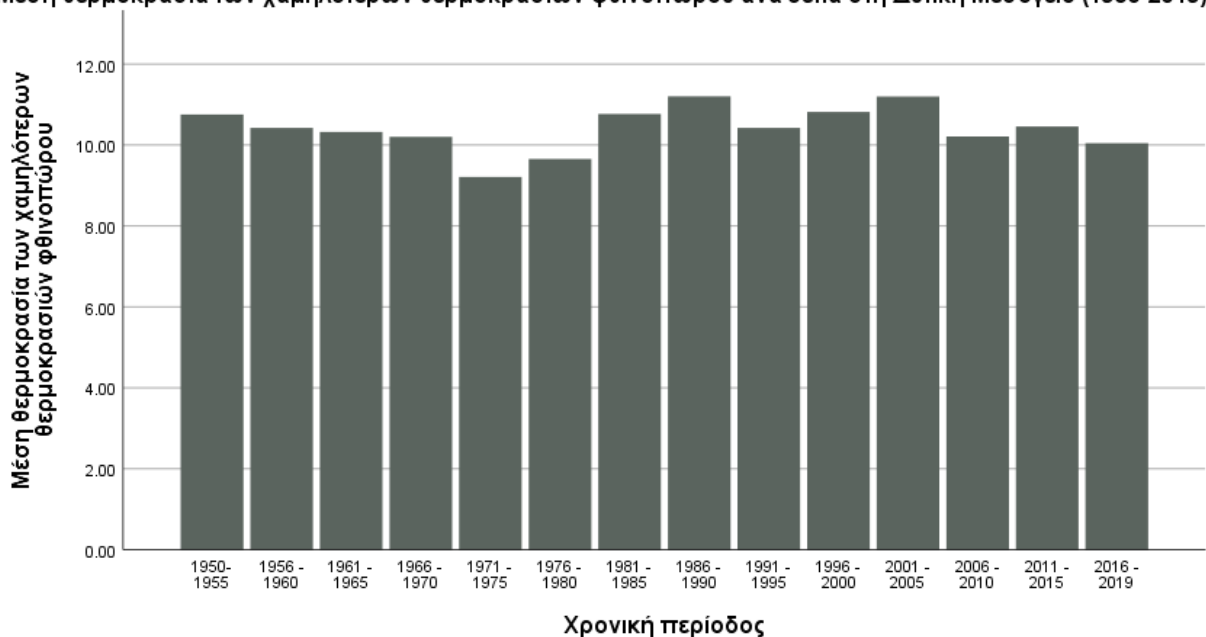
**Διάγραμμα 39:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

**Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά 5ετία στη Δυτική Μεσόγειο (1950-2019)**



**Διάγραμμα 40:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

**Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά 5ετία στη Δυτική Μεσόγειο (1950-2019)**



**Διάγραμμα 41:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά χρονική

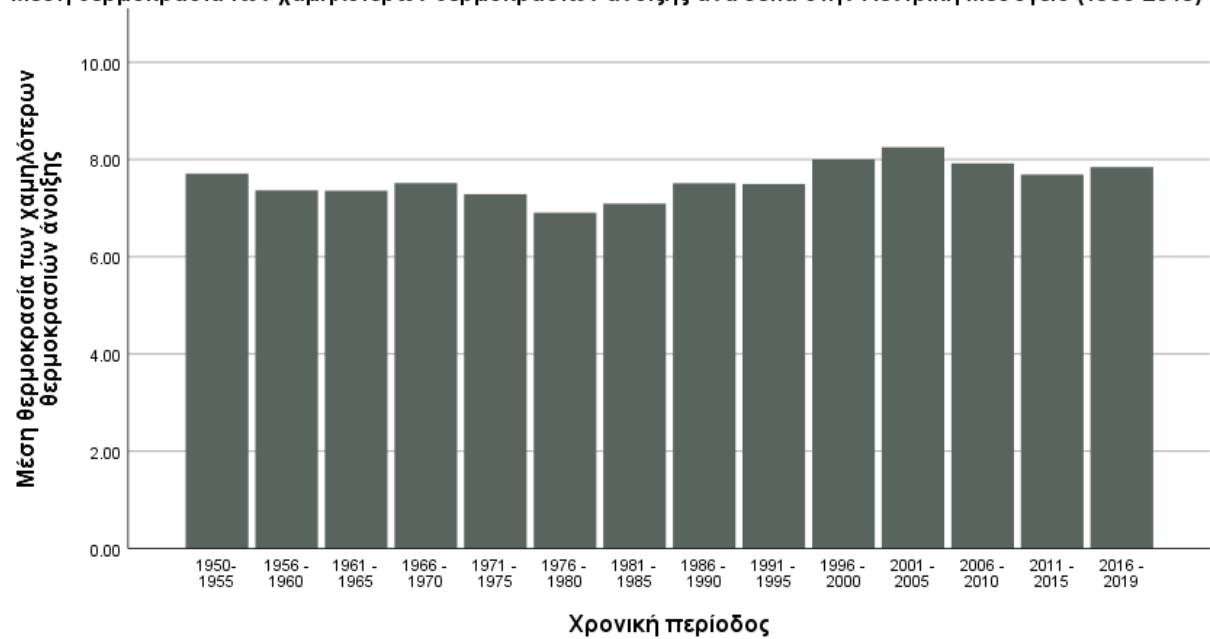
περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

Από τα Διαγράμματα 38 – 39, παρατηρείται ότι κατά τη δεκαετία 1996 – 2005 σημειώθηκαν οι υψηλότερες τιμές για τις χαμηλότερες μέσες θερμοκρασίες όλων των εποχών στη δυτική Μεσόγειο.



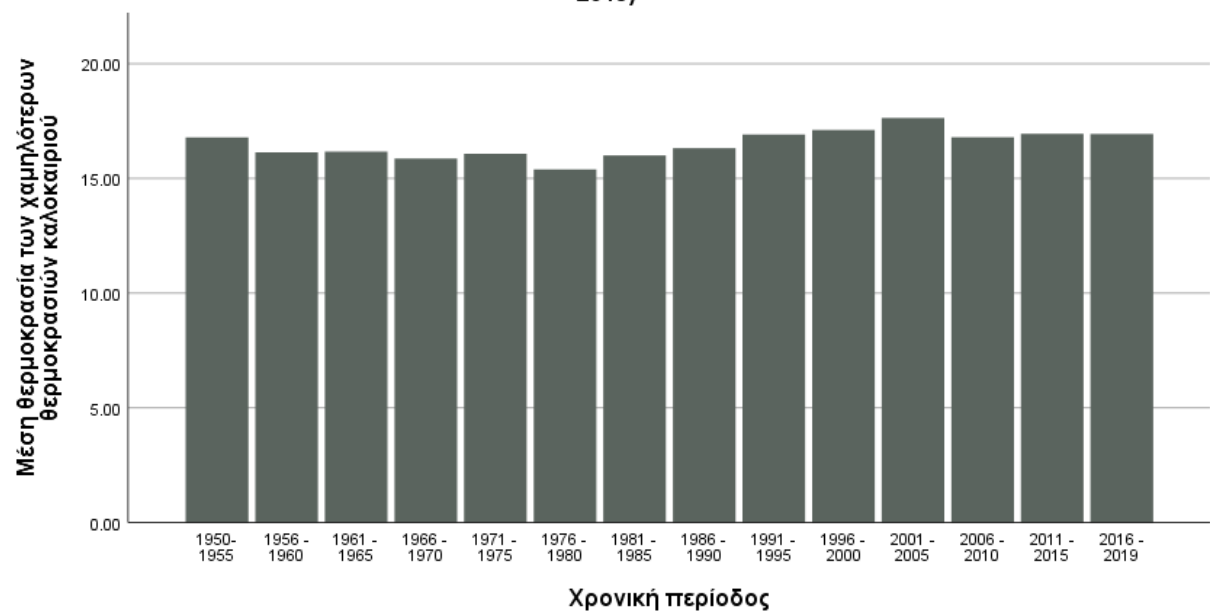
**Διάγραμμα 42:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά 5ετία στην Κεντρική Μεσόγειο (1950-2019)



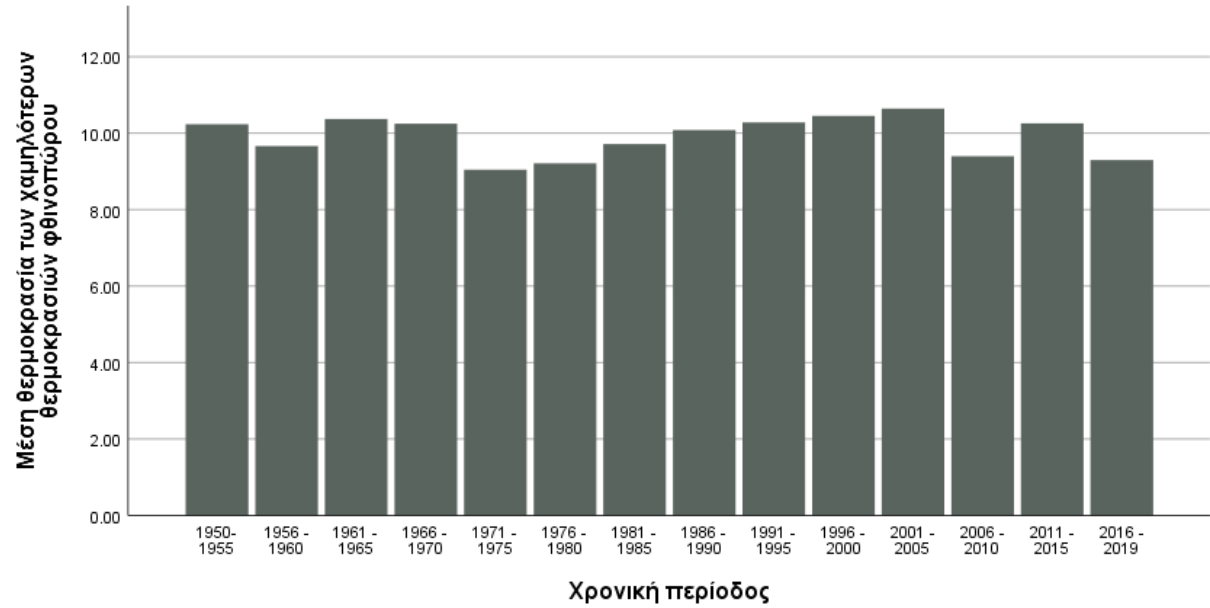
**Διάγραμμα 43:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά 5ετία στην Κεντρική Μεσόγειο (1950-2019)



**Διάγραμμα 44:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά 5ετία στην Κεντρική Μεσόγειο (1950-2019)

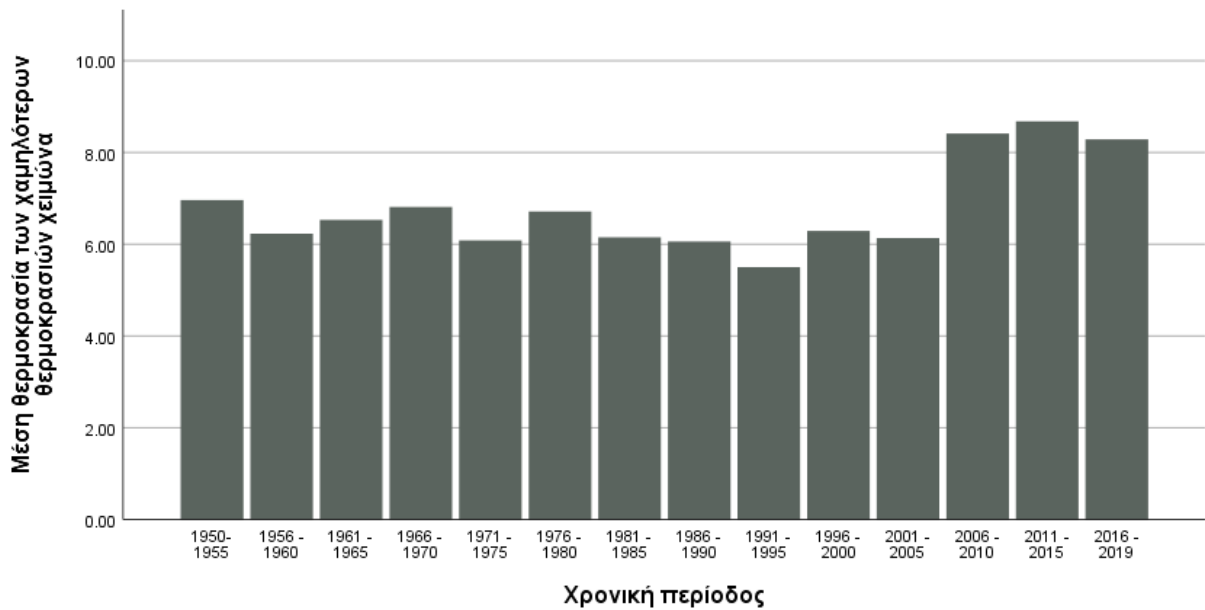


**Διάγραμμα 45:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

Τα Διαγράμματα 43 – 45 δεν παρουσιάζουν αξιόλογη μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας των χαμηλότερων θερμοκρασιών. Υπάρχει ομαλή διακύμανση σε σχέση με το Διάγραμμα 42 στο οποίο υπάρχουν έντονες αυξομειώσεις.

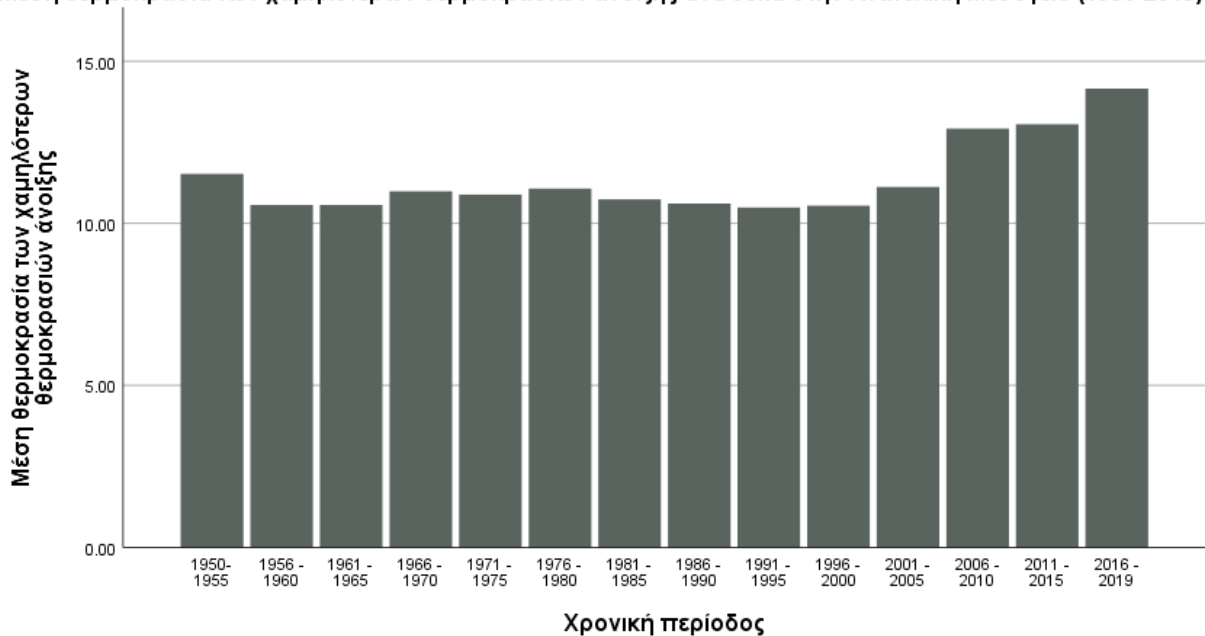


Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών χειμώνα ανά 5ετία στην Ανατολική Μεσόγειο (1950-2019)



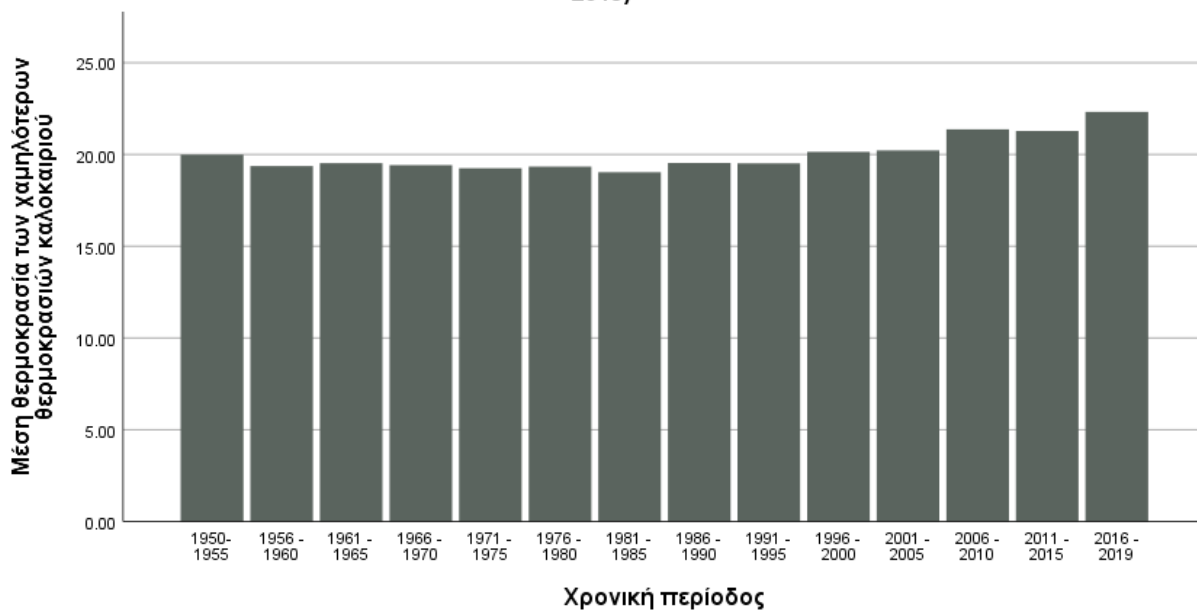
Διάγραμμα 46: Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά 5ετία στην Ανατολική Μεσόγειο (1950-2019)



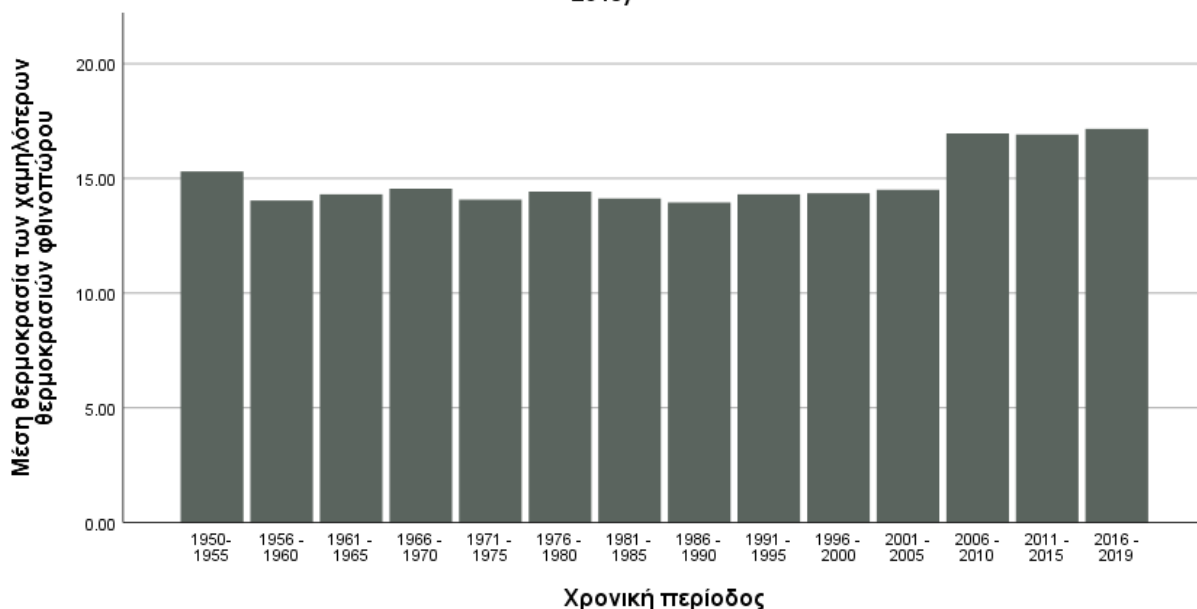
Διάγραμμα 47: Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

**Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά 5ετία στην Ανατολική Μεσόγειο (1950-2019)**



**Διάγραμμα 48:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

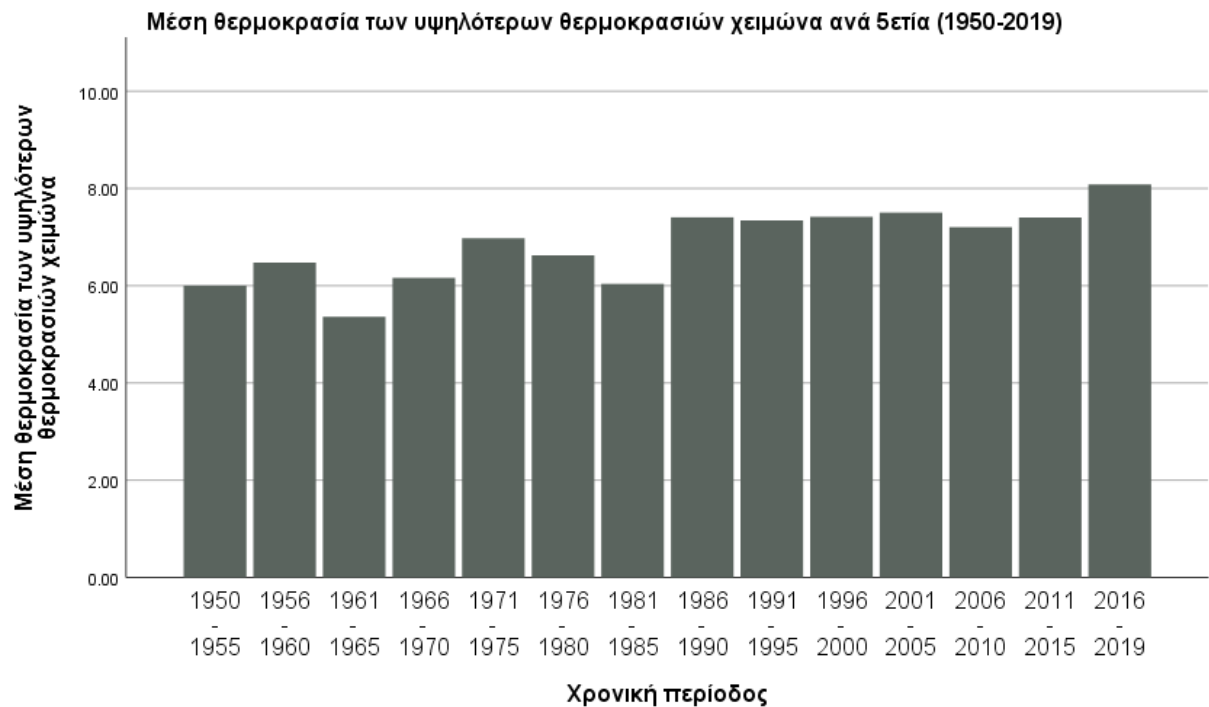
**Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά 5ετία στην Ανατολική Μεσόγειο (1950-2019)**



**Διάγραμμα 49:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

Για τα Διαγράμματα 46 – 49 που αφορούν την περιοχή της ανατολικής Μεσογείου,

παρουσιάζεται μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας των χαμηλότερων θερμοκρασιών και για τις τέσσερις εποχές του χρόνου από την πενταετία 2006 – 2010 έως σήμερα.



**Διάγραμμα 50:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

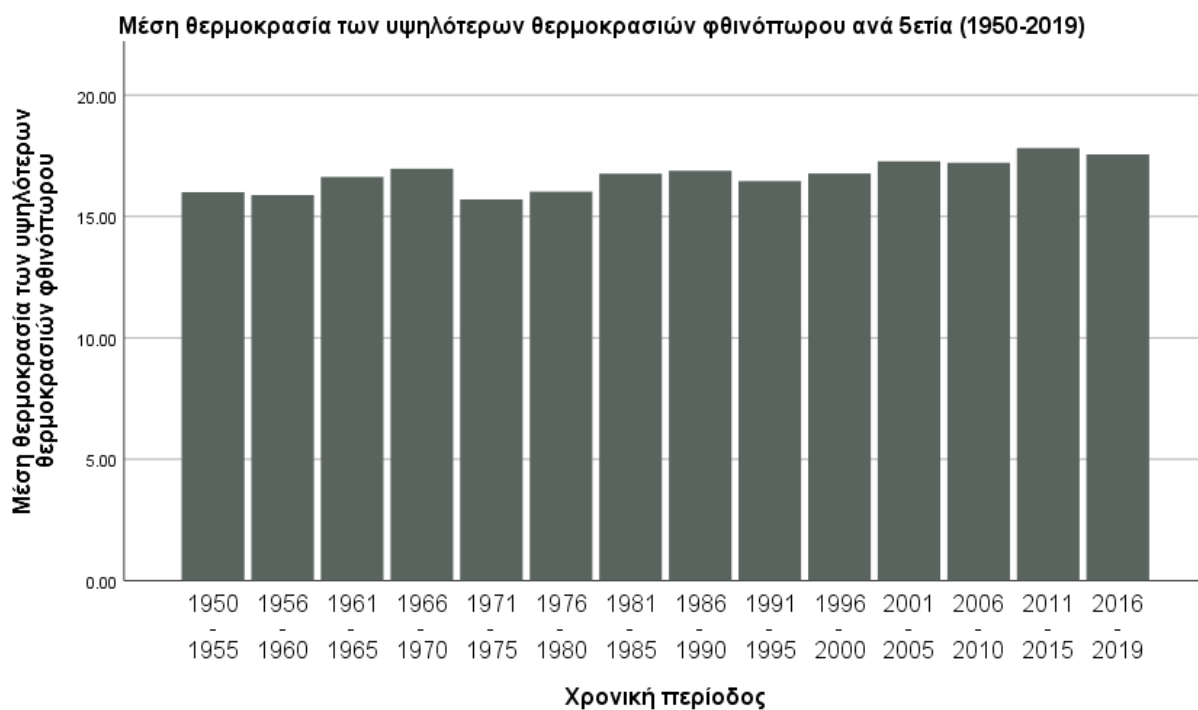


**Διάγραμμα 51:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά χρονική περίοδο

5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.



