



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ-ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑ**

Μαργαρίτα Μ. Αγριόδημα

Αθήνα, Ιούνιος 2013

**Επιβλέπων Καθηγητής: Ν. Μαμάσης
Λέκτορας ΕΜΠ**

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Νίκο Μαμάση ο οποίος ανέλαβε την επίβλεψη της μεταπτυχιακής μου εργασίας. Η καθοδήγηση του στα διάφορα στάδια της μελέτης υπήρξε πολύτιμη και ο ίδιος ήταν πάντα διαθέσιμος για οποιαδήποτε απορία και προβληματισμό μου.

Καθοριστική υπήρξε η συνδρομή του υποψήφιου διδάκτορα Γιάννη Μαρκόνη χωρίς την πολύτιμή βοήθεια του οποίου δε θα είχε ολοκληρωθεί αυτή η εργασία. Ο χρόνος που μου αφιέρωσε ήταν πολύ σημαντικός και η διαθεσιμότητά του άμεση για την επίλυση οποιασδήποτε απορίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την ηθική υποστήριξη που μου προσφέρουν όλα αυτά τα χρόνια κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
Περιεχόμενα.....	4
Περίληψη.....	6
Extended abstract.....	7
Introduction.....	7
Factors that affect climate.....	7
Data collection.....	8
Basic statistical analysis.....	9
Conclusions.....	12
Κατάλογος Πινάκων.....	13
Κατάλογος Σχημάτων.....	14
1. Εισαγωγή.....	20
1.1 Ορισμός Θέματος.....	20
1.2 Γενική Διάρθρωση.....	20
2. Παράγοντες που επιδρούν στο κλίμα.....	24
2.1 Ορισμός βασικών εννοιών.....	24
2.2 Ιστορία κλιματικών κατατάξεων.....	25
2.3 Ζώνες γεωγραφικού πλάτους.....	27
2.4 Παράμετροι που επηρεάζουν το κλίμα.....	29
2.5 Περιγραφή ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας.....	34
2.5.1 Γενική κυκλοφορία.....	34
2.5.2 Μουσώνες.....	38
3. Δεδομένα και μεθοδολογία.....	40
3.1 Σταθμοί μελέτης και δεδομένα.....	40
3.2 Ζώνη 40°-60° βόρεια.....	42
3.2.1 Περιγραφή της ζώνης.....	42
3.2.1 Γενικά κλιματικά χαρακτηριστικά.....	46
3.2.2 Αποτελέσματα.....	49
3.3 Ζώνη 20°-40° βόρεια.....	72
3.3.2 Γενικά κλιματικά χαρακτηριστικά.....	80
3.3.3 Αποτελέσματα.....	82
3.4 Ζώνη 0° – 20° Βόρεια.....	102
3.4.1 Περιγραφή της ζώνης.....	102
3.4.2 Γενικά κλιματικά χαρακτηριστικά.....	103

3.4.3	Αποτελέσματα	106
3.5	Ζώνες 10° – 15°, 30° – 35° Νότια.....	127
3.5.1	Περιγραφή των ζωνών	127
3.5.3	Αποτελέσματα	128
4.	Συμπεράσματα	140
4.1	Σχέση Θ.Ε. και Β.Ε. με απόσταση από τη θάλασσα	140
4.2	Σχέση Θ.Ε. και Β.Ε. με υψόμετρο	142
4.3	Ειδικές περιπτώσεις της κατάταξης Köppen.....	142
	Αναφορές.....	145
	Παράρτημα Α.....	148
	Παράρτημα Β.....	153

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επίδρασης γεωμορφολογικών και μικροκλιματικών τοπικών συνθηκών στο παγκόσμιο κλίμα. Η επιλογή των προς μελέτη περιοχών έγινε έτσι, ώστε να αποτελούν στο σύνολό τους ένα ολοκληρωμένο και αντιπροσωπευτικό δείγμα των διαφόρων κλιματικών συστημάτων του πλανήτη. Η ανάλυση περιλαμβάνει τη σύγκριση των δύο βασικότερων κλιματικών χαρακτηριστικών (θερμοκρασία και βροχόπτωση) μεταξύ περιοχών οι οποίες βρίσκονται σε ζώνες πλάτους 500 χιλιομέτρων και καλύπτουν το 0-60°B και το 10°-15°, 30-35°N. Δόθηκε έμφαση στη χωρική μεταβολή του θερμοκρασιακού και βροχομετρικού εύρους σε σχέση τόσο με το γεωγραφικό μήκος όσο και με το υψόμετρο. Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης συσχετίστηκαν επίσης με την κλιματική κατάταξη κατά Köppen, καθώς, και με τη γενική παγκόσμια κυκλοφορία της ατμόσφαιρας. Τέλος, προσδιορίστηκαν κατά μήκος οι περιοχές με παρόμοια μηνιαία μεταβλητότητα (εποχικότητα) στη βροχόπτωση. Τα αποτελέσματα της εργασίας δείχνουν σημαντική συσχέτιση του θερμοκρασιακού εύρους με την απόσταση από τη θάλασσα και καμία συσχέτιση με το υψόμετρο. Επιπλέον διακρίνονται κάποιες ιδιαιτερότητες της κατάταξης Köppen που σχετίζονται είτε με τη παγκόσμια γενική κυκλοφορία είτε με μικροκλιματικούς (τοπικούς) παράγοντες της εκάστοτε περιοχής.

Extended abstract

Introduction

The purpose of this thesis is to investigate the effect of geomorphologic and microclimatic local conditions in the global climate. The selection of the study areas was carried out so that all areas constitute a complete and representative sample of the climate system of the planet. The analysis involves comparing the two main climatic characteristics (temperature and precipitation), between areas of 500 km width by covering 0-60°N and 10-15,30-35°S. Emphasis is given to the spatial variation of temperature and precipitation range in relation to both longitude and altitude. The results of the above analysis were associated with the climate classification according to Köppen and with the general global circulation of the atmosphere. In addition areas with similar monthly variability (seasonality) in precipitation were identified along longitude. The results of the thesis show a significant correlation between temperature range with distance from the sea. Finally conclusions are carried out on climate variation and differences between near regions related either to the global general circulation or local microclimatic factors.

Factors that affect climate

In Chapter 2 various factors that affect climate are presented. Definitions are given and basic concepts are analysed, such as climate, air circulation, Köppen classification etc. Moreover, the history of climatic classifications related to the efforts for global climate classification from the ancient Greek philosophers to Köppen on 19th century A.D., is summarized. Thence basic parameters related to climate are referred. The above are divided into three main categories: of energy balance which concerns the incoming solar radiation on Earth, atmospheric circulation and geographical factors such as latitude, topography, land-sea distribution etc. The role of these factors is presented more significant in some parts of the planet and less in others, resulting in different configuration of climatic parameters from one place to another.

Thereafter is given a general description of the global atmospheric circulation from which begins the creation of weather. For an easier understanding of the global air circulation, a general circulation model with three cells is presented as well as the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) which is the starting point of the general circulation of the atmosphere. The seasonal change of the position of ITCZ is directly linked to the position of the Earth relative to the sun, while it is responsible for the transition of wet and dry periods in the tropic areas. The shift of the Intertropical Zone from time to time plays a decisive role in creating monsoons. At the end of the second chapter there is a brief reference to the phenomenon of summer and winter monsoons which determine the climate in the biggest part of India and Southeast Asia.

Data collection

In Chapter 3 the methodology used for the collection and processing of time series of rainfall and temperature from various stations, is presented. The results of the analysis are given by correlation coefficients and further graphic design. Fourteen geographical areas are studied, twelve in the Northern Hemisphere (0° - 60° N) and two in the southern hemisphere (10° - 15° , 30° - 35° S). Emphasis is given on northern Hemisphere because it is more densely populated (88% of the world population) and has more stations with recorded meteorological data than the southern Hemisphere. In each zone are identified meteorological stations with recorded data of temperature and precipitation for at least 50 years so as to be considered a sufficient period of time to draw conclusions about the climate.

For convenience, the northern Hemisphere is divided into 3 major zones of 2000 km width wise. A synoptic description of the most important topological elements of each area which affect to the climate of the surrounding areas is given (e.g. the effect of the Himalayas in western China or India).

Thereafter are presented areas of high and low atmospheric pressures at various areas mostly in the northern hemisphere and the impact they have to the climate of the regions they expand (e.g. high impact of Siberia to Mongolia and China). Below is given the Köppen climate classification of the stations in each geographical zone of 500 km where are cited histograms with rates of climate types.

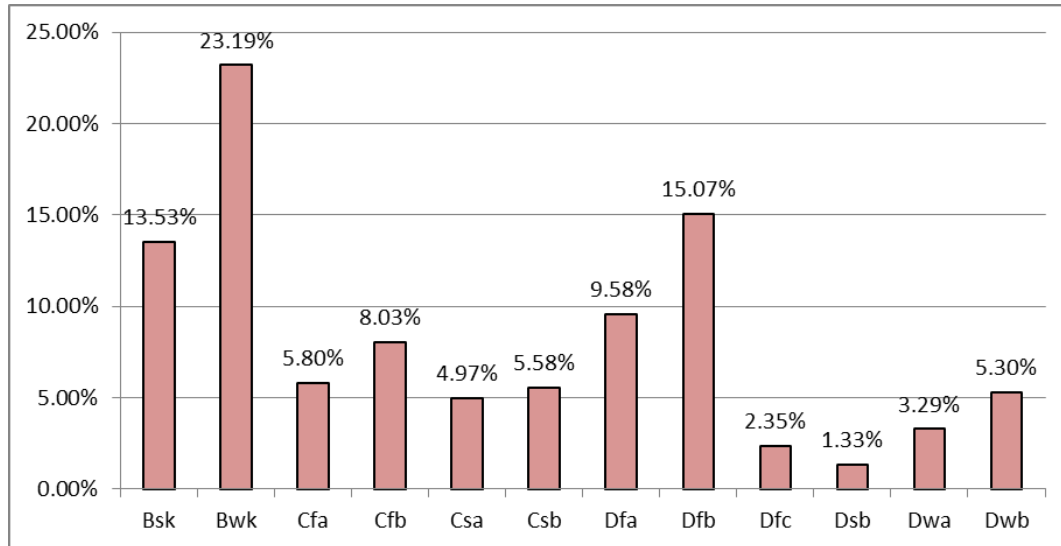


Figure 1: Köppen climate classification in zone 40°-45° north.

Basic statistical analysis

After having grouped the data of the time series of temperature and rainfall for each zone, basic and statistical measures are identified: mean, maximum, minimum values, range and coefficient of variation of temperature and rainfall. The units are Celsius degrees (°C) for the temperature and millimetres (mm) for the rainfall. For the rainfall is also calculated its total price.

In the analysis, general tables with mean, maximum and minimum values, range and coefficient of variation of temperature and precipitation (instead of an average value, the total rainfall is determined) are given, for all stations of one region as a whole. An example of such table is listed for the zone of the northern hemisphere.

	mean	sd	max	min
T_{mean}	10.0	3.3	16.1	2.8
T_{max}	22.4	3.0	30.5	14.0
T_{min}	-3.0	7.2	9.8	-18.9
$T_{\text{max}}-T_{\text{min}}$	25.5	7.9	41.2	5.3
$\Sigma.\Delta.$	12.9	13.7	66.6	0.3

Table 2: Statistics sizes of temperature in zone 40°-45° north.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	676.4	372.0	1299.9	39.1
P_{max}	89.5	42.4	171.1	7.2
P_{min}	28.6	26.1	88.7	0.6
$P_{max}-P_{min}$	60.8	38.4	167.3	5.9
$\Sigma \Delta$	11.2	12.1	50.7	0.3

Table 3: Statistics sizes of precipitation in zone 40°-45° north.

After the above tables, diagrams are presented with the variation of mean temperature, total precipitation and altitude of the stations for each zone. Within the tables also appears the categorization of stations based on the Köppen classification, and the areas where special characteristics of the global atmospheric circulation are distinguished (e.g. the Siberian High).

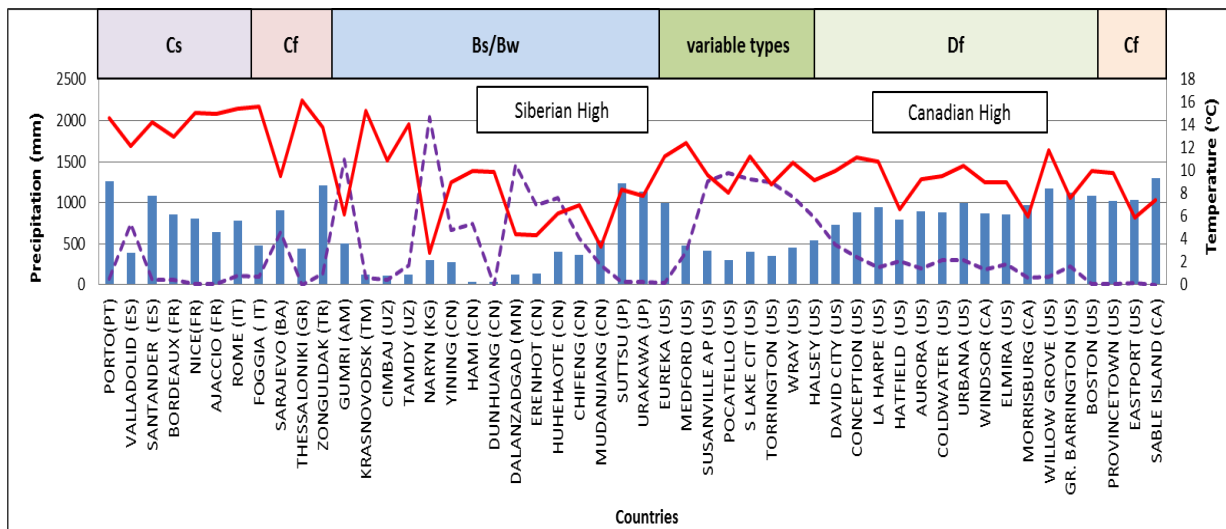


Figure 2: Temperature variation (continuous line), rainfall (bars) and altitude (dashed line) along the zone 40°-45° north.

Subsequently are presented diagrams of spatial variation of the temperature and precipitation range in relation to longitude. In these diagrams geographical maps are adapted so as location of meteorological stations related to the sea is shown (e.g. if there are on mainland or on an island).

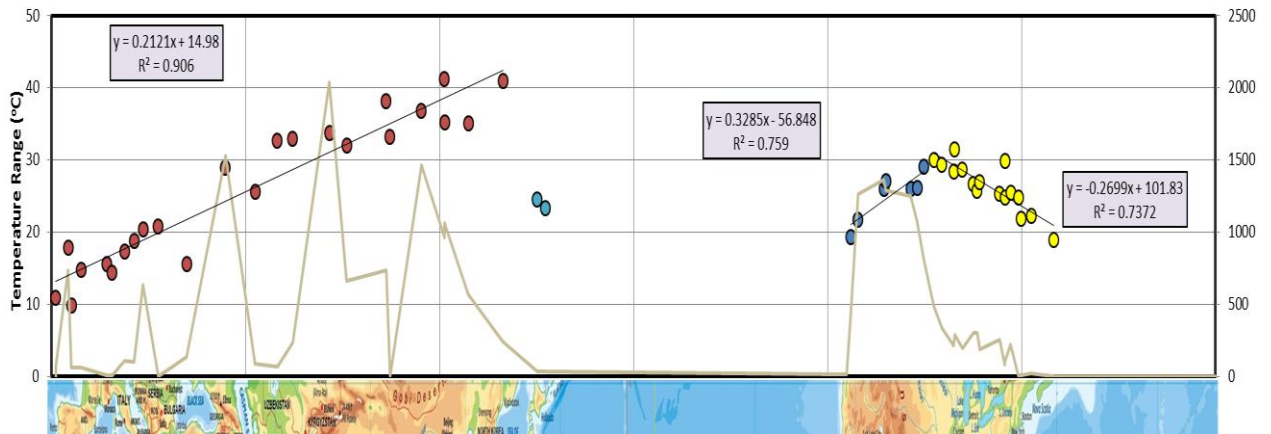


Figure 3: Variation of temperature range in zone 40°-45° north.

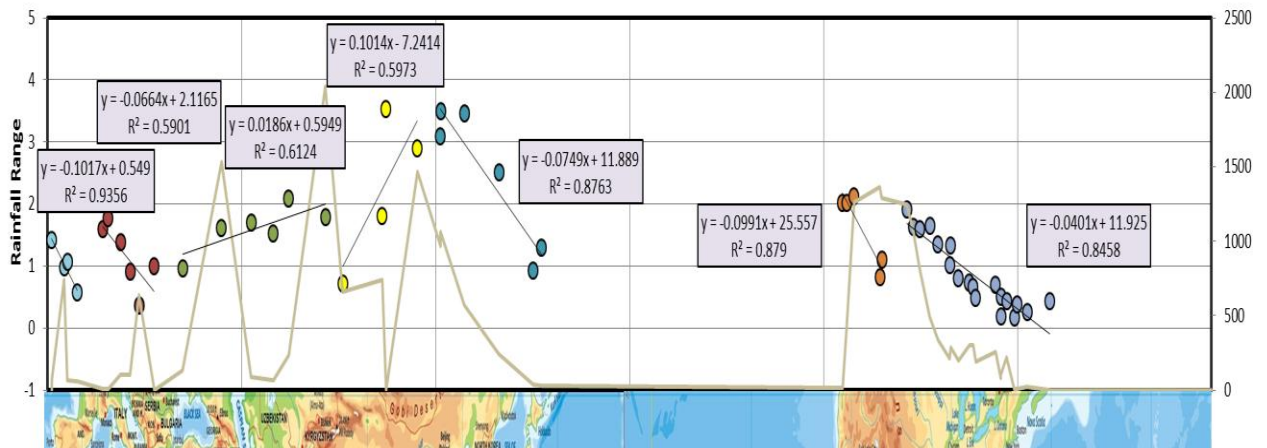


Figure 4: Variation of precipitation range in zone 40°-45° north.

Thereafter, correlation coefficients of time series of precipitation on a monthly basis are calculated. Thus areas, with similar monthly variability (seasonality) in precipitation are determined. Finally there are figures of precipitation range related to the altitude.

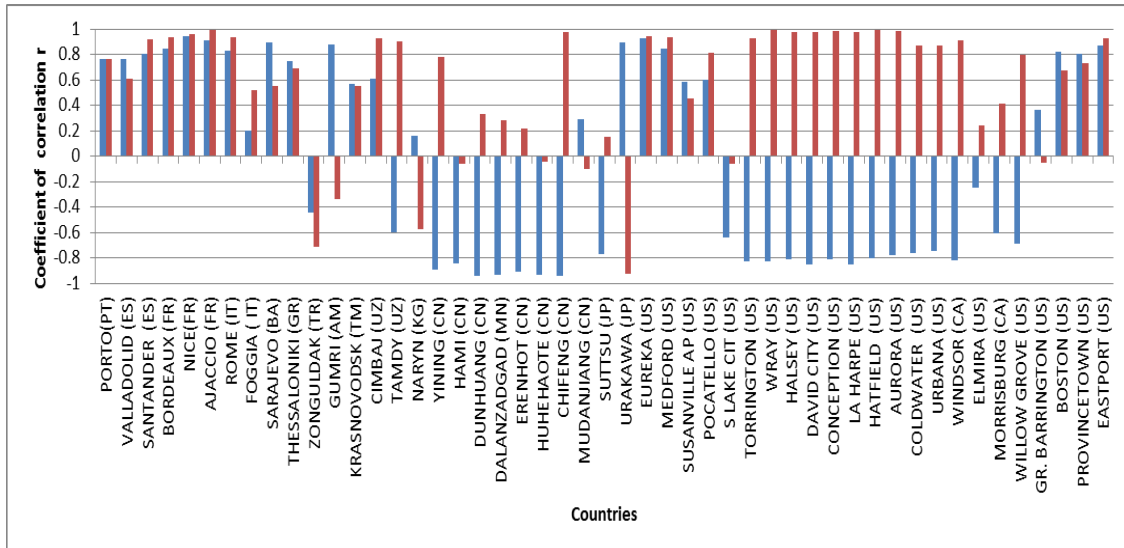


Figure 5: Correlation coefficient r of total rainfall on monthly basis for the zone 40° - 45° north. Blue line shows the correlation of the first station with the rest and red line shows the correlation between successive stations.

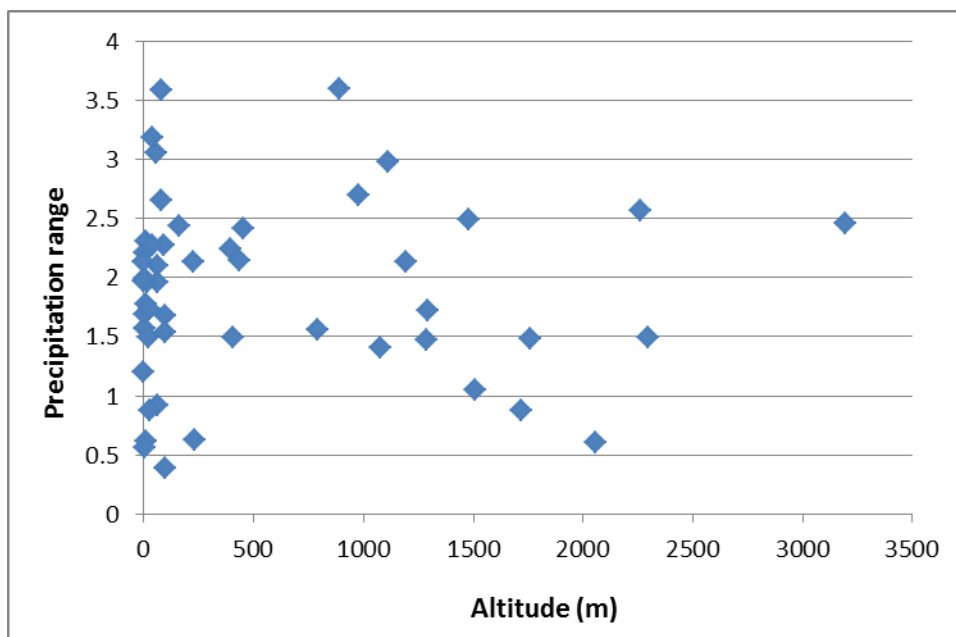


Figure 6: Variation of precipitation range with the altitude in zone 35° - 40° north.

Conclusions

In Chapter 4 the results of the analysis are presented as far as temperature and precipitation range are concerned in relation to the distance from the sea and the altitude. Generally, conclusions are carried out on climate variation and differences between regions with same latitude related either to the global general circulation or local microclimatic factors.

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3.1: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 40°–45°B.	50
Πίνακας 3.2: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 40°–45°B.....	50
Πίνακας 3.3: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 45°–50°B..	56
Πίνακας 3.4: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 45°–50°B.	56
Πίνακας 3.5: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 50°–55°B.....	61
Πίνακας 3.6: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 50°–55°B.....	62
Πίνακας 3.7: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 55°–60°B.....	67
Πίνακας 3.8: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 55°–60°B.....	67
Πίνακας 3.9: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 20°–25° B.....	82
Πίνακας 3.10: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 20°–25° B.....	83
Πίνακας 3.11: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 25°–30°B.....	87
Πίνακας 3.12: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 25°–30°B.....	88
Πίνακας 3.13: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 30°–35° B.....	93
Πίνακας 3.14: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 30°–35° B.....	93
Πίνακας 3.15: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 35°–40° B.....	98
Πίνακας 3.16: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 35°–40° B.....	98
Πίνακας 3.17: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 0°–5°B.	107
Πίνακας 3.18: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 0°5°B.....	108
Πίνακας 3.19: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 5°–10°B.	113
Πίνακας 3.20: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 5°–10°B.	113
Πίνακας 3.21: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 10°–15°B.....	117
Πίνακας 3.22: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 10°–15°B.....	118
Πίνακας 3.23: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 15°–20°B.	122
Πίνακας 3.24: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 15°–20°B.....	123
Πίνακας 3.25: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 10°–15° N.	129
Πίνακας 3.26: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 10°–15° N.	130
Πίνακας 3.27: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 30°–35° N.....	134
Πίνακας 3.28: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 30°–35° N.	135

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1: Κλιματική κατάταξη Köppen.....	25
Σχήμα 2.2: Ζώνες γεωγραφικού πλάτους. (πηγή: msemac.redwoods.edu)	28
Σχήμα 2.3: Παράγοντες που επιδρούν στην εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία.....	29
Σχήμα 2.4: Τροχιά της Γης γύρω από τον ήλιο. (πηγή: www.sonoma.edu).....	30
Σχήμα 2.5: Ενδεικτικές τιμές ανακλαστικότητας (albedo). (πηγή: clasfaculty.ucdenver.edu).....	31
Σχήμα 2.6: Ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος. (πηγή: Christopherson, 2000).....	32
Σχήμα 2.7: Απεικόνιση ορογραφικής κατακρήμνισης.	33
Σχήμα 2.8: Μέσες μηνιαίες κατακρημνίσεις σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας.	34
Σχήμα 2.9: Παγκόσμιο ηλιακό δυναμικό. (πηγή: http://www.alternative-energy-resources.net).....	35
Σχήμα 2.10: Το μοντέλο γενικής κυκλοφορίας με τρία κύτταρα.	36
Σχήμα 2.11: Η ITCZ και η μετατόπιση της ανάλογα με την εποχή του κάθε ημισφαιρίου. (πηγή: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ITCZ_january-july.png)	37
Σχήμα 2.12: Απεικόνιση της ITCZ στον Ισημερινό. (πηγή: Nasa Earth Observatory)	37
Σχήμα 2.13: Καλοκαιρινοί και χειμερινοί μουσώνες στην Ασία.	39
Σχήμα 3.1: Γεωγραφικός χάρτης Ευρώπης.....	43
Σχήμα 3.2: Γεωγραφικός χάρτης της Ρωσίας.	43
Σχήμα 3.3: Γεωγραφικός χάρτης του Καναδά.	44
Σχήμα 3.4: Βραχώδη Όρη. (πηγή: www.worldatlas.com)	45
Σχήμα 3.5: Περιοχή των Άλπεων από δορυφόρο.....	45
Σχήμα 3.6: Έρημος Γκόμπι στην Ασία.	46
Σχήμα 3.7: Περιοχές χαμηλών και υψηλών πιέσεων τον Ιανουάριο.	47
Σχήμα 3.8: Περιοχές χαμηλών και υψηλών πιέσεων τον Ιούλιο.	47
Σχήμα 3.9: Υψηλό των Αζόρων στον Ατλαντικό Ωκεανό.	48
Σχήμα 3.10: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 40°–45°B.	49
Σχήμα 3.11: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 40°-45° βόρεια.....	51
Σχήμα 3.12: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 40°-45° βόρεια.	53
Σχήμα 3.13: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 40°-45° βόρεια.....	53
Σχήμα 3.14: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 40°-45° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.	54

