



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ

Διπλωματική Εργασία Μ.Δ.Ε. Φυσικής Περιβάλλοντος

**“ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΧΩΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΠΕΔΙΩΝ ΚΑΙ
ΤΩΝ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΚΑΙ
ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ
ΚΑΙ ΤΩΝ ΒΑΛΚΑΝΙΩΝ”**



ΓΡΙΣΠΟΣ Ι. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Έλενα Φλόκα

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΕΚΠΑ

ΑΘΗΝΑ 2013

Φωτογραφία Εξώφυλλου

Ξηρασία

*Στην οικογένεια μου και στα άτομα που με στήριξαν στον αγώνα μου για την
ολοκλήρωση αυτής της εργασίας*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΚΡΑΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.....	13
2.1 Τι είναι κλίμα.....	13
2.1.1 Κλίμα Ανατολικής Μεσογείου και Βαλκανίων.....	13
2.2 Κλιματική αλλαγή.....	15
2.3 Ακραία κλιματικά φαινόμενα.....	20
2.4 Δείκτες ακραίων κλιματικών φαινομένων.....	23
2.4.1 Δείκτες θερμοκρασίας.....	26
2.4.2 Δείκτες βροχόπτωσης.....	29
2.4.3 Δείκτες ξηρασίας.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	34
3.1 Δεδομένα.....	34
3.2 Κλιματικοί δείκτες.....	39
3.2.1 Δείκτες θερμοκρασίας.....	39
3.2.2 Δείκτες βροχόπτωσης.....	40
3.2.3 Δείκτες ξηρασίας.....	41
3.3 Υπολογισμός τάσεων.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ.....	44
4.1 Χωρική κατανομή της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης.....	44
4.2 Χωρική κατανομή των ακραίων φαινομένων της βροχόπτωσης.....	45
4.3 Χωρική κατανομή των ακραίων φαινομένων της ξηρασίας.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	60
5.1 Χωρική κατανομή των μέσων πεδίων της μέγιστης θερμοκρασίας.....	60
5.1.1 Χωρική κατανομή της μέσης ετήσιας μέγιστης θερμοκρασίας.....	60
5.1.2 Χωρική κατανομή της μέσης εποχικής μέγιστης θερμοκρασίας.....	61
5.2 Χωρική κατανομή των μέσων πεδίων της ελάχιστης θερμοκρασίας.....	66
5.2.1 Χωρική κατανομή της μέσης ετήσιας ελάχιστης θερμοκρασίας.....	66
5.2.2 Χωρική κατανομή της μέσης εποχικής ελάχιστης θερμοκρασίας.....	67
5.3 Χωρική κατανομή των ακραίων της θερμοκρασίας την περίοδο 1961 – 2000.....	72
5.3.1 Χωρική κατανομή των ακραίων της μέγιστης θερμοκρασίας.....	72
5.3.2 Χωρική κατανομή των ακραίων της ελάχιστης θερμοκρασίας.....	79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	84
--------------------------------------	-----------

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	89
--------------------------	-----------

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον Τομέα Φυσικής Περιβάλλοντος και Μετεωρολογίας του Τμήματος Φυσικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών με αντικείμενο τη μελέτη της χωρικής κατανομής των μέσων πεδίων και των ακραίων της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας στη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων.

Ολοκληρώνοντας την εργασία αυτή, θα ήθελα να ευχαριστήσω την τριμελή επιτροπή της διπλωματικής, την κ. Χará Μιχαλοπούλου, Επίκουρη Καθηγήτρια του Τμήματος Φυσικής του Ε.Κ.Π.Α., τον κ Χρήστο Γιαννακόπουλο, Κύριο Ερευνητή του Εθνικού Αστεροσκοπείου και ιδιαίτερα την επιβλέπουσα της διπλωματικής εργασίας κ. Έλενα Φλόκα, για τη στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, μέσα από την καρδιά μου, την διδάκτορα Μαρία Χατζάκη, η οποία είναι επιστημονική συνεργάτιδα του Εθνικού Αστεροσκοπείου και Πανεπιστημίου Αθηνών, για τη βοήθειά της και τις συμβουλές της στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, διαθέτοντας αρκετό από τον πολύτιμο χρόνο της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κλίμα ανέκαθεν αποτελούσε σημαντική γνώση για την κοινωνία, καθώς από αυτό εξαρτάται η ανθρώπινη δραστηριότητα και η ζωή πάνω στη Γη. Παίζει σπουδαιότατο ρόλο, τόσο στο φυτικό όσο και στο ζωικό βασίλειο και αποτελεί φυσικό πόρο ζωτικής σημασίας για την υγεία και την ευημερία μας.

Τα τελευταία χρόνια όλο και πιο έντονη γίνεται η αναφορά στην αλλαγή του κλίματος με πολλές μελέτες να επικεντρώνονται πάνω σε αυτήν. Μπορεί να οφείλεται σε φυσικές εσωτερικές διεργασίες ή σε εξωτερικές επιδράσεις, αλλά και σε διαρκείς ανθρωπογενείς αλλαγές στη σύσταση της ατμόσφαιρας ή τη χρήση γης. Η κλιματική αλλαγή αναφέρεται σε στατιστικά σημαντικές αποκλίσεις είτε της μέσης κατάστασης του κλίματος, είτε της μεταβλητότητας του, οι οποίες εμμένουν για εκτεταμένη χρονική περίοδο (Mc Carthy et al. 2001).

Οι ενδείξεις της κλιματικής αλλαγής έχουν οδηγήσει τους επιστήμονες τα τελευταία χρόνια να μελετήσουν πιο έντονα τα καιρικά και κλιματολογικά ακραία φαινόμενα. Αρκετές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε παγκόσμια κλίμακα για την κλιματική αλλαγή διακρίνουν τάσεις προς επικίνδυνα καιρικά γεγονότα, όπως είναι οι καύσωνες και οι πλημμύρες. Έτσι, έχει δημιουργηθεί η ανάγκη για διαθέσιμα ημερήσια δεδομένα προκειμένου να διεξαχθεί η ανάλυση των κλιματικών ακραίων από τους επιστήμονες.

Ακραία κλιματικά φαινόμενα θεωρούνται ασυνήθιστες περιπτώσεις για τις οποίες μια κλιματική παράμετρος ή συνδυασμός πολλών παραμέτρων ξεπερνούν κάποιο συγκεκριμένο κατώφλι με συχνά μεγάλες κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις (Cramer et al. 2000, Karl et al. 1999). Επομένως ο ορισμός των ακραίων επεισοδίων εξαρτάται από το κατώφλι που χρησιμοποιείται και η χωρική ή χρονική κλίμακα στην οποία αναφέρεται και συνήθως διαφέρει μεταξύ διαφορετικών ερευνών. Έτσι, ακραία κλιματικά φαινόμενα σε μια περιοχή μπορεί να θεωρούνται φυσιολογικά σε μια άλλη (Houghton et al. 1996).

Ένα εκδηλωθέν ακραίο φαινόμενο ανάλογα με τη συχνότητά εμφάνισής του, την έντασή του καθώς και τη διάρκειά του μπορεί να προκαλέσει μια εκτεταμένη κοινωνική και περιβαλλοντική καταστροφή και όσο πιο ακραίο είναι ένα γεγονός τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να προκαλέσει πιο δυσμενείς καταστροφές στην κοινωνία και στο περιβάλλον (Zhang et al. 2011).

Οι μεταβολές των ακραίων κλιματικών φαινομένων τις τελευταίες δεκαετίες αποτελούν βασικό θέμα στην έρευνα των κλιματικών αλλαγών, λόγω των σοβαρών επιπτώσεών τους σε διάφορους τομείς της οικονομίας και της κοινωνίας (Cramer et al. 2000, Karl et al. 1999). Επομένως, η κατανόηση των αιτιών εκδήλωσης αυτών των φαινομένων και η διερεύνηση των παραγόντων που τα επηρεάζουν είναι πολύ σημαντική (Οικονόμου 2009).

Στις μεταβολές ακραίων κλιματικών φαινομένων οι παράγοντες που επιδρούν σε μια περιοχή μπορεί να είναι μεγάλης χωρικής κλίμακας, όπως η πλανητική ατμοσφαιρική κυκλοφορία, αλλά και περιοχικής κλίμακας, όπως είναι η ορογραφία (Lolis et al. 1999, Xoplaki et al. 2000).

Η επίδραση της μεγάλης κλίμακας ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας στα ακραία φαινόμενα είναι αρκετά περιορισμένη. Πιο συγκεκριμένα, έχουν μελετηθεί από τους Maheras et al. (1999) και Oikonomou et al. (2010) οι τύποι της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας που επηρεάζουν τις ξηρές περιόδους για τις περιοχές της Μεσογείου και της Ανατολικής Μεσογείου, αντιστοίχως. Επιπλέον, έχει διερευνηθεί πώς η ατμοσφαιρική κυκλοφορία επηρεάζει τις ακραίες τιμές της θερμοκρασίας για την Ευρώπη και της ακραίες τιμές της έντασης της βροχόπτωσης για τη Μεσόγειο από τους Van Den Besselaar et al. (2009) και Tolika et al. (2007), αντιστοίχως, ενώ οι Houssos et al. (2008) εξέτασαν την ατμοσφαιρική κυκλοφορία πάνω από την Ευρώπη που επηρεάζει τις ακραίες τιμές του ποσοστού της βροχόπτωσης στην Ελλάδα.

Εκτός από την ατμοσφαιρική κυκλοφορία βασικό ρόλο στη μεταβολή των ακραίων κλιματικών φαινομένων και στη διαμόρφωση του κλίματος έχει η ορογραφία (Οικονόμου 2009). Για τον ελλαδικό χώρο, αν και έχει πολύ πλούσιο ανάγλυφο, έχουν πραγματοποιηθεί λίγες μελέτες για την επίδρασή του στα ακραία φαινόμενα τα οποία εστιάζονται κυρίως στην βροχόπτωση (Kotroni et al. 1999, Ρεφενέ – Κατσιμάρδου et al. 2004). Αντιθέτως, για την ίδια χώρα, έχουν μελετηθεί διεξοδικά η κατανομή, η ένταση και η συχνότητα διαφόρων κλιματικών παραμέτρων (Maheras et al. 2004, Maheras and Kolyva-Machera 1979, Papadopoulos 1993, Sakellariou et al. 1993, Sahsamanoglou 1993, Repapis et al. 1993, Fotiadi et al. 1999).

Για τη μελέτη των ακραίων κλιματικών φαινομένων κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται οι κλιματικοί δείκτες. Πρόκειται για μια εύχρηστη και αξιόπιστη μεθοδολογία, η οποία είναι ανεξάρτητη του κάθε σταθμού και επιτρέπει να γίνονται συγκρίσεις των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών περιοχών, με πολλές έρευνες να επικεντρώνονται στην βροχόπτωση, στην ξηρασία και την θερμοκρασία (μέγιστη

και ελάχιστη) (Kostopoulou and Jones 2005, Klein Tank et al. 2002, Klein Tank and Können 2003, Moberg et al. 2006, Alexander et al. 2006) και με κάποιες άλλες να εστιάζουν στις συνέπειες αυτών πάνω στην κατανάλωση ενέργειας, στην καθημερινότητα του ανθρώπου και στον τουρισμό (Henderson and Miller 1997, WISE 1999, Subak et al. 2000, Parry 2000).

Οι μελέτες για τα ακραία κλιματικά επεισόδια στην περιοχή των Βαλκανίων και της Ανατολικής Μεσογείου (Anagnostopoulou et al. 2003, Martin – Vide and Gomez 1999, Kostopoulou and Jones 2005) είναι αρκετά περιορισμένες γιατί η έρευνα εκεί είναι αρκετά περίπλοκη σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη λόγω της τοπογραφίας, αλλά και αραιού δικτύου σταθμών, ιδιαίτερα στην Ανατολική Μεσόγειο. Στις περισσότερες εκ των μελετών γίνεται αναφορά σε μεμονωμένες χώρες, όπως η Ελλάδα και η Τουρκία (Tolika et al. 2004, Anagnostopoulou et al. 2006, Feidas and Lalas 2001, Karavitis 1998, Türkes et al. 1996, 2003) και όχι καθολική, εν αντιθέσει με εκείνες που έχουν διεξαχθεί στην Βόρεια, Κεντρική και Νοτιοδυτική Ευρώπη όπου έχουν μελετηθεί εκτενώς (Llasat et al. 2003, Haylock and Goodess 2004, Serra et al. 2006, Heino et al. 1999, Horton et al. 2001, Domonkos et al. 2003).

Ειδικότερα, αποκλειστικά για την περιοχή των Βαλκανίων έχουν πραγματοποιηθεί πολύ λίγες μελέτες με μια εξ αυτών να αποτελεί η δημοσίευση των Kostopoulou et al. (2009) κατά την οποία γίνεται αξιολόγηση των περιοχικών κλιματικών μοντέλων με τη χρήση των παρατηρησιακών δεδομένων θερμοκρασίας. Τα συμπεράσματα τα οποία προκύπτουν από την εν λόγω μελέτη είναι ότι γενικά υποτιμήθηκε (αρνητικές διαφορές) από το μοντέλο η μέση και η μέγιστη θερμοκρασία στις δυτικούς και νότιους σταθμούς, εκτός των νησιωτικών στο Νότιο Αιγαίο και όσο αφορά την ελάχιστη θερμοκρασία, τον χειμώνα και το φθινόπωρο προέκυψαν χαμηλότερες θερμοκρασίες από τις παρατηρούμενες και για την άνοιξη και καλοκαίρι υπερεκτιμημένες τιμές (θετικές διαφορές). Επιπλέον υπερεκτιμήθηκε η συχνότητα των θερμών περιόδων σε ολόκληρη την περιοχή για όλες τις εποχές παρόλο που το μοντέλο γενικά αναπαρήγαγε σε μικρότερο βαθμό τις ακραίες τιμές της μέγιστης θερμοκρασίας. Αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στην επιμονή του μοντέλου να προσομοιώσει πολύ θερμές μέρες σε σειρά.

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες στις οποίες έχει διαπιστωθεί μια τάση προς ξηρότερες συνθήκες στην Ανατολική Μεσόγειο (Türkes 1996, Tolika et al. 2004, Kutiel et al. 1996, Türkes 2003, Kostopoulou and Jones

2005, Parry 2000), χρησιμοποιώντας δεδομένα της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας και υπολογίζοντας τις τάσεις και τους ακραίους δείκτες τους. Μέσα σε αυτό τον αιώνα αναμένεται η Μεσόγειος να είναι μια από τις πιο ευάλωτες περιοχές στην κλιματική αλλαγή ως προς την θέρμανση (Giorgi 2006, Diffenbaugh et al. 2007) έχοντας ένα μεγάλο αριθμό ακραίων υψηλών θερμοκρασιακών γεγονότων, αύξηση στη συχνότητα και τη διάρκεια των κυμάτων καύσωνα (Türkes et al. 2002, Founda et al. 2004, Kostopoulou and Jones 2005, Della Marta et al. 2007) και της καλοκαιρινής θερμοκρασιακής μεταβλητότητας (Xoplaki et al. 2003, Jones et al. 2008).

Η κατανόηση των φυσικών διεργασιών που επηρεάζουν την εμφάνιση αρκετά μεγάλων διαστημάτων ξηρασίας μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς αυτά τα γεγονότα μπορεί να δημιουργηθούν φυσικοί κίνδυνοι και κοινωνικές επιπτώσεις (Oikonomou et al. 2010). Κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού του εικοστού αιώνα, τα επεισόδια ξηρασίας εμφανίζουν μια σημαντική αύξηση στη Νότια Ευρώπη και στη Μεσόγειο (Lloyd – Hughers and Saunders 2002, Brunetti et al. 2002, Alpert et al. 2002, Serra et al. 2006). Ιδιαίτερα για την περίοδο του καλοκαιριού έχουν παρατηρηθεί μεγάλης διάρκειας περίοδοι ξηρασίας (Martin – Vide and Gomez 1999).

Στην σχετική πρόσφατη δημοσίευση των Kuglitsch et al. (2010) μελετώνται οι αλλαγές των κυμάτων καύσωνα στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, συμπεριλαμβανομένων και των Βαλκανικών χωρών της Αλβανία, Κροατίας, Βοσνίας, Βουλγαρίας, Ρουμανίας, Σερβίας και Σλοβενίας, από το 1960 έως το 2006. Προκειμένου να γίνει εφαρμόσιμη η ανάλυση των κυμάτων καύσωνα για την εκτίμηση των επιπτώσεων του κλίματος (για παράδειγμα στην ανθρώπινη υγεία και οικονομία) χρησιμοποιήθηκαν ο συνδυασμός της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας και ο ορισμός των θερμοκρασιακών ορίων, για τον υπολογισμό της αρχής και το τέλος των περιόδων των κυμάτων καύσωνα (Karl and Knight 1997, Hemon and Jouglé 2003, Grize et al. 2005, Gosling et al. 2008). Μερικά από τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την συγκεκριμένη έρευνα είναι ότι βρέθηκαν σημαντικές αλλαγές στα δυτικά Βαλκάνια, στην Νοτιοδυτική και Δυτική Τουρκία και κατά μήκος της ακτογραμμής της Μαύρης Θάλασσας. Από το 1960, η ένταση, το μήκος και ο αριθμός των κυμάτων καύσωνα, στην περιοχή μελέτης, έχουν αυξηθεί σημαντικά σε σχέση με προηγούμενες αναφορές, με την ένταση να είναι πιο ενισχυμένη σε σχέση με τα άλλα δύο. Αυτό σημαίνει ότι η Ανατολική Μεσόγειος επηρεάζεται από συσσώρευση μικρού μήκους κυμάτων, διάρκειας μικρότερης των έξι ημερών, αλλά με πιο έντονα επεισόδια καύσωνα σε σχέση με τις προηγούμενες

δεκαετίες. Όσον αφορά τους θερμοκρασιακούς δείκτες TX95p (95^ο εκατοστημόριο της μέγιστης θερμοκρασίας) και TN95p (95^ο εκατοστημόριο της ελάχιστης θερμοκρασίας) ενισχύθηκαν σημαντικά, περίπου κατά 0.3 °C και 0.38 °C, αντιστοίχως.

Έχοντας στο νου τις μέχρι τώρα έρευνες και μελέτες, αντικείμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής είναι:

α) η μελέτη της κατανομής των πεδίων της βροχόπτωσης, ξηρασίας και θερμοκρασίας και των τάσεων τους στην περιοχή των Βαλκανίων και της Ανατολικής Μεσογείου για την περίοδο 1961 – 2000 με δεδομένα που παρέχονται από ένα εκτεταμένο δίκτυο σταθμών,

β) η μελέτη των ακραίων φαινομένων της βροχόπτωσης, ξηρασίας και θερμοκρασίας και των τάσεων τους για την ίδια περιοχή και περίοδο

Στο σημείο αυτό γίνεται μια σύντομη αναφορά στα κεφάλαια που διαρθρώνεται η διπλωματική εργασία.

Στο **Κεφάλαιο 2** πραγματοποιείται μια αναλυτική περιγραφή το τι είναι κλίμα και πόσο σπουδαίο ρόλο παίζει στην ζωή μας, εστιάζοντας στο κλίμα που επικρατεί στην Ανατολική Μεσόγειο και στα Βαλκάνια. Επίσης γίνεται μια αναφορά στην κλιματική αλλαγή σύμφωνα με την έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). Τέλος παρουσιάζεται τι είναι ακραίο φαινόμενο καταγράφοντας ένα σύνολο περιγραφικών δεικτών των ακραίων για την βροχόπτωση, την ξηρασία και την θερμοκρασία, όπως αυτοί παρατίθενται από το ECA&D.

Στο **Κεφάλαιο 3** καταγράφονται οι σταθμοί και οι ακραίοι κλιματικοί δείκτες της βροχόπτωσης, της ξηρασίας και της θερμοκρασίας οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία κάνοντας αναφορά πώς έγινε η συλλογή των δεδομένων και ποιο λογισμικό χρησιμοποιήθηκε. Επιπλέον παρουσιάζεται τι είναι το ECA&D και ποιος ο σκοπός του.

Στο **Κεφάλαιο 4** μελετούνται η χωρική κατανομή της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης και οι χωρικές κατανομές των ακραίων δεικτών της βροχής και της ξηρασίας. Σε κάθε κατανομή παρατίθεται επίσης η τάση της καθώς και ένας πίνακας με τους σταθμούς για τους οποίους η τάση αυτή είναι σημαντική.

Στο **Κεφάλαιο 5** μελετούνται η χωρική κατανομή της ετήσιας και εποχιακής μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας καθώς και οι χωρικές κατανομές των ακραίων δεικτών των δύο αυτών μετεωρολογικών στοιχείων. Σε κάθε κατανομή παρατίθεται η

τάση της καθώς και ένας πίνακας με τους σταθμούς για τους οποίους η τάση αυτή είναι σημαντική.

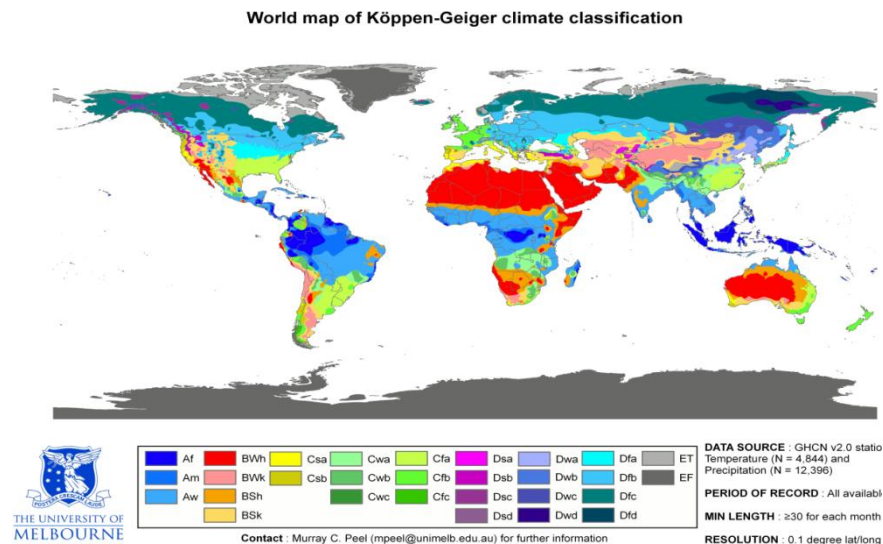
Στο **Κεφάλαιο 6**, τέλος, συνοψίζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από κάθε κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΚΡΑΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

2.1 Τι είναι κλίμα

Το κλίμα ορίζεται γενικά ως ο μέσος καιρός μιας περιοχής που προκύπτει από τις μακροχρόνιες παρατηρήσεις των διάφορων μετεωρολογικών στοιχείων. Επομένως, είναι διαφορετικό από τον καιρό, ο οποίος είναι κάτι που συμβαίνει στην ατμόσφαιρα σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή. Επίσης, το κλίμα, όπως αναφέρει ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός, μπορεί να οριστεί με πιο ακριβή επιστημονικό τρόπο ως η στατιστική περιγραφή της μέσης τιμής και μεταβλητότητας των σχετικών παραμέτρων κατά την διάρκεια μιας περιόδου. Υπό μια ευρύτερη έννοια, είναι η κατάσταση του κλιματικού συστήματος το οποίο είναι ένα σύνθετο, αλληλεπιδρόν σύστημα που αποτελείται από την ατμόσφαιρα, την επιφάνεια της Γης, την κρυόσφαιρα, την υδρόσφαιρα και την βιόσφαιρα (IPPC 2007). Τα στοιχεία αυτά καθορίζουν την κατάσταση και τη δυναμική του κλίματος της Γης.

Το κλίμα παίζει σπουδαιότατο ρόλο, τόσο στο φυτικό όσο και στο ζωικό βασίλειο. Είναι ένας φυσικός πόρος ζωτικής σημασίας για την υγεία και την ευημερία μας. Οι άνθρωποι το ταξινομούν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με το ποιες πληροφορίες χρειάζονται να γνωρίζουν. Οι περισσότεροι χάρτες καταγράφουν τη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση σε όλο τον κόσμο, και άλλοι καταγράφουν την ατμοσφαιρική πίεση, τους ανέμους, τα ρεύματα των ωκεανών και την ποσότητα του πάγου στη θάλασσα όλο το χρόνο. Το πιο σύνθετο σύστημα ταξινόμησης του κλίματος είναι του Vladimir Köppen (1936), που βασίζεται στην ιδέα ότι η χλωρίδα και η πανίδα είναι η καλύτερη ένδειξη για το κλίμα και έτσι τα όρια των κλιματικών ζωνών έχουν καθοριστεί με βάση την κατανομή των πέντε διαφορετικών τύπων βλάστησης: ισημερινό – τροπικό δάσος, ερημικό, δάση κωνοφόρων και φυλλοβόλων, σαβάννα - στέπα και τούντρα (http://www.wmo.int/pages/index_en.html).



Σχήμα 2.1 Παγκόσμιος χάρτης κλιματικής κατανομής κατά Köppen (Peel 2007)

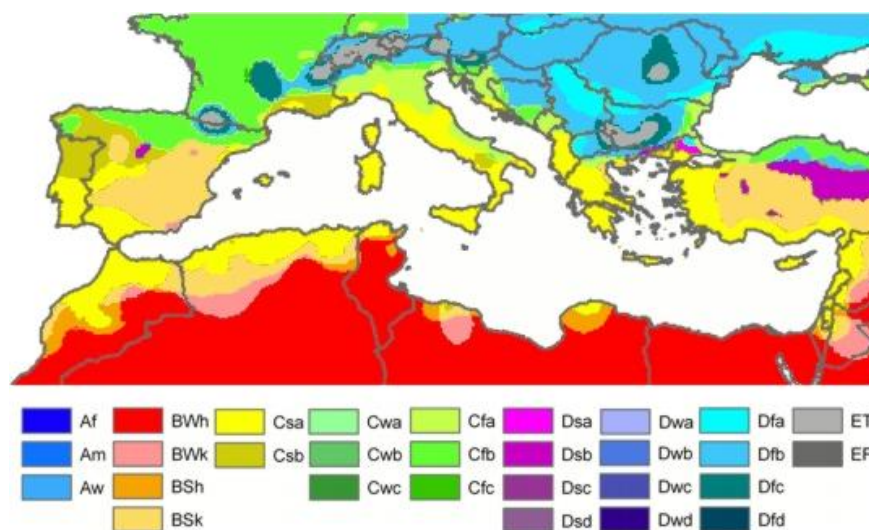
2.1.1 Κλίμα Ανατολικής Μεσογείου και Βαλκανίων

Το κλίμα της Μεσογείου παρουσιάζει ιδιαίτερο χαρακτήρα, καθώς βρίσκεται ανάμεσα σε τρεις Ηπείρους, την Ευρωπαϊκή, την Αφρικανική και την Ασιατική (Kundzewicz et al. 2001, Schröeter et al. 2004). Η ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου επηρεάζεται από τα καιρικά συστήματα που δημιουργούνται στις υποτροπικές περιοχές της Βορείου Αφρικής καθώς και στις περιοχές των μέσων γεωγραφικών πλατών, όπως στον Ατλαντικό Ωκεανό (Flocas 1984). Γενικά, είναι θερμό και υγρό, με ξηρά καλοκαίρια παρατεταμένης διάρκειας και υγρούς, σχετικά ομαλούς χειμώνες (Rudloff 1981).

Η τοπογραφία, η θάλασσα της Μεσογείου, καθώς και η ατμοσφαιρική κυκλοφορία όπως αυτή διαμορφώνεται από τις τρεις γεωγραφικές Ηπείρους που περιβάλλουν τη Μεσόγειο, προκαλούν έντονες διαφοροποιήσεις του κλίματος από περιοχή σε περιοχή (Οικονόμου 2009). Τόσο η θερμοκρασία, όσο και η βροχόπτωση είναι δυνατό να μεταβάλλονται με το γεωγραφικό πλάτος ή μήκος, το υψόμετρο, και από τις παραθαλάσσιες περιοχές προς τις ενδότερες ηπειρωτικές ορεινές περιοχές της Μεσογείου (Lagouvardos et al. 1996, Bolle 2003). Επίσης, ο προσανατολισμός των ακτών ως προς τους ανέμους που επικρατούν στην περιοχή επηρεάζει τις βροχοπτώσεις με χαρακτηριστικό παράδειγμα τις δυτικές ακτές τις Ελλάδας που έχουν το διπλάσιο ετήσιο ποσό βροχόπτωσης σε σχέση με τις ανατολικές (Maheras 1985). Επιπλέον, θα πρέπει να σημειωθεί ότι το Μεσογειακό κλίμα επηρεάζεται και από την ίδια του την λεκάνη, που αποτελεί πηγή υγρασίας για την ανάπτυξη των

νεφών, ενώ η πολύπλοκη τοπογραφία της παίζει καθοριστικό ρόλο στην ατμοσφαιρική κυκλοφορία (Parry 2000).

Με βάση την ταξινόμηση κατά Köppen (1936), στην Ανατολική Μεσόγειο και στα Βαλκάνια επικρατούν οκτώ τύποι κλίματος. Ο Cfa, κλίμα υγρό υποτροπικού μακρού θέρους όπου η θερμοκρασία ξεπερνά τους 22 °C, ο Cfb, κλίμα θαλάσσιο υγρό με θερμό θέρος και μέσες θερμοκρασίες των τεσσάρων θερμότερων μηνών να είναι πάνω από 10 °C και η θερμοκρασία το θέρος να μην ξεπερνάει τους 22 °C, ο Csa, κλίμα χερσαίο μεσογειακό ξηρού και υγρού θέρους όπου η θερμοκρασία ξεπερνά τους 22 °C ο Bsh, κλίμα τροπικό θερμό με την θερμοκρασία όλη την διάρκεια του έτους είναι μεγαλύτερη των 18 °C, ο Bwh, κλίμα τροπικό θερμό με θερμοκρασία πάνω από 18 °C ο Dfa, υγρά ηπειρωτικά μακρού θερμού θέρους όπου η θερμοκρασία ξεπερνά τους 22 °C, Dfb, υγρά ηπειρωτικά με βραχύ θερμό θέρος και μέσες θερμοκρασίες των τεσσάρων θερμότερων μηνών μεγαλύτερες ή ίσες των 10 °C με την θερμοκρασία του θέρους μικρότερη των 22 °C και ο ET, τούντρα με πολύ βραχύ θέρος με την θερμοκρασία του να κυμαίνεται μεταξύ 0 °C και 18 °C (Ahrens 1991).



Σχήμα 2.2 Κλιματική κατανομή Μεσογείου και Βαλκανίων κατά Köppen (Peel 2007)

2.2 Κλιματική αλλαγή

Η γνώση του κλίματος και του καιρού ήταν πάντα σημαντικό για την κοινωνία, καθώς από αυτό εξαρτάται η ανθρώπινη δραστηριότητα και η ζωή πάνω στη Γη. Οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται, διαχειρίζονται και αναλύονται υπό τον συντονισμό του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (World

Meteorological Organization), σε συνεργασία με άλλους περιφερειακούς και διεθνείς οργανισμούς, βοηθάει στη λήψη αποφάσεων και στο σχεδιασμό πλάνων προσαρμόζοντας τις δραστηριότητές και τα έργα τους για τις αναμενόμενες συνθήκες. Με αυτό τον τρόπο, μπορούν να ληφθούν οι αποφάσεις για το σχεδιασμό της μείωσης των κινδύνων και της βελτίωσης των κοινωνικό – οικονομικών οφελών (http://www.wmo.int/pages/index_en.html).

Τον τελευταίο αιώνα, αναγνωρίστηκε ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα συνεχώς αλλάζει τη σύνθεση της ατμόσφαιρας και συνεπώς ότι το κλίμα (τόσο σε παγκόσμιο όσο και περιφερειακό επίπεδο) αλλάζει. Έτσι, τα τελευταία χρόνια όλο και πιο έντονα ακούγεται η έννοια της κλιματικής αλλαγής με πολλές μελέτες να επικεντρώνονται πάνω σε αυτήν. Η πρόοδος στην κατανόηση για το πως το κλίμα αλλάζει στο χώρο και το χρόνο έχει αποκτηθεί μέσω της βελτίωσης και της επέκτασης των πολυάριθμων δεδομένων και αναλύσεων, της ευρύτερης γεωγραφικής κάλυψης, της καλύτερης κατανόησης των αβεβαιοτήτων και της ευρύτερης ποικιλίας μετρήσεων.

Για την έννοια της κλιματικής αλλαγής (climate change) έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί. Γενικά, όταν οι μετεωρολόγοι μιλούν για μεταβολή του κλίματος αναφέρονται στο ότι μια χρονοσειρά μετεωρολογικών παραμέτρων κινείται προς μια κατεύθυνση για αρκετό χρόνο και αποτελεσματικά ώστε να τροποποιήσει τις άλλες περιβαλλοντικές παραμέτρους. Η συνεχής ροή των φυσικών φαινομένων είναι σχεδόν αδύνατο να αναγνωριστεί από τον άνθρωπο χωρίς τη βοήθεια μεγάλου αριθμού παρατηρήσεων που είναι δυνατό να αναλυθούν στατιστικά.

Η κλιματική αλλαγή αναφέρεται σε στατιστικά σημαντικές αποκλίσεις είτε της μέσης κατάστασης του κλίματος, είτε της μεταβλητότητας του, οι οποίες εμμένουν για εκτεταμένη χρονική περίοδο. Μπορεί να οφείλεται σε φυσικές εσωτερικές διεργασίες ή σε εξωτερικές επιδράσεις, αλλά και σε διαρκείς ανθρωπογενείς αλλαγές στη σύσταση της ατμόσφαιρας ή τη χρήση γης και η οποία είναι αποτέλεσμα κυρίως της ανθρωπογενούς επίδρασης (Mc Carthy at al. 2001).

Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) (IPCC 2007), η κλιματική αλλαγή αναφέρεται ως μια αλλαγή στην κατάσταση του κλίματος, που μπορεί να προσδιοριστεί (π.χ. με τη χρήση στατιστικών ελέγχων) από τις αλλαγές στη μέση ή τη μεταβλητότητα των ιδιοτήτων του και ότι εξακολουθεί να υφίσταται για μεγάλο χρονικό διάστημα, συνήθως δεκαετίες ή περισσότερο. Αναφέρεται σε οποιαδήποτε

αλλαγή του κλίματος κατά την πάροδο του χρόνου, είτε λόγω της φυσικής μεταβλητότητας ή ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Αυτή η έννοια διαφέρει από εκείνη της σύμβασης – πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)), όπου στο άρθρο 1, ορίζει ότι η κλιματική αλλαγή αποδίδεται άμεσα ή έμμεσα στην ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία μεταβάλλει τη σύσταση της παγκόσμιας ατμόσφαιρας και η οποία είναι πρόσθετη στην κλιματική μεταβλητότητα, η οποία παρατηρείται για συγκρίσιμες χρονικές περιόδους. Η UNFCCC, έτσι, κάνει ένα διαχωρισμό μεταξύ της κλιματικής αλλαγής, αποδίδοντάς την στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που αλλάζουν την ατμοσφαιρική σύσταση και της κλιματικής μεταβλητότητας, που την αποδίδει σε φυσικά αίτια (United Nations, 1992).