**Διάγραμμα 52:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

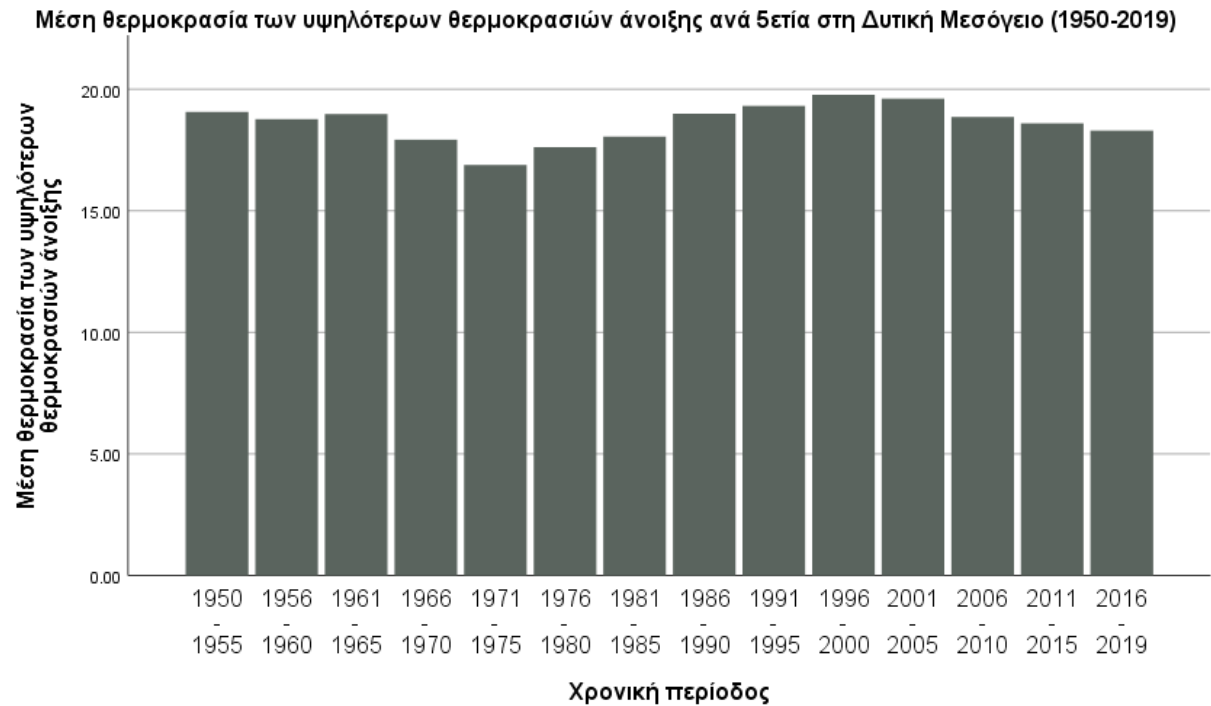


**Διάγραμμα 53:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

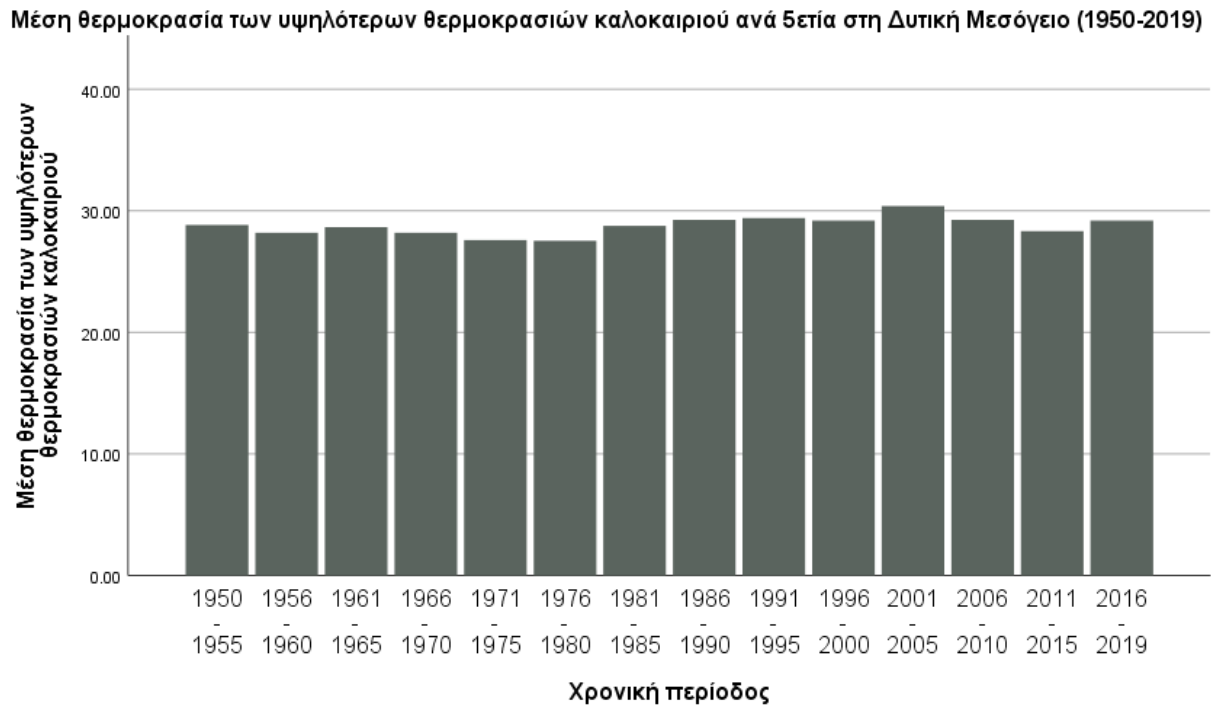
Υπάρχει μια ανοδική τάση όσο αφορά τις τιμές της μέσης θερμοκρασίας των υψηλότερων θερμοκρασιών σε ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου για όλες τις εποχές όπως φαίνεται και από τα Διαγράμματα 50 – 53.



**Διάγραμμα 54:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

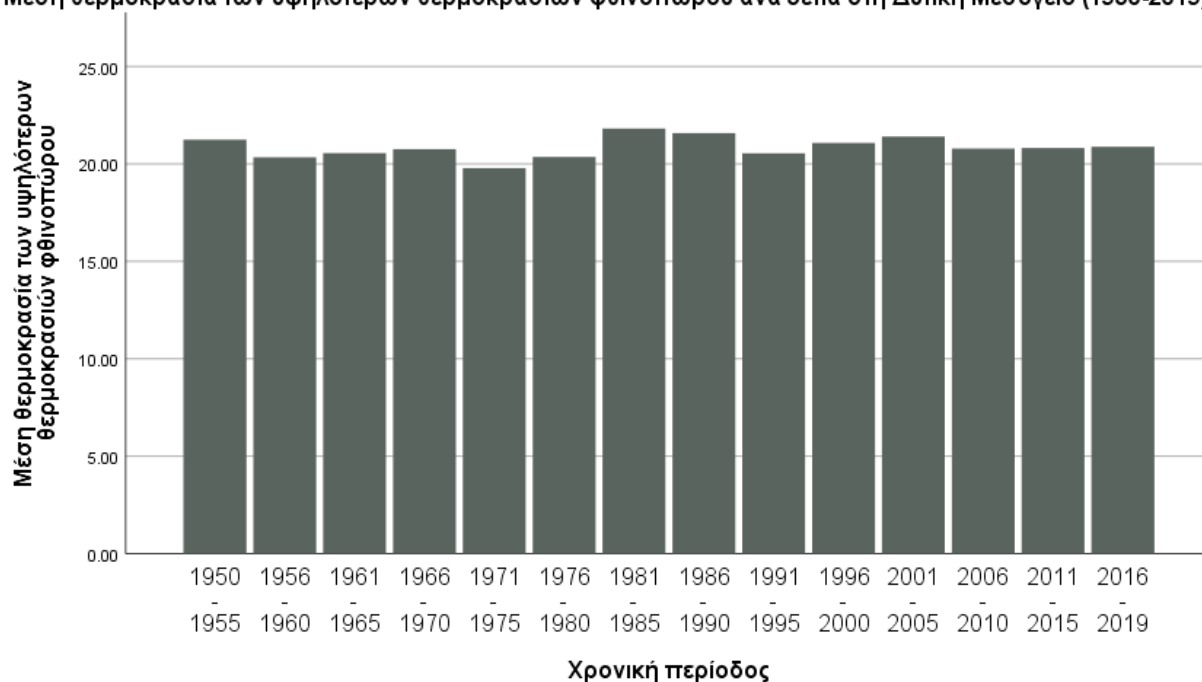


**Διάγραμμα 55:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.



**Διάγραμμα 56:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

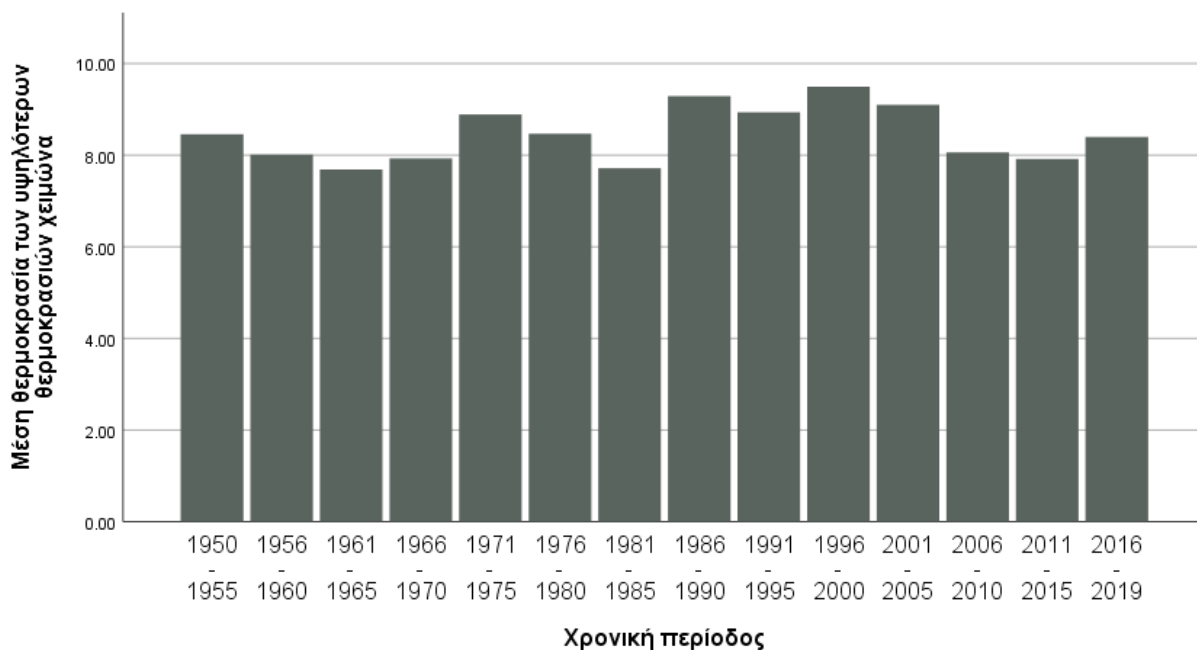
Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά 5ετία στη Δυτική Μεσόγειο (1950-2019)



**Διάγραμμα 57:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Δυτική Μεσόγειος.

Για τα Διαγράμματα 54 - 57, οι πενταετίες 1996 - 2000 και 2001 - 2005 είναι οι θερμότερες πενταετίες από το 1950 μέχρι σήμερα.

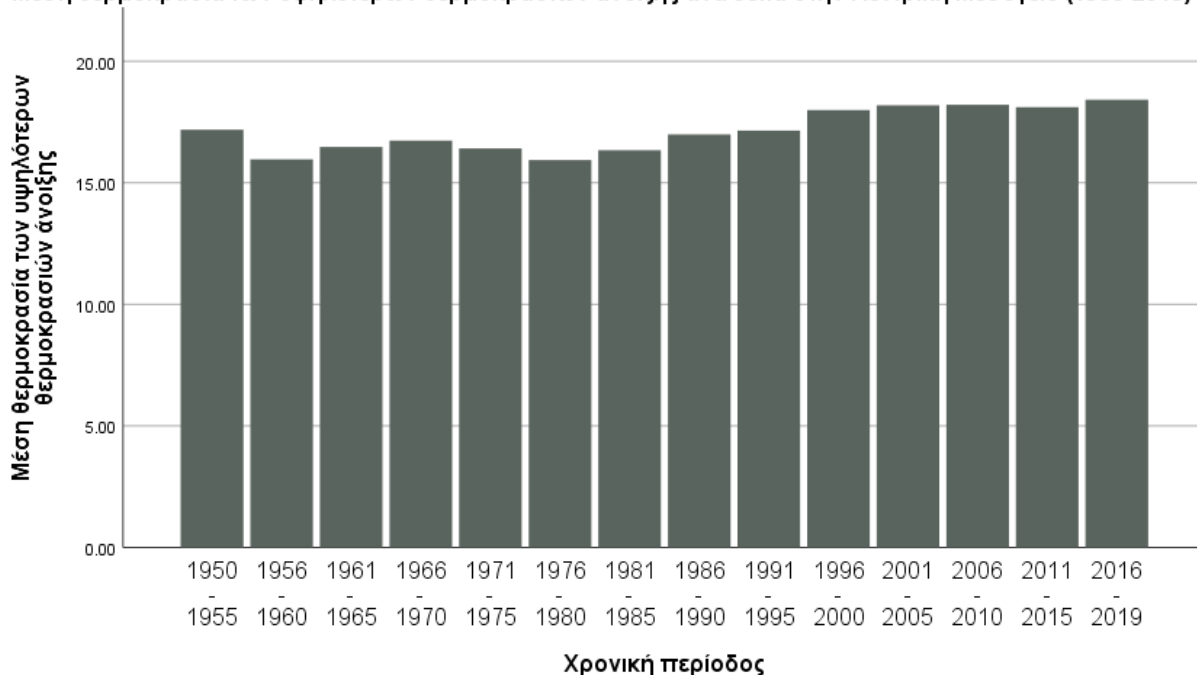
Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών χειμώνα ανά 5ετία στην Κεντρική Μεσόγειο (1950-2019)



**Διάγραμμα 58:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών χειμώνα ανά χρονική

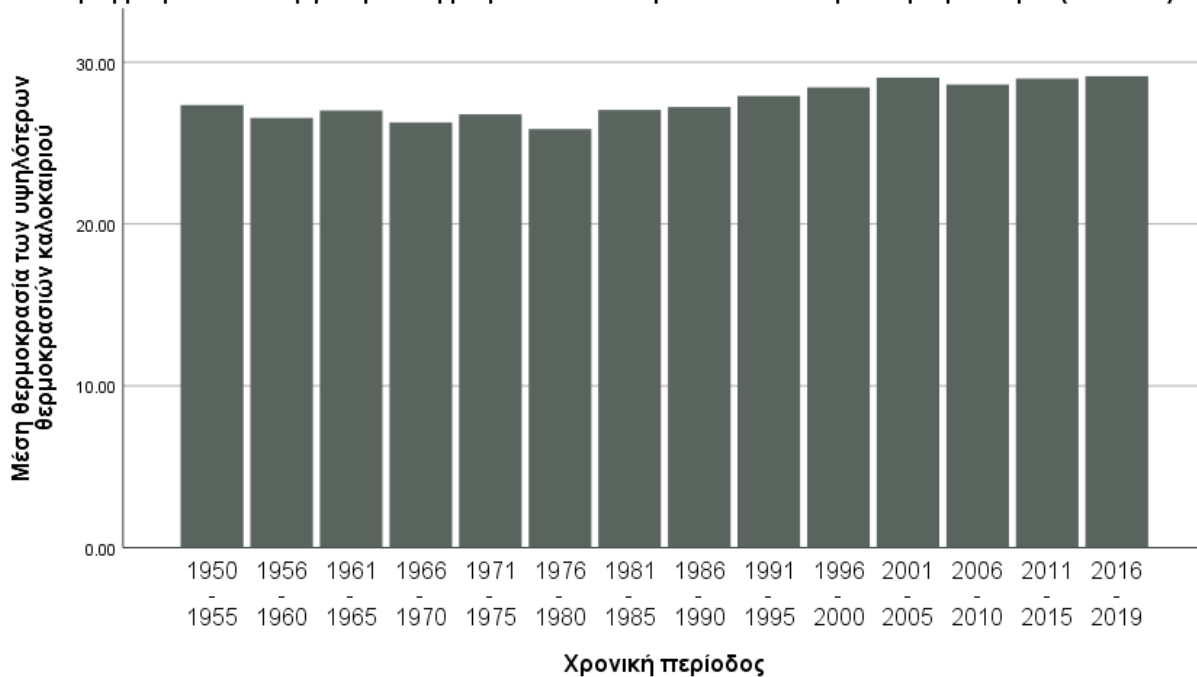
περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά 5ετία στην Κεντρική Μεσόγειο (1950-2019)



**Διάγραμμα 59:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

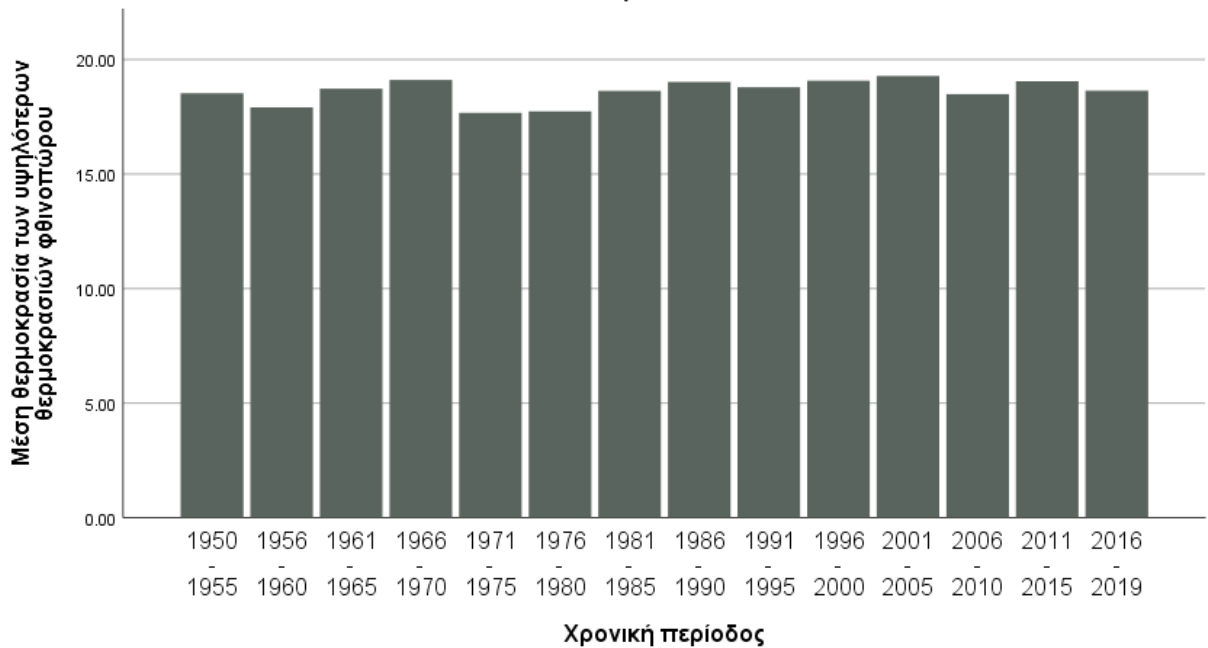
Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά 5ετία στην Κεντρική Μεσόγειο (1950-2019)



**Διάγραμμα 60:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.



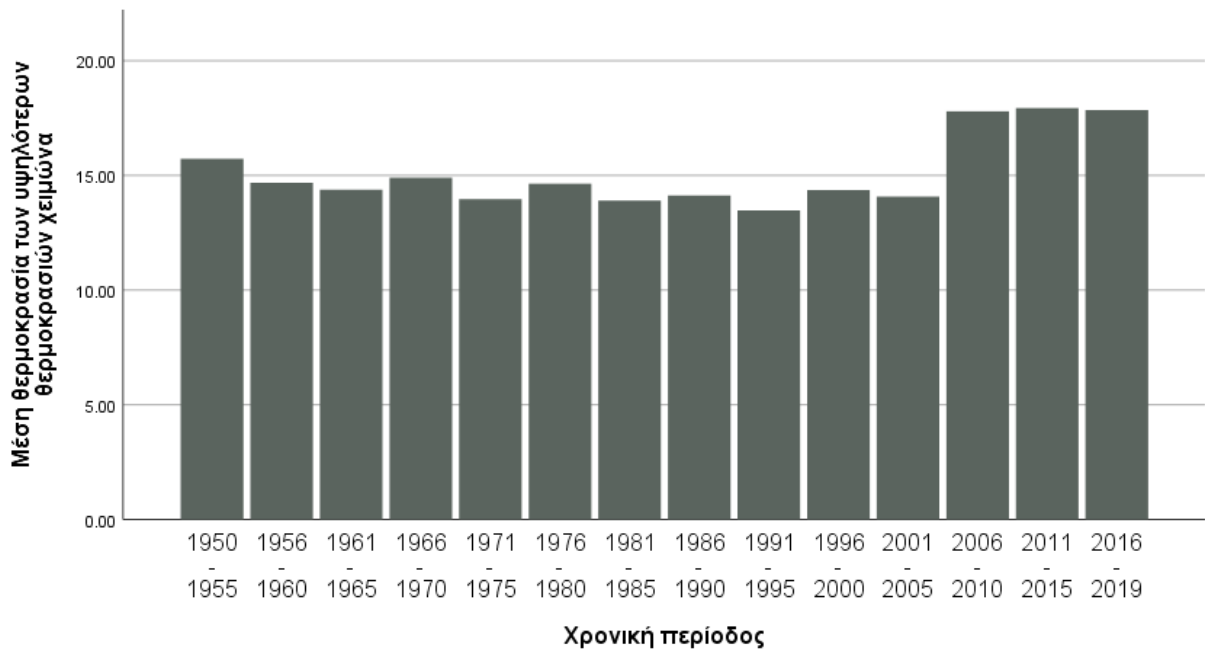
Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά 5ετία στην Κεντρική Μεσόγειο (1950-2019)



**Διάγραμμα 61:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Κεντρική Μεσόγειος.

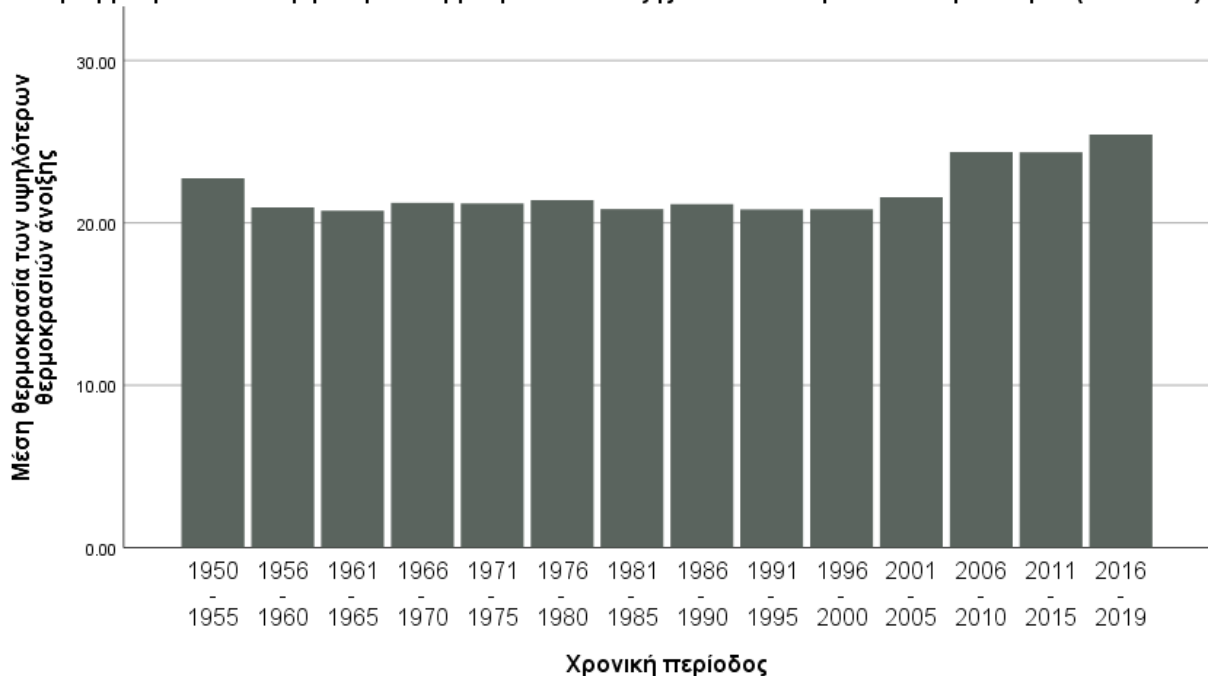
Η κεντρική Μεσόγειος παρουσιάζει ανοδική τάση στις τιμές του μέσου όρου των υψηλότερων θερμοκρασιών όπως δείχνουν και τα Διαγράμματα 58 – 61.

**Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών χειμώνα ανά 5ετία στην Ανατολική Μεσόγειο (1950-2019)**



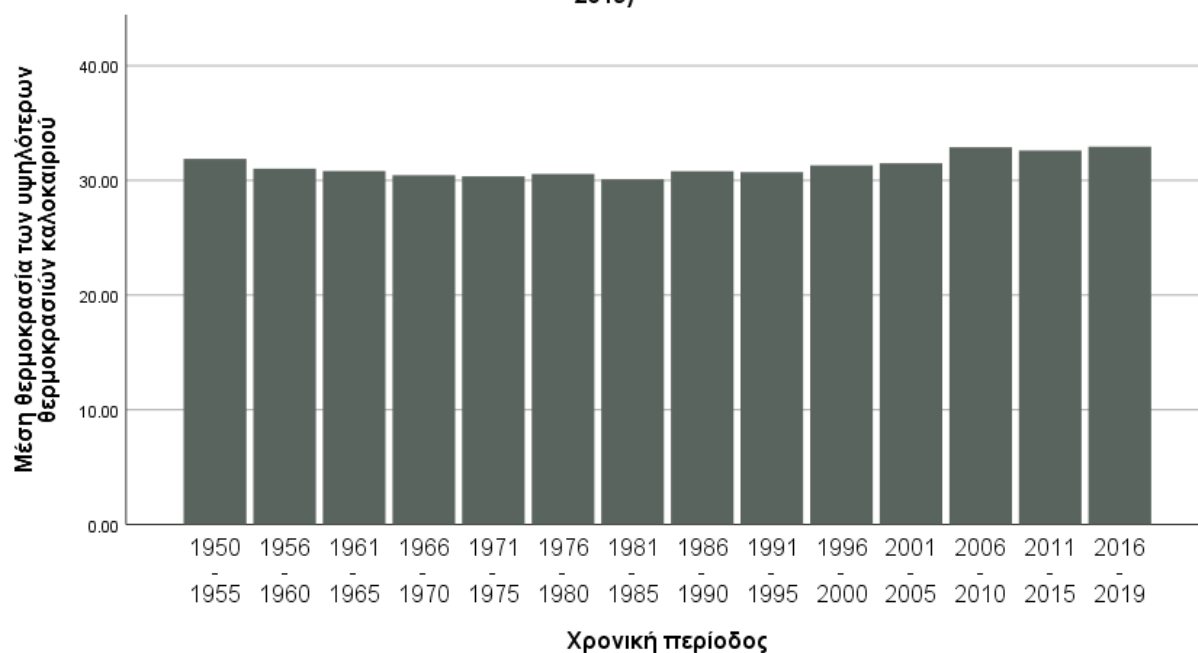
**Διάγραμμα 62:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

**Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά 5ετία στην Ανατολική Μεσόγειο (1950-2019)**



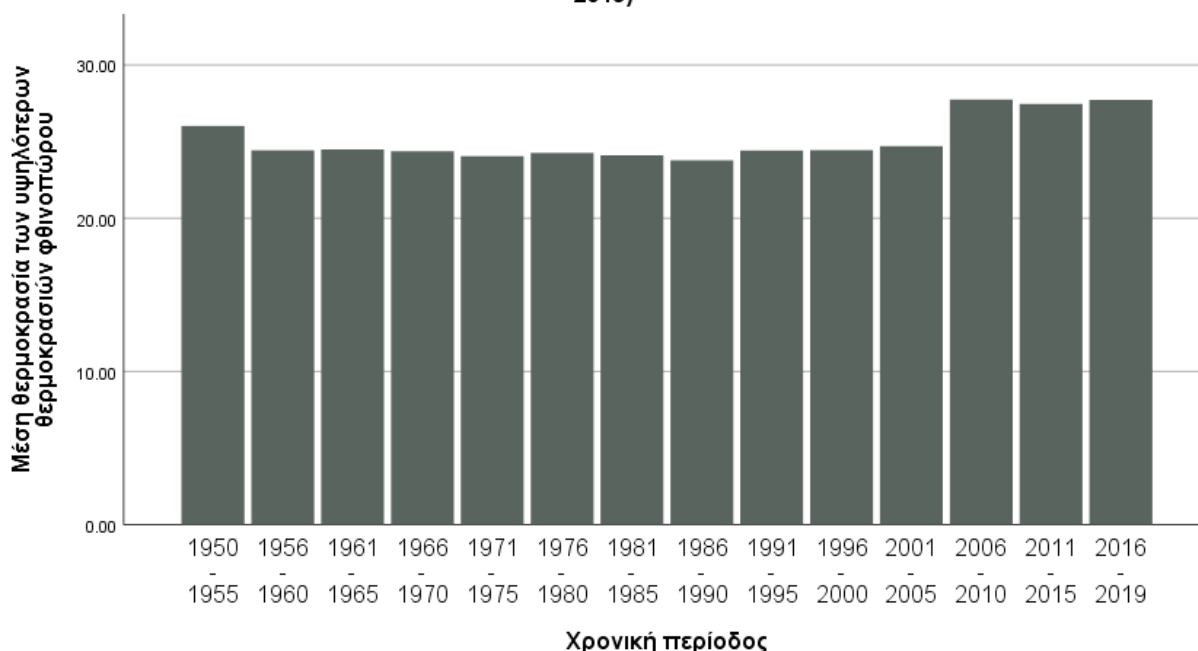
**Διάγραμμα 63:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών άνοιξης ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

**Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά 5ετία στην Ανατολική Μεσόγειο (1950-2019)**



**Διάγραμμα 64:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών καλοκαιριού ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

**Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά 5ετία στην Ανατολική Μεσόγειο (1950-2019)**



**Διάγραμμα 65:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών φθινοπώρου ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) Ανατολική Μεσόγειος.

Οι τρεις θερμότερες πενταετίες της ανατολικής Μεσογείου είναι οι τελευταίες (2006 –

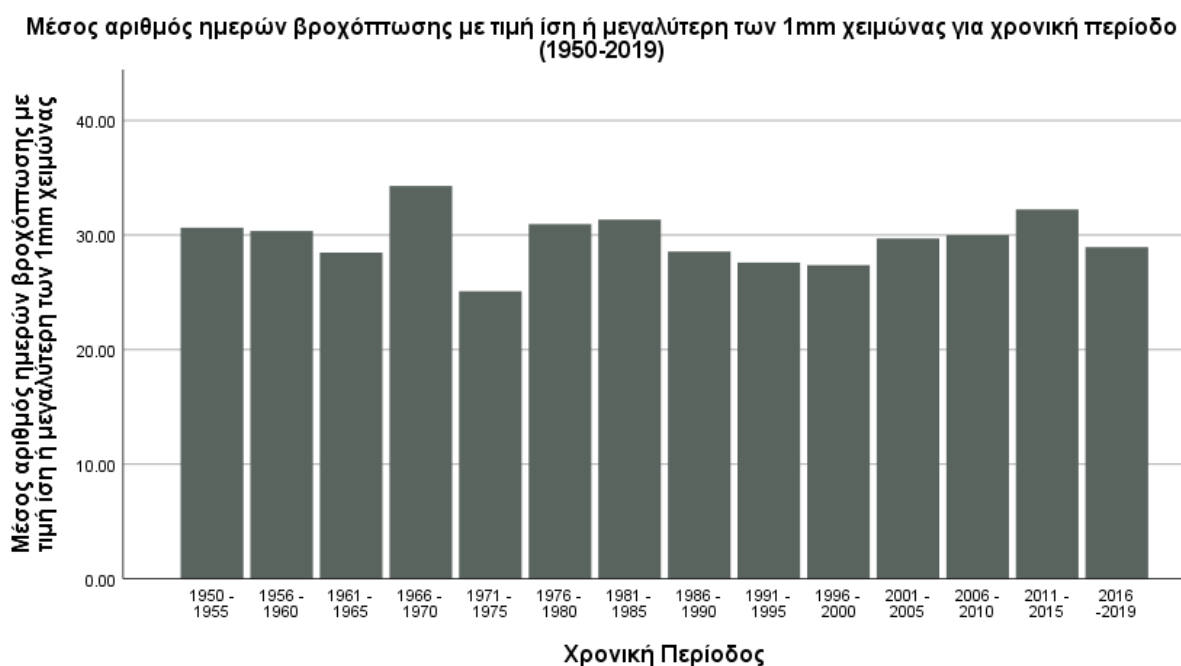
2019) όπως δείχνουν τα δεδομένα στα Διαγράμματα 62 – 65.

## 4.5 Μελέτη δείκτη βροχόπτωσης (βροχόπτωση ίση ή μεγαλύτερη των 1mm)

Επιπρόσθετα, αναλύθηκε και ο δείκτης βροχόπτωσης (βροχόπτωση ίση ή μεγαλύτερη των 1mm) σε ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου καθώς και στις επιμέρους περιοχές της αφού εφαρμόστηκαν οι συνθήκες διαμοιρασμού κάθε περιοχής:

1. Δυτική Μεσόγειος: Lat  $\geq 33.00$  AND Lat  $\leq 43.00$  AND Lon  $\geq -5.30$  AND Lon  $\leq 7.53$
2. Κεντρική Μεσόγειος: Lat  $\geq 29.50$  AND Lat  $\leq 45.50$  AND Lon  $\geq -7.53$  AND Lon  $\leq 22.00$
3. Ανατολική Μεσόγειος: Lat  $\geq 29.50$  AND Lat  $\leq 41.15$  AND Lon  $\geq 22.00$  AND Lon  $\leq 35.50$

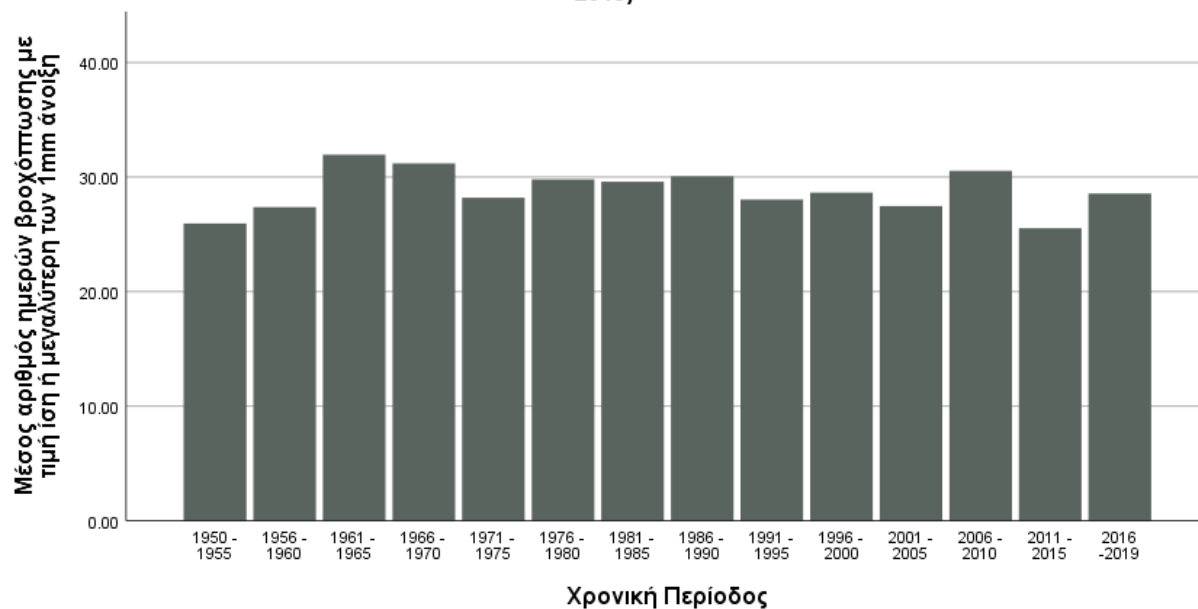
Τα διαγράμματα (Διάγραμμα 66, Διάγραμμα 67, Διάγραμμα 68, Διάγραμμα 69, Διάγραμμα 70, Διάγραμμα 71, Διάγραμμα 72, Διάγραμμα 73, Διάγραμμα 74, Διάγραμμα 75, Διάγραμμα 76, Διάγραμμα 77, Διάγραμμα 78, Διάγραμμα 79, Διάγραμμα 80, Διάγραμμα 81) παρατίθενται πιο κάτω.



**Διάγραμμα 66:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm χειμώνα ανά χρονική

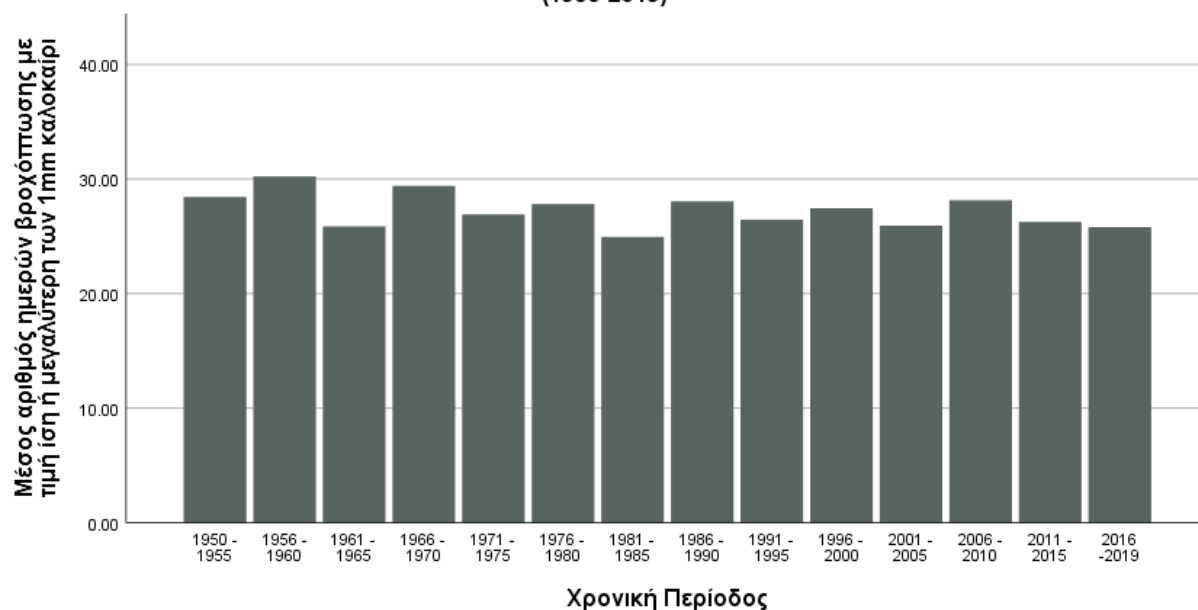
περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm άνοιξη για χρονική περίοδο (1950-2019)**



**Διάγραμμα 67:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm άνοιξη ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm καλοκαίρι για χρονική περίοδο (1950-2019)**



**Διάγραμμα 68:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm καλοκαίρι ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm φθινόπωρο για χρονική περίοδο (1950-2019)**



**Διάγραμμα 69:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm φθινόπωρο ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) σε ολόκληρη τη Μεσόγειο.

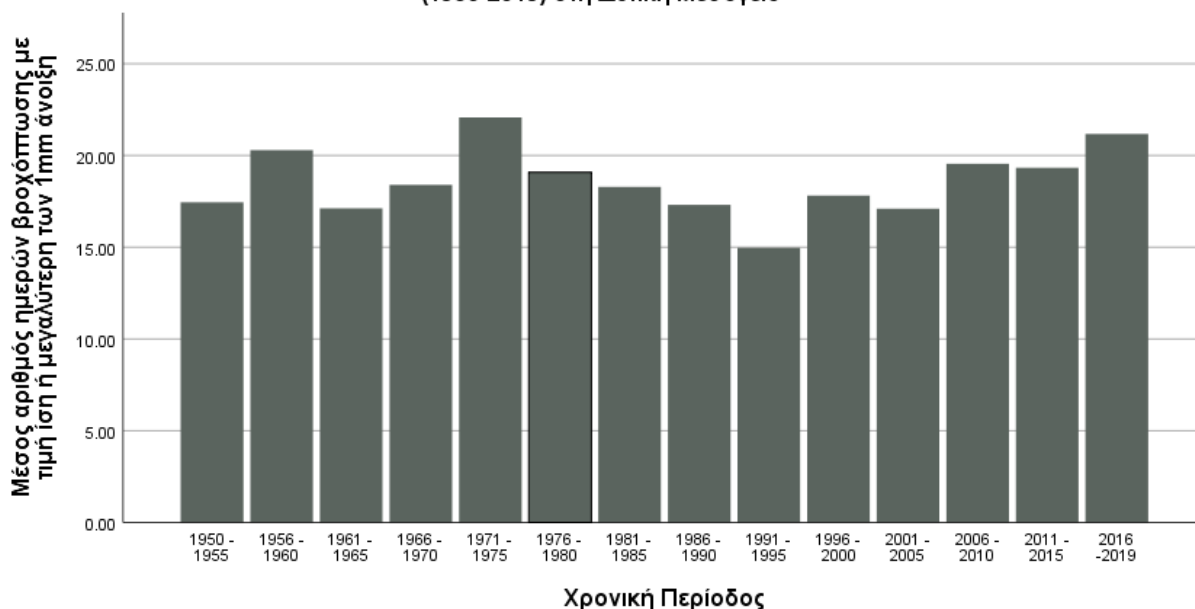
Ο μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm φαίνεται να κυμαίνεται μεταξύ 25 - 35mm για ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου από το 1950 έως και σήμερα.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm χειμώνα ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στη Δυτική Μεσόγειο**



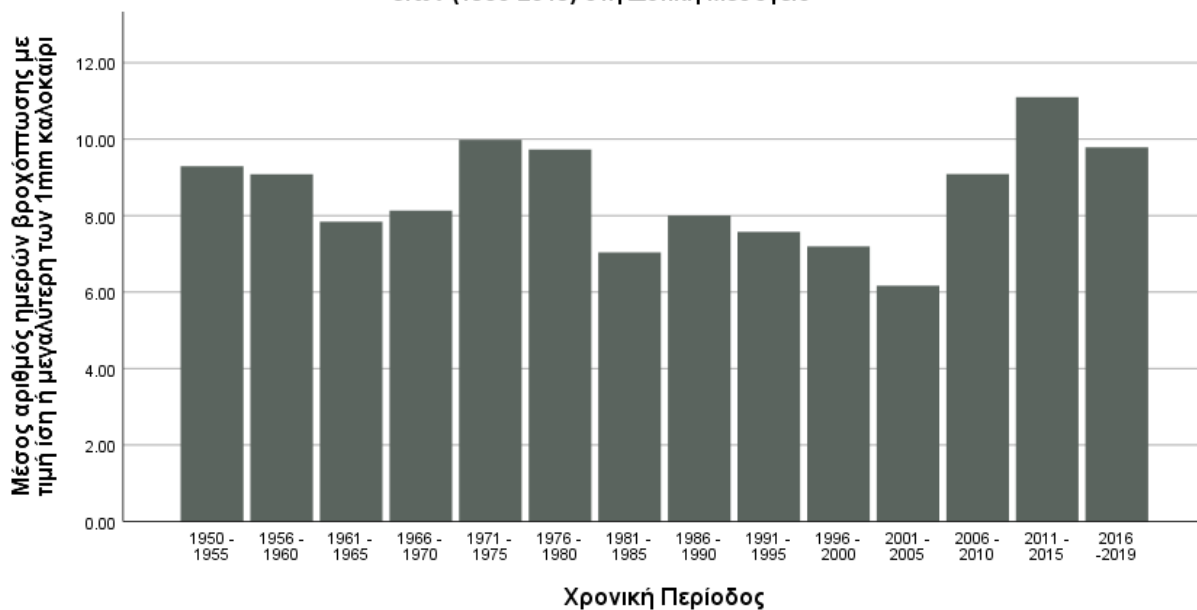
**Διάγραμμα 70:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm χειμώνα ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στη Δυτική Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm άνοιξη ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στη Δυτική Μεσόγειο**



**Διάγραμμα 71:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm άνοιξη ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στη Δυτική Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm καλοκαίρι ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στη Δυτική Μεσόγειο**



**Διάγραμμα 72:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm καλοκαίρι ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στη Δυτική Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm φθινόπωρο ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στη Δυτική Μεσόγειο**



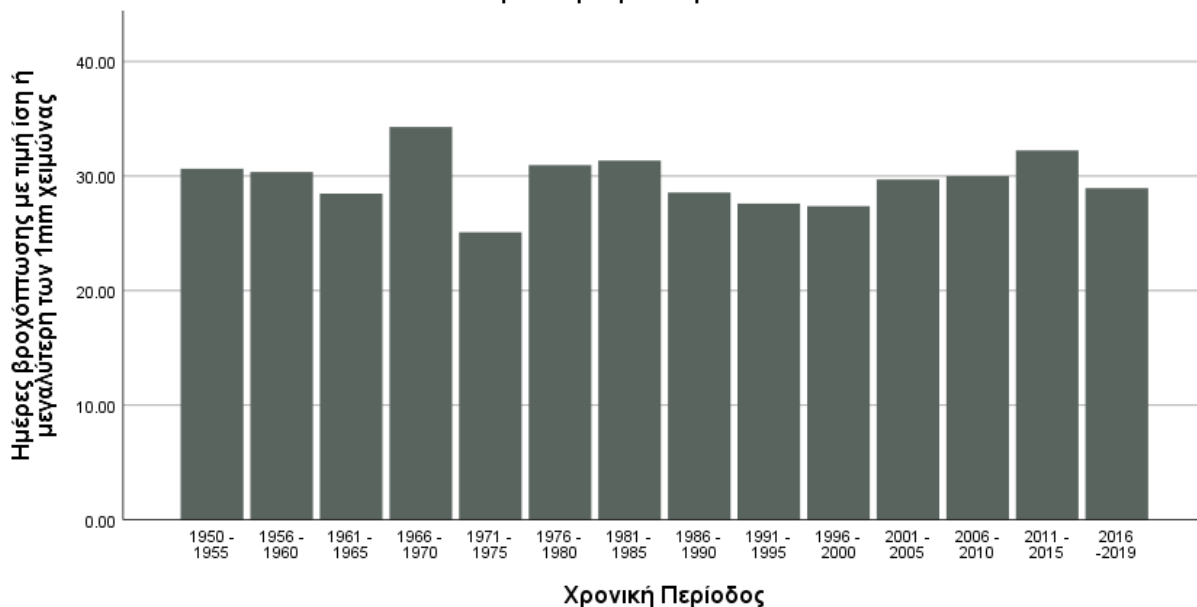
**Διάγραμμα 73:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm φθινόπωρο ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στη Δυτική Μεσόγειο.

Από τα Διαγράμματα 70 – 73, συμπεραίνεται ότι η πενταετία 1976 – 1980 συγκαταλέγεται



ανάμεσα στις πρώτες 4 όσο αφορά τον μέσο αριθμό ημερών βροχόπτωσης στην περιοχή της δυτικής Μεσογείου. Αυτό συμβαίνει μόνο για τις εποχές του χειμώνα, της άνοιξης και του καλοκαιριού ενώ για το φθινόπωρο, η πενταετία αυτή έχει τη χαμηλότερη τιμή.

Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm χειμώνας ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Κεντρική Μεσόγειο



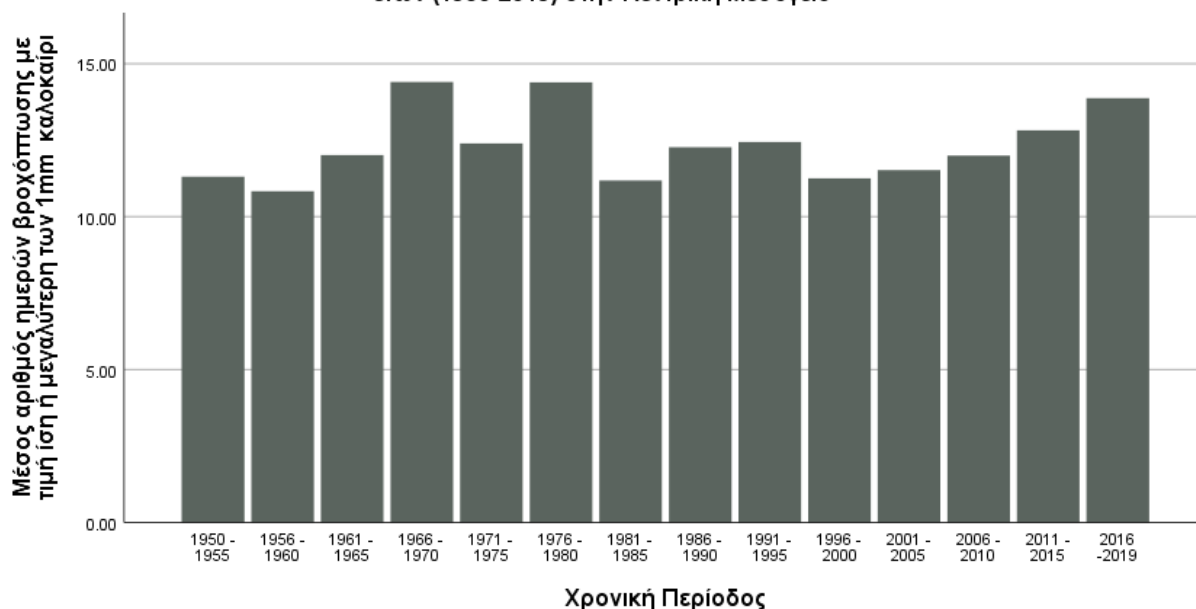
**Διάγραμμα 74:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm χειμώνας ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Κεντρική Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm άνοιξη ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Κεντρική Μεσόγειο**



**Διάγραμμα 75:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm άνοιξη ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Κεντρική Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm καλοκαίρι ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Κεντρική Μεσόγειο**



**Διάγραμμα 76:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm καλοκαίρι ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Κεντρική Μεσόγειο.

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm φθινόπωρο ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Κεντρική Μεσόγειο



**Διάγραμμα 77:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm φθινόπωρο ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Κεντρική Μεσόγειο.

Τα Διαγράμματα 74 – 77 δείχνουν πως ο μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμές ίσες ή μεγαλύτερες των 1mm υπερβαίνει την τιμή 20 σε όλες τις εποχές εκτός του καλοκαιριού για την κεντρική Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm χειμώνα ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Ανατολική Μεσόγειο**



**Διάγραμμα 78:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm χειμώνας ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Ανατολική Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm άνοιξη ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Ανατολική Μεσόγειο**



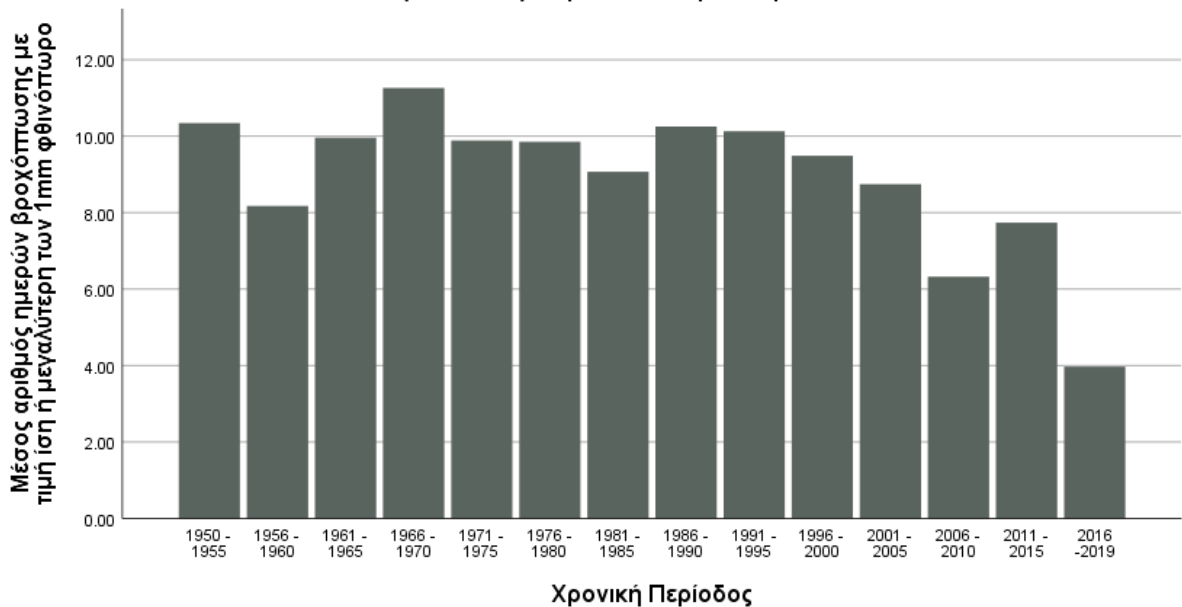
**Διάγραμμα 79:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm άνοιξη ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Ανατολική Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm καλοκαίρι ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Ανατολική Μεσόγειο**



**Διάγραμμα 80:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm καλοκαίρι ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Ανατολική Μεσόγειο.

**Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm φθινόπωρο ανα χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Ανατολική Μεσόγειο**



**Διάγραμμα 81:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm φθινόπωρο ανά χρονική περίοδο 5 ετών (1950-2019) στην Ανατολική Μεσόγειο.

Για τα Διαγράμματα 78 – 81 που αφορούν την ανατολική Μεσόγειο παρατηρείται σταθερή

μείωση του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης πράγμα που υποδεικνύει ότι στην περιοχή αυτή έχουμε έντονα φαινόμενα ξηρασίας.