Σχήμα 3.15: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 40°-45° βόρεια.....	54
Σχήμα 3.16: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 45°-50° Β.	55
Σχήμα 3.17: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 45°-50° βόρεια.....	57
Σχήμα 3.18: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 45°-50° βόρεια.	58
Σχήμα 3.19: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 45°-50° βόρεια.....	58
Σχήμα 3.20: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 45°-50° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.	59
Σχήμα 3.21: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 45°-50° βόρεια.....	60
Σχήμα 3.22: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 50°-55°Β.	61
Σχήμα 3.23: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 50°-55° βόρεια.....	63
Σχήμα 3.24: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 50°-55° βόρεια.	64
Σχήμα 3.25: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 50°-55° βόρεια.....	64
Σχήμα 3.26: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 50°-55° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.	65
Σχήμα 3.27: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 50°-55° βόρεια.....	65
Σχήμα 3.28: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 55° – 60°Β.	66
Σχήμα 3.29: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 55°-60° βόρεια.....	68
Σχήμα 3.30: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 55°-60° βόρεια.....	70
Σχήμα 3.31: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 55°-60° βόρεια.....	70
Σχήμα 3.32: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 55°-60° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.	71
Σχήμα 3.33: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 55°-60° βόρεια.....	71
Σχήμα 3.34: Γεωγραφικός χάρτης της Μεσογείου.	72
Σχήμα 3.35: Γεωγραφικός χάρτης Η.Π.Α.	73

Σχήμα 3.36: Γεωγραφικός χάρτης Μέσης Ανατολής.....	73
Σχήμα 3.37: Πεδιάδες γύρω από τα Βραχώδη Όρη.	74
Σχήμα 3.38: Βραχώδη και Απαλάχια όρη στη Βόρεια Αμερική.....	74
Σχήμα 3.39: Περιοχές γύρω από τα Ιμαλάια.....	75
Σχήμα 3.40: Όρος Έβερεστ των Ιμαλαίων.	76
Σχήμα 3.41: Οι μεγαλύτερες έρημοι του πλανήτη από δορυφόρο.	76
Σχήμα 3.42: Έρημος Σαχάρα από δορυφόρο.	77
Σχήμα 3.43: Αραβική έρημος στη Μέση Ανατολή.....	78
Σχήμα 3.44: Έρημος «Μεγάλη Λεκάνη» στις Η.Π.Α.	79
Σχήμα 3.45: Έρημος Τακλαμακάν στη Ασία. (πηγή: science1.nasa.gov).....	80
Σχήμα 3.46: Υψηλό των Βερμούδων.	81
Σχήμα 3.47: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 20°–25° Β.	82
Σχήμα 3.48: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 20°-25° βόρεια.....	83
Σχήμα 3.49: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 20°-25° βόρεια.	85
Σχήμα 3.50: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 20°-25° βόρεια.....	85
Σχήμα 3.51: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 20°-25° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.	86
Σχήμα 3.52: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 20°-25° βόρεια.....	86
Σχήμα 3.53: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 25° – 30°Β.	87
Σχήμα 3.54: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 25°-30° βόρεια.....	89
Σχήμα 3.55: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 25°-30° βόρεια.	90
Σχήμα 3.56: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 25°-30° βόρεια.....	90
Σχήμα 3.57: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 25°-30° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.	91
Σχήμα 3.58: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 25°-30° βόρεια.....	91
Σχήμα 3.59: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 30°–35° Β.	92
Σχήμα 3.60: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 30°-35° βόρεια.....	94

Σχήμα 3.61: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 30°-35° βόρεια.	95
Σχήμα 3.62: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 30°-35° βόρεια.....	95
Σχήμα 3.63: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 30°-35° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.	96
Σχήμα 3.64: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 30°-35° βόρεια.....	96
Σχήμα 3.65: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 35°-40° Β.	97
Σχήμα 3.66: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 35°-40° βόρεια.....	99
Σχήμα 3.67: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 35°-40° βόρεια.	100
Σχήμα 3.68: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 35°-40° βόρεια.....	100
Σχήμα 3.69: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 35°-40° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.	101
Σχήμα 3.70: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 35°-40° βόρεια.....	102
Σχήμα 3.71: Κεντρική Αμερική και Καραϊβική.....	103
Σχήμα 3.72: Χειμερινοί μουσώνες στην Ασία	104
Σχήμα 3.73: Καλοκαιρινοί μουσώνες στην Ασία.....	105
Σχήμα 3.74: Θερινοί μουσώνες στη Βόρεια Αμερική.....	105
Σχήμα 3.75: Χειμερινοί μουσώνες στη Βόρεια Αμερική.	106
Σχήμα 3.76: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 0°-5°Β.	107
Σχήμα 3.77: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 0°-5° βόρεια.....	109
Σχήμα 3.78: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 0°-5° βόρεια.	110
Σχήμα 3.79: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 0°-5° βόρεια.....	110
Σχήμα 3.80: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 0°-5° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.....	111
Σχήμα 3.81: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 0°-5° βόρεια.	111
Σχήμα 3.82: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 5°-10°Β.	112

Σχήμα 3.83: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 5°-10° βόρεια.....	114
Σχήμα 3.84: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 5°-10° βόρεια.	115
Σχήμα 3.85: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 5°-10° βόρεια.....	115
Σχήμα 3.86: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 5°-10° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.....	116
Σχήμα 3.87: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 5°-10° βόρεια.....	116
Σχήμα 3.88: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 10°–15°B.	117
Σχήμα 3.89: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 10°-15° βόρεια.....	118
Σχήμα 3.90: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 10°-15° βόρεια.	120
Σχήμα 3.91: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 10°-15° βόρεια.....	120
Σχήμα 3.92: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 10°-15° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.	121
Σχήμα 3.93: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 10°-15° βόρεια.....	121
Σχήμα 3.94: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 15°–20°B.	122
Σχήμα 3.95: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 15°-20° βόρεια.....	123
Σχήμα 3.96: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 15°-20° βόρεια.	125
Σχήμα 3.97: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 15°-20° βόρεια.....	125
Σχήμα 3.98: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 15°-20° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.	126
Σχήμα 3.99: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 15°-20° βόρεια.....	126
Σχήμα 3.100: Οροσειρά των Άνδεων στη Νότια Αμερική.	127
Σχήμα 3.101: Πρότυπα αέριων μαζών και βροχοπτώσεων του αυστραλιανού μουσώνα.	128
Σχήμα 3.102: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 10°–15° N.	129

Σχήμα 3.103: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 10°-15° νότια.	131
Σχήμα 3.104: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 10°-15° νότια.	132
Σχήμα 3.105: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 10°-15° νότια.	132
Σχήμα 3.106: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 10°-15° νότια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.....	133
Σχήμα 3.107: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 10°-15° νότια.	133
Σχήμα 3.108: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 30°–35° N.	134
Σχήμα 3.109: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 30°-35° νότια.	135
Σχήμα 3.110: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 30°-35° νότια.	137
Σχήμα 3.111: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 30°-35° νότια.	137
Σχήμα 3.112: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 30°-35° νότια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1 ^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.....	138
Σχήμα 3.113: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 30°-35° νότια.	138

1. Εισαγωγή

1.1 Ορισμός Θέματος

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας αποτελεί η επίδραση διαφόρων γεωμορφολογικών παραμέτρων στο κλιματικό καθεστώς περιοχών, οι οποίες βρίσκονται σε παρόμοιο γεωγραφικό πλάτος (με εύρος τα 500 km) σε διαφορετικό γεωγραφικό μήκος. Η ανάλυση περιλαμβάνει τη σύγκριση των δύο βασικότερων κλιματικών χαρακτηριστικών, θερμοκρασία και βροχόπτωση που μετρώνται καθημερινά στους περισσότερους μετεωρολογικούς σταθμούς, μεταξύ περιοχών οι οποίες βρίσκονται σε ζώνες πλάτους 500 χιλιομέτρων και καλύπτουν το 0-60°B και το 10°-15°, 30-35°N. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη χωρική μεταβολή του θερμοκρασιακού και βροχομετρικού εύρους σε σχέση τόσο με το γεωγραφικό μήκος όσο και με το υψόμετρο. Προκύπτει ένα γενικό προφίλ των διάφορων κλιματικών ζωνών και επιχειρείται η ερμηνεία ιδιαίτερων περιπτώσεων της κλιματικής κατάταξης Köppen και της παγκόσμιας ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας. Η μελέτη καταλήγει σε βασικά συμπεράσματα που αφορούν το θερμοκρασιακό και βροχομετρικό εύρος σε σχέση με την απόσταση από τη θάλασσα και το υψόμετρο. Ουσιαστικά επιχειρείται η διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για τις παραμέτρους που διαμορφώνουν τις κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής σε σχέση με μιας άλλης σε ίδιο ή κοντινό γεωγραφικό πλάτος.

1.2 Γενική Διάρθρωση

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα. Δίνονται ορισμοί και γίνεται ανάλυση βασικών εννοιών όπως του κλίματος, του συστήματος Köppen κ.λπ. Έπειτα παρουσιάζεται συνοπτικά η ιστορία των κλιματικών κατατάξεων που αφορά τις προσπάθειες κατά καιρούς για παγκόσμια κλιματική κατάταξη ξεκινώντας από τους Αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους έως τον Köppen το 19^ο αιώνα μ.Χ. Στη συνέχεια αναλύονται βασικές παράμετροι που αφορούν το κλίμα οι οποίες χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: ενεργειακού ισοζυγίου που αφορούν την εισερχόμενη στη Γη ηλιακή ακτινοβολία, ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας και γεωγραφικών παραγόντων όπως είναι το γεωγραφικό πλάτος, το ανάγλυφο, η κατανομή ξηράς-θάλασσας κ.λπ. Ο ρόλος των παραγόντων αυτών παρουσιάζεται εντονότερος σε ορισμένα σημεία του πλανήτη

και ασθενέστερος σε άλλα, με αποτέλεσμα τη διαφορετική διαμόρφωση των κλιματικών παραμέτρων από ένα τόπο στον άλλον.

Ακολουθεί η περιγραφή της παγκόσμιας γενικής ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας από τις (περιοδικές ή μη) μεταβολές της οποίας ξεκινάει η δημιουργία του καιρού. Για την ευκολότερη κατανόηση της παγκόσμιας κυκλοφορίας παρουσιάζεται το μοντέλο γενικής κυκλοφορίας με τρία κύτταρα καθώς και η Ενδοτροπική Ζώνης Σύγκλισης (ITCZ) η οποία αποτελεί το σημείο εκκίνησης της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας. Η εποχιακή μεταβολή της θέσης της ITCZ συνδέεται άμεσα με τη θέση της Γης ως προς τον ήλιο, ενώ ευθύνεται για την εναλλαγή μεταξύ υγρών και ξηρών περιόδων στις τροπικές περιοχές. Η μετατόπιση της Ενδοτροπικής Ζώνης από εποχή σε εποχή παίζει καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία των μουσώνων. Στο τέλος του δευτέρου κεφαλαίου γίνεται συνοπτική αναφορά στο φαινόμενο των καλοκαιρινών και χειμερινών μουσώνων οι οποίοι καθορίζουν το κλίμα στο μεγαλύτερο μέρος της Ινδίας και της Νοτιοανατολικής Ασίας.

Στο Κεφάλαιο 3 αναλύεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή και την επεξεργασία των χρονοσειρών βροχόπτωσης και θερμοκρασίας από τους διάφορους σταθμούς και παρατίθενται τα αποτελέσματα της ανάλυσης με εξαγωγή συντελεστών συσχέτισης και περαιτέρω γραφική απεικόνιση.

Συνολικά μελετώνται 14 γεωγραφικές ζώνες, 12 στο βόρειο Ημισφαίριο (0° - 60° B) και 2 στο νότιο (10° - 15° , 30° - 35° N). Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στο βόρειο Ημισφαίριο καθώς είναι πιο πυκνοκατοικημένο (88% του παγκόσμιου πληθυσμού) και διαθέτει περισσότερους σταθμούς καταγραφής μετεωρολογικών στοιχείων από το νότιο. Σε κάθε ζώνη εντοπίζονται μετεωρολογικοί σταθμοί με καταγεγραμμένα δεδομένα θερμοκρασίας και κατακρημνίσεων για τουλάχιστον 50 χρόνια ώστε να θεωρηθεί ικανό χρονικό διάστημα για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για το κλίμα.

Για λόγους ευκολίας, το βόρειο Ημισφαίριο χωρίζεται σε 3 μεγάλες ζώνες με εύρος τις 20° κατά πλάτος (2000 km). Σε πρώτο στάδιο γίνεται συνοπτική περιγραφή των πιο σημαντικών τοπογραφικών στοιχείων της κάθε ζώνης που επηρεάζουν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό το κλιματικό καθεστώς των γύρω περιοχών (π.χ. επίδραση Ιμαλαΐων στη δυτική Κίνα ή την Ινδία). Στη συνέχεια παρουσιάζονται περιοχές υψηλών και χαμηλών ατμοσφαιρικών πιέσεων σε

διάφορα σημεία του βορείου κυρίως ημισφαιρίου και το αντίκτυπο που έχουν στο κλίμα των περιοχών που εκτονώνονται (π.χ. επίδραση υψηλού της Σιβηρίας στη Μογγολία και στην Κίνα).

Της στατιστικής ανάλυσης των χρονοσειρών, προηγείται η κλιματική ταξινόμηση κατά Köppen κάθε ζώνης των 500 km (5°) όπου παρατίθενται τα αντίστοιχα ιστογράμματα με τα ποσοστά των κλιματικών τύπων. Στα διαγράμματα παρουσιάζονται όλοι οι κλιματικοί τύποι Köppen που συναντώνται στην κάθε ζώνη για κάθε 50 km (0.5°) κατά μήκος.

Αφού ομαδοποιηθούν τα δεδομένα των χρονοσειρών θερμοκρασίας και βροχόπτωσης για κάθε ζώνη, προσδιορίζονται βασικά στατιστικά μεγέθη: μέση, μέγιστη, ελάχιστη τιμή, θερμοκρασιακό και βροχομετρικό εύρος και ο συντελεστής διασποράς της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης. Οι μονάδες των μεγεθών είναι οι βαθμοί Κελσίου ($^\circ\text{C}$) για τη θερμοκρασία και τα χιλιοστά (mm) για τη βροχόπτωση. Για τη βροχόπτωση υπολογίζεται και η συνολική τιμή της.

Στην ανάλυση παρατίθενται γενικοί πίνακες με τη μέση και ελάχιστη τιμή, το εύρος και το συντελεστή διασποράς της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης (αντί για μέση τιμή, προσδιορίζεται η συνολική βροχόπτωση) για όλους τους σταθμούς της μία ζώνης συνολικά.

Μετά τους ανωτέρω πίνακες παρουσιάζονται διαγράμματα με τη μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας, της συνολικής βροχόπτωσης και του υψομέτρου των σταθμών για την κάθε ζώνη. Στους πίνακες φαίνεται επιπλέον η κατηγοριοποίηση των σταθμών με βάση την κλίμακα Köppen και οι περιοχές όπου διακρίνονται ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της παγκόσμιας ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας (π.χ. Σιβηρικό Υψηλό). Εν συνεχεία παρουσιάζονται διαγράμματα χωρικής μεταβολής του θερμοκρασιακού και βροχομετρικού εύρους σε σχέση με το γεωγραφικό μήκος. Στα διαγράμματα αυτά έχουν προσαρμοστεί γεωγραφικοί χάρτες ώστε να παρουσιάζεται χονδρικά η τοποθεσία των μετεωρολογικών σταθμών σε σχέση με τη θάλασσα (π.χ. αν κάποιος σταθμός βρίσκεται σε ηπειρωτική περιοχή ή σε νησί).

Στο τέλος της επεξεργασίας παρατίθενται για κάθε ζώνη, διαγράμματα μεταβολής του βροχομετρικού εύρους σε σχέση με το υψόμετρο των σταθμών και εξάγονται συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των χρονοσειρών βροχόπτωσης σε

μηνιαία βάση. Έτσι προσδιορίζονται κατά μήκος οι περιοχές με παρόμοια μηνιαία μεταβλητότητα (εποχικότητα) στη βροχόπτωση.

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της έρευνας όσον αφορά τη χωρική μεταβολή του θερμοκρασιακού και βροχομετρικού εύρους σε σχέση με το γεωγραφικό μήκος και ως εκ τούτου με την απόσταση από τη θάλασσα αλλά και με το υψόμετρο. Προκύπτει ένα γενικό προφίλ των διάφορων κλιματικών ζωνών και διεξάγονται συμπεράσματα για ιδιαίτερες περιπτώσεις της κλιματικής κατάταξης Köppen και της παγκόσμιας ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας.

2. Παράγοντες που επιδρούν στο κλίμα

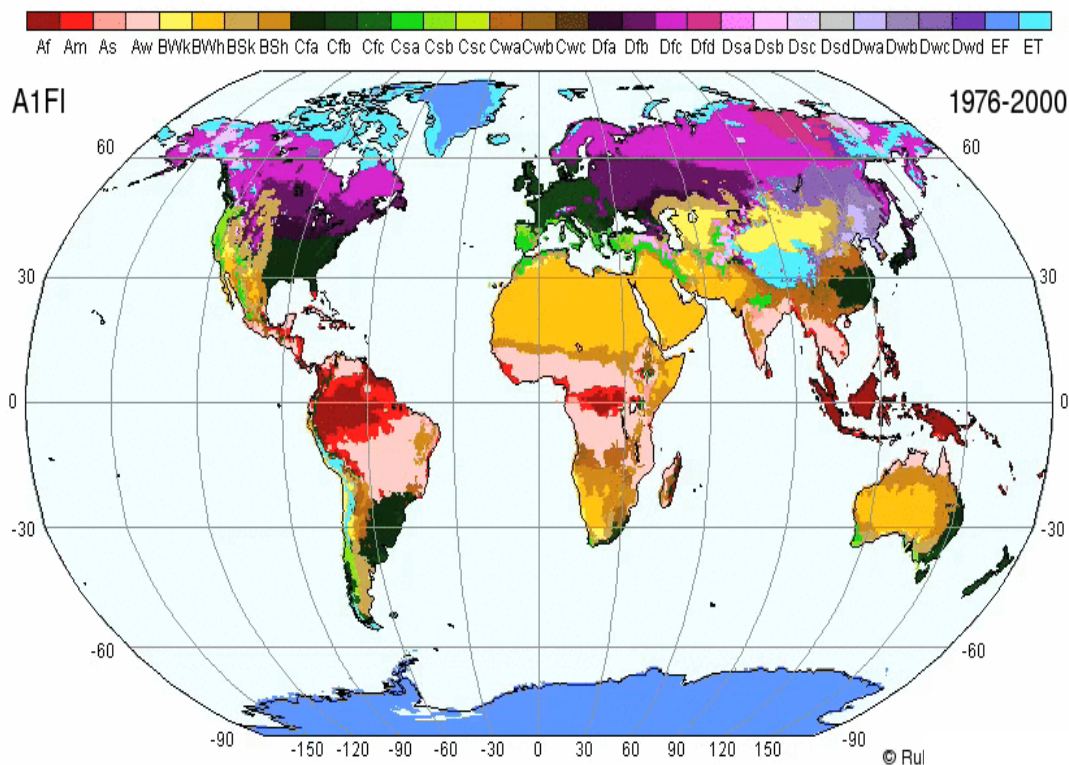
2.1 Ορισμός βασικών εννοιών

Με τον όρο κλίμα εννοούμε τη σύνθεση υφιστάμενων καιρικών συνθηκών για μακρό χρονικό διάστημα τουλάχιστον 30-35 χρόνων. Η επιστήμη της κλιματολογίας αναφέρεται στην περιγραφή της μεταβλητότητας στο χώρο και στο χρόνο των κλιματικών καταστάσεων στην επιφάνεια της Γης, ιδιαίτερα, στις χερσαίες επιφάνειες.

Ο καιρός είναι η κατάσταση της ατμόσφαιρας σε μία ορισμένη χρονική στιγμή καθώς και η εξέλιξη αυτής της κατάστασης από τη γένεση ως το θάνατο των ατμοσφαιρικών διαταραχών που επηρεάζουν τη συγκεκριμένη περιοχή (Strahler, 2001).

Για να περιγραφεί το κλίμα μιας περιοχής χρησιμοποιούνται διάφοροι δείκτες που περιγράφουν την κατάσταση της ατμόσφαιρας: ημερήσια καθαρή ακτινοβολία, βαρομετρική πίεση, ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, παρουσία νεφοκάλυψης και ομίχλης, είδος και ένταση κατακρημνίσεων, επιπτώσεις κυκλώνων και αντικυκλώνων και άλλου τέτοιου είδους πληροφορίες για τον καιρό. Ωστόσο, παρατηρήσεις τόσο λεπτομερείς όσο αυτές δε γίνονται τόσο τακτικά στους περισσότερους μετεωρολογικούς σταθμούς παγκοσμίως. Η μελέτη του κλίματος σε παγκόσμια κλίμακα πραγματοποιείται με δύο βασικές μετρήσεις που καταγράφονται καθημερινά σε κάθε μετεωρολογικό σταθμό: θερμοκρασία και κατακρήμνιση (Strahler, 2001).

Το Σύστημα Κλιματικής Ταξινόμησης Köppen αποτελεί το πιο διαδεδομένο σύστημα που χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό των διάφορων κλιματικών συστημάτων του πλανήτη (Sanderson, 1999). Η συγκεκριμένη κλιματική κατάταξη αναπτύχθηκε από το Γερμανό κλιματολόγο και ερασιτέχνη βοτανολόγο Wladimir Köppen (1846-1940) ο οποίος χώρισε το παγκόσμιο κλίμα σε αρκετές μεγάλες κατηγορίες με βάση το γενικό προφίλ θερμοκρασιών σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος (Kottek, 2006). Οι κατηγορίες βασίζονται στις ετήσιες και μηνιαίες μέσες τιμές θερμοκρασίας και κατακρήμνισης (Σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1: Κλιματική κατάταξη Köppen.
(πηγή: Kottek et al., 2006)

2.2 Ιστορία κλιματικών κατατάξεων

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται συνοπτική αναφορά των προσπαθειών για παγκόσμια κατάταξη των διαφόρων κλιματικών καθεστώτων από τους Αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους έως τον Köppen το 19^ο αιώνα μ.Χ.

Η έννοια της σφαιρικής Γης αποδίδεται για πρώτη φορά από τον Έλληνα φιλόσοφο Πυθαγόρα, τον 6^ο αιώνα π.Χ. Ο μαθητής του Πυθαγόρα, Παρμενίδης προέβλεψε πέντε ζώνες στην επιφάνεια του σφαιρικού αυτού κόσμου και δήλωσε ότι η κεντρική ζώνη ήταν ακατοίκητη λόγω της υψηλής θερμότητας της από τις άμεσες ακτίνες του ηλίου.

Τον 4^ο αιώνα π.Χ., ο Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.) αξιολόγησε τις απόψεις των προηγούμενων φιλοσόφων για τη γη και συμφώνησε με τον Παρμενίδη στο ότι η γη αποτελεί μια σφαιρική επιφάνεια στο κέντρο του σύμπαντος, ότι υπάρχουν πέντε ζώνες, και ότι η κατοικήσιμη περιοχή περιορίζεται στην εύκρατη ζώνη μεταξύ των τροπικών και της βόρειας ψυχρής ζώνης. Υπέδειξε ότι το δυτικό μισό της εύκρατης ζώνης στην αντίθετη πλευρά του πλανήτη από την Ελλάδα, μπορεί να είναι κατοικήσιμο και ότι, λόγω της συμμετρίας, πρέπει να υπάρχει στο νότιο ημισφαίριο

μια εύκρατη ζώνη που αντιστοιχεί με εκείνη του βορείου. Πίστευε, ωστόσο, ότι η υπερβολική θερμότητα στην «καυτή» κεντρική ζώνη θα απέτρεπε την εξερεύνηση του νοτίου ημισφαιρίου (Sanderson, 1999).

Ο φιλόσοφος-περιηγητής Στράβων (63 π.Χ.-23 μ.Χ.), παρέχει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την αρχαία χαρτογραφία. Ο Στράβων δέχθηκε τις πέντε ζώνες του Πυθαγόρα διότι πίστευε ότι η συμμετρία αποτελούσε εργαλείο της γεωγραφικής έρευνας. Χρησιμοποίησε τον όρο «καυτή» για μια περιοχή με τόση μεγάλη θερμότητα ώστε να είναι ακατοίκητη και υποστήριξε ότι ο όρος δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε ολόκληρη την περιοχή μεταξύ των τροπικών, δεδομένου ότι η περιοχή από την Συήνη στην Αίγυπτο μέχρι τη Σομαλία ήταν γνωστό ότι κατοικείται. Διατύπωσε ότι η Ινδία, που κατοικείται, δε θα μπορούσε να βρίσκεται στην «καυτή» ζώνη και, ως εκ τούτου, πρέπει να βρίσκεται σε μια περιοχή Ανατολής-Δύσης και όχι σε κατεύθυνση βορρά-νότου. Για το λόγο αυτό, πολλούς αιώνες η Ινδία ήταν προσανατολισμένη προς τα ανατολικά σε όλους τους χάρτες. Ο Στράβων εισήγαγε πολλά παραδείγματα του τρόπου με τον οποίο οι άνδρες και οι καλλιέργειες συσχετίστηκαν με τα κλίματα και η μνημειώδη διατριβή του καθόρισε για αιώνες την ευρωπαϊκή σκέψη ότι τα κλίματα ελέγχουν τις καλλιέργειες, τη θερμοκρασία, ακόμη και τα φυσικά χαρακτηριστικά των ανθρώπων.

Ο Έλληνας αστρονόμος Πτολεμαίος (87 - 150 μ.Χ.) έπαιξε το πιο σημαντικό ρόλο στην αναγέννηση της γεωγραφικής μάθησης το 15^ο στην Ευρώπη. Στόχος του ήταν η μεταρρύθμιση του παγκόσμιου χάρτη με βάση υγιείς αστρονομικές αρχές. Ο Πτολεμαίος καθόρισε 21 ισαπέχουσες παραλλήλους μεταξύ του Ισημερινού και της παράλληλης του Thule (Γροιλανδία), και μια επιπλέον παράλληλος προστέθηκε νότια του Ισημερινού. Ο Πτολεμαίος πίστευε ακράδαντα ότι το κλίμα και το γεωγραφικό πλάτος ήταν αλληλένδετα και έτσι, εξέλιξε την έρευνα των παλαιότερων γεωγράφων δεδομένου ότι οι χάρτες του αποτέλεσαν εξαιρετική αρχή για την αναγέννηση της γεωγραφίας στην Ευρώπη (Sanderson, 1999).

Οι γεωγραφικές εξερευνήσεις που ξεκίνησαν το 15^ο αιώνα, έδειξαν ότι τα εδάφη στο νέο κόσμο παρουσίαζαν κλίματα τα οποία δεν ήταν απλοί υπολογισμοί των ευρωπαϊκών κλιμάτων αλλά ιδιαίτερα ακανόνιστες περιοχές που παρουσιάζουν αντιθέσεις στην υγρασία και τη θερμοκρασία. Το σύστημα των ζωνών συνέχισε να εμφανίζεται σε χάρτες, λόγω της έλλειψης ποσοτικοποιημένων κλιματικών

δεδομένων. Με την ανάπτυξη μετεωρολογικών οργάνων όπως το θερμόμετρο στα τέλη του 18^{ου} αιώνα στην Ευρώπη, άρχισαν να λαμβάνονται τακτικές κλιματολογικές παρατηρήσεις. Η γερμανίδα βοτανολόγος Dove (1853) δημοσίευσε τους πρώτους παγκόσμιους χάρτες θερμοκρασίας και βροχόπτωσης το 1848.