Το IPCC, που όπως αναφέρθηκε είναι μια επιστημονική διακυβερνητική επιτροπή η οποία τελεί υπό την αιγίδα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, σκοπός της είναι η αξιολόγηση της επιστημονικής γνωστικής βάσης και των ερευνών που διεξάγονται για τη μελέτη των κλιματικών αλλαγών. Η επιτροπή αξιολογεί επίσης τις συνέπειες των κλιματικών μεταβολών που προέρχονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, μελετώντας πιθανές πολιτικές και δράσεις για την αντιμετώπιση των ενδεχόμενων κινδύνων. Επομένως, η επιτροπή δεν πραγματοποιεί έρευνα, ούτε συλλέγει παρατηρησιακά δεδομένα, αλλά συνθέτει και αξιολογεί την ήδη υπάρχουσα επιστημονική γνώση για τα ζητήματα των κλιματικών αλλαγών και μέχρι σήμερα έχει δημοσιεύσει τέσσερις εκθέσεις, το 1990, 1995, 2001 και 2007, και τώρα ετοιμάζει μια νέα δημοσίευση που θα είναι έτοιμη το 2013 – 2014.

Στην έκθεση του 2001 κατέληξε στα εξής βασικά συμπεράσματα, που καταγράφονται πιο κάτω, όπως αυτά προέκυψαν από την εξέταση των πιο πρόσφατων ερευνών σχετικά με τις κλιματικές μεταβολές.

Ένας αυξανόμενος αριθμός παρατηρήσεων επιβεβαιώνουν μία παγκόσμια θέρμανση καθώς και άλλες μεταβολές στο κλίμα. Η μέση επιφανειακή θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί περίπου κατά 0.6 °C στον 20ό αιώνα, η κάλυψη των πάγων έχει μειωθεί, ενώ η μέση στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί. Ορισμένοι σημαντικοί κλιματικοί παράγοντες, όπως η συχνότητα ανεμοστρόβιλων ή χαλαζόπτωσης και η θερμοκρασία περιοχών του βόρειου ημισφαιρίου και της Ανταρκτικής, δεν έχουν παρουσιάσει αξιοσημείωτες μεταβολές.

Η εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου από ανθρωπογενείς δραστηριότητες μεταβάλλει την ατμόσφαιρα της Γης, με τέτοιο τρόπο ώστε να αναμένονται αλλαγές

στο κλίμα. Υπάρχουν ολοένα ισχυρότερες ενδείξεις πως η παγκόσμια θέρμανση των τελευταίων πενήντα ετών οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η ανθρώπινη παρέμβαση θα συνεχίσει να μεταβάλλει τη σύνθεση της ατμόσφαιρας στη διάρκεια του 21ου αιώνα με την παγκόσμια μέση θερμοκρασία και στάθμη της θάλασσας αναμένεται να αυξηθούν στο μέλλον. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η αξιοπιστία των κλιματικών μοντέλων και των προβλέψεών τους έχει αυξηθεί.

Στην τέταρτη έκθεση αξιολόγησης του IPCC που εκδόθηκε το 2007 επιβεβαιώνει τις κυριότερες διαπιστώσεις της προηγούμενης έκθεσης, στις οποίες προστέθηκαν νέες γνώσεις που προήλθαν από νέες παρατηρήσεις και βελτιωμένα κλιματικά μοντέλα.

Στην έκθεση αυτή, επισημάνθηκαν αρκετές παρατηρούμενες αλλαγές στις κλιματικές συνθήκες της Γης μεταξύ των οποίων αλλαγές στη σύνθεση της ατμόσφαιρας, στη μέση παγκόσμια θερμοκρασία και στις συνθήκες των ωκεανών. Σύμφωνα με τις κυριότερες διαπιστώσεις της, το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4) και τα οξείδια του αζώτου (NO_x) έχουν αυξηθεί σημαντικά από το 1750, ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Τα ποσοστά του CO_2 και του CH_4 στην ατμόσφαιρα το 2005 (379 ppm, 1774 ppb, αντιστοίχως), υπερβαίνουν κατά πολύ τα φυσικά όρια των τελευταίων 650.000 ετών (180 - 300 ppm και 320 - 790 ppb, αντιστοίχως), με τις κυριότερες πηγές αύξησής τους να είναι για το CO_2 η χρήση ορυκτών καυσίμων και για το CH_4 , πιθανότατα, ο συνδυασμός των ανθρώπινων γεωργικών δραστηριοτήτων με τη χρήση ορυκτών καυσίμων. Τέλος, η συγκέντρωση των NO_x αυξήθηκε από την τιμή των 270 ppb κατά την προ βιομηχανική εποχή στην τιμή των 319 ppb του 2005. Ποσοστό μεγαλύτερο του ενός τρίτου της αύξησης οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα και κυρίως στη γεωργία.

Επιπλέον, σύμφωνα με την έκθεση, τα τελευταία πενήντα χρόνια έχουν παρατηρηθεί εκτεταμένες αλλαγές στις ακραίες θερμοκρασίες, με πιο συχνές θερμές νύχτες και ημέρες ή φαινόμενα καύσωνα και σπανιότερα κύματα ψύχους. Πιο συγκεκριμένα, κατά την περίοδο 1995-2006 καταγράφηκαν έντεκα από τα δώδεκα θερμότερα έτη από το 1850. Στο διάστημα 1906-2005, υπολογίζεται μία αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά 0.74 °C. Παρατηρήσεις από το 1961 υποδεικνύουν ότι οι ωκεανοί απορροφούν ποσοστό μεγαλύτερο από 80% της θερμότητας που προστίθεται στο κλιματικό σύστημα και πως οι θερμοκρασίες τους έχουν αυξηθεί σε βάθος τουλάχιστον 3000 μέτρων, παράγοντες που συνεισφέρουν στην αύξηση της στάθμης της θάλασσας. Τέλος οι μέσες θερμοκρασίες της Αρκτικής έχουν αυξηθεί

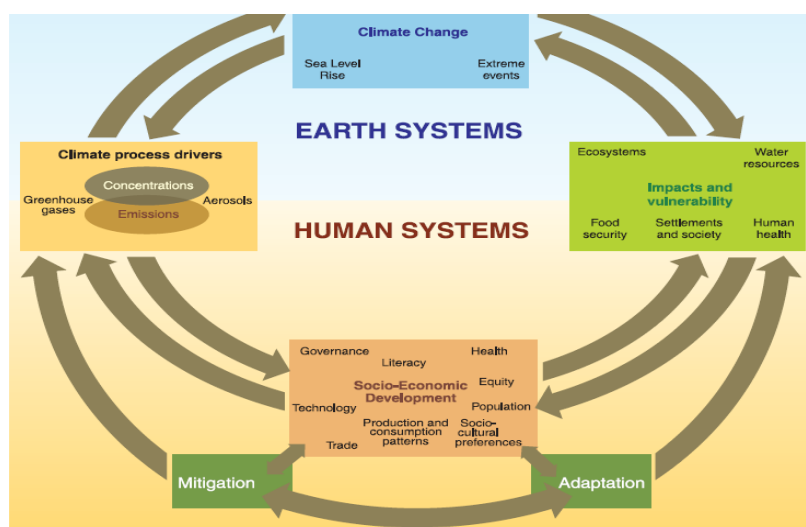
περίπου δύο φορές περισσότερο σε σύγκριση με τον παγκόσμιο μέσο ρυθμό αύξησης των τελευταίων 100 ετών.

Για τις μελλοντικές κλιματικές συνθήκες προβλέπεται θέρμανση του πλανήτη κατά 0.2°C ανά δεκαετία ενώ υποθέτοντας πως τα επίπεδα συγκέντρωσης αέρια του θερμοκηπίου παραμένουν σε εκείνα του 2000, αναμένεται επιπλέον αύξηση, κατά 0.1°C ανά δεκαετία. Επίσης, προβλέπεται ότι η αύξηση της στάθμης της θάλασσας θα είναι σύμφωνα με την πλέον συντηρητική εκτίμηση 18-38 cm ή 26-59 cm σύμφωνα με το πλέον απαισιόδοξο σενάριο για τα μελλοντικά επίπεδα εκπομπής. Η θέρμανση του κλιματικού συστήματος είναι αναμφίβολη, όπως είναι τώρα εμφανές από τις παρατηρήσεις της αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας του αέρα και των ωκεανών, την εκτεταμένη τήξη του χιονιού και πάγων και την άνοδο της μέσης στάθμης της θάλασσας.

Η αλλαγή αυτή του κλίματος έχει ήδη ισχυρές επιδράσεις σε παγκόσμιο επίπεδο, στα οικοσυστήματα, στους υδάτινους πόρους και στις παράκτιες περιοχές. Με βάση δεδομένα από το 1970, θεωρείται πιθανό ($>66\%$) πως η ανθρωπογενής θέρμανση έχει μέχρι σήμερα αισθητή επίδραση σε πολλά φυσικά και βιολογικά συστήματα και επιπλέον εκτιμάται με υψηλό επίπεδο εμπιστοσύνης ($>80\%$) ότι μέχρι τα μέσα του 21ου αιώνα η μέση ετήσια απορροή των ποταμών και η διαθεσιμότητα νερού θα αυξηθεί κατά 10-40% στα υψηλότερα υψόμετρα και σε ορισμένες τροπικές περιοχές, ενώ θα μειωθεί κατά 10-30% σε ξηρές περιοχές σε μέσο υψόμετρο. Ο αριθμός των άνυδρων περιοχών αναμένεται να αυξηθεί, όπως και ο κίνδυνος πλημμυρών. Περίπου 20-30% της χλωρίδας και πανίδας είναι πιθανό να γνωρίσει αυξημένο κίνδυνο εξαφάνισης, εφόσον η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας ξεπεράσει τους $15-25^{\circ}\text{C}$. Οι παράκτιες περιοχές αναμένεται να αντιμετωπίσουν αυξημένο κίνδυνο εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, ενώ αρκετοί άνθρωποι εκτιμάται πως θα έρθουν αντιμέτωποι με πλημμύρες μέχρι το 2080.

Όσον αφορά τις δυνατότητες μετριασμού της κλιματικής αλλαγής, σύμφωνα με την έκθεση, φαίνεται πως υπάρχει συμφωνία για οικονομικές προοπτικές για το μετριασμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τις επόμενες δεκαετίες, έτσι ώστε να μετριαστεί η αυξητική τους πορεία λαμβάνοντας υπόψη οικονομικά και κοινωνικά πλεονεκτήματα. Στον τομέα της ενέργειας, η Διακυβερνητική Επιτροπή εκτιμά ότι οι ανανεώσιμες πηγές έχουν γενικά θετική συνεισφορά στην ενεργειακή ασφάλεια, στην απασχόληση και στην ποιότητα του αέρα. Ευρεία συμφωνία και ισχυρές ενδείξεις υπάρχουν ακόμα για τη δυνατότητα σταθεροποίησης της εκπομπής

των αερίων του θερμοκηπίου, η οποία σύμφωνα με την επιτροπή μπορεί να επιτευχθεί μέχρι το 2050, με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών και με την προϋπόθεση ότι αποτελεσματικά κίνητρα θα δοθούν για τη χρήση και ανάπτυξή τους. Εκτιμάται ότι καθυστερήσεις στη μείωση της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου είναι ικανές να οδηγήσουν στην αύξηση του κινδύνου σοβαρών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, καθώς θα αυξάνει η χρήση των τεχνολογιών υψηλής εκπομπής των αερίων (IPCC 2007).



Σχήμα 2.3 Σχηματική απεικόνιση που αντιπροσωπεύει τις ανθρωπογενείς αιτίες, τις επιπτώσεις του και τις λύσεις για την κλιματική αλλαγή και τις συνδέσεις τους (IPCC 2007).

2.3 Ακραία κλιματικά φαινόμενα

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένα έντονο ενδιαφέρον για τα ακραία καιρικά και κλιματικά φαινόμενα όπως πλημμύρες, ξηρασίες, καύσωνες, ψύχος και θύελλες (Easterling et al. 2000, Houghton et al. 2001). Η αναγνώριση των αλλαγών τέτοιου είδους φαινομένων απαιτεί ακριβείς, πλήρεις και συνεπείς χωρικά κλιματικές χρονοσειρές με τουλάχιστον ημερήσιες τιμές (Jones et al. 1999, Folland et al. 2000), καθώς ημερήσιες και υψηλής ανάλυσης χρονοσειρές χρησιμοποιούνται για τις υπό-μηνιαίες χρονικές κλίμακες των ακραίων καιρικών γεγονότων (Klein Tank et al. 2002).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι αλλαγές σε ακραία καιρικά και κλιματικά γεγονότα έχουν σημαντικές επιπτώσεις και αποτελεί μια από τις πιο σοβαρές προκλήσεις για την κοινωνία στην αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος.

Ως αποτέλεσμα, η ανάγκη για υπηρεσίες πληροφοριών για τα καιρικά και κλιματολογικά ακραία αυξάνεται. Η βιωσιμότητα της οικονομικής ανάπτυξης και των συνθηκών διαβίωσης εξαρτώνται από την ικανότητα μας να διαχειριστούμε τους κινδύνους που συνδέονται με τέτοιου είδους γεγονότα επομένως πολλά πρακτικά προβλήματα απαιτούν την γνώση των ακραίων τιμών. Ο αριθμός των ζημιών και των θανάτων από φυσικές καταστροφές σε παγκόσμια κλίμακα, που οφείλονται σε ακραία καιρικά φαινόμενα, αυξάνεται διαρκώς, αν και δεν υπάρχει μια βάση δεδομένων για την καταγραφή όλων των γεγονότων που συμβαίνουν σχεδόν καθημερινά στον πλανήτη. Παρόλα αυτά, η συχνότητα με την οποία αντιμετωπίζονται οι δυσμενείς επιπτώσεις στο κοινωνικό – οικονομικό σύστημα μειώνεται συνεχώς και αυτό συμβαίνει λόγω της σημαντικής προόδου που έχει σημειωθεί στην πρόβλεψη, προειδοποίηση αλλά και στην αντιμετώπιση τέτοιων φαινομένων.

Ακραία κλιματικά φαινόμενα θεωρούνται ασυνήθιστες περιπτώσεις για τις οποίες μια κλιματική παράμετρος ή συνδυασμός πολλών παραμέτρων, όπως η βροχή και η θερμοκρασία, ξεπερνούν κάποιο συγκεκριμένο κατώφλι – που συνήθως ορίζεται σε τοπική κλίμακα σε ημερήσια ή μηνιαία βάση - με συχνά μεγάλες κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις (Cramer et al. 2000, Karl et al. 1999). Επομένως ο ορισμός των ακραίων επεισοδίων εξαρτάται από το κατώφλι που χρησιμοποιείται και από τη κλίμακα (χωρική ή χρονική) στην οποία αναφέρεται και συνήθως διαφέρει μεταξύ διαφορετικών ερευνών. Έτσι, ακραία καιρικά φαινόμενα σε μια περιοχή μπορεί να θεωρούνται φυσιολογικά σε μια άλλη (Houghton et al. 1996).

Σε ένα ακραίο επεισόδιο εξετάζεται η συχνότητα εμφάνισης, η έντασή τους καθώς και η διάρκεια τους (Οικονόμου 2009). Η σχέση αυτών των τριών χαρακτηρίζουν ένα εκδηλωθέν ακραίο φαινόμενο το οποίο είναι δυνατό με τη σειρά του να προκαλέσει μια εκτεταμένη φυσική καταστροφή. Μεγάλης χωρικής κλίμακας ακραία καιρικά φαινόμενα δεν εμφανίζονται τόσο συχνά εν αντιθέσει με τα ακραία καιρικά φαινόμενα μικρής κλίμακας που λαμβάνουν χώρα συχνότερα, προκαλώντας καταστροφές σε μικρές περιοχές του πλανήτη.

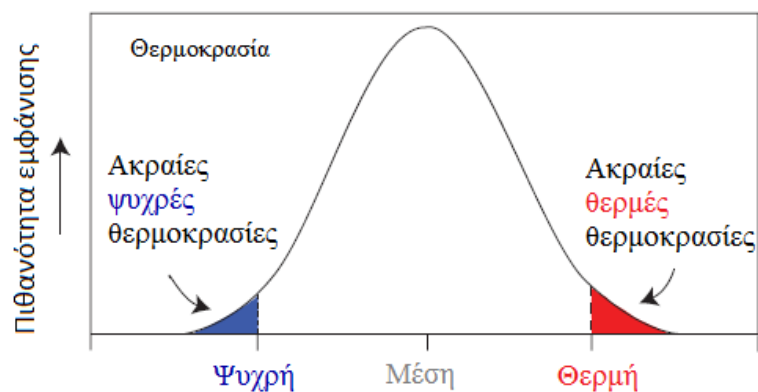
Γενικά, είναι δύσκολο να ορισθεί μία τιμή μεγέθους πάνω από την οποία ένα καιρικό φαινόμενο θα μπορεί να χαρακτηρίζεται ως ακραίο, όπως το αποτέλεσμα των καταστροφών ή των θανάτων που προκλήθηκαν σε μία περιοχή και ο λόγος αυτού είναι ότι στο χαρακτηρισμό του συνηγορούν πολύ παράγοντες. Εκτός από την φυσική μεταβλητότητα του κλίματος που επηρεάζει τα ακραία φαινόμενα, υπάρχουν ενδείξεις ότι τα φαινόμενα αυτά συνδέονται και με την ανεξέλεγκτη αύξηση των

εκπομπών αερίων ρύπων στις προηγμένες περιοχές (IPCC 2007). Επομένως, η κατανόηση των αιτιών εκδήλωσης τέτοιων φαινομένων και η διερεύνηση των παραγόντων που τα επηρεάζουν είναι πολύ σημαντική (Οικονόμου 2009).

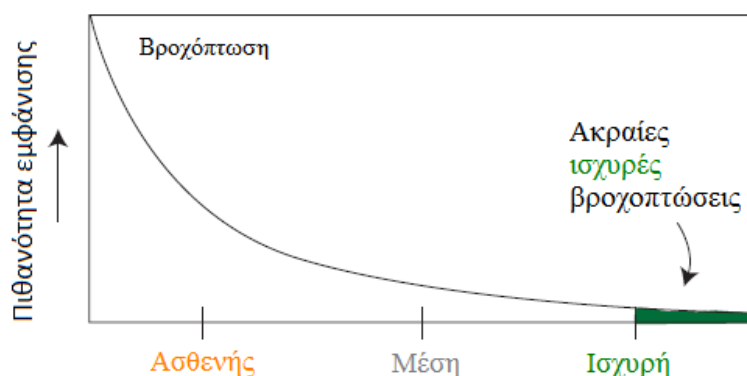
Οι παράγοντες αυτοί που επιδρούν στις μεταβολές τέτοιου είδους φαινομένων σε μια περιοχή μπορεί να είναι μεγάλης χωρικής κλίμακας, όπως είναι η πλανητική ατμοσφαιρική κυκλοφορία, αλλά και πιο περιοχικής κλίμακας, όπως είναι η ορογραφία, η επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας και η αλληλεπίδραση μεταξύ ξηράς-θάλασσας (Lolis et al. 1999, Xoplaki et al. 2000).

Ένα ακραίο κλιματικό φαινόμενο αποτελεί μια κατάσταση που απέχει σημαντικά από τη φυσιολογική μορφή του κλιματικού συστήματος, ανεξάρτητα από την πραγματική επίδραση στη ζωή ή στην οικολογία της Γης. Όταν ένα ακραίο καιρικό συμβάν έχει σημαντικά δυσμενή επίπτωση στην ανθρώπινη ζωή, τότε έχουμε να κάνουμε με αυτό που αποκαλείται κλιματική καταστροφή. Σε μερικές περιοχές της Γης παρατηρούνται κλιματικές καταστροφές τόσο συχνά, ώστε θεωρούνται ότι αποτελούν τμήμα της φυσιολογικής μορφής του κλίματος. Είναι πιθανόν η κλιματική αλλαγή να μεταβάλλει τη συχνότητα, το εύρος και τον χαρακτήρα των ακραίων καιρικών φαινομένων και των κλιματικών καταστροφών. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες αναπτύσσονται πολλές θεωρίες, οι οποίες υποστηρίζουν ότι η φυσική μεταβλητότητα του κλίματος συχνά οδηγεί σε ακραία καιρικά φαινόμενα που συνήθως οδηγούν σε καταστροφές. Σε χρονική κλίμακα ημερών, μηνών ή ακόμα και ετών, μπορεί να παράγονται κύματα καύσωνα ή ψύχους, πλημμύρες, έντονες καταιγίδες, θύελλες και άλλα ακραία φαινόμενα λόγω της φυσικής διακύμανσης του καιρού και του κλίματος.

Όσο πιο ακραίο είναι ένα γεγονός τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να προκαλέσει κοινωνική και περιβαλλοντική καταστροφή. Ωστόσο, οι αναλύσεις των μεταβολών της συχνότητας ή της έντασης των ακραίων που βρίσκονται στις "ουρές" της κατανομής είναι πιο αβέβαιες, επειδή τέτοια γεγονότα συμβαίνουν αραιότερα, με αποτέλεσμα λιγότερα δεδομένα να είναι διαθέσιμα για την αναγνώριση και τον χαρακτηρισμό πιθανών αλλαγών αυτών (Zhang et al. 2011). Οι ακόλουθες εικόνες (Σχήματα 2.4 και 2.5) βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση του τι είναι ακραίο, όπου απεικονίζονται οι κατανομές πιθανοτήτων της ημερήσιας θερμοκρασίας και βροχόπτωσης. Τα ακραία παρουσιάζονται στις σκιασμένες πλευρές.



Σχήμα 2.4 Κατανομή πιθανότητας της ημερήσιας θερμοκρασίας (Zhang et al. 2011)



Σχήμα 2.5 Κατανομή πιθανότητα της ημερήσιας βροχόπτωσης (Zhang et al. 2011)

2.4 Δείκτες ακραίων κλιματικών φαινομένων

Προκειμένου να αποκτηθεί μια ενιαία αντίληψη για τις παρατηρούμενες ακραίες αλλαγές στον καιρό και στο κλίμα τις τελευταίες δεκαετίες ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO), η ειδική ομάδα πάνω στην ανίχνευση της κλιματικής αλλαγής του προγράμματος ETCCDMI (Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices), καθώς και το ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα STARDEX (STAtistical and Regional dynamical Downscaling of EXtremes for European regions) σύστησαν ένα σύνολο εξήντα ένα περιγραφικών δεικτών των ακραίων.

Έτσι, ο προσδιορισμός των ακραίων κλιματικών φαινομένων πραγματοποιείται με τη βοήθεια των κλιματικών δεικτών, οι οποίοι επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ομοιογενείς για την περιοχή ενδιαφέροντος, εύκολοι στην κατανόηση και σχετικοί με τις πρακτικές ανάγκες των κέντρων αποφάσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι ίσως ακολουθήσει στο μέλλον νέα έρευνα για επιπλέον δείκτες και αλλαγές στους ορισμούς των δεικτών. Αυτοί οι εξήντα ένας δείκτες έχουν καταχωρηθεί σε διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με τις πτυχές της κλιματικής

αλλαγής. Αυτές οι κατηγορίες είναι η νεφοκάλυψη, το κρύο, η ξηρασία, η ζέστη, η υγρασία, η πίεση, η βροχή, το χιόνι, η ηλιοφάνεια, η θερμοκρασία και σύνθετα.

Γενικά, οι δείκτες για την κλιματική μεταβολή και για τα ακραία είχαν χρησιμοποιηθεί για αρκετό διάστημα, συχνά για την αξιολόγηση των ημερών με παρατηρήσεις της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης πάνω ή κάτω από συγκεκριμένες οριακές τιμές. Ενώ οι δείκτες αυτοί παρέχονταν μέσω των τοπικών συνθηκών, λίγα όρια είχαν σχέση με όλα τα μέρη του κόσμου. Έτσι, οι δείκτες για τα ακραία εξελίχθηκαν με την πάροδο του χρόνου και τώρα συχνά εστιάζονται στα όρια που περιγράφουν χαρακτηριστικά στις "ουρές" των κατανομών των μετεωρολογικών μεταβλητών. Για να γίνει πιο κατανοητό πώς τα ακραία αλλάζουν παγκοσμίως, ένα υποσύνολο ενός ευρέως φάσματος δεικτών είναι πλέον συντονισμένο σε διεθνές επίπεδο που επιτρέπει τα αποτελέσματα των μελετών από διάφορα μέρη του κόσμου να ταιριάζουν μαζί τους αρμονικά (Zhang et al. 2011).

Το σύνολο των ακραίων δεικτών που ορίστηκαν από το ETCCDI έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως ως εργαλείο για την παρακολούθηση των αλλαγών στα ακραία (για παράδειγμα Peterson and Manton 2008, Alexander et al. 2006). Επίσης, παρέχουν μετρήσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αξιολόγηση της ικανότητας των παγκόσμιων και περιφερειακών κλιματικών μοντέλων για την προσομοίωση των ακραίων. Οι προβλεπόμενες αλλαγές σε αυτούς τους δείκτες είναι ενδεικτικές της μελλοντικής κλιματικής αλλαγής στα ακραία (WMO 2009).

Εδώ θα κάνουμε αναφορά στους δείκτες της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης και της ξηρασίας όπως παρατίθενται από το European Climate Assessment and Data Project (ECA&D), αρκετούς από τους οποίους χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Οι δείκτες της θερμοκρασίας είναι δώδεκα (TG, TN, TX, DTR, ETR, ν DTR, TG10p, TN10p, TX10p, TG90p, TN90p, TX90p), με τους δείκτες που αναφέρονται στην διάρκεια παγετού και καύσωνα να είναι οι CSDI και WSDI αντίστοιχα, της βροχόπτωσης είναι δεκαπέντε (RR, RR1, SDII, CWD, R10mm, R20mm, RX1day, RX3day, R75p, R75TOT, R90p, R90TOT, R99p, R99TOT, PRCPTOT) και οι δείκτες ξηρασίας είναι τέσσερις (CDD, SPI6, PET, SPI3). Όλοι οι προαναφερθέντες δείκτες παρατίθενται αναλυτικά παρακάτω (<http://eca.knmi.nl/indicesextremes/index.php>).

Έτσι, όπως είδαμε υπάρχει ένας τύπος δεικτών που μετράει τις μηνιαίες ή ετήσιες μέγιστες ή ελάχιστες ημερήσιες θερμοκρασίες ή την μέγιστη ποσότητα ημερήσιας βροχόπτωσης. Αυτοί οι τύποι δεικτών έχουν ευρεία χρήση στις μηχανολογικές εφαρμογές προκειμένου να καταγράψουν μελέτες για μηχανολογικές

κατασκευές. Επίσης, οι τιμές των απόλυτων ακραίων, όπως είναι η μέγιστη ποσότητα τριήμερης βροχόπτωσης, συχνά σχετίζεται με ακραία γεγονότα που επηρεάζουν την ανθρώπινη κοινωνία και το φυσικό περιβάλλον. Κάποιοι άλλοι δείκτες σχετίζονται με την μέτρηση των περιόδων ξηρασίας, υγρασίας, καύσωνα ή παγετού ή με περιόδους με ήπιο καιρό όπως στην περίπτωση μεγάλης περιόδου με ανάπτυξη.

Επίσης, όπως ήδη αναφέραμε, μια άλλη κατηγορία δεικτών του ETCCDI βασίζονται στα όρια των εκατοστημορίων. Αυτό γίνεται με σκοπό την αξιολόγηση των ακραίων συνθηκών που συνήθως εμφανίζονται μερικές φορές τον χρόνο από ότι έντονα ακραία που συμβαίνουν μια φορά τη δεκαετία. Οι εν λόγω δείκτες επιτρέπουν την άμεση παρακολούθηση των τάσεων ως προς τη συχνότητα ή την ένταση των γεγονότων. Ο λόγος για την επιλογή τέτοιου είδους δεικτών και όχι κάποια σταθερή τιμή είναι ότι ο αριθμός των ημερών που υπερβαίνουν τα όρια των εκατοστημορίων είναι πιο ομοιόμορφα κατανομημένος στο χώρο και έχει νόημα για κάθε περιοχή. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ότι πάνω από μεγάλες εκτάσεις οι δείκτες υπολογισμού ημερών που βασίζονται σε σταθερά όρια βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία στην κατανομή της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης για κάθε περιοχή μη μπορώντας έτσι να γίνουν καλές συγκρίσεις μεταξύ των περιοχών. Για παράδειγμα, ο αριθμός των ημερών που έχουμε ελάχιστη θερμοκρασία κάτω από 0 °C είναι ένας καλός δείκτης για τις περιοχές που βρίσκονται στα μεσαία γεωγραφικά πλάτη, ενώ για τα υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη οι μέρες με θερμοκρασίες κάτω από 0 °C δεν είναι κάτι ασυνήθιστο. Είναι λιγότερο κατάλληλοι για τις άμεσες συγκρίσεις των επιπτώσεων, αλλά μπορούν να παρέχουν χρήσιμες έμμεσες πληροφορίες σχετικά με τις μελέτες επιπτώσεων και προσαρμογής. Ο δείκτης R95p, ο οποίος σχετίζεται με πολύ υγρές ημέρες, συχνά αφορά τα υγρά κλίματα από ότι τα ξηρά. Ωστόσο σε κάθε κλιματική περιοχή, ο άνθρωπος και η φύση έχουν προσαρμοστεί κατάλληλα στην αλλαγή του κλίματος της περιοχής και η τοπική υποδομή έχει σχεδιαστεί να αντέχει τις τοπικά ακραίες καταστάσεις. Έτσι, οι τάσεις των προαναφερθέντων δεικτών έχουν σημασία για σύγκριση για τη βελτίωση των συστημάτων υποδομής σε μια περιοχή. Επίσης, οι τάσεις των δεικτών τις κρύες νύχτες TN10p και τις ζεστές μέρες TX90p είναι σημαντικές για τη σύγκριση των αλλαγών στη θέρμανση και ψύξη. Έτσι, για να έχουμε θερμά και ψυχρά φορτία, αυτοί οι δείκτες πρέπει να υπολογιστούν κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού αντίστοιχα, αντί για όλο το χρόνο (WMO 2009).

Εν κατακλείδι, το ETCCDI σύστησε ένα σύνολο περιγραφικών δεικτών προκειμένου να παρέχει μια ενιαία αντίληψη για τις αλλαγές, κυρίως τις ακραίες, του κλίματος. Οι δείκτες έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να υπάρχει μια συνεχής παρακολούθηση των αλλαγών στη συχνότητα ή την ένταση των "μέτρων" ακραίων. Ακόμα κάποιοι δείκτες, όπως η μέγιστη θερμοκρασία ή ποσότητα βροχόπτωσης μιας μέρας του χρόνου, παρέχουν βασικές πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να εξάγουμε συμπεράσματα για τις αλλαγές σε μακροχρόνιες περιόδους ακραίων γεγονότων που προκύπτουν από τις παρατηρήσεις (Min 2011, Zwiers 2011) και τα κλιματικά μοντέλα (Kharin 2007). Κλείνοντας παρά τα πολλά πλεονεκτήματα, η εμπειρία που έχει συγκεντρωθεί μέσω της εφαρμογής και της ανάλυσης των δεικτών αποκαλύπτει κάποια αδυναμία, όπως το ότι είναι δύσκολο να ορίσουμε δείκτες που να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες που να καλύπτουν όλο το φάσμα των κλιμάτων και να συνεχίσουν να παρέχουν πληροφορίες κάτω από τις μελλοντικές συνθήκες (Zhang et al. 2011).

2.4.1 Δείκτες θερμοκρασίας

TG είναι ο δείκτης που μας δίνει τη μέση τιμή της ημερήσιας μέσης θερμοκρασίας °C για μια περίοδο j ο οποίος ισούται με:

$$TGj = \sum_{i=1}^I \frac{TGi}{I} \quad (2.1),$$

όπου I είναι το σύνολο των ημερών και TGij είναι η μέση θερμοκρασία μιας μέρας i.

TN είναι ο δείκτης που αντιπροσωπεύει την μέση ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία °C μιας περιόδου j και δίνεται από τον τύπο:

$$TNj = \sum_{i=1}^I \frac{TNi}{I} \quad (2.2),$$

όπου TNij είναι η ελάχιστη θερμοκρασία μιας μέρας i.

TX είναι ο αντίστοιχος δείκτης για την μέγιστη θερμοκρασία °C ο οποίος είναι ίσος με:

$$TXj = \sum_{i=1}^I \frac{TXi}{I} \quad (2.3),$$

όπου TX_{ij} είναι η μέγιστη θερμοκρασία μιας μέρας i .

Οι δείκτες οι οποίοι ακολουθούν εξαρτώνται άμεσα από τις προαναφερθείσες θερμοκρασίες. Πιο συγκεκριμένα:

DTR είναι ο δείκτης, για μια περίοδο j , ο οποίος μας δίνει το μέσο ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος σε $^{\circ}\text{C}$ και δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$DTRj = \sum_{i=1}^I (TX_{ij} - TN_{ij}) / I \quad (2.4)$$

ETR είναι ο δείκτης που μας δίνει το ακραίο θερμοκρασιακό εύρος $^{\circ}\text{C}$ μιας μέρας i την περίοδο j δηλαδή:

$$ETRj = \max(TX_{ij}) - \min(TN_{ij}) \quad (2.5)$$

vDTR είναι ένας ακόμα δείκτης είναι και μας δίνει την μέση διαφορά θερμοκρασιακών ευρών δύο συνεχόμενων ημερών σε $^{\circ}\text{C}$ την περίοδο j δηλαδή είναι ίσο με:

$$vDTRj = \sum_{i=1}^I \frac{(TX_{ij} - TN_{ij}) - (TX_{i-1,j} - TN_{i-1,j})}{I} \quad (2.6)$$

Συνεχίζοντας την αναφορά στη θερμοκρασία, θα παραθέσουμε τους δείκτες οι οποίοι σχετίζονται με τις ψυχρές και θερμές μέρες και νύχτες. Προτού τους αναλύσουμε θα πρέπει να αναφέρουμε ότι γίνεται αναφορά στα εκατοστημόρια (percentile), τα αποτελέσματα των οποίων γίνονται με βάση μια χρονική περίοδο, συνήθως την περίοδο 1961-1990. Τα εκατοστημόρια υπολογίζονται σε διαστήματα πέντε συνεχόμενων ημερών επικεντρωμένα σε κάθε ημερολογιακή μέρα για τον υπολογισμό του μέσου ετήσιου κύκλου. Τα πενήνήμερα επιλέγονται ώστε να προκύψει ένα συνολικό πλήθος $30 \text{ χρόνια} * 5 \text{ ημέρες} = 150$ τιμών για κάθε ημερολογιακή μέρα, τα αποτελέσματα των οποίων οδηγούν σε ένα σχετικά ομαλό ετήσιο κύκλο των ορίων των εκατοστημορίων. Η διαδικασία εξασφαλίζει ότι τα ακραία θερμοκρασιακά γεγονότα, από την άποψη της υπέρβασης των ορίων των εκατοστημορίων, μπορούν να εμφανιστούν με την ίδια πιθανότητα όλο το χρόνο (WMO 2009).

TG10p είναι ο δείκτης που μας δίνει το συνολικό **αριθμό των κρύων ημερών** μιας περιόδου j όταν η μέση θερμοκρασία μιας ημέρας i είναι κάτω από το 10

εκατοστημόριο της ημερήσιας μέσης θερμοκρασίας για την περίοδο αναφοράς δηλαδή: $TG_{ij} < TG_{in10}$.