## 4.6 Πίνακες ανάλυσης δεδομένων

Τα πιο πάνω διαγράμματα συνοψίζονται στους παρακάτω πίνακες για ευκολία ανάγνωσης (Πίνακας 1, Πίνακας 2, Πίνακας 3, Πίνακας 4, Πίνακας 5)

**Πίνακας 1:** Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση (CCD)

Μέσος Αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση								
Περιοχή	Παράμετρος R και (Στατιστική Σημαντικότητα)				Κλίση Ευθείας Ελαχίστων Τετραγώνων			
	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
Μεσόγειος	0.380 (0.896)	0.330 (0.912)	0.356 (0.212)	0.505 (0.066)	0.012	0.008	-0.065	-0.192
Δυτική Μεσόγειος	0.274 (0.343)	0.220 (0.451)	0.445 (0.111)	0.195 (0.504)	0.105	-0.089	-0.217	-0.085
Κεντρική Μεσόγειος	0.098 (0.739)	0.416 (0.139)	0.758 (0.002)	0.668 (0.009)	0.049	-0.148	-0.665	-0.303
Ανατολική Μεσόγειος	0.447 (0.109)	0.300 (0.298)	0.472 (0.088)	0.117 (0.690)	0.155	0.182	-0.495	-0.079

Σύμφωνα με τον Πίνακα 1, ο μεγαλύτερος ρυθμός αύξησης του μέσου αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση κατά τη χειμερινή περίοδο παρατηρείται στην ανατολική Μεσόγειο ενώ ακολουθούν η δυτική και κεντρική. Η περιοχή της ανατολικής Μεσογείου καταγράφει για την άνοιξη τη μεγαλύτερη αύξηση στον μέσο αριθμό ημερών χωρίς βροχόπτωση ενώ για τις εποχές του καλοκαιριού και του φθινοπώρου η μεγαλύτερη μείωση καταγράφεται στην κεντρική Μεσόγειο. Γενικά για ολόκληρη τη Μεσόγειο υπάρχει ελάχιστη αύξηση του μέσου αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση τις εποχές του Χειμώνα και της Άνοιξης ενώ αντίστοιχα υπάρχει μια ελάχιστη μείωση του αριθμού για το καλοκαίρι. Η μεγαλύτερη αρνητική μείωση του αριθμού παρατηρείται το φθινόπωρο.

**Πίνακας 2:** Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης ίσης ή μεγαλύτερης των 1mm (RR1)

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης ίσης ή μεγαλύτερης των 1mm								
Περιοχή	Παράμετρος R και (Στατιστική Σημαντικότητα)				Κλίση Ευθείας Ελαχίστων Τετραγώνων			
	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
Μεσόγειος	0.085 (0.772)	0.158 (0.589)	0.487 (0.077)	0.161 (0.581)	-0.046	-0.113	-0.175	0.075
Δυτική Μεσόγειος	0.412 (0.143)	0.079 (0.787)	0.046 (0.876)	0.186 (0.525)	-0.297	0.035	0.015	0.079
Κεντρική Μεσόγειος	0.128 (0.664)	0.007 (0.980)	0.192 (0.510)	0.078 (0.792)	0.107	-0.003	0.054	0.034
Ανατολική Μεσόγειος	0.735 (0.003)	0.776 (0.001)	0.589 (0.027)	0.666 (0.009)	-0.508	-0.457	-0.101	-0.303

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 2, η περιοχή της ανατολικής Μεσογείου παρουσιάζει τα μεγαλύτερα ποσά ξηρασίας σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές της Μεσογείου.

**Πίνακας 3: Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης ίσης ή μεγαλύτερης των 20mm (RR20)**

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης ίσης ή μεγαλύτερης των 20mm								
Περιοχή	Παράμετρος R και (Στατιστική Σημαντικότητα)				Κλίση Ευθείας Ελαχίστων Τετραγώνων			
	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
Μεσόγειος	0.187 (0.523)	0.458 (0.099)	0.013 (0.964)	0.453 (0.104)	-0.010	0.024	-0.001	0.028
Δυτική Μεσόγειος	0.136 (0.642)	0.501 (0.068)	0.326 (0.256)	0.391 (0.166)	-0.011	0.047	0.019	0.037
Κεντρική Μεσόγειος	0.661 (0.010)	0.183 (0.532)	0.042 (0.886)	0.121 (0.679)	-0.091	-0.018	0.002	-0.014
Ανατολική Μεσόγειος	0.418 (0.137)	0.538 (0.047)	0.026 (0.931)	0.432 (0.123)	-0.048	-0.033	0.003	-0.035

Τα εντονότερα ακραία φαινόμενα βροχοπτώσεων παρουσιάστηκαν στην περιοχή της δυτικής Μεσογείου την περίοδο της άνοιξης όπως δείχνουν τα δεδομένα του Πίνακα 3.

**Πίνακας 4: Μέση θερμοκρασία χαμηλότερων θερμοκρασιών (Tn)**

Μέση θερμοκρασία χαμηλότερων θερμοκρασιών								
Περιοχή	Παράμετρος R και (Στατιστική Σημαντικότητα)				Κλίση Ευθείας Ελαχίστων Τετραγώνων			
	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
Μεσόγειος	0.632 (0.015)	0.904 (0.000)	0.882 (0.000)	0.716 (0.004)	0.086	0.112	0.150	0.088
Δυτική Μεσόγειος	0.224 (0.442)	0.046 (0.876)	0.515 (0.060)	0.134 (0.649)	-0.036	0.007	0.081	0.017
Κεντρική Μεσόγειος	0.181 (0.536)	0.538 (0.047)	0.594 (0.025)	0.018 (0.952)	-0.022	0.047	0.086	-0.002
Ανατολική Μεσόγειος	0.501 (0.068)	0.639 (0.014)	0.747 (0.002)	0.626 (0.017)	0.118	0.176	0.174	0.176

Γενικά από ότι φαίνεται στον Πίνακα 4, παρατηρείται μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας των χαμηλότερων θερμοκρασιών σε όλη την περιοχή της Μεσογείου και για τις τέσσερις εποχές του χρόνου. Το ίδιο φαινόμενο συμβαίνει και στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου.

**Πίνακας 5: Μέση θερμοκρασία υψηλότερων θερμοκρασιών (Tx)**

Μέση θερμοκρασία υψηλότερων θερμοκρασιών								
Περιοχή	Παράμετρος R και (Στατιστική Σημαντικότητα)				Κλίση Ευθείας Ελαχίστων Τετραγώνων			
	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο
Μεσόγειος	0.833 (0.000)	0.876 (0.000)	0.898 (0.000)	0.798 (0.001)	0.151	0.187	0.234	0.123
Δυτική Μεσόγειος	0.250 (0.390)	0.221 (0.449)	0.493 (0.073)	0.238 (0.413)	0.035	0.042	0.090	0.031
Κεντρική Μεσόγειος	0.244 (0.401)	0.806 (0.000)	0.827 (0.000)	0.421 (0.134)	0.035	0.170	0.216	0.052
Ανατολική Μεσόγειος	0.510 (0.063)	0.603 (0.022)	0.608 (0.021)	0.567 (0.035)	0.192	0.229	0.138	0.196

Ο Πίνακας 5 φανερώνει, πως η μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών και για τις τέσσερις εποχές του χρόνου σε όλες τις επιμέρους περιοχές της Μεσογείου καθώς και στην ευρύτερη περιοχή, παρουσιάζει αύξηση. Ο μεγαλύτερος ρυθμός αύξησης παρατηρείται το καλοκαίρι στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου.

Στους παρακάτω πίνακες που ακολουθούν, υπολογίστηκαν οι τυπικές αποκλίσεις για τα

μεγέθη (Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση, Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm, Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm, Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών και Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών) ξεχωριστά ανά εποχή (Πίνακας 6α, Πίνακας 6β Πίνακας 6γ Πίνακας 6δ, Πίνακας 7α, Πίνακας 7β, Πίνακας 7γ, Πίνακας 7δ, Πίνακας 8α, Πίνακας 8β, Πίνακας 8γ, Πίνακας 8δ, Πίνακας 9α, Πίνακας 9β, Πίνακας 9γ, Πίνακας 9δ, Πίνακας 10α, Πίνακας 10β, Πίνακας 10γ, Πίνακας 10δ)



**Πίνακας 6α:** Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση για τον χειμώνα

Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση						
Χειμώνας						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	15.69	12.05	13.28	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
1956-1960	14.64	15.49	14.76	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
1961-1965	15.72	14.90	12.16	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
1966-1970	15.89	11.52	11.73	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
1971-1975	14.44	13.39	11.76	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
1976-1980	13.37	12.67	12.21	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
1981-1985	19.51	14.77	11.87	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
1986-1990	15.26	17.50	13.15	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
1991-1995	18.49	18.80	12.60	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
1996-2000	16.33	15.64	12.34	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
2001-2005	16.78	14.77	12.17	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
2006-2010	14.70	13.29	15.77	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
2011-2015	16.93	12.24	15.25	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)
2016-2019	16.09	13.39	15.13	15.99 (1.61)	14.32 (2.09)	13.16 (1.45)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6α για την εποχή του χειμώνα παρατηρείται ότι η δυτική Μεσόγειος έχει την υψηλότερη μέση τιμή όσο αφορά τη μέση τιμή του μέσου αριθμού χωρίς βροχόπτωση σε σχέση με τις άλλες δύο περιοχές της Μεσογείου. Η μεγαλύτερη τυπική απόκλιση παρουσιάζεται στην περιοχή της κεντρικής Μεσογείου. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεωγραφικό ανάγλυφο της περιοχής δηλαδή την ύπαρξη της οροσειράς των Άλπεων η οποία επηρεάζει σημαντικά το κλίμα και τα καιρικά φαινόμενα στην περιοχή. Ο μεγαλύτερος μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση έλαβε χώρα την πενταετία 1981-

1985 στη δυτική Μεσόγειο με τιμή 19.51 ημέρες ενώ η μικρότερη τιμή καταγράφηκε στην κεντρική Μεσόγειο την πενταετία 1966-1970 (11.52).

**Πίνακας 6β:** Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση για την άνοιξη

Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση						
Άνοιξη						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	17.45	20.43	26.66	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
1956-1960	17.06	15.88	24.44	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
1961-1965	19.7	17.43	21.17	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
1966-1970	16.29	15.57	22.2	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
1971-1975	15.13	17.83	23.3	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
1976-1980	15.86	14.74	21.5	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
1981-1985	16.66	16.96	21.15	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
1986-1990	17.47	17.53	23.7	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
1991-1995	21.04	18.33	21.71	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
1996-2000	17.88	16.09	22.58	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
2001-2005	17.05	17.06	22.16	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
2006-2010	16.39	16.20	29.68	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
2011-2015	16.35	15.23	26.46	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)
2016-2019	14.51	15.64	25.47	17.06 (1.69)	16.78 (1.49)	23.73 (2.55)

Όπως φαίνεται από τον πιο πάνω πίνακα (Πίνακας 6β) για την εποχή της άνοιξης, η ανατολική Μεσόγειος παρουσιάζει της μέγιστες τιμές αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση καθώς επίσης και της μέσης τιμής του σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές της Μεσογείου. Η πενταετία 2006-2010 θεωρείται ως η πιο ξηρή στην ανατολική Μεσόγειο με τιμή 29.68

ημερών χωρίς βροχόπτωση.

**Πίνακας 6γ:** Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση για το καλοκαίρι

Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση						
Καλοκαίρι						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	29.10	32.85	53.40	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
1956-1960	27.7	33.63	49.63	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
1961-1965	28.95	32.05	48.31	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
1966-1970	30.9	26.9	45.02	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
1971-1975	26.28	29.37	41.95	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
1976-1980	26.70	29.00	43.45	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
1981-1985	30.18	31.51	42.35	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
1986-1990	28.31	28.39	42.97	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
1991-1995	29.88	29.00	39.29	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
1996-2000	29.16	27.59	40.40	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
2001-2005	29.92	28.86	38.60	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
2006-2010	26.63	29.39	48.64	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
2011-2015	24.38	24.15	48.22	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)
2016-2019	24.75	19.31	41.99	28.06 (2.04)	28.71 (3.67)	44.59 (4.39)

Αναφορικά με τον Πίνακα 6γ παρατηρείται μεγάλη διαφορά στη μέση τιμή του μέσου αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση συγκρίνοντας την περιοχή της ανατολικής Μεσογείου σε σχέση με τις άλλες περιοχές της. Αυτό σημαίνει πως στην ανατολική Μεσόγειο επικρατούν έντονα φαινόμενα ξηρασίας κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Η κλιματική αλλαγή φαίνεται να επηρεάζει περισσότερο την ανατολική Μεσόγειο. Για την

κεντρική και δυτική περιοχή φαίνεται γενικά ότι υπάρχει μια μείωση στον μέσο αριθμό ημερών χωρίς βροχόπτωση τις τελευταίες τρεις δεκαετίες.

**Πίνακας 6δ:** Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση για το φθινόπωρο

Μέσος αριθμός ημερών χωρίς βροχόπτωση						
Φθινόπωρο						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	18.71	16.98	32.73	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
1956-1960	15.2	15.99	29.43	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
1961-1965	17.12	18.81	27.74	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
1966-1970	20.13	20.23	23.48	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
1971-1975	19.26	17.16	26.03	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
1976-1980	17.75	18.69	25.15	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
1981-1985	22.42	18.82	28.28	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
1986-1990	16.89	18.35	24.47	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
1991-1995	16.52	16.49	25.71	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
1996-2000	16.17	16.39	22.80	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
2001-2005	17.33	15.12	25.43	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
2006-2010	16.98	15.04	29.99	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
2011-2015	17.68	14.62	28.03	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)
2016-2019	17.13	13.72	29.94	17.81 (1.83)	16.89 (1.90)	27.09 (2.83)

Ο Πίνακας 6δ, δείχνει και πάλι πως η ανατολική περιοχή της Μεσογείου επηρεάζεται εντονότερα από την ξηρασία κατά τη φθινοπωρινή περίοδο με τη μέση τιμή του μέσου αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση να είναι 27.9 μέρες. Κατά τις πρόσφατες δεκαετίες παρατηρείται έντονη αύξηση ημερών ξηρασίας και μεγαλύτερη στην ανατολική περιοχή

της Μεσογείου από την κεντρική και δυτική οι οποίες κυμαίνονται σχεδόν στα ίδια επίπεδα.

**Πίνακας 7α:** Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm για τον χειμώνα

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm						
Χειμώνας						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	1.15	4.01	4.28	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
1956-1960	1.38	4.11	3.38	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
1961-1965	1.75	4.00	4.20	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
1966-1970	1.54	4.45	3.96	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
1971-1975	1.44	3.92	3.62	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
1976-1980	1.74	4.25	3.34	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
1981-1985	1.06	3.43	3.49	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
1986-1990	1.30	2.64	2.96	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
1991-1995	0.91	2.60	3.80	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
1996-2000	1.99	3.24	2.84	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
2001-2005	1.41	3.26	4.14	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
2006-2010	1.29	3.32	3.11	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
2011-2015	0.86	3.53	3.89	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)
2016-2019	1.57	3.13	3.06	1.39 (0.32)	3.56 (0.58)	3.58 (0.48)

Όσο αφορά τη μέση τιμή του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm φαίνεται ότι οι περιοχές της κεντρικής και ανατολικής μεσογείου εμφανίζουν συχνότερη καταιγιδοφόρο δραστηριότητα. Η καταιγίδες συμβαίνουν δυο

φορές πιο συχνά σε κεντρική και ανατολική Μεσόγειο σε σχέση με την δυτική. Στην κεντρική και ανατολική Μεσόγειο παρατηρείται μια μείωση των φαινομένων τα τελευταία χρόνια

**Πίνακας 7β:** Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm για την άνοιξη

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm						
Άνοιξη						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	1.18	2.56	0.79	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
1956-1960	1.35	3.61	0.91	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
1961-1965	1.10	3.02	1.03	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
1966-1970	1.24	2.18	1.04	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
1971-1975	1.64	3.09	1.15	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
1976-1980	1.31	3.04	1.03	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
1981-1985	0.99	2.93	1.00	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
1986-1990	0.96	2.57	0.96	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
1991-1995	0.94	2.40	0.93	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
1996-2000	0.99	2.19	1.10	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
2001-2005	1.27	2.52	0.83	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
2006-2010	1.74	2.80	0.51	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
2011-2015	2.03	3.32	0.88	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)
2016-2019	2.12	2.66	0.19	1.35 (0.39)	2.78 (0.42)	0.88 (0.25)

Για την ανατολική Μεσόγειο παρατηρείται μια δραματική μείωση του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm για την άνοιξη (Πίνακας 7β)

την πενταετία 2016 – 2019 σε σχέση με τις υπόλοιπες πενταετίες. Η κεντρική Μεσόγειος παρουσιάζει εντονότερα φαινόμενα καταιγιδοφόρου δραστηριότητας σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές σύμφωνα με τις τιμές της μέσης τιμής και του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm. Αυτό ίσως να οφείλεται στην οροσειρά των Άλπεων.

**Πίνακας 7γ:** Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm για το καλοκαίρι

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm						
Καλοκαίρι						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	0.84	1.64	0.11	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
1956-1960	0.83	1.42	0.10	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
1961-1965	0.57	1.62	0.11	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
1966-1970	0.56	1.92	0.12	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
1971-1975	1.03	1.74	0.32	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
1976-1980	0.84	2.16	0.16	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
1981-1985	0.75	1.67	0.15	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
1986-1990	0.75	1.80	0.15	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
1991-1995	0.65	1.80	1.70	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
1996-2000	0.62	1.60	0.14	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
2001-2005	0.48	1.61	0.14	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
2006-2010	0.94	1.62	0.07	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
2011-2015	1.40	1.64	0.02	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)
2016-2019	1.00	1.81	0.00	0.80 (0.24)	1.72 (0.18)	0.24 (0.43)

Από τον πίνακα (Πίνακας 7γ) ο οποίος αναφέρεται στο μέσο αριθμό ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm για το καλοκαίρι συμπεραίνεται πως και πάλι η κεντρική περιοχή της Μεσογείου παρουσιάζει την εντονότερη καταιγιδοφόρο δραστηριότητα ενώ η ανατολική περιοχή έχει σχεδόν μηδενικές τιμές. Η υψηλότερη τιμή (1.92) καταγράφεται κατά την πενταετία 1966 – 1970 στην κεντρική Μεσόγειο ενώ η χαμηλότερη (0.00) την πενταετία 2016 – 2019 στην ανατολική Μεσόγειο.

**Πίνακας 7δ:** Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm για το φθινόπωρο

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm						
Φθινόπωρο						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική ή Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική ή Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	1.68	4.21	1.43	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
1956-1960	2.18	4.97	0.91	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
1961-1965	2.49	5.27	1.37	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
1966-1970	2.01	3.90	1.53	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
1971-1975	1.72	4.14	1.45	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
1976-1980	1.65	4.97	1.65	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
1981-1985	1.67	3.94	1.48	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
1986-1990	2.42	3.70	1.54	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
1991-1995	1.74	4.77	1.82	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
1996-2000	1.77	4.95	1.30	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
2001-2005	1.98	4.34	1.33	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
2006-2010	2.10	4.15	0.85	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)
2011-2015	2.83	4.73	0.98	2.06	4.45	1.31



				(0.39)	(0.49)	(0.34)
2016-2019	2.60	4.21	0.63	2.06 (0.39)	4.45 (0.49)	1.31 (0.34)

Για την φθινοπωρινή περίοδο και όπως φαίνεται στον πίνακα (Πίνακας 7δ), οι καταιγίδες στην κεντρική Μεσόγειο συμβαίνουν δυο και τέσσερις φορές συχνότερα σε σχέση με την δυτική και ανατολική Μεσόγειο αντίστοιχα. Η υψηλότερη τιμή (5.27) καταγράφεται κατά την πενταετία 1961 – 1965 στην κεντρική Μεσόγειο ενώ η ελάχιστη την πενταετία 2016 - 2019 (0.63) στην ανατολική Μεσόγειο για την φθινοπωρινή περίοδο.

**Πίνακας 8α:** Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm για τον χειμώνα

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm						
Χειμώνας						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική ή Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	16.81	30.65	24.94	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
1956-1960	18.63	30.36	22.70	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
1961-1965	21.42	28.47	27.56	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
1966-1970	19.57	34.28	27.60	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
1971-1975	17.87	25.09	24.59	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
1976-1980	23.00	30.96	25.17	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
1981-1985	14.90	31.36	24.71	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
1986-1990	18.55	28.56	21.71	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
1991-1995	12.85	27.59	23.34	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
1996-2000	19.73	27.38	22.39	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
2001-2005	17.63	29.71	24.75	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
2006-2010	19.93	30.01	18.22	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
2011-2015	13.80	32.24	20.42	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)

2016-2019	13.94	28.94	18.59	17.76 (3.00)	29.69 (2.28)	23.34 (2.89)
-----------	-------	-------	-------	-----------------	-----------------	-----------------

Ο Πίνακας 8α, παρουσιάζει τον μέσο αριθμό ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm για τον χειμώνα. Από τα δεδομένα συμπεραίνεται ότι στη δυτική Μεσόγειο οι αριθμοί των ημερών είναι οι μικρότεροι που καταγράφονται σε σχέση με τις άλλες δυο περιοχές. Οι υψηλότεροι αριθμοί σημειώνονται στην κεντρική Μεσόγειο. Κατά τις τρεις τελευταίες πενταετίες, (2006 – 2019) παρατηρείται μια μείωση όσο αφορά τις τιμές του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm για την περιοχή της ανατολικής Μεσογείου.

**Πίνακας 8β:** Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm για την άνοιξη

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm						
Άνοιξη						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	17.44	20.61	12.23	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
1956-1960	20.29	27.00	12.06	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
1961-1965	17.12	23.00	11.94	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
1966-1970	18.40	21.90	12.58	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
1971-1975	22.07	24.93	12.70	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
1976-1980	19.08	25.85	12.71	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
1981-1985	18.28	22.78	12.04	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
1986-1990	17.30	22.19	10.52	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
1991-1995	14.97	21.50	11.19	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
1996-2000	17.81	21.22	12.59	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
2001-2005	17.10	21.40	10.14	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)

2006-2010	19.54	23.74	5.94	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
2011-2015	19.33	25.16	8.04	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)
2016-2019	21.17	24.28	5.63	18.56 (1.85)	23.25 (1.85)	10.74 (2.46)

Για την άνοιξη όπως φαίνεται και στον πίνακα (Πίνακας 8β) η ανατολική Μεσόγειος παρουσιάζει τις ελάχιστες τιμές όσο αφορά τον μέσο αριθμό ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm και της μέσης τιμής του. Οι μέγιστες τιμές σημειώνονται στην περιοχή της κεντρικής Μεσογείου. Από το 1981 μέχρι και το 2005 για την κεντρική Μεσόγειο παρατηρείται μια μείωση του μέσου αριθμού ενώ σημειώνεται αύξηση από το 2006 και μετέπειτα.

**Πίνακας 8γ:** Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm για το καλοκαίρι

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm						
Καλοκαίρι						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	9.29	11.31	1.12	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
1956-1960	9.08	10.83	1.91	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
1961-1965	7.84	12.01	1.59	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
1966-1970	8.13	14.4	1.95	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
1971-1975	9.98	12.39	2.80	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
1976-1980	9.73	14.39	1.84	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
1981-1985	7.04	11.18	2.02	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
1986-1990	8.00	12.27	1.70	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
1991-1995	7.58	12.44	2.00	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
1996-2000	7.19	11.25	1.55	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)

2001-2005	6.17	11.52	1.65	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
2006-2010	9.09	11.99	0.54	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
2011-2015	11.1	12.82	0.36	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)
2016-2019	9.79	13.88	0.25	8.57 (1.36)	12.33 (1.17)	1.52 (0.72)

Για την εποχή του καλοκαιριού σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα (Πίνακας 8γ) παρατηρείται μείωση του μέσου αριθμού ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm τις τρεις τελευταίες πενταετίες (2006 – 2019) στην ανατολική Μεσόγειο ενώ η κεντρική παρουσιάζει μια αύξηση. Στην δυτική Μεσόγειο δεν παρατηρείται κάποια ουσιαστική διαφοροποίηση. Όσο αφορά τις μέσες τιμές η κεντρική Μεσόγειος καταγράφει σχεδόν εξαπλάσια τιμή σε σχέση με την ανατολική για την περίοδο του καλοκαιριού.

**Πίνακας 8δ:** Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm για το φθινόπωρο

Μέσος αριθμός ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm						
Φθινόπωρο						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	14.09	22.87	10.34	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
1956-1960	18.39	24.54	8.17	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
1961-1965	19.15	25.12	9.96	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
1966-1970	16.20	20.69	11.26	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
1971-1975	14.31	21.95	9.89	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
1976-1980	14.78	22.74	9.85	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
1981-1985	13.21	20.67	9.07	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
1986-1990	17.69	19.52	10.25	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
1991-1995	17.00	23.76	10.13	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)

1996-2000	17.21	26.07	9.49	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
2001-2005	18.14	24.11	8.74	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
2006-2010	15.80	22.75	6.33	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
2011-2015	16.98	22.60	7.73	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)
2016-2019	17.36	23.76	3.97	16.45 (1.78)	22.94 (1.82)	8.94 (1.90)

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 8δ) που αναφέρεται στο μέσο αριθμό ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm για την φθινοπωρινή περίοδο, η ανατολική Μεσόγειος παρουσιάζει τις ελάχιστες τιμές όσο αφορά τη μέση τιμή και τον μέσο αριθμό ημερών. Οι μέγιστες τιμές καταγράφονται στην περιοχή της κεντρικής Μεσογείου.

**Πίνακας 9α:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών για τον χειμώνα

Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου						
Χειμώνας						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	12.02	8.45	15.73	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
1956-1960	12.12	8.01	14.68	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
1961-1965	11.28	7.69	14.37	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
1966-1970	12.01	7.93	14.90	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
1971-1975	11.64	8.89	13.96	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
1976-1980	12.28	8.47	14.64	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
1981-1985	12.39	7.72	13.90	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
1986-1990	12.93	9.29	14.13	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
1991-1995	12.57	8.94	13.48	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)

1996-2000	13.28	9.50	14.36	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
2001-2005	12.98	9.10	14.07	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
2006-2010	11.53	8.06	17.79	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
2011-2015	11.56	7.92	17.94	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)
2016-2019	12.30	8.40	17.85	12.21 (0.59)	8.46 (0.60)	15.13 (1.57)

Ο Πίνακας 9α παρουσιάζει τη μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών για την εποχή του χειμώνα. Από τον πίνακα αυτό παρατηρείται ότι η ανατολική Μεσόγειος σημειώνει τις μέγιστες τιμές ενώ η κεντρική παρουσιάζει τις ελάχιστες. Επίσης από το 2006 και μετά οι τιμές στην ανατολική Μεσόγειο παρουσιάζουν αυξητική τάση. Η τιμή του μέσου όρου παρουσιάζει την μέγιστη τιμή της στην ανατολική Μεσόγειο. Αυτό σημαίνει ότι η περιοχή αυτή σημειώνει τις μέγιστες θερμοκρασίες σε σχέση με τις άλλες δύο περιοχές.

**Πίνακας 9β:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών για την άνοιξη

Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου						
Άνοιξη						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	19.07	17.18	22.75	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
1956-1960	18.77	15.96	20.95	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
1961-1965	18.98	16.48	20.75	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
1966-1970	17.92	16.74	21.23	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
1971-1975	16.88	16.41	21.20	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
1976-1980	17.62	15.93	21.40	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
1981-1985	18.05	16.34	20.85	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
1986-1990	18.99	16.99	21.16	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)

1991-1995	19.31	17.14	20.83	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
1996-2000	19.77	17.99	20.84	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
2001-2005	19.61	18.18	21.57	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
2006-2010	18.85	18.20	24.36	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
2011-2015	18.59	18.11	24.35	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)
2016-2019	18.30	18.42	25.44	18.62 (0.80)	17.15 (0.88)	21.98 (1.59)

Αύξηση των τιμών κατά τις τρεις τελευταίες δεκαετίες σύμφωνα και με τον πίνακα (Πίνακας 9β) παρατηρείται στην ανατολική Μεσόγειο όσο αφορά τη μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών ενώ σχετικά σταθερές τιμές επικρατούν στην κεντρική και δυτική περιοχή της Μεσογείου. Γενικά στην ανατολική Μεσόγειο επικρατούν οι υψηλότερες τιμές για την εποχή της άνοιξης.