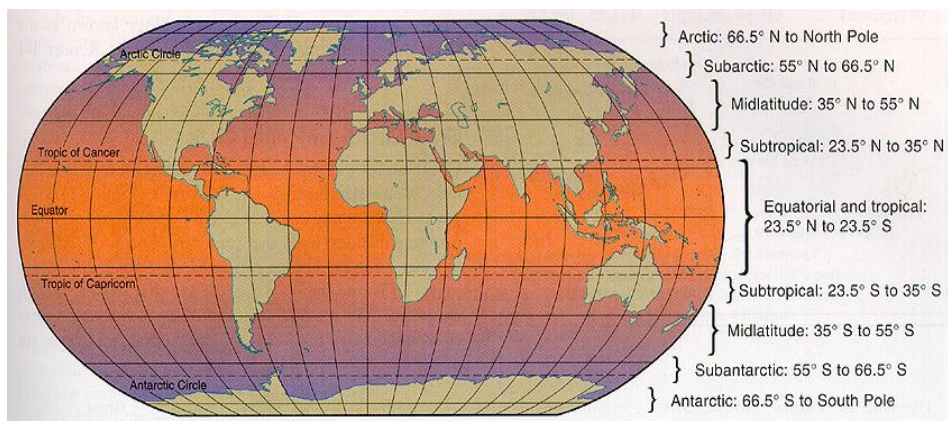
Η πρώτη ποσοτική ταξινόμηση των κλιμάτων παγκοσμίως πραγματοποιήθηκε από το Γερμανό Wladimir Köppen το 1900. Ο Köppen ως ερασιτέχνης βοτανολόγος συνειδητοποίησε ότι τα φυτά θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως δείκτες πολλών κλιματικών στοιχείων. Για το λόγο αυτό στην αρχική του κλιματική ταξινόμηση (1900), ενδιαφέρθηκε κυρίως για τη σχέση μεταξύ κλίματος και βλάστησης. Επέλεξε ως σύμβολα για την κατάταξη, τις πέντε ομάδες βλάστησης του Γάλλου βοτανολόγου De Candolle στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, η οποία βασίστηκε στις κλιματικές ζώνες των Ελλήνων: Α για τα φυτά στη θερμή ζώνη, C για τα φυτά της εύκρατης ζώνης, D και E για τα φυτά της ψυχρής ζώνης, ενώ η ομάδα Β αντιπροσωπεύει τα φυτά της ξηρής ζώνης. Το δεύτερο γράμμα στην κατάταξη εκφράζει τον παράγοντα της υγρασίας (π.χ. το κλίμα Af είναι τροπικό και βροχερό). Η αναθεωρημένη κλιματική ταξινόμηση (1918) στηρίζεται σε δεδομένα θερμοκρασίας, βροχόπτωσης, και στις εποχικές διακυμάνσεις τους. Από τότε η ταξινόμηση αυτή βελτιώνεται συνεχώς (Μπαλτάς, 2012).

2.3 Ζώνες γεωγραφικού πλάτους

Το εποχιακό πρότυπο της ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για το διαχωρισμό της υφηγίου σε χαρακτηριστικές ζώνες γεωγραφικού πλάτους (Σχήμα 2.2).

1. Η ζώνη του Ισημερινού περιλαμβάνει τον Ισημερινό και καλύπτει τα γεωγραφικά πλάτη από περίπου 10° βόρεια με 10° νότια. Εδώ υπάρχει έντονη ηλιακή ακτινοβολία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και η μέρα είναι περίπου ίση με τη νύχτα.
2. Έπονται οι τροπικοί του Καρκίνου και του Αιγόκερω που αποτελούν τις τροπικές ζώνες, κυμαινόμενες στα πλάτη 10° έως 25° βόρεια και νότια. Παρατηρείται ένας έντονος εποχιακός κύκλος στις ζώνες αυτές που συνδυάζεται με ετήσια υψηλή ηλιακή ακτινοβολία.

3. Οι υποτροπικές ζώνες βρίσκονται μεταξύ 25° και 35° βόρεια και νότια. Συγκυριακά οι ζώνες αυτές μπορεί να επεκτείνονται μερικές μοίρες από αυτές τις παραλλήλους προς τους πόλους ή τον Ισημερινό. Στις ζώνες αυτές παρατηρείται ένας ισχυρός εποχιακός κύκλος συνδυαζόμενος με μια ετήσια ηλιακή ακτινοβολία σχεδόν τόσο έντονη όσο στις τροπικές ζώνες.
4. Ακολουθούν οι μεσαίου γεωγραφικού πλάτους ζώνες που βρίσκονται μεταξύ 35° και 55° βόρεια και νότια. Σε αυτές τις ζώνες το ύψος του ήλιου στον ουρανό μετατοπίζεται μέσα σε ένα ευρύ φάσμα ετησίως. Παρατηρούνται ακόμη μεγάλες διαφορές στη διάρκεια της ημέρας από χειμώνα σε καλοκαίρι και σημειώνονται μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις της ηλιακής ακτινοβολίας, συνεπώς και της ετήσιας επιφανειακής θερμοκρασίας.
5. Στα σύνορα με τις προαναφερθείσες ζώνες προς την πλευρά των πόλων εντοπίζεται η ζώνη πολικού ψύχους και η «υποανταρκτική» ζώνη στις 55° με 60° βόρεια και νότια αντίστοιχα.
6. Μεταξύ των 60° και 75° βόρεια και νότια βρίσκονται η Αρκτική και η Ανταρκτική. Παρατηρείται μια υπερβολικά μεγάλη ετήσια διακύμανση της διάρκειας της ημέρας που οδηγεί σε τεράστιες αντιθέσεις στην ηλιακή ακτινοβολία από ηλιοστάσιο σε ηλιοστάσιο.
7. Οι πολικές ζώνες βόρεια και νότια είναι κυκλικές περιοχές μεταξύ των 75° και των πόλων. Εδώ κυριαρχεί το πολικό καθεστώς των έξι μηνών ημέρας και νύχτας αντίστοιχα. Σε αυτές τις ζώνες παρατηρούνται οι μεγαλύτερες εποχιακές αντιθέσεις ηλιακής ακτινοβολίας από οποιαδήποτε άλλη ζώνη στον πλανήτη (Strahler, 2001).



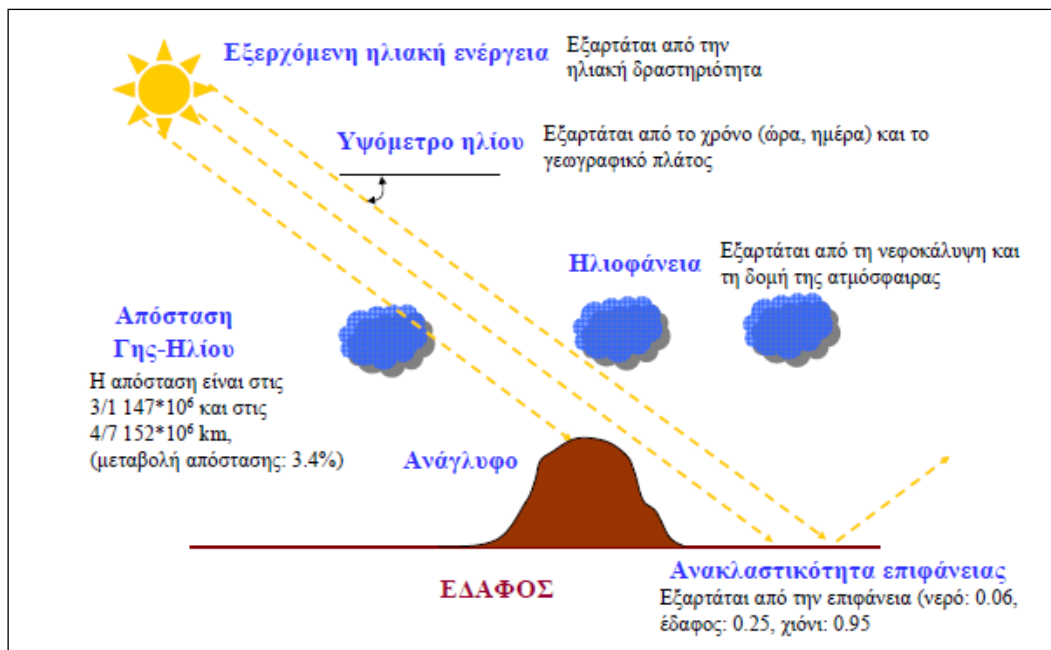
Σχήμα 2.2: Ζώνες γεωγραφικού πλάτους. (πηγή: msemac.redwoods.edu)

2.4 Παράμετροι που επηρεάζουν το κλίμα

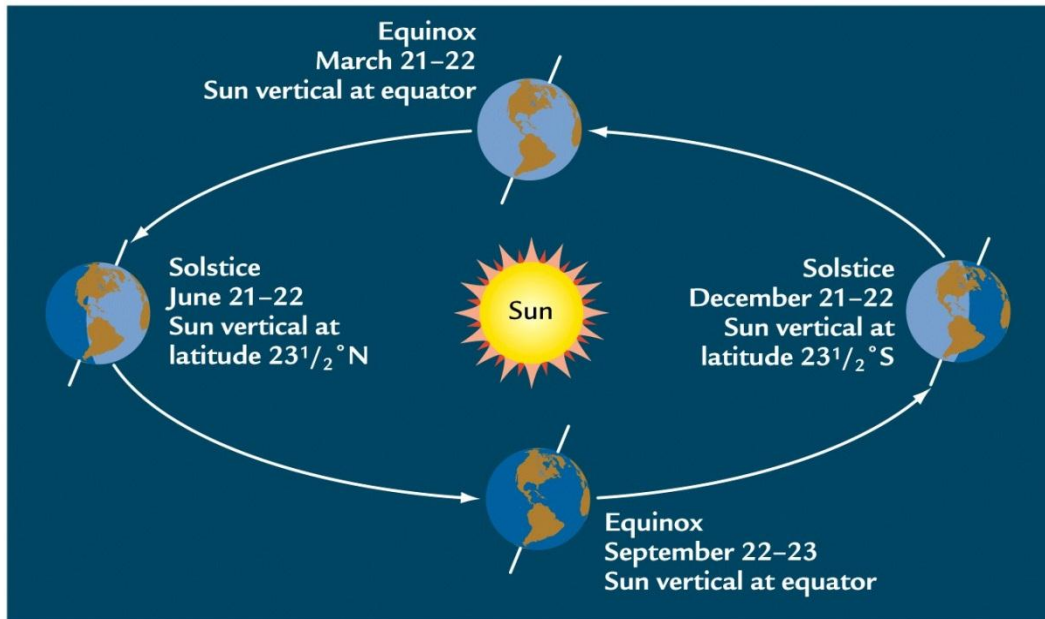
Η μελέτη των κλιματικών στοιχείων σε ετήσια, εποχική ή μηνιαία κλίμακα αποκαλύπτει ότι παρουσιάζουν ορισμένες διακυμάνσεις εξαιτίας της επίδρασης ενός πλήθους αιτιών, τα οποία χαρακτηρίζονται ως παράγοντες του καιρού και του κλίματος. Οι βασικές παράμετροι που αφορούν το κλίμα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: ενεργειακού ισοζυγίου που σχετίζονται με την εισερχόμενη στη Γη ηλιακή ακτινοβολία, ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας και γεωγραφικών παραγόντων (πλάτος, ανάγλυφο, κατανομή ξηράς-θάλασσας κ.λπ.) (Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2010). Ο ρόλος των παραγόντων αυτών παρουσιάζεται εντονότερος σε ορισμένα σημεία του πλανήτη και ασθενέστερος σε άλλα, με αποτέλεσμα τη διαφορετική διαμόρφωση των κλιματικών παραμέτρων από τον ένα τόπο στον άλλο. Πέντε κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα είναι οι εξής:

1. Ηλιακή ακτινοβολία

Οι δυο κινήσεις της Γης, η καθημερινή περιστροφή γύρω από τον άξονά της και η ετήσια ηλιακή τροχιά της δημιουργούν τους ημερήσιους και ετήσιους κύκλους της ηλιακής ακτινοβολίας. Με τη σειρά τους, αυτοί οι κύκλοι δημιουργούν τους κύκλους της αέριας θερμοκρασίας που ξεχωρίζουν ημέρα και νύχτα, καλοκαίρι και χειμώνα (Strahler, 2001).



Σχήμα 2.3: Παράγοντες που επιδρούν στην εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία. (πηγή: Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2010)



Σχήμα 2.4: Τροχιά της Γης γύρω από τον ήλιο. (πηγή: www.sonoma.edu)

2. Γεωγραφικό πλάτος

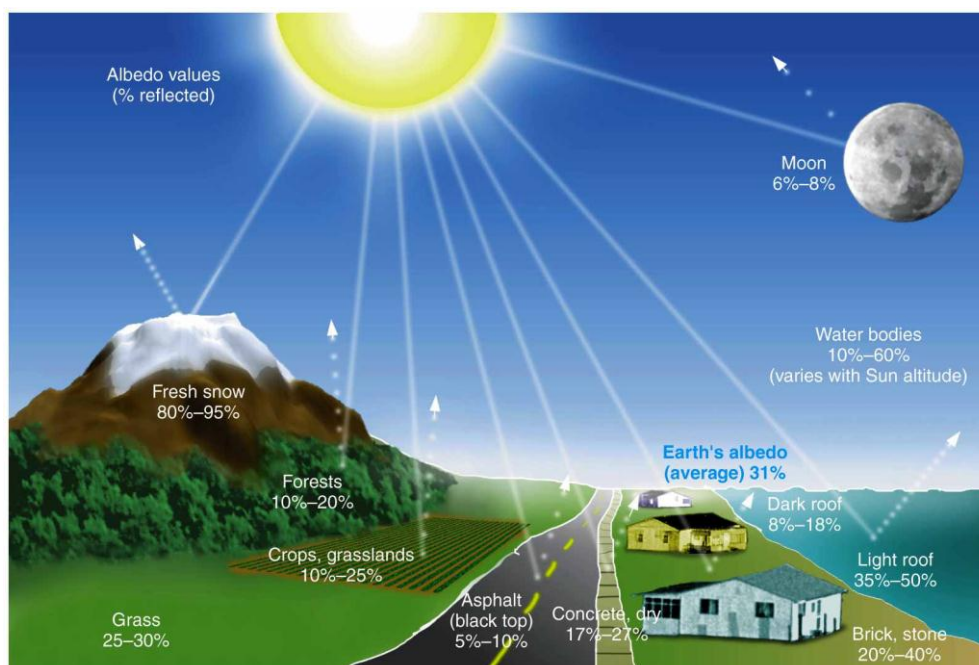
Οι ημερήσιοι και ετήσιοι κύκλοι της ηλιακής ακτινοβολίας ποικίλουν συστηματικά σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος προκαλώντας μεταβολές στη θερμοκρασία του αέρα και στους κύκλους της. Ως εκ τούτου οι θερμοκρασίες γενικά μειώνονται προς τους πόλους και μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια του έτους όσο αυξάνεται το γεωγραφικό πλάτος. Η ετήσια θερμοκρασιακή διακύμανση αυξάνεται με το γεωγραφικό πλάτος, ειδικά πάνω από τις ηπείρους του βορείου ημισφαιρίου. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη διαφορά της χειμερινής και καλοκαιρινής ηλιακής ακτινοβολίας, η οποία μεγαλώνει με την αύξηση του πλάτους. Συνεπώς παρατηρείται εντονότερη μεταβλητότητα στη θερμοκρασία του αέρα κατά τη διάρκεια του έτους. Η περιοχή του πλανήτη όπου το θερμοκρασιακό εύρος παρουσιάζει πολύ χαμηλές τιμές είναι η ζώνη γύρω από τον Ισημερινό, όπου ουσιαστικά δεν υπάρχει εναλλαγή των εποχών ενώ μεγαλύτερες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις παρατηρούνται στις αρκτικές και πολικού ψύχους ζώνες της Ασίας και Βόρειας Αμερικής. Στις περιοχές αυτές, η ακτινοβολία το καλοκαίρι είναι σχεδόν ίσης έντασης με του ισημερινού, ενώ το χειμώνα είναι πολύ χαμηλή (Strahler, 2005).

3. Ανακλαστικότητα (albedo)

Ως ανακλαστικότητα ορίζεται το ποσοστό της εισερχόμενης ακτινοβολίας που ανακλάται από μία επιφάνεια πίσω στο διάστημα. Ο θαλάσσιος πάγος που

εκτείνεται αποκλειστικά στις πολικές περιοχές και γύρω από αυτές ασκεί καίρια επίδραση στο παγκόσμιο κλίμα λόγω της ιδιαίτερα υψηλής ανακλαστικότητάς του σε σχέση με τον περιβάλλοντα ωκεανό και με άλλες γήινες επιφάνειες. Ο ωκεανός κατά μέσο όρο ανακλά πίσω στην ατμόσφαιρα μόλις το 6% της συνολικής προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ ο θαλάσσιος πάγος ανακλά το 50-70% της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται, ποσοστό το οποίο μπορεί να φτάσει ακόμη και το 90% σε περίπτωση που ο πάγος καλύπτεται από χιόνι. Κατά συνέπεια, οι περιοχές που καλύπτονται από θαλάσσιο πάγο απορροφούν πολύ λιγότερη ηλιακή ενέργεια, γεγονός που συμβάλλει στη διατήρηση της χαμηλής θερμοκρασίας των πολικών περιοχών (Duffy, 2008).

Οι αστικές περιοχές εξαιτίας της ασφάλτου θερμαίνονται πιο εύκολα συγκριτικά με τις αγροτικές περιοχές και τα δάση λόγω της περιορισμένης αντανάκλασης της ακτινοβολίας (χαμηλή εξάτμιση) (Akbari, 2012). Ως εκ τούτου οι θερμοκρασίες του αέρα στις αστικές περιοχές είναι γενικά υψηλότερες από ότι στις αγροτικές. Το ίδιο ισχύει και για περιοχές με άγονο ή βραχώδες έδαφος όπως είναι οι έρημοι (Strahler, 2001). Στο Σχήμα 2.5 φαίνονται ενδεικτικές τιμές ανακλαστικότητας.



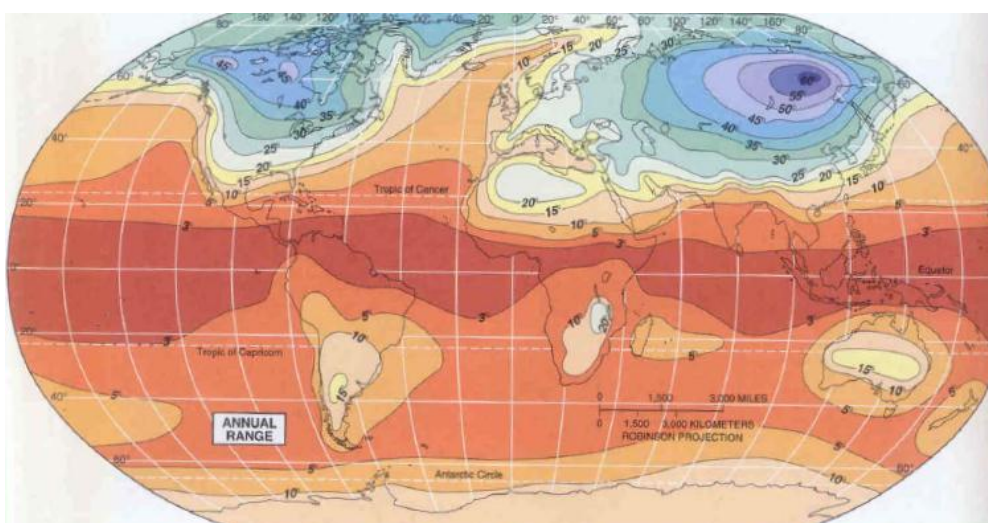
Σχήμα 2.5: Ενδεικτικές τιμές ανακλαστικότητας (albedo). (πηγή: clasfaculty.ucdenver.edu)

Η τυπική ανακλαστικότητα της ερήμου κυμαίνεται μεταξύ 20% έως 35% της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται πίσω στο διάστημα (Μπαλτάς, 2012). Το

ποσοστό αυτό είναι πολύ υψηλότερο από το 15% της σαβάνας και το 5% του τροπικού δάσους (Pinty et al, 2000). Με λίγο νερό διαθέσιμο προς εξάτμιση από την ξηρή επιφάνεια, το μεγαλύτερο τμήμα της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας θερμαίνει την επιφάνεια της ερήμου και η παραγόμενη θερμική διαφεύγει στο διάστημα διαμέσου της ξηρής ατμόσφαιρας (Safriel, 2006).

4. Παράκτια-ηπειρωτική περιοχή

Σε παράκτιες περιοχές παρατηρείται μικρότερο θερμοκρασιακό εύρος από ότι σε ηπειρωτικές. Προχωρώντας προς το κέντρο των ηπείρων η μεταβλητότητα της θερμοκρασίας αυξάνει δεδομένης της μικρότερης θερμοχωρητικότητας της γης σε σχέση με τον ωκεανό (Frampton et al, 2006).) Ως εκ τούτου, οι θερμοκρασίες του αέρα πάνω από τις θαλάσσιες μάζες τείνουν να είναι λιγότερο ακραίες σε σχέση με αυτές πάνω από τις χερσαίες. Μια παράκτια περιοχή έχει συνήθως ηπιότερους χειμώνες και ξηρότερα καλοκαίρια από μια ηπειρωτική (Strahler, 1987). Στο Σχήμα 2.6 παρουσιάζεται το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος σε διάφορες περιοχές του πλανήτη.



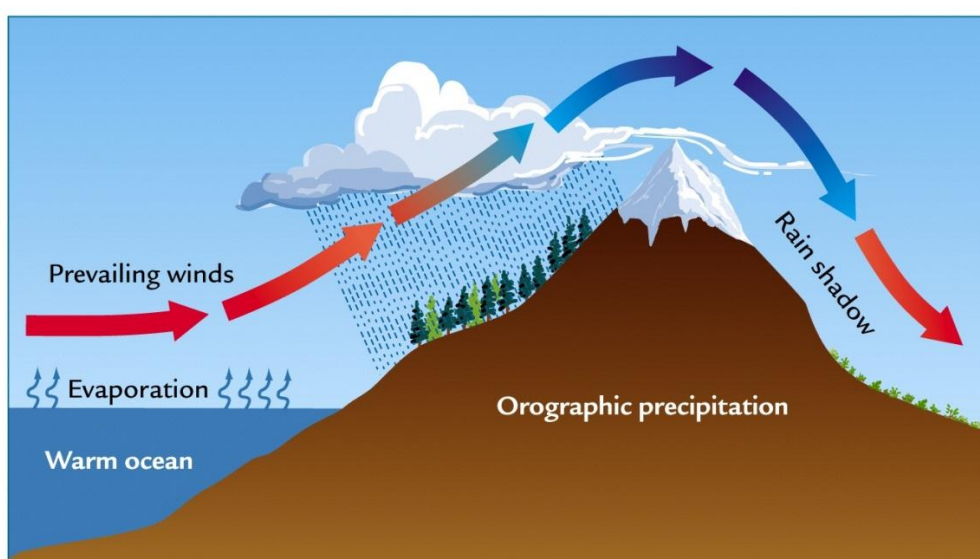
Σχήμα 2.6: Ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος. (πηγή: Christopherson, 2000)

5. Τοπογραφία

Η τοπογραφία μιας περιοχής επιδρά σημαντικά στο κλίμα της. Για παράδειγμα, το μεγάλο υψόμετρο στα βουνά επηρεάζει το κλίμα μεταβάλλοντας τα πρότυπα της θερμοκρασίας, της αέριας κυκλοφορίας και των κατακρημνίσεων.

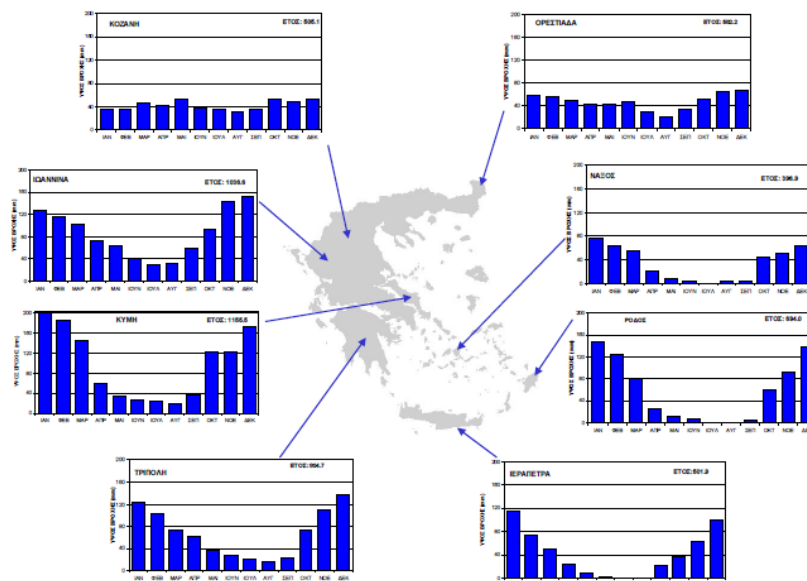
Τα βουνά διαδραματίζουν άμεσο ρόλο στην αλλαγή της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας. Τα αέρια ρεύματα που κατευθύνονται προς τη μία πλευρά του

βουνού εκτρέπονται αλλάζοντας τη φορά τους. Οι βροχές που λαμβάνουν χώρα ονομάζονται ορογραφικές κατακρήμνισεις και παρατηρούνται κυρίως στις βουνοπλαγιές που έχουν προσανατολισμό προς τις ακτές (Σχήμα 2.7). Ο αέρας ο οποίος πνέει πάνω από τις θάλασσες και τους ωκεανούς είναι πλούσιος σε υδατμούς και όταν ανυψώνεται στις βουνοπλαγιές (εξάρσεις) που συναντά, ψύχεται, οι υδατμοί συμπυκνώνονται και εκδηλώνονται ως βροχή. Στη συνέχεια, όταν ο αέρας κατέρχεται από την άλλη πλευρά των εξάρσεων στερείται υδατμών. Για το λόγο αυτό, οι βουνοπλαγιές που έχουν προσανατολισμό αντίθετα των ακτών έχουν γενικά ξηρό κλίμα (Strahler, 2005).



Σχήμα 2.7: Απεικόνιση ορογραφικής κατακρήμνισης.
(πηγή: Freidel, 2009)

Στην Ελλάδα για παράδειγμα υπάρχει μεγάλη διαφορά στις βροχοπτώσεις μεταξύ βορειοδυτικής και νοτιοανατολικής πλευράς. Η Πίνδος εμποδίζει τους υγρούς ανέμους να περάσουν στην ανατολική Ελλάδα κι έτσι η δυτική έχει περισσότερες βροχοπτώσεις όλο το χρόνο (Σχήμα 2.8).