TN10p είναι ο δείκτης που μας δείχνει το **αριθμό των ψυχρών νυχτών** που είχαμε την περίοδο j όταν η ελάχιστη θερμοκρασία μιας ημέρας i είναι κάτω από το 10 εκατοστημόριο της ημερήσιας ελάχιστης θερμοκρασίας της περιόδου αναφοράς δηλαδή: $TN_{ij} < TN_{in10}$.

TX10p είναι ο **αριθμός των ψυχρών ημερών** μιας περιόδου j όταν η μέγιστη θερμοκρασία μιας ημέρας i είναι κάτω από το 10 εκατοστημόριο της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας της περιόδου αναφοράς, το οποίο σημαίνει: $TX_{ij} < TX_{in10}$.

Ακολουθούν οι αντίστοιχοι δείκτες για τις θερμές μέρες και νύχτες.

TG90p είναι ο δείκτης που μας δίνει το συνολικό **αριθμό των ημερών** μιας περιόδου j όταν η μέση θερμοκρασία μιας ημέρας i είναι πάνω από το 90 εκατοστημόριο της ημερήσιας μέσης θερμοκρασίας της περιόδου αναφοράς δηλαδή: $TG_{ij} > TG_{in90}$.

TN90p είναι ο δείκτης που μας δείχνει το **αριθμό των θερμών νυχτών** που είχαμε την περίοδο j όταν η ελάχιστη θερμοκρασία μιας ημέρας i είναι πάνω από το 90 εκατοστημόριο της ημερήσιας ελάχιστης θερμοκρασίας της περιόδου αναφοράς δηλαδή: $TN_{ij} > TN_{in90}$.

TX90p είναι δείκτης που δηλώνει τον **αριθμό των θερμών ημερών** μιας περιόδου j όταν η μέγιστη θερμοκρασία μιας ημέρας i είναι πάνω από το 90 εκατοστημόριο της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας της περιόδου αναφοράς, το οποίο σημαίνει: $TX_{ij} > TX_{in90}$.

Τελειώνοντας την αναφορά μας στους δείκτες της θερμοκρασίας θα παραθέσουμε τους δείκτες που αναφέρονται στις ημέρες που είχαμε πολύ κρύο (cold spell) και καύσωνα.

CSDI είναι ο δείκτης που μας δίνει πόσες συνεχόμενες **ημέρες** μιας περιόδου j για χρονικό διάστημα τουλάχιστον έξι ημερών είχαμε πολύ κρύο. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει: $TN_{ij} < TN_{in10}$.

WSDI είναι ο αντίστοιχος δείκτης για τον καύσωνα ο οποίος μας δίνει πόσες συνεχόμενες **ημέρες** μιας περιόδου j για χρονικό διάστημα τουλάχιστον έξι ημερών είχαμε καύσωνα. Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει: $TX_{ij} > TX_{in90}$.

2.4.2 Δείκτες βροχόπτωσης

RR είναι ο δείκτης που μας δείχνει το συνολικό ποσό βροχόπτωσης σε **mm** για μια περίοδο j και δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$RR_j = \sum_{i=1}^I RR_{ij} \quad (2.7),$$

όπου RR_{ij} είναι το ημερήσιο ποσό βροχόπτωσης μια ημέρα i .

RR1 είναι ο δείκτης που μας δίνει το σύνολο των ημερών (**days**) που έβρεξε για μια περίοδο j (μέρα που είχαμε βροχή θεωρείται όταν $RR \geq 1 \text{ mm}$).

SDII είναι ο δείκτης που μας δείχνει την ένταση της βροχόπτωσης για μια περίοδο j (**mm/wet days**) και δίνεται από τον τύπο:

$$SDII_j = \sum_{w=1}^w \frac{RR_{wj}}{w} \quad (2.8),$$

όπου RR_{wj} είναι το ημερήσιο ποσό βροχόπτωσης για τις υγρές μέρες w ($RR_{ij} \geq 1 \text{ mm}$).

CWD είναι ο δείκτης που μας δηλώνει τον μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ημερών (**days**) που είχαμε βροχή ($RR_{ij} \geq 1 \text{ mm}$) την περίοδο j .

Όταν η ποσότητα βροχόπτωσης είναι μεγάλη χρησιμοποιούμε τους παρακάτω δείκτες για να εξάγουμε κάποια συμπεράσματα.

R10mm είναι ένας από αυτούς τους δείκτες και μας δείχνει το συνολικό αριθμών των ημερών (**days**) για μια περίοδο j όπου η ημερήσια ποσότητα βροχής είναι ίση ή μεγαλύτερη των 10mm ($RR_{ij} \geq 10\text{mm}$).

R20mm είναι ένας ακόμη δείκτης παραπλήσιος του άνωθεν ο οποίος μας δίνει τον αριθμό των ημερών (**days**) για μια περίοδο j όπου η ημερήσια ποσότητα βροχής είναι ίση ή μεγαλύτερη των 20mm ($RR_{ij} \geq 20\text{mm}$).

RX1day είναι ο δείκτης που μου μας δίνει την πληροφορία για το πόση ήταν η μέγιστη ποσότητα της βροχής σε **mm** που είχαμε μια μέρα i την περίοδο j , δηλαδή: $RX1day\ j = \max (RR_{ij})$.

RX3day είναι ένας παραπλήσιος δείκτης. Αν θεωρήσουμε RR_{kj} είναι η ποσότητα της βροχόπτωσης για διάστημα k τριών ημερών την περίοδο j , όπου το k καθορίζεται από την τελευταία μέρα, τότε η μέγιστη ποσότητα για τρεις μέρες συνεχόμενης βροχής είναι ο δείκτης **RX3day** δηλαδή: $RX3day\ j = \max (RR_{kj})$.

Μια άλλη κατηγορία δεικτών, όσον αφορά την βροχή, είναι οι δείκτες που κάνουν αναφορά στα εκατοστημόρια (percentile) (**RXp**). Για να γίνουν πιο κατανοητοί αυτοί οι δείκτες προς τους αναγνώστες, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι γίνεται με βάση την περίοδο αναφοράς και βάζοντας τις τιμές αυτής της περιόδου σε σειρά (εδώ τις ποσότητες βροχής τις ημέρες που είχαμε βροχή ($RR \geq 1\text{mm}$)) επιλέγουμε να μελετήσουμε με βάση το X (για παράδειγμα το 75) εκατοστημόριο των τιμών αυτών. Γίνεται αυτή η σημείωση προκειμένου να μην υπάρξει σύγχυση με την 75 τιμή. Επομένως, αφού έγινε αυτή η διευκρίνιση προχωράμε στην μελέτη των δεικτών.

R75p είναι ο πρώτος δείκτης από αυτήν την κατηγορία και μας δίνει την πληροφορία για το πόσες ήταν οι ημέρες (**days**) βροχής ($RR \geq 1\text{mm}$) για μια περίοδο j όταν η ποσότητα βροχόπτωσης ήταν μεγαλύτερο από το 75^ο εκατοστημόριο των ημερήσιων ποσών. Δηλαδή αν θεωρήσουμε RR_{wj} ότι είναι το ποσό βροχής μιας μέρας με βροχή w μιας περιόδου j και RR_{w75} είναι το 75^ο εκατοστημόριο της βροχόπτωσης των ημερών με βροχή της περιόδου αναφοράς τότε ο δείκτης για τον οποίο περι ου ο λόγος είναι το άθροισμα των ημερών για τις οποίες ισχύει το $RR_{wj} > RR_{w75}$.

R75pTOT είναι ο δείκτης ο οποίος συνδέεται άμεσα με τον προαναφερθέντα και μας δίνει το ποσοστό (%) των ημερών βροχής w για μια περίοδο j που είχαμε ποσό βροχής πάνω από το 75° εκατοστημόριο των τιμών της περιόδου αναφοράς και δίνεται από τον τύπο που ακολουθεί:

$$R75pTOTj = 100 * \frac{\sum_{w=1}^W RRwj, where RRwj > RRwn75}{RRj} \quad (2.9),$$

όπου RRj είναι το άθροισμα των ημερήσιων ποσοτήτων βροχής για την περίοδο j , $RRwj$ είναι η ημερήσια ποσότητα υετού(στην προκειμένη περίπτωση η βροχή) μιας βροχερή μέρα w ($RR \geq 1mm$) την περίοδο j και $RRwn75$ είναι το 75° εκατοστημόριο των βροχερών ημερών της περιόδου αναφοράς.

R95p είναι ο δείκτης ο οποίος μας δίνει την πληροφορία για το πόσες ήταν οι ημέρες (**days**) βροχής ($RR \geq 1mm$) για μια περίοδο j όταν η ποσότητα βροχόπτωσης ήταν μεγαλύτερο από το 95° εκατοστημόριο των ημερήσιων ποσών. Δηλαδή αν θεωρήσουμε $RRwj$ ότι είναι το ποσό βροχής μιας μέρας με βροχή w μιας περιόδου j και $RRw95$ είναι το 95° εκατοστημόριο της βροχόπτωσης των ημερών με βροχή της περιόδου αναφοράς τότε ο δείκτης είναι το άθροισμα των ημερών για τις οποίες ισχύει το $RRwj > RRw95$.

R95pTOT, όπως στην προηγούμενη περίπτωση, είναι ο δείκτης ο οποίος συνδέεται με τον **R95p** και μας δίνει το ποσοστό (%) των ημερών βροχής w για μια περίοδο j που είχαμε ποσό βροχής πάνω από το 95° εκατοστημόριο των τιμών της περιόδου αναφοράς και δίνεται από τον τύπο που ακολουθεί :

$$R95pTOTj = 100 * \frac{\sum_{w=1}^W RRwj, where RRwj > RRwn95}{RRj} \quad (2.10),$$

όπου RRj είναι το άθροισμα των ημερήσιων ποσοτήτων βροχής για την περίοδο j , $RRwj$ είναι η ημερήσια ποσότητα υετού μιας βροχερή μέρα w ($RR \geq 1mm$) την περίοδο j και $RRwn95$ είναι το 95° εκατοστημόριο των βροχερών ημερών της περιόδου αναφοράς.

R99p είναι ο δείκτης ο οποίος μας δίνει την πληροφορία για το πόσες ήταν οι ημέρες (**days**) βροχής ($RR \geq 1mm$) για μια περίοδο j όταν η ποσότητα βροχόπτωσης ήταν

μεγαλύτερο από το 99^ο εκατοστημόριο των ημερήσιων ποσών. Δηλαδή αν θεωρήσουμε RRw_j ότι είναι το ποσό βροχής μιας μέρας με βροχή w μιας περιόδου j και RRw_{99} είναι το 99^ο εκατοστημόριο της βροχόπτωσης των ημερών με βροχή της περιόδου αναφοράς τότε ο δείκτης είναι το άθροισμα των ημερών για τις οποίες ισχύει το $RRw_j > RRw_{99}$.

R99pTOT είναι ο δείκτης, ο οποίος συνδέεται άμεσα με τον R99p, μας δίνει το ποσοστό (%) των ημερών βροχής w για μια περίοδο j που είχαμε ποσό βροχής πάνω από το 99^ο εκατοστημόριο των τιμών της περιόδου αναφοράς και δίνεται από τον τύπο που ακολουθεί:

$$R99pTOTj = 100 * \frac{\sum_{w=1}^W RRw_j, \text{where } RRw_j > RRw_{99}}{RRj} \quad (2.11),$$

όπου RRj είναι το άθροισμα των ημερήσιων ποσοτήτων βροχής για την περίοδο j , RRw_j είναι η ημερήσια ποσότητα νετού μιας βροχερή μέρα w ($RR \geq 1\text{mm}$) την περίοδο j και RRw_{99} είναι το 99^ο εκατοστημόριο των βροχερών ημερών της περιόδου αναφοράς.

PRCPTOT είναι ο τελευταίος δείκτης όσον αφορά την βροχόπτωση και μας δίνει την συνολική ποσότητα βροχόπτωσης σε **mm** για τις ημέρες που είχαμε βροχή ($RR \geq 1\text{mm}$) για μια περίοδο j . Δηλαδή:

$$PRCPTOTj = \sum_{w=1}^W RRw_j \quad (2.12),$$

όπου RRw_j είναι το ημερήσιο ποσό βροχόπτωσης για τις μέρες με βροχή.

2.4.3 Δείκτες ξηρασίας

CDD είναι ο πρώτος δείκτης που αφορά την ξηρασία και μας δίνει την πληροφορία για το μέγιστο αριθμών συνεχόμενων ημερών (**days**) που είχαμε ξηρασία ($RR < 1\text{mm}$) μια περίοδο j .

Εν συνεχεία θα κάνουμε αναφορά στους δείκτες SPI. Το SPI είναι ο δείκτης πιθανότητας που βασίζεται στην βροχόπτωση. Έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι ένας χωρικά αμετάβλητος δείκτης της ξηρασίας. Έτσι:

SPI6 και **SPI3** είναι οι δείκτες με τους οποίους προβλέπουμε την ξηρασία μιας περιοχής γνωρίζοντας την βροχόπτωση των προηγούμενων **6** και **3 μηνών** αντίστοιχα.

PET είναι ο τελευταίος δείκτης όσον αφορά την ξηρασία είναι ο οποίος υποδηλώνει την δυνητική εξατμισοδιαπνοή και μετριέται σε **mm**. Με τον όρο δυνητική εξατμισοδιαπνοή εννοούμε το συνολικό ποσό νερού που μετατρέπεται από την υγρή στην αέρια φάση, αν υπήρχε στο έδαφος ικανοποιητική υγρασία για την κανονική ανάπτυξη των φυτών. Αυτός ο δείκτης συνδυάζει πληροφορίες από την ημερήσια μέση τιμή της σχετικής υγρασίας (HU), της ταχύτητας ανέμου (FG), της νεφοκάλυψης (CC), της διάρκειας ηλιοφάνειας (SS) και της μέσης θερμοκρασίας (TG).

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η περίοδος *j* που αναφέραμε στους δείκτες είναι τυπικά ένα χρόνος αλλά μπορεί να είναι για παράδειγμα και μια εποχή ανάλογα πάντα με την περιοχή που παρακολουθούμε. Όπως είδαμε και παραπάνω στους δείκτες που γίνεται αναφορά σε εκατοστημόρια (percentile) οι τιμές καθορίζονται με βάση μια περίοδο αναφοράς συνήθως της περιόδου 1961-1990. Η επιλογή μιας άλλης περιόδου όπως για παράδειγμα της 1971-2000 έχει μικρή επίδραση στα αποτελέσματα των αλλαγών των δεικτών με την πάροδο του χρόνου (WMO 2009).

Στην παρούσα εργασία, εκτός της χρήσης ορισμένων από τους παραπάνω ακραίους δείκτες, έγινε χρήση κάποιων επιπλέον δεικτών, οι οποίοι παρατίθενται όλοι αναλυτικά στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας (3.2) και οι οποίοι έχουν δοκιμαστεί για την περιοχή μελέτης με ικανοποιητικά αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Δεδομένα

Για τη μελέτη της κατανομής των μέσων πεδίων και των ακραίων κλιματικών φαινομένων της βροχόπτωσης και θερμοκρασίας (ελάχιστης και μέγιστης) χρησιμοποιήθηκαν ημερήσια δεδομένα από τους σταθμούς της Ανατολικής Μεσογείου και Βαλκανίων. Πιο συγκεκριμένα, μελετήθηκε η περιοχή που εκτείνεται μεταξύ των γεωγραφικών μηκών 8° και 42° A και μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 25° και 50° B, με τον χάρτη της γεωγραφικής κατανομής των εξεταζόμενων σταθμών να παρουσιάζεται στο σχήμα 3.1 ενώ στον πίνακα 3.1 καταγράφονται αναλυτικά οι γεωγραφικές συντεταγμένες και το υψόμετρό τους, σημειώνοντας ποιοί σταθμοί ήταν για την βροχόπτωση και ποιοί για την θερμοκρασία. Τα δεδομένα διατέθηκαν από το European Climate Assessment and Data Project (ECA&D) και συνολικά συλλέχθηκαν 496 σταθμοί για την προαναφερθείσα περιοχή. Από αυτούς επιλέχθηκαν μόνο όσοι πληρούσαν το κριτήριο να περιέχουν όσο το δυνατόν πιο πλήρεις χρονοσειρές από το 1961 – 2000, χωρίς ελλιπή δεδομένα για πολλές συνεχόμενες ημέρες. Έτσι, για την παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκαν 85 σταθμοί για την βροχόπτωση και 68 για την θερμοκρασία

Το ECA&D είναι ένα πρόγραμμα το οποίο λειτουργεί στο Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI) της Ολλανδίας. Σήμερα διαθέτει δεδομένα από 4824 μετεωρολογικούς σταθμούς από 62 χώρες της Ευρώπης και της Μεσογείου (Σχήμα 3.2) με ημερήσια αποτελέσματα κυρίως βροχόπτωσης και θερμοκρασίας (μέγιστης και ελάχιστης), αλλά και ύψος χιονιού, νεφοκάλυψης, ηλιοφάνειας, υγρασίας και ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου όπου ήταν δυνατό. Κάποιοι σταθμοί περιέχουν χρονοσειρές που ξεκινάνε από το 1800 αλλά η πλειοψηφία των σταθμών καλύπτει την περίοδο από 1/1/1950 έως σήμερα. Για κάθε σταθμό μας δίνεται η πληροφορία του γεωγραφικού πλάτους και μήκους και του υψομέτρου. Στόχος του ECA&D είναι η εφαρμογή ενιαίων μεθόδων ανάλυσης στις ημερήσιες χρονοσειρές σε όσους μετεωρολογικούς σταθμούς είναι δυνατό (<http://eca.knmi.nl/>).

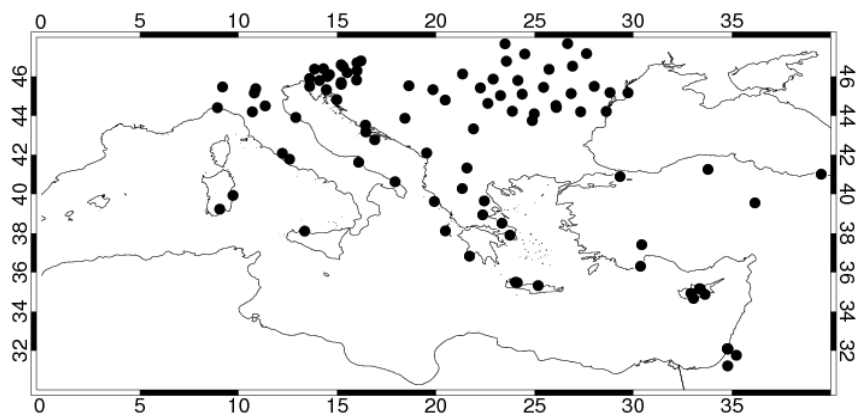
Έτσι, έχοντας ένα σύνολο αρκετών χρονοσειρών επιτυγχάνεται ένα σημαντικό βήμα προς την ανάπτυξη υψηλής ανάλυσης δεδομένων για την Ευρώπη και την Μεσόγειο το οποίο είναι κατάλληλο για την ανάλυση των αλλαγών στα κλιματικά ακραία και άλλων κλιματικών μελετών.

Όμως, οι χρονοσειρές ορισμένων χωρών δεν περιέχουν δεδομένα για τα πρόσφατα χρόνια. Αυτό κατά ένα μέρος οφείλεται λόγω του χρόνου που απαιτείται για τον ποιοτικό έλεγχο των δεδομένων και την αρχειοθέτησή τους στα ιδρύματα των χωρών, αλλά και στις προσπάθειες που απαιτούνται να συμπεριληφθούν τα δεδομένα στην βάση δεδομένων του ECA&D.

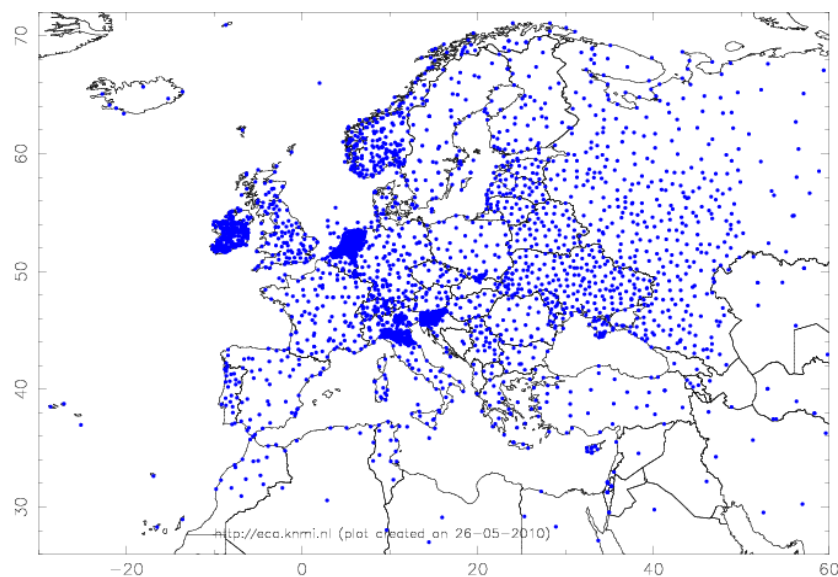
Προτού τα δεδομένα γίνουν διαθέσιμα από το ECA&D σημαντικό βήμα είναι ο ποιοτικός έλεγχός τους. Οι κλιματικές χρονοσειρές συνήθως εμφανίζουν σταδιακές αλλαγές λόγω της αλλαγής της τοποθεσίας του σταθμού, του περιβάλλοντος ή των οργάνων μέτρησης. Επίσης, σε πολλές ημερήσιες κλιματικές χρονοσειρές, υπάρχει ένας αριθμός ελλιπών δεδομένων. Λόγω του ότι ο βαθμός της ανομοιογένειας και της μη πληρότητας των ημερήσιων σειρών καθορίζουν την ανάλυση των ακραίων (Moberg et al. 2000, Tuomenvirta et al. 2000), ο ποιοτικός έλεγχος των δεδομένων αποτελεί μια συνεχιζόμενη δραστηριότητα. Έτσι, κάθε χρονοσειρά ελέγχεται για την εμφάνιση λαθών, όπως όταν το ποσό της βροχόπτωσης είναι κάτω από 0 mm, η ελάχιστη θερμοκρασία είναι μικρότερη της μέγιστης, ανύπαρκτες ημερομηνίες και εσφαλμένες ακραίες τιμές. Παρά το γεγονός ότι οι σειρές συνήθως έχουν υποβληθεί σε διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου από τα παρέχοντα ιδρύματα, οι επιπρόσθετοι έλεγχοι από το ECA&D επισημαίνουν ένα αριθμό ημερών με μη διορθώσιμα λάθη, με τις μέρες αυτές να καταχωρούνται στην βάση δεδομένων ως "ελλιπείς τιμές" (Klein Tank 2002).

Τέλος, στο site του ECA&D δίνεται η επιλογή να μελετηθούν οι χρονοσειρές των σταθμών είτε blended (αναμειγμένες) είτε non – blended (μη αναμειγμένες), με τις πρώτες να είναι σχεδόν πλήρεις από ενσωματώσεις από κοντινούς σταθμούς. Για να καταστούν διαθέσιμες οι χρονοσειρές κάθε σταθμού όσο το δυνατό πιο πλήρεις (blended), τα τελευταία δέκα χρόνια έχει περιληφθεί μια αυτοματοποιημένη διαδικασία αναβάθμισης που βασίζεται από συνοπτικά μηνύματα που διανέμονται σε σχεδόν πραγματικό χρόνο μέσω του Παγκόσμιου Τηλεπικοινωνιακού Συστήματος (Global Telecommunication System (GTS)). Στη διαδικασία αυτή, τα κενά στις ημερήσιες σειρές συμπληρώνονται με παρατηρήσεις από κοντινούς σταθμούς με την προϋπόθεση ότι βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 12.5km και οι υψομετρικές διαφορές είναι μικρότερες των 25m. Για παράδειγμα, η χρονοσειρά της βροχόπτωσης για τον ολλανδικό σταθμό De Kooy αποτελείται από συγχώνευση (blend) δύο πραγματικών χρονοσειρών, του Den Helder με παρατηρήσεις μεταξύ της 1^{ης} Ιανουαρίου 1851 και 31^{ης} Ιουλίου 1972 και του De Kooy με παρατηρήσεις μεταξύ

της 1^{ης} Απριλίου 1958 έως και σήμερα. Αυτές οι παρατηρήσεις από δύο κοντινές τοποθεσίες μπορούν να συγχωνευτούν για την έρευνα της κλιματικής αλλαγής και αν ενδιαφερόμαστε για ολόκληρη τη χρονοσειρά για τον σταθμό του De Kooy από το 1851 έως σήμερα κάνουμε την επιλογή blend (<http://eca.knmi.nl/FAQ/index.php>).



Σχήμα 3.1 Γεωγραφική κατανομή των σταθμών της Ανατολικής Μεσογείου και Βαλκανίων



Σχήμα 3.2 Γεωγραφική κατανομή όλων των διαθέσιμων μετεωρολογικών σταθμών από το ECA&D (<http://eca.knmi.nl/>)

Πίνακας 3.1 Μετεωρολογικοί σταθμοί Ανατολικής Μεσογείου και Βαλκανίων

ΧΩΡΑ	ΣΤΑΘΜΟΣ	Γ.ΠΛΑΤΟΣ	Γ.ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
ΑΛΒΑΝΙΑ	Shkodra	42.1	19.53	43	X	X
ΒΟΣΝΙΑ	Σεράγεβο	43.87	18.43	630	X	X
ΕΛΛΑΔΑ	Αγχιάλος	39.22	22.8	15		X
ΕΛΛΑΔΑ	Αργιστόλι	38.12	20.48	22	X	
ΕΛΛΑΔΑ	Ελληνικό	37.9	23.75	10	X	X
ΕΛΛΑΔΑ	Ηράκλειο	35.33	25.18	39	X	X

ΕΛΛΑΔΑ	Κέρκυρα	39.62	19.92	11	X	X
ΕΛΛΑΔΑ	Λάρισα	39.65	22.45	72	X	X
ΕΛΛΑΔΑ	Μεθώνη	36.83	21.7	51	X	X
ΕΛΛΑΔΑ	Σούδα	35.48	24.12	146	X	X
ΕΛΛΑΔΑ	Τανάγρα	38.32	23.53	140		X
ΕΛΛΑΔΑ	Φλώρινα	40.78	21.4	662		X
ΕΛΛΑΔΑ	Χανιά	35.5	24.03	151	X	X
ΙΣΡΑΗΛ	Beer Sheva	31.23	34.78	270	X	
ΙΣΡΑΗΛ	Elat	29.55	34.95	12		X
ΙΣΡΑΗΛ	Jerusalem C	31.77	35.22	815	X	
ΙΣΡΑΗΛ	Tel Aviv R	32.1	34.78	3	X	
ΙΤΑΛΙΑ	Bologna	44.5	11.35	53	X	X
ΙΤΑΛΙΑ	Brindisi	40.63	17.93	10	X	X
ΙΤΑΛΙΑ	Cagliari	39.23	9.05	21	X	X
ΙΤΑΛΙΑ	Capo B	39.93	9.72	138	X	X
ΙΤΑΛΙΑ	Genoa	44.41	8.93	55	X	
ΙΤΑΛΙΑ	Mantova	45.16	10.8	46	X	
ΙΤΑΛΙΑ	Milan	45.47	9.19	150	X	X
ΙΤΑΛΙΑ	Monte C	44.2	10.7	2165	X	X
ΙΤΑΛΙΑ	Monte S	41.2	15.95	844		X
ΙΤΑΛΙΑ	Paganella	46.15	11.03	2125		X
ΙΤΑΛΙΑ	Palermo	38.11	13.35	37	X	
ΙΤΑΛΙΑ	Pesaro	43.91	12.9	11	X	
ΙΤΑΛΙΑ	Roma C	41.78	12.58	105	X	X
ΙΤΑΛΙΑ	Verona V	45.38	10.87	68	X	X
ΙΤΑΛΙΑ	Vigna Di Valle	42.08	12.22	266	X	X
ΚΡΟΑΤΙΑ	Gospic	44.55	15.37	564		X
ΚΡΟΑΤΙΑ	Hvar	43.17	16.45	20	X	X
ΚΡΟΑΤΙΑ	Lastovo	42.77	16.9	186	X	X
ΚΡΟΑΤΙΑ	Osijek	45.53	18.63	88	X	X
ΚΡΟΑΤΙΑ	Rijeka	45.33	14.45	120	X	X
ΚΡΟΑΤΙΑ	Split Marjan	43.52	16.43	122	X	X
ΚΡΟΑΤΙΑ	Zagreb - Gric	45.82	15.97	156	X	X
ΚΡΟΑΤΙΑ	Zavizan	44.82	14.98	1594	X	X
ΚΥΠΡΟΣ	Αθαλάσσα	35.15	33.4	162	X	
ΚΥΠΡΟΣ	Αμίαντος	34.93	32.92	1360	X	
ΚΥΠΡΟΣ	Λάρνακα	34.88	33.63	1	X	
ΚΥΠΡΟΣ	Λεμεσός	34.67	33.05	5	X	
ΚΥΠΡΟΣ	Λευκωσία	35.17	33.35	160	X	
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	Arad	46.13	21.35	116	X	X
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	Bacau	46.53	26.92	184	X	X
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	Baia Mare	47.67	23.5	216	X	
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	Bistrita	47.15	24.5	367	X	X
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	Botosani	47.68	26.67	161	X	X
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	Bucuresti F	44.42	26.1	82	X	
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	Bucuresti B	44.52	26.08	90	X	X
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	Buzau	45.13	26.85	97	X	X
ΡΟΥΜΑΝΙΑ	Calarati	44.2	27.33	18	X	X

POYMANIA	Caransebes	45.42	22.25	241	X	X
POYMANIA	Cluj Napoca	46.78	23.57	410	X	X
POYMANIA	Constanta	44.22	28.63	13	X	X
POYMANIA	Craiova	44.23	23.87	192	X	X
POYMANIA	Deva	45.87	22.9	230	X	
POYMANIA	Drobeta T	44.63	22.63	77	X	X
POYMANIA	Galati	45.5	28.02	71	X	X
POYMANIA	Iasi	47.17	27.63	102	X	X
POYMANIA	Miercurea C	46.37	25.73	661	X	X
POYMANIA	Ramnicu V	45.1	24.37	239	X	X
POYMANIA	Rosiori	44.1	24.98	102	X	X
POYMANIA	Sibiu	45.8	24.15	444	X	
POYMANIA	Sulina	45.17	29.73	3	X	X
POYMANIA	Tg Jui	45.03	23.27	203	X	
POYMANIA	Tulcea	45.18	28.82	4	X	X
POYMANIA	Turnu M	43.75	24.88	30	X	
POYMANIA	Varfu O	45.45	25.45	2504	X	X
ΣΕΡΒΙΑ	Belgrade	44.8	20.47	132	X	X
ΣΕΡΒΙΑ	Nis	43.73	21.9	201	X	X
ΣΕΡΒΙΑ	Novi Sad	45.33	19.85	84	X	X
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Cankova	46.7	16	212	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Cerovec	45.7	15.2	190	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Circulane	46.3	16	241	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Crna Vas	46.	14.5	288	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Domzale	46.1	14.6	295	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Jelenlol	46.4	14.3	760	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Kancevci	46.8	16.2	343	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Kredarica	46.38	13.85	2514	X	X
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Ljubljana B	46.07	14.52	299	X	X
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Lokavec	45.9	13.6	183	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Maribor L	46.5	15.7	264		X
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Nova V	45.8	14.5	722		X
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Podlipje	46.6	15.2	760	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Ratece P	46.5	13.7	864		X
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Razdrto	45.8	14.1	577	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Ribnica N	46.5	15.3	600	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Seca	45.5	13.6	2	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Semic	45.6	15.2	249	X	
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Smartno P	46.5	15.1	444		X
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Starse	46.5	15.8	240		X
ΣΛΟΒΕΝΙΑ	Zusem	46.2	15.5	623	X	
ΤΟΥΡΚΙΑ	Finike	36.32	30.15	2		X
ΤΟΥΡΚΙΑ	Isparta	37.75	30.55	997		X
ΤΟΥΡΚΙΑ	Istanbul	40.97	29.08	33		X
ΤΟΥΡΚΙΑ	Kastamonu	41.37	33.78	800		X
ΤΟΥΡΚΙΑ	Rize	41.03	40.52	9	X	X
ΤΟΥΡΚΙΑ	Sivas	39.75	37.02	1285		X
FYROM	Prilep	41.33	21.57	673	X	

3.2 Κλιματικοί δείκτες

Για την μελέτη των ακραίων κλιματικών φαινομένων που αφορούν στη βροχόπτωση και τη θερμοκρασία στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων επιλέχθηκε η χρησιμοποίηση των κλιματικών δεικτών, αφού πρόκειται για μια εύχρηστη και αξιόπιστη μεθοδολογία, η οποία είναι ανεξάρτητη του κάθε σταθμού και επιτρέπει να γίνονται συγκρίσεις των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών περιοχών. Παρακάτω παρατίθενται οι ακραίοι δείκτες της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης και της ξηρασίας οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία. Η επιλογή τους έγινε με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να είναι ομοιογενείς για τη περιοχή μελέτης και για να βγουν όσο το δυνατό πιο ασφαλή συμπεράσματα για την επίδραση των ακραίων φαινομένων στην ανθρώπινη κοινωνία και στο περιβάλλον χρησιμοποιώντας κυρίως σταθερά όρια. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι ως ξηρή (υγρή) ημέρα ορίστηκε η μέρα με ημερήσιο ποσό βροχόπτωσης μικρότερο (μεγαλύτερο ή ίσο) του 1 mm.

3.2.1 Δείκτες θερμοκρασίας

Max length of TG>25 deg είναι ο δείκτης ο οποίος μας δίνει το μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ημερών (**days**) όταν η ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία είναι πάνω από 25 °C, για μια περίοδο j.

Nb of summer days είναι ο δείκτης που μας δίνει το σύνολο των ημερών (**days**) όταν η ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία είναι πάνω από 25 °C, για μια περίοδο j.

Nb of hot days είναι ο δείκτης που μας δίνει το σύνολο των ημερών (**days**) όταν η ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία είναι πάνω από 30 °C, για μια περίοδο j.

Nb of very cold nights είναι ο δείκτης που μας δίνει το σύνολο των ημερών (**days**) όταν η ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία είναι κάτω από -5 °C, για μια περίοδο j.

Nb of frost nights είναι ο δείκτης που μας δίνει το σύνολο των ημερών (**days**) όταν η ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία είναι κάτω από 0 °C, για μια περίοδο j.

Nb of tropical nights είναι ο δείκτης που μας δίνει το σύνολο των ημερών (**days**) όταν η ελάχιστη θερμοκρασία είναι πάνω από 25 °C, για μια περίοδο j.

Annual 90p είναι ο δείκτης ο οποίος μας δείχνει ποιά ήταν η θερμοκρασία (°C) στο 90^ο εκατοστημόριο της ετήσιας μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.

Summer 90p είναι ο δείκτης ο οποίος μας δείχνει ποιά ήταν η θερμοκρασία (°C) στο 90^ο εκατοστημόριο της καλοκαιρινής μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.

Winter 90p είναι ο δείκτης ο οποίος μας δείχνει ποιά ήταν η θερμοκρασία (°C) στο 90^ο εκατοστημόριο της χειμερινής μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.