**Πίνακας 9γ:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών για το καλοκαίρι

Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου						
Καλοκαίρι						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	28.83	27.34	31.88	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
1956-1960	28.19	26.55	31.03	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
1961-1965	28.65	27.01	30.82	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
1966-1970	28.19	26.27	30.45	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
1971-1975	27.59	26.78	30.35	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
1976-1980	27.53	25.87	30.56	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
1981-1985	28.75	27.04	30.10	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
1986-1990	29.24	27.22	30.80	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)

1991-1995	29.41	27.91	30.72	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
1996-2000	29.19	28.43	31.30	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
2001-2005	30.39	29.04	31.50	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
2006-2010	29.25	28.61	32.89	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
2011-2015	28.33	28.98	32.60	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)
2016-2019	29.19	29.13	32.94	28.77 (0.77)	27.58 (1.09)	31.28 (0.95)

Ο Πίνακας 9γ που αφορά τη μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών για το καλοκαίρι καταδεικνύει ότι οι μέγιστες τιμές καταγράφονται στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου. Σχετικά παραπλήσιες τιμές σημειώνονται και στις υπόλοιπες δύο περιοχές της Μεσογείου. Η μέγιστη μέση τιμή (31.28°C) ανήκει στην ανατολική Μεσόγειο.

**Πίνακας 9δ:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών για το φθινόπωρο

Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου						
Φθινόπωρο						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	21.24	18.53	26.02	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
1956-1960	20.34	17.91	24.43	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
1961-1965	20.55	18.73	24.49	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
1966-1970	20.75	19.11	24.37	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
1971-1975	19.79	17.67	24.05	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
1976-1980	20.36	17.74	24.26	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
1981-1985	21.82	18.63	24.11	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
1986-1990	21.58	19.02	23.78	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
1991-1995	20.54	18.79	24.42	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)



1996-2000	21.08	19.08	24.44	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
2001-2005	21.41	19.28	24.70	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
2006-2010	20.79	18.49	27.74	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
2011-2015	20.81	19.06	27.46	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)
2016-2019	20.88	18.64	27.73	20.85 (0.54)	18.62 (0.52)	25.14 (1.45)

Οι ελάχιστες τιμές για τη μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών κατά την φθινοπωρινή περίοδο σημειώνονται στην κεντρική Μεσόγειο ενώ η ανατολική παρουσιάζει τις μέγιστες τιμές. Αυξητική τάση τιμών σημειώνεται στην ανατολική Μεσόγειο τις τρεις τελευταίες πενταετίες (2006 – 2019) ενώ για την δυτική περιοχή υπάρχει μια σχετική μείωση.

**Πίνακας 10α:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών για τον χειμώνα

Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου						
Χειμώνας						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	3.23	1.53	6.96	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
1956-1960	3.48	1.28	6.23	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
1961-1965	2.65	0.88	6.53	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
1966-1970	3.41	1.32	6.81	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
1971-1975	2.61	2.17	6.08	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
1976-1980	4.01	1.78	6.71	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
1981-1985	2.95	0.47	6.15	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
1986-1990	3.71	1.83	6.06	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
1991-1995	3.02	1.46	5.50	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)

1996-2000	4.29	2.04	6.29	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
2001-2005	3.84	1.71	6.13	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
2006-2010	2.62	1.05	8.41	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
2011-2015	1.82	0.81	8.68	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)
2016-2019	2.69	0.85	8.29	3.17 (0.67)	1.37 (0.51)	6.77 (0.99)

Όσο αφορά τη μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών για τον χειμώνα η οποία παρουσιάζεται στον Πίνακα 10α η κεντρική Μεσόγειος εμφανίζει τις χαμηλότερες τιμές σε σύγκριση με τις άλλες περιοχές. Από το 2006 και μετέπειτα η ανατολική Μεσόγειος παρουσιάζει αυξητική τάση στις τιμές των χαμηλότερων θερμοκρασιών ενώ έχει και την μέγιστη μέση τιμή.

**Πίνακας 10β:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών για την άνοιξη

Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου						
Άνοιξη						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	7.81	7.71	11.52	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
1956-1960	8.09	7.36	10.57	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
1961-1965	7.81	7.36	10.57	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
1966-1970	7.07	7.51	10.98	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
1971-1975	6.41	7.29	10.89	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
1976-1980	6.91	6.91	11.07	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
1981-1985	7.22	7.09	10.74	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
1986-1990	7.69	7.51	10.61	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
1991-1995	7.65	7.50	10.49	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)

1996-2000	8.54	8.00	10.54	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
2001-2005	8.54	8.25	11.12	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
2006-2010	7.65	7.92	12.92	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
2011-2015	7.32	7.69	13.06	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)
2016-2019	6.99	7.84	14.15	7.55 (0.61)	7.57 (0.36)	11.37 (1.15)

Ο Πίνακας 10β καταδεικνύει ότι και πάλι η ανατολική Μεσόγειος παρουσιάζει αύξηση στις τιμές της μέσης θερμοκρασίας των χαμηλότερων θερμοκρασιών για την άνοιξη. Αυτή η αύξηση αρχίζει από το έτος 1996 και συνεχίζει μέχρι σήμερα. Η κεντρική και δυτική Μεσόγειος παρουσιάζουν σχετικά κοντινές τιμές. Επίσης η μέγιστη μέση τιμή σημειώνεται στην ανατολική Μεσόγειο ενώ η ελάχιστη στη δυτική αν και η τιμή της είναι αρκετά κοντινή στην κεντρική περιοχή.

**Πίνακας 10γ:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών για το καλοκαίρι

Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου						
Καλοκαίρι						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	16.33	16.79	19.99	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
1956-1960	15.90	16.13	19.37	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
1961-1965	15.72	16.17	19.52	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
1966-1970	15.47	15.87	19.42	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
1971-1975	15.19	16.07	19.25	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
1976-1980	15.01	15.39	19.34	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
1981-1985	15.96	16.00	19.03	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
1986-1990	16.40	16.32	19.54	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
1991-1995	16.54	16.91	19.52	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)

1996-2000	16.73	17.11	20.14	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
2001-2005	17.46	17.64	20.22	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
2006-2010	16.60	16.80	21.37	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
2011-2015	15.95	16.94	21.28	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)
2016-2019	16.45	16.94	22.32	16.12 (0.66)	16.51 (0.6)	20.02 (0.97)

Όπως και στον Πίνακα 10β έτσι και στον Πίνακα 10γ υπάρχει αύξηση στις τιμές της μέσης θερμοκρασίας των χαμηλότερων θερμοκρασιών για το καλοκαίρι στην ανατολική περιοχή της Μεσογείου από το έτος 1996 μέχρι και το 2019. Οι τιμές για τις περιοχές της κεντρικής και δυτικής Μεσογείου κυμαίνονται σε σχετικά σταθερά και παρόμοια επίπεδα. Η μέγιστη μέση τιμή καταγράφεται στην ανατολική Μεσόγειο (20.02 °C) ενώ η ελάχιστη στη δυτική (16.12 °C) που είναι σχετικά κοντά στην τιμή της κεντρικής Μεσογείου (16.51 °C).

**Πίνακας 10δ:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών για το φθινόπωρο

Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών σε βαθμούς Κελσίου						
Φθινόπωρο						
Χρονική Περίοδος	Δυτική Μεσόγειος	Κεντρική Μεσόγειος	Ανατολική Μεσόγειος	Δυτική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Κεντρική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)	Ανατολική Μεσόγειος Μέση Τιμή (Τυπική Απόκλιση)
1950-1955	10.76	10.23	15.30	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
1956-1960	10.42	9.66	14.04	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
1961-1965	10.32	10.37	14.31	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
1966-1970	10.2	10.25	14.55	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
1971-1975	9.21	9.04	14.08	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
1976-1980	9.65	9.21	14.42	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
1981-1985	10.77	9.72	14.13	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
1986-1990	11.20	10.08	13.95	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
1991-1995	10.42	10.28	14.30	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)

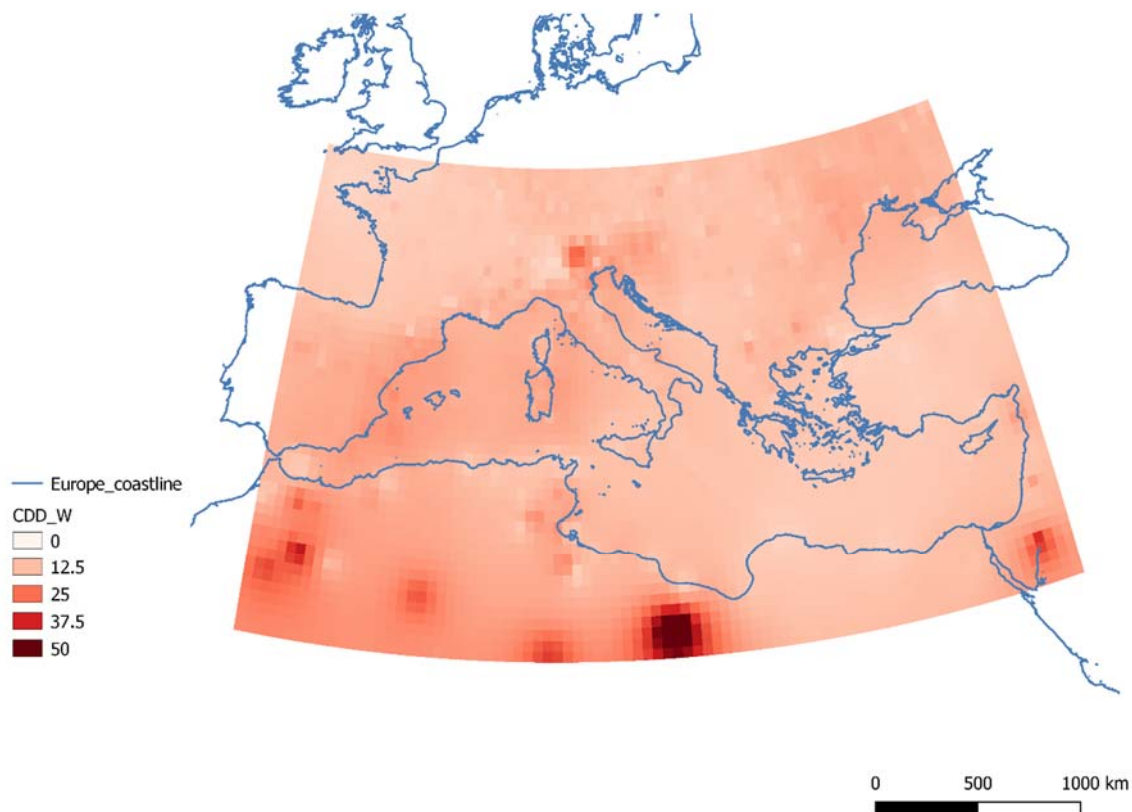
1996-2000	10.81	10.45	14.36	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
2001-2005	11.2	10.64	14.50	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
2006-2010	10.21	9.40	16.96	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
2011-2015	10.46	10.26	16.91	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)
2016-2019	10.05	9.29	17.15	10.41 (0.55)	9.92 (0.52)	14.93 (1.17)

Για την περίοδο του φθινοπώρου και με βάση τα δεδομένα του Πίνακα 10δ στον οποίο παρουσιάζεται η μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών παρατηρείται έντονη αύξηση στην ανατολική περιοχή της Μεσογείου μετά την πενταετία 1986 – 1990 ενώ για τις άλλες δυο περιοχές οι τιμές δεν παρουσιάζουν αξιόλογη μεταβολή. Η μέγιστη μέση τιμή καταγράφεται στην ανατολική Μεσόγειο ενώ η ελάχιστη στην κεντρική.

## 4.7 Χωρική αναπαράσταση δεδομένων

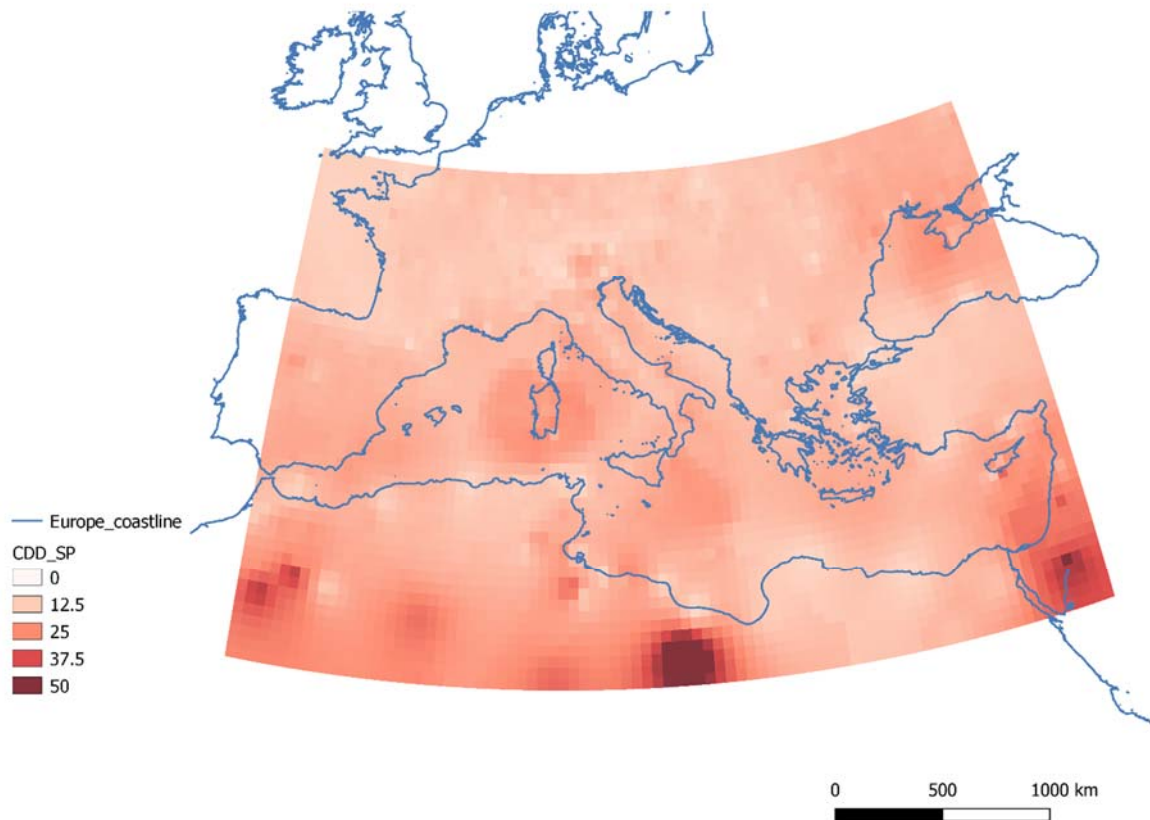
Οι πιο πάνω επεξεργασίες και αναλύσεις θα παρασταθούν και χωρικά. Γι' αυτό το σκοπό, έγινε χρήση του υπολογιστικού προγράμματος QGIS. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε παρουσιάζεται πιο κάτω μαζί με τη χωρική απεικόνιση των δεδομένων και το σχολιασμό των αποτελεσμάτων.

Αρχικά έγινε η εισαγωγή των δεδομένων (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος, υψόμετρο, χρονολογία, θερμοκρασία ανά εποχή, βροχόπτωση ανά εποχή) που έτυχαν επεξεργασίας και αφορούν την περιοχή ολόκληρης της Μεσογείου στο λογισμικό πρόγραμμα Microsoft Excel. Έπειτα το αρχείο μετονομάστηκε με κατάληξη «.csv» έτσι ώστε να είναι δυνατή η αναγνώρισή του από το λογισμικό πρόγραμμα QGIS. Τα αρχεία αυτά μέσω της εντολής «inverse distance weighted interpolation» μετατράπηκαν σε αρχεία τύπου πλεγματικών δεδομένων (raster) και δημιουργήθηκαν τέσσερις χάρτες, ένας για κάθε παράμετρο δεδομένων που αφορούν όλες τις εποχές του χρόνου. Τα τελικά δεδομένα καθώς και ο σχολιασμός τους ακολουθούν στις πιο κάτω εικόνες (Εικόνα 4, Εικόνα 5, Εικόνα 6, Εικόνα 7, Εικόνα 8, Εικόνα 9, Εικόνα 10, Εικόνα 11, Εικόνα 12, Εικόνα 13, Εικόνα 14, Εικόνα 15, Εικόνα 16, Εικόνα 17, Εικόνα 18, Εικόνα 19, Εικόνα 20, Εικόνα 21, Εικόνα 22, Εικόνα 23).



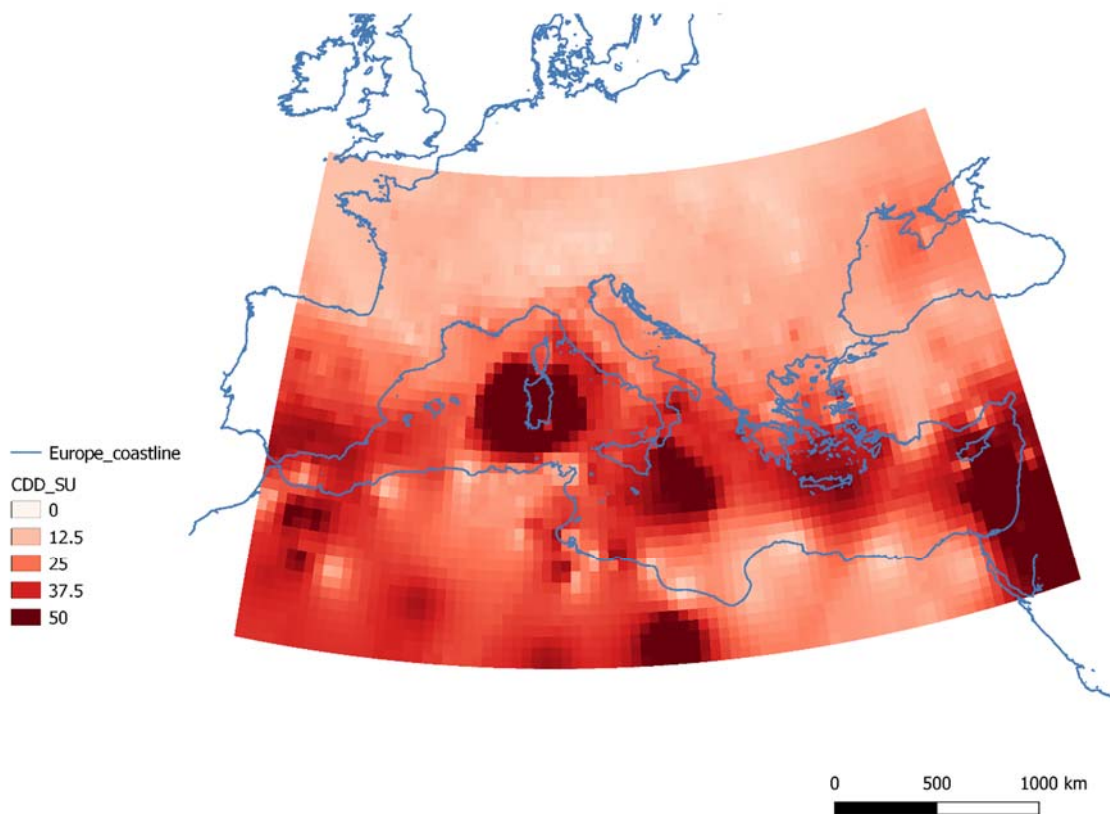
**Εικόνα 4:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του χειμώνα (1950 – 2019).

Σύμφωνα με την Εικόνα 4 μεγαλύτερες τιμές ημερών χωρίς βροχόπτωση κατά την περίοδο του χειμώνα παρατηρούνται σε περιοχές που εμφανίζονται με κόκκινο χρώμα. Αυτές οι περιοχές βρίσκονται στην έρημο της Σαχάρας, στη περιοχή του Ισραήλ, της Ιορδανίας και της Αλγερίας. Οι τιμές κυμαίνονται από 6 μέχρι και 79 ημέρες. Σημαντική διαφοροποίηση παρατηρείται γύρω από την οροσειρά των Άλπεων στην Ευρωπαϊκή περιοχή της Μεσογείου ενώ πιο έντονες διαφοροποιήσεις παρατηρούνται στην περιοχή της Σαχάρας. Κατά την χειμερινή περίοδο φαίνεται ότι το Αφρικανικό τμήμα της Μεσογείου έχει υψηλότερες τιμές σε σχέση με το Ευρωπαϊκό τμήμα.



**Εικόνα 5:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή της άνοιξης (1950 – 2019).

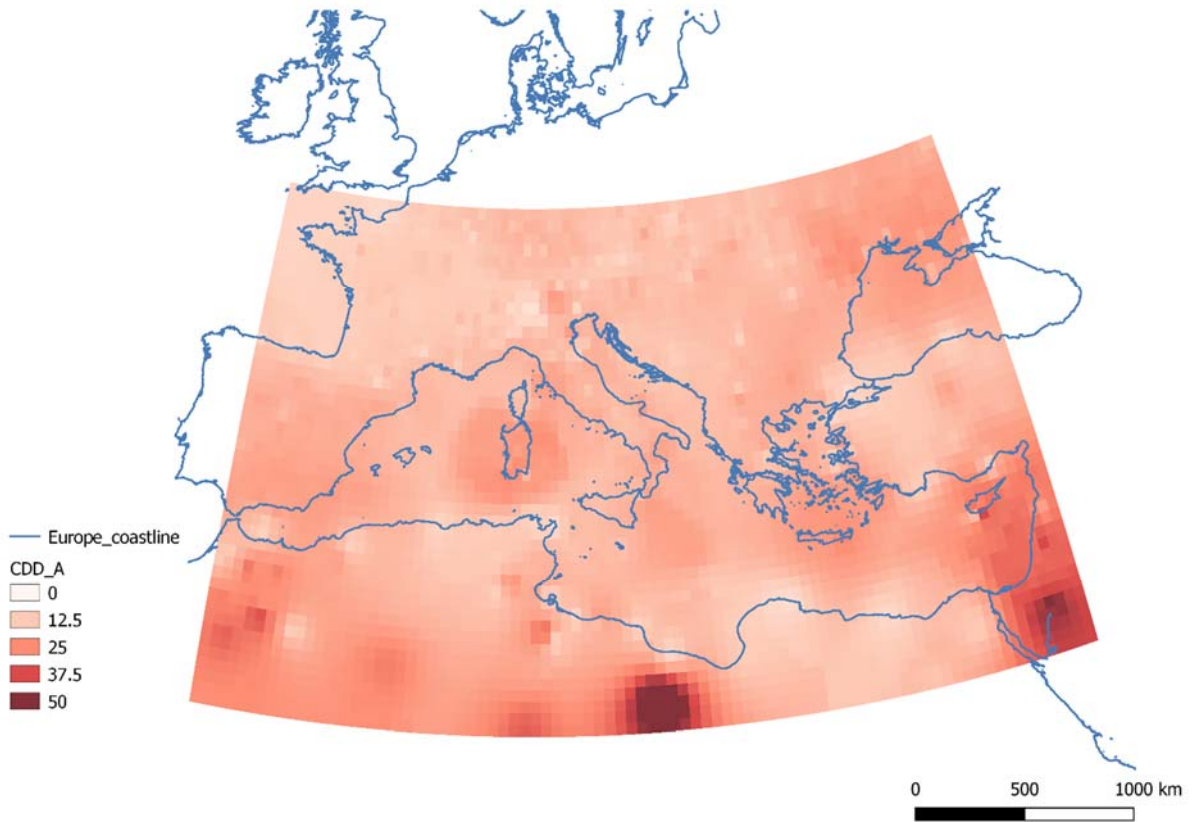
Η περιοχή της Λιβύης παρουσιάζει τη μεγαλύτερη μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση όπως φαίνεται και από το έντονο κόκκινο χρώμα στην Εικόνα 5. Οι περιοχές της Ιορδανίας και του Ισραήλ ακολουθούν. Επίσης, χαμηλότερες τιμές παρουσιάζει η Σαρδηνία και η θαλάσσια περιοχή νότια της Ιταλίας καθώς και η Κύπρος. Κατά την περίοδο της άνοιξης το εύρος των τιμών για τις μέρες χωρίς βροχόπτωση κυμαίνεται από 7.5 έως 81ημέρες. Για την παράμετρο CCD φαίνεται ότι η δυτική Μεσόγειος έχει μικρότερες τιμές ενώ η ανατολική μεγαλύτερες.



**Εικόνα 6:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του καλοκαιριού (1950 – 2019).

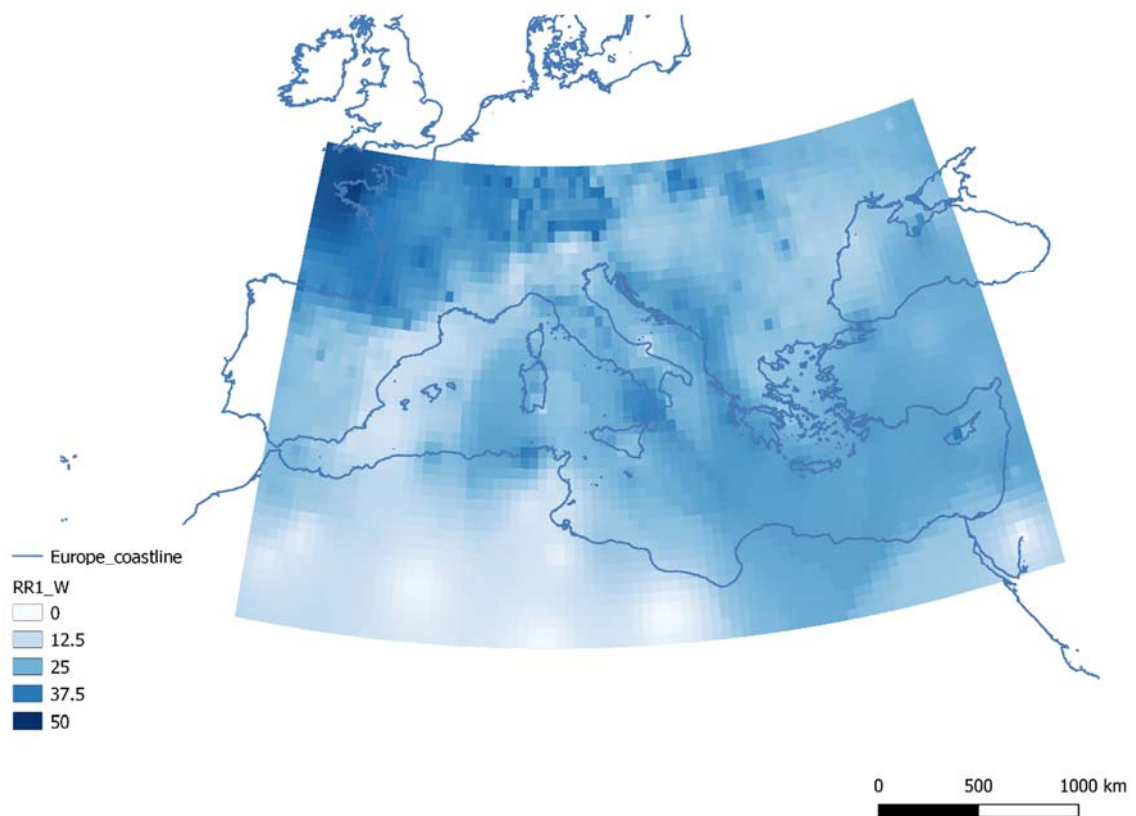
Στην Εικόνα 6 υπάρχουν αρκετές περιοχές στις οποίες παρατηρούνται έντονα φαινόμενα ξηρασίας κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Αυτές οι περιοχές είναι η Σαρδηνία, η Κύπρος, η Λιβύη, το Ισραήλ και η Ιορδανία και η νότια Ισπανία. Ανάμεσα στις θαλάσσιες περιοχές που πλήττονται από παρατεταμένη ξηρασία είναι το Αιγαίο πέλαγος καθώς και η θαλάσσια περιοχή νότια της Ιταλίας. Κατά την καλοκαιρινή περίοδο παρατηρείται η μέγιστη τιμή συνεχόμενων ημερών χωρίς βροχόπτωση που είναι οι 85 μέρες. Γενικά για την παράμετρο CCD φαίνεται πως το Ευρωπαϊκό τμήμα της Μεσογείου έχει μικρότερες τιμές σε σχέση με το Αφρικανικό.