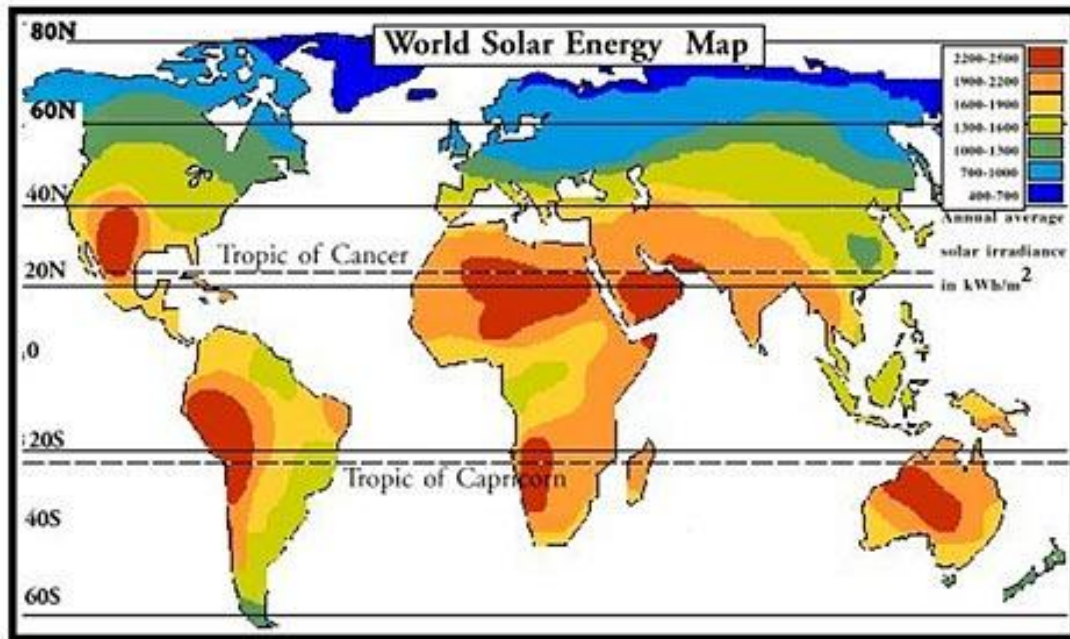
Σχήμα 2.8: Μέσες μηνιαίες κατακρημνίσεις σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας.
(πηγή: Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2010)

2.5 Περιγραφή ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας

Από τη γενική ατμοσφαιρική κυκλοφορία και τις όποιες περιοδικές ή μη μεταβολές της, ξεκινάει η δημιουργία του καιρού. Ουσιαστικά, η ηλιακή ενέργεια θέτει σε κίνηση μια μηχανή, της οποίας τα κινητά μέρη είναι οι άνεμοι και τα θαλάσσια ρεύματα ενώ τα καύσιμά της είναι οι υδρατμοί που παράγονται με την εξάτμιση του νερού.

2.5.1 Γενική κυκλοφορία

Η ατμόσφαιρα της Γης τίθεται σε κίνηση εξαιτίας της ασύμμετρης θέρμανσής της από την ηλιακή ακτινοβολία. Το μέγιστο της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας λαμβάνει χώρα πάνω από τις τροπικές ζώνες εξαιτίας της μικρής γωνίας με την οποία προσπίπτει η ακτινοβολία αλλά και του μικρού συντελεστή ανακλαστικότητας. Στον αντίποδα, το ελάχιστο της απορρόφησης εντοπίζεται πάνω από τους δύο πόλους της Γης και αποδίδεται στη μεγάλη γωνία με την οποία προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία και στις μεγάλες τιμές του συντελεστή ανακλαστικότητας (λόγω της παγοκάλυψης).



Σχήμα 2.9: Παγκόσμιο ηλιακό δυναμικό. (πηγή: <http://www.alternative-energy-resources.net>)

Αν η επιφάνεια της Γης ήταν ομοιογενής και ομοιόμορφη τότε με βάση την κατανομή της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνειά της, οι άνεμοι που θα έπνεαν από τις ζώνες των υψηλών πιέσεων θα έφθαναν στις περιοχές των χαμηλών πιέσεων. Η παρουσία της δύναμης Coriolis έχει σαν αποτέλεσμα η κίνηση των αερίων μαζών να μη γίνεται κατά μήκος των μεσημβρινών, αλλά όταν κινούνται από περιοχές μεγαλύτερων γεωγραφικών πλατών προς περιοχές μικρότερων η κίνηση αυτή να παρουσιάζεται βορειοανατολική ή ανατολική στο βόρειο Ημισφαίριο και νοτιοανατολική ή ανατολική στο νότιο. Αντίθετα, όταν η κίνηση πραγματοποιείται από περιοχές με μικρότερο γεωγραφικό πλάτος προς περιοχές με μεγαλύτερο η κίνηση αυτή παρουσιάζεται νοτιοδυτική ή δυτική στο βόρειο Ημισφαίριο και βορειοδυτική ή δυτική στο νότιο.

Όπως είναι γνωστό, η επιφάνεια της γης δεν είναι ούτε ομοιογενής ούτε ομοιόμορφη αλλά οι ωκεανοί διακόπτονται από τις ηπείρους με την ανομοιόμορφη κατανομή των εδαφικών τους εξάρσεων. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος, οι ζώνες υψηλών και χαμηλών πιέσεων δεν είναι συνεχείς αλλά διακόπτονται από την παρουσία των ηπείρων και περιορίζονται αποκλειστικά πάνω από τους ωκεανούς ως μόνιμες περιοχές υψηλών και χαμηλών πιέσεων (Σαχσαμάνογλου και Μακρογιάννης, 1998).

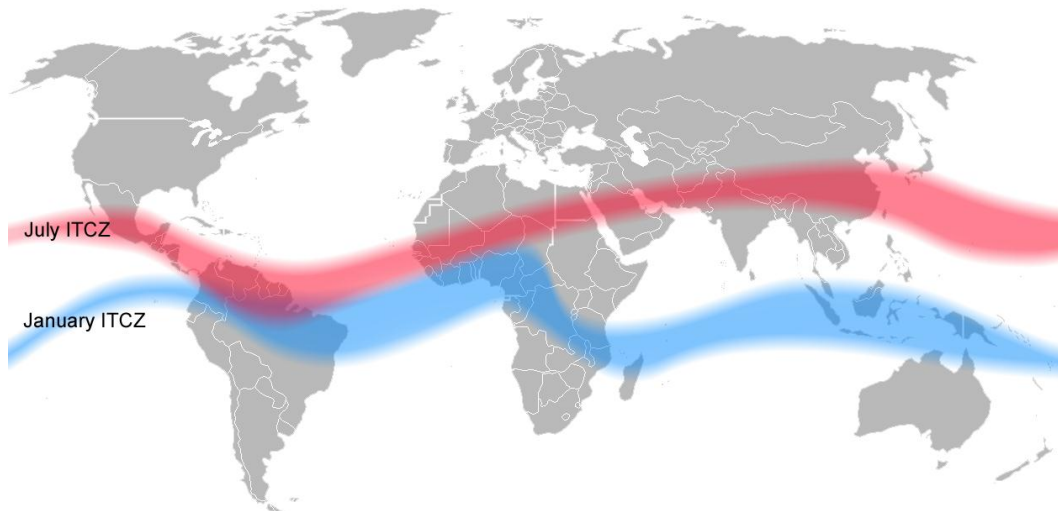
Το απλουστευμένο μοντέλο ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας με 3 κύτταρα περιγράφει αποτελεσματικότερα τη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας καθώς λαμβάνει υπόψη τη δύναμη Coriolis λόγω της περιστροφής της Γης (Σχήμα 2.10). Στο δεδομένο κυκλοφοριακό μοντέλο το κάθε ημισφαίριο χωρίζεται σε τρία κελιά κυκλοφορίας τα οποία εκτείνονται -το καθένα- σε 30° γεωγραφικού πλάτους. Τα γεωγραφικά πλάτη που σηματοδοτούν τα όρια αυτών των κυττάρων είναι του Ισημερινού, των 30° και 60° βόρεια και νότια, αντίστοιχα.



Σχήμα 2.10: Το μοντέλο γενικής κυκλοφορίας με τρία κύτταρα.
(πηγή: Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2009)

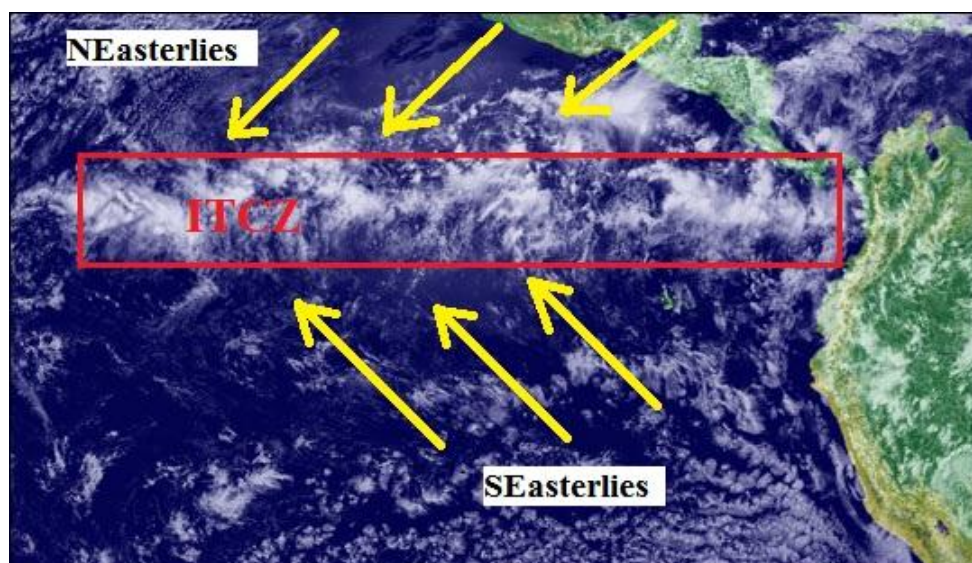
2.5.1 Ενδοτροπική ζώνη σύγκλισης (ITCZ)

Η ζώνη των χαμηλών πιέσεων γύρω από τον Ισημερινό είναι γνωστή ως Ενδοτροπική Ζώνη Σύγκλισης (ITCZ). Στη ζώνη αυτή, εξαιτίας της έντονης υπερθέρμανσης, έχουμε ισχυρές ανοδικές κινήσεις του ατμοσφαιρικού αέρα, με όλα τα επακόλουθα μιας έντονης κατακόρυφης αδιαβατικής κίνησης. Αποτέλεσμα αυτής της κατακόρυφης κίνησης είναι η δημιουργία στην επιφάνεια του εδάφους σύγκλισης αερίων μαζών από τις γειτονικές περιοχές, με υψηλή πίεση. Η κίνηση αυτή δημιουργεί ανέμους με μικρή ταχύτητα στην περιοχή της σύγκλισης, με διεύθυνση ανατολικά-βορειοανατολικά στο βόρειο τμήμα της ζώνης και ανατολικά-νοτιοανατολικά στο νότιο (Nelson, 2011).



Σχήμα 2.11: Η ITCZ και η μετατόπιση της ανάλογα με την εποχή του κάθε ημισφαιρίου. (πηγή: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ITCZ_january-july.png)

Η ITCZ αποτελεί το σημείο εκκίνησης της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας. Γεωγραφικά ορίζεται μεταξύ των παραλλήλων 5° βόρεια και 5° νότια αν και η ακριβής της θέση μεταβάλλεται ανάλογα με την εποχή του έτους (Σχήμα 2.11). Σε μία δορυφορική εικόνα, η ITCZ εμφανίζεται με τη μορφή μίας ζώνης νεφών που περιβάλλει την υδρόγειο στο γεωγραφικό πλάτος του ισημερινού (Σχήμα 2.12). Αυτή η ζώνη νεφών μπορεί να εκτείνεται σε αποστάσεις της τάξης των εκατοντάδων χιλιομέτρων ή να εμφανίζεται κατακερματισμένη σε περισσότερα τμήματα. Η εποχιακή μεταβολή της θέσης της ITCZ συνδέεται άμεσα με τη θέση της Γης προς τον ήλιο και ευθύνεται για την εναλλαγή υγρών και ξηρών περιόδων στις τροπικές περιοχές (Grotsky and Carton, 2002).



Σχήμα 2.12: Απεικόνιση της ITCZ στον Ισημερινό. (πηγή: Nasa Earth Observatory)

2.5.2 Μουσώνες

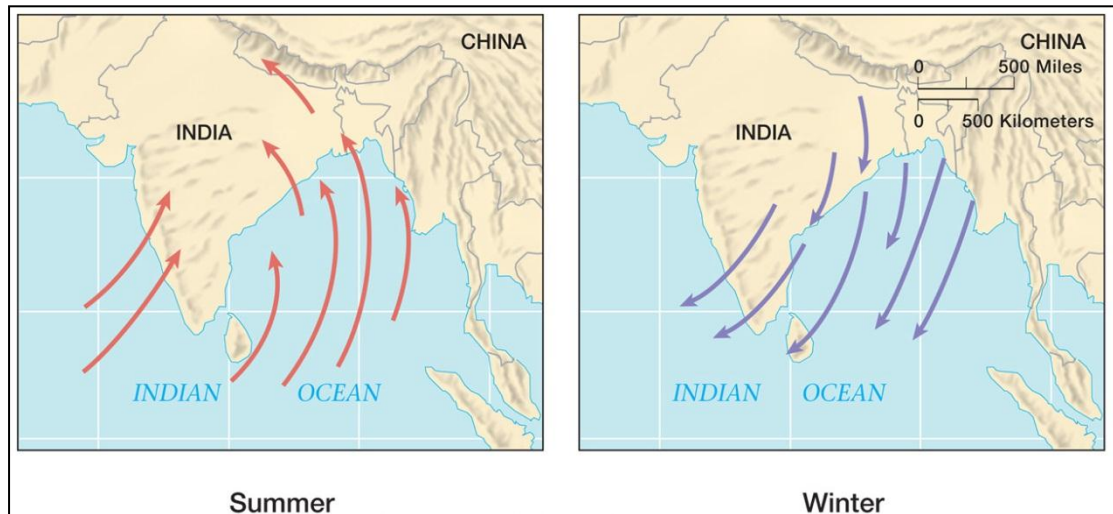
Οι μουσώνες αποτελούν εποχιακές αλλαγές στην κατεύθυνση των ισχυρότερων ανέμων της περιοχής και προκαλούν μια υγρή και ξηρή περίοδο σε ένα μεγάλο μέρος των τροπικών ζωνών. Οποσδήποτε για τη δημιουργία των μουσώνων παίζει ρόλο και η μετατόπιση της Ενδροτροπικής Ζώνης Σύγκλισης (ITCZ) από εποχή σε εποχή (American Meteorological Society, 2000). Συνδέονται συχνά με τον Ινδικό Ωκεανό και συνήθως κατευθύνονται από κρύες σε θερμές περιοχές. Καλοκαιρινοί και χειμερινοί μουσώνες καθορίζουν το κλίμα στο μεγαλύτερο μέρος της Ινδίας και της Νοτιοανατολικής Ασίας (Σχήμα 2.13).

(α). Οι *καλοκαιρινοί μουσώνες* συνδέονται με έντονες βροχοπτώσεις και λαμβάνουν χώρα συνήθως μεταξύ Απριλίου και Σεπτεμβρίου. Καθώς τελειώνει ο χειμώνας, θερμός, υγρός αέρας από το νοτιοδυτικό Ινδικό Ωκεανό πνέει προς χώρες όπως η Ινδία, η Σρι Λάνκα, το Μπαγκλαντές και η Μιανμάρ. Οι καλοκαιρινοί μουσώνες έχουν ως αποτέλεσμα υγρό κλίμα με καταρρακτώδεις βροχοπτώσεις στις περιοχές αυτές.

(β). Οι *ξηροί χειμερινοί μουσώνες* του Ινδικού Ωκεανού οι οποίοι διαρκούν από τον Οκτώβριο μέχρι τον Απρίλιο πνέουν βορειοανατολικά ξεκινώντας από τη Μογγολία και τη βορειοδυτική Κίνα. Οι μουσώνες αυτοί είναι ασθενέστεροι από τους αντίστοιχους καλοκαιρινούς στη Νοτιοανατολική Ασία, εν μέρει, επειδή τα Ιμαλάια βουνά εμποδίζουν μεγάλο μέρος του αέρα και της υγρασίας των μουσώνων να φτάσουν στην ακτή. Τα Ιμαλάια, επιπλέον, αποτρέπουν μεγάλο μέρος του ψυχρού αέρα να φτάσει σε μέρη όπως η νότια Ινδία και η Σρι Λάνκα, διατηρώντας υψηλές θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Οι χειμερινοί μουσώνες σχετίζονται συχνά με την ξηρασία χωρίς να είναι απαραίτητα όλοι ξηροί. Σε αντίθεση με το δυτικό τμήμα της Νοτιοανατολικής Ασίας, η ανατολική πλευρά του Ειρηνικού Ωκεανού χαρακτηρίζεται από βροχοπτώσεις το χειμώνα. Επιπρόσθετα, μεταφέρουν υγρό αέρα από τη Θάλασσα της Νότιας Κίνας σε περιοχές όπως η Ινδονησία και η Μαλαισία (Allaby, 2002).

(γ). Οι *ασιατικοί-αυστραλιανοί μουσώνες* οι οποίοι λαμβάνουν χώρα στον Ινδικό Ωκεανό εκτείνονται από τη βόρεια Αυστραλία έως τις ακτές του Ειρηνικού στη

Ρωσία. Το εν λόγω μουσωνικό σύστημα στη συνέχεια επεκτείνεται στον Ινδικό Ωκεανό όπου, εν τέλει, εκτονώνεται στις ινδικές ακτές της Αφρικής.



Σχήμα 2.13: Καλοκαιρινοί και χειμερινοί μουσώνες στην Ασία.
(πηγή: <http://web.gccaz.edu>)

Μουσώνες συναντώνται και σε άλλα μέρη του κόσμου. Οι βορειοαμερικανικοί μουσώνες ξεσπούν συνήθως στη μέση του καλοκαιριού. Ζεστός, υγρός αέρα από τον Κόλπο της Καλιφόρνια πνέει βορειοανατολικά, ενώ θερμός και υγρός άνεμος από τον Κόλπο του Μεξικού φυσάει βορειοδυτικά. Αυτοί οι δύο άνεμοι διασταυρώνονται στην οροσειρά Sierra Madre Occidental στο κεντρικό Μεξικό προκαλώντας υγρασία στο ορεινό οικοσύστημα πριν συνεχίσουν βόρεια προς τη πολιτείες της Αριζόνα, του Νέου Μεξικού και του Τέξας (Chang et al, 2008).

3. Δεδομένα και μεθοδολογία

3.1 Σταθμοί μελέτης και δεδομένα

Για τη μελέτη του κλίματος σε παγκόσμια κλίμακα, χρησιμοποιούνται δύο βασικές μετρήσεις που πραγματοποιούνται καθημερινά σε κάθε μετεωρολογικό σταθμό: θερμοκρασία και κατακρήμνιση.

Οι προς μελέτη περιοχές βρίσκονται σε ζώνες πλάτους 500 χιλιομέτρων (5°) και καλύπτουν το 0-60°B και το 10-15, 30-35°N. Συνολικά μελετώνται 14 γεωγραφικές ζώνες, 12 στο βόρειο και 2 στο νότιο Ημισφαίριο. Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στο βόρειο Ημισφαίριο καθώς είναι πιο πυκνοκατοικημένο και διαθέτει περισσότερους σταθμούς καταγραφής μετεωρολογικών στοιχείων από ότι το νότιο Ημισφαίριο. Επιπλέον καλύπτεται σε μεγαλύτερο τμήμα από χερσαίες εκτάσεις σε σχέση με το νότιο, γεγονός που υποδηλώνει μεγαλύτερες κλιματικές διαφοροποιήσεις κατά μήκος των γεωγραφικών ζωνών του.

Σε κάθε ζώνη εντοπίζονται μετεωρολογικοί σταθμοί με καταγεγραμμένα δεδομένα θερμοκρασίας και κατακρημνίσεων για τουλάχιστον 50 χρόνια ώστε να θεωρηθεί ικανό χρονικό διάστημα για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για το κλίμα. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι όλα τα δεδομένα συλλέχτηκαν από την ιστοσελίδα «KNMI Climate Explorer» (<http://climexp.knmi.nl>) η οποία αποτελεί ένα εργαλείο έρευνας για τη διερεύνηση του κλίματος καθώς συγκεντρώνει πληθώρα κλιματικών δεδομένων και εργαλείων ανάλυσης.

Σε αρκετούς μετεωρολογικούς σταθμούς καταγράφεται μόνο μία εκ των δύο μετεωρολογικών δεικτών. Στη μελέτη μας επιλέχτηκαν σταθμοί καταγραφής και των δύο μετεωρολογικών δεδομένων για να γίνει πιο ασφαλής σύγκριση. Στο νότιο Ημισφαίριο λόγω του σημαντικά μικρότερου αριθμού σταθμών με χρονοσειρές θερμοκρασίας και κατακρήμνισης επιλέχθηκαν κάποιοι σταθμοί να έχουν στοιχεία θερμοκρασίας και κάποιοι άλλοι δεδομένα κατακρήμνισης αλλά με παρόμοιο υψόμετρο και σε κοντινό γεωγραφικό μήκος.

3.1 Επεξεργασία Δεδομένων

Αφού ομαδοποιηθούν τα δεδομένα των χρονοσειρών θερμοκρασίας και βροχόπτωσης για κάθε ζώνη, προσδιορίζονται βασικά στατιστικά μεγέθη. Δεδομένα αποτελούν οι μέσες τιμές των μηνιαίων θερμοκρασιών και κατακρημνίσεων των προς μελέτη σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 χρόνια. Τα στατιστικά μεγέθη που προσδιορίζονται είναι τα ακόλουθα: μέση, μέγιστη, ελάχιστη τιμή, θερμοκρασιακό και βροχομετρικό εύρος και ο συντελεστής διασποράς της θερμοκρασίας και βροχόπτωσης σε °C και mm αντίστοιχα. Για τη βροχόπτωση υπολογίζεται και η συνολική τιμή της.

Της στατιστικής ανάλυσης των χρονοσειρών προηγείται η κλιματική ταξινόμηση κατά Köppen κάθε ζώνης των 500 km όπου παρατίθενται τα αντίστοιχα ιστογράμματα με τα ποσοστά των κλιματικών τύπων. Στα διαγράμματα παρουσιάζονται όλοι οι κλιματικοί τύποι Köppen που συναντώνται στην κάθε ζώνη για κάθε 50 km (0.5°) κατά μήκος (Kottek, 2006).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται γενικοί πίνακες με μέση και ελάχιστη τιμή, εύρος, συντελεστή διασπορά θερμοκρασίας και βροχόπτωσης (αντί για μέση τιμή, προσδιορίζεται η συνολική βροχόπτωση) για όλους τους σταθμούς της μία ζώνης των 5° συνολικά. Μετά τους ανωτέρω πίνακες παρουσιάζονται διαγράμματα με τη μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας, της συνολικής βροχόπτωσης και του υψόμετρου των σταθμών για την κάθε ζώνη. Στους πίνακες φαίνεται επιπλέον η κατηγοριοποίηση των σταθμών με βάση την κλίμακα Köppen και οι περιοχές όπου διακρίνονται ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της παγκόσμιας ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας (π.χ. Σιβηρικό Υψηλό).

Ακολούθως παρουσιάζονται διαγράμματα χωρικής μεταβολής θερμοκρασιακού και βροχομετρικού εύρους σε σχέση με το γεωγραφικό μήκος. Στα διαγράμματα αυτά έχουν προσαρμοστεί γεωγραφικοί χάρτες ώστε να παρουσιάζεται χονδρικά η τοποθεσία των μετεωρολογικών σταθμών σε σχέση με τη θάλασσα (π.χ. αν κάποιος σταθμός βρίσκεται σε ηπειρωτική περιοχή ή σε νησί). Κατόπιν εξάγονται συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των χρονοσειρών βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση και έτσι προσδιορίζονται κατά μήκος οι περιοχές με παρόμοια μηνιαία μεταβλητότητα (εποχικότητα) ως προς τη συνολική βροχόπτωση. Τέλος παρουσιάζεται η χωρική μεταβολή του βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο. Στο

Παράρτημα Α παρατίθενται διαγράμματα μεταβολής του θερμοκρασιακού εύρους με το υψόμετρο και στο Παράρτημα Β οι συντελεστές συσχέτισης της μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση.

3.2 Ζώνη 40°-60° βόρεια

3.2.1 Περιγραφή της ζώνης

Η ζώνη γεωγραφικού πλάτους 55° έως 60° βόρεια περιλαμβάνει τις εξής χώρες: βόρεια Ιρλανδία, βόρειο Ηνωμένο Βασίλειο, Δανία, νότια Νορβηγία, νότια Σουηδία, Εσθονία, Ρωσία, Η.Π.Α. (Αλάσκα) και Καναδά.

Η ζώνη 50° έως 55° βόρεια περιλαμβάνει τις εξής χώρες: Ιρλανδία, νότιο και κεντρικό Ηνωμένο Βασίλειο, Βέλγιο, Γερμανία, Πολωνία, Λευκορωσία, Βόρεια Ουκρανία, Ρωσία, Καναδά.

Η ζώνη 45° έως 50° βόρεια περιλαμβάνει τις ακόλουθες χώρες: Γαλλία, κεντρική και νότια Γερμανία, Ελβετία, Δημοκρατία της Τσεχίας, Αυστρία, Σλοβακία, Ουγγαρία, Ρουμανία, Μολδαβία, Ουκρανία, Καζακστάν, Μογγολία, νότιος Καναδάς και βόρειες Η.Π.Α.

Η ζώνη 40° έως 45° περιλαμβάνει τις εξής χώρες: βόρεια Πορτογαλία και Ισπανία, νότια Γαλλία, κεντρική και βόρεια Ιταλία, Κροατία, Βοσνία Ερζεγοβίνη, Σερβία, Αλβανία, Βουλγαρία, βόρεια Ελλάδα, βόρεια Τουρκία, Αρμενία, Γεωργία, βόρειο Αζερμπαϊτζάν, βόρειο Τουρκμενιστάν, Ουζμπεκιστάν, νότιο Καζακστάν, Κιργιστάν, βόρεια Κίνα, νότια Μογγολία, βόρειες Η.Π.Α.

Η βόρεια και κεντρική Ευρώπη περιβάλλεται από τα βουνά της Νορβηγίας στα βόρεια και από αρκετές οροσειρές στα νότια με σημαντικότερη από όλες εκείνη των Άλπεων. Ανάμεσα στις δύο αυτές περιοχές, εκτείνεται η βορειοευρωπαϊκή πεδιάδα χωρίς κανένα φράγμα προστασίας από τους ανέμους του Ατλαντικού στα δυτικά και τους ψυχρούς ανέμους το χειμώνα από τα ανατολικά.



Σχήμα 3.1: Γεωγραφικός χάρτης Ευρώπης.
(πηγή: <http://www.ezilon.com>)

Η Ρωσία αποτελείται κυρίως από τεράστιες πεδινές περιοχές, στέπες στα νότια και πυκνά δάση και τούνδρα στα βόρεια. Οι περιοχές αυτές αποτελούν το 10% των παγκόσμιων αγροτικών εκτάσεων (Σχήμα 3.2). Οι σημαντικότερες οροσειρές της Ρωσίας είναι ο Καύκασος, τα Ουράλια και τα Αλτάι.



Σχήμα 3.2: Γεωγραφικός χάρτης της Ρωσίας.
(πηγή: <http://www.ezilon.com>)

Από την πλευρά της Αμερικής, στις 60° βόρεια βρίσκεται το όρος Λόγκαν με υψόμετρο τα 5959 m που αποτελεί την υψηλότερη κορυφή του Καναδά και τη δεύτερη ψηλότερη στη Βόρεια Αμερική, μετά το όρος McKinley (Denali) (6194 m). Η οροσειρά Saint Elias (5489 m) βρίσκεται προς την πλευρά των ακτών του Ειρηνικού Ωκεανού ανάμεσα στη νοτιοανατολική Αλάσκα, στη νοτιοδυτική Υκου και το βορειοδυτικό τμήμα της οροσειράς του British Columbia στον Καναδά. Τα Coast

Mountains αποτελούν μια μεγάλη οροσειρά στις δυτικές ακτές του Ειρηνικού ξεκινώντας από τις 54^ο βόρεια με μέγιστο υψόμετρο που ξεπερνά τα 4000 m.