Annual 10p είναι ο δείκτης ο οποίος μας δείχνει ποιά ήταν η θερμοκρασία (°C) στο 10^ο εκατοστημόριο της ετήσιας μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.

Summer 10p είναι ο δείκτης ο οποίος μας δείχνει ποιά ήταν η θερμοκρασία (°C) στο 10^ο εκατοστημόριο της καλοκαιρινής μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.

Winter 10p είναι ο δείκτης ο οποίος μας δείχνει ποιά ήταν η θερμοκρασία (°C) στο 10^ο εκατοστημόριο της χειμερινής μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.

Annual evolution είναι ο δείκτης ο οποίος μας δίνει την διαφορά των θερμοκρασιών (°C) της μέγιστης μέσης μέγιστης θερμοκρασίας και της ελάχιστης μέσης μέγιστης θερμοκρασίας.

3.2.2 Δείκτες βροχόπτωσης

CWD είναι ο δείκτης που μας δηλώνει τον μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ημερών (**days**) που είχαμε βροχή ($RR_{ij} \geq 1 \text{ mm}$) την περίοδο j.

CWD 10 είναι ο δείκτης που μας δηλώνει τον μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ημερών (**days**) όταν η ημερήσια ποσότητα βροχής είναι ίση ή μεγαλύτερη των 10mm ($RR_{ij} \geq 10 \text{ mm}$) την περίοδο j.

CWD 20 είναι ο δείκτης που μας δηλώνει τον μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ημερών (**days**) όταν η ημερήσια ποσότητα βροχής είναι ίση ή μεγαλύτερη των 20mm ($RR_{ij} \geq 20\text{mm}$) την περίοδο j.

RR1 είναι ο δείκτης που μας δίνει το σύνολο των ημερών (**days**) που έβρεξε για μια περίοδο j ($RR_{ij} > 1\text{mm}$).

R10mm είναι ο δείκτης που μας δίνει το σύνολο των ημερών (**days**) όταν η ημερήσια ποσότητα βροχής είναι ίση ή μεγαλύτερη των 10mm ($RR_{ij} \geq 10\text{mm}$) για μια περίοδο j.

R20mm είναι ο δείκτης που μας δίνει το σύνολο των ημερών (**days**) όταν η ημερήσια ποσότητα βροχής είναι ίση ή μεγαλύτερη των 20mm ($RR_{ij} \geq 20\text{mm}$) για μια περίοδο j.

RX3day είναι ο δείκτης που μας δίνει την μέγιστη ποσότητα βροχόπτωσης (**mm**) για τρεις συνεχόμενες μέρες. Αν θεωρήσουμε RR_{kj} είναι η ποσότητα της βροχόπτωσης για διάστημα k τριών ημερών την περίοδο j, όπου το k καθορίζεται από την τελευταία μέρα, τότε $RX3day\ j = \max(RR_{kj})$.

SDII είναι ο δείκτης που μας δείχνει την ένταση της βροχόπτωσης για μια περίοδο j (**mm/wet days**) και δίνεται από τον τύπο:

$$SDIIj = \sum_{w=1}^w \frac{RR_{wj}}{w} \quad (3.1),$$

όπου RR_{wj} είναι το ημερήσιο ποσό βροχόπτωσης για τις υγρές μέρες w ($RR_{ij} \geq 1\text{mm}$).

3.2.3 Δείκτες ξηρασίας

CDD είναι ο δείκτης που μας δίνει την πληροφορία για το μέγιστο αριθμών συνεχόμενων ημερών (**days**) που είχαμε ξηρασία ($RR < 1\text{mm}$) μια περίοδο j.

R<1mm είναι ο δείκτης που μας δίνει το σύνολο των ημερών (**days**) όταν η ημερήσια ποσότητα βροχής είναι μικρότερη του 1mm ($RR_{ij} < 1\text{mm}$) για μια περίοδο j.

Drought start είναι ο δείκτης που μας δίνει την πληροφορία για το ποιά είναι η πρώτη μέρα (**day**) που ξεκινάει η περίοδος της ξηρασίας μιας περιόδου j

Drought end είναι ο δείκτης που μας δίνει την πληροφορία για το ποιά είναι η τελευταία μέρα (**day**) που σταματάει η περίοδος της ξηρασίας μιας περιόδου j.

3.3 Υπολογισμός τάσεων

Ο υπολογισμός των μέσων πεδίων (βροχή, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία) σε ετήσια και εποχιακή βάση και των ακραίων δεικτών έγινε με την βοήθεια κατάλληλου κώδικα μέσω της χρήσης του λογισμικού IDL 7.

Για την αποτύπωση της πιθανής κλιματικής μεταβολής που υφίστανται τα πεδία και οι ακραίοι δείκτες που μελετήθηκαν, υπολογίστηκαν οι τάσεις τους. Ο έλεγχος για το αν αυτές οι τάσεις είναι σημαντικές έγινε μέσω της κατανομής t-student, η οποία χρησιμοποιείται για τους ελέγχους υποθέσεων, σε δίπλευρο έλεγχο για N-2 βαθμούς ελευθερίας, όπου N το μέγεθος του δείγματος, ορίζοντας στάθμη σημαντικότητας 0.05. Σε αυτό το σημείο ακολουθεί ο υπολογισμός της τάσης (b) και οι εξισώσεις ελέγχου για δείγμα ζεύγους $X_i Y_i$ ($i=1,2,\dots,N$).

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i * Y_i) - \frac{(\sum_{i=1}^N X_i) * (\sum_{i=1}^N Y_i)}{N}}{\sum_{i=1}^N X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N X_i)^2}{N}} \quad (3.2)$$

Για να διαπιστώσουμε αν η τάση αυτή είναι σημαντική πραγματοποιήθηκε η ακόλουθη διαδικασία.

$$S^2_{Y,X} = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N Y_i)^2}{N} - \frac{\left(\sum_{i=1}^N X_i * Y_i - \frac{\sum_{i=1}^N X_i * \sum_{i=1}^N Y_i}{N} \right)^2}{\sum_{i=1}^N X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N X_i)^2}{N}}}{N-2} \quad (3.3),$$

όπου $S_{Y,X}$ ορίζεται σαν το τυπικό σφάλμα εκτίμησης που είναι αντίστοιχο της δειγματικής τυπικής απόκλισης σε ένα δείγμα μιας μεταβλητής.

$$S^2_b = \frac{S^2_{Y,X}}{\sum_{i=1}^N X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^N X_i)^2}{N}} \quad (3.4),$$

όπου S_b ορίζεται σαν το τυπικό σφάλμα του b.

$$t = \frac{b}{s_b} \quad (3.5)$$

Η τιμή του t στη συνέχεια συγκρίνεται με την κρίσιμη τιμή t_α της t - κατανομής σε δίπλευρο έλεγχο για $N-2$ βαθμούς ελευθερίας, όπου α είναι η στάθμη σημαντικότητας. Αν $|t| > t_\alpha$ τότε η τιμή της τάσης b είναι σημαντική.

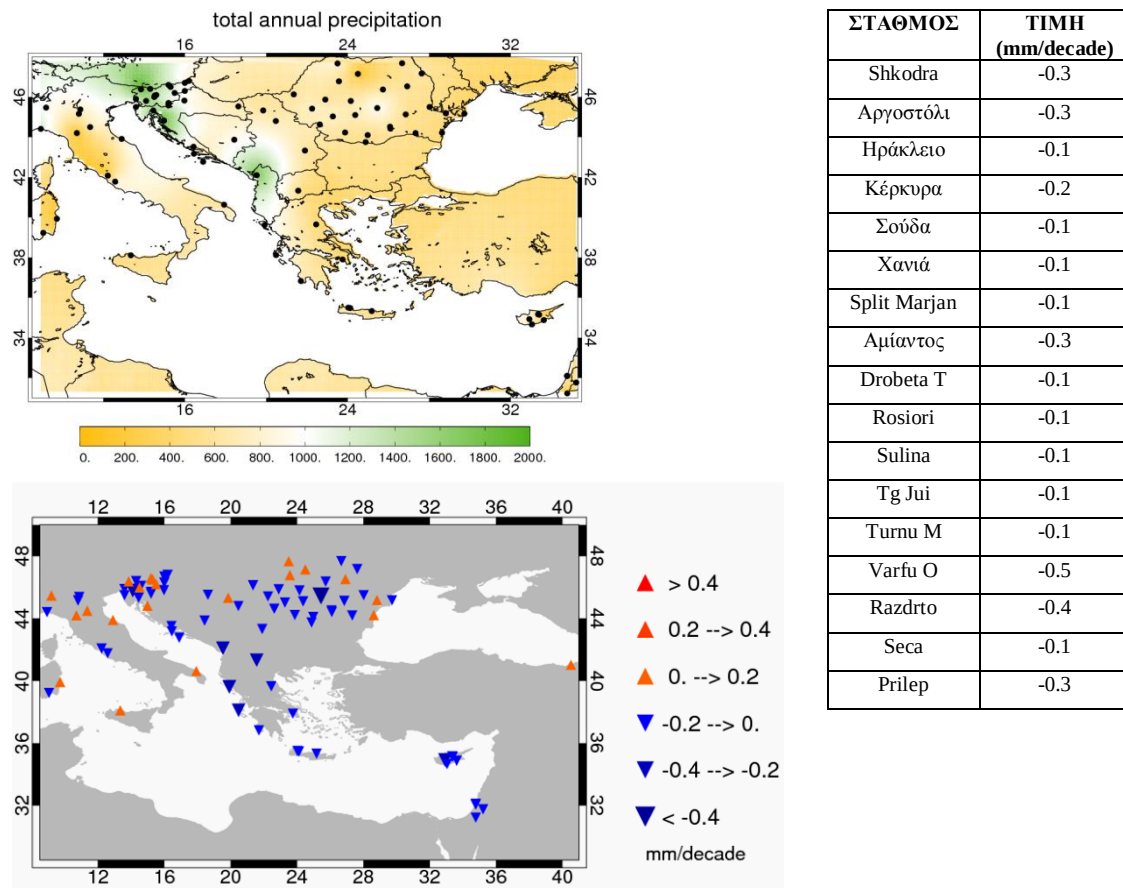
Επίσης, μέσω του προαναφερθέντος λογισμικού έγινε και η γραφική απεικόνιση όλων των χωρικών κατανομών των μελετούμενων παραμέτρων και των τάσεων τους. Ο υπολογισμός έγινε για τους σταθμούς οι οποίοι παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 3.1 και για την χρονική περίοδο 1961 – 2000, και όσον αφορά τις εποχές ακολουθήθηκε ο τυπικός ορισμός τους: χειμώνας (Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος) άνοιξη (Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος) καλοκαίρι (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) και φθινόπωρο (Σεπτέμβριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος), όπου στο χειμώνα χρησιμοποιήθηκε ο Δεκέμβριος του προηγούμενου έτους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν από τη μελέτη του πεδίου της βροχόπτωσης για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων, την περίοδο 1961 – 2000. Στο πρώτο μέρος γίνεται αναφορά στην χωρική κατανομή της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης και στο δεύτερο στις κατανομές των ακραίων δεικτών της βροχόπτωσης και της ξηρασίας. Σε κάθε κατανομή παρατίθεται η τάση της καθώς και ο πίνακας με τους σταθμούς για τους οποίους η τάση αυτή είναι σημαντική.

4.1 Χωρική κατανομή της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης

Η κατανομή της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 4.1, δείχνει ότι με εξαίρεση τις περιοχές της Κροατίας, Σλοβενίας και Αλβανίας το μέσο ποσό βροχής το χρόνο είναι 400 έως 800 mm. Αντίθετα, σε αυτές τις περιοχές διακρίνεται μια έντονη βροχόπτωση, η οποία κυμαίνεται από 1400 έως 2000 mm. Γενικά, παρατηρείται μια ασθενής τάση προς ξηρότερες συνθήκες, πλην κάποιων εξαιρέσεων, το οποίο έρχεται σε αρκετά καλή συμφωνία με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί τις τελευταίες δεκαετίες στην περιοχή της Μεσογείου (Türkes 1996, Tolika et al. 2004, Kutiel et al. 1996, Türkes 2003, Kostopoulou and Jones 2005, Parry 2000). Πιο συγκεκριμένα, στους περισσότερους σταθμούς διακρίνεται μείωση της βροχόπτωσης που κυμαίνεται από 0 έως 0.2 mm ανά δεκαετία για στάθμη σημαντικότητας 5%, από το οποίο συνεπάγεται ότι στις περιοχές αυτές το ύψος της βροχόπτωσης μειώνεται ελαφρώς ανά δεκαετία. Σε ορισμένους σταθμούς μάλιστα έχουμε μείωση μεγαλύτερη των 0.2 mm, όπως αυτούς στη Δυτική Ελλάδα και την Αλβανία. Παρόλα αυτά, υπάρχουν λίγοι στον αριθμό σταθμοί στη Σλοβενία και στη Ρουμανία στους οποίους παρατηρείται μια ελαφριά αύξηση. Τέλος, στην Ιταλία διακρίνεται μια ανάμεικτη κατάσταση με την τάση όμως να μην είναι σημαντική.



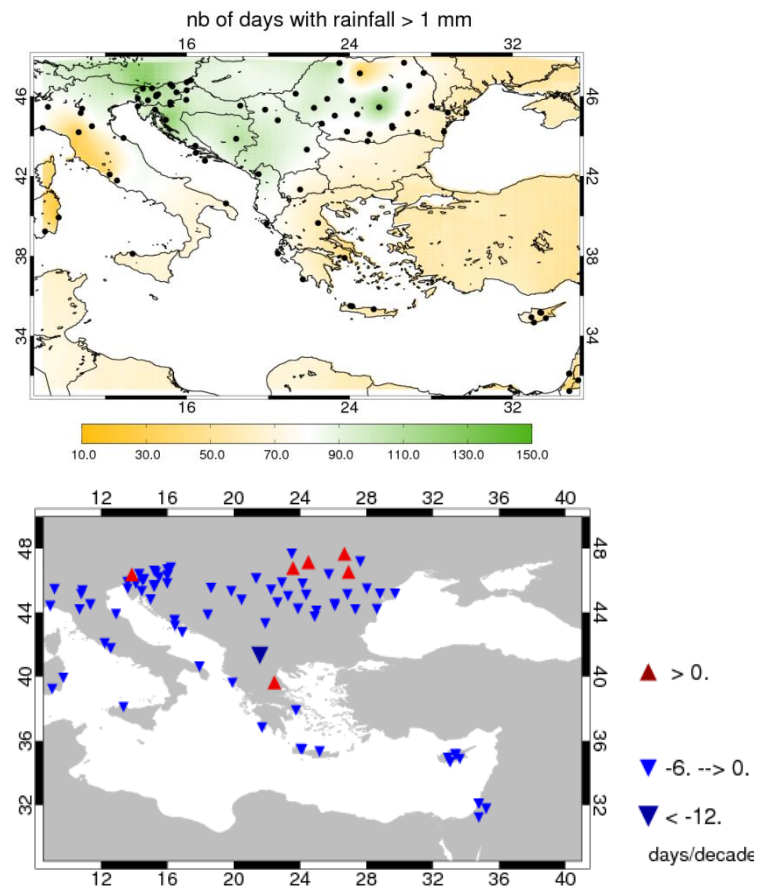
Σχήμα 4.1 Χωρική κατανομή της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης (mm) και οι τάσεις αυτής (mm/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

4.2 Χωρική κατανομή των ακραίων φαινομένων της βροχόπτωσης

Σε αυτό το μέρος γίνεται η ανάλυση της χωρικής κατανομής των δεικτών οι οποίοι σχετίζονται με τη βροχόπτωση για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων. Αρχικά γίνεται αναφορά στους δείκτες που σχετίζονται με τον μέσο ετήσιο αριθμό ημερών για διάφορα ύψη βροχόπτωσης και εν συνεχεία στο μέγιστο ετήσιο ποσό βροχόπτωσης για τρεις συνεχόμενες ημέρες και στην ετήσια ένταση της βροχόπτωσης.

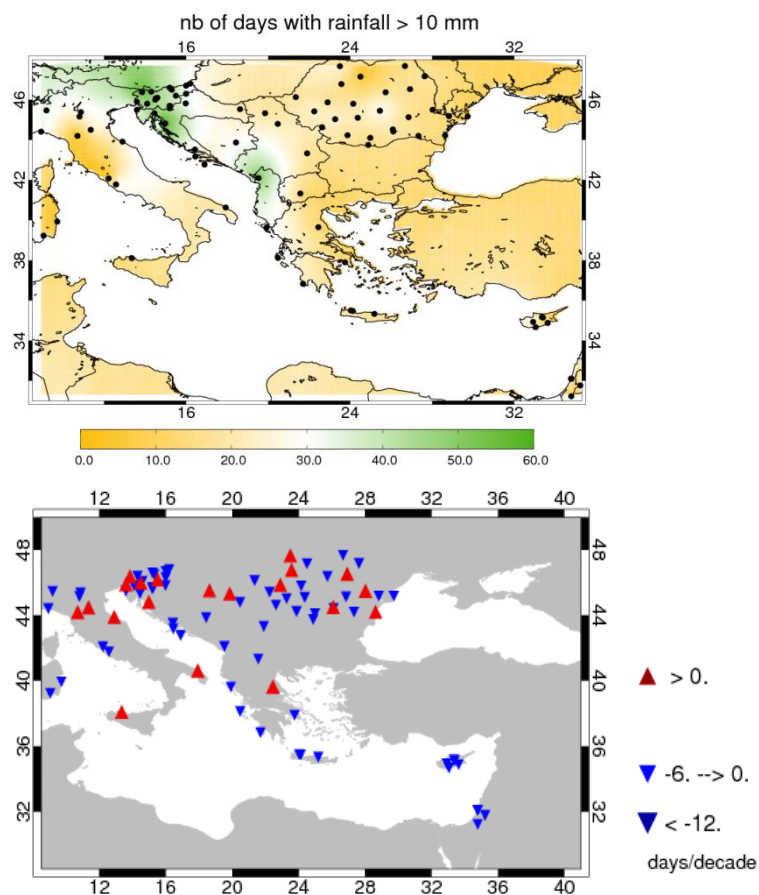
Η αρχή στην αναφορά μας στην χωρική κατανομή των ακραίων της βροχόπτωσης γίνεται με τους δείκτες RR1, RR10, RR20 που δηλώνουν το μέσο ετήσιο αριθμό ημερών για ημερήσια βροχόπτωση μεγαλύτερη του (α) 1mm, των (β) 10 mm και (γ) 20 mm αντίστοιχα. Αυτό που γίνεται αρχικά αντιληπτό είναι ότι στις περιοχές τις Σλοβενίας, Κροατίας και Αλβανίας υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ημερών βροχόπτωσης σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ανατολικής Μεσογείου

και Βαλκανίων. Ο αριθμός αυτός κυμαίνεται από 100 έως 130, 40 έως 60 και 25 έως 30 μέρες για ημερήσια βροχόπτωση μεγαλύτερη του 1 mm, των 10 mm και 20 mm αντίστοιχα. Αντίθετα στις υπόλοιπες περιοχές ο ετήσιος αριθμός βροχόπτωσης κυμαίνεται σε χαμηλότερα επίπεδα με ποιο έντονο το φαινόμενο σε αρκετές περιοχές της Ρουμανίας, της Ιταλίας, της Ελλάδας, της Κύπρου και του Ισραήλ με τον αριθμό των ημερών για βροχόπτωση άνω των 10 mm να κυμαίνεται από 0 έως 30 κατά μέσο όρο τον χρόνο και για βροχόπτωση άνω των 20 mm από 0 έως 10 μέρες. Για βροχόπτωση μεγαλύτερη του 1 mm οι μέσες ετήσιες μέρες κυμαίνονται από 10 έως 70 με εξαίρεση την Ρουμανία στην οποία κυμαίνονται από 70 έως 110. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι διακρίνεται μια τάση μείωσης του αριθμού των ημερών βροχόπτωσης και ειδικότερα για την βροχόπτωση άνω του 1 mm με τον αριθμό αυτό να κυμαίνεται από 0 έως 6 μέρες ανά δεκαετία. Σύμφωνα με την μελέτη των Frich et al. (2002) διακρίνεται μια τάση μείωσης του αριθμού των ημερών για βροχόπτωση άνω των 10 mm στο ανατολικό τμήμα της Μεσογείου σε αντίθεση με την θετική τάση που διαφαίνεται παγκοσμίως. Αυτή η μελέτη έρχεται σε καλή συμφωνία με τις τάσεις που φαίνονται στα σχήματα 4.3(β) και 4.3(γ) από τα οποία παρατηρείται μείωση του αριθμού των ημερών για βροχόπτωση άνω των 10 και 20 mm, με εξαίρεση αρκετούς σταθμούς στη Ρουμανία, τη Σλοβενία και την Ιταλία στους οποίους διαφαίνεται μια τάση αύξησης του αριθμού των ημερών βροχής, η οποία όμως δεν είναι σημαντική. Είναι άξιο αναφοράς ότι και άλλες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων, όπως των Kostopoulou and Jones (2005), εξάγουν σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα.



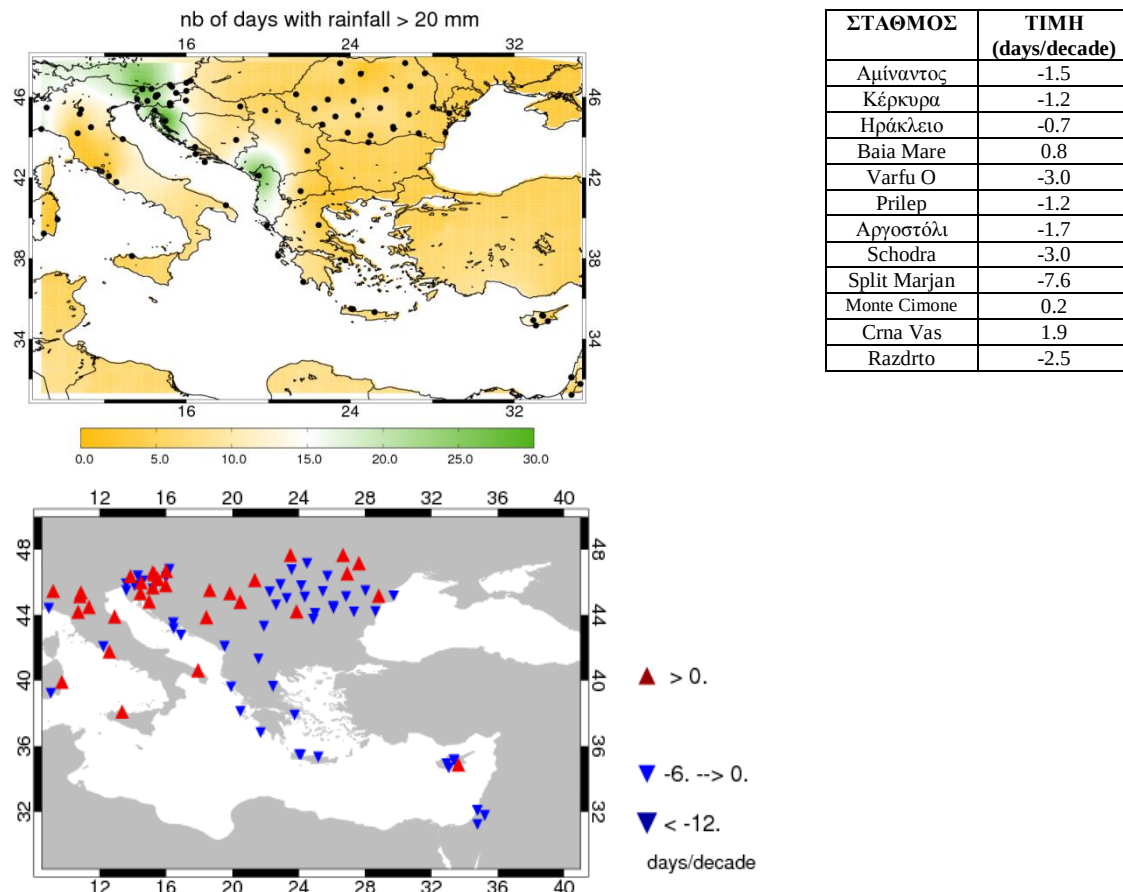
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (days/decade)
Αμιάντος	-5.8
Λάρνακα	-2.0
Λεμεσός	-2.6
Κέρκυρα	-5.6
Ελληνικό	-3.0
Ηράκλειο	-2.7
Mantova	-3.7
Verona V	-3.8
Droeta T	-4.6
Turnu M	-4.3
Varfu O	-11.1
Ljubljana B	-3.4
Prilep	-14.1
Σούδα	-2.9
Αργοστόλι	-8.6
Χανιά	-3.7
Iasi	-3.1
Sulina	-2.5
Rosiori	-3.9
Shkodra	-6.0
Split Marjan	-4.0
Lastovo	-4.5
Hvar	-4.4
Ramnicu V	-4.0
Monte Cimone	-2.5
Seca	-3.1
Domzale	-3.4
Semic	-3.6
Cankova	-3.9
Razdrto	-3.6

Σχήμα 4.2(α) Χωρική κατανομή του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών για βροχόπτωση μεγαλύτερη του 1 mm και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.



ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (days/decade)
Αμιάντος	-2.3
Λάρνακα	-1.2
Λευκωσία	-1.1
Κέρκυρα	-2.6
Ηράκλειο	-1.5
Baia Mare	1.7
Drobeta T	-1.8
Varfu O	-7.7
Prilep	-3.5
Σούδα	-1.9
Αργοστόλι	-4.0
Αθαλάσσα	-1.1
Χανιά	-1.5
Sulina	-0.9
Rosiori	-1.5
Shkodra	-3.6
Split Marjan	-1.9
Monte Cimone	0.3
Cirkulane	-2.1
Seca	-2.2
Jelendol	-2.5
Razdrto	-3.4

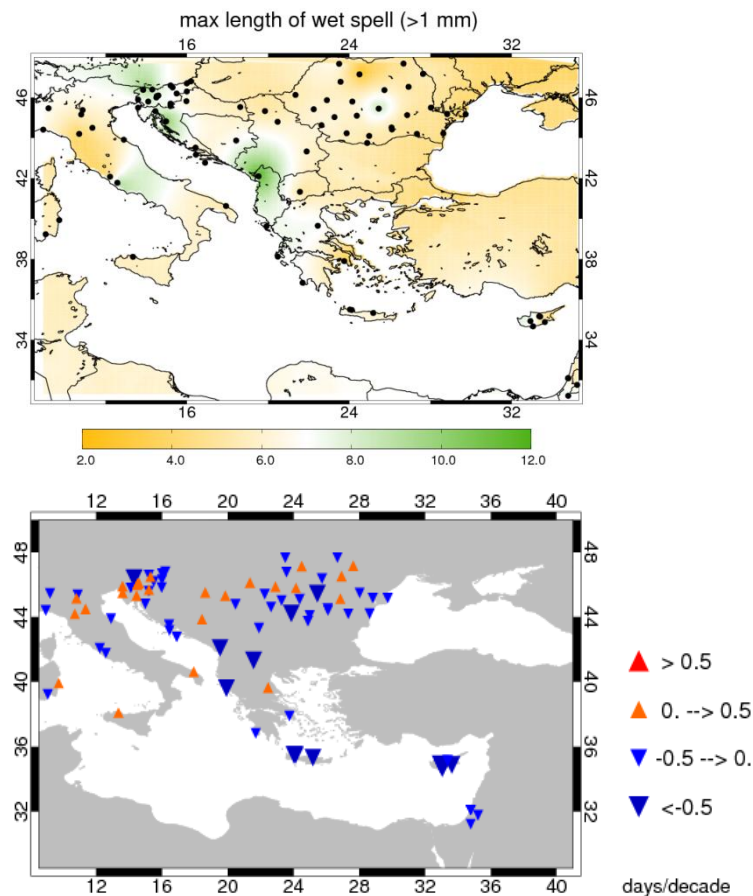
Σχήμα 4.2(β) Χωρική κατανομή του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών για βροχόπτωση μεγαλύτερη των 10 mm και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.



Σχήμα 4.2(γ) Χωρική κατανομή του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών για βροχόπτωση μεγαλύτερη των 20 mm και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

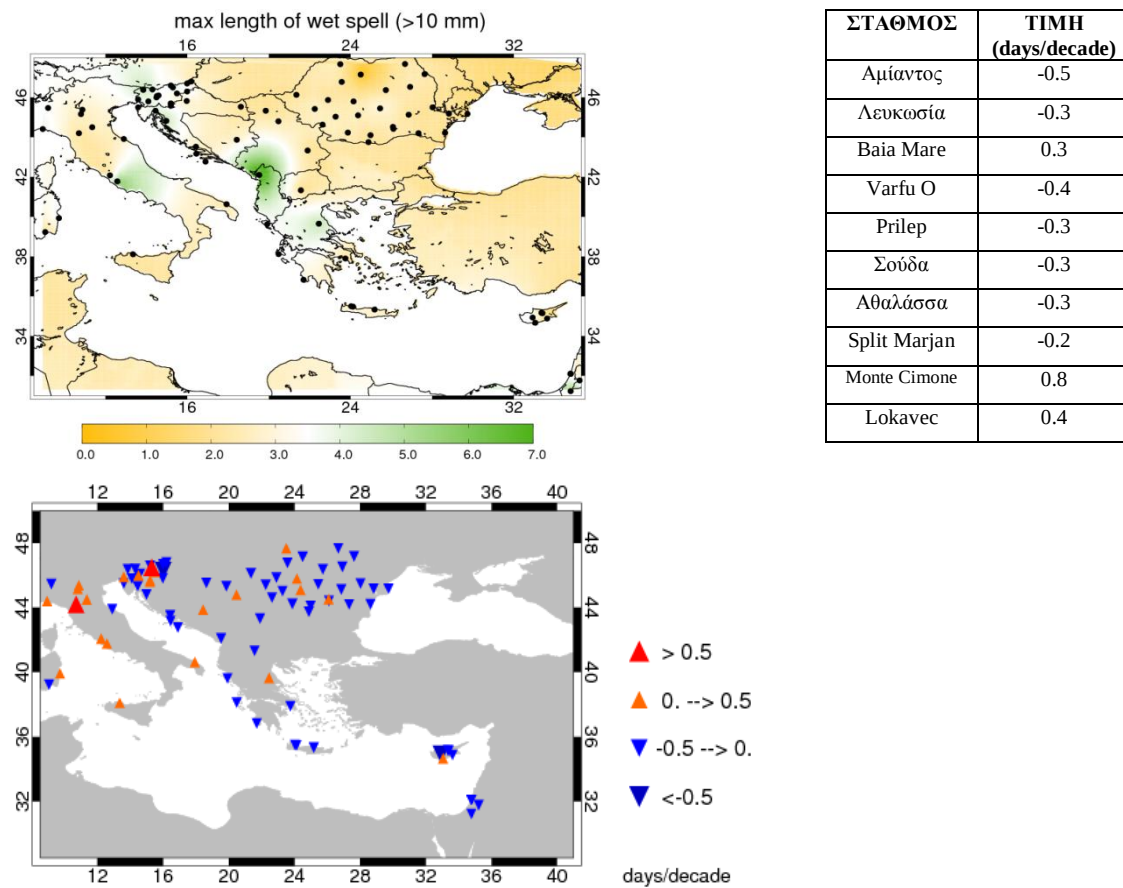
Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στην χωρική κατανομή των δεικτών CWD, CWD10, CWD20 που δηλώνουν τον ετήσιο μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ημερών για ημερήσια βροχόπτωση μεγαλύτερη του (α) 1mm, των (β) 10 mm και (γ) 20 mm αντίστοιχα. Στην πλειοψηφία των σταθμών για βροχόπτωση μεγαλύτερη του 1mm ο μέσος ετήσιος αριθμός των συνεχόμενων ημερών κυμαίνεται από 2 έως 8 μέρες με εξαίρεση τις χώρες της Σλοβενίας, Κροατίας και Αλβανίας όπου ξεπερνάει αυτό το εύρος φτάνοντας μέχρι και τις 10 μέρες. Όσον αφορά τον αριθμό συνεχόμενων ημερών για βροχόπτωση μεγαλύτερη των 10 και 20 mm αυτός κυμαίνεται από 0 έως 4 μέρες και από 0 έως 2 μέρες αντίστοιχα με εξαίρεση τις περιοχές της Σλοβενίας, Κροατίας, Αλβανίας και της κεντρικής Ελλάδας όπου φτάνει μέχρι και τις 6 και τις 4 μέρες αντίστοιχα. Από τους χάρτες των τάσεων αυτών των δεικτών διακρίνεται για την πλειοψηφία των σταθμών μια μη σημαντική μείωση των συνεχόμενων ημερών η οποία κυμαίνεται από 0 έως 0.5 ανά δεκαετία. Ειδικότερα για βροχόπτωση άνω του 1 mm αυτό το εύρος ξεπερνάτε σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας και της Κύπρου και

σε μεμονωμένες περιοχές της Σλοβενίας και της Ρουμανίας. Όσον αφορά τις βροχοπτώσεις άνω των 10 και 20 mm δεν παρατηρείται τόσο έντονη μείωση. Αντίθετα υπάρχουν περιοχές στην Ιταλία και Σλοβενία όπου η τάση αύξησης των συνεχόμενων ημερών ξεπερνάει τις 0.5 μέρες ανά δεκαετία.

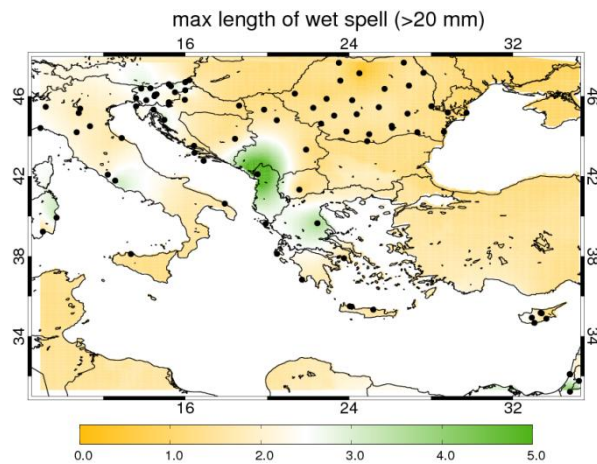


ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (days/decade)
Λάρνακα	-0.7
Λεμεσός	-0.6
Κέκυρα	-0.9
Ηράκλειο	-0.6
Genoa	-0.3
Brindisi	0.4
Prilep	-0.8
Σούδα	-0.8
Αργοστόλι	-1.1
Χανιά	-1.1
Sulina	-0.3
Kredarica	-1.2
Jelendol	-0.9
Lokavec	0.5

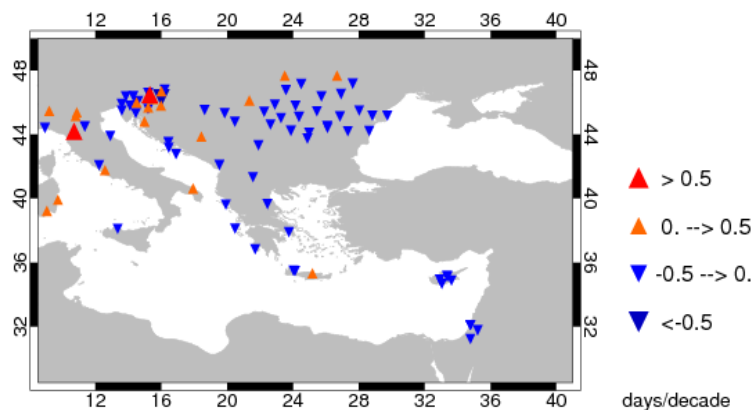
Σχήμα 4.3(α) Χωρική κατανομή των μέγιστων ετήσιων συνεχόμενων ημερών για βροχόπτωση μεγαλύτερη του 1 mm και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.