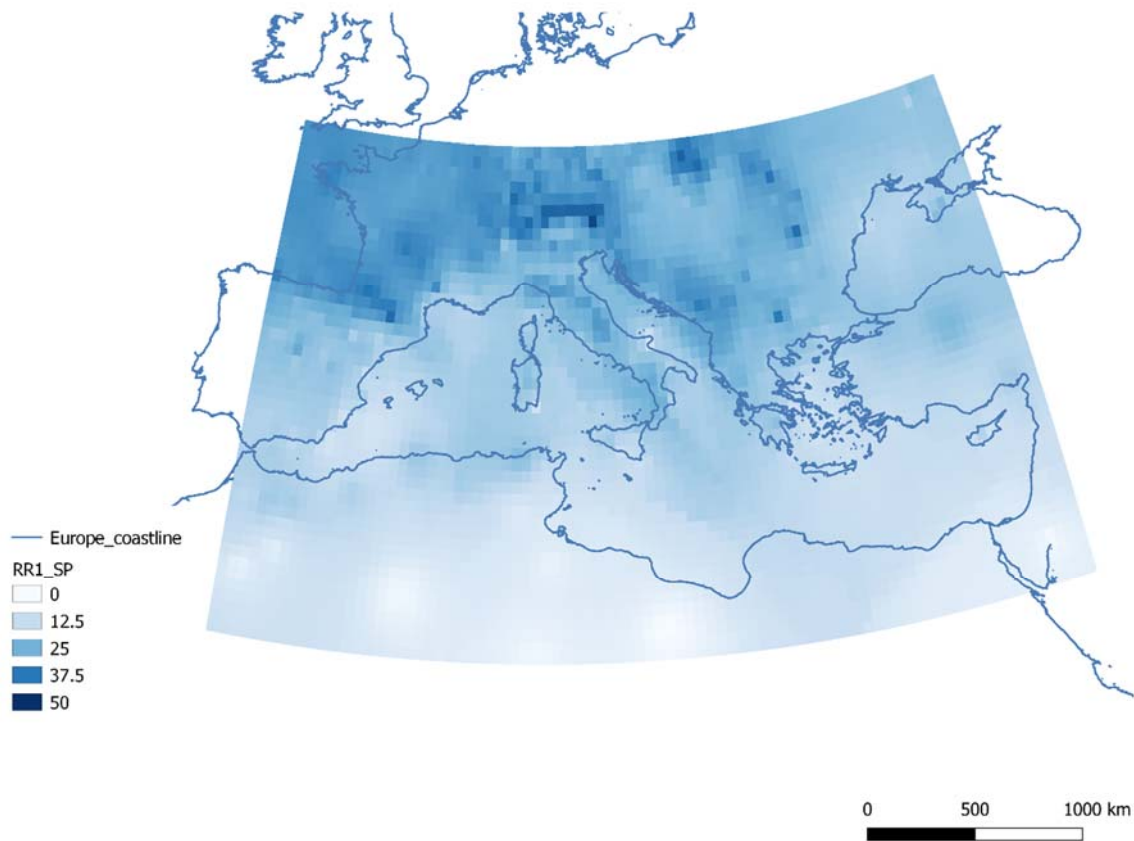
**Εικόνα 7:** Μέση τιμή αριθμού ημερών χωρίς βροχόπτωση σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του φθινοπώρου (1950 - 2019).

Στην Εικόνα 7 οι περιοχές της Λυβίας, του Ισραήλ και της Ιορδανίας παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές ξηρασίας ακολουθούμενες από την Σαρδηνία, το Αιγαίο και την Κύπρο. Γενικά για το φθινόπωρο οι υψηλότερες τιμές παρατηρούνται στην νοτιοανατολική περιοχή της Μεσογείου.



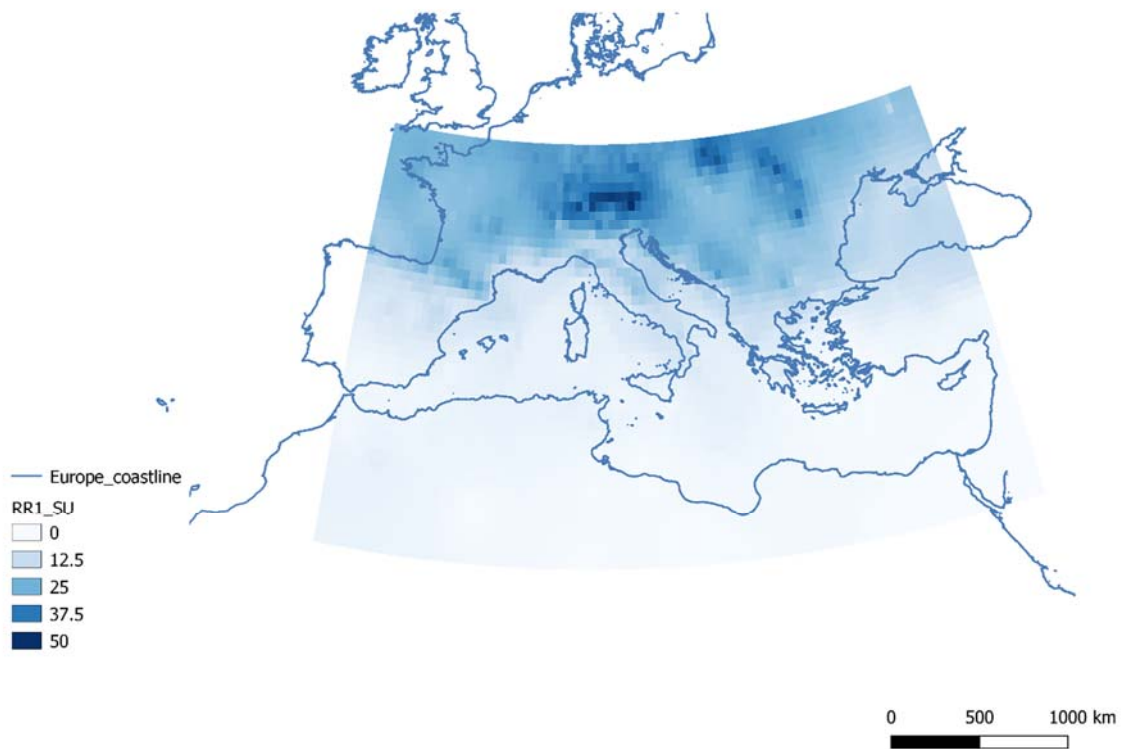
**Εικόνα 8:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του χειμώνα (1950 – 2019).

Οι περιοχές με συχνή βροχόπτωση που ξεπερνά το 1mm κατά την περίοδο του χειμώνα είναι η Γαλλία, η Γερμανία, το Ιόνιο πέλαγος και η Αδριατική θάλασσα, η νότια Ιταλία, η θαλάσσια περιοχή δυτικά της Σικελίας και η Κύπρος όπως φαίνεται στην Εικόνα 8. Ειδικά, για την περίοδο του χειμώνα η περιοχή της βορειοδυτικής Ευρώπης παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές σε σχέση με τις βορειοδυτικές περιοχές της Αφρικής.



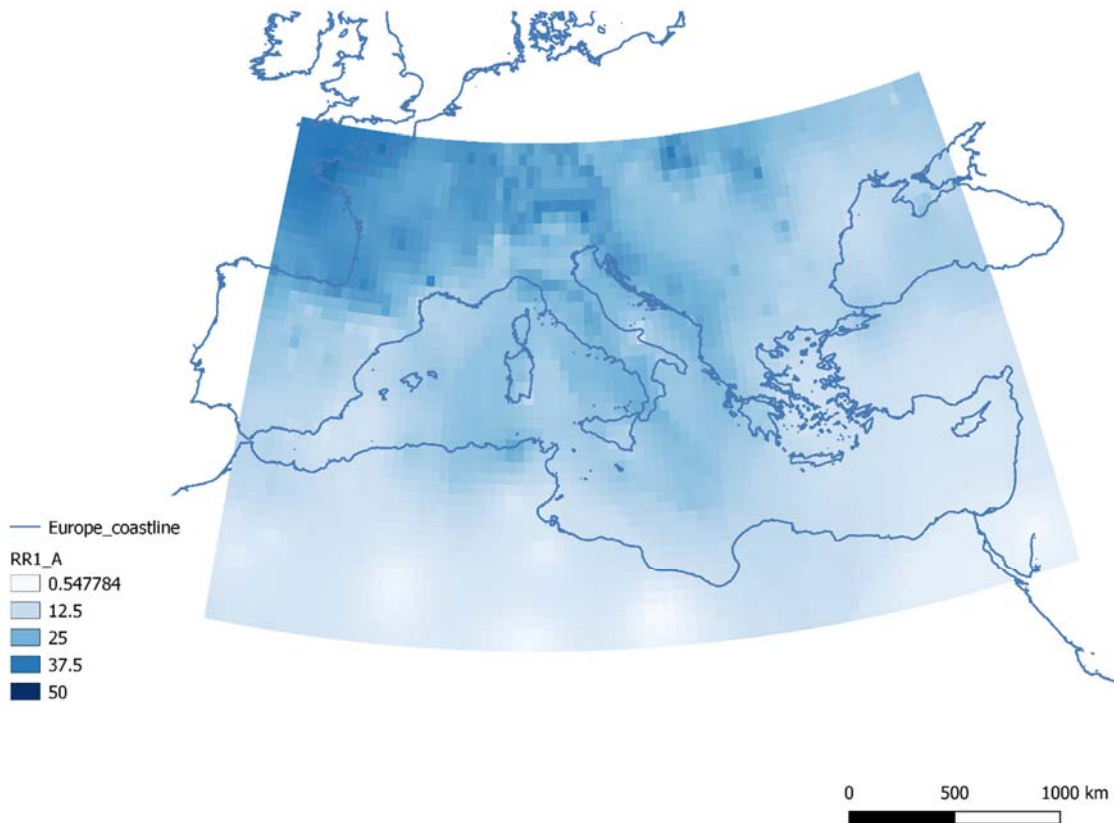
**Εικόνα 9:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή της άνοιξης (1950 - 2019).

Από την Εικόνα 9, παρατηρείται ότι τα φαινόμενα βροχόπτωσης με τιμή 1mm και άνω, μετατίθενται για την εποχή της άνοιξης στην περιοχή της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης καθώς και την περιοχή των Βαλκανίων και της Ιταλίας. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 0 μέχρι 46 ημέρες. Οι υψηλότερες τιμές συγκεντρώνονται κυρίως στις μεγάλες οροσειρές της Ευρώπης (Άλπεις και Πυρηναία) σε αντίθεση με την αφρικανική Σαχάρα. Γενικά, οι βόρειες περιοχές της Μεσογείου βιώνουν περισσότερες ημέρες με βροχόπτωση από ότι οι νότιες περιοχές.



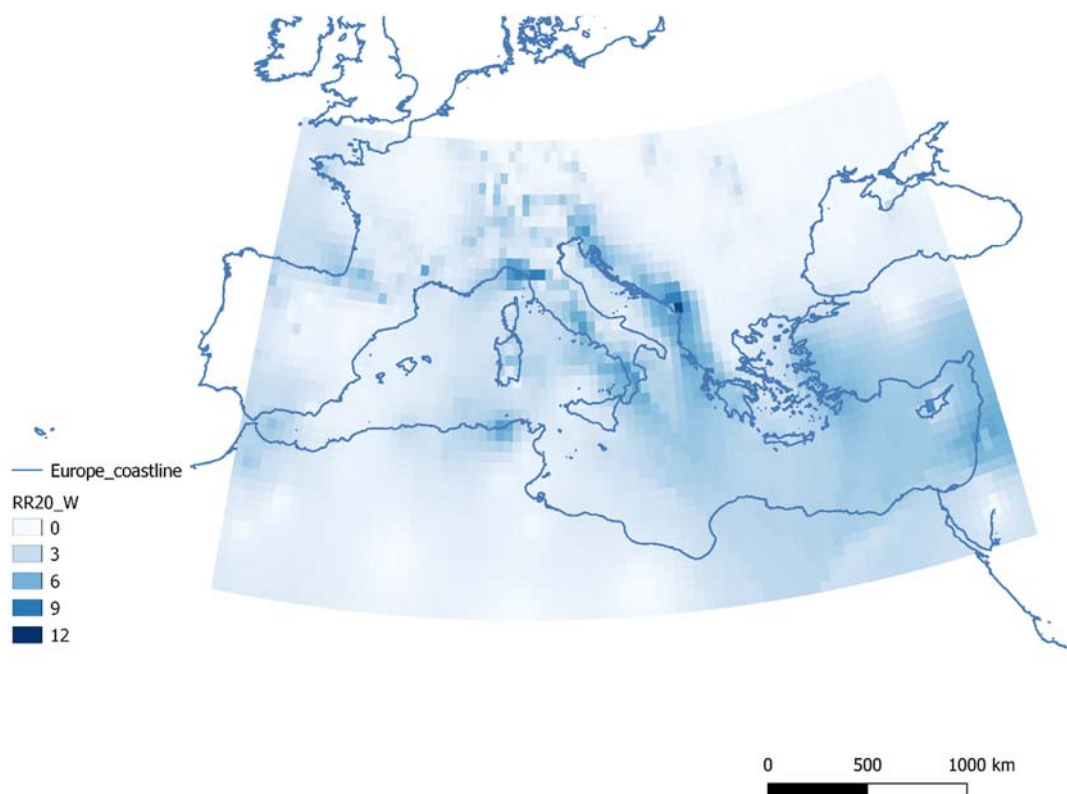
**Εικόνα 10:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του καλοκαιριού (1950 – 2019).

Οι περιοχές στις οποίες παρατηρούνται οι πιο έντονες τιμές βροχόπτωσης μεγαλύτερης του 1mm για το καλοκαίρι είναι και πάλι οι περιοχές της κεντρικής και δυτικής Μεσογείου όπως φαίνεται στην Εικόνα 10. Υπάρχει σαφής διάκριση του Ευρωπαϊκού τμήματος της Μεσογείου σε σχέση με το Αφρικανικό όσο αφορά τις τιμές των ημερών με βροχόπτωση άνω του 1mm. Ο αριθμός ημερών με βροχόπτωση στο Ευρωπαϊκό τμήμα είναι μεγαλύτερο σε σχέση με το Αφρικανικό με τις τιμές να κυμαίνονται από 0 μέχρι 50 ημέρες.



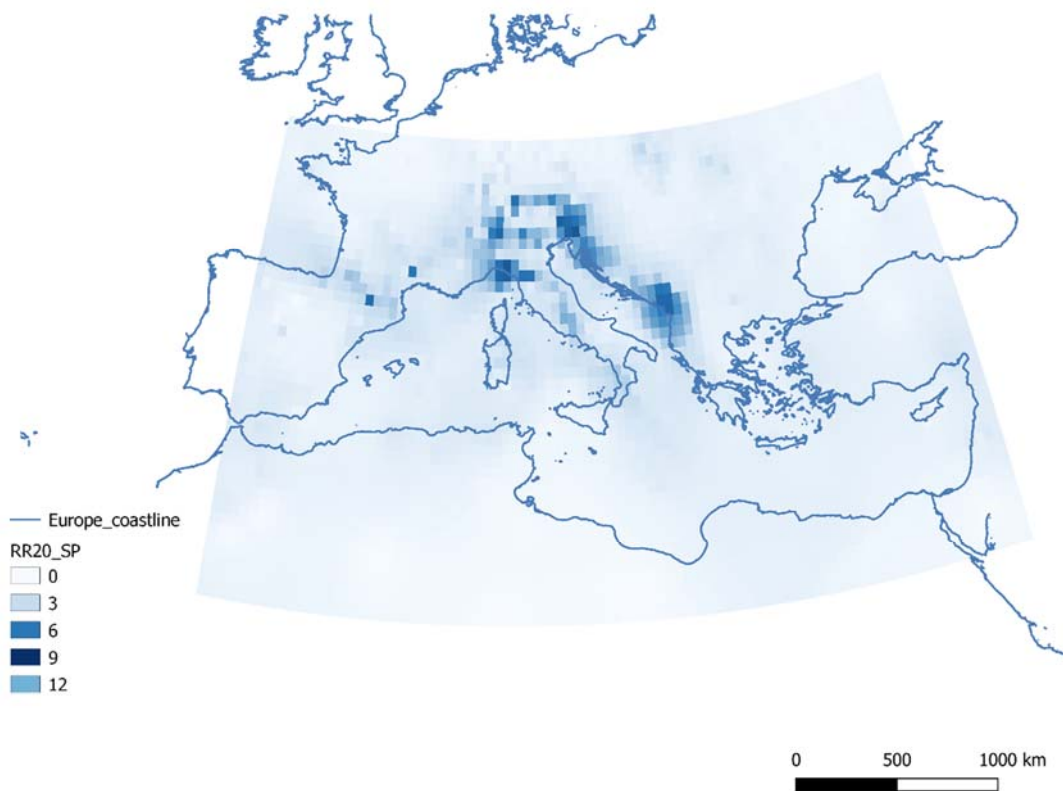
**Εικόνα 11:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 1mm σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του φθινοπώρου (1950 – 2019).

Στην Εικόνα 11, οι περιοχές που δέχονται συχνότερη βροχόπτωση που ξεπερνά το 1mm κατά την περίοδο του φθινοπώρου βρίσκονται στη δυτική, κεντρική και ανατολική Ευρώπη, στην Αδριατική θάλασσα και στην Ιταλία. Τα όρια των τιμών βρίσκονται σε εύρος 0 μέχρι 40 ημέρες.



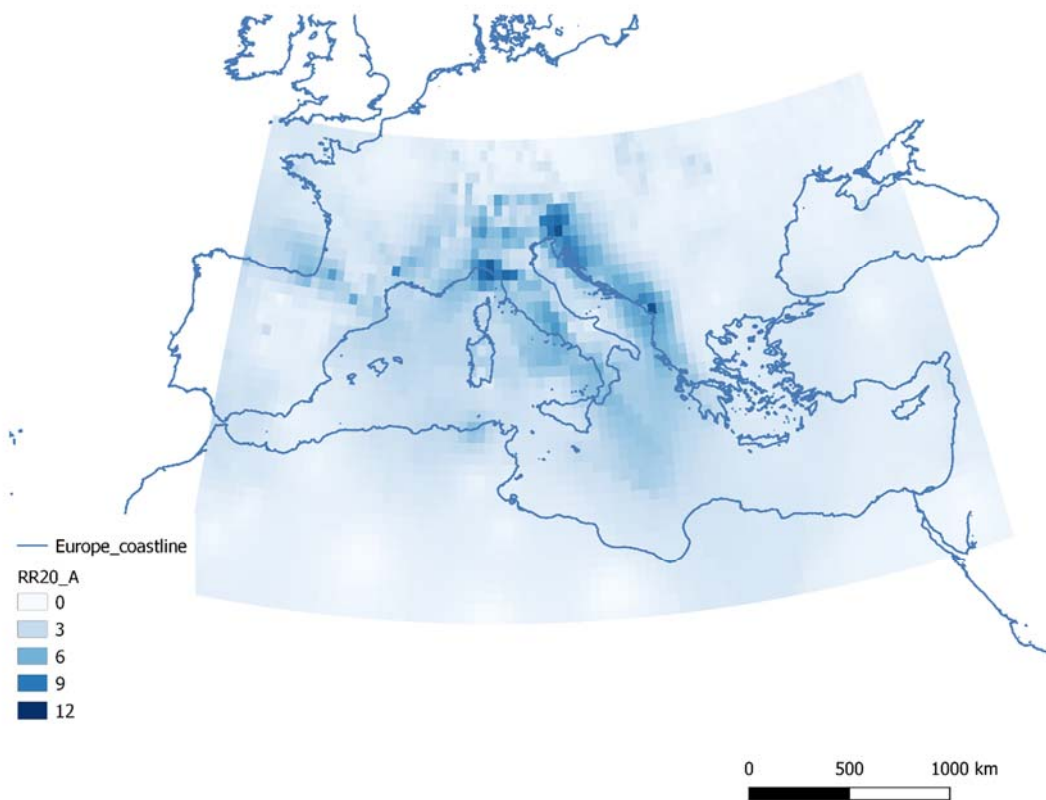
**Εικόνα 12:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του χειμώνα (1950 – 2019).

Έντονη καταιγιδόφορος δραστηριότητα για την εποχή του χειμώνα παρατηρείται στην κεντρική Μεσόγειο και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Ιταλίας και την Αδριατική θάλασσα. Η Κύπρος και η θαλάσσια περιοχή που την περικλείει εμφανίζει και αυτή έντονα φαινόμενα αλλά είναι ελαφρότερης έντασης από ότι φαίνεται στην Εικόνα 12. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 0 μέχρι 11 ημέρες. Επίσης, οι έντονες διαφοροποιήσεις παρατηρούνται γύρω από τις μεγάλες οροσειρές πχ. Άλπεις, Πυρηναία, και Τρόδος καθώς και στα παράλια της Μεσογείου.



**Εικόνα 13:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή της άνοιξης (1950 – 2019).

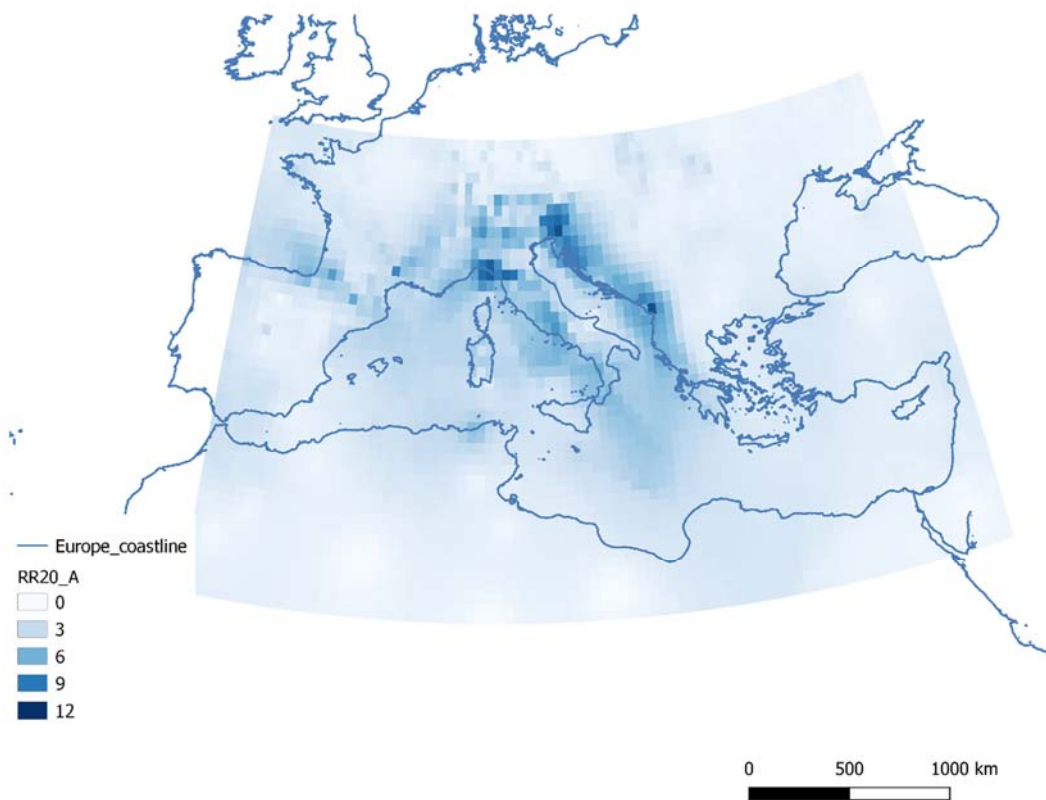
Στην Εικόνα 13 η έντονη καταιγιδόφορος δραστηριότητα την εποχή της άνοιξης είναι πιο ξεκάθαρη και περιορισμένη και επικεντρώνεται στην περιοχή της κεντρικής Μεσογείου και πιο συγκεκριμένα στα ανατολικά παράλια της Αδριατικής θάλασσας και στην οροσειρά των Άλπεων. Επιπλέον, οι περιοχές της βόρειας Ισπανίας και της νότιας Γαλλίας παρουσιάζουν ανάλογα φαινόμενα σε περιορισμένη έκταση. Οι τιμές για την περίοδο της άνοιξης κυμαίνονται από 0 μέχρι 7 ημέρες. Υπάρχει μια σχετική μείωση σε σχέση με την χειμερινή περίοδο που είναι αναμενόμενο. Οι διαφοροποιήσεις λαμβάνουν χώρα στα κεντρικά βόρεια παράλια της Ευρώπης.