Σχήμα 3.3: Γεωγραφικός χάρτης του Καναδά.
(πηγή: <http://www.ezilon.com>)

Τα Βραχώδη Όρη, αποτελούν μια σημαντική οροσειρά στη δυτική Βόρεια Αμερική (Σχήμα 3.4). Επεκτείνονται περισσότερο από 4.830 km από το βορειότερο τμήμα της Βρετανικής Κολομβίας (Liard River 59^οB), στο δυτικό Καναδά, μέχρι το Νέο Μεξικό (Rio Grande. 35^οB) στις νοτιοδυτικές Ηνωμένες Πολιτείες. Περιέχουν τις υψηλότερες κορυφές στο της Βόρειας Αμερικής. Ψηλότερη κορυφή της οροσειράς αποτελεί το όρος Elbert που βρίσκεται στο Κολοράντο στα 4.401 m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Το Όρος Robson στην βρετανική Κολομβία, στα 3.954 m αποτελεί την υψηλότερη κορυφή των βραχώδη Όρων στην πλευρά του Καναδά. Έχουν απρόβλεπτες καιρικές συνθήκες που μπορούν να αλλάξουν γρήγορα. Όπως και σε άλλες ορεινές περιοχές, οι κλιματικές αλλαγές λαμβάνουν χώρα με την αύξηση του υψομέτρου. Σε γενικές γραμμές, τα Βραχώδη Όρη παρουσιάζουν ήπια καλοκαίρια με ψυχρούς χειμώνες και πολλές βροχοπτώσεις (Sheridan, 2006).



Σχήμα 3.4: Βραχώδη Όρη. (πηγή: www.worldatlas.com)

Οι Άλπεις (46°B) αποτελούν ένα σύστημα οροσειρών στην Ευρώπη που εκτείνονται από την Αυστρία και την Σλοβενία στα ανατολικά, μέσω της Ιταλίας, της Ελβετίας, του Λιχτενστάιν και της Γερμανίας έως την Γαλλία στα δυτικά. Η υψηλότερη κορυφή των Άλπεων είναι το Mont Blanc (45.49° B) με υψόμετρο τα 4.810 μέτρα στα Γαλλοϊταλικά σύνορα.

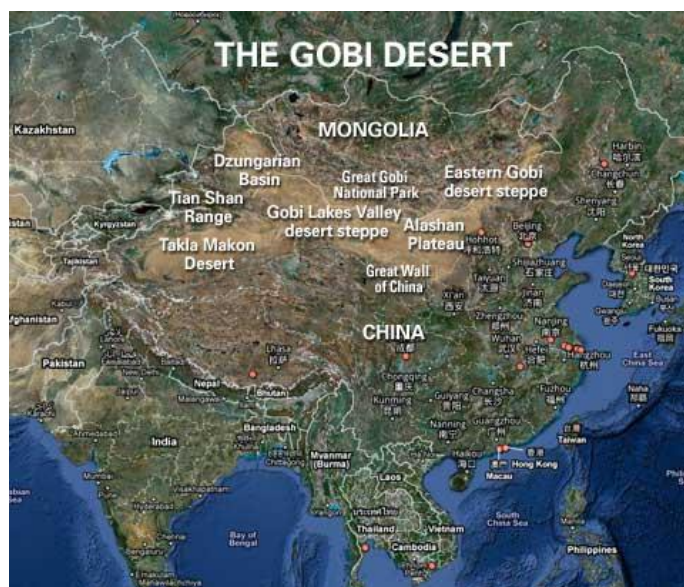


Σχήμα 3.5: Περιοχή των Άλπεων από δορυφόρο.
(πηγή: http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=4465)

Οι Άλπεις συχνά εμποδίζουν και καθυστερούν τα ψυχρά μέτωπα, προκαλώντας έτσι την επίμονη παραμονή των μετωπικών και ορογραφικών νεφών στη βόρεια πλευρά τους. Μια δευτερεύουσα ύφεση μπορεί να δημιουργηθεί σε ένα τέτοιο μέτωπο, η οποία τείνει να κινείται με τροχιά ανατολή – δύση – ανατολή κατά μήκος

του μετώπου μέχρις ότου η κυκλωνική κυκλοφορία γύρω από την ύφεση, να οδηγήσει το μέτωπο τελικά προς τη Μεσόγειο (Walch, 2004).

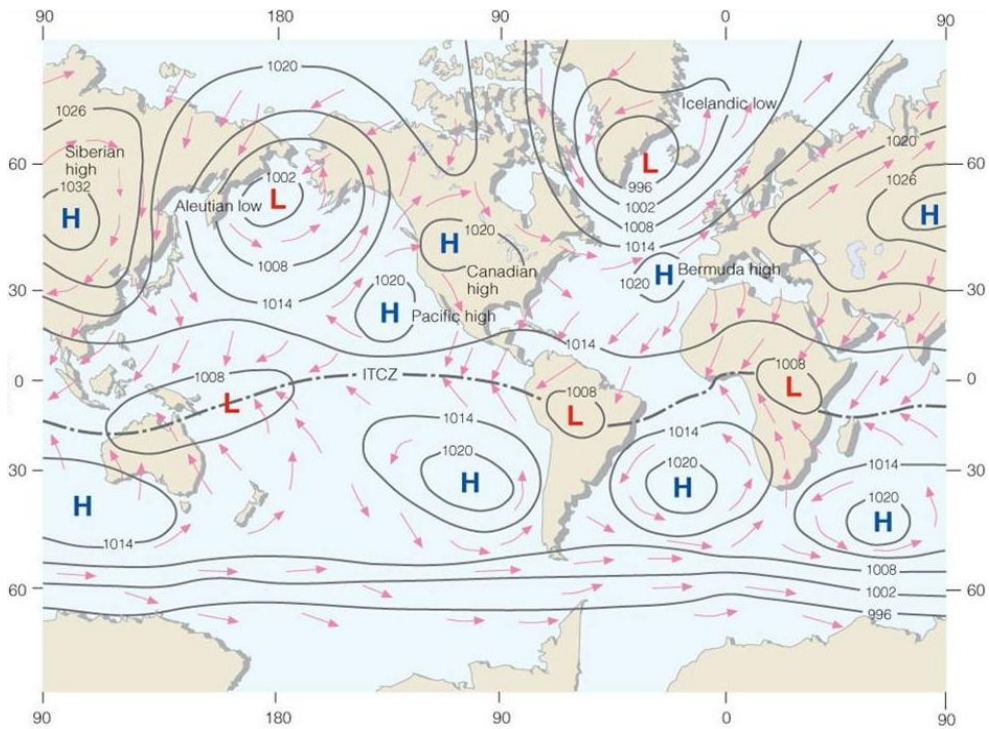
Η έρημος Γκόμπι (42.59°B) καταλαμβάνει τη νοτιοανατολική Μογγολία και τη Βόρεια Κίνα (Σχήμα 3.6). Εκτείνεται από την ανατολή προς τη δύση σε μήκος 1.609 km και πλάτος 966 km, με υψόμετρο από 900 έως 1.525 m.



Σχήμα 3.6: Έρημος Γκόμπι στην Ασία.
(πηγή: http://www.desertusa.com/du_gobi.html)

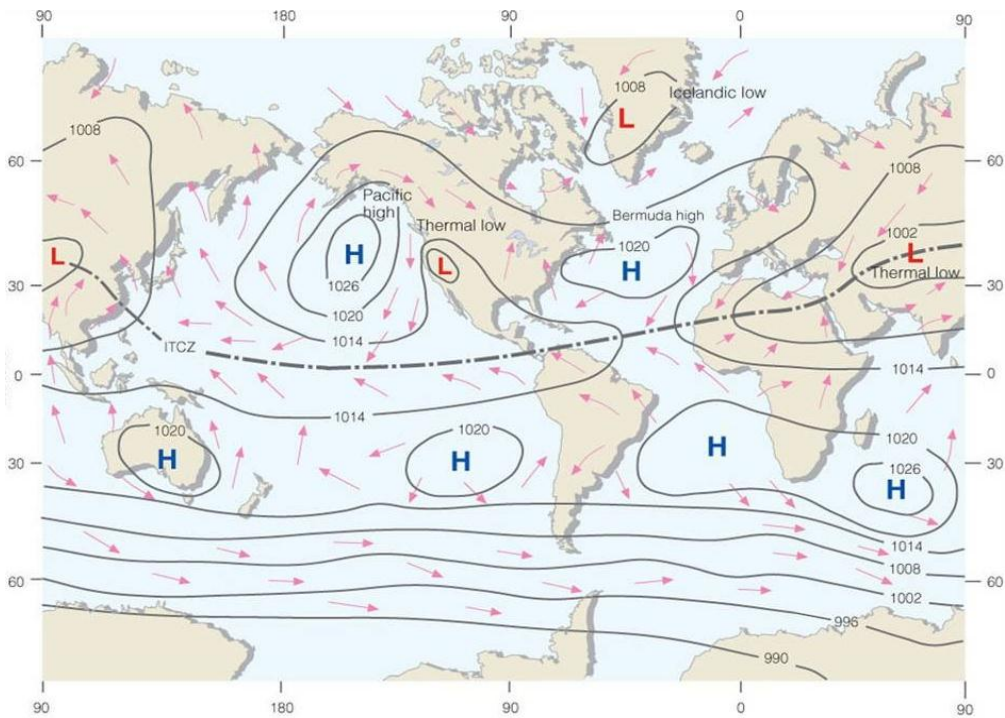
3.2.1 Γενικά κλιματικά χαρακτηριστικά

Το Σιβηρικό βαρομετρικά υψηλό (γνωστό και ως Σιβηρικός αντικυκλώνας) είναι μια τεράστια ομάδα πολύ ψυχρών ξηρών αέριων μαζών οι οποίες συσσωρεύονται στο έδαφος της Ευρασίας για μεγάλο μέρος του έτους, συνήθως επικεντρωμένες γύρω από τη λίμνη Βαϊκάλη (53.30° B). Το βαρομετρικά υψηλό φτάνει στη μεγαλύτερη τιμή και έντασή του το χειμώνα του βορείου ημισφαιρίου, όταν η θερμοκρασία του αέρα κοντά στο κέντρο του αντικυκλώνα είναι συχνά μικρότερη των -40°C. Το Σιβηρικό ψύχος είναι το ισχυρότερο εποχιακό υψηλό βαρομετρικό στου βορείου ημισφαιρίου και είναι υπεύθυνο για πολύ βαρείς χειμώνες και ξηρές συνθήκες με λίγο χιόνι, και λίγους ή καθόλου παγετώνες σε όλη τη Σιβηρία, τη Μογγολία και την Κίνα. Μπορεί να προκαλέσει περιστασιακά σοβαρές συνθήκες ψύχους σε μέρη της Ευρώπης και ανατολικά μέσω του Αρκτικού Ωκεανού στην Αλάσκα και το Βόρειο Καναδά (D'Arrigo et al., 2005).



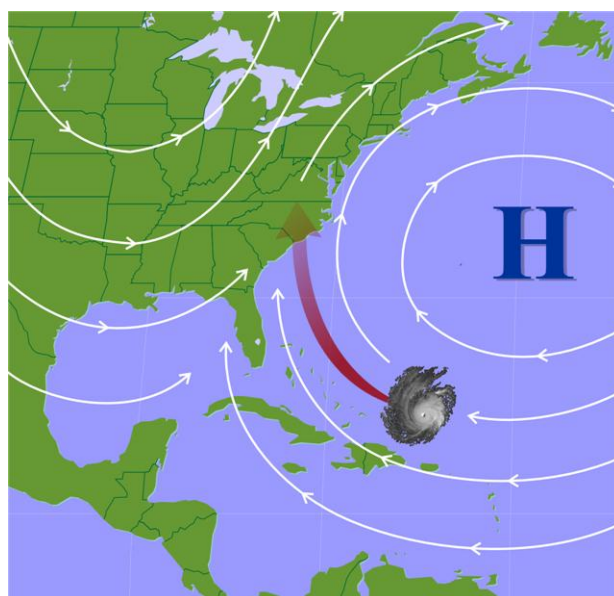
Σχήμα 3.7: Περιοχές χαμηλών και υψηλών πιέσεων τον Ιανουάριο.
(πηγή: apollo.lsc.vsc.edu)

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το Σιβηρικό ψύχος αντικαθίσταται σε μεγάλο βαθμό από ένα σύστημα χαμηλής πίεσης, με μέγιστη βροχόπτωση το καλοκαίρι σε σχεδόν όλες τις χώρες της Ανατολικής Ασίας.



Σχήμα 3.8: Περιοχές χαμηλών και υψηλών πιέσεων τον Ιούλιο.
(πηγή: apollo.lsc.vsc.edu)

Το βαρομετρικά χαμηλό της Ισλανδίας, αποτελεί ένα κέντρο χαμηλής ατμοσφαιρικής πίεσης που σχηματίζεται μεταξύ της Ισλανδίας και της νότιας Γροιλανδίας. Προκαλεί συχνά ισχυρούς χειμερινούς ανέμους πάνω από το βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό. Το χειμώνα ο ωκεανός είναι σημαντικά θερμότερος από τις ηπείρους, και η διαφορά αυτή είναι υπεύθυνη για τη θέση του Ισλανδικού χαμηλού, που δεσπόζει στην κυκλοφορία του αέρα πάνω από το Βόρειο Ατλαντικό. Το καλοκαίρι το βαρομετρικά χαμηλό αποδυναμώνεται και συχνά χωρίζεται σε δύο ξεχωριστά κελιά, σε ένα που βρίσκεται στη δυτική Ισλανδία και σε δεύτερο που βρίσκεται πάνω από το στενό Davis (Λαμπραντόρ Θάλασσα) (National Snow and Ice Data Center, 2005).



Σχήμα 3.9: Υψηλό των Αζόρων στον Ατλαντικό Ωκεανό.
(πηγή: www.e-education.psu.edu)

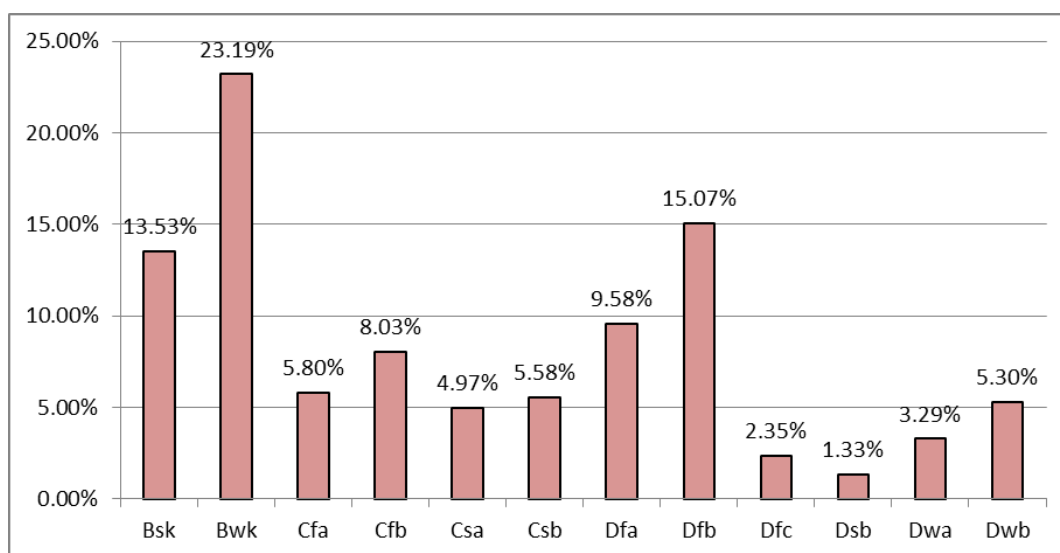
Το βαρομετρικά υψηλό του Καναδά είναι παρόμοιο με το υψηλό της Σιβηρίας στην Ευρασία, αλλά πολύ πιο ασθενές στην επίδραση του στο κλίμα του βορείου Ημισφαιρίου. Γνωστό και ως βαρομετρικά υψηλό της β. Αμερικής πρόκειται για μια περιοχή με παροδικά υψηλή ατμοσφαιρική πίεση που δημιουργείται λόγω χαμηλών θερμοκρασιών του β. Καναδά. Τα υψηλά της β. Αμερικής κινούνται προς τα ανατολικά σε όλη την ήπειρο, συχνά με τη μορφή ενός ή περισσότερων κυττάρων χαμηλής πίεσης ή ως κυκλώνες. Ο ψυχρός, πυκνός αέρας συνήθως δεν εκτείνεται περισσότερο από 3 km χαμηλότερα από τα Βραχώδη Όρη του Καναδά. Μερικές φορές το χειμώνα, ο αέρας αυτός διαπερνά τα Βραχώδη Όρη και δημιουργεί ένα

ψυχρό μέτωπο στις Νοτιοανατολικές Η.Π.Α. και το Μεξικό. Το βαρομετρικά υψηλό του Καναδά συχνά κινείται νοτιοανατολικά μέχρι να φτάσει τελικά στον Ατλαντικό Ωκεανό, όπου συγχωνεύεται με το υψηλό των Αζόρων (Σχήμα 3.9). Το καλοκαίρι, το υψηλό του Καναδά φυσά δροσερό, ξηρό αέρα στις Ηνωμένες Πολιτείες ανατολικά από τα Βραχώδη Όρη και σε τμήματα του νότιου Καναδά.

3.2.2 Αποτελέσματα

(α) Ζώνη 40° – 45° Βόρεια

Τη ζώνη 40°-45° βόρεια χαρακτηρίζουν οι εξής δύο βασικοί κλιματικοί τύποι Köppen: B και D. Σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα (Σχήμα 3.10) πρωταρχικός τύπος Köppen είναι ο Bwk που συναντάται σε ποσοστό 23.19% και δευτερευόντως οι Dfb σε 15.07% και Bsk σε 13.53%. Ακολουθούν οι εξής τύποι: Dfa με 9.58%, Cfb με 8.03%, Cfa με 5.80%, Csb με 5.58%, Dwb με 5.30%. Τέλος σε ποσοστό μικρότερο του 5% εμφανίζονται οι εξής τύποι: Csa με 4.97% που παρουσιάζεται στις ηπειρωτικές περιοχές και χαρακτηρίζεται από ζεστά καλοκαίρια και ψυχρότερους χειμώνες από τις παράκτιες περιοχές, Dwa με 3.29%, Dfc με 2.35% και Dsb με 1.33%. Οι παραπάνω κλιματικοί τύποι εμφανίζονται στη συγκεκριμένη γεωγραφική ζώνη σε ποσοστό 98.00%.



Σχήμα 3.10: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 40°-45°B.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.1 η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται στους 10.0°C. Ο μέσος όρος των μέγιστων θερμοκρασιών ισούται με 22.4°C ενώ ο μέσος όρος των ελάχιστων ισούται με

25.5°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος ανέρχεται στους 25.5°C, με μέγιστη τιμή τους 41.2°C και ελάχιστη τους 5.3°C.

	mean	sd	max	min
T_{mean}	10.0	3.3	16.1	2.8
T_{max}	22.4	3.0	30.5	14.0
T_{min}	-3.0	7.2	9.8	-18.9
$T_{\text{max}}-T_{\text{min}}$	25.5	7.9	41.2	5.3
Σ.Δ.	12.9	13.7	66.6	0.3

Πίνακας 3.1: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 40°–45°B.

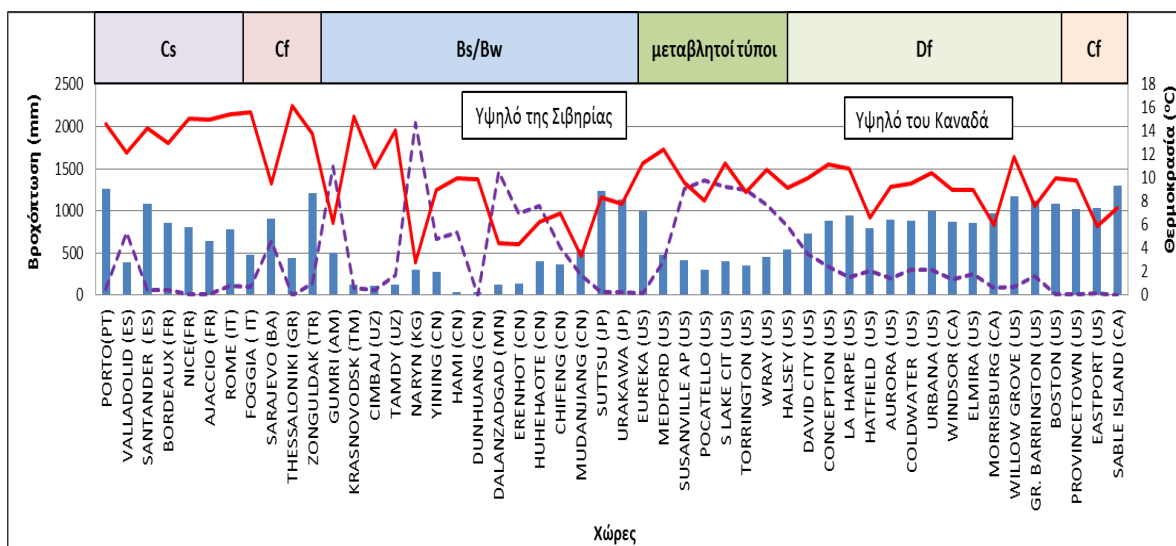
Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.2 η μέση ετήσια βροχόπτωση ισούται με 676.4 mm με συνολική μέγιστη βροχόπτωση περίπου τα 1300 mm και ελάχιστη τα 39.1 mm. Η μέση μέγιστη τιμή της βροχής ανέρχεται στα 89.5 mm και μέση ελάχιστη στα 28.6 mm. Το ετήσιο βροχομετρικό εύρος ισούται με 60.8 mm με μέγιστη τιμή τα 167.3 mm και ελάχιστη τα 5.9 mm.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	676.4	372.0	1299.9	39.1
P_{max}	89.5	42.4	171.1	7.2
P_{min}	28.6	26.1	88.7	0.6
$P_{\text{max}}-P_{\text{min}}$	60.8	38.4	167.3	5.9
Σ.Δ.	11.2	12.1	50.7	0.3

Πίνακας 3.2: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 40°–45°B .

Με βάση το Σχήμα 3.11, στη γεωγραφική ζώνη 40°-45° βόρεια οι θερμοκρασίες στην Ευρώπη παρουσιάζουν διακυμάνσεις με μέση τιμή γύρω στους 14.0°C και μέση συνολική βροχόπτωση περίπου τα 750 mm. Ακόμα μεγαλύτερες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις παρατηρούνται στην ασιατική ήπειρο με μέση θερμοκρασία τους 14.0°C και συνολική βροχόπτωση περίπου τα 400 mm με ελάχιστες βροχοπτώσεις στους περισσότερους σταθμούς της Κίνας κοντά στην έρημο Γκόμπι. Οι ελάχιστες βροχοπτώσεις στην Κίνα οφείλονται και στο υψηλό της Σιβηρίας το οποίο ευθύνεται για βαρείς χειμώνες και ξηρές συνθήκες με λίγο χιόνι. Στη δυτική πλευρά της βόρειας Αμερικής συναντώνται τα Βραχώδη Όρη με το υψόμετρο να αυξάνεται, τη μέση θερμοκρασία σε όλη τη δυτική ζώνη να κυμαίνεται γύρω στους 9.0°C και τη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται στα 800 mm. Στο πάνω μέρος του παρακάτω σχήματος φαίνονται οι κλιματικοί τύποι Köppen.

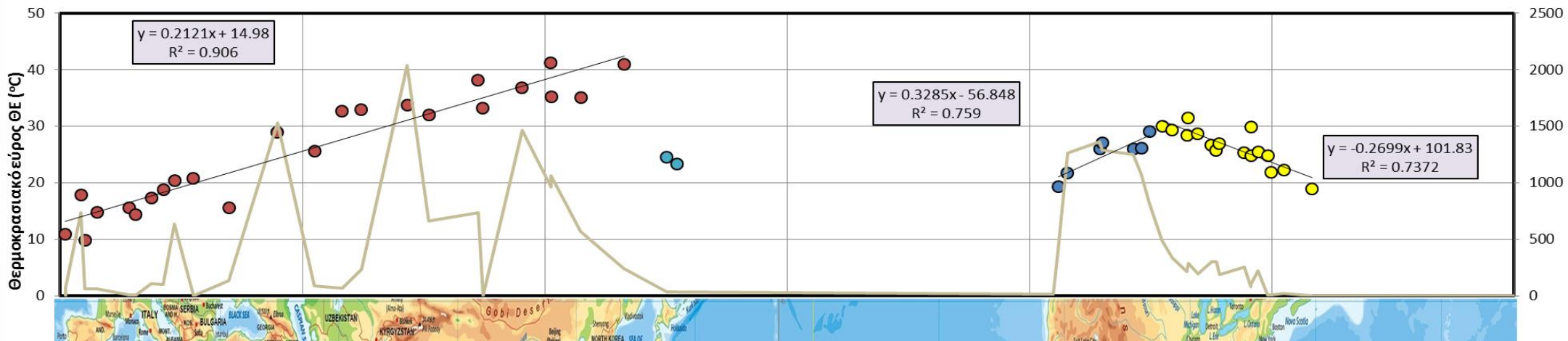
Αξίζει να σημειωθεί ότι στη ζώνη αυτή παρουσιάζεται σε αρκετούς σταθμούς στην Ασία και ιδιαίτερα στην περιοχή της Κίνας ο κλιματικός τύπος Β. Ο συγκεκριμένος τύπος σχετίζεται με ξηρό κλίμα και εμφανίζεται συνήθως στις περιοχές μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 15°-25° όπου επικρατούν οι αντικυκλώνες, στις ηπειρωτικές περιοχές των μεσαίων πλατών που είναι μακριά από πηγές υγρασίας και στις υπήνεμες πλευρές μεγάλων οροσειρών λόγω της ομβροσκιάς. Χαρακτηρίζεται από μικρή βροχόπτωση με μεγάλη μεταβλητότητα (Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2010). Η Κίνα επηρεάζεται από το υψηλό της Σιβηρίας κατά το οποίο υπάρχει κάθοδος των αερίων μαζών με αποτέλεσμα να μειώνονται σημαντικά οι βροχοπτώσεις και ως εκ τούτου να δημιουργείται ξηρό περιβάλλον στις περιοχές που επηρεάζει. Η ισχνή βροχή πιθανόν να προέρχεται από θερινές καταιγίδες ή από χειμερινούς σποραδικούς κυκλώνες.



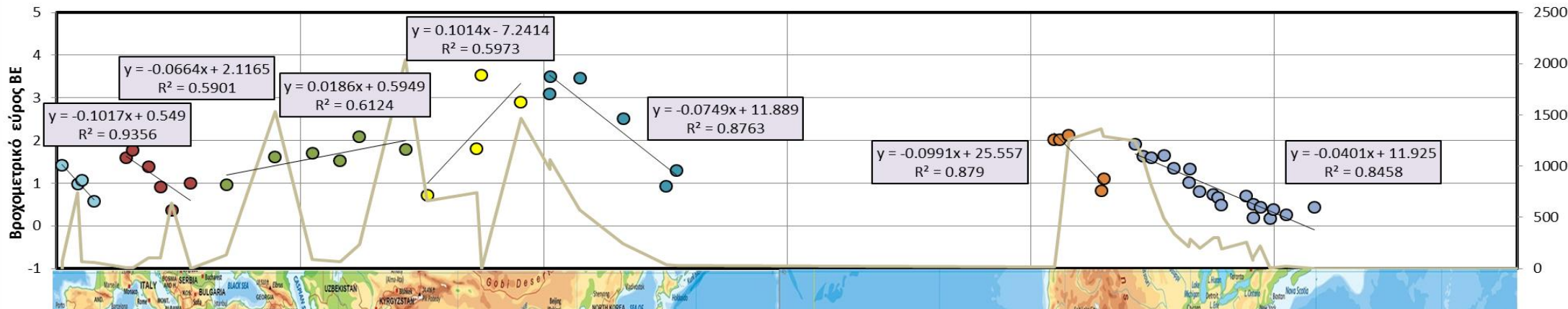
Σχήμα 3.11: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 40°-45° βόρεια.