Σχήμα 4.3(β) Χωρική κατανομή των μέγιστων ετήσιων συνεχόμενων ημερών για βροχόπτωση μεγαλύτερη των 10 mm και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

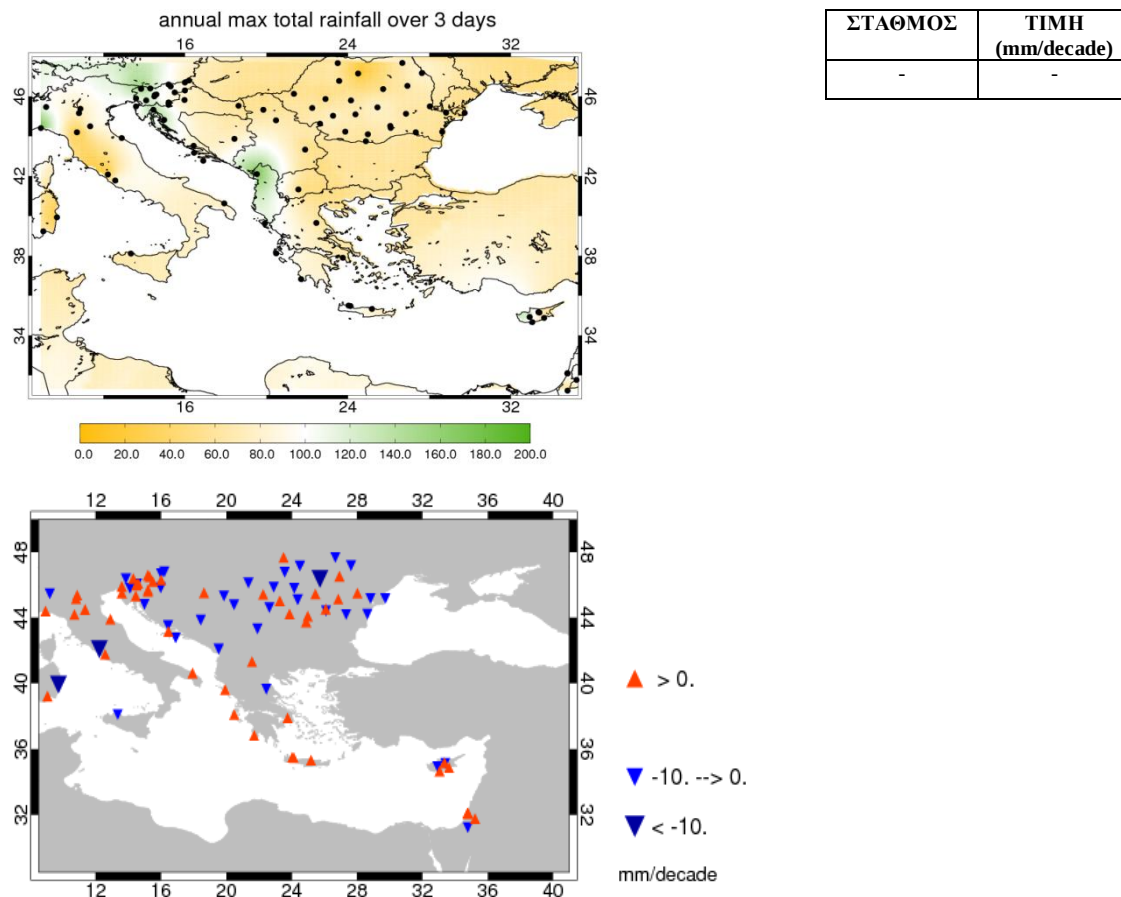


ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (days/decade)
Αμιάντος	-0.3
Roma C	0.3
Tg Jiu	-0.2
Varfu O	-0.2
Prilep	-0.2
Botosani	0.2
Monte Cimone	0.9



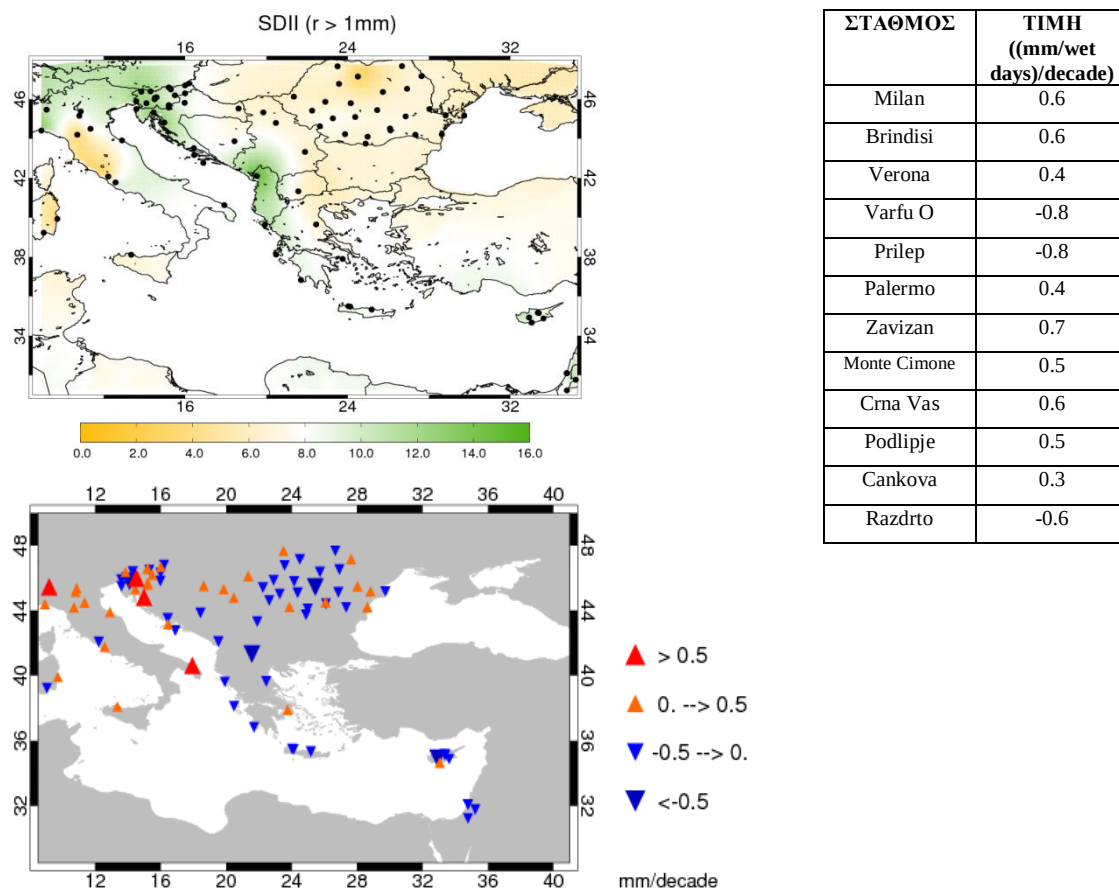
Σχήμα 4.3(γ) Χωρική κατανομή των μέγιστων ετήσιων συνεχόμενων ημερών για βροχόπτωση μεγαλύτερη των 20 mm και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

Ο επόμενος δείκτης για την βροχόπτωση είναι ο RX3day που δίνει την μέγιστη ετήσια ποσότητα βροχόπτωσης σε διάστημα τριών συνεχόμενων ημερών με τα αποτελέσματα αυτά να σχετίζονται με τα σχήματα 4.2(β) και 4.2(γ). Αναλυτικότερα, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.4 το ποσό αυτό κυμαίνεται από 40 έως 100 mm με εξαίρεση τις χώρες της Σλοβενίας, Κροατίας και Αλβανίας στις οποίες υπερβαίνεται αυτό το εύρος φτάνοντας μέχρι τα 160 mm. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην πλειοψηφία των σταθμών παρατηρείται αύξηση του ποσού βροχής ανά δεκαετία, η οποία όμως δεν είναι σημαντική, πλην αρκετών περιοχών στη Ρουμανία και μεμονωμένων στην Ιταλία όπου παρατηρείται μια μη σημαντική μείωση από 0 έως 10 mm.



Σχήμα 4.4 Χωρική κατανομή του μέγιστου ετήσιου ποσού βροχόπτωσης τριών συνεχόμενων ημερών και οι τάσεις αυτής (mm/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

Όσον αφορά τον δείκτη SDII, ο οποίος δηλώνει την μέση ετήσια ένταση της βροχόπτωσης μεγαλύτερης του 1 mm, προκύπτει ότι στην πλειοψηφία των σταθμών η ένταση της βροχόπτωσης κυμαίνεται από 4 έως 10 mm/wet day και είναι πιο έντονη στην Σλοβενία, Κροατία, Βόρεια Ιταλία και Αλβανία όπου φτάνει μέχρι τα 14 mm/wet day. Γενικά, διακρίνεται μια τάση μείωσης της έντασης της βροχόπτωσης ανά δεκαετία που κυμαίνεται από 0 έως 0.5 mm/wet day και σε ορισμένους σταθμούς φτάνει ακόμα και τα 0.8 mm/wet day. Αντίθετο σκηνικό διακρίνεται στις χώρες της Ιταλίας, Σλοβενίας και Κροατίας όπου διαφαίνεται τάση αύξησης ανά δεκαετία που κυμαίνεται από 0 έως 0.5 mm/wet day και σε ορισμένους σταθμούς μάλιστα η τάση φτάνει μέχρι τα 0.7 mm/wet day. Στα ίδια σχεδόν συμπεράσματα καταλήγει και η μελέτη των Frich et al. (2002) κατά την οποία διαπιστώθηκαν θετικές τάσεις για την Ιταλική Χερσόνησο με επεισόδια ισχυρής βροχόπτωσης ενώ αρνητικές τάσεις διαπιστώθηκαν για τις ανατολικότερες περιοχές της Μεσογείου.



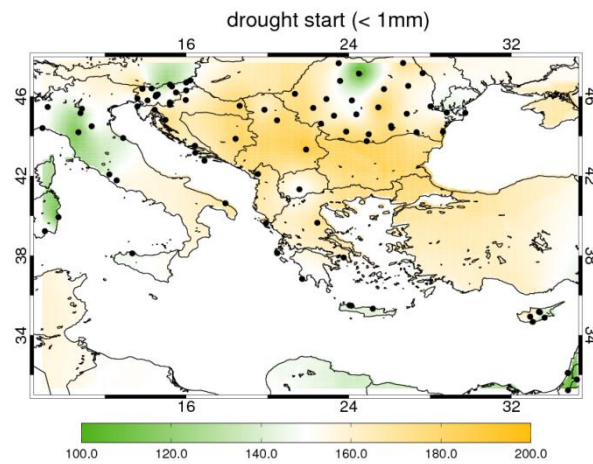
Σχήμα 4.5 Χωρική κατανομή της μέσης ετήσιας έντασης της βροχόπτωσης μεγαλύτερης του 1 mm και οι τάσεις αυτής ((mm/wet days)/decade). Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

4.3 Χωρική κατανομή των ακραίων της ξηρασίας

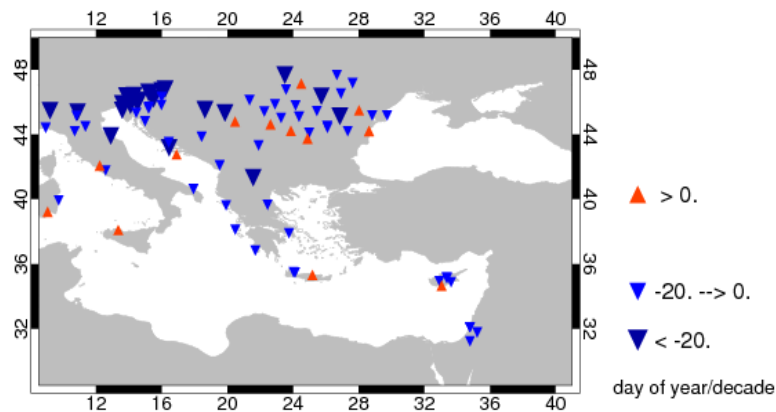
Σε αυτό το μέρος γίνεται η ανάλυση της χωρικής κατανομής των δεικτών οι οποίοι σχετίζονται με την ξηρασία για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων. Αρχικά γίνεται αναφορά στην έναρξη και λήξη της ξηρής περιόδου σε συνδυασμό με τον δείκτη CDD, ο οποίος μας δίνει την πληροφορία για τον μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ξηρών ημερών και στην συνέχεια γίνεται αναφορά στον μέσο ετήσιο αριθμό ημερών που είχαμε βροχόπτωση μικρότερη του 1 mm.

Αυτό που γίνεται αρχικά αντιληπτό από τα Σχήματα 4.6(α), 4.6(β) και 4.7 είναι ότι η ξηρή περίοδος ξεκινάει περίπου τον Ιούνιο και διαρκεί ένα μικρό χρονικό διάστημα περίπου 20 έως 60 μέρες με το πέρας της ξηρής περιόδου να είναι περίπου τον Ιούλιο. Εξαίρεση αποτελούν οι περιοχές της Νότιας Ελλάδας, της Κύπρου και του Ισραήλ. Όσον αφορά τις δύο πρώτες χώρες η περίοδος ξηρασίας ξεκινάει ένα μήνα νωρίτερα και διαρκεί από 100 έως 120 μέρες με το τέλος της να είναι περίπου

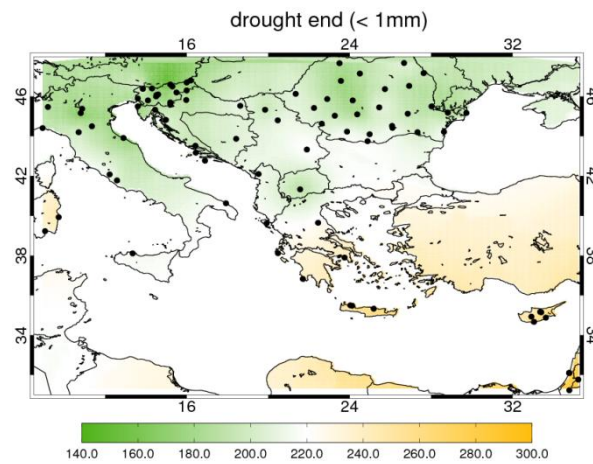
τον Αύγουστο. Για το Ισραήλ η ξηρασία ξεκινάει τον Μάρτιο και διαρκεί ένα πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα περίπου 180 ημερών με την ξηρασία να τελειώνει το Σεπτέμβριο. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην πλειοψηφία των σταθμών παρατηρείται αύξηση της διάρκειας της ξηρής περιόδου με την τιμή αυτή να κυμαίνεται, για την πλειονότητα των σταθμών, από 0 έως 6 μέρες ανά δεκαετία, όπως παρατηρείται στο Σχήμα 4.7. Υπάρχουν όμως και περιοχές στις οποίες διαφαίνεται μεγαλύτερη αύξηση της περιόδου αυτής και βρίσκονται στην Ελλάδα, στην Αλβανία στη Κύπρο και στο Ισραήλ με την τιμή να κυμαίνεται από 6 έως 12 μέρες ανά δεκαετία με την τιμή αυτή να φτάνει σε περιοχή της Βόρειας Ιταλίας φτάνει ακόμα και τις 13 μέρες. Εξαίρεση αποτελούν ορισμένοι σταθμοί στη Ρουμανία στους οποίους διακρίνεται μείωση της περιόδου η οποία όμως δεν είναι σημαντική. Αυτό έρχεται σε καλή αρμονία με τα αποτελέσματα τα οποία έχουν προκύψει από διάφορες μελέτες, κατά την οποία γίνεται λόγος για τάση προς ξηρότερες κλιματολογικές συνθήκες στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Ειδικότερα στην έρευνα που έγινε από τους Brandt και Thornes (1996) διαπιστώθηκαν έντονες θετικές τάσεις στα νησιά του Αιγαίου και στη Κύπρο, σημειώνοντας το γεγονός ότι οι νότιες περιοχές της Μεσογείου και συγκεκριμένα τα νησιά απειλούνται στο μέλλον από ξηρασία και ερημοποίηση. Τέλος είναι άξιο αναφοράς ότι η ξηρή περίοδος φαίνεται να μετατίθεται νωρίτερα κατά 0 έως 20 μέρες ανά δεκαετία, με τις τιμές στις περιοχές της Βόρειας Ιταλίας και Σλοβενίας να υπερβαίνουν σημαντικά αυτό το εύρος.



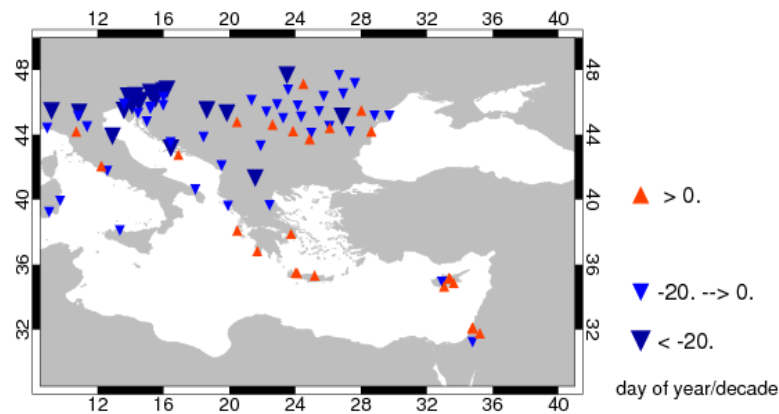
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (day of year/decade)
Mantova	-31.3
Prilep	-38.0
Χανιά	-7.4
Osijek	-32.3
Hvar	-21.6
Seca	-32.5
Ribnica	-40.1
Cankova	-40.1
Pesaro	-29.1



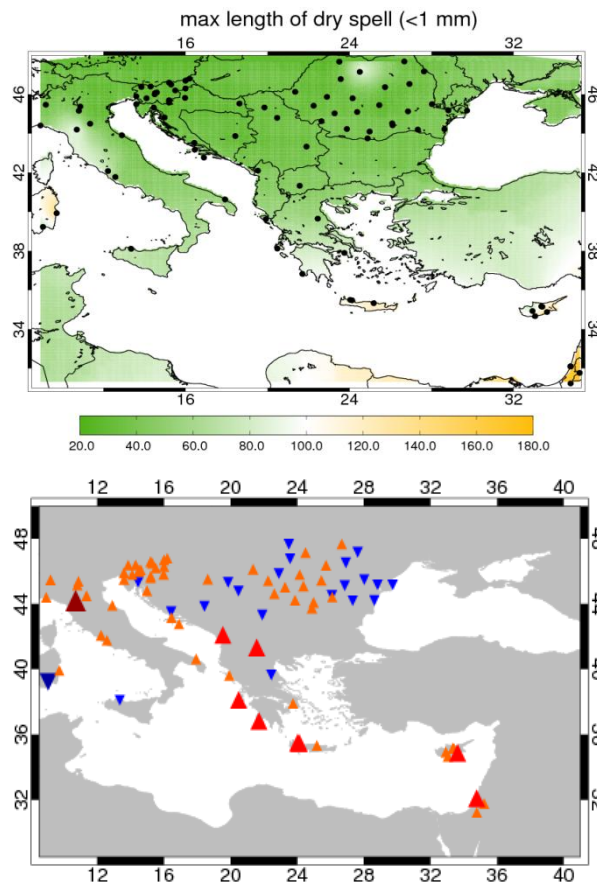
Σχήμα 4.6(α) Χωρική κατανομή της ημέρας που η ξηρασία αρχίζει και οι τάσεις αυτής (day of year/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.



ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (day of year/decade)
Λάρνακα	6.4
Λεμεσός	6.0
Prilep	-28.4
Osijek	-32.2
Seca	-30.4
Ribnica	-38.0
Cankova	-37.5
Pesaro	-28.7



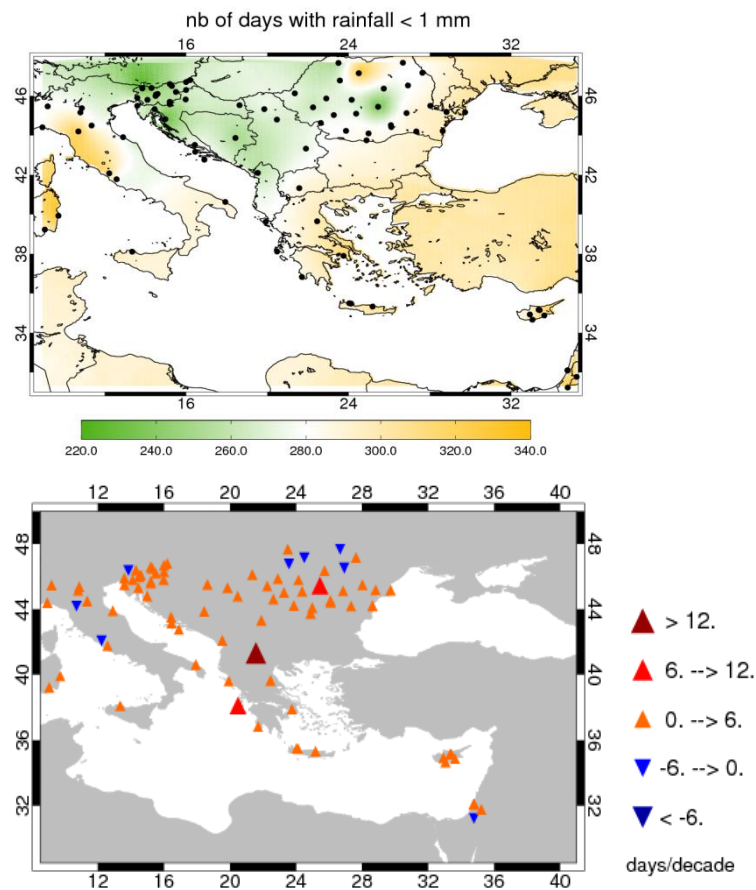
Σχήμα 4.6(β) Χωρική κατανομή της ημέρας που η ξηρασία τελειώνει και οι τάσεις αυτής (day of year/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.



ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (days/decade)
Μεθώνη	7.6
Tel Aviv	6.4
Milan	3.4
Cagliari	-8.5
Varfu O	2.7
Prilep	9.6
Αργοστόλι	11.1
Shkodra	8.6
Constanta	-2.5
Monte Cimone	13.3
Cankova	2.7

Σχήμα 4.7 Χωρική κατανομή των μέγιστων ετήσιων συνεχόμενων ημερών για βροχόπτωση μικρότερη του 1 mm και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

Η αναφορά μας στην χωρική κατανομή των ακραίων της ξηρασίας κλείνει με τον δείκτη $RR < 1$ mm που δηλώνει το μέσο ετήσιο αριθμό ημερών για ημερήσια βροχόπτωση μικρότερη του 1 mm. Όπως διακρίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 4.8 ο αριθμός αυτός κυμαίνεται κατά μέσο όρο το χρόνο από 280 έως 320 μέρες με το Ισραήλ να υπερβαίνει αυτό το εύρος. Εξαίρεση αποτελούν οι πιο βόρειες χώρες στις οποίες το εύρος κυμαίνεται από 220 έως 280. Είναι άξιο αναφοράς ότι σχεδόν σε όλους τους σταθμούς φαίνεται μια σημαντική αύξηση των ξηρών ημερών κατά 0 έως 6 μέρες και σε μεμονωμένους σταθμούς διακρίνεται περεταίρω αύξηση φτάνοντας ακόμα και τις 14 μέρες. Αυτά τα αποτελέσματα έρχονται να προστεθούν στα όσα ήδη έχουν έρθει αναφερθεί για την τάση προς ξηρότερες συνθήκες στην περιοχή των Βαλκανίων και ιδιαίτερα της Ανατολικής Μεσογείου.



ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (days/decade)
Αμίαντος	5.8
Λάρνακα	2.0
Λεμεσός	2.6
Κέρκυρα	5.6
Ελληνικό	4.2
Ηράκλειο	2.7
Verona V	3.5
Drobeta T	4.6
Turnu M	4.3
Varfu O	11.1
Ljubljana B	3.5
Prilep	14.2
Σούδα	2.9
Αργοστόλι	8.6
Χανιά	3.7
Iasi	3.1
Sulina	2.6
Rosiori	4.0
Split Marjan	4.1
Lastovo	4.6
Hvar	4.5
Ramnicu V	4.0
Craiova	3.4
Monte Cimone	-3.9
Seca	3.2
Domzale	3.5
Semic	3.6
Cankova	3.9
Razdrto	3.9

Σχήμα 4.8 Χωρική κατανομή του συνολικού ετήσιου αριθμού ημερών για βροχόπτωση μικρότερη του 1 mm και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

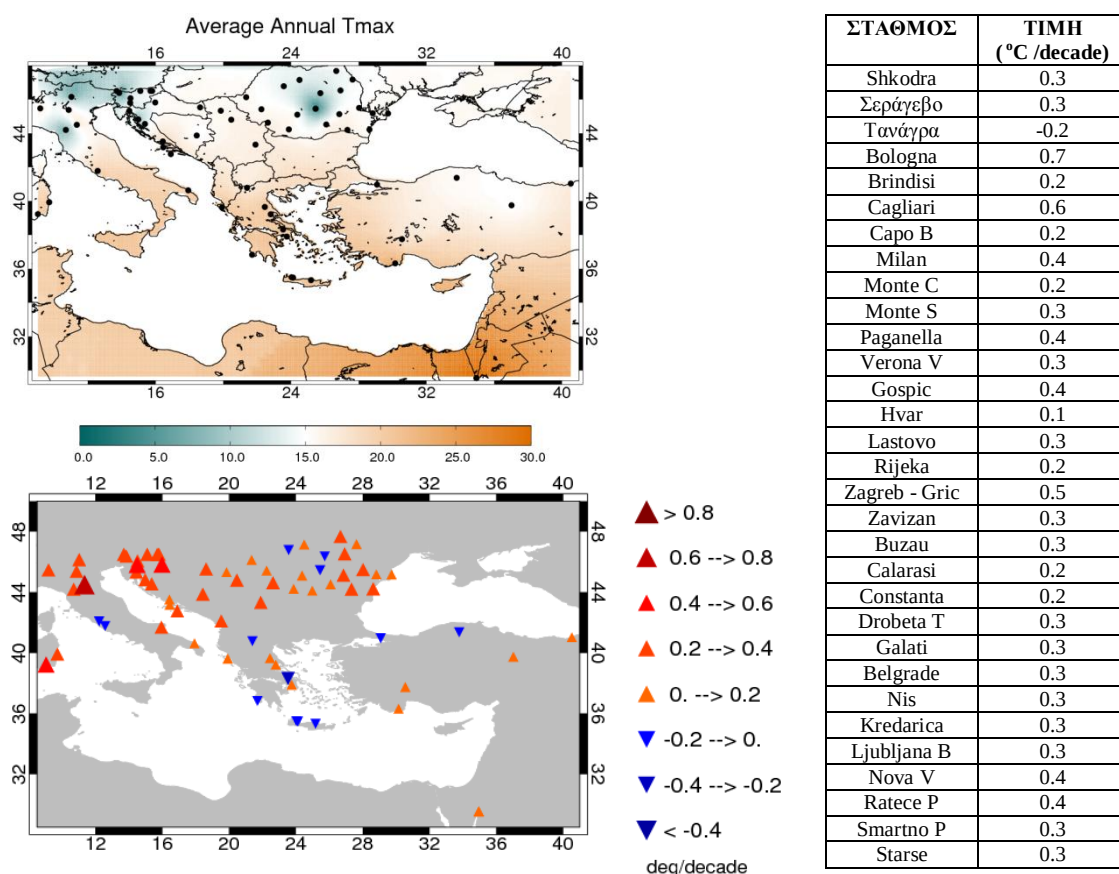
Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν από τη μελέτη του πεδίου των μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων την περίοδο 1961 – 2000. Στο πρώτο μέρος γίνεται αναφορά στην χωρική κατανομή της μέσης ετήσιας και εποχιακής ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας και στο δεύτερο στις κατανομές των ακραίων δεικτών της θερμοκρασίας. Σε κάθε κατανομή παρατίθεται η τάση της καθώς και ο πίνακας με τους σταθμούς για τους οποίους η τάση αυτή είναι σημαντική.

5.1 Χωρική κατανομή των μέσων πεδίων της μέγιστης θερμοκρασίας

5.1.1 Χωρική κατανομή της μέσης ετήσιας μέγιστης θερμοκρασίας

Η κατανομή της μέσης ετήσιας μέγιστης θερμοκρασίας για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 5.1, δείχνει ότι με εξαίρεση τους σταθμούς της Βόρειας Ιταλίας, Σλοβενίας, Κροατίας και Ρουμανίας κατά μέσο ορο η μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 15 έως 25 °C. Αντίθετα, σε αυτές τις περιοχές διακρίνονται χαμηλές θερμοκρασίες οι οποίες κυμαίνονται από 5 έως 15 °C, με τις χαμηλότερες να βρίσκονται σε μεγάλα υψόμετρα. Πάντως αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι παρατηρείται μια σημαντική τάση αύξησης της θερμοκρασίας στην πλειοψηφία των σταθμών κάτι το οποίο έχει αναφερθεί σε αρκετές μελέτες, όπως των Houghton et al. (2001), Kuglitsch et al. (2010) και Moberg et al. (2006). Επίσης, σύμφωνα με τη μελέτη των Türkes et al. (2002) από τις αρχές της δεκαετίας του 90 διαφαίνεται τάση αύξησης της θερμοκρασίας στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου λόγω του ότι έχουν αποδυναμωθεί οι ψυχρές τάσεις στη μέση και μέγιστη θερμοκρασία. Εξαίρεση αποτελούν κάποιοι μεμονωμένοι σταθμοί στην Ελλάδα, τη Βόρεια Τουρκία, τη Κεντρική Ιταλία και τη Ρουμανία, όπου διαφαίνεται πτώση της θερμοκρασίας ανά δεκαετία η οποία όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική. Γενικά, η τάση αύξησης κυμαίνεται από 0.2 έως 0.6 °C ανά δεκαετία και σε ορισμένες περιοχές υπερβαίνουν αυτές τις τιμές, με χαρακτηριστική την περίπτωση της Βόρειας Ιταλίας. Όσον αφορά

στην Ελλάδα και την Τουρκία, διακρίνεται μια στατιστικά μη σημαντική τάση, για στάθμη σημαντικότητας 5% και από αυτό συνεπάγεται ότι για τις ελληνικές και τούρκικες περιοχές δεν αναμένονται μεγάλες αλλαγές στην μέγιστη θερμοκρασία.



Σχήμα 5.1 Χωρική κατανομή της ετήσιας μέσης μέγιστης θερμοκρασίας (°C) και οι τάσεις αυτής (°C/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

5.1.2 Χωρική κατανομή της μέσης εποχικής μέγιστης θερμοκρασίας

Από τις χωρικές κατανομές της μέσης εποχικής μέγιστης θερμοκρασίας μπορούμε να αναφέρουμε ότι με εξαίρεση τους σταθμούς της Βόρειας Ιταλίας, Κροατίας, Σλοβενίας και Ρουμανίας, η κατανομή είναι σχεδόν ίδια με την τάση να είναι θετική για την πλειοψηφία των σταθμών για όλες τις εποχές πλην του φθινοπώρου. Η τάση αύξησης της θερμοκρασίας το χειμώνα είναι πιο έντονη από εκείνη που συμβαίνει τις άλλες εποχές και αυτό έρχεται σε καλή συμφωνία με την μελέτη των Moberg et al. (2006).

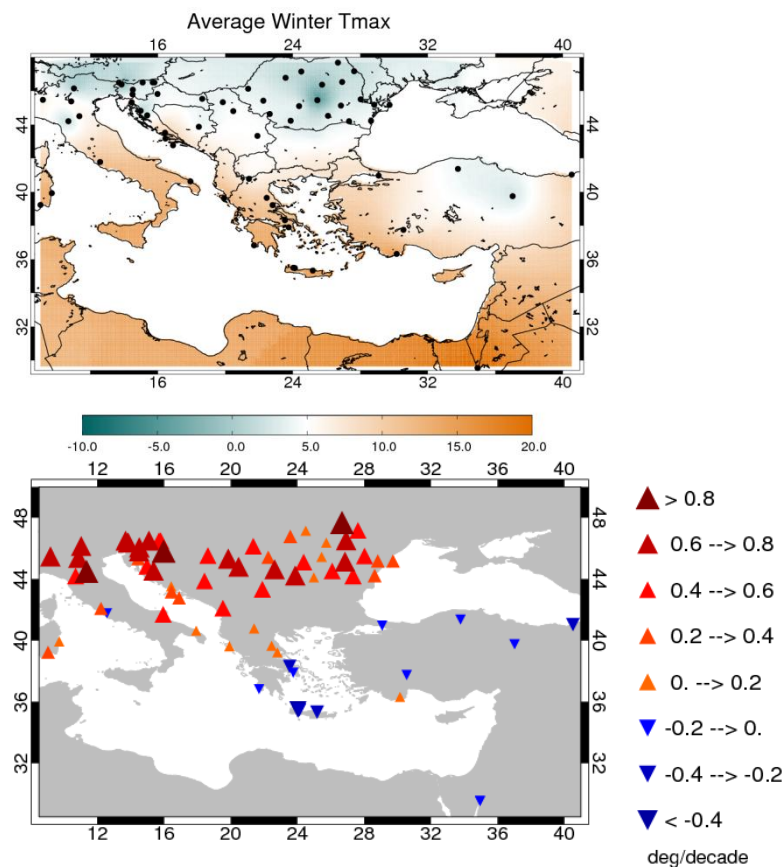
Πιο συγκεκριμένα, το χειμώνα η μέση μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ από 5 έως 15 °C, πλην της Βόρειας Ιταλίας, Σλοβενίας, Κροατίας και Ρουμανίας όπου κυμαίνεται μεταξύ των -5 έως 5 °C. Όσον αφορά την Τουρκία θα

πρέπει να σημειώσουμε ότι στο βόρειο τμήμα της οι μέσες μέγιστες θερμοκρασίες είναι 0 έως 10 °C και στο νότιό της τμήμα από 10 έως 20 °C. Γενικά παρατηρείται πολύ σημαντική αύξηση της μέγιστης θερμοκρασίας ανά δεκαετία από 0.4 έως 0.8 °C με αρκετούς σταθμούς στα Βαλκάνια να ξεπερνούν αυτό το εύρος. Εξαιρέση αποτελούν οι σταθμοί της Νότιας Ελλάδας και της Τουρκίας στις οποίες διακρίνεται μείωση 0.2 έως 0.4 °C.

Την άνοιξη η μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 15 έως 20 °C εκτός της Βόρειας Ιταλίας, Σλοβενίας, Κροατίας και Ρουμανίας όπου είναι εμφανώς χαμηλότερη και κυμαίνεται από 5 έως 15 °C. Για την εποχή αυτή, αυτό που μπορούμε να αναφέρουμε είναι ότι δεν έχουμε σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας με εξαίρεση τους σταθμούς στην Βόρεια Ιταλία και ορισμένους στην Σλοβενία και Κροατία όπου παρατηρείται αύξηση από 0.4 έως 0.8 °C ανά δεκαετία. Πολλοί λίγοι είναι οι σταθμοί, κυρίως στην Ελλάδα, στους οποίους διακρίνεται μείωση της τάσης της θερμοκρασίας η οποία όμως δεν είναι σημαντική.