**Εικόνα 14:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του καλοκαιριού (1950 – 2019).

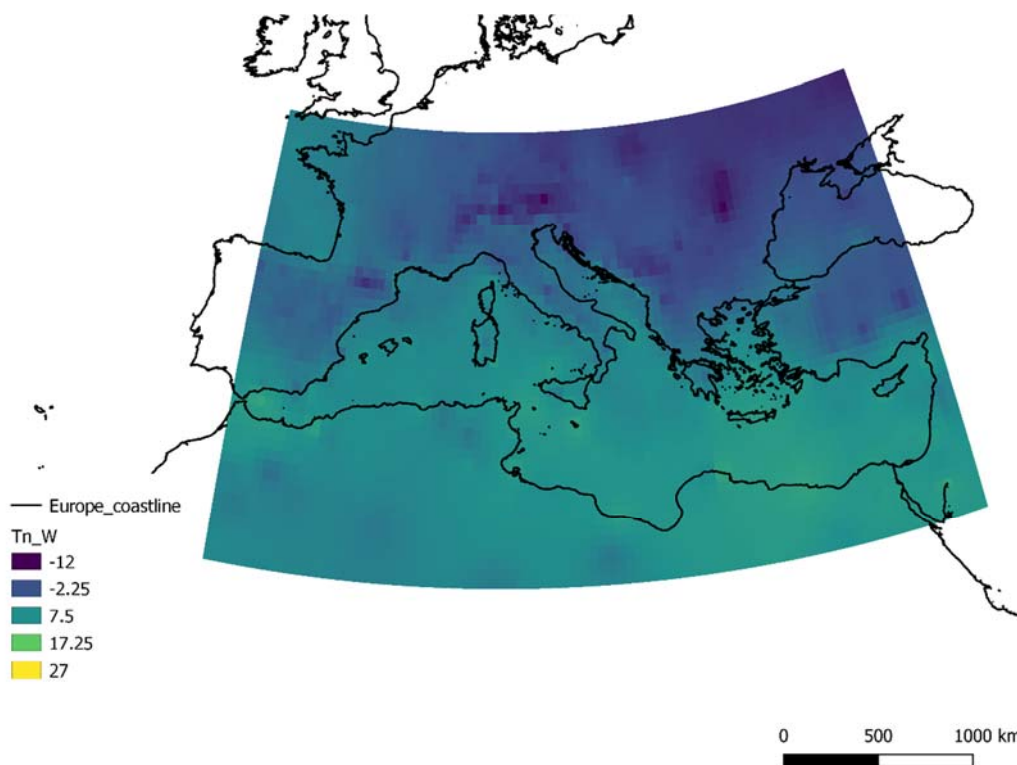
Η έντονη καταιγιδόφορος δραστηριότητα για την εποχή του καλοκαιριού περιορίζεται στη περιοχή των Άλπεων και της βόρειας Αδριατικής θάλασσας όπως φαίνεται και από την Εικόνα 14. Επίσης, ανάλογα φαινόμενα παρουσιάζουν οι περιοχές της νότιας Πολωνίας. Οι υψηλότερες τιμές για την καλοκαιρινή περίοδο φθάνουν τις 11 μέρες για την παράμετρο ημερών βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm. Σε σχέση με την άνοιξη παρατηρείται μια μικρή εξάπλωση των φαινομένων γύρω από την κεντρική περιοχή της Μεσογείου.





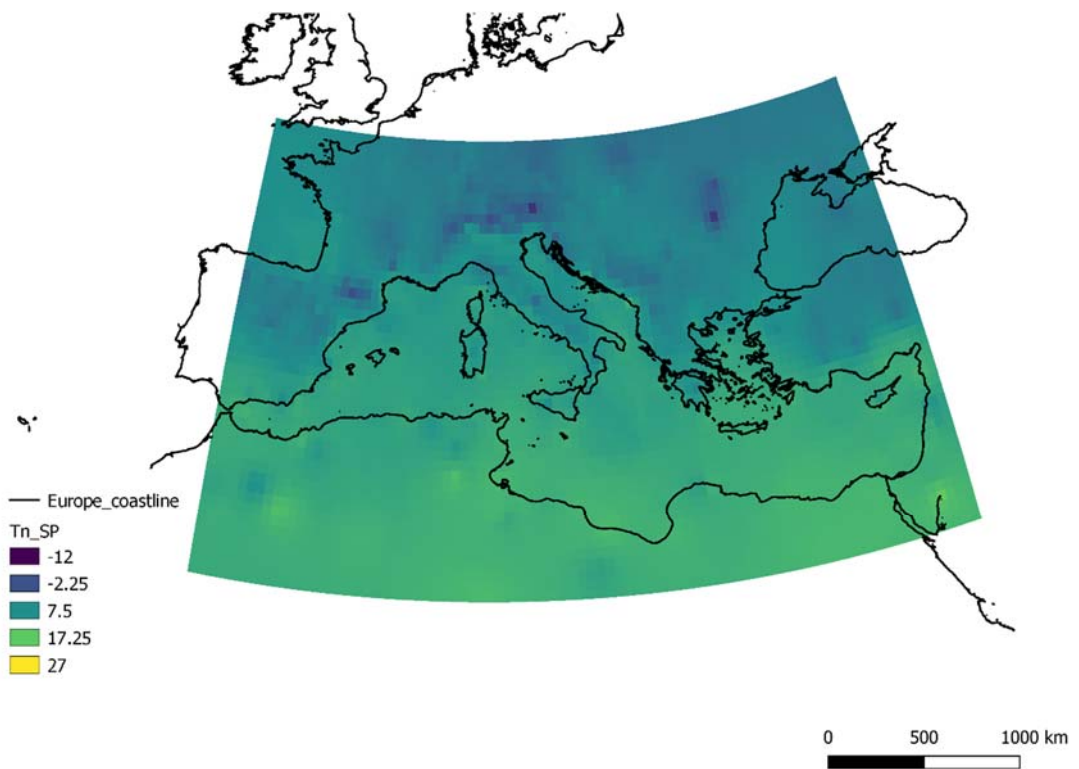
**Εικόνα 15:** Ημέρες βροχόπτωσης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 20mm σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του φθινοπώρου (1950 – 2019).

Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 15 η κεντρική περιοχή της Μεσογείου είναι αυτή που δέχεται τις εντονότερες βροχοπτώσεις κατά την περίοδο του φθινοπώρου με την νότια Γαλλία να ακολουθεί. Το εύρος των τιμών είναι το μικρότερο που παρατηρείται σε σχέση με τις άλλες εποχές και βρίσκεται στα όρια 0 μέχρι 11 ημερών. Οι εντονότερες διαφοροποιήσεις παρατηρούνται γύρω από τις οροσειρές των Άλπεων και των Πυρηναίων καθώς και στα δυτικά παράλια της Κροατίας.



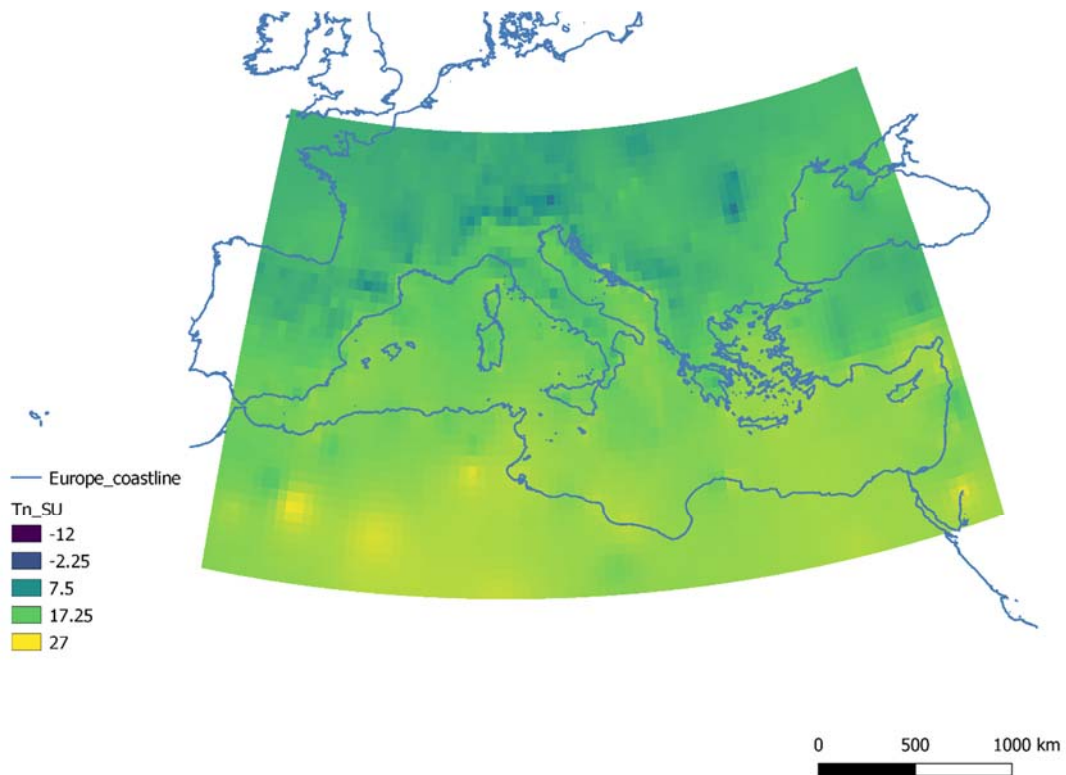
**Εικόνα 16:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του χειμώνα (1950 – 2019).

Οι περιοχές που παρουσιάζουν τις χαμηλότερες μέσες τιμές των χαμηλότερων θερμοκρασιών για τον χειμώνα βρίσκονται κατά κύριο λόγο στην βορειοανατολική Μεσόγειο και τις Άλπεις. Στην ανατολική Ισπανία επικρατούν παρόμοια φαινόμενα αλλά πιο ήπιας μορφής (Εικόνα 16). Το εύρος τιμών κυμαίνεται μεταξύ  $-11^{\circ}\text{C}$  μέχρι  $11^{\circ}\text{C}$ . Τον χειμώνα για την παράμετρο της μέσης θερμοκρασίας των χαμηλότερων θερμοκρασιών φαίνεται ότι το ευρωπαϊκό τμήμα της Μεσογείου έχει χαμηλότερες τιμές σε σχέση με το αφρικανικό τμήμα.



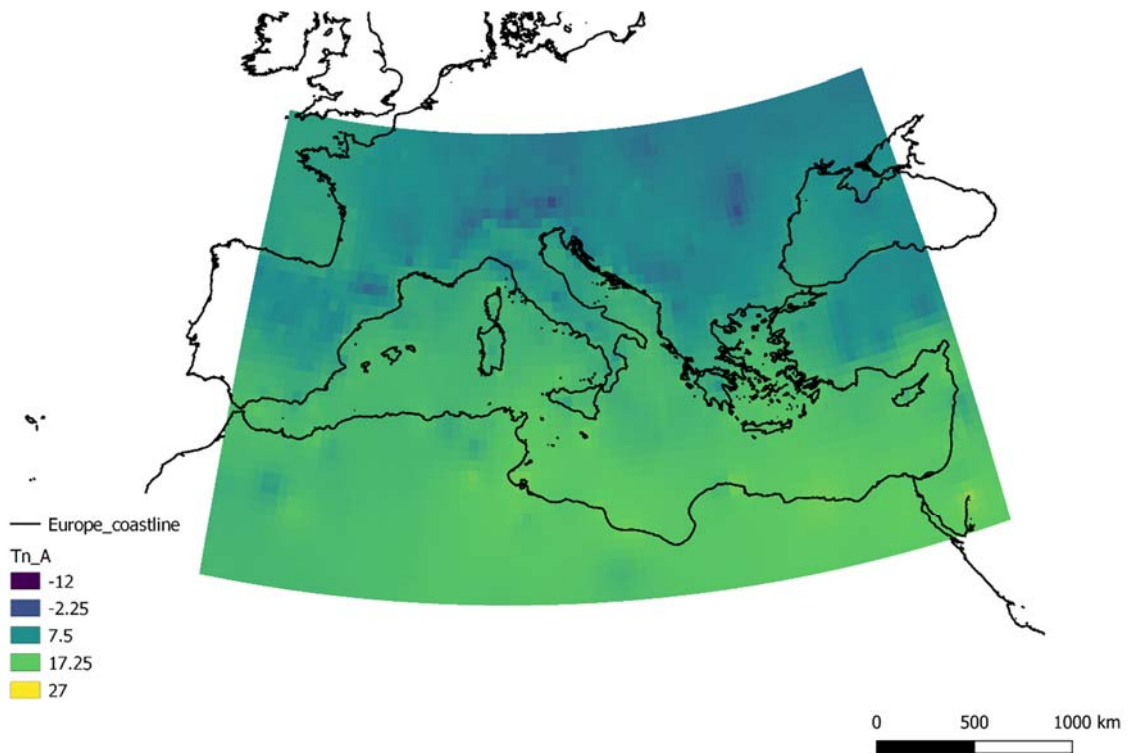
**Εικόνα 17:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή της άνοιξης (1950 - 2019).

Από την Εικόνα 17 συμπεραίνεται πως οι τιμές της μέσης θερμοκρασίας των χαμηλότερων θερμοκρασιών για την εποχή της άνοιξης ανεβαίνουν και οι περιοχές περιορίζονται. Πλέον, η έκταση των φαινομένων περιορίζεται σε μικρές περιοχές στην ανατολική και κεντρική Ιβηρική χερσόνησο, τις Άλπεις την βόρεια Ρουμανία και την Τουρκία. Οι τιμές κυμαίνονται από  $-5^{\circ}\text{C}$  έως  $18^{\circ}\text{C}$  περίπου. Παρατηρείται σαφής διάκριση των τιμών για τις περιοχές της βόρειας Μεσογείου σε σχέση με τις περιοχές της νότιας. Στις πρώτες παρατηρούνται οι ελάχιστες τιμές ενώ στις δεύτερες οι μέγιστες.



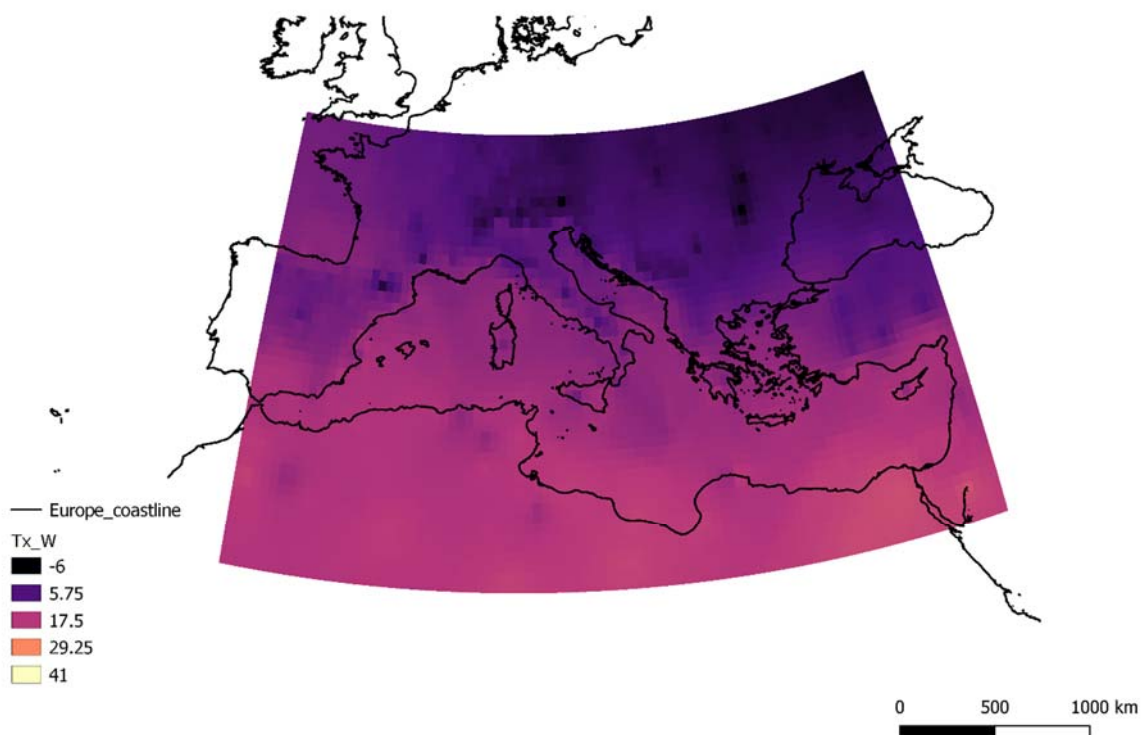
**Εικόνα 18:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του καλοκαιριού (1950 – 2019).

Από την Εικόνα 18 είναι πλέον ξεκάθαρη η αύξηση της θερμοκρασίας της περιοχής της Μεσογείου με τις χαμηλότερες τιμές να βρίσκονται σε ελάχιστες εκτάσεις περιοχών όπως οι Άλπεις και τη δυτική Ουκρανία. Επίσης η βόρεια Ισπανία παρουσιάζει χαμηλές τιμές. Κατά την περίοδο του καλοκαιριού παρατηρείται η μέγιστη τιμή μέσης θερμοκρασίας των χαμηλότερων θερμοκρασιών 26°C. Η ελάχιστη τιμή για αυτή την περίοδο είναι η μέγιστη των εποχών με τιμή 3°C. Οι ελάχιστες τιμές συγκεντρώνονται στις οροσειρές των Άλπεων, των Καρπαθίων και των Πυρηναίων.



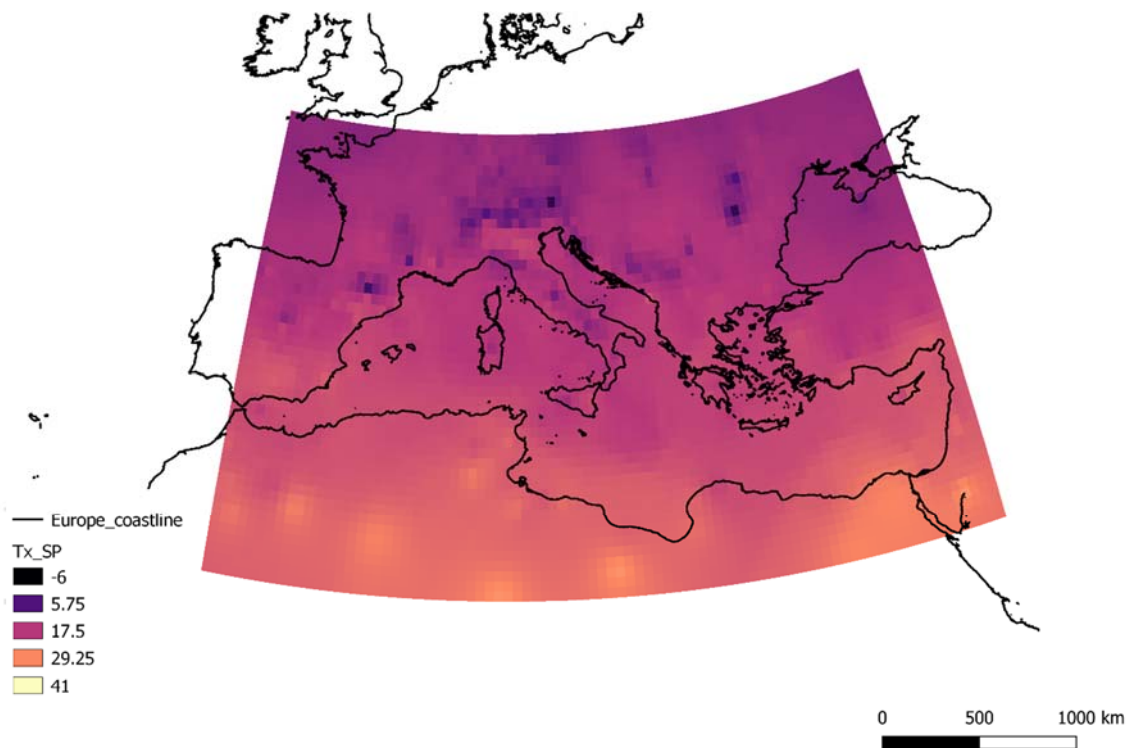
**Εικόνα 19:** Μέση θερμοκρασία των χαμηλότερων θερμοκρασιών σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του φθινοπώρου (1950 – 2019).

Οι περιοχές στην Εικόνα 19 με τις χαμηλότερες μέσες τιμές θερμοκρασίας βρίσκονται στις Άλπεις, την βόρεια Ισπανία, την δυτική Ουκρανία και την Τουρκία. Επιπλέον τα βόρεια Βαλκάνια έχουν και αυτά ανάλογες τάσεις τιμών. Το εύρος τιμών για την παράμετρο της μέσης θερμοκρασίας των χαμηλότερων θερμοκρασιών για την εποχή του φθινοπώρου κυμαίνεται από  $-2^{\circ}\text{C}$  μέχρι  $20^{\circ}\text{C}$ . Υπάρχει σαφής διάκριση του ευρωπαϊκού τμήματος της Μεσογείου σε σχέση με το αφρικανικό όσο αφορά αυτές τις θερμοκρασίες. Στο αφρικανικό τμήμα επικρατούν οι υψηλότερες τιμές σε αντίθεση με το ευρωπαϊκό στο οποίο επικρατούν οι χαμηλότερες.



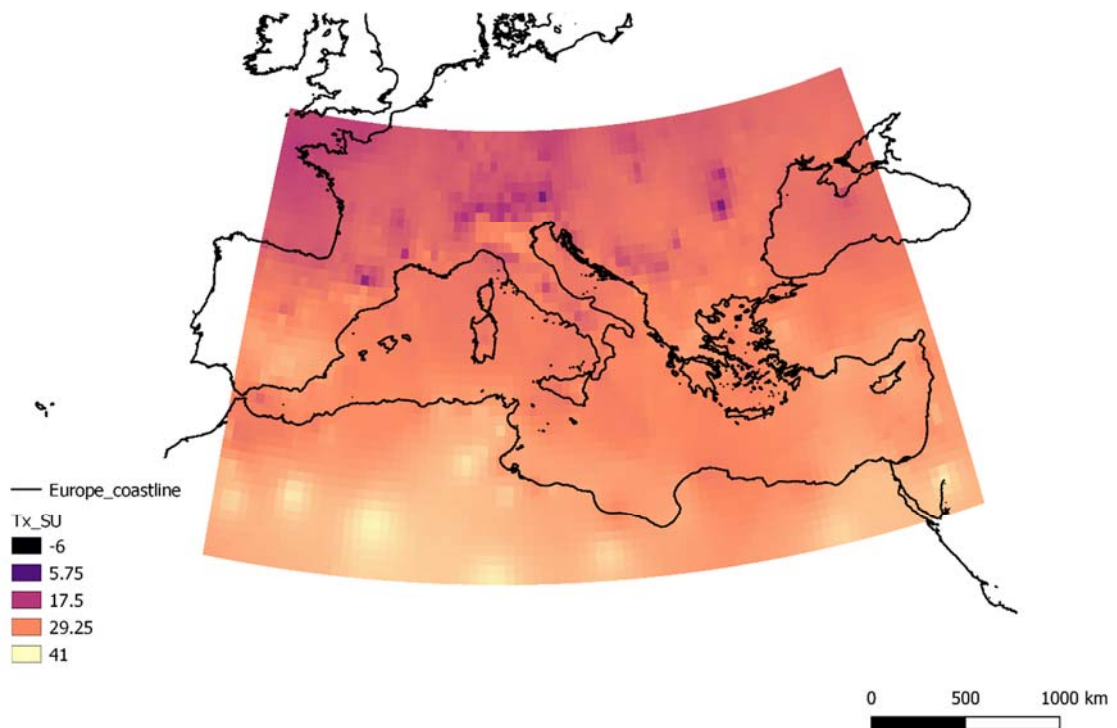
**Εικόνα 20:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του χειμώνα (1950 – 2019).

Οι υψηλότερες θερμοκρασίες κατά την περίοδο του χειμώνα παρατηρούνται στην περιοχή της νότιας Μεσογείου. Συγκεκριμένα η περιοχή της βόρειας Αιγύπτου παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή όπως φαίνεται και από την Εικόνα 20. Η ελάχιστη θερμοκρασία για την παράμετρο της μέσης θερμοκρασίας των υψηλότερων θερμοκρασιών για την εποχή του χειμώνα είναι οι  $-5^{\circ}\text{C}$  ενώ η μέγιστη περίπου  $22^{\circ}\text{C}$ . Η δυτική Μεσόγειος φαίνεται να έχει σε γενικές γραμμές μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με την κεντρική και δυτική Μεσόγειο.



**Εικόνα 21:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή της άνοιξης (1950 – 2019).

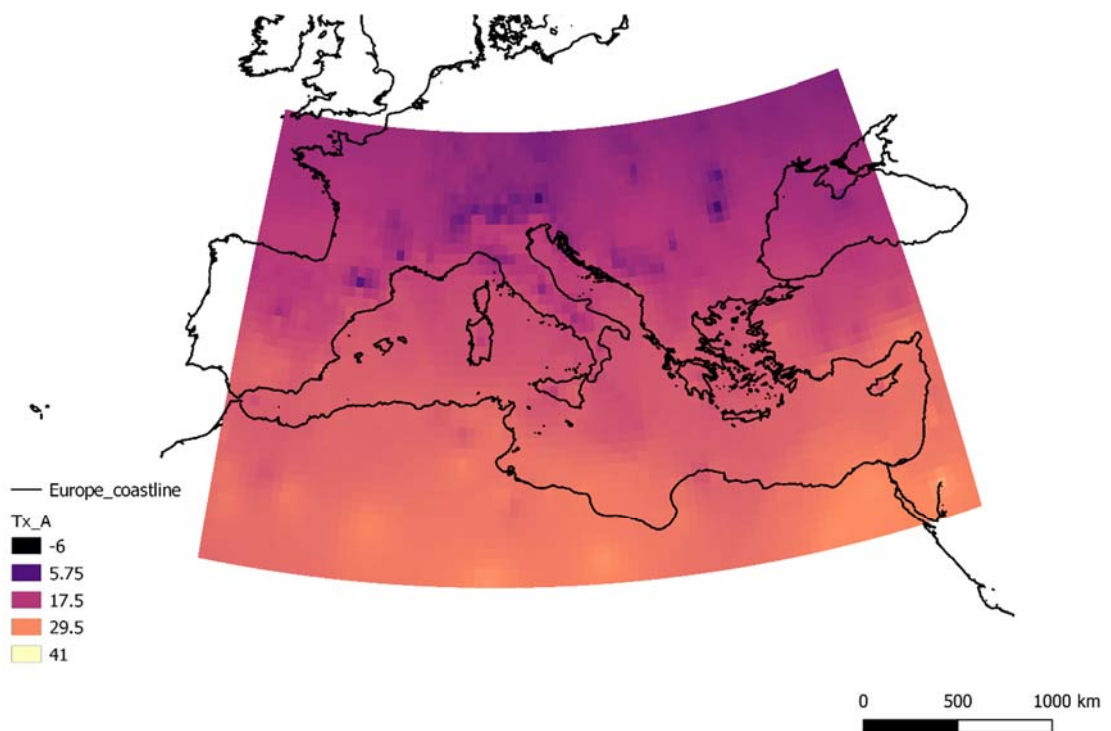
Όπως φαίνεται και από την Εικόνα 21, οι υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες για την εποχή της άνοιξης απαντώνται στις περιοχές της βόρειας Αφρικής (Αλγερία, Τυνησία, Λυβή και Αίγυπτος). Κατά την άνοιξη, η ελάχιστη θερμοκρασία για την παράμετρο της μέσης θερμοκρασίας των υψηλότερων θερμοκρασιών είναι 1°C ενώ η μέγιστη 30°C. Η διάκριση του ευρωπαϊκού τμήματος της Μεσογείου με το αφρικανικό τμήμα είναι ξεκάθαρη αφού στο ευρωπαϊκό κομμάτι επικρατούν οι ελάχιστες θερμοκρασίες ενώ στο αφρικανικό οι μέγιστες.