Στη ζώνη 40°-45° βόρεια προκύπτει ότι το θερμοκρασιακό εύρος είναι μικρότερο σε παράκτιες περιοχές και αυξάνεται σημαντικά μεταβαίνοντας από τους ωκεανούς προς το κέντρο των ηπείρων (Σχήμα 3.12). Υπάρχει πολύ μεγάλη συσχέτιση του Θ.Ε. από τον Ατλαντικό Ωκεανό μέχρι τις ανατολικές ακτές της Ασίας. Στη δυτική Αμερική το Θ.Ε. αυξάνει από τις ακτές του Ειρηνικού μέχρι την ενδοχώρα και μειώνεται από εκεί και πέρα έως τον Ατλαντικό Ωκεανό όπως είναι αναμενόμενο. Να σημειωθεί ότι οι σταθμοί χωρίς καμία συσχέτιση μεταξύ τους, βρίσκονται σε νησιά.

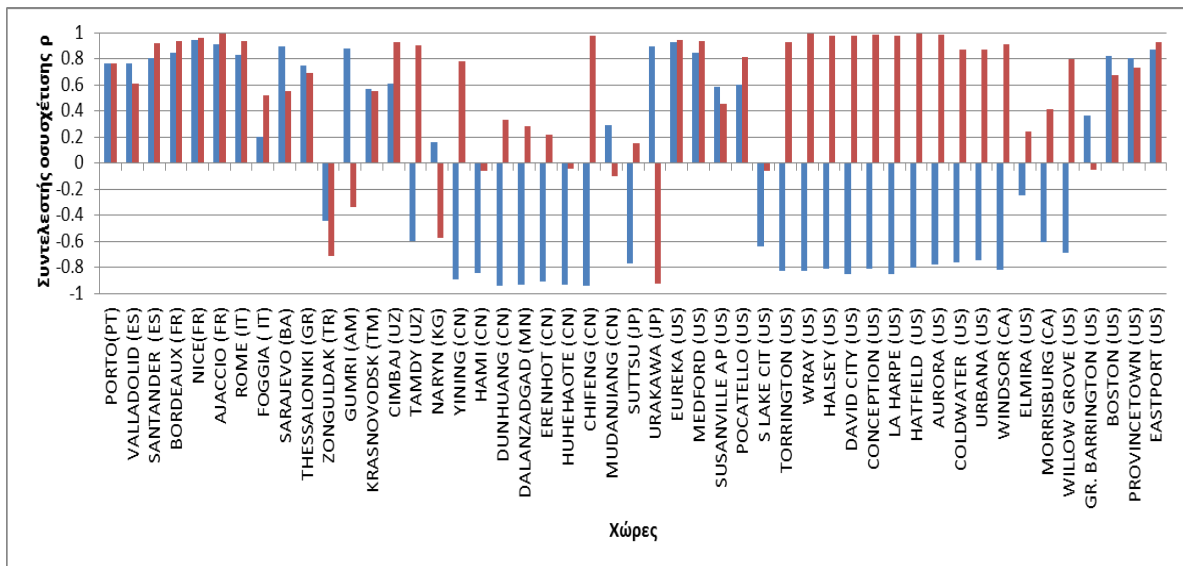
Η κατανομή του βροχομετρικού εύρους στη συγκεκριμένη ζώνη ακολουθεί μια άναρχη πορεία συγκριτικά με το αντίστοιχο θερμοκρασιακό (Σχήμα 3.13). Παρατηρούνται τόσο φθίνουσες όσο και αύξουσες πορείες κατά μήκος της Ευρώπης και της Ασίας με το συντελεστή συσχέτισης άλλοτε να έχει υψηλές και άλλοτε χαμηλότερες τιμές. Στη βόρεια Αμερική, με βάση την ομαδοποίηση των σταθμών, παρατηρείται πτώση του βροχομετρικού εύρους από την ενδοχώρα μέχρι τον Ατλαντικό Ωκεανό. Να σημειωθεί ότι το βροχομετρικό εύρος έχει διαιρεθεί με τη μέση βροχόπτωση σε όλους τους σταθμούς για όλες τις ζώνες.



Σχήμα 3.12: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 40°-45° βόρεια.

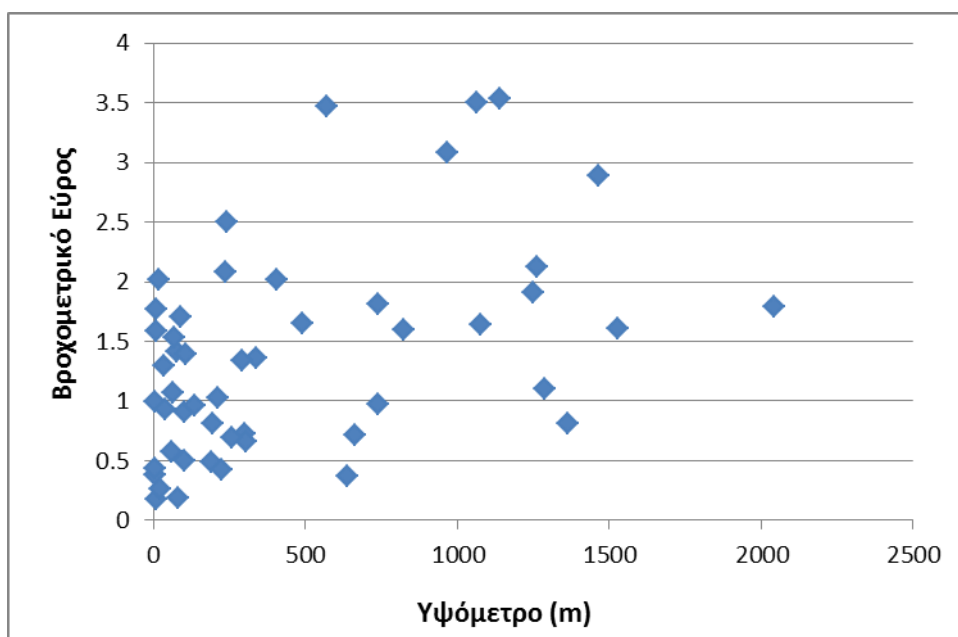


Σχήμα 3.13: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 40°-45° βόρεια.



Σχήμα 3.14: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 40° - 45° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του $1^{ου}$ σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Σύμφωνα με το παραπάνω Σχήμα (Σχήμα 3.14) οι περιοχές στην Ευρώπη παρουσιάζουν σημαντική εποχικότητα ως προς τις μηνιαίες τιμές των βροχοπτώσεων ($\rho > 0.6$) με εξαίρεση τη Φότζια στην Ιταλία και το Σαράγιεβο. Προχωρώντας στην Τουρκία η εικόνα αντιστρέφεται καθώς δεν παρατηρείται κάποια συσχέτιση με τους σταθμούς της Ευρώπης αλλά ούτε και μεταξύ των περιοχών κατά μήκος της Ασίας με εξαίρεση σταθμούς του Ουζμπεκιστάν. Μεταβαίνοντας στη βόρεια Αμερική εμφανίζεται σημαντική συσχέτιση μεταξύ των σταθμών της κεντρικής Αμερικής ως προς τη μηνιαία βροχόπτωση ($\rho > 0.85$).

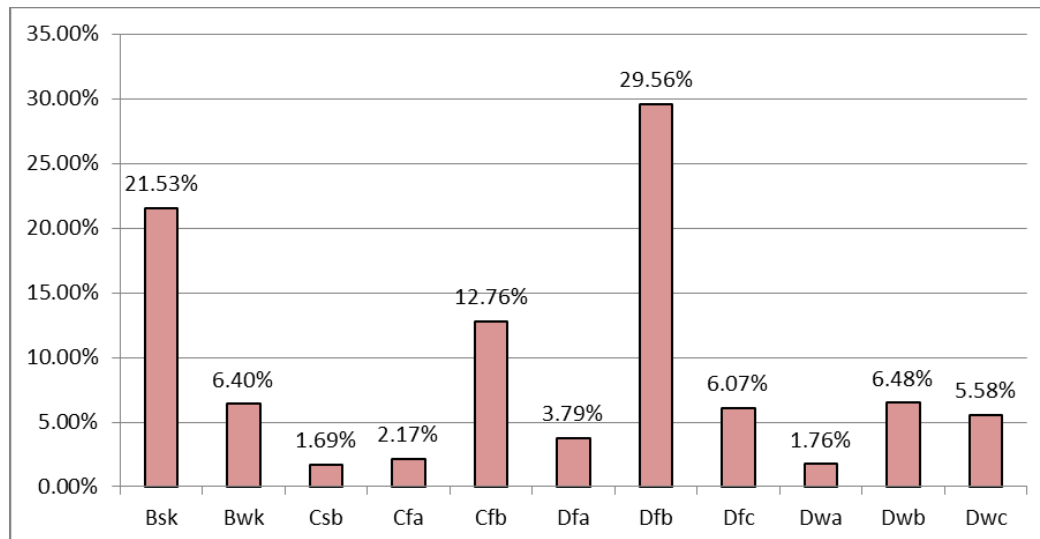


Σχήμα 3.15: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 40° - 45° βόρεια.

Στη ζώνη 40°-45° βόρεια το βροχομετρικό εύρος εμφανίζει έντονη μεταβλητότητα καθώς αυξομειώνεται συνεχώς σε σχέση με το υψόμετρο. Ως εκ τούτου τα δύο μεγέθη του εύρους και του υψομέτρου φαίνονται ασυσχέτιστα στη συγκεκριμένη ζώνη (Σχήμα 3.15).

(β) Ζώνη 45° – 50° Βόρεια

Στη ζώνη 45°-50° βόρεια οι βασικοί κλιματικοί τύποι Köppen είναι: οι Dfb σε ποσοστό 29.56% και Bsk σε ποσοστό 21.53%. Ο Bsk εμφανίζεται γύρω από τα όρια των άνυδρων εκτάσεων όπου το κλίμα σταδιακά αλλάζει σε ημιάνυδρο. Έπονται οι Cfb με 12.76%, Dwb με 6.48% και Bwk με 6.40%. Ο τελευταίος επικρατεί σε περιοχές των μεσαίων πλατών όπου τα καλοκαίρια είναι θερμά και οι χειμώνες πολύ ψυχροί. Ακολουθούν οι Dfc με 6.07% και Dwc με 5.58% (Σχήμα 3.16). Σε ποσοστό μικρότερο των 4% συναντώνται οι εξής κλιματικοί τύποι: Dfa με 3.79%, Dwa με 1.76% που χαρακτηρίζεται από ξηρό χειμώνα και μεγάλο και θερμό καλοκαίρι και Csb με 1.69% που εμφανίζεται στις παράκτιες περιοχές με συχνά χαμηλά σύννεφα, ομίχλη και δροσερό καλοκαίρι. Οι παραπάνω κλιματικοί τύποι αντιπροσωπεύουν την εν λόγω ζώνη σε ποσοστό 97.80%.



Σχήμα 3.16: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 45°-50° Β.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.3 στη γεωγραφική ζώνη 45°-50° βόρεια η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται στους 5.6°C. Ο μέσος όρος των μέγιστων θερμοκρασιών ισούται με 19.6°C ενώ ο μέσος όρος των ελάχιστων φτάνει τους -9.4°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος ισούται με 28.9°C, με μέγιστη τιμή τους 47.7°C και ελάχιστη τους 9.3°C.

	mean	sd	max	min
T_{mean}	5.6	4.2	11.8	-2.4
T_{max}	19.6	2.6	26.6	14.1
T_{min}	-9.4	9.4	6.5	-26.9
$T_{\text{max}}-T_{\text{min}}$	28.9	9.8	47.7	9.3
$\Sigma.\Delta.$	62.4	362.5	2336.7	-440.9

Πίνακας 3.3: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 45°–50° Β..

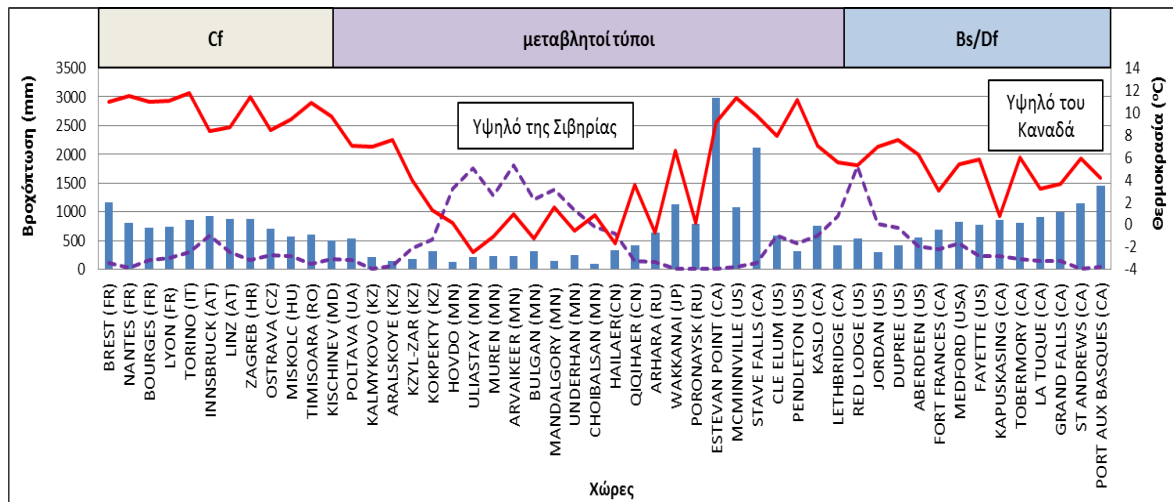
Οι βόρειες περιοχές έχουν συχνότερες χιονοπτώσεις και η μέση ετήσια βροχή κυμαίνεται γύρω στα 684.0 mm με μέγιστη συνολική τα 2987.8 mm και ελάχιστη τα 96.7 mm (Πίνακας 3.4). Η μέση μέγιστη βροχόπτωση ισούται με 100.1 mm και η ελάχιστη με 29.2 mm. Το βροχομετρικό εύρος ανέρχεται στα 70.9 mm με μέγιστη τιμή τα 333.3 mm και ελάχιστη τα 8.6 mm.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	683.6	509.2	2987.8	96.7
P_{max}	100.1	66.0	418.0	15.0
P_{min}	29.2	25.2	102.9	0.8
$P_{\text{max}}-P_{\text{min}}$	70.9	55.9	333.3	8.6
$\Sigma.\Delta.$	14.7	15.5	64.8	0.4

Πίνακας 3.4: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 45°–50° Β.

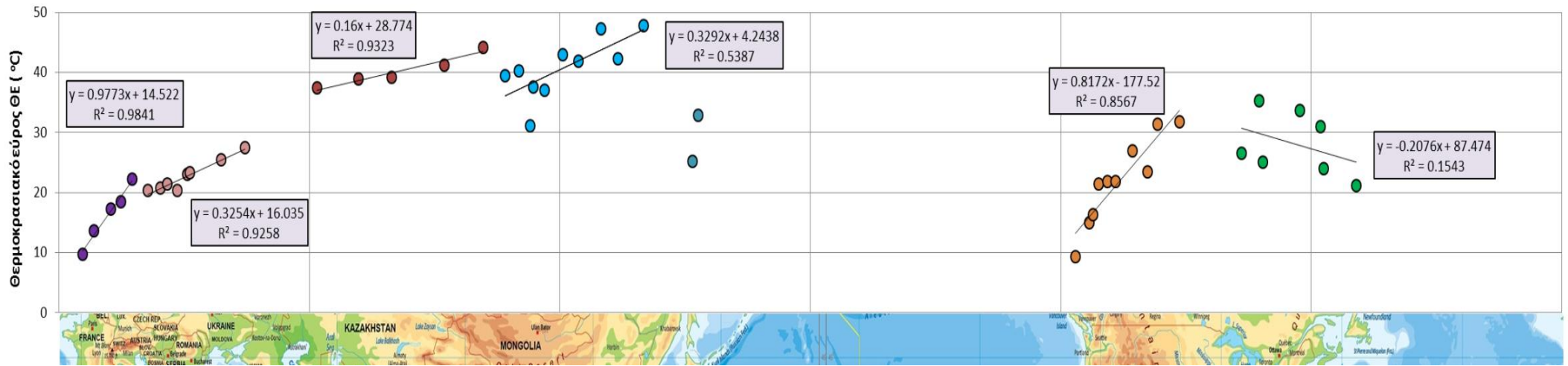
Με βάση το Σχήμα 3.17 στη ζώνη 45°-50° βόρεια οι θερμοκρασίες στην Ευρώπη παρουσιάζουν φθίνουσα πορεία κατά μήκος της ζώνης με μέση θερμοκρασία περίπου τους 10°C και μέση συνολική βροχόπτωση γύρω στα 750 mm. Προχωρώντας προς την Ασία συναντάμε το υψηλό της Σιβηρίας στη Μογγολία με τη μέση θερμοκρασία να μειώνεται στους 1.50°C και τη βροχόπτωση να κυμαίνεται γύρω στα 350 mm. Στη βόρεια Αμερική συναντάμε τα Βραχώδη Όρη με το υψόμετρο να αυξάνεται, τη μέση θερμοκρασία γύρω στους 6.0°C και τη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται περίπου στα 900 mm.

Στη ζώνη αυτή παρουσιάζεται σε σταθμούς του Κιργιστάν και της Μογγολίας ο κλιματικός τύπος Β. Η Μογγολία επηρεάζεται από το υψηλό της Σιβηρίας το οποίο όπως αναφέρθηκε και παραπάνω (στη ζώνη 40°-45° βόρεια) ευθύνεται για βαρείς χειμώνες και ξηρές συνθήκες με λίγο χιόνι.

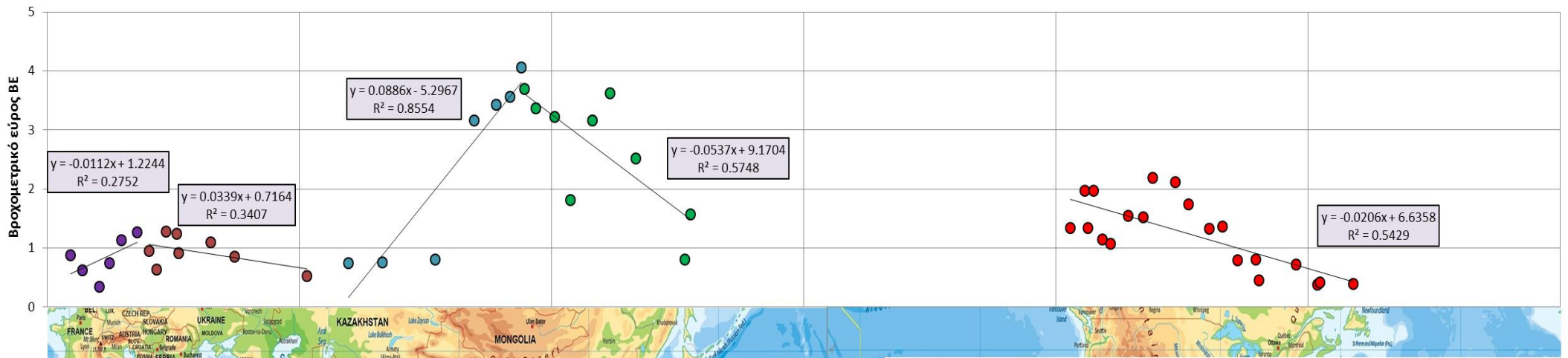


Σχήμα 3.17: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 45°-50° βόρεια.

Με βάση το Σχήμα 3.18 το Θ.Ε. αυξάνεται προχωρώντας από τον Ατλαντικό Ωκεανό προς την ενδοχώρα της Ευρώπης και της Ασίας με τιμές του συντελεστή συσχέτισης πολύ υψηλές μέχρι την κεντρική Ασία και λίγο χαμηλότερες από την ενδοχώρα της Ασίας μέχρι τον Ειρηνικό Ωκεανό. Στη βόρεια Αμερική παρατηρείται όπως είναι αναμενόμενο, αύξηση από τις δυτικές ακτές της έως την ενδοχώρα και κατόπιν σημειώνεται ύφεση μέχρι τις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού.

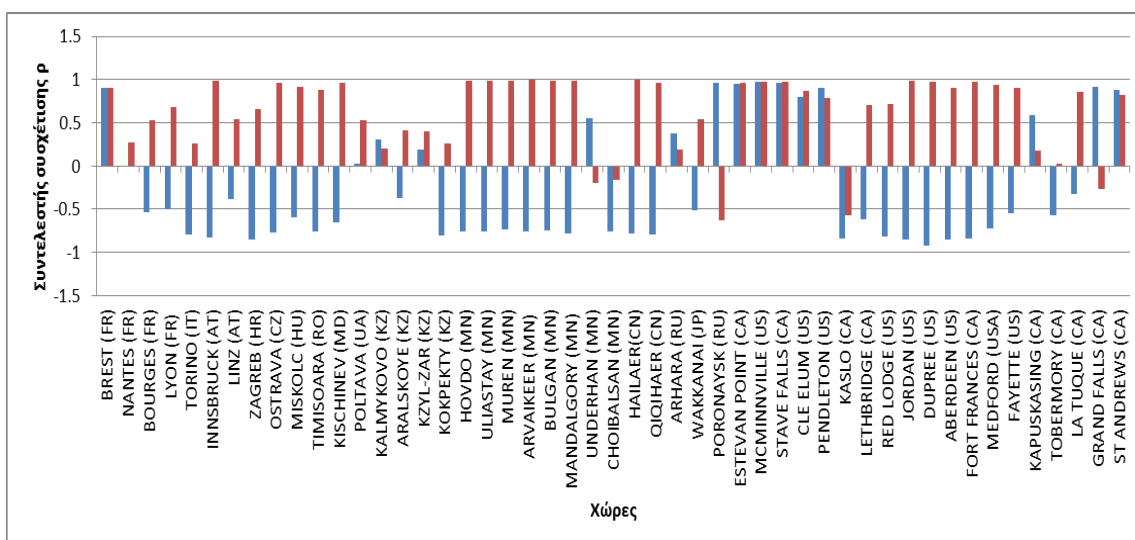


Σχήμα 3.18: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 45°-50° βόρεια.



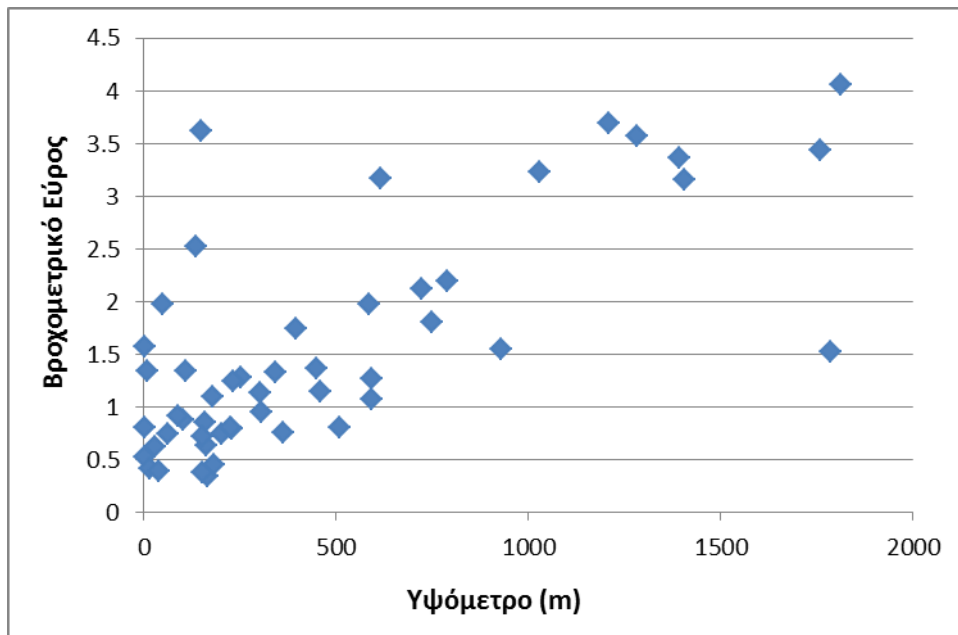
Σχήμα 3.19: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 45°-50° βόρεια.

Η τάση του βροχομετρικού εύρους παρουσιάζει διακυμάνσεις στη δεδομένη ζώνη, καθώς αυξομειώνεται κατά μήκος της Ευρώπης χωρίς κάποια σημαντική συσχέτιση, ενώ αυξάνει σημαντικά στην κεντρική Ασία και μειώνεται αισθητά από την ασιατική ενδοχώρα μέχρι τις ανατολικές ακτές του Ειρηνικού. Στη βόρεια Αμερική παρατηρείται σταθερή μείωση του Β.Ε. από δυτικά μέχρι τις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού (Σχήμα 3.19).



Σχήμα 3.20: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχοπτώσεως σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 45° - 50° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Στη συγκεκριμένη ζώνη οι σταθμοί δεν παρουσιάζουν συσχέτιση ως προς τις μηνιαίες βροχοπτώσεις στη δυτική Ευρώπη μέχρι την Κροατία ενώ σημειώνεται αξιόλογη σχέση μεταξύ των σταθμών της ανατολική Ευρώπης. Στην Ασία διαδοχικοί σταθμοί που παρουσιάζουν παρόμοιο βροχομετρικό καθεστώς βρίσκονται στη Μογγολία όπου επιδρά το Σιβηρικό υψηλό διατηρώντας τις βροχές σε χαμηλά επίπεδα. Στη βόρεια Αμερική εντοπίζεται υψηλή εποχικότητα των σταθμών ως προς τις βροχοπτώσεις με εξαίρεση κάποιες ανατολικές περιοχές του Καναδά.

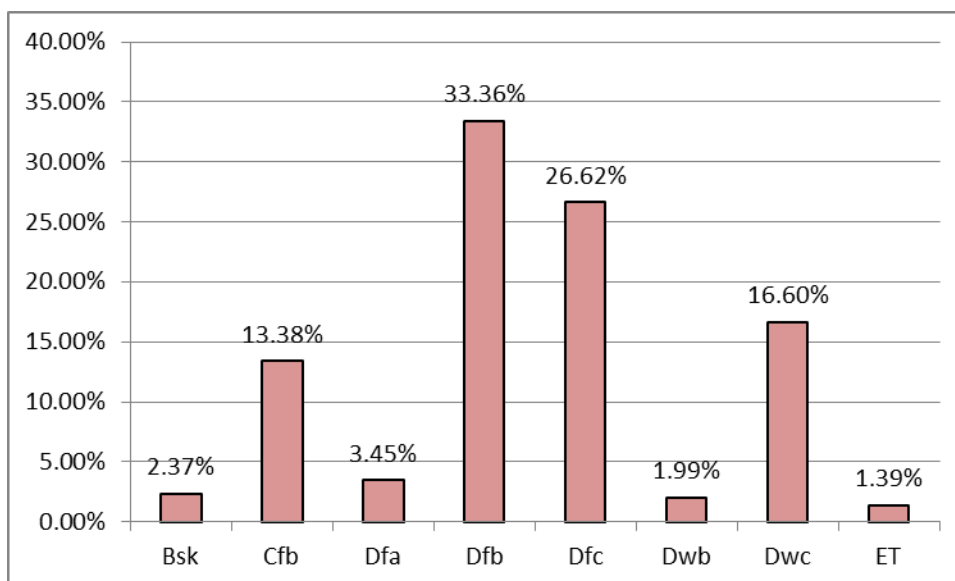


Σχήμα 3.21: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 45°-50° βόρεια.