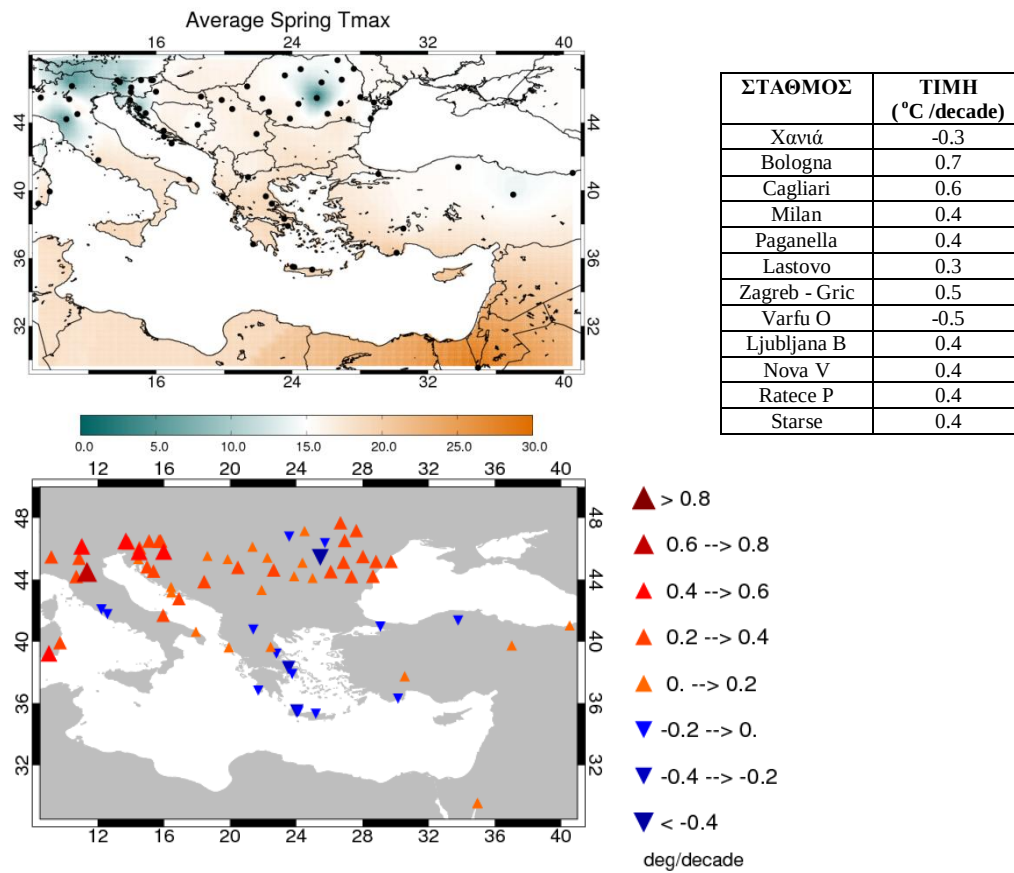
Το καλοκαίρι η μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 25 έως 30 °C στα βορειότερα γεωγραφικά πλάτη με τις πιο νότιες περιοχές να ξεπερνούν αυτό το εύρος. Εξαιρέση αποτελούν μεμονωμένοι σταθμοί στην Βόρεια Ιταλία και Ρουμανία όπου κυμαίνεται από 15 έως 20 °C. Άξιο αναφοράς είναι σε όλους σχεδόν τους σταθμούς η μέγιστη θερμοκρασία αυξάνεται σημαντικά με αποτέλεσμα να έχουμε όλο και πιο ζεστά καλοκαίρια. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται αύξηση 0.4 έως 0.8 °C ανά δεκαετία και σε ορισμένες περιοχές της Ιταλίας και της Αλβανίας να ξεπερνιέται αυτή η τιμή. Στην Ελλάδα, την Τουρκία και σε ορισμένους σταθμούς της Ρουμανίας η θερμοκρασία τείνει να αυξάνεται σημαντικά.

Το φθινόπωρο η μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 15 έως 20 °C με τους σταθμούς της Ελλάδας και της Νότιας Τουρκίας να ξεπερνάτε ελαφρώς αυτό το εύρος. Αντίθετα στην Βόρεια Ιταλία, Σλοβενία, Κροατία και Ρουμανία κυμαίνεται από 10 έως 15 °C με ορισμένους σταθμούς να είναι λίγο πιο κάτω από αυτές τις θερμοκρασίες. Άξιο αναφοράς είναι ότι σε αντίθεση με τις άλλες εποχές, το φθινόπωρο παρατηρείται μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας ανά δεκαετία η οποία όμως δεν είναι σημαντική με εξαίρεση αρκετούς σταθμούς της Ρουμανίας όπου κυμαίνεται από - 0.2 έως - 0.4 °C. Θα πρέπει να σημειωθεί πάντως ότι σε ορισμένους σταθμούς της Ιταλίας διακρίνεται μια σημαντική αύξηση της μέγιστης θερμοκρασίας το φθινόπωρο που κυμαίνεται από 0.2 έως 0.6 °C ανά δεκαετία.

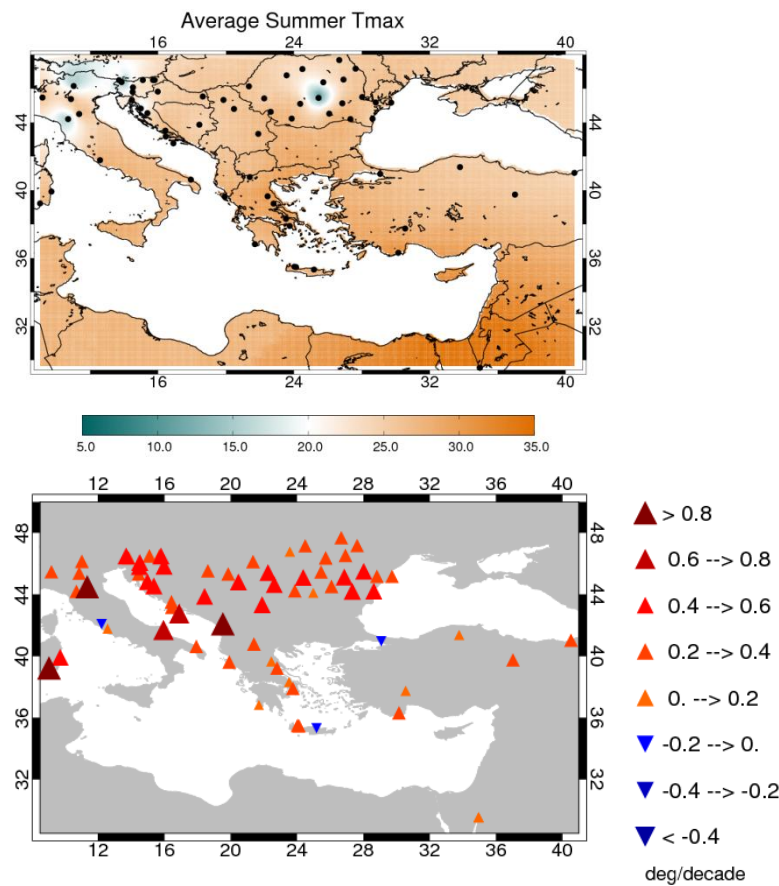


ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (°C /decade)
Shkodra	0.4
Σερράγεβο	0.5
Σούδα	-0.4
Τανάγρα	-0.4
Χανιά	-0.5
Bologna	0.8
Cagliari	0.4
Milan	0.7
Monte C	0.5
Monte S	0.5
Paganella	0.8
Verona V	0.6
Vigna Di Valle	0.3
Gospic	0.7
Lastovo	0.2
Rijeka	0.4
Zagreb - Gric	0.9
Zavizan	0.6
Bacau	0.7
Botosani	0.8
Bucuresti B	0.6
Buzau	0.6
Calarasi	0.6
Craiova	0.7
Drobeta T	0.8
Galati	0.6
Ramnicu V	0.6
Belgrade	0.6
Nis	0.5
Novi Sad	0.7
Kredarica	0.7
Ljubljana B	0.7
Nova V	0.8
Ratece P	0.7
Smartno P	0.7
Starce	0.6

Σχήμα 5.2(α) Χωρική κατανομή της μέσης χειμερινής μέγιστης θερμοκρασίας (°C) και οι τάσεις αυτής (°C/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

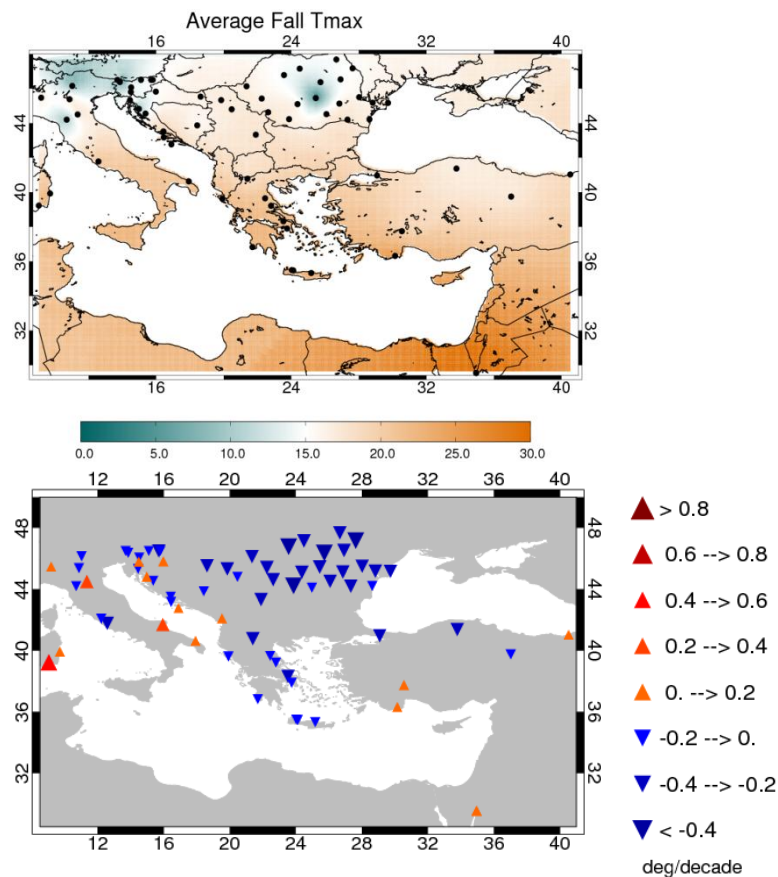


Σχήμα 5.2(β) Χωρική κατανομή της μέσης ανοιξιάτικης μέγιστης θερμοκρασίας (°C) και οι τάσεις αυτής (°C/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.



ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (°C /decade)
Shkodra	0.8
Σερράγεβο	0.6
Αγγιάλος	0.2
Ελληνικό	0.4
Κέρκυρα	0.3
Σούδα	0.2
Χανιά	0.3
Bologna	0.8
Brindisi	0.4
Cagliari	0.9
Capo B	0.5
Milan	0.3
Monte C	0.3
Monte S	0.6
Paganella	0.3
Verona V	0.4
Gospic	0.5
Hvar	0.3
Lastovo	0.7
Rijeka	0.4
Split Marjan	0.3
Zagreb - Gric	0.5
Zavizan	0.4
Arad	0.3
Bacau	0.4
Buzau	0.5
Calarasi	0.4
Caransebes	0.4
Craiova	0.4
Constanta	0.4
Drobeta T	0.3
Galati	0.4
Ramnicu V	0.4
Sulina	0.3
Tulcea	0.3
Belgrade	0.4
Nis	0.5
Kredarica	0.3
Ljubljana B	0.4
Maribor L	0.4
Nova V	0.4
Ratece P	0.4
Smartno P	0.4
Starše	0.5
Finike	0.3
Rize	0.4

Σχήμα 5.2(γ) Χωρική κατανομή της μέσης καλοκαιρινής μέγιστης θερμοκρασίας (°C) και οι τάσεις αυτής (°C/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.



ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (°C /decade)
Τανάγρα	-0.3
Bologna	0.3
Cagliari	0.5
Roma C	-0.2
Bacau	-0.4
Botosani	-0.4
Bucuresti B	-0.3
Cluj Napoca	-0.6
Craiova	-0.5
Iasi	-0.5
Miercurea C	-0.5
Ramnicu V	-0.4
Istanbul	-0.3

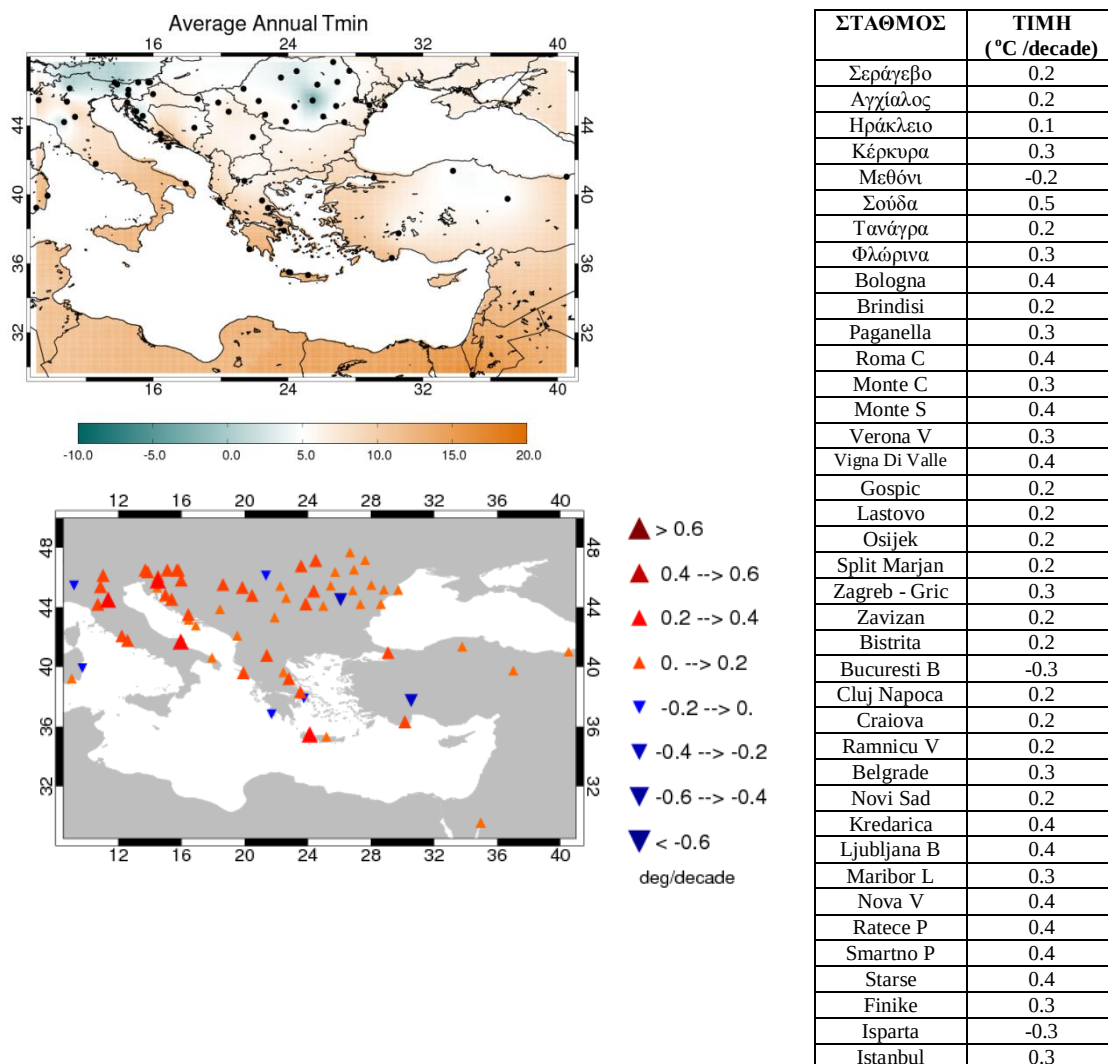
Σχήμα 5.2(δ) Χωρική κατανομή της μέσης φθινοπωρινής μέγιστης θερμοκρασίας (°C) και οι τάσεις αυτής (°C/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

5.2 Χωρική κατανομή των μέσων πεδίων της ελάχιστης θερμοκρασίας

5.2.1 Χωρική κατανομή της μέσης ετήσιας ελάχιστης θερμοκρασίας

Η κατανομή της μέσης ετήσιας ελάχιστης θερμοκρασίας για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 5.6, μας δείχνει ότι με εξαίρεση τις χώρες της Σλοβενίας, Κροατίας και Ρουμανίας κατά μέσο όρο η ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5 έως 10 °C και φτάνει μέχρι και τους 15 °C σε σταθμούς όπου βρίσκονται στα νότια μέρη της Ιταλίας, Ελλάδας και Τουρκίας. Αντίθετα, στις τρεις αναφερθείσες βόρειες χώρες διακρίνονται χαμηλές θερμοκρασίες οι οποίες κυμαίνονται από - 5 έως 5 °C. Σε αυτό το σημείο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρατηρείται μια σημαντική τάση αύξησης της ελάχιστης θερμοκρασία στην πλειονότητα των σταθμών, η οποία κυμαίνεται από 0.2 έως 0.6 °C, όπως αναφέρουν και οι Houghton et al. (2001), Kuglitsch et al. (2010) και Moberg et al. (2006). Τέλος, όσον αφορά την Ιταλία σύμφωνα με τη μελέτη των Brunetti et al.

(2000) διαφαίνονται θετικές τάσεις τόσο για τη μέγιστη όσο και την ελάχιστη θερμοκρασία και στη μελέτη των Moonen et al. (2002) διατιπώνεται το συμπέρασμα ότι στη Κεντρική Ιταλία διαφένονται μειώσεις στα ακραία γεγονότα ψύχους.



Σχήμα 5.3 Χωρική κατανομή της ετήσιας μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας (°C) και οι τάσεις αυτής (°C/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στον πίνακα αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

5.2.2 Χωρική κατανομή της μέσης εποχικής ελάχιστης θερμοκρασίας

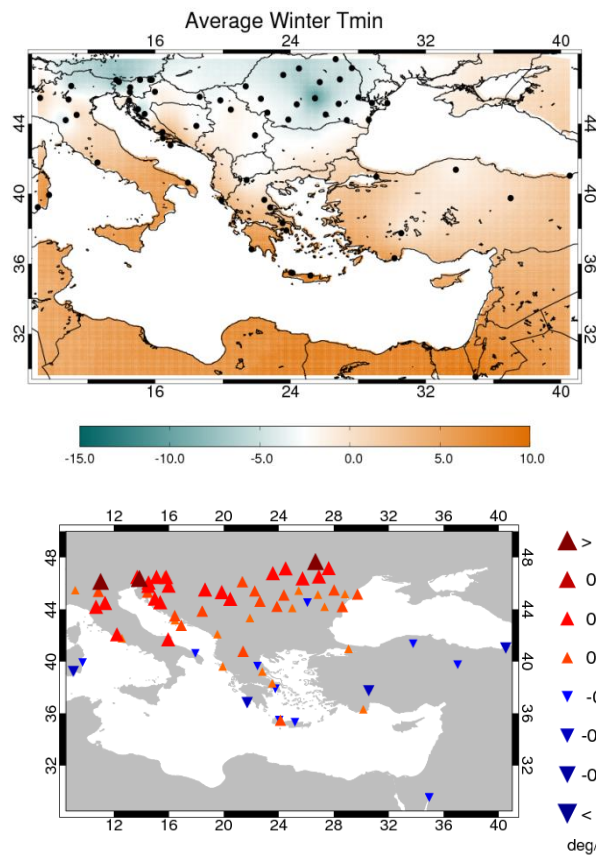
Από τις χωρικές κατανομές της μέσης εποχικής ελάχιστης θερμοκρασίας μπορούμε να αναφέρουμε ότι με εξαίρεση τους σταθμούς της Βόρειας Ιταλίας, Σλοβενίας, Κροατίας και Ρουμανίας η κατανομή είναι σχεδόν ίδια με την τάση να είναι θετική για την πλειοψηφία των σταθμών ιδιαίτερα τις εποχές χειμώνα και καλοκαιριού.

Το χειμώνα η ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από - 5 έως 5 °C με τις νότιες περιοχές της Ιταλίας, Ελλάδας και Τουρκίας να ξεπερνάει αυτό το κατώφλι φτάνοντας σε ορισμένους σταθμούς κοντά στους 10 °C. Αντίθετα στις χώρες τις Σλοβενίας, Κροατίας και Ρουμανίας η ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από - 10 έως 0 °C. Με εξαίρεση την Ελλάδα και την Τουρκία όπου δεν παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές στην θερμοκρασία, στις υπόλοιπες χώρες διακρίνεται μεγάλη αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας που κυμαίνεται από 0.2 έως 0.6 °C ανά δεκαετία.

Την άνοιξη η ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5 έως 15 °C με εξαίρεση τις βορειότερες χώρες όπου κυμαίνεται από - 5 έως 5 °C. Η θερμοκρασία και αυτήν την εποχή έχει την τάση να αυξηθεί με εξαίρεση την Ελλάδα και σε ορισμένους σταθμούς της Τουρκίας όπου παρατηρείται μείωση και σε μεμονωμένες περιοχές είναι σημαντική που κυμαίνεται μεταξύ από 0.2 έως 0.4 °C. Στις υπόλοιπες περιοχές η αύξηση κυμαίνεται από 0.2 έως 0.6 °C και σε ορισμένους σταθμούς ξεπερνιέται αυτό το εύρος.

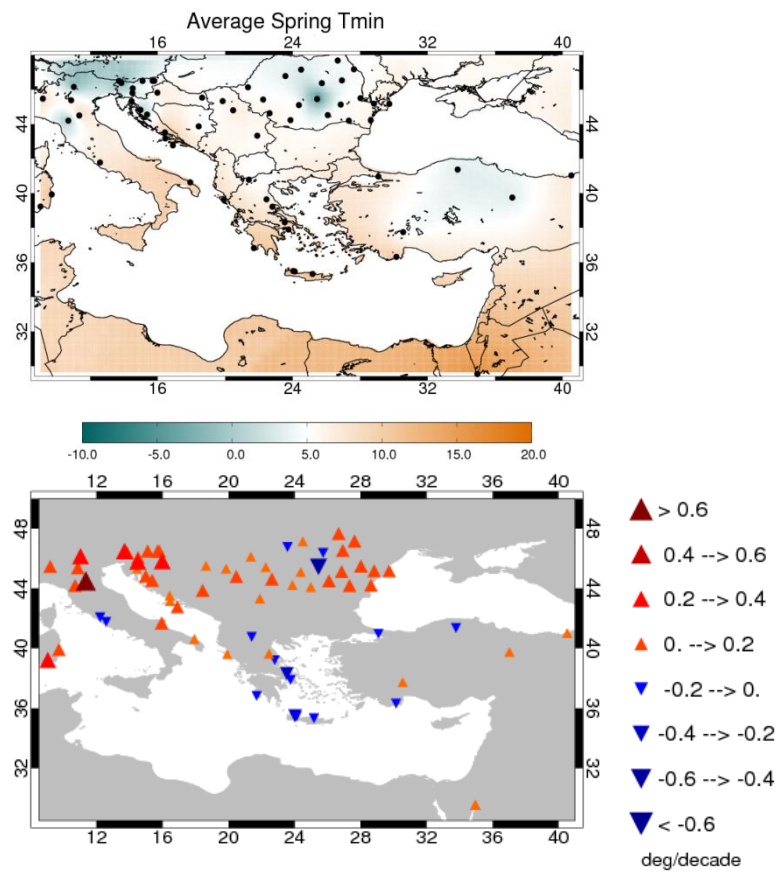
Το καλοκαίρι η ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 15 έως 20 °C και στις πιο νότιες περιοχές υπερβαίνει αυτές τις τιμές. Στους σταθμούς της Βόρειας Ιταλίας, Σλοβενίας και Ρουμανίας η θερμοκρασία είναι εμφανώς χαμηλότερη και κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 5 με 15 °C. Σχεδόν σε όλους τους σταθμούς η ελάχιστη θερμοκρασία έχει την τάση αύξησης, με την τιμή αυτή να είναι σημαντική στην πλειοψηφία των σταθμών και να κυμαίνεται από 0.2 έως 0.6 °C και σε ορισμένους να ξεπερνάται αυτό το εύρος.

Τέλος, κατά την εποχή του φθινοπώρου παρατηρούμε ότι το εύρος της ελάχιστης θερμοκρασίας, με εξαίρεση την Σλοβενία, Κροατία, Ρουμανία και τα βορειότερα τμήματα της Ιταλίας και της Τουρκίας, είναι από 5 έως 10 °C και στις νοτιότερες περιοχές ξεπερνιέται φτάνοντας στους 15 °C. Στις υπόλοιπες περιοχές η ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 0 έως 10 °C. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες εποχές, στο φθινόπωρο δεν παρατηρούμε τάση αύξησης που να είναι στατιστικά σημαντική στο επίπεδο του επίπεδο του 95%. Αντίθετα διακρίνονται τάσεις μείωσης στη Ρουμανία οι οποίες κυμαίνονται από 0.2 έως 0.6 °C ανα δεκαετία και σε ορισμένες περιοχές ξεπερνιέται αυτό το εύρος.



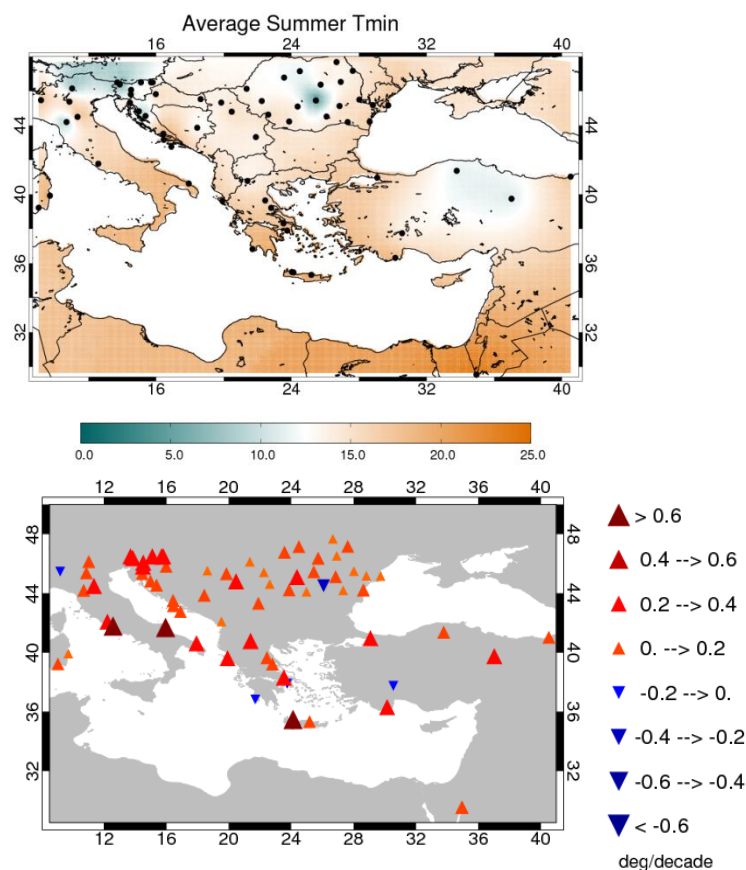
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (°C /decade)
Μεθόνι	-0.3
Bologna	0.5
Σούδα	0.3
Cagliari	-0.3
Monte C	0.5
Monte S	0.5
Paganella	0.6
Verona V	0.4
Vigna Di Valle	0.4
Zagreb - Gric	0.5
Zavizan	0.4
Belgrade	0.5
Novi Sad	0.6
Kredarica	0.7
Ljubljana B	0.5
Nova V	0.6
Ratece P	0.5
Isparta	-0.4

Σχήμα 5.4(α) Χωρική κατανομή της μέσης χειμερινής ελάχιστης θερμοκρασίας (°C) και οι τάσεις αυτής (°C/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.



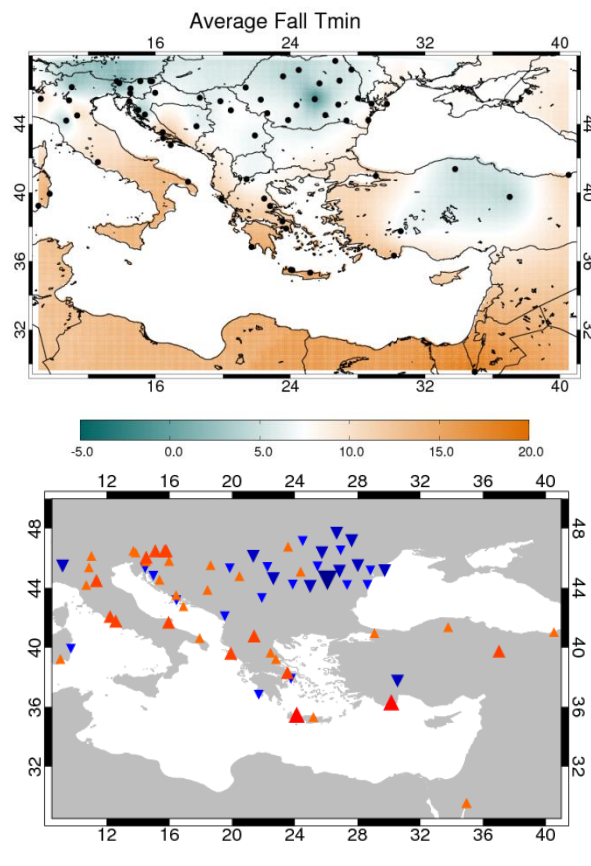
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (°C /decade)
Αγχιάλος	0.3
Ελληνικό	-0.2
Κέρκυρα	0.3
Μεθόνι	-0.3
Σούδα	0.4
Bologna	0.3
Paganella	0.4
Roma C	0.3
Monte C	0.3
Vigna Di Valle	0.3
Bucuresti B	-0.3
Kredarica	0.3
Ljubljana B	0.4
Nova V	0.4
Ratece P	0.3
Smartno P	0.3
Starše	0.3
Isparta	-0.3
Istanbul	0.3

Σχήμα 5.4(β) Χωρική κατανομή της μέσης ανοιξιάτικης ελάχιστης θερμοκρασίας (°C) και οι τάσεις αυτής (°C/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.



ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (°C /decade)
Σεράγγεβο	0.3
Αγχιάλος	0.4
Ηράκλειο	0.2
Κέρκυρα	0.6
Λάρισα	0.3
Σούδα	0.6
Τανάγρα	0.4
Φλώρινα	0.5
Χανιά	0.2
Bologna	0.6
Brindisi	0.5
Cagliari	0.3
Monte C	0.3
Monte S	0.7
Paganella	0.4
Roma C	0.6
Verona C	0.4
Vigna Di Valle	0.4
Gospic	0.3
Hvar	0.3
Lastovo	0.3
Rijeka	0.3
Split Marjan	0.4
Zagreb - Gric	0.4
Zavizan	0.3
Bistrita	0.3
Bucuresti B	-0.2
Calarasi	0.2
Cluj Napoca	0.2
Constanta	0.2
Craiova	0.4
Iasi	0.2
Miercurea C	0.2
Ramnicu V	0.4
Rosiori	0.2
Varfu O	0.3
Belgrade	0.4
Nis	0.2
Novi Sad	0.3
Kredarica	0.4
Ljubljana B	0.5
Maribor L	0.4
Nova V	0.5
Ratece P	0.5
Smartno P	0.5
Starše	0.4
Finike	0.6
Istanbul	0.5
Kastamonu	0.3
Rize	0.3
Sivas	0.4

Σχήμα 5.4(γ) Χωρική κατανομή της μέσης καλοκαιρινής ελάχιστης θερμοκρασίας (°C) και οι τάσεις αυτής (°C/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.



ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (°C /decade)
Κέρκυρα	0.3
Σούδα	0.6
Τανάγρα	0.3
Milan	-0.2
Monte S	0.4
Roma C	0.4
Vigna Di Valle	0.4
Botosani	-0.3
Bucuresti B	-0.6
Finike	0.5
Sivas	0.3

Σχήμα 5.4(δ) Χωρική κατανομή της μέσης φθινοπωρινής ελάχιστης θερμοκρασίας (°C) και οι τάσεις αυτής (°C/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

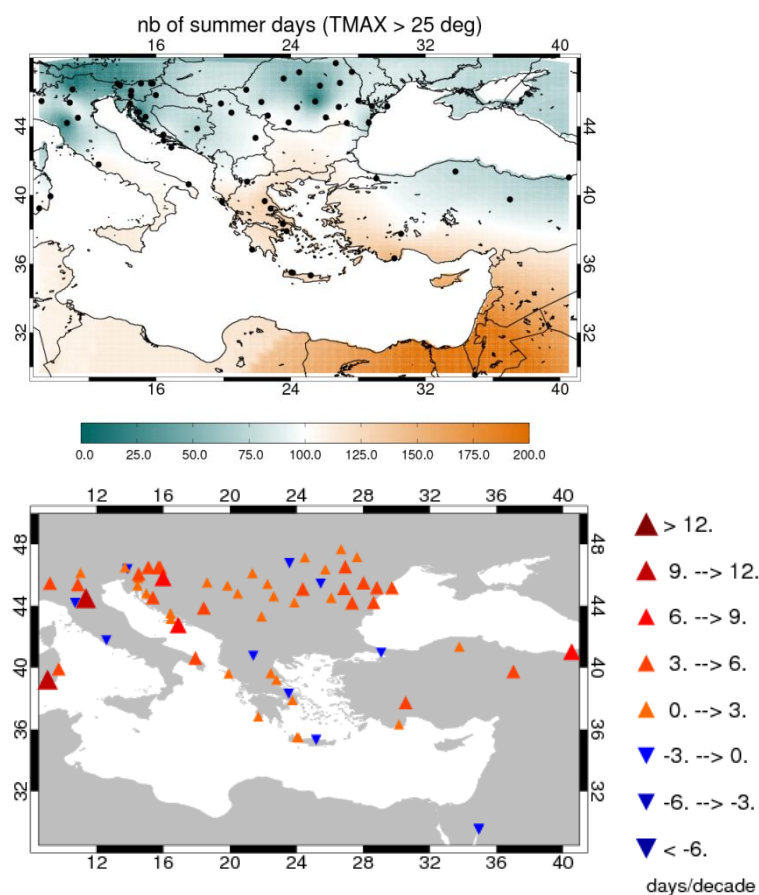
5.3 Χωρική κατανομή των ακραίων της θερμοκρασίας την περίοδο 1961 – 2000

5.3.1 Χωρική κατανομή των ακραίων της μέγιστης θερμοκρασίας

Σε αυτό το μέρος γίνεται η ανάλυση της χωρικής κατανομής των δεικτών οι οποίοι σχετίζονται με την μέγιστη θερμοκρασία για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων. Αρχικά γίνεται αναφορά στους δείκτες που σχετίζονται με τον μέσο ετήσιο αριθμό ημερών για διάφορες θερμοκρασίες και εν συνεχεία στην διαφορά της μέγιστης μέσης μέγιστης θερμοκρασίας και της ελάχιστης μέσης μέγιστης θερμοκρασίας. Τέλος παρουσιάζεται η χωρική κατανομή της εποχικής, καλοκαιρινής και χειμερινής θερμοκρασίας στο 90^ο εκατοστημόριο της μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.