**Εικόνα 22:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του καλοκαιριού (1950 – 2019).

Στην Εικόνα 22 παρατηρείται ξεκάθαρα η άνοδος της μέσης τιμής των υψηλότερων θερμοκρασιών για την περίοδο του καλοκαιριού στην περιοχή της Μεσογείου. Τα όρια της μέσης θερμοκρασίας των υψηλότερων θερμοκρασιών κυμαίνονται από 10°C έως 40°C. Για το καλοκαίρι φαίνεται ότι η αφρικανική Μεσόγειος παρουσιάζει τις μέγιστες τιμές. Συγκεκριμένα, ανάμεσα στις περιοχές που παρουσιάζουν υψηλές τιμές είναι η Σαχάρα, τα νότια παράλια της Τουρκίας και τις Ισπανίας και η Κύπρος.





**Εικόνα 23:** Μέση θερμοκρασία των υψηλότερων θερμοκρασιών σε ολόκληρη τη Μεσόγειο για την εποχή του φθινοπώρου (1950 – 2019).

Στην Εικόνα 23 αν και οι μέσες τιμές σημειώνουν ελάχιστη μείωση, οι περιοχές μέσης τιμής των υψηλότερων θερμοκρασιών για την περίοδο του φθινοπώρου στην περιοχή της Μεσογείου παραμένουν οι ίδιες με αυτές του καλοκαιριού (Εικόνα 22). Ανάμεσα στις περιοχές που παρουσιάζουν υψηλές τιμές είναι η βόρεια Αφρική με τη Σαχάρα έρημο, τα νότια παράλια της Τουρκίας και τις Ισπανίας, η Κύπρος και τα δυτικά παράλια της Μεσογείου. Οι υψηλές τιμές κυμαίνονται κοντά στους 32 °C ενώ οι χαμηλότερες βρίσκονται κοντά στην περιοχή τιμών των 3 °C. Και εδώ παρατηρείται ότι η περιοχή της Αφρικανικής Μεσογείου έχει τις υψηλότερες τιμές ενώ η ευρωπαϊκή τις χαμηλότερες.

# Κεφάλαιο 5

## Επίλογος

### 5.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή, έγινε μια προσπάθεια να μελετηθούν και να αναπαρασταθούν γραφικά με τη βοήθεια χαρτών τα ακραία καιρικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα σε ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου θάλασσας. Λαμβάνοντας δεδομένα που αφορούν κυρίως δείκτες ξηρασίας, βροχοπτώσεως και θερμοκρασιών και με την βοήθεια διαφόρων λογισμικών πακέτων και προγραμμάτων όπως το SPSS και το QGIS έγινε δυνατός ο υπολογισμός και η αναπαράσταση των ακραίων καιρικών φαινομένων και των τάσεων που επικρατούν στη Μεσόγειο.

Χρησιμοποιώντας δεδομένα που παραχωρήθηκαν από το Βασιλικό Μετεωρολογικό Ινστιτούτο της Ολλανδίας KNMI και το πρόγραμμα SPSS υπολογίστηκαν οι παράμετροι ξηρασίας – μέγιστος αριθμός συνεχόμενων ημερών χωρίς βροχόπτωση (CCD), οι παράμετροι βροχόπτωσης – Αριθμός ημερών με βροχόπτωση μεγαλύτερη από 1mm (RR1) και Αριθμός ημερών με βροχόπτωση που ξεπερνά την τιμή 20mm (RR20) καθώς και οι παράμετροι μέσης θερμοκρασίας χαμηλότερων και υψηλότερων θερμοκρασιών (Tn), (Tx) αντίστοιχα. Η κάθε παράμετρος μελετήθηκε τόσο τοπικά (δυτική, κεντρική, ανατολική Μεσόγειος) όσο και σε ολόκληρη την έκταση της Μεσογείου. Τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν ανά πενταετία ξεκινώντας από το έτος 1950 και εκτείνονται μέχρι και το έτος 2019.

Ακολούθως έγινε χρήση του προγράμματος QGIS με τη βοήθεια του οποίου έγινε η δημιουργία χαρτών για ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου για κάθε παράμετρο. Αυτό έγινε για σκοπούς σύγκρισης, ευκρίνειας και οπτικής κατανόησης των αποτελεσμάτων.

Η επεξεργασία των δεδομένων και η απεικόνιση των αποτελεσμάτων μέσω διαγραμμάτων και χαρτών κατέδειξε πως σε τοπικό επίπεδο η κάθε περιοχή της Μεσογείου συμπεριφέρεται διαφορετικά σε σχέση με τις υπόλοιπες. Πράγματι, αυτό επιβεβαιώνεται και από αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών που έδειξαν ότι η Ανατολική, η Δυτική και η Κεντρική Μεσόγειος παρουσιάζουν έντονες διαφοροποιήσεις (Kalimeris et al., 2011) όσο αφορά τις βροχοπτώσεις, τις μέσες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες και τις περιόδους ξηρασίας.

Οι κλιματικές προβλέψεις (Παπανικολάου & Παπανικολάου, 2011) που αναφέρονται σε άνοδο της μέσης τιμής της θερμοκρασίας και της ξηρασίας, αλλά και αύξηση της συχνότητας με την οποία εμφανίζονται τα ακραία καιρικά φαινόμενα στην περιοχή της Μεσογείου επιβεβαιώνονται και από τα αποτελέσματα της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής.

Η κλιματική διαφορά που υπάρχει μεταξύ των τριών περιοχών της Μεσογείου είναι δυνατό να οφείλεται στη μορφολογία του εδάφους καθώς η Κεντρική Μεσόγειος έχει περισσότερες ορεινές περιοχές ανά έκταση από τη δυτική και ανατολική. Οι περισσότερες βροχές εκδηλώνονται σε ορεινές παρά πεδινές περιοχές (Χορλακί et al., 2000). Επίσης στις παράλιες περιοχές, το ύψος της βροχής είναι μεγαλύτερο σε σχέση με τις πεδινές περιοχές που απέχουν σημαντικά από τη θάλασσα (Χορλακί et al., 2000). Επιπρόσθετα, από τα αποτελέσματά της Μεταπτυχιακής Διατριβής επιβεβαιώθηκε πως η διαμόρφωση του εδάφους και το υψόμετρο, επιδρούν και αυτά στη διαμόρφωση του κλίματος μιας περιοχής, αφού όσο πιο ψηλά ανεβαίνουμε, τόσο ελαττώνεται η ατμοσφαιρική πίεση και η θερμοκρασία (WWF Ελλάς, 2009).

Όσο αφορά τις μέσες ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες, παρατηρείται μια αυξητική τάση όπως δείχνουν προηγούμενες μελέτες από την IPCC (2019) και επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής. Η αύξηση των μέσων ελάχιστων και μέσων μέγιστων θερμοκρασιών σε ολόκληρη τη Μεσόγειο φαίνεται να ξεκινά από το έτος 2006 και να συνεχίζει την ανοδική της πορεία έως και σήμερα. Η αύξηση αυτή οφείλεται σε δύο ξεχωριστούς παράγοντες που λαμβάνουν χώρα τόσο σε τοπικό επίπεδο (Μεσόγειος) όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο πρώτος παράγοντας που συμβάλει στην αύξηση των μέσων μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών είναι οι

φυσικές διεργασίες όπως οι εκρήξεις από τα ηφαίστεια και οι φυσικές πυρκαγιές. Ο δεύτερος παράγοντας στον οποίο οφείλεται κατά κύριο λόγο η αύξηση αυτή είναι οι διάφορες δραστηριότητες του ανθρώπου. Οι μεταφορές, η βιομηχανία και η γεωργία εκλύουν μεγάλα ποσοστά θερμοκηπικών αερίων συνεισφέροντας έτσι στην αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι ενέργειες των ανθρώπων συνεισφέρουν σημαντικά στην αύξηση των ποσοστών των θερμοκηπικών αερίων αφού η πυκνότητα του στρώματος τους αυξάνεται με αποτέλεσμα την παγίδευση περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα της γης με φυσικό συνεπακόλουθο την άνοδο της στάθμης της θερμοκρασίας του πλανήτη.

Παρατηρώντας και συγκρίνοντας τη βιβλιογραφική ανασκόπηση με τα αποτελέσματα της παρούσας Μεταπτυχιακής Διατριβής, επιβεβαιώνεται πως οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και το διοξείδιο του αζώτου που εκλύονται κατά κύριο λόγο από τις ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν επηρεάσει το κλιματικό προφίλ της Μεσογείου. Το θερμότερο κλίμα που παρατηρείται τις τελευταίες δεκαετίες (IPCC, 2019) σε όλη την περιοχή της Μεσογείου έχει επιφέρει μια αισθητή αλλαγή στους διάφορους τύπους καιρικών συνθηκών που παρατηρούνται στην ατμόσφαιρα. Συγκεκριμένα η Κεντρική και Δυτική Μεσόγειος φαίνεται να παρουσιάζουν αύξηση της καταιγιδόφρου δραστηριότητας τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια με αυτή να επικεντρώνεται κυρίως στην Κεντρική Μεσόγειο. Αυτή η συγκέντρωση της καταιγιδόφρου δραστηριότητας στην περιοχή της Κεντρικής Μεσογείου οφείλεται όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο στο ανάγλυφο που παρουσιάζει η ίδια η περιοχή. Συγκριτικά στην Κεντρική Μεσόγειο οι οροσειρές και τα βουνά που υπάρχουν υπερτερούν των πεδιάδων με αποτέλεσμα να σημειώνονται και εντονότερα φαινόμενα καταιγιδόφρου δραστηριότητας σε αυτή την περιοχή.

Όπως αναφέρει η IPCC (2019) σε έκθεσή της η Μεσόγειος θα έχει σημαντική αύξηση όσο αφορά τις εκτάσεις που θα ερημοποιηθούν λόγω της κλιματικής αλλαγής. Η κλιματική αλλαγή θα έχει σημαντικό αντίκτυπο στο έδαφος των χωρών που βρίσκονται στη λεκάνη της Μεσογείου. Σε τομείς όπως η γεωργία θα παρατηρηθεί καταστροφή, ή μείωση των σοδειών με επιπτώσεις στην παραγωγή τροφίμων. Η διάβρωση λόγω των ακραίων καιρικών συνθηκών όπως οι καταιγίδες με έντονες βροχοπτώσεις και τα κύματα καύσωνα θα προκαλέσουν την απώλεια σημαντικών εκτάσεων γης που χρησιμοποιούνται σήμερα

για γεωργικούς και κτηνοτροφικούς σκοπούς. Αυτή η διαπίστωση επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα που προέκυψαν μετά από την ανάλυση των δεδομένων της Μεταπτυχιακής Διατριβής και υποδηλώνουν μείωση των βροχοπτώσεων και αύξηση των έντονων κυμάτων καύσωνα σε ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου. Ανάμεσα στις χώρες που θα πληγούν περισσότερο από την κλιματική αλλαγή και τα αποτελέσματα που θα επιφέρει είναι η Πορτογαλία, η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα, η Μάλτα και η Κύπρος.

Θα πρέπει λοιπόν οι αρμόδιοι φορείς και οι υπεύθυνοι να λάβουν έγκαιρα μέτρα αποτροπής και μετριασμού των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής που θα στοχεύουν αποτελεσματικά στην προστασία του περιβάλλοντος και την υγεία του ανθρώπου.

## **5.2 Προτάσεις**

Εισήγηση όπως σε μελλοντικές μελέτες να γίνει επεξεργασία για δεδομένα που εκτείνονται σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από αυτό που μελετήθηκε στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή. Επιπρόσθετα προτείνεται η αξιοποίηση περισσότερων παραμέτρων και δεδομένων για εξαγωγή ακριβέστερων αποτελεσμάτων. Τέλος, προτείνεται η ευκολότερη πρόσβαση σε δεδομένα από εγνωσμένου κύρους οργανισμούς και υπηρεσίες.

# Βιβλιογραφία

- Adler, R.F. et al. (2002). TRMM and GPCP initial cross- comparison. *GEWEX News*, 12, 5-6.
- Adler, R.F. et al. (2003). The Version 2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) monthly precipitation analysis (1979–present). *J. Hydrometeorol.*, 4, 1147-1167.
- Ahrens G.D., (1998), *Essentials Of Meteorology – An Invitation to the Atmosphere*, p113-117, Wadsworth Publishing Company
- Allan, T. (2001). *The Middle East water question: Hydropolitics and the global economy*. London: I.B. Tauris.
- Almazroui, M. (2011). Calibration of TRMM rainfall climatology over Saudi Arabia during 1998–2009. *Atmos. Res.*, 99, 400-414.
- Alpert, P. et al. (2002). The paradoxical increase of Mediterranean extreme daily rainfall in spite of decrease in total values. *Geophys. Res. Lett.*, 29.
- Apaydin, H. et al. (2011). Evaluation of topographical and geographical effects on some climatic parameters in the Central Anatolia Region of Turkey. *Int. J. Climatol.* 31, 1264-1279.
- Baldi, M. et al. (2006). Heat waves in the Mediterranean: A local feature or a larger-scale effect?. *Int. J. Climatol.*, 26, 1477-1487.
- Barry, R.G. (2013). A brief history of the terms climate and climatology. *International Journal of Climatology*, 33, 1317-1320.
- Barth, H.-J. & Steinkohl, F. (2004) Origin of winter precipitation in the central coastal lowlands of Saudi Arabia. *J Arid Environ*, 57, 101-115.

- Bazerman, M.H. (2006). Climate change as a predictable surprise. *Climate Change*, 77, 179-193.
- Black, E. et al. (2010) Past, present and future precipitation in the Middle East: insights from models and observations. *Philos Trans R Soc A*, 368, 5173-5184.
- Bolen, S.M. & Chandrasekar, V. (1999). Comparison of Satellite Based and Ground-based Radar Observations of Precipitation. *Am. Meteorol. Soc.*, 751-753.
- Brown, J.E.M. (2006). An analysis of the performance of hybrid infrared and microwave satellite precipitation algorithms over India and adjacent regions. *Remote Sens. Environ.*, 101, 63-81.
- Brunetti, M. et al. (2001). Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in northeastern Italy. *Int. J. Climatol.*, 21, 861-871.
- Budyko, M.I. (1969). The effect of solar radiation variation on the climate of the Earth. *Tellus*, 21, 611-619.
- Colston, J.M. et al., (2018). Evaluating meteorological data from weather stations, and from satellites and global models for a multi-site epidemiological study. *Environmental Research*, 165, 91-109.
- Dickinson, R. (1989). A regional climate model for the western United States. *Climatic Change*, 15, 383-422.
- Dinku, T. et al. (2008). Comparison of global gridded precipitation products over a mountainous region of Africa. *Int. J. Climatol.*, 28, 1627-1638.
- Duan, Y., Ma, Z. and Yang, Q. (2017) 'Characteristics of consecutive dry days variations in China', *Theoretical and Applied Climatology*. *Theoretical and Applied Climatology*, 130(1-2), pp. 701-709. doi: 10.1007/s00704-016-1984-6.

Eurostat 2018, *Αρχάριοι: Στατιστικές έννοιες – Μέσος και διάμεσος* Προσπελάστηκε στις 4 Απριλίου 2019,

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Beginners:Statistical concept - Mean and median/el](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Beginners:Statistical_concept_-_Mean_and_median/el)

Evans, J.P. et al. (2004). Middle East climate simulation and dominant precipitation processes. *Int J Climatol*, 24, 1671-1694.

Evans, J.P. (2009). 21st century climate change in the Middle East. *Clim Change*, 92, 417-432.

Evans, J.P. (2010). Global warming impact on the dominant precipitation processes in the Middle East. *Theor Appl Climatol*, 99, 389-402.

Events, C. (2002) 'INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC Workshop on Changes in Extreme Weather', *Science And Technology*, pp. 1-107.

Fenstad, G. U., Kjaernes, M. and Walløe, L. (1980) 'Robust Estimation of Standard Deviation', *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 10(2), pp. 113-132. doi: 10.1080/00949658008810354.

Feidas, H. et al. (2009). Validation of an infrared-based satellite algorithm to estimate accumulated rainfall over the Mediterranean basin. *Theor. Appl. Climatol.*, 95, 91-109.

Frank, P. (2008). A climate of belief. *Skeptic*, 14, 22-30.

Francis, D. & Hengeveld, H. (1998). *Extreme weather and climate*. Environment Canada.

Funatsu, B.M. et al. (2007). Potential of Advanced Microwave Sounding Unit to identify precipitating systems and associated upper-level features in the Mediterranean region: case studies. *J. Geophys. Res.*, 112.

Founda, D. et al. (2019) 'Observed and projected shifts in hot extremes' season in the Eastern Mediterranean', *Global and Planetary Change*, 175(July 2018), pp. 190-200. doi: 10.1016/j.gloplacha.2019.02.012.



Gabella, M. et al. (2006). Climatological validation of TRMM precipitation radar monthly rain products over Cyprus during the first 5 years (December 1997 to November 2002). *Meteorol. Z.*, 15, 559-564.

Gabella, M. et al. (2011). Winter precipitation fields in the Southeastern Mediterranean area as seen by the Ku-band spaceborne weather radar and two C-band ground-based radars. *Atmos. Res.*

Giannakopoulos, C. et al. (2009). Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2°C global warming. *Global Planet Change*, 68, 209-224.

Groisman, P.Y. et al. (2005). Trends in intense precipitation in the climate record. *Journal of Climate*, 18, 1326-1350.

Gruber, A. & Levizzani, V., (2008). *Assessment of Global Precipitation Products, A project of the World Climate Research Programme Global Energy and Water Cycle Experiment (GEWEX) radiation panel*. WCRP Report No. 128, WMO/TD No. 1430.

Hatzianastassiou, N. et al. (2008). Spatial and temporal variation of precipitation in Greece and surrounding regions based on Global Precipitation Climatology Project Data. *J. Climate*, 21, 1349-1370.

Haylock, M.R. et al. (2008). A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation. *J. Geophys. Res. (Atmospheres)*, 113.

Heiblum, R.H. et al. (2011). Analyzing coastal precipitation using TRMM observations. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 13201-13217.

Heymsfield, G.M. et al. (2000). TRMM precipitation radar reflectivity profiles as compared with high-resolution airborne and ground-based radar measurements. *J. Appl. Meteorol.*, 39, 2080-2102.

Huffman, G.J. et al. (2001). Global precipitation at one-degree daily resolution from multi-satellite observations. *J. Hydrometeorol.*, 2, 36-50.

Javanmard, S. et al. (2010). Comparing high-resolution gridded precipitation data with satellite rainfall estimates of TRMM 3B42 over Iran. *Adv. Geosci.*, 25, 119-125.

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019), Προσπελάστηκε στις 31 Μαΐου 2020, <https://www.ipcc.ch/2019/>

IPCC, 2007. Summary for Policymakers. In: S. Solomon et al. (Eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kalimeris, A., Founda, D., Giannakopoulos, C., & Pierros, F. (2011) Long-term precipitation variability in the Ionian Islands, Greece (Central Mediterranean): climatic signal analysis and future projections. *Springer Vienna*.

Kaskaoutis, D.G. et al. (2010). The Aura-OMI Aerosol Index distribution over Greece. *Atmos. Res.*, 98, 28-39.

Kastner, M. et al. (2006). Intercomparison of satellite-based and model-based rainfall analyses. *Meteorol. Appl.*, 13, 213-223.

Kharin, V.V. & Zwiers, F.W. 2000. Changes in extreme in an ensemble of transient climate simulations with a coupled atmosphere-ocean GCM. *Journal of Climate*, 13, 3760-3788.

Kitoh, A. et al. (2008). First high-resolution model projection that the ancient “Fertile Crescent” will disappear in this century. *Hydrol Res Lett*, 2, 1-4.

Kostopoulou, E. & Jones, P.D. (2005). Assessment of climate extremes in the Eastern Mediterranean. *Meteorol. Atmos. Phys.*, 89, 69-85.

Kozu, T. et al. (2001). Development of precipitation radar onboard the tropical rainfall measuring mission (TRMM) satellite. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 39, 102-116.

Kummerow, C.D. et al. (1998). The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) sensor package. *J. Atmos. Ocean. Technol.*, 15, 809-817.

Lagouvardos, K. & Kotroni, V. (2007). TRMM and lightning observations of a low-pressure system over the eastern Mediterranean. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 88, 1363-1367.

Laprise, R. et al. (2003). Current and perturbed climate as simulated by the second-generation Canadian regional climate model (CRCM -2) over northwestern North America. *Climate Dynamics*, 21, 405-421.

Legates, D. (2000). *Climate Models and the National Assessment*. The Marshall Institute,.

Lelieveld, J. et al. (2012). Climate change and impacts in the Eastern Mediterranean and the Middle East. *Climatic Change*, 114, 667-687.

Levesque, R. (2007). *SPSS Programming and Data Management: A Guide for SPSS and SAS Users*. Chicago.

Li, X.-H. et al. (2012). Suitability of the TRMM satellite rainfalls in driving a distributed hydrological model for water balance computations in Xinjiang catchment, Poyang lake basin. *J. Hydrol.*, 426-427, 28-38.

Lionello, P. et al. (2002). Cyclones in the Mediterranean Region: the present and the doubled CO2 climate scenarios. *Clim. Res.*, 22, 147-159.

Manabe, S. & Wetherald, R. (1967). Thermal Equilibrium of the Atmosphere with a Given Distribution of Relative Humidity. *Journal of the atmospheric sciences*.

Markonis, Y. et al. (2017). Temporal and spatial variability of rainfall over Greece. *Theor Appl Climatol*, 130, 217-232.

Mehta, A.V. & Yang, S. (2008). Precipitation climatology over Mediterranean Basin from ten years of TRMM measurements. *Adv. Geosci.*, 17, 87-91.

Mitchell, T.D. & Jones, P.D. (2005). An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high- resolution grids. *Int. J. Climatol.*, 25, 693-712.

Nastos, P.T. et al. (2010). *Evaluation of the TRMM Gridded Precipitation Estimates Over Greece*. Proceedings of COMECAP2010, May 25–28, 2010, Patras.

Nastos, P.T. (2011). *Trends and variability of precipitation within the Mediterranean region, based on Global Precipitation Climatology Project (GPCP) and ground based datasets*. Advances in the Research of Aquatic Environment, Environmental Earth Sciences, vol. 1, 67-74.

Nastos, P.T. et al. (2013). Analysis of precipitation extremes based on satellite and high resolution gridded data set over Mediterranean basin. *Atmospheric Research*, 131, 46-59.

O' Brien, K. et al. (2008). *Disaster risk reduction, climate change adaptation and human security*. Oslo: Global Environmental Change and Human Security.

Price, C. & Federmesser, B. (2006). Lightning rainfall relationships in Mediterranean winter thunderstorms. *Geophys. Res. Lett.*, 33.

Randall, D. et al. (2007). *Climate models and their evaluation*. IPCC Fourth Assessment Report: Working Group I Report.

Raziei, T. et al. (2011). An application of GPCP and NCEP/NCAR datasets for drought variability analysis in Iran. *Water Resour. Manag.*, 25, 1075-1086.

Revadekar, J.V. (2013). Impact of altitude and latitude on changes in temperature extremes over South Asia during 1971–2000. *Int. J. Climatol.* 33, 199-209.

Saliot, A., (2005) *The Mediterranean Sea*. Springer Berlin Heidelberg

Schindler, D.W. (2000). *The cumulative effects of climate warming and other human stresses on Canadian freshwaters in the new millennium*. Department of biological science, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada.

Schneider, S.H. et al. (2007). Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. In M.L. Parry et al. (eds.). *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group 2 to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge: Cambridge University Press, 779-810.

Schneider, U. et al. (2008). *Global precipitation analysis products of the GPCC*. Global Precipitation Climatology Centre (GPCC), DWD. Internet Publication, 1-12.

Schulz, J. et al. (2009). Operational climate monitoring from space: the EUMETSAT Satellite Application Facility on Climate Monitoring (CM-SAF). *Atmos. Chem. Phys.*, 9, 1687-1709.

Trenberth, K. & Fasullo, J. (2012). Climate extremes and climate change: The Russian heat wave and other climate extremes of 2010. *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)*, 117.

Van Aalst, M.K. (2006). The Impact of Climate Change on the risk of natural disasters. *Disasters*, 5-18.

Xoplaki, E., J. Luterbacher, R. Burkard, I. Patrikas and P. Macheras, (2000) Connection between the large-scale 500 hPa geopotential height fields and precipitation over Greece during wintertime. *Clim. Res.* 14, 129-146.

Yatagai, A. et al. (2009). A 44-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges. *SOLA*, 5, 137-140.

Wheaton, E. et al. (2007). *Agricultural adaptation to drought (ADA) in Canada: the case of 2001 to 2002*. Saskatchewan Research Council.

WWF Ελλάς (2009). *Το αύριο της Ελλάδας: επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα κατά το άμεσο μέλλον*. Αθήνα.

Zhang, X. et al. (2001). Spatial and temporal characteristics of heavy precipitation events in Canada. *J. Climate*, 14, 1923-1936.

Zhang, X. et al. (2011). Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data. *WIREs Clim Change*, 2, 851-870.

Σύμβαση – Πλαίσιο των Ηνωμένων εθνών για τις κλιματικές μεταβολές (UNFCCC) (2002), *Πρωτόκολλο του Κυότο για τις κλιματικές μεταβολές*, Προσπελάστηκε στις 2 Δεκεμβρίου 2019,

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:l28060&from=EL>

World Meteorological Organisation 2019, *Concludes a Decade of Exceptional Global Heat and High-Impact Weather*, Προσπελάστηκε στις 5 Απριλίου 2020,

<https://public.wmo.int/en/media/press-release/2019-concludes-decade-of-exceptional-global-heat-and-high-impact-weather>

Γεωδίφης (2009). *Παλαιογραφία*. Ανακτήθηκε από:  
<http://www.geodifhs.com/paleogeography.html>.

Δαλέζιος, Ν. (2015). *Κλιματική αλλαγή και γεωργία*. Διαθέσιμο από:  
[https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3739/1/02\\_chapter\\_10.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3739/1/02_chapter_10.pdf).

*Εγκυκλοπαίδεια Δομή*, τόμος 27 σελ. 539

*Εγκυκλοπαίδεια Δομή*, τόμος 27 σελ. 260-261

Ζιούτας, Γ., (2003) *Πιθανότητες και Στοιχεία Στατιστικής*. Θεσσαλονίκη: Ζήτη

Μελάς Δ. κ.σ. (2000). *Κλιματική Αλλαγή*. Αθήνα: ΥΠΕΠΘ – Πανεπιστήμιο Αιγαίου, ΕΠΕΑΕΚ Ι.

Παπανικολάου, Δ. & Παπανικολάου Μ. (2011). *Παλαιοκλιματικές Αλλαγές*. Αθήνα: Τράπεζα της Ελλάδος.

Φλόκας, Α.Α. & Χρονοπούλου-Σερέλη, Α. (2010). *Μαθήματα Γεωργικής Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας*. Θεσσαλονίκη: ΖΗΤΗ.

Ιστοσελίδα Βασιλικού Μετεωρολογικού Ινστιτούτου της Ολλανδίας KNMI, <https://knmi.nl/home>

Ιστοσελίδα της IBM, Προσπελάστηκε στις 12 Μαρτίου 2020, <https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software>  
<https://www.ibm.com/products/spss-statistics>

Ιστοσελίδα Πανεπιστημίου Γενεύης, Προσπελάστηκε στις 12 Μαρτίου 2020, <http://www.unige.ch/ses/sococ/cl/bib/soft/spss.history.html>