Στη ζώνη 45°-50° βόρεια παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται το υψόμετρο, αυξάνεται ελαφρώς και το βροχομετρικό εύρος (Σχήμα 3.21). Συνεπώς θα μπορούσε να υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ του εύρους και του υψομέτρου στη δεδομένη ζώνη.

(γ) Ζώνη 50°-55° Βόρεια

Στη ζώνη 50°-55° βόρεια πέρα από τον κλιματικό τύπο D παρατηρείται ο κλιματικός τύπος C ο οποίος χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες και αρκετή βροχή, ενώ η θερμή και η ψυχρή περίοδος είναι διαχωρισμένες. Σε πολύ μικρότερο ποσοστό εντοπίζεται ο τύπος B που αφορά ξηρό κλίμα στις ηπειρωτικές περιοχές των μεσαίων πλατών που είναι μακριά από πηγές υγρασίας και στις υπήνεμες πλευρές μεγάλων οροσειρών λόγω της ομβροσκιάς (Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2010).



Σχήμα 3.22: Κλιματική κατάταξη Kόρρησ στη ζώνη 50°–55°B.

Συγκεκριμένα κυρίαρχος τύπος είναι ο Dfb σε ποσοστό 33.36% και ακολουθεί ο Dfc με 26.62%. Έπεται ο Dwc σε ποσοστό 16.60%, ο Cfb με 13.38%, ο Dfa με 3.45% που χαρακτηρίζεται από ζεστά και υγρά καλοκαίρια και κρύους χειμώνες. Τέλος σε ποσοστά 2.37%, 1.99% και 1.39% βρίσκονται οι τύποι Bsk, Dwb και ET αντίστοιχα (Σχήμα 3.22). Οι παραπάνω κλιματικοί τύποι εμφανίζονται στη ζώνη αυτή σε ποσοστό 96.16%.

Γενικά στη ζώνη 50°-55° βόρεια οι θερμοκρασίες κυμαίνονται σε χαμηλές τιμές. Με βάση τον Πίνακα 3.5 η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται στους 4.0°C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία δεν ξεπερνά τους 17.2°C ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία αγγίζει τους -10.1°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι αρκετά μεγάλο και ισούται με 27.4°C με μέγιστη τιμή τους 52.7°C και ελάχιστη τους 8.1°C.

	mean	sd	max	min
T_{mean}	4.0	5.0	10.7	-7.7
T_{max}	17.2	2.5	23.7	12.3
T_{min}	-10.1	11.7	7.0	-33.6
$T_{\text{max}}-T_{\text{min}}$	27.4	12.5	52.7	8.1
Σ.Δ.	-316.7	3658.9	6258.9	-21018.9

Πίνακας 3.5: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 50°–55°B.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.6 ο μέσος όρος της συνολικής βροχόπτωσης ισούται με 663.1 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται σε περίπου

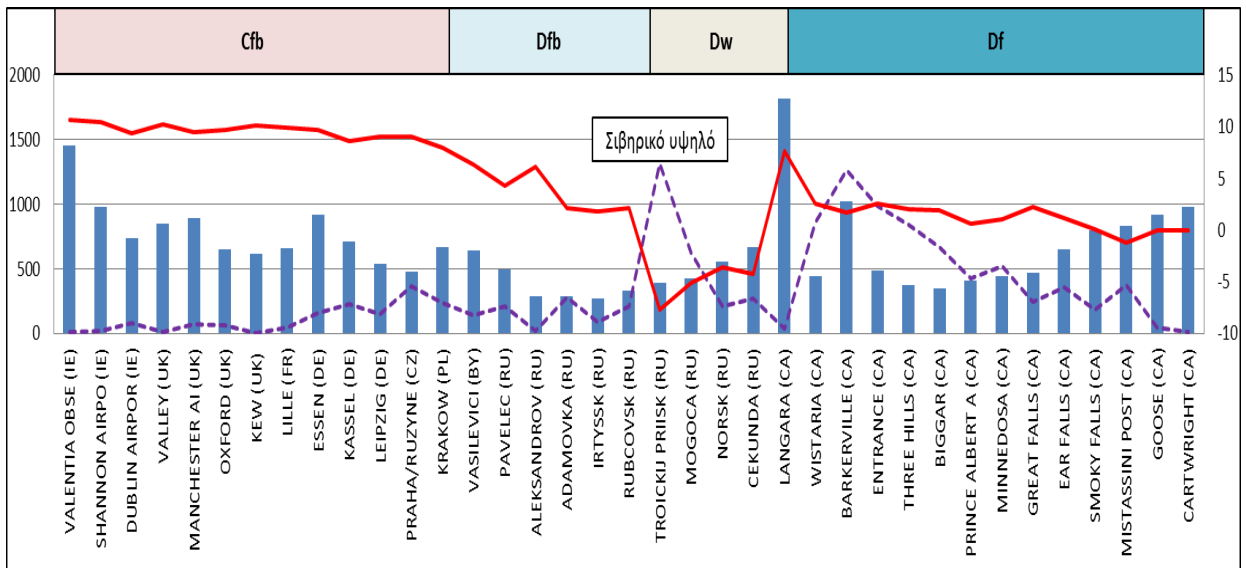
1818.0 mm ενώ η ελάχιστη κυμαίνεται στα 275 mm. Ένα μεγάλο ποσοστό των βροχοπτώσεων προέρχεται από τις θερινές υφέσεις. Η μέγιστη βροχόπτωση φτάνει περίπου τα 258 mm ενώ η τιμή της ελάχιστης βροχόπτωσης ισούται με 2.2 mm. Το βροχομετρικό εύρος ισούται με 56.8 mm με μέγιστη τιμή τα 171.4 mm και ελάχιστη τα 10.4 mm.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	663.1	322.6	1817.3	274.6
P_{max}	89.6	39.8	257.8	28.2
P_{min}	32.8	22.4	86.4	2.2
$P_{max}-P_{min}$	56.8	34.8	171.4	10.4
Σ.Δ.	10.5	13.9	55.7	0.7

Πίνακας 3.6: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 50°–55°B.

Σύμφωνα με το Σχήμα 3.23, οι θερμοκρασίες στην Ευρώπη και σε μεγάλο τμήμα της Ρωσίας στη γεωγραφική ζώνη 50°-55° βόρεια παραμένουν σε σταθερές τιμές κατά μήκος της ζώνης. Σε περιοχές που πλήττονται από το Σιβηρικό υψηλό όπως η Rubconsk, η Troickij Priisk και η Mogoca της Ρωσίας η μέση θερμοκρασία μειώνεται σημαντικά. Στο σταθμό Troickij Priisk, το υψόμετρο ανέρχεται στα 1315 m. Στη δυτική πλευρά καταγράφονται δεδομένα από σταθμούς του Καναδά. Η μέση θερμοκρασία ανέρχεται μόλις στους 1.50°C. Η μέση συνολική βροχόπτωση κυμαίνεται γύρω στα 700 mm με ακραία τιμή τα 1800 mm στην πόλη Langara στον Καναδά. Ο σταθμός με το μεγαλύτερο υψόμετρο είναι ο Barkerville στα 1265 m.

Όσον αφορά την κατάταξη Köppen των σταθμών, το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στην εμφάνιση του κλιματικού τύπου C ο οποίος συνήθως επικρατεί στις ανατολικές και δυτικές περιοχές των ηπείρων μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 25°-40°. Στη συγκεκριμένη ζώνη παρουσιάζεται ο Cfb ο οποίος αντιπροσωπεύει το θαλάσσιο κλίμα και εμφανίζεται στη δυτική πλευρά της Ευρώπης κυρίως στην Ιρλανδία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Γερμανία και είναι πιθανόν να συνδέεται με τις υγρές θαλάσσιες αέριες μάζες που προέρχονται από τον Ατλαντικό Ωκεανό.



Σχήμα 3.23: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 50°-55° βόρεια.

Στη ζώνη 50°-55° βόρεια το Θ.Ε. αυξάνεται από τον Ατλαντικό Ωκεανό κατά μήκος της Ευρώπης και της Ασίας με τιμές του συντελεστή συσχέτισης πολύ υψηλές μέχρι τον Ειρηνικό Ωκεανό (Σχήμα 3.24). Στη βόρεια Αμερική παρατηρείται όπως είναι αναμενόμενο, αύξηση του θερμοκρασιακού εύρους από τις δυτικές ακτές της έως το κέντρο και κατόπιν σημειώνεται ύφεση μέχρι τις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού.

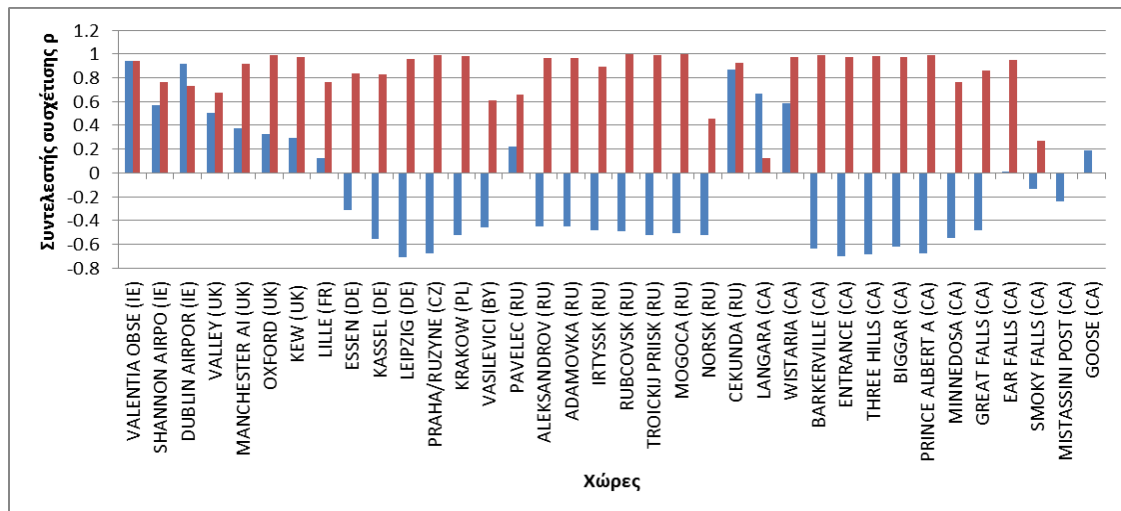
Το βροχομετρικό εύρος στη ζώνη αυτή, μειώνεται σε χώρες όπως η Ιρλανδία και το Ηνωμένο Βασίλειο και αυξάνεται σημαντικά στη συνέχεια κατά μήκος της ασιατικής ηπείρου. Το βροχομετρικό εύρος αυξομειώνεται κατά μήκος της Αμερικής (Σχήμα 3.25).



Σχήμα 3.24: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 50°-55° βόρεια.

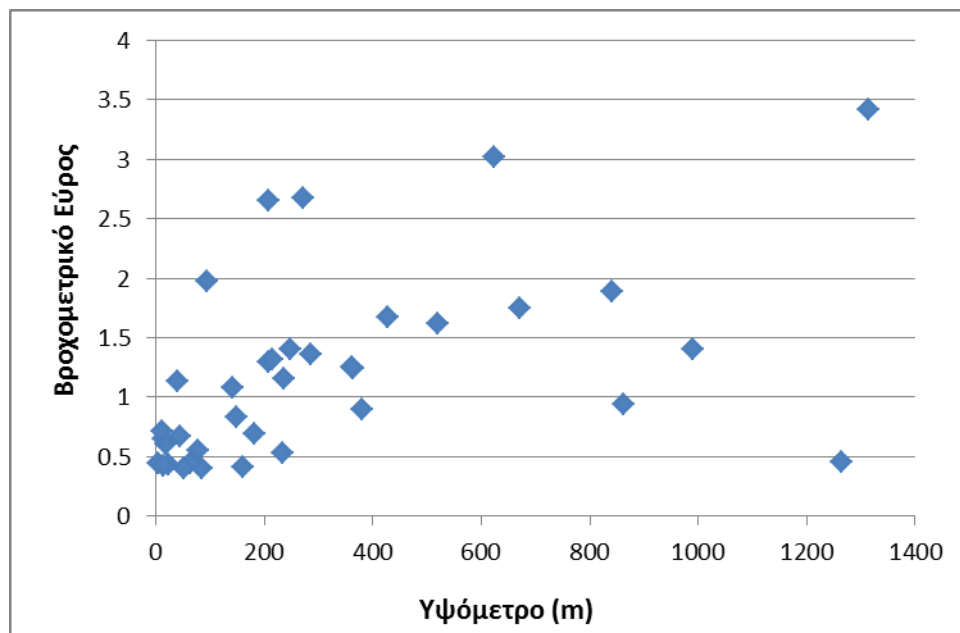


Σχήμα 3.25: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 50°-55° βόρεια.



Σχήμα 3.26: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχοπτώσεως σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 50° - 55° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Σύμφωνα με το Σχήμα 3.26 σχεδόν σε ολόκληρη τη ζώνη 50° - 55° βόρεια στην πλειοψηφία τους οι διαδοχικοί σταθμοί συσχετίζονται ως προς τις μηνιαίες τιμές των βροχοπτώσεών τους ($\rho > 0.6$). Εξαιρεση αποτελούν κάποιες περιοχές του Καναδά όπου κοντινοί σταθμοί φαίνονται τελείως ασυσχέτιστοι. Γενικά εμφανίζεται σημαντική εποχικότητα ως προς τη βροχόπτωση μεταξύ των σταθμών της συγκεκριμένης ζώνης.

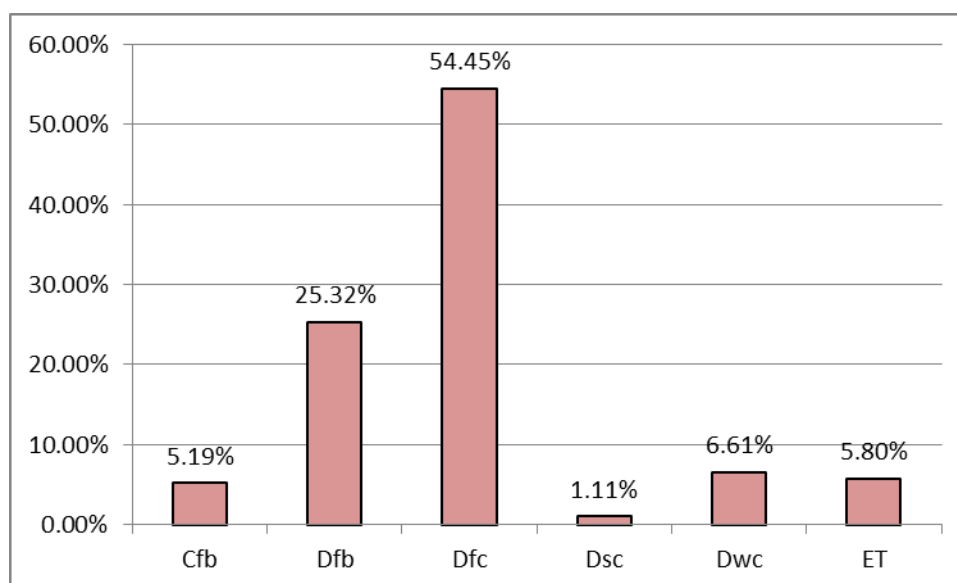


Σχήμα 3.27: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 50° - 55° βόρεια.

Στη ζώνη 50°-55° βόρεια δεν εντοπίζεται κάποια συσχέτιση μεταξύ του βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο καθώς το πρώτο παρουσιάζει πολύ έντονη μεταβλητότητα (Σχήμα 3.27).

(δ) Ζώνη 55°-60° Βόρεια

Στη ζώνη 55°-60° βόρεια ο κλιματικός τύπος Köppen που επικρατεί είναι ο D ο οποίος σχετίζεται με υγρό κλίμα με ψυχρούς χειμώνες. Το κλίμα αυτό παρουσιάζεται μόνο στο βόρειο Ημισφαίριο (σχετίζεται άμεσα με τις ηπειρωτικές αέριες μάζες), βορειότερα των περιοχών που χαρακτηρίζονται από τον κλιματικό τύπο C και μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 40°-70°. Χαρακτηρίζεται από θερμά έως δροσερά καλοκαίρια και κρύους εκτεταμένους χειμώνες, με χιονοπτώσεις και δυνατούς ανέμους (Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2010).



Σχήμα 3.28: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 55° – 60°B.

Σύμφωνα με το Σχήμα 3.28 η κύρια υποκατηγορία κλιματικής κατάταξης Köppen στη ζώνη 55° – 60° βόρεια είναι η Dfc σε ποσοστό γύρω στο 54.45% η οποία συναντάται στις περιοχές από τις οποίες προέρχονται οι πολικές αέριες μάζες (Καναδάς, Αλάσκα, Νορβηγία, Σιβηρία). Ακολουθεί ο τύπος Dfb στο 25.32% που επικρατεί βορειότερα με τα καλοκαίρια να είναι μικρότερα, ψυχρότερα και ξηρότερα. Έπεται ο Dwc στο 6.61% που αφορά κυρίως ξηρούς χειμώνες και ο ET σε ποσοστό 5.80% ο οποίος συναντάται στις Βόρειες ακτές της Αμερικής και της Ευρασίας, στην Γροιλανδία και στην Ανταρκτική, εκεί δηλαδή που επικρατεί πολικό κλίμα. Σε λίγο μικρότερο ποσοστό 5.19% παρατηρείται ο τύπος Cfb και τέλος σε

ποσοστό μόλις 1.11% βρίσκεται ο τύπος Dsc. Να σημειωθεί ότι οι παραπάνω κλιματικοί τύποι αντιπροσωπεύουν τη συγκεκριμένη γεωγραφική ζώνη σε ποσοστό 98.48% καθώς υπάρχουν επιπλέον κλιματικοί τύποι σε ποσοστό μικρότερο του 1% οι οποίοι παραλείπονται.

Η ζώνη 55°-60° βόρεια χαρακτηρίζεται από χαμηλές θερμοκρασίες όλο το χρόνο. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.7 η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται μόλις στους 2.9°C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία δεν ξεπερνά τους 14.6°C ενώ η μέση ελάχιστη αγγίζει τους -9.2°C. Το μέσο θερμοκρασιακό εύρος ισούται με 23.8°C με μέγιστη τιμή τους 41.1°C και ελάχιστη τους 8.8°C.

T_{mean}	2.9	4.3	9.6	-7.2
T_{max}	14.6	2.6	18.1	8.8
T_{min}	-9.2	9.6	5.6	-27.2
$T_{\text{max}}-T_{\text{min}}$	23.8	10.3	41.1	8.8
Σ.Δ.	531.0	2878.6	14920.7	-538.2

Πίνακας 3.7: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 55° – 60°B .

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.8 ο μέσος όρος της συνολικής βροχόπτωσης είναι μικρότερος των 820 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται σε 3539.9 mm ενώ η αντίστοιχη ελάχιστη κυμαίνεται στα 302.6 mm. Η μέγιστη βροχόπτωση ανέρχεται στα 513.8 mm ενώ η μικρότερη στα 8.2 mm. Η χιονόπτωση δεν είναι μεγάλη αλλά οι χαμηλές θερμοκρασίες έχουν αποτέλεσμα να υπάρχει χιονοκάλυψη πολλούς μήνες. Οι χαμηλές θερμοκρασίες προκαλούν μικρή εξάτμιση και έτσι υπάρχει αρκετή υγρασία για να επιβιώσουν τα δάση των κωνοφόρων.

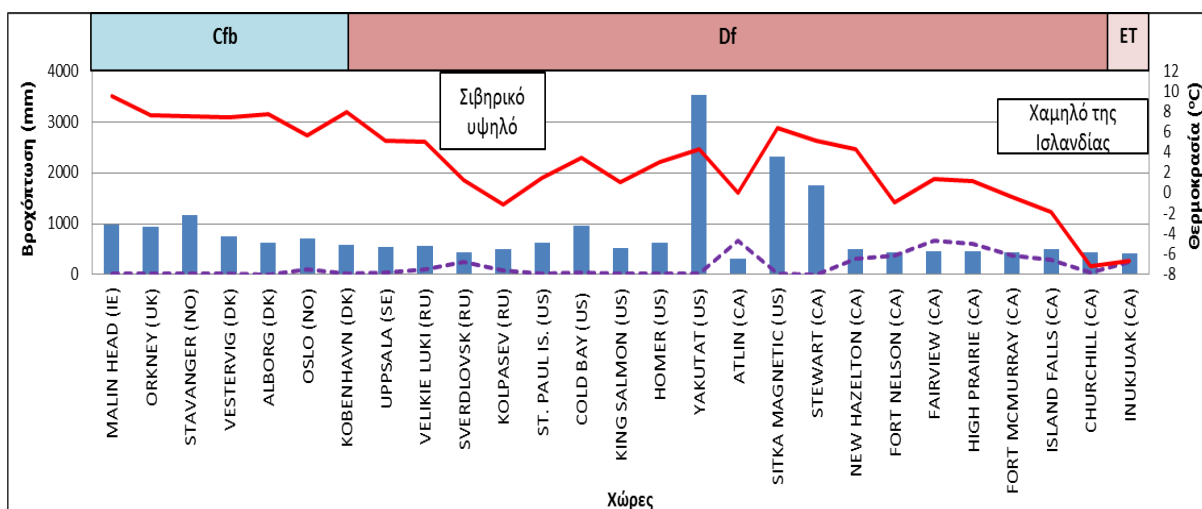
	mean	sd	max	min
P_{sum}	817.1	697.7	3539.9	302.6
P_{max}	115.4	104.8	513.8	38.7
P_{min}	35.2	27.9	140.4	8.2
$P_{\text{max}}-P_{\text{min}}$	80.2	79.6	373.4	30.4
Σ.Δ.	11.1	9.8	40.1	2.4

Πίνακας 3.8: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 55° – 60°B .

Με βάση το Σχήμα 3.29 οι θερμοκρασίες στην Ευρώπη κυμαίνονται σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές της ζώνης 55°-60° βόρεια με μέση θερμοκρασία τους 7.0°C. Προχωρώντας πιο ηπειρωτικά προς τη Ρωσία η

μέση θερμοκρασία μειώνεται περίπου σε 1.50°C. Στο δυτικό ημισφαίριο οι μετεωρολογικοί σταθμοί πληθαίνουν και σημειώνεται διακύμανση της μέσης θερμοκρασίας κατά μήκος της Βόρειας Αμερικής στη ζώνη αυτή, με μέση θερμοκρασία γύρω στον 1.0°C. Η μέση συνολική βροχόπτωση κυμαίνεται σχετικά σε χαμηλά επίπεδα κατά μήκος της ζώνης. Συγκεκριμένα στην Ευρώπη και την Ασία η συνολική βροχόπτωση για μετρήσεις άνω των 50 ετών, αγγίζει τα 700 mm. Στη βόρεια Αμερική ο μέσος όρος της συνολικής βροχόπτωσης ανέρχεται κοντά στα 900 mm με ακραία τιμή τα 3540 mm στο σταθμό Yakutat των Η.Π.Α. Τα υψόμετρα των μετεωρολογικών σταθμών από όπου συλλέχθηκαν τα δεδομένα κυμαίνονται σε αρκετά χαμηλές τιμές.

Όπως αναφέρεται και στην προηγούμενη ζώνη (50°-55° βόρεια) ο κλιματικός τύπος Cfb αντιπροσωπεύει το θαλάσσιο κλίμα και εμφανίζεται στη ζώνη 55°-60° βόρεια στην Ιρλανδία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Δανία. Η εμφάνιση του δεδομένου τύπου πιθανών να συνδέεται με τις υγρές θαλάσσιες αέριες μάζες που προέρχονται από τον Ατλαντικό Ωκεανό.

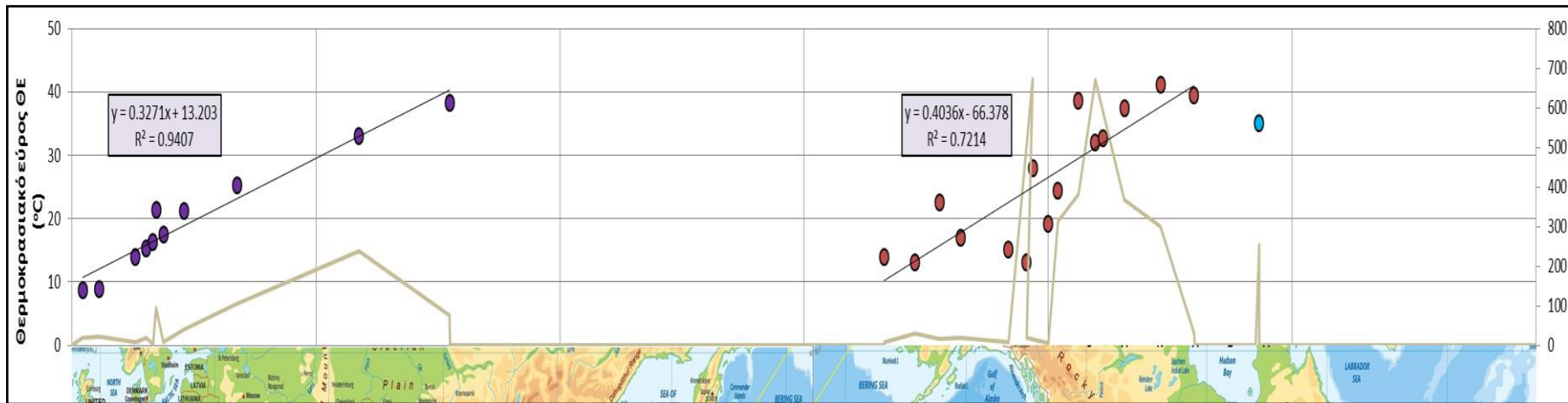


Σχήμα 3.29: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 55°-60° βόρεια.

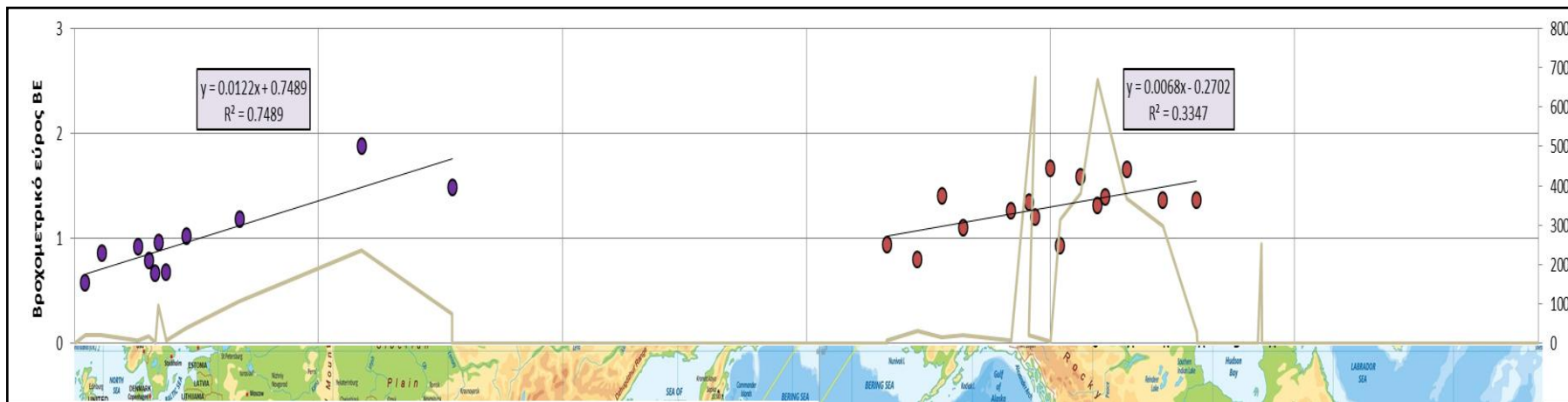
Το θερμοκρασιακό εύρος ακολουθεί σταθερή αύξουσα πορεία κατά μήκος της Ευρώπης έως και την κεντρική Ασία. Οι σταθμοί παρουσιάζουν πολύ υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους. Στη βόρεια Αμερική το εύρος συνεχίζει να παρουσιάζει αύξουσα πορεία με αρκετά υψηλή συσχέτιση (Σχήμα 3.30).