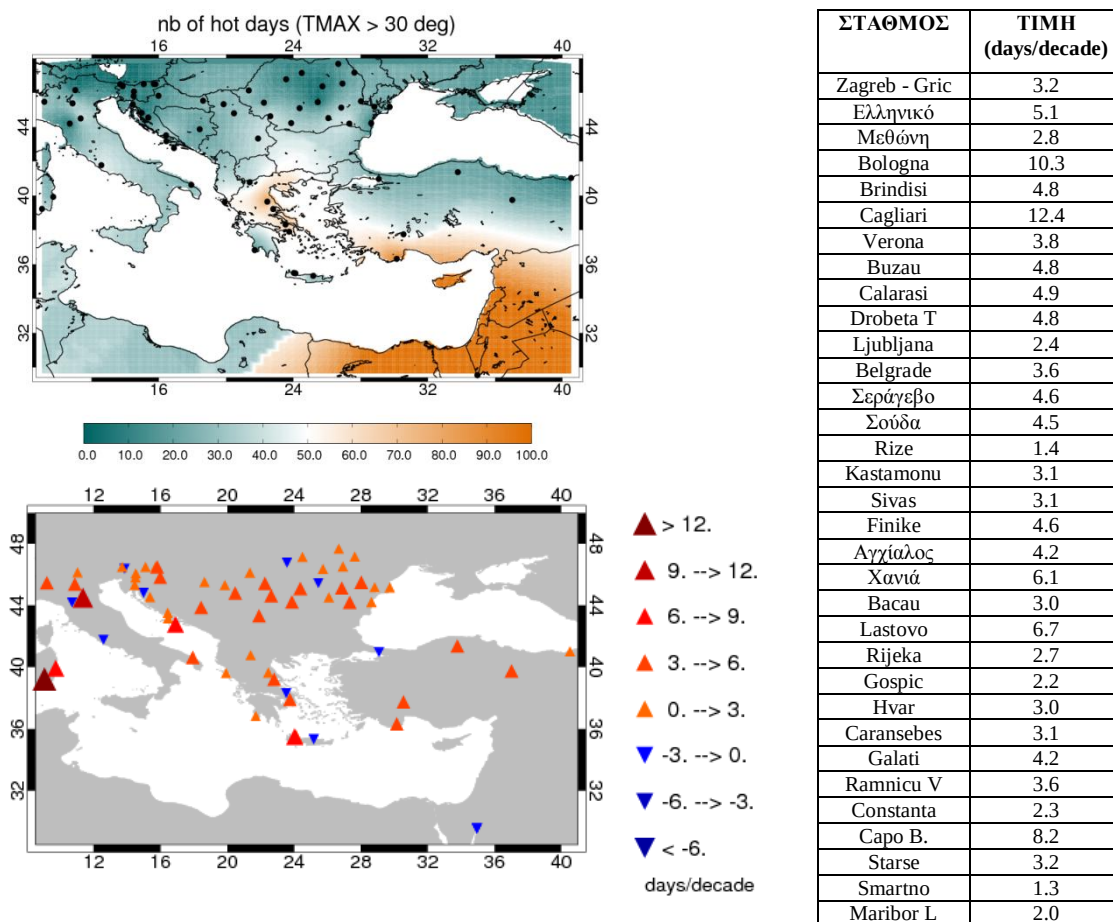
Η αρχή στην αναφορά μας στην χωρική κατανομή των ακραίων της μέγιστης θερμοκρασίας γίνεται με τους δείκτες που αφορούν το μέσο ετήσιο αριθμό ημερών για ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη των (α) 25 °C, τις οποίες

χαρακτηρίσαμε καλοκαιρινές ημέρες και των (β) 30 °C, τις οποίες χαρακτηρίσαμε πολύ ζεστές ημέρες. Αυτό που γίνεται αρχικά αντιληπτό είναι ότι οι υψηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στις νοτιότερες περιοχές με πιο έντονα τα φαινόμενα στην Νότιο Τουρκία και το Ισραήλ. Πιο συγκεκριμένα ο αριθμός των καλοκαιρινών ημερών για τις νοτιότερες περιοχές κυμαίνεται από 100 έως 150, με τις τιμές στο Ισραήλ να ξεπερνάνε κατά πολύ αυτό το εύρος. Αντίθετα στις χώρες με μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη ο αριθμός των ημερών για μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη των 25 °C κυμαίνεται από 0 έως 100 με τις χαμηλότερες τιμές να παρατηρούνται στους σταθμούς της Βόρειας Ιταλίας, Σλοβενίας και σε ορισμένους της Ρουμανίας όπου βρίσκονται σε μεγάλα υψόμετρα. Όσον αφορά τις πολύ ζεστές ημέρες ο αριθμός αυτός είναι αρκετά μικρότερος με τις μεγαλύτερες τιμές να περιορίζονται στην Κεντρική Ελλάδα, Νότια Τουρκία και στο Ισραήλ. Οι τιμές στις περιοχές κυμαίνεται από 50 έως 70 μέρες με εξαίρεση το Ισραήλ που είναι αρκετά μεγαλύτερες. Στις υπόλοιπες περιοχές το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 0 έως 40 μέρες με τις χαμηλότερες τιμές να παρατηρούνται σε περιοχές με μεγαλύτερα υψόμετρα. Γενικά, διακρίνεται μια τάση προς ένα μεγαλύτερο ετήσιο αριθμό υψηλών θερμοκρασιών, πλην ελαχίστων εξαιρέσεων, με ποιο έντονο το φαινόμενο για τις θερμοκρασίες άνω των 30 °C. Πιο συγκεκριμένα η τάση αυτή κυμαίνεται από 0 έως 6 μέρες ανά δεκαετία και σε ορισμένες περιπτώσεις από 6 έως 12, ιδιαίτερα στην Ιταλία.



ΣΤΑΘΜΟΣ	ΤΙΜΗ (days/decade)
Zagreb - Gric	6.8
Κέρκυρα	2.8
Bologna	9.3
Brindisi	4.6
Cagliari	9.7
Verona	4.3
Buzau	4.0
Calarasi	3.1
Ljubljana	4.7
Σούδα	4.7
Rize	8.2
Sivas	4.5
Isparta	3.3
Bacau	4.3
Lastovo	8.2
Gospic	4.6
Constanta	5.8
Capo B.	5.9
Starše	5.6
Nova Vas	2.7
Smartno	3.5
Maribor	3.7
Ratece	2.6

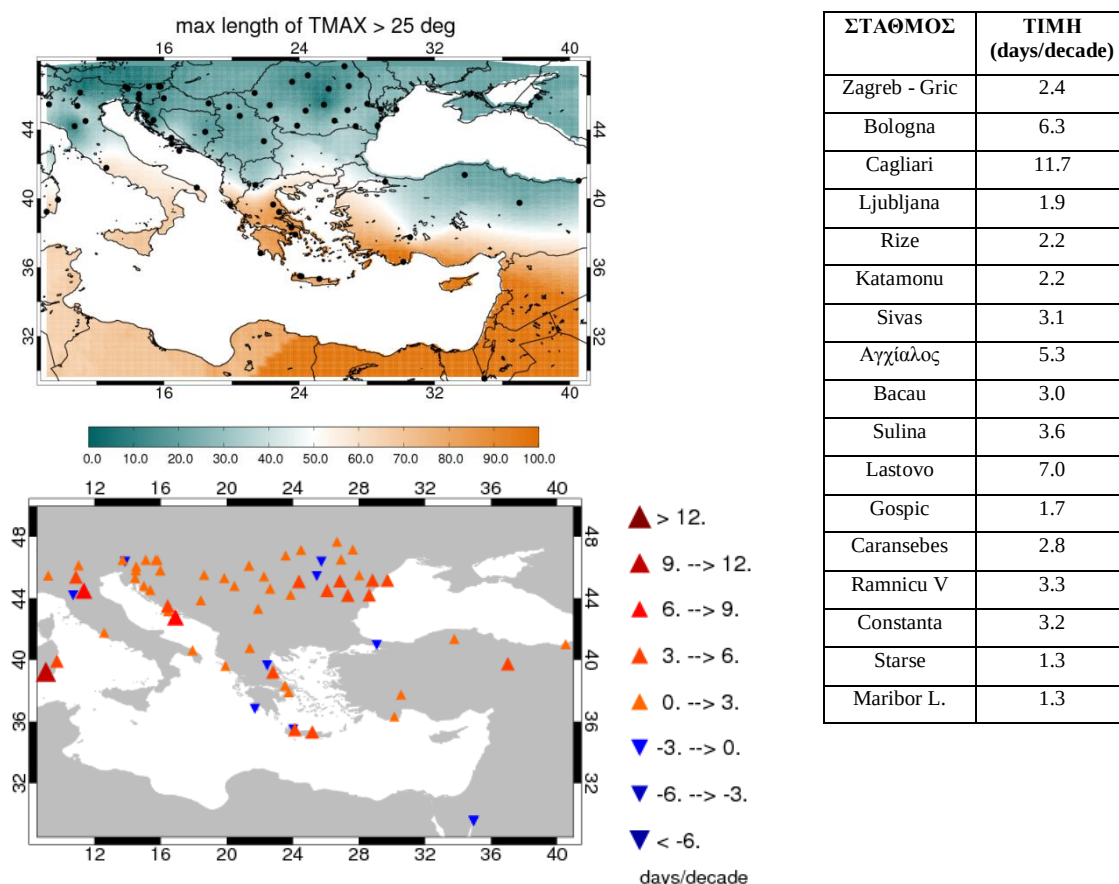
Σχήμα 5.5(α) Χωρική κατανομή του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών για μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη των 25 °C και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.



Σχήμα 5.5(β) Χωρική κατανομή του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών για μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη των 30 °C και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στην χωρική κατανομή των δεικτών που αφορούν τον ετήσιο μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ημερών για μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη των 25 °C. Όσον αφορά την Ελλάδα, την Αλβανία και τη Νότιο Τουρκία, ο αριθμός αυτός κυμαίνεται από 60 έως 90 μέρες, με τις τιμές στο Ισραήλ να ξεπερνούν τις 100 μέρες και το εύρος των τιμών στη Νότιο Ιταλία να είναι λίγο χαμηλότερο και να κυμαίνεται από 50 έως 70 μέρες. Στις υπόλοιπες περιοχές ο αριθμός κυμαίνεται σε χαμηλότερα επίπεδα και συγκεκριμένα από 0 έως 30 μέρες. Πάντως αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι διακρίνεται μια μη σημαντική τάση προς μεγαλύτερες χρονικές περιόδους με μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη των 25 °C, πλην μερικών εξαιρέσεων. Η αύξηση αυτή κυμαίνεται από 0 έως 6 μέρες ανά δεκαετία και σε ορισμένες περιπτώσεις από 6 έως 12, ιδιαίτερα στη Ιταλία. Από αυτά μπορούμε, σε συνδυασμό με τους προηγούμενους δείκτες μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι υπάρχει μια τάση για διαδοχικές θερμές ημέρες για τη περιοχή της

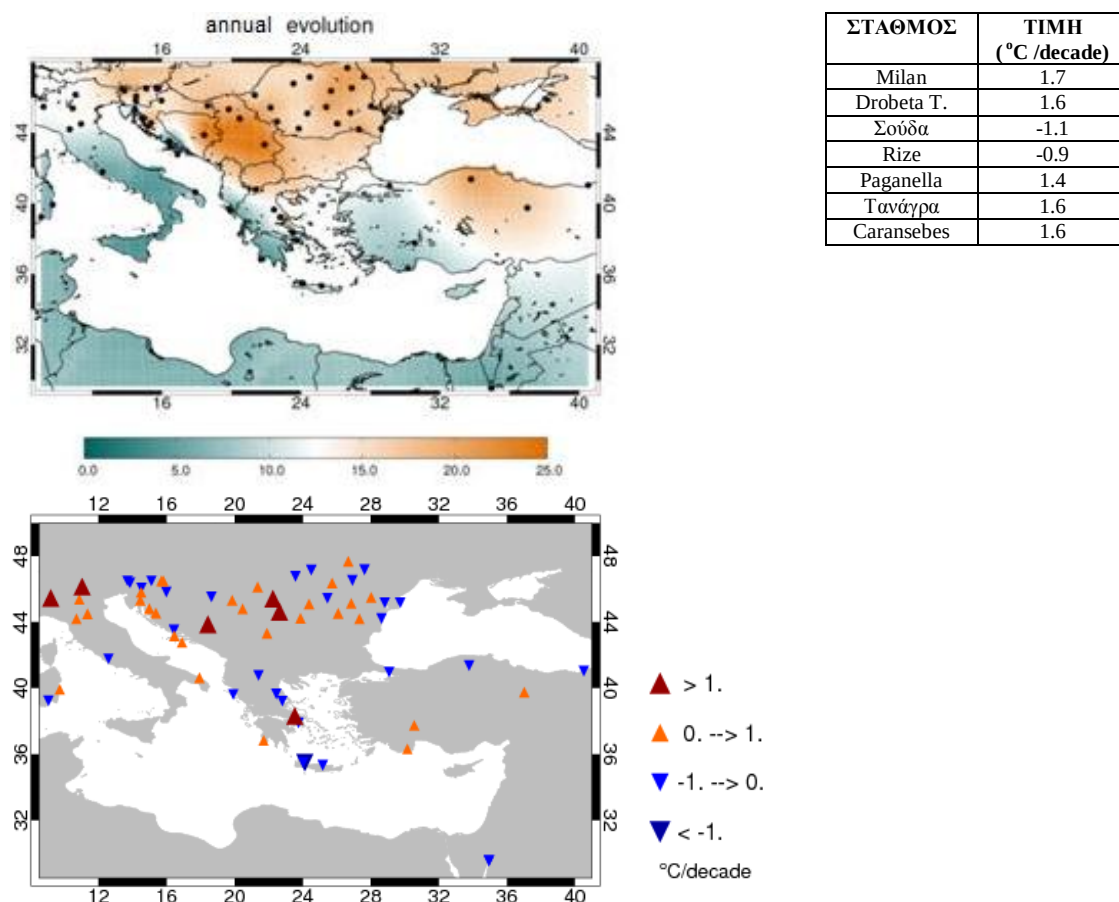
Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων, το οποίο ταυτίζεται με αρκετές μελέτες όπως των Zhang et al. (2011) και των Kostopoulou and Jones 2005 όπου διακρίνεται μια γενική τάση αύξησης για καύσωνα με εξαίρεση αρνητικές μη σημαντικές τάσεις για τις παράκτιες και νησιωτικές περιοχές.



Σχήμα 5.6 Χωρική κατανομή των μέγιστων ετήσιων συνεχόμενων ημερών για μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη των 25 °C και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

Ο επόμενος δείκτης, αφορά την ετήσια κύμανση της μέγιστης θερμοκρασίας. Αυτό που αρχικά παρατηρούμε είναι ότι στις περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου η μέγιστη θερμοκρασία δεν έχει μεγάλες μεταβολές κατά την διάρκεια ενός έτους με την διαφορά να κυμαίνεται από 5 έως 10 °C. Αντίθετα στις Βαλκανικές χώρες, με εξαίρεση την Ελλάδα και την Αλβανία, και στην Βόρεια Τουρκία η διαφορά είναι αρκετά μεγαλύτερη και κυμαίνεται από 15 έως 20 °C με τις τιμές στη Σερβία να ξεπερνάνε αυτό το εύρος. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στους περισσότερους εκ των σταθμών παρατηρείται μια τάση αύξησης της διαφοράς αυτής από 0 έως 1 °C και σε μεμονωμένους σταθμούς είναι ακόμα μεγαλύτερη. Εξαίρεση αποτελούν οι

περισσότερες περιοχές της Ελλάδας και της Βόρειας Τουρκίας στους οποίους διακρίνεται μείωση της διαφοράς από 0 έως 1 °C.

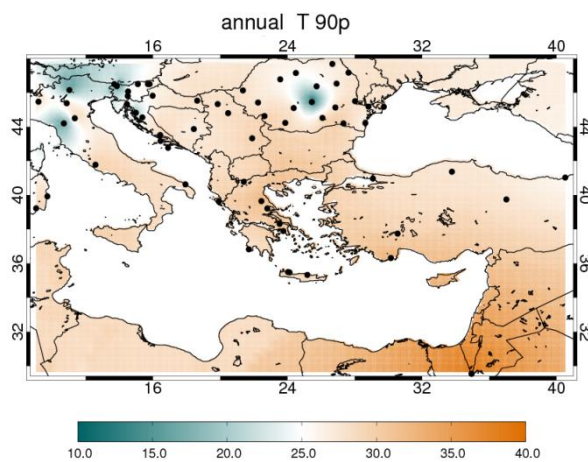


Σχήμα 5.7 Χωρική κατανομή της ετήσιας κύμανσης της μέγιστης θερμοκρασίας και οι τάσεις αυτής (°C/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

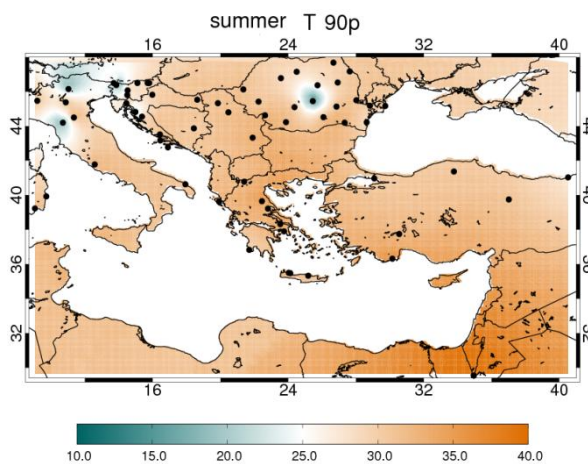
Η αναφορά μας στην χωρική κατανομή των ακραίων της μέγιστης θερμοκρασίας κλείνει με τον ετήσιο, καλοκαιρινό και χειμερινό δείκτη T90p και δηλώνει ποια είναι η θερμοκρασία στο 90^ο εκατοστημόριο της (α) ετήσιας, (β) καλοκαιρινής και (γ) χειμερινής μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961- 2000. Η επιλογή του συγκεκριμένου εκατοστημορίου γίνεται για να παρατηρήσουμε την μέγιστη θερμοκρασία και όχι κάποιες πολύ ακραίες τιμές που δεν εμφανίζονται συχνά.

Κατά την διάρκεια ενός έτους, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5.8(α), η μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 25 έως 30 °C με τις θερμοκρασίες στο Ισραήλ να ξεπερνούν τους 35 °C. Εξάιρεση αποτελούν η Βόρειο Ιταλία, η Σλοβενία, η Κροατία και η Ρουμανία όπου η μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 15 έως 25 °C. Στις θερμοκρασίες αυτές συμβάλλουν οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι και οι

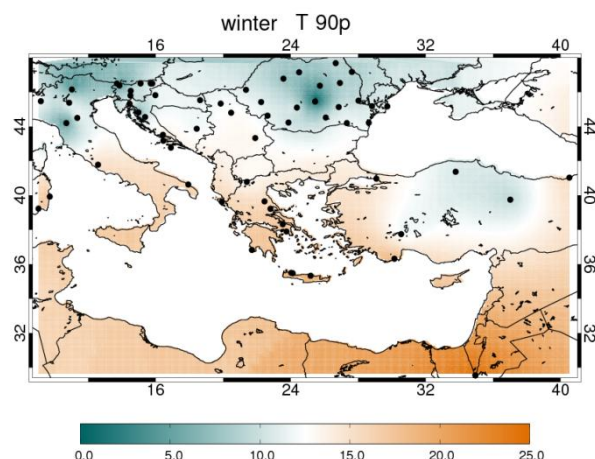
όχι και τόσο χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα. Πιο συγκεκριμένα, το καλοκαίρι η μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 30 έως 35 °C με τις τιμές στο Ισραήλ να ξεπερνάνε ακόμα και τους 40 °C. Εξαίρεση αποτελούν μεμονωμένοι σταθμοί, οι οποίοι βρίσκονται σε μεγάλα υψόμετρα, στην Βόρεια Ιταλία, Σλοβενία, Κροατία και Ρουμανία όπου το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 15 έως 25 °C. Τέλος το χειμώνα η μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 15 °C με τις τιμές στο Ισραήλ να ξεπερνάνε τους 25 °C. Εξαίρεση αποτελούν οι προαναφερθείσες χώρες στις οποίες κυμαίνεται από 0 έως 10 °C.



Σχήμα 5.8(α) Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας στο 90^ο εκατοστημόριο της ετήσιας μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.



Σχήμα 5.8(β) Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας (°C) στο 90^ο εκατοστημόριο της καλοκαιρινής μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.



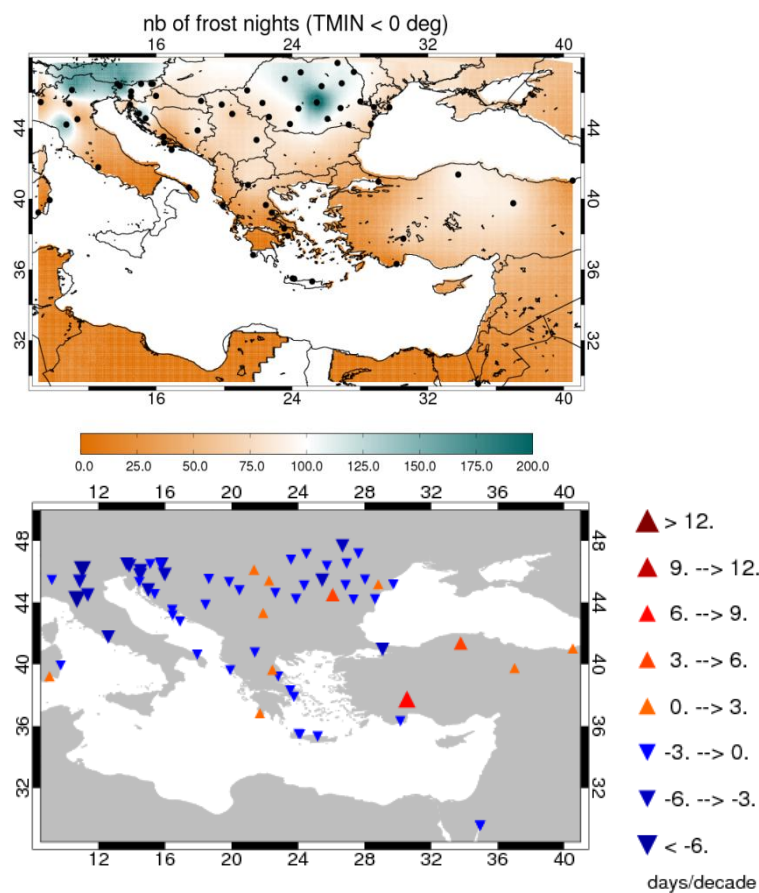
Σχήμα 5.8(γ) Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας (°C) στο 90^ο εκατοστημόριο της χειμερινής μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.

5.3.2 Χωρική κατανομή των ακραίων της ελάχιστης θερμοκρασίας

Σε αυτό το μέρος γίνεται η ανάλυση της χωρικής κατανομής των δεικτών οι οποίοι σχετίζονται με την ελάχιστη θερμοκρασία για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων. Αρχικά γίνεται αναφορά στους δείκτες που σχετίζονται με τον μέσο ετήσιο αριθμό ημερών για διάφορες θερμοκρασίες και εν συνεχεία παρουσιάζεται η χωρική κατανομή της θερμοκρασίας στο 10^ο εκατοστημόριο της μέσης εποχικής, καλοκαιρινής και χειμερινής θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.

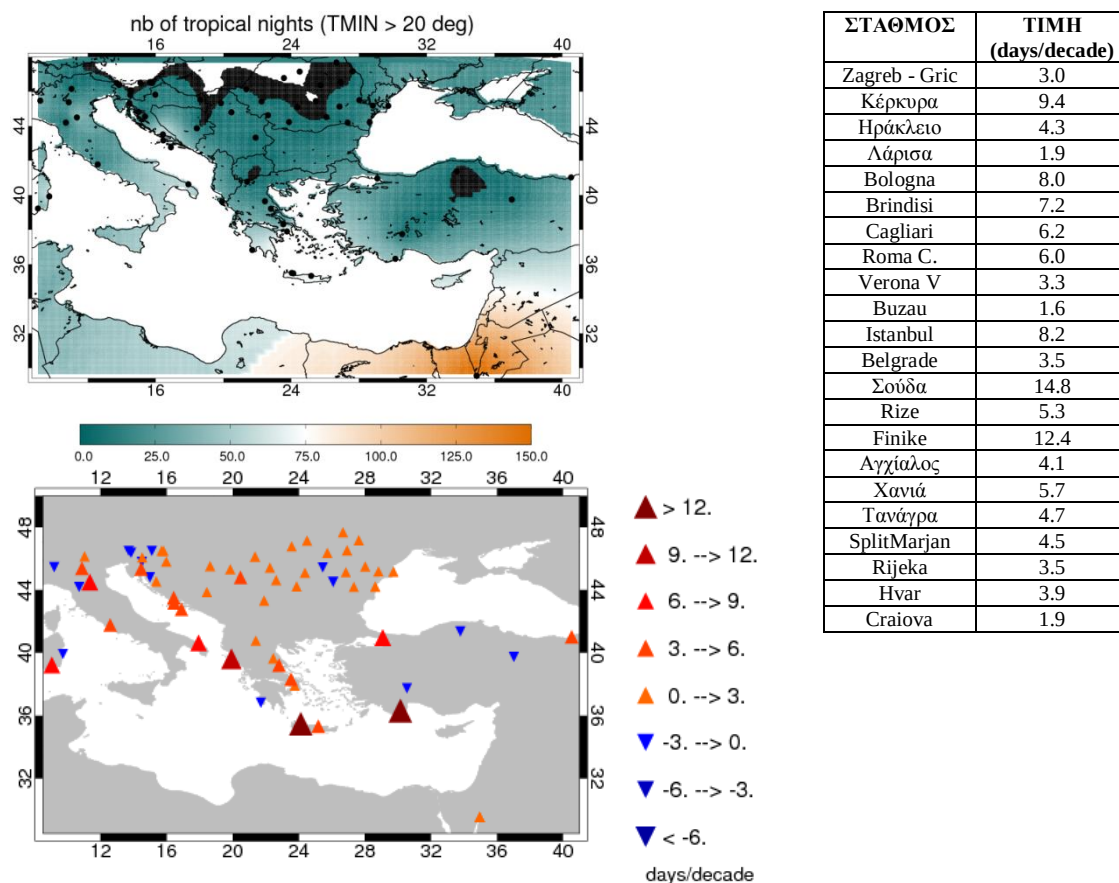
Η αρχή στην αναφορά μας στην χωρική κατανομή των ακραίων της μέγιστης θερμοκρασίας γίνεται με τους δείκτες που αφορούν το μέσο ετήσιο αριθμό ημερών για ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία μικρότερη των (α) 0 °C, τις οποίες χαρακτηρίσαμε νύχτες με παγωνιά και μεγαλύτερη των (β) 20 °C, τις οποίες χαρακτηρίσαμε τροπικές νύχτες. Αυτό που γίνεται αρχικά αντιληπτό είναι ότι εμφανίζεται ένας μεγάλος αριθμός νυχτών με θερμοκρασίες κάτω των 0 °C στη Βόρεια Ιταλία, στη Σλοβενία, τη Κροατία και τη Ρουμανία και κυμαίνεται από 100 έως 150 μέρες σε αντίθεση με τις υπόλοιπες περιοχές όπου κυμαίνεται κάτω από 50 μέρες με τις χαμηλότερες στη Ελλάδα, τη Νότιο Τουρκία και το Ισραήλ. Όσον αφορά τις τροπικές νύχτες, οι οποίες εμφανίζονται κατά την περίοδο του καλοκαιριού, σχεδόν σε όλους τους σταθμούς ο αριθμός των ημερών κυμαίνεται από 0 έως 50 μέρες πλην του Ισραήλ που είναι αρκετά μεγαλύτερος. Θα πρέπει πάντως να σημειωθεί ότι παρατηρείται στην πλειοψηφία των σταθμών μια τάση προς μείωση των αριθμών με ψυχρές νύχτες, η οποία κυμαίνεται από 3 έως 6 μέρες και αύξηση

των θερμών νυχτών, η οποία κυμαίνεται 0 έως 6 μέρες και ιδιαίτερα σε σταθμούς της Ιταλίας και της Ελλάδας όπου αυξάνεται ο αριθμός των ημερών από 6 έως 12 μέρες. Αυτά τα αποτελέσματα έρχονται σε καλή συμφωνία με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων όπως είναι η μελέτη των Frich et al. (2002) κατά την οποία φαίνεται μια γενική μείωση του αριθμού των νυχτών με παγωνιά από το δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα. Όμως, στη μελέτη αυτή όπως και σε αυτή των Kostopoulou and Jones (2005) μερικοί σταθμοί στη περιοχή της Βαλκανικής Χερσονήσου διακρίνεται αύξηση του αριθμού των ημερών, η οποία όμως δεν είναι πολύ σημαντική, όταν η ελάχιστη θερμοκρασία ήταν κάτω των 0 °C. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο σταθμός Isparta στη Τουρκία στον οποίο παρατηρείται μεγάλη αύξηση του αριθμού των ημερών αυτών βρίσκεται σε υψόμετρο 900 m.



ΣΤΑΘΜΟΣ	TIMH (days/decade)
Zagreb - Gric	-4.6
Κέρκυρα	-1.6
Bologna	-5.0
Roma C.	-3.9
Verona V	-5.4
Varfu O.	-4.4
Ljubljana	-4.0
Istanbul	-3.6
Isparta	8.4
Paganella	-6.4
Zavizan	-4.3
Kredarica	-4.4
Monte C.	-6.2
Nova Vas	-4.8
Ratece P.	-4.0

Σχήμα 5.9(α) Χωρική κατανομή του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών για ελάχιστη θερμοκρασία μικρότερη των 0 °C και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

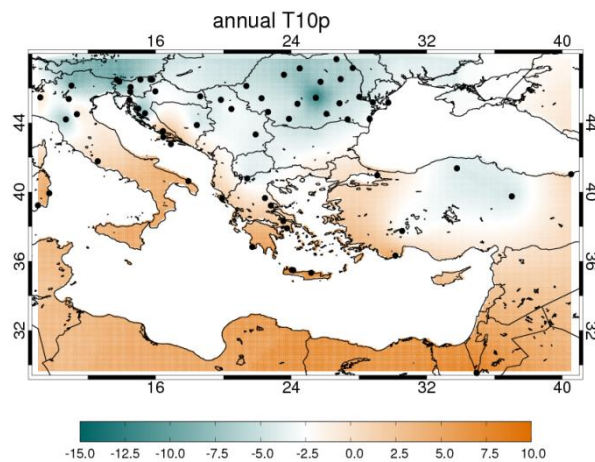


Σχήμα 5.9(β) Χωρική κατανομή του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών για ελάχιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη των 20 °C και οι τάσεις αυτής (days/decade) ανά μετεωρολογικό σταθμό. Στους πίνακες αναφέρονται οι τάσεις που είναι στατιστικά σημαντικές στο επίπεδο 95%.

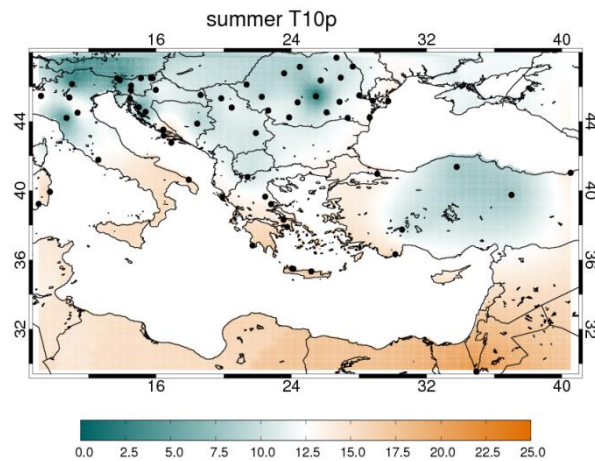
Η αναφορά μας στην χωρική κατανομή των ακραίων της μέγιστης θερμοκρασίας κλείνει με τον ετήσιο, καλοκαιρινό και χειμερινό δείκτη T10p και δηλώνει ποια είναι η θερμοκρασία στο 10^ο εκατοστημόριο της (α) ετήσιας, (β) καλοκαιρινής και (γ) χειμερινής μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961- 2000. Η επιλογή του συγκεκριμένου εκατοστημορίου γίνεται για να παρατηρήσουμε την ελάχιστη θερμοκρασία και όχι κάποιες πολύ ακραίες τιμές που δεν εμφανίζονται συχνά.

Κατά την διάρκεια ενός έτους, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5.11(α), η ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από -15 έως 0 °C, με τις χαμηλότερες να σημειώνονται στις βορειότερες περιοχές. Εξαίρεση αποτελούν η Ελλάδα, το Ισραήλ και οι νότιες περιοχές της Ιταλίας και της Τουρκίας όπου η ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 0 έως 7.5 °C, με τις θερμοκρασίες στο Ισραήλ να είναι υπερβαίνουν αυτό το εύρος. Επίσης στις προαναφερθείσες περιοχές οι υψηλότερες χαμηλές θερμοκρασίες παρατηρούνται το καλοκαίρι και το χειμώνα σε σχέση με τις υπόλοιπες

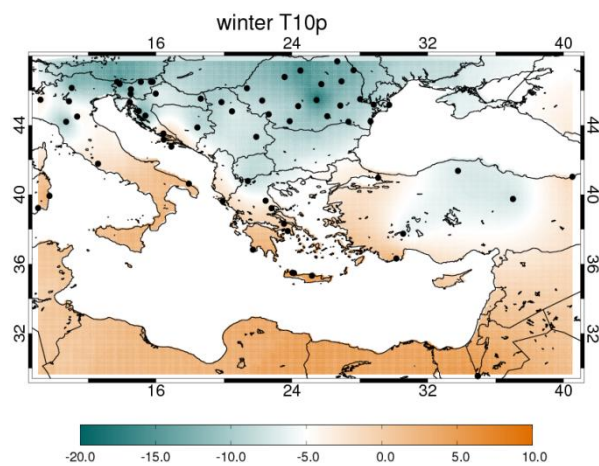
περιοχές μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, το καλοκαίρι η ελάχιστη θερμοκρασία στις περιοχές αυτές κυμαίνεται γύρω στους 15 °C με τις τιμές στο Ισραήλ να ξεπερνάνε ακόμα τους 20 °C. Στις υπόλοιπες περιοχές το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 0 έως 10 °C με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες στη Βόρειο Ιταλία, Σλοβενία και Ρουμανία. Τέλος το χειμώνα η ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 0 °C στις προαναφερθείσες νότιες περιοχές, με τις τιμές στο Ισραήλ να ξεπερνάνε τους 5 °C. Στις υπόλοιπες περιοχές κυμαίνεται από -15 έως -5 °C με τις χαμηλότερες στις περιοχές της Βόρειας Ιταλίας, της Σλοβενίας και της Ρουμανίας.



Σχήμα 5.11(α) Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας στο 10^ο εκατοστημόριο της ετήσιας μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.



Σχήμα 5.11(β) Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας στο 10^ο εκατοστημόριο της καλοκαιρινής μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.



Σχήμα 5.11(γ) Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας στο 10^ο εκατοστημόριο της χειμερινής μέσης θερμοκρασίας την περίοδο 1961-1990.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική, μελετήθηκαν οι χωρικές κατανομές της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας καθώς και οι ακραίοι δείκτες τους για την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων για την περίοδο 1961 – 2000 με τη βοήθεια κλιματολογικών δεδομένων από σταθμούς. Προκειμένου να γίνει πιο κατανοητή η αποτύπωση της πιθανής κλιματικής μεταβολής που αυτά υφίστανται έγινε ο υπολογισμός των τάσεων τους και μέσω της t – student διαπιστώθηκαν αν είναι στατιστικά σημαντικές για επίπεδο σημαντικότητας 95%. Τα δεδομένα σταθμών διατέθηκαν από το ECA&D και συνολικά συλλέχθηκαν 496 σταθμοί και με βάση το κριτήριο να περιέχουν οι σταθμοί όσο το δυνατόν πιο πλήρεις χρονοσειρές από το 1961 - 2000, τελικά χρησιμοποιήθηκαν 85 σταθμοί για την βροχόπτωση και 68 για την θερμοκρασία.

Μια γενική παρατήρηση η οποία προκύπτει από τις χωρικές κατανομές των πεδίων της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας είναι ότι στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων υπάρχει μια τάση προς ξηρότερες συνθήκες, σε συνδυασμό με την αύξηση της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας με εξαίρεση την εποχή του φθινοπώρου όπου διακρίνεται μείωση της θερμοκρασίας ανά δεκαετία.

Τα μεγαλύτερα ποσά βροχόπτωσης εμφανίζονται στην Κροατία, στη Σλοβενία και την Αλβανία, όπου το ετήσιο ύψος κυμαίνεται από 1400 έως 2000 mm σε αντίθεση με τις υπόλοιπες περιοχές όπου είναι αρκετά μικρότερο και κυμαίνεται από 400 έως 800 mm. Σε αρκετούς σταθμούς η βροχόπτωση μειώνεται από 0.2 έως 0.4 mm ανά δεκαετία και σε ορισμένους είναι ακόμα μεγαλύτερη με χαρακτηριστική περίπτωση της Δυτικής Ελλάδας. Παρόλα αυτά, υπάρχουν λίγοι στον αριθμό σταθμοί στη Σλοβενία και στη Ρουμανία στους οποίους παρατηρείται μια ελαφριά αύξηση. Στην Ιταλία διακρίνεται μια ανάμεικτη κατάσταση με την τάση όμως να μην είναι στατιστικά σημαντική σε κανένα από τους σταθμούς.

Επιπλέον, στις περιοχές της Κροατίας, Σλοβενίας και Αλβανίας παρατηρείται ένας μεγάλος αριθμός ημερών έντονης βροχόπτωσης σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές. Αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι παρόλο που στις περισσότερες περιοχές διακρίνεται μείωση του αριθμού των ημερών με βροχόπτωση άνω του 1 mm, αντίθετα για τον αριθμό των ημερών άνω των 10 mm και ιδίως των 20 mm διακρίνεται αύξηση με εξαίρεση την Ελλάδα, την Κύπρο, το Ισραήλ και αρκετούς

σταθμούς στη Ρουμανία που διαφαίνεται μείωση από 0 έως 6 μέρες ανά δεκαετία. Πάντως, είναι άξιο αναφοράς ότι η τάση αύξησης που διαφαίνεται δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Όσον αφορά τον μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ημερών έντονης βροχόπτωσης, οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται στη Σλοβενία, Κροατία και τις κεντρικές περιοχές της Ελλάδας και της Ιταλίας. Γενικά, διακρίνεται μείωση του αριθμού των ημερών αυτών η οποία όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική και κυμαίνεται από 0 έως 0.5 μέρες. Παρόλα αυτά, στις περισσότερες περιοχές της Ιταλίας και της Σλοβενίας διαφαίνεται αύξηση των συνεχόμενων ημερών έντονης βροχόπτωσης. Επίσης, για το μέγιστο ποσό βροχής σε διάστημα τριών συνεχόμενων ημερών, με τις μεγαλύτερες τιμές να παρατηρούνται στη Σλοβενία, τη Κροατία και την Αλβανία, διακρίνεται μια τάση αύξησης των τιμών πλην αρκετών περιοχών στη Ρουμανία και μεμονωμένων στην Ιταλία όπου διαφαίνεται μείωση από 0 έως 10 mm.

Από αυτά που αναφέρθηκαν πιο πάνω μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι παρόλο που στο ετήσιο ποσό βροχόπτωσης και στον αριθμό των συνεχόμενων ημερών διαφαίνεται μείωση στις περισσότερες περιοχές, οι μέρες με έντονη βροχόπτωση ιδιαίτερα στην Ιταλία και τη Σλοβενία έχουν τάση αύξησης.

Επίσης, όπως φαίνεται από τα παραπάνω οι περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων οδηγούνται σε πιο ξηρές συνθήκες με πιο έντονα την Ελλάδα, την Κύπρο και το Ισραήλ και λιγότερο τη Σλοβενία και την Ιταλία. Ένα ακόμα στοιχείο που το επιβεβαιώνει αυτό είναι η σημαντική τάση αύξησης του αριθμού των ημερών με βροχόπτωση κάτω του 1 mm με το εύρος αυτό να κυμαίνεται από 0 έως 6 μέρες. Επιπλέον, όσον αφορά την ξηρή περίοδο αυτή ξεκινάει από τον Ιούνιο και το πέρας της είναι τον Ιούλιο με εξαίρεση τη Νότιο Ελλάδα, Κύπρο και το Ισραήλ όπου διαρκεί περισσότερο. Για την πλειονότητα των σταθμών διαφαίνεται αύξηση της ξηρής περιόδου από 0 έως 6 μέρες ανά δεκαετία, αλλά υπάρχουν σταθμοί στην Ελλάδα, την Αλβανία, τη Κύπρο και το Ισραήλ όπου υπερβαίνουν αυτό το εύρος.

Από τις χωρικές καρανομές των μέσων πεδίων της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας προκύπτει ότι οι χώρες της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων οδηγούνται σε πιο θερμές συνθήκες. Για τις περιοχές της Βόρειας Ιταλίας, Σλοβενίας, Κροατίας και Ρουμανίας, η μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5 έως 15 °C και η ελάχιστη από -5 έως 5 °C και στις υπόλοιπες χώρες η μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 15 έως 25 °C και η ελάχιστη από 5 έως 10 °C και φτάνει μέχρι τους

15 °C στα Νότια μέρη της Ελλάδας, Ιταλίας και Τουρκίας. Σχεδόν σε όλους τους σταθμούς και ιδιαίτερα στις βορειότερες χώρες διαφαίνεται σημαντική αύξηση των τιμών που κυμαίνεται από 0 έως 0.4 °C ανά δεκαετία, με την Ελλάδα να παρουσιάζει μια μεικτή κατάσταση, με αρνητικές τάσεις να εμφανίζονται στις παράκτιες περιοχές. Όσον αφορά το τι συμβαίνει σε κάθε μια από τις εποχές, το καλοκαίρι διακρίνεται σημαντική τάση αύξησης σε όλες τις περιοχές και ειδικότερα στην Ιταλία και στα βόρεια της εξεταζόμενης περιοχής. Την άνοιξη προκύπτει από τους χάρτες των τάσεων ότι θα υπάρχει ανά δεκαετία μια μικρή αύξηση της θερμοκρασίας από 0 έως 0.4 °C με εξαίρεση την Ελλάδα και την Τουρκία. Αυτό πάντως που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι το χειμώνα διαφαίνονται πιο αυξητικές σημαντικές τάσεις σε σχέση με αυτές των προαναφερθέντων εποχών με εξαίρεση τις χώρες Τουρκία και Ελλάδα όπου διακρίνεται μείωση της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας και μη στατιστικά σημαντικά μεταβολές της ελάχιστης θερμοκρασίας. Τέλος, για το φθινόπωρο προκύπτει το συμπέρασμα ότι η εποχή αυτή οδηγείται σε μέρες με χαμηλότερη μέση μέγιστη θερμοκρασία, αφού διαφαίνεται μείωση από 0 έως 0.4 °C ανά δεκαετία με εξαίρεση ορισμένες περιοχές της Ιταλίας όπου διαφαίνεται αύξηση και σε μη στατιστικά σημαντικές τάσεις της ελάχιστης θερμοκρασίας, με εξαίρεση ορισμένους σταθμούς στην Ρουμανία όπου διαφαίνεται στατιστικά σημαντική μείωση άνω των 0.3 °C ανα δεκαετία.

Ένα γενικό συμπέρασμα το οποίο εξάγεται από τους ακραίους δείκτες της θερμοκρασίας, οι οποίοι σχετίζονται με τον ετήσιο αριθμό των ημερών είναι ότι ο αριθμός των καλοκαιρινών και πολύ θερμών ημερών, με τη θερμοκρασία άνω των 25 °C και 30 °C αντίστοιχα, αυξάνεται σημαντικά περίπου από 0 έως 6 μέρες ανά δεκαετία με πιο έντονο το φαινόμενο στις βόρειες χώρες και στην Ιταλία και λιγότερο στην Ελλάδα και Τουρκία. Πάντως, αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι ο αριθμός των πολύ θερμών ημερών, ο οποίος κυμαίνεται από 50 έως 70 για την Κεντρική Ελλάδα και τη Νότια Τουρκία και από 0 έως 40 για τις υπόλοιπες περιοχές με τις μικρότερες τιμές να παρατηρούνται στα μεγαλύτερα υψόμετρα, αυξάνεται λίγο περισσότερο σε σχέση με τις καλοκαιρινές. Αυτό σημαίνει ότι οι περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων οδηγούνται σε καύσωνες, κάτι το οποίο υποστηρίζεται και από τον χάρτη της τάσης των μέγιστων ετήσιων συνεχόμενων ημερών για μέγιστη θερμοκρασία άνω των 25 °C, όπου διαφαίνεται αύξηση των ημερών από 0 έως 3 μέρες. Επιπλέον για τη μέγιστη θερμοκρασία θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν διαφαίνεται σημαντική μεταβολή της ετήσιας κύμανσης, με

εξαίρεση κάποιους σταθμούς στους οποίους η ετήσια κύμανση αυξάνεται περίπου 1.5° C.

Το ίδιο σκηνικό διακρίνεται και για την ελάχιστη θερμοκρασία όπου διαφαίνεται αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας. Πιο συγκεκριμένα, ο αριθμός των νυχτών με παγετό, με την ελάχιστη θερμοκρασία μικρότερη των 0 °C μειώνεται σε αντίθεση με τον αριθμό των τροπικών νυχτών, με θερμοκρασία άνω των 20 °C όπου αυξάνεται. Επομένως, οι περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων οδηγούνται σε πιο θερμές νύχτες, πλην ελαχίστων εξαιρέσεων. Η μείωση του αριθμού των νυχτών με παγετό φαίνεται να κυμαίνεται από 0 έως 3 μέρες ανά δεκαετία και σε ορισμένες περιοχές οι τιμές υπερβαίνουν αυτό το εύρος. Οι περιοχές στις οποίες διαφαίνονται οι μεγαλύτερες μειώσεις είναι στην Ιταλία, τη Σλοβενία, τη Κροατία και τη Ρουμανία, χώρες στις οποίες παρατηρούνται από τον χάρτη της χωρικής κατανομής οι χαμηλότερες τιμές ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία κάτω των 0 °C. Η αύξηση του αριθμού των τροπικών νυχτών κυμαίνεται από 0 έως 6 μέρες με ορισμένες περιπτώσεις στην Ελλάδα, την Ιταλία και την Τουρκία να υπερβαίνουν κατά πολύ αυτό το εύρος. Πάντως θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν διαφαίνονται σημαντικές αλλαγές στο μέγιστο αριθμό συνεχόμενων ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία άνω των 25 °C πλην της Σλοβενίας, της Ιταλίας και μεμονομένων σταθμών στη Ρουμανία όπου διαφαίνεται αύξηση από 3 έως 9 μέρες. Αυτό σημαίνει ότι παρόλο που αυξάνεται ο αριθμός των θερμών νυχτών δεν είναι όμως συνεχόμενες.

Κλείνοντας και την σύνοψη των θερμοκρασιών θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ακραία μέγιστη θερμοκρασία, δηλαδή η θερμοκρασία που αντιστοιχεί στο 90^ο εκατοστημόριο, κατά την διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 25 έως 30 °C με εξαίρεση τις περιοχές της Βόρειας Ιταλίας, της Σλοβενίας, της Κροατίας και της Ρουμανίας όπου κυμαίνεται από 15 έως 25 °C. Το καλοκαίρι και το χειμώνα οι ακραίες θερμοκρασίες οι οποίες κυμαίνονται από 30 έως 35 °C και γύρω στους 15 °C, αντίστοιχα, πλην των προαναφερθείσων περιοχών όπου κυμαίνονται από 15 έως 25 °C, σε μεμονωμένες περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, και 0 έως 10 °C σε όλο το φάσμα αυτών των χωρών αντιστοίχως.

Αντίθετα, η ακραία μέση ελάχιστη θερμοκρασία, δηλαδή η θερμοκρασία που αντιστοιχεί στο 10^ο εκατοστημόριο, κατά την διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από -15 έως 0 °C με εξαίρεση την Ελλάδα και τις νότιες περιοχές της Ιταλίας και της Τουρκίας όπου κυμαίνεται από 0 έως 7.5 °C. Το καλοκαίρι και το χειμώνα, οι ακραίες

θερμοκρασίες κυμαίνονται από 0 έως 10 °C και από -15 έως -5 °C, αντίστοιχα, πλην των προαναφερθείσων περιοχών όπου κυμαίνονται γύρω στους 15 °C και γύρω στους 0 °C, αντιστοίχως. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται στη Βόρεια Ιταλία, τη Ρουμανία και τη Σλοβενία.

Επομένως, αυτό που προκύπτει μετά τη μελέτη της χωρικής κατανομής και των τάσεων της βροχόπτωσης, της ξηρασίας και της θερμοκρασίας για τη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και των Βαλκανίων είναι ότι:

- Υπάρχει αύξηση της ξηρής περιόδου συνοδευόμενη από πιο έντονες θερμές περιόδους. Πιο συγκεκριμένα, οι περισσότερες περιοχές οδηγούνται σε πιο ξηρές συνθήκες. Πάντως θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρόλο που σημειώνεται μείωση του ποσού βροχής, ιδιαίτερα σε περιοχές της Ιταλίας και της Σλοβενίας, ο αριθμός των ημερών με έντονη βροχόπτωση (ημέρες με βροχή άνω των 20 mm) αυξάνεται, το οποίο οδηγεί στο συμπέρασμα ότι σε αυτές τις περιοχές περισσότερη βροχή συγκεντρώνεται σε μικρότερα χρονικά διαστήματα και συνεπώς αυξάνεται η πιθανότητα εμφάνισης έντονων πλημμυρικών φαινομένων, όπως έχει ήδη παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια.
- Ακόμα, με εξαίρεση τις παράκτιες περιοχές, η θερμοκρασία αυξάνεται πολύ έντονα καθ' όλες τις εποχές, πλην του φθινοπώρου, όπου διαφαίνονται μειώσεις. Ειδικότερα το καλοκαίρι, όλες οι περιοχές οδηγούνται σε έντονες αυξήσεις της θερμοκρασίας με ορατό των κίνδυνο αύξησης του αριθμού των πυρκαγιών.
- Τέλος, διαφαίνεται μείωση του αριθμού των ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία κάτω των 0 °C, με πιο έντονο το φαινόμενο στην Ιταλία και τη Σλοβενία, σε αντίθεση με την αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας άνω των 20 °C, όπου διακρίνεται παντού σημαντική αύξηση και όσον αφορά την μέγιστη θερμοκρασία άνω των 25 και 30 °C διαφαίνεται παντού αύξηση του αριθμού των ημερών από το οποίο μπορούμε να συμπεράνουμε ότι θα οδηγηθούν ειδικότερα οι νότιες περιοχές σε διαδοχικές θερμές ημέρες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ahrens DC (1991) *Meteorology Today. An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. 4th edition St Paul, Minnesota West Publishing Company
- Alexander LV, Zhang X, Peterson TC, Caesar J, Gleason B, Klein Tank AMG, Haylock M, Collins D, Trewin B, Rahimzadeh F, Tagipour A, Ambenje P, Rupa Kumar K, Revadekar J, Griffiths G (2006) Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *J Geophys Res* 111:D05109. doi:10.1029/2005JD006290
- Alpert P, Ben-Gai T, Baharad A, Benjamini Y, Yekutieli D, Colacino M, Diodato L, Ramis C, Homar V, Romero R, Michaelides S, Manes A (2002) The paradoxical increase of Mediterranean extreme daily rainfall in spite of decrease in total values. *Geophys Res Lett* 29(11):31-1–31-4
- Anagnostopoulou C, Maheras P, Karacostas T, Vafiadis M (2003) Spatial and temporal analysis of dry spells in Greece. *Theor Appl Climatol* 74:77–91.
- Anagnostopoulou C, Tolika K, Flocas HA, Maheras P (2006) Cyclones in the Mediterranean region present and future climate scenarios derived from General Circulation model HadAM3P. *Adv Geosci* 7:9–14.
- Bolle HJ (2003) Climate, climate variability, and impacts in the Mediterranean area. An overview. In: Bolle HJ, Ed, *Mediterranean climate Variability and trends*. Springer- Verlag, Berlin/Heidelberg/New York
- Brandt J, Thornes J (eds) (1996) *Mediterranean desertification and land use*. London New York: Wiley, 554 pp
- Brunetti M, Buffoni L, Maugeri M, Nanni T (2000) Trends of minimum and maximum daily temperatures in Italy from 1865 to 1996. *Theor Appl Climatol* 66:49–60
- Brunetti M, Maugeri M, Nanni T, Navarra A (2002) Droughts and extreme events in regional daily Italian precipitation series. *Int J Climatol* 22:543–558
- Cramer W, Doherty R, Hulme M, Viner D (2000) *Climate Scenarios for Agricultural and Ecosystem Impacts*. Proceedings of the EU concerted action initiative ECLAT-2, Potsdam, Germany, 13-15 October 1999, Climate Research Unit, Norwich, UK, p120

- Della Marta PM, Haylock MR, Luterbacher J, Wanner H (2007) Doubled length of western European summer heat waves since 1880. *J Geophys Res* 112:D15103. doi:10.1029/2007JD008510.
- Diffenbaugh NS, Pal JS, Giorgi F, Xuejie G (2007) Heat stress intensification in the Mediterranean climate change hotspot. *Geophys Res Lett* 34:L11706, doi:10.1029/2007GL030000.
- Domonkos P, Kysely J, Piotrowicz K, Petrovic P, Likso T (2003) Variability of extreme temperature events in south-central Europe during the 20th century and its relationship with large-scale circulation. *Int J Climatol* 23(9): 987-1010
- Easterling DR, Meehl GA, Parmesan C, Changnon SA, Karl TR, Mearns LO (2000) Climate extremes: observations, modeling, and impacts. *Science* 289:2068–2074.
- Feidas H and Lalas D (2001) Climatic changes in Mediterranean and Greece. A critical review 7th International Conference on Environmental Science and Technology, Ermoupolis Syros Island, Greece.
- Flocas AA (1984) The annual and seasonal distribution of fronts over central-southern Europe and the Mediterranean. *J Climatol* 4: 255–267
- Folland C, Frich P, Basnett T, Rayner N, Parker D, Horton B. 2000. Uncertainties in climate datasets — a challenge for WMO. *WMO Bulletin* 49(1): 59–68.
- Fotiadi AK, Metaxas DA, Bartzokas A (1999) A statistical study of precipitation in NW Greece. *Int J Climatol* 19:1221-1232
- Founda D, Papadopolous KH, Petrakis M, Giannakopolous C, Good P (2004) Analysis of mean, maximum, minimum temperature in Athens from 1897 to 2001 with emphasis on the last decade: Trends, warm events, and cold events. *Global Planet Chang* 44:27–38. doi:10.1016/j.gloplacha.2004.06.003
- Frich P, Alexander LV, Della-Marta P, Gleason B, Haylock M, Klein Tank AMG, Peterson T (2002) Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Clim Res* 19: 193–212
- Gosling SN, Lowe JA, McGregor GR, Pelling M, Malamud BD (2008) Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: A critical review of the literature, *Clim. Change*, 92, 299–341, doi:10.1007/s10584-008-9441-x
- Giorgi F (2006) Climate change hot-spots, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L08707, doi:10.1029/2006GL025734.

- Grize L, Huss A, Thommen O, Schindler C, Fahrländer CB (2005) Heat wave 2003 and mortality in Switzerland, *Swiss Med. Wkly*, 135, 200–205.
- Haylock MR and Goodess CM (2004) Interannual variability of European extreme winter rainfall and links with mean large-scale circulation. *Int J Climatol* 24 (6): 759-776
- Henderson KG, Muller RA (1997) Extreme temperature days in the south-central United States. *Clim Res* 8:151–162
- Heino R, Brazdil R, Forland E, Tuomenvirta H, Alexanderson H, Beniston M, Pfister C, Rebetez M, Rosenhagen G, Rosner S, Wibig J (1999) Progress in the study of climatic extremes in northern and central Europe. *Clim Change* 42(1-2): 151-180
- Hémon, D, and Jouglé E (2003) Surmortalité liée à la canicule d’août 2003-Rapport d’étape (1/3). Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques, Inst. Natl. de la Santé et de la Rech. Méd., Paris.
- Horton EB, Folland CK, Parker DE (2001) The changing incidence of extremes in worldwide and central England temperatures to the end of the twentieth century. *Clim Change* 50: 267-295
- Houghton JT and others. Climate change (1995) The Science of climate change. Report of IPCC Working Group I, 137-192 Cambridge University Press
- Houghton JT, Ding Y, Griggs DJ, Noguer M, van der Linden PJ, Xiaosu D (2001) Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press: UK.
- Houssos EE, Lolis CJ, Bartzokas A (2008) Atmospheric circulation patterns associated with extreme precipitation amounts in Greece. *Adv Geosci* 17:5–11
- IPCC (2007) Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva, Switzerland.
- Jones PD, Osborn TJ, Briffa KR, Folland CK, Horton EB, Alexander LV, Parker DE, Rayner NA. 2001. Adjusting for sampling density in grid box land and ocean surface temperature time series. *J Geophys Res* 106:3371–3380.
- Jones GS, Stott PA, and Christidis N (2008) Human contribution to rapidly increasing frequency of very warm Northern Hemisphere summers, *J. Geophys. Res.*, 113, D02109, doi:10.1029/2007JD008914.

- Karavitis CA (1998) Drought and urban water supplies the case of metropolitan Athens. *Water Policy* 1 5: 505-534
- Karl TR, Nicholls N, Ghazi A (1999) Weather and climate extremes Changes, variations and a perspective from the insurance industry. *Clim Change* 42: 1-349
- Karl T, Knight R (1997) The 1995 Chicago heat wave: How likely is a recurrence? *Bull Am Meteorol Soc* 78:1107–1119 doi:10.1175/1520-0477(1997)
- Kharin V, Zwiers FW, Zhang X, Hegerl GC (2007) Changes in temperature and precipitation extremes in the IPCC ensemble of global coupled model simulations. *J Climate* 20:1419–1444.
- Klein Tank AMG, Wijngaard JB, Konnen GP, Bohm R, Demaree G, Gocheva A, Mileta M, Paschiardis S, Hejkrlik L, Kern – Hansen C, Heino R, Bessemoulin P, Muller – Westermeier G, Tzanakou M, Szalai S, Palsdottir T, Fitzgerald D, Rubin S, Capaldo M, Maugeri M, Leitass A, Bukantis A, Aberfeld R, Van Engelen AFV, Forland E, Mielus M, Coelho F, Mares C, Razuvaev V, Nieplova E, Cegnar T, Antonio Lopez J, Dahlstrom B, Moberg A, Kirchhofer W, Ceylan A, Pachaliuk O, Alexander LV and Petrovic P (2002) Daily data set of 20th - century surface air temperature and precipitation series for the European climate assessment. *Int J Climatol* 22:1441–1453 doi:10.1002/joc.773
- Klein Tank AMG and Können GP (2003) Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946–99. *J Climate* 16:3665-3680.
- Kostopoulou E and Jones P (2005) Assessment of climate extremes in Eastern Mediterranean, *Meteorol Atmos Phys* 89: 69–85
- Kostopoulou E, Tolika K, Tegoulas I, Giannakopoulos C, Somot S, Anagnostopoulou C and Macheras P (2009) Evaluation of a regional climate model using in situ temperature observations over the Balkan Peninsula, *Tellus* (2009)
- Kotroni V, Lagouvardos K, Kallos G, Ziakopoulos D (1999) Severe flooding over central and southern Greece associated with pre-cold frontal orographic lifting. *Q J R Meteorol Soc* 125:967-991
- Kuglitsch FG, Toreti A, Xoplaki E, Della Marta P. M, Zerefos CS, Türkeş M and Luterbacher J (2010) Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960, *Geophys Res Lett*, 37 :L04802. doi:10.1029/2009GL041841

- Kundzewicz ZW et al, (2001) Europe In M J de Seixas and S Kellomäki Eds, Climate Change 2001 Impacts, Adaptation and Vulnerability
- Kutiel H, Maheras P, Guika S (1996a) Circulation indices over the Mediterranean and Europe and their relationship with rainfall conditions across the Mediterranean. *Theor Appl Climatol* 54(3-4):125-138.
- Kutiel H, Maheras P, Guika S (1996b) Circulation and extreme rainfall conditions in the eastern Mediterranean during the last century. *Int J Climatol* 16:73-92.
- Lagouvardos K, Kotroni V, Dobricic S, Nickovic S, Kallos G (1996) The storm of October 21-22, 1994, over Greece Observations and model results. *J Geophys Res-Atmos* 101(D21):26217-26226.
- Llasat MD, Rigo T, Barriendos M (2003) The 'Montserrat-2000' flash flood event. A comparison with the floods that have occurred in the northeastern Iberian Peninsula since the 14th century. *Int J Climatol* 23(4):453-469
- Lloyd-Hughes B, Saunders MA (2002) A drought climatology for Europe. *Int J Climatol* 22:1571–1592.
- Lolis CJ, Bartzokas A, Metaxas, DA (1999) Spatial covariability of the climatic parameters in the Greek area. *Int J Climatol* 19:185-196
- Maheras P, Kolyva-Machera F (1979) Les espaces et les régimes pluviométriques dans la mer Egée. *Bull Hellen Meteorol Soc* 4: 1–17
- Maheras P (1985) A Factorial Analysis of Mediterranean Precipitation. *Arch Met Geoph Bloc Ser B* 36, t-t4
- Maheras P and Kutiel H (1999) Spatial and temporal variations in the temperature regime in the Mediterranean and their relationship with circulation during the last century. *Int J Climatol* 19:745–764.
- Maheras P, Tolika K, Anagnostopoulou C, Vafiadis M, Patrikas I, Flocas HA (2004) On the relationships between circulation types and changes in rainfall variability in Greece. *Int J Climatol* 24:1695-1712.
- Martin-Vide J, Gomez L (1999) Regionalization of peninsular Spain based on the length of dry spells. *Int J Climatol* 19:537–555.
- McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ and White KS (editors) (2001) Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, New York, N.Y., 1000 pp.

- Min SK, Zhang X, Zwiers FW, Hegerl GC (2011) Human contribution to more-intense precipitation extremes. *Nature* 470:378–381. doi:10.1038/nature09763.
- Moberg A, Jones PD, Barriendos M, Bergstrom H, Camuffo D, Cocheo C, Davies TD, Demaree G, Martin-Vide J, Maugeri M, Rodriguez R, Verhoeve T (2000) Day-to-day temperature variability trends in 160- to 275-year-long European instrumental records. *J Geophys Res* 105:22 849–22868.
- Moberg A, Jones PD, Lister D, Walther A, Brunet M, Jacobeit J, Alexander L.V, Della-Marta P.M, Luterbacher J, Yiou P, Chen D, Klein Tank A M G, Saladie O, Sigro J, Aguilar E, Alexandersson H, Almarza C, Auer I, Barriendos M, Begert M, Bergstrom H, Bohm R, Butler C. J, Caesar J, Drebs A, Founda D, Gerstengarbe F.W, Micela G, Maugeri M, Osterle H, Pandzic K, Petrakis M, Srnec L, Tolasz R, Tuomenvirta H, Werner P.C, Linderholm H, Philipp A, Wanner H, Xoplaki E (2006) Indices for daily temperature and precipitation extremes in Europe analyzed for the period 1901–2000 *J Geophys Res* 111:D22106. doi:10.1029/2006JD007103
- Moonen AC, Ercoli L, Mariotti M, Masoni A (2002) Climate change in Italy indicated by agrometeorological indices over 122 years. *Agric Forest Meteor* 111: 13–27
- Oikonomou C, Flocas H, Hatzaki M, Nisantzi A. and Asimakopoulos DN (2010) Relationship of extreme dry spells in Eastern Mediterranean with large-scale circulation *Theor Appl Climatol* 100:137–151 doi:10.1007/s00704-009-0171 4
- Papadopoulos A (1993) Dendrochronologie du pin d'Alep en Grèce; Contribution aux études climatologiques. *Publ de l'Association Internationale de Climatologie AIC* 6: 253–262
- Parry ML ed (2000) Assessment of Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe. The Europe ACACIA Project, Jackson Environment Institute, University of East Anglia Norwich
- Peel MC, Finlayson BL and McMahon TA (2007) "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification". *Hydrol Earth Syst Sci* 11:1633-1644. ISSN 1027-5606.)
- Peterson TC and Manton MJ (2008) Monitoring changes in climate extremes –A tale of international collaboration. *BAMS*, doi:10.1175/2008BAMS2501.1.

- Repapis C, Amanatidis G, Paliatsos A, Mantis H (1993) Cohérence spatiale des précipitations en Grèce. Publ de l'AIC 6: 333–340
- Rudloff W (1981) World climates. Naturwissenschaftliche Rundschau Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart
- Sahsamanoglou H (1993) Etude des précipitations dans les Balkans basée sur l'analyse en composantes principales. Publ de l'AIC 6 : 291–300
- Sakellariou N, Papadopoulos A, Kambezidis H, Psiloglou B, Assimakopoulos D (1993) Analyse de corrélations des pluies mensuelles au niveau des stations de la mer Egée. Publ de l'AIC 6:285–290
- Schroeter D, Metzger MJ, Cramer W, Leemans R (2004) Vulnerability assessment-analyzing the human-environment system in the face of global environmental change. ESS Bulletin 2(2):11-17.
- Serra C, Burguen A, Martinez MD, Lana X (2006) Trends in dry spells across Catalonia NE Spain during the second half of the 20th century. Theor Appl Climatol 85:165–183.
- Subak S, Palutikof JP, Agnew MD, Watson SJ, Bentham CG, Cannell MGR, Hulme M, McNally S, Thornes JE, Waughray D, Woods JC (2000) The impact of the anomalous weather of 1995 on the UK economy. Clim Change 44: 1–26
- Tolika K, Anagnostopoulou C, Maheras P (2004) Trends in extreme events across Greece in the 2nd half of the 20th century part A- Precipitation. 7th Panhellenic International Conference of Meteorology, Lefkosia, Cyprus
- Tolika K, Maheras P, Vafiadis M, Flocas HA, Arseni-Papadimitriou A (2007) Simulation of seasonal precipitation and raindays over Greece: a statistical downscaling technique based on artificial neural networks (ANNs). Int J Climatol 27: 861–881.
- Tuomenvirta H, Alexandersson H, Drebs A, Frich P, Nordli PO (2000) Trends in Nordic and Arctic temperature extremes and ranges. J Climate 13: 977–990.
- Türkes M (1996) Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. Int J Climatol 16:1057–1076
- Türkeş M, Sümer UM, Demir I (2002) Re evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929–1999 Int J Climatol 22:947–977. doi:10.1002/ joc.777.

- Türkes M and Erlat E (2003) Precipitation changes and variability in Turkey linked to the North Atlantic Oscillation during the period 1930–2000. *Int J Climatol* 23:1771–1796
- United Nations (1992) Framework Convention on Climate Change, United Nations Environment Programme Information Unit for Conventions, <http://www.unep.ch>
- Van Den Besselaar EJM, Klein Tank AMG, Van Den Schier (2009) Influence of circulation types on temperature extremes in Europe
- WISE (1999) Workshop on economic and social impacts of climate extremes: Risks and benefits, 14–16 October 1999. Overview document ENV4-CT97-0448, Amsterdam, 39 pp
- WMO (2009) Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. WCDMP-No. 72
- Xoplaki E, Luterbacher J, Burkard R, Patrikas I, Maheras P (2000) Connection between the large-scale 500hPa geopotential height fields and precipitation over Greece during wintertime. *Clim Res* 14(2): 129-146
- Xoplaki E, Gonzalez-Rouco JF, Luterbacher J, and Wanner H(2003) Mediterranean summer air temperature variability and its connection to the large-scale atmospheric circulation and SSTs *Clim Dyn* 20:723–739.
- Zhang X, Aguilar E, Sensoy S, Melkonyan H, Tagiyeva U, Ahmed N, Kutaladze N, Rahimzadeh F, Taghipour A, Hantosh TH, Albert P, Semawi M, Karam Ali M, Halal Said Al-Shabibi M, Al-Oulan Z, Zatar T, Al Dean Khelet I, Hamoud S, Sagir R, Demircan M, Eken M, Adiguzel M, Alexander L, Peterson TC and Wallis T (2005) Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003. *J Geophys Res*, 110 : D22104. doi:10.1029/2005JD006181
- Zhang X, Alexander L, Hegerl GC, Jones P, Klein Tank A, Peterson TC, Trewin B, Zwiers FW (2011) Indices for monitoring changes in extremes based on daily temperature and precipitation data. *WIREs Clim Change* 2:851–870. doi:10.1002/wcc.147
- Zwiers FW, Zhang X, Feng Y. (2011) Anthropogenic influence on long return period daily temperature extremes at regional scales. *J Climate* 24:881–892. doi:10.1175/2010JCLI3908.1.
- Οικονόμου X (2009) Μελέτη διασύνδεσης ανωμαλιών της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας στο βόρειο ημισφαίριο που δημιουργούνται κατά την διάρκεια

ακραίων κλιματικών φαινομένων στην Ανατολική Μεσόγειο. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ρεφενέ-Κατσιμάρδου Μ, Μακρογιάννης Τ, Φλόκας Α, Καρακώστας Θ (2004)
Μελέτη της επίδρασης της ορογραφίας της Ελλάδας στα πεδία του ανέμου και του νετού με χρήση αριθμητικού μοντέλου καιρού. 7ο Πανελλήνιο (Διεθνές) Συνέδριο Μετεωρολογίας, Κλιματολογίας και Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Σεπτέμβριος 2004, Κύπρος

Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις

http://www.wmo.int/pages/index_en.html

<http://eca.knmi.nl/indicesextremes/index.php>

<http://eca.knmi.nl/>