Το βροχομετρικό εύρος αυξάνεται κατά μήκος της Ευρώπης από τον Ατλαντικό Ωκεανό μέχρι την ενδοχώρα της Ασίας στη Ρωσία. Στη πλευρά της βόρειας Αμερικής

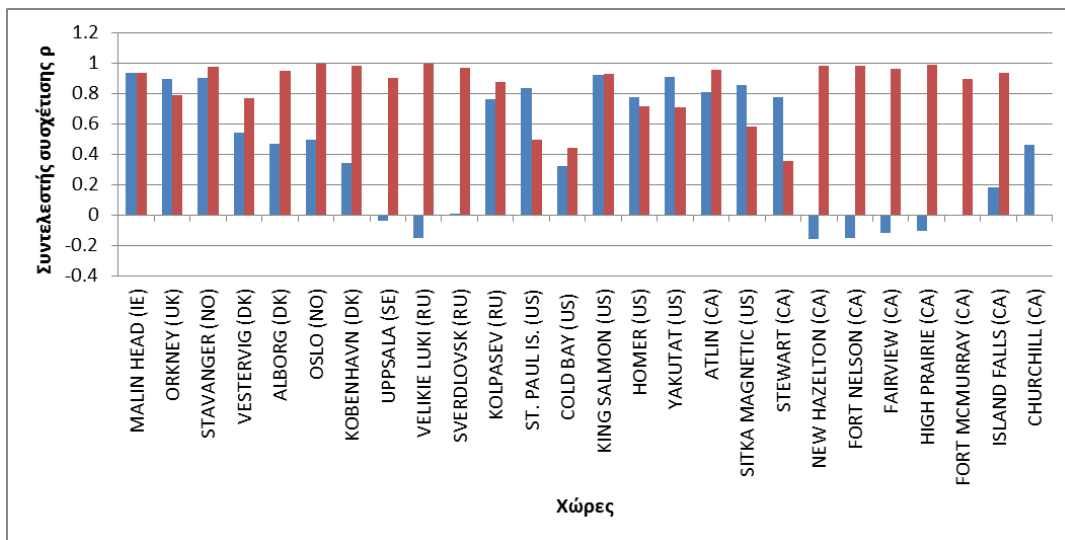
το εύρος αυξομειώνεται ακολουθώντας μια γενική ασθενή πορεία από την Αλάσκα έως τον Ατλαντικό Ωκεανό (Σχήμα 3.31).



Σχήμα 3.30: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 55°-60° βόρεια.

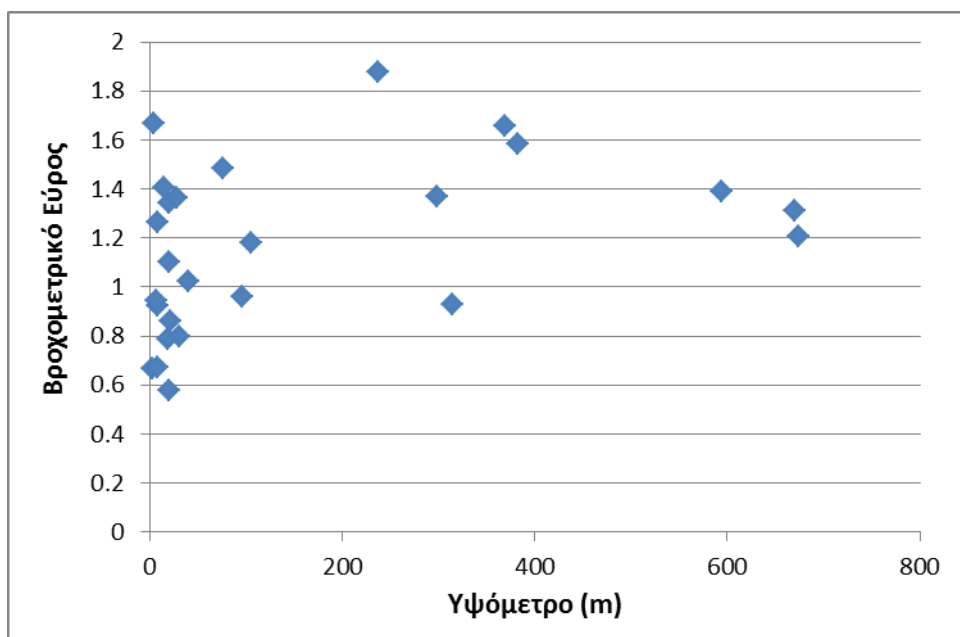


Σχήμα 3.31: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 55°-60° βόρεια.



Σχήμα 3.32: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχοπτώσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 55° - 60° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του $1^{\text{ου}}$ σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Στη ζώνη 55° - 60° βόρεια παρατηρείται αξιόλογη συσχέτιση μεταξύ των σταθμών με παρόμοια μηνιαία μεταβλητότητα ως προς τις βροχοπτώσεις (στους περισσότερους σταθμούς $\rho > 0.6$).



Σχήμα 3.33: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 55° - 60° βόρεια.

Στη συγκεκριμένη ζώνη δεν εντοπίζεται κάποια συσχέτιση μεταξύ του βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο καθώς στα χαμηλότερα υψόμετρα το εύρος αυξομειώνεται λαμβάνοντας τη μέγιστη τιμή περίπου στα 250 m.

3.3 Ζώνη 20°-40° βόρεια

3.3.1 Περιγραφή της ζώνης

Η ζώνη γεωγραφικού πλάτους 35° έως 40° βόρεια περιλαμβάνει τις εξής χώρες: κεντρική και νότια Πορτογαλία και Ισπανία, νότια Ιταλία, Ελλάδα, Κύπρος, Τουρκία, βόρεια Αλγερία και Τυνησία (πλευρά Μεσογείου), βόρεια Συρία, νότιο Αζερμπαϊτζάν, βόρειο Ιράν, κεντρικό και νότιο Τουρκμενιστάν, νότιο Ουζμπεκιστάν, βόρειο Αφγανιστάν, Τατζικιστάν, Κίνα, βόρεια Κορέα, Ιαπωνία, κεντρικές Η.Π.Α.



Σχήμα 3.34: Γεωγραφικός χάρτης της Μεσογείου.
(πηγή: www.welt-atlas.de)

Η ζώνη 30° έως 35° βόρεια περιλαμβάνει τις εξής περιοχές: Μαρόκο, βόρεια Αλγερία, Τυνησία, βόρεια Λιβύη και Αίγυπτος, Ισραήλ, Ιορδανία, Λίβανος, Συρία, Ιράκ, Ιράν, Αφγανιστάν, βόρειο Πακιστάν, νότια Κίνα, νότια Κορέα, Ιαπωνία, νότιες Η.Π.Α.

Η ζώνη γεωγραφικού πλάτους 25° έως 30° βόρεια περιλαμβάνει τις ακόλουθες περιοχές: Μαρόκο, Αλγερία, Λιβύη, Αίγυπτος, βόρεια Σαουδική Αραβία, νότιο Ιράν και Πακιστάν, βόρεια Ινδία, Νεπάλ, βόρεια Μιανμάρ, νοτιοανατολική Κίνα, βόρειο Μεξικό, νοτιοανατολικές Η.Π.Α.



Σχήμα 3.35: Γεωγραφικός χάρτης Η.Π.Α.
(πηγή: www.map-of-usa.co.uk)

Η ζώνη 20° έως 25° βόρεια περιλαμβάνει τις εξής χώρες: δυτική Σαχάρα, βόρεια Μαυριτανία και Μάλι και Νίγηρα, νότια Αλγερία, νότια Λιβύη και Αίγυπτο, βόρειο Τσαντ και Σουδάν, κεντρική Σαουδική Αραβία, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, βόρειο Ομάν, Ινδία, Μπαγκλαντές, Μιανμάρ, βόρειο Λάος, νοτιοανατολική Κίνα, Ταϊβάν, Μεξικό, Κούβα, Μπαχάμες.

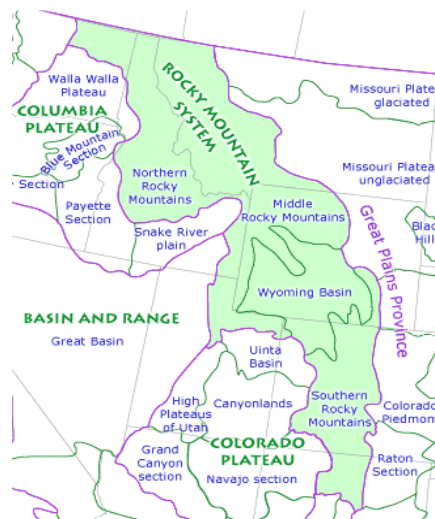


Σχήμα 3.36: Γεωγραφικός χάρτης Μέσης Ανατολής.
(πηγή: www.siue.edu)

Τα Απαλάτσια όρη αποτελούν ένα ορεινό συγκρότημα στην ανατολική Βόρεια Αμερική και ένα από τα μεγαλύτερα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της ηπείρου. Έχουν μήκος περίπου 2.400 km και εκτείνονται από την Αλαμπάμα, στο Κόλπο του

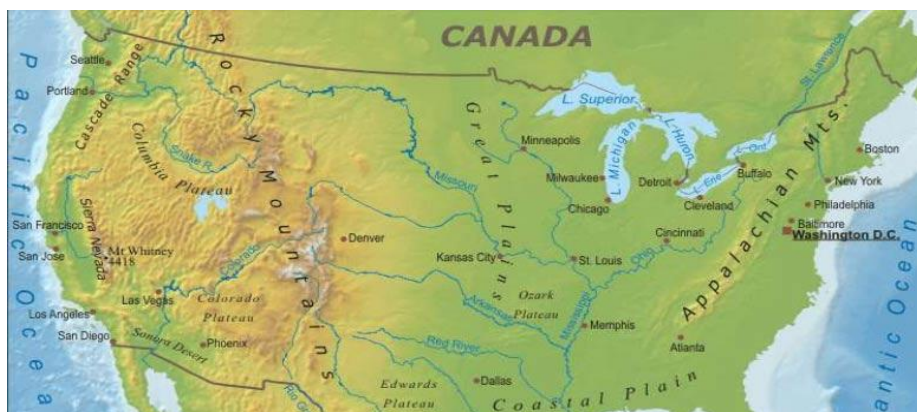
Μεξικού, μέχρι τον ποταμόκολλο του Σεντ Λώρενς και τη Νέα Γη, σχεδόν παράλληλα με τις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού. Υψηλότερη κορυφή της οροσειράς αποτελεί το όρος Μίτσελ, στην Βιρτζίνια, το οποίο έχει ύψος 2.037 m.

Στα δυτικά, τα Βραχώδη Όρη καθορίζουν τις περιοχές των λεκανοπεδίων, με χαμηλά οροπέδια που διακόπτονται ως εξής: στα βόρεια το λεκανοπέδιο της Κολούμπια, στο κέντρο το Μεγάλο Λεκανοπέδιο (με πολλές ρηχές και αλμυρές λίμνες όπως η Μεγάλη Αλμυρή λίμνη) και στα νότια η λεκάνη του Κολοράντο (Σχήμα 3.37). Στα δυτικά το Μεγάλο Λεκανοπέδιο περιορίζεται από παράλληλες οροσειρές, τα Καταρρακτώδη Όρη και την Σιέρα Νεβάδα (βουνό Ουίτνευ, 4418 m). Τέλος η παραλιακή οροσειρά εκτείνεται προς τα δυτικά, κατά μήκος των ακτών του Ειρηνικού ωκεανού (Cannings, 2007).



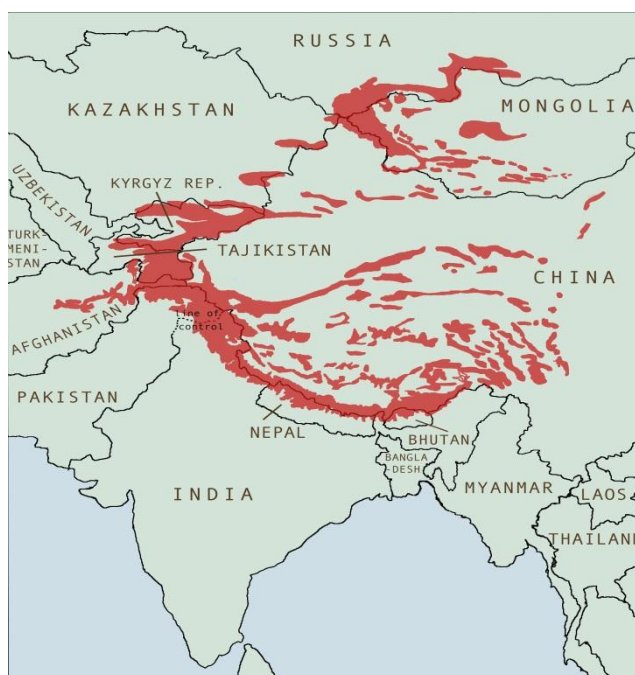
Σχήμα 3.37: Πεδιάδες γύρω από τα Βραχώδη Όρη.
(πηγή: <http://www.nature.nps.gov>)

Ανάμεσα στα Απαλάχια και τα Βραχώδη Όρη, εκτείνεται το κεντρικό λεκανοπέδιο, η πιο εύφορη περιοχή των Η.Π.Α.



Σχήμα 3.38: Βραχώδη και Απαλάχια όρη στη Βόρεια Αμερική.
(πηγή: <http://northamerica.theworldatlas.net>)

Τα Ιμαλάια αποτελούν την υψηλότερη οροσειρά της Γης. Βρίσκονται στην Ασία, όπου χωρίζουν την Ινδική υποήπειρο από το οροπέδιο του Θιβέτ και εκτείνονται σε έξι χώρες: τη Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας, την Ινδία, το Πακιστάν, το Αφγανιστάν, το Νεπάλ και το Μπουτάν (Σχήμα 3.39). Ιμαλάια ονομάζεται πολλές φορές και ολόκληρο το ογκώδες ορεινό συγκρότημα που περιλαμβάνει τα κυρίως Ιμαλάια, το Καρακορούμ (Karakoram), την οροσειρά Hindu Kush και πολλές μικρότερες οροσειρές. Το εκτεταμένο συγκρότημα των Ιμαλαΐων περιέχει όλες τις βουνοκορφές της Γης (πάνω από 140) που είναι υψηλότερες από 7.000 m και βέβαια την υψηλότερη όλων, την κορυφή του όρους Έβερεστ σε υψόμετρο 8.848 m (27°Β, 86°Α) (Σχήμα 3.40). Οι περιοχές αυτές των Ιμαλαΐων είναι χιονοσκεπείς όλο το χρόνο, παρά τη γειτνίασή τους με τροπικά κλίματα. Το υψηλότερο σημείο του πλανήτη έξω από τα Ιμαλάια είναι η κορυφή Ακονκάγκουα των Άνδεων (6.962 m) (Qinye, 2004).



Σχήμα 3.39: Περιοχές γύρω από τα Ιμαλάια.
(πηγή: <http://himalayasnepal.com>)

Η οροσειρά των Ιμαλαΐων περιλαμβάνει συνολικά περίπου 15.000 παγετώνες, στους οποίους είναι αποθηκευμένα 12.000 κυβικά χιλιόμετρα νερού. Ο δεύτερος μεγαλύτερος παγετώνας στον κόσμο εκτός της πολικής ζώνης, και μεγαλύτερος της περιοχής, είναι ο παγετώνας Σιατσέν με μήκος 70 χιλιόμετρα που βρίσκεται στη συνοριακή περιοχή μεταξύ της Ινδίας και του Πακιστάν. Άλλοι γνωστοί παγετώνες

είναι ο Γκανγκότρι και ο Γιαμουνότρι (ή Ουταρακάντ), ο Νούμπρα, ο Μπιάφο και ο Μπαλτόρο (στην περιοχή του Καρακόρουμ), ο Ζεμού στο Σικίμ και ο Κουμπού στην περιοχή του όρους Έβερεστ. Στις περιοχές αυτές επικρατεί πολικό κλίμα με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες όλο το χρόνο.



Σχήμα 3.40: Όρος Έβερεστ των Ιμαλαΐων.
(πηγή: world-geography.org)

Οι μεγαλύτερες σε έκταση έρημοι συναντώνται τόσο στο βόρειο όσο και στο νότιο ημισφαίριο. Οι έρημοι της Ανταρκτικής και Αρκτικής που καταλαμβάνουν 13,829,430 και 13,726,937 km² αντίστοιχα, αποτελούν τις μεγαλύτερες ερήμους στον πλανήτη.



Σχήμα 3.41: Οι μεγαλύτερες έρημοι του πλανήτη από δορυφόρο.
(πηγή: www.sciencemuseum.org.uk)

Η έρημος Σαχάρα (23°Β, 12°Α) καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της βόρειας Αφρικής και αποτελεί τη τρίτη μεγαλύτερη σε έκταση έρημο του πλανήτη με έκταση περίπου 9.100.000 km². Διασχίζει την Αφρική από τον Ατλαντικό Ωκεανό έως την Κοιλάδα του Νείλου και συνεχίζεται στα ανατολικά με την Αραβική Έρημο στην Αίγυπτο και στη Νουβική Έρημο στο Σουδάν μέχρι να φτάσει στην Ερυθρά Θάλασσα

όπου συνέχεια της Σαχάρα αποτελεί η έρημος της Αραβικής χερσονήσου που αναλύεται παρακάτω. Από τα σύνορα στον Ατλαντικό Ωκεανό έως την κοιλάδα του Νείλου η Σαχάρα καλύπτει απόσταση 4.000 km, και από το βόρειο μέχρι το νότιο άκρο της 1.500 έως 1.800 km.



Σχήμα 3.42: Έρημος Σαχάρα από δορυφόρο.
(πηγή: NASA World Wind)

Η Σαχάρα βρίσκεται στη ζώνη του βορειοανατολικού αληγούς που περιορίζει την εμφάνιση βροχών. Μόνο στην περιοχή της Μεσογείου και του Σουδάν σημειώνονται περιστασιακά βροχοπτώσεις και υπάρχει μια περιορισμένη βλάστηση.

Η Αραβική έρημος βρίσκεται στη Δυτική Ασία και αποτελεί την τέταρτη μεγαλύτερη σε έκταση έρημο μετά την Ανταρκτική, την Αρκτική και τη Σαχάρα. Πρόκειται για μια τεράστια έρημο που εκτείνεται από την Υεμένη στον Περσικό Κόλπο και το Ομάν στην Ιορδανία και το Ιράκ. Καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της Αραβικής Χερσονήσου, με έκταση 2.330.000 km². Στο κέντρο της ερήμου βρίσκεται η Rub Al-Khali, ένα από τα μεγαλύτερα συνεχόμενα «σώματα» άμμου στον κόσμο. Το κλίμα είναι πολύ ξηρό και οι θερμοκρασίες κυμαίνονται μεταξύ υπερβολικής ζέστης την ημέρα και πολύ χαμηλών τιμών κατά τη διάρκεια της νύχτας (Edgell, 2006).



Σχήμα 3.43: Αραβική έρημος στη Μέση Ανατολή.
(πηγή: <http://asia.theworldatlas.net>)

Η έρημος της Συρίας γνωστή και ως «Σύρο-αραβική έρημος» αποτελεί ένα συνδυασμό στέπας και αληθινής ερήμου που βρίσκεται στη βόρεια Αραβική Χερσόνησο καλύπτοντας πάνω από 500.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα (9^η μεγαλύτερη σε έκταση). Η έρημος είναι πολύ δύσκολη και επίπεδη. Αποτελεί μέρος του Al-Hamad, το οποίο καλύπτει τμήματα της Τουρκίας, της Συρίας, του Ιράκ, της Ιορδανίας και της Σαουδικής Αραβίας. Το σύνορό της στα δυτικά είναι η κοιλάδα του Ορόντη και ανατολικό της σύνορο αποτελεί ο Ευφράτης.

Η έρημος «Μεγάλη Λεκάνη» είναι η μεγαλύτερη έρημος στις Η.Π.Α. και καλύπτει περίπου 492.000 km². Συνορεύει με την οροσειρά Σιέρα Νεβάδα στα δυτικά, τα Βραχώδη Όρη στα ανατολικά, το οροπέδιο Κολούμπια στο βορρά και τις ερήμους Mojave και Sonoran στο νότο. Είναι μια κρύα έρημος και επηρεάζεται από τη βροχή της Σιέρα Νεβάδα στα δυτικά (Σχήμα 3.44).



Σχήμα 3.44: Έρημος «Μεγάλη Λεκάνη» στις Η.Π.Α.
(πηγή: www.fws.gov)

Η έρημος Chihuahuan διασχίζει τα σύνορα ΗΠΑ-Μεξικού στα κεντρικά και βόρεια τμήματα του Μεξικανικού Οροπεδίου, συνορεύει δυτικά με την εκτεταμένη σειρά Sierra Madre Occidental και καλύπτει βόρεια τμήματα της ανατολικής σειράς Sierra Madre Oriental. Με έκταση περίπου 362.000 km² αποτελεί τη τρίτη μεγαλύτερη έρημο του δυτικού ημισφαιρίου και τη δεύτερη μεγαλύτερη στη Βόρεια Αμερική, μετά τη «Μεγάλη Λεκάνη». Ο χειμώνας μπορεί να θεωρηθεί σχετικά ήπιος έως αρκετά κρύος ανάλογα με το υψόμετρο και την ένταση των βόρειων ανέμων. Οι κατακρημνίσεις είναι συνήθως λιγότερες από 250 χιλιοστά ανά έτος με ένα μεγάλο μέρος της βροχής να λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια των μουσώνων από τα τέλη του καλοκαιριού. Η χιονόπτωση είναι ελάχιστη πέρα από τις κορυφές των μεγαλύτερων υψομέτρων.

Η έρημος Τακλαμακάν, βρίσκεται στο νοτιοδυτικό τμήμα του Xinjiang στη βορειοδυτική Κίνα (Σχήμα 3.455). Οριοθετείται από την οροσειρά Kunlun νότια, τα βουνά Pamir and Tian Shan στα δυτικά και βόρεια, και την έρημο Γκόμπι στα ανατολικά. Καταλαμβάνει περίπου 337.000 km² και αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη έρημο μετατόπισης άμμου στον κόσμο καθώς περίπου το 85% της έκτασης της αποτελείται από κινούμενες αμμοθίνες.



Σχήμα 3.45: Έρημος Τακλαμακάν στη Ασία. (πηγή: science1.nasa.gov)

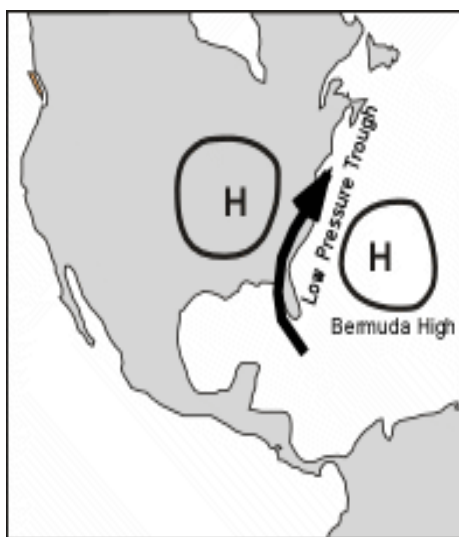
3.3.2 Γενικά κλιματικά χαρακτηριστικά

Η έρημος Τακλαμακάν λόγω του ότι τοποθετείται στη βροχερή σκιά των Ιμαλαΐων, αποτελεί παράδειγμα ψυχρού κλίματος ερήμου. Λόγω της σχετικής εγγύτητάς της με κρύες έως ψυχρές αέριες μάζες της Σιβηρίας, καταγράφονται ακραίες χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο, μερικές φορές και κάτω από -20°C . Η ακραία θέση της σε ενδοχώρα, σχεδόν στην καρδιά της Ασίας και χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά από οποιοδήποτε ανοικτό υδάτινο σώμα συνεπάγεται ψυχρές νύχτες ακόμη και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Η ανατολική παράκτια ζώνη της Β. Αμερικής παρουσιάζει ηπειρωτικό κλίμα με ψυχρούς χειμώνες, ιδίως προς τα βόρεια, καθώς επηρεάζεται από το ψυχρό θαλάσσιο ρεύμα της θάλασσας Λαμπραντόρ. Οι νότιες περιοχές που βρίσκονται προς τον κόλπο του Μεξικού, παρουσιάζουν σχεδόν υποτροπικό κλίμα με πολλές καλοκαιρινές βροχοπτώσεις, εξαιτίας του θαλάσσιου ρεύματος του κόλπου του Μεξικού. Η περιοχή των Απαλαχίων Όρων, έχει ορεινό κλίμα, υγρό προς τα ανατολικά και ξηρό και θυελλώδες προς τις εσωτερικές πεδιάδες και χαρακτηρίζεται από κυκλώνες και τυφώνες. Στην περιοχή των Βραχώδων Όρων, το κλίμα είναι ορεινό ηπειρωτικό.

Τα Ιμαλάια επιδρούν σημαντικά στο κλίμα της ινδικής υποηπείρου και του οροπεδίου του Θιβέτ. Αποτρέπουν ψυχρούς, ξηρούς ανέμους της Αρκτικής να κατευθυνθούν νότια της ηπείρου και διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση των ερήμων της Κεντρικής Ασίας όπως η Τακλαμακάν και Γκόμπι λόγω των ορογραφικών κατακρημνίσεων που λαμβάνουν χώρα δυτικά των Οροσειρών (Qinye, 2004).

Το υψηλό των Αζόρων ή αντικυκλώνας των Αζόρων, αποτελεί ένα μεγάλο, ημιμόνιμο κύτταρο υψηλής ατμοσφαιρικής πίεσης που συναντάται βόρεια των Αζόρων, στον Ατλαντικό ωκεανό. Κινείται προς τα δυτικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου και επηρεάζει τα καιρικά και κλιματικά πρότυπα σε τεράστιες εκτάσεις της Βόρειας Αφρικής και της Ευρώπης, και σε μικρότερο βαθμό, την ανατολική Βόρεια Αμερική. Γνωστό και ως υψηλό των Βερμούδων μπορεί να συμβάλει σε έντονα κύματα καύσωνα στις ανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες και σε ανομοιογενείς ξηρασίες. Πριν από την έναρξη του χειμώνα, τα υψηλά κινούνται νότια των Αζόρων, επιτρέποντας στα συστήματα χαμηλής πίεσης να εισβάλουν στην Ιβηρική Χερσόνησο και τη Μεσόγειο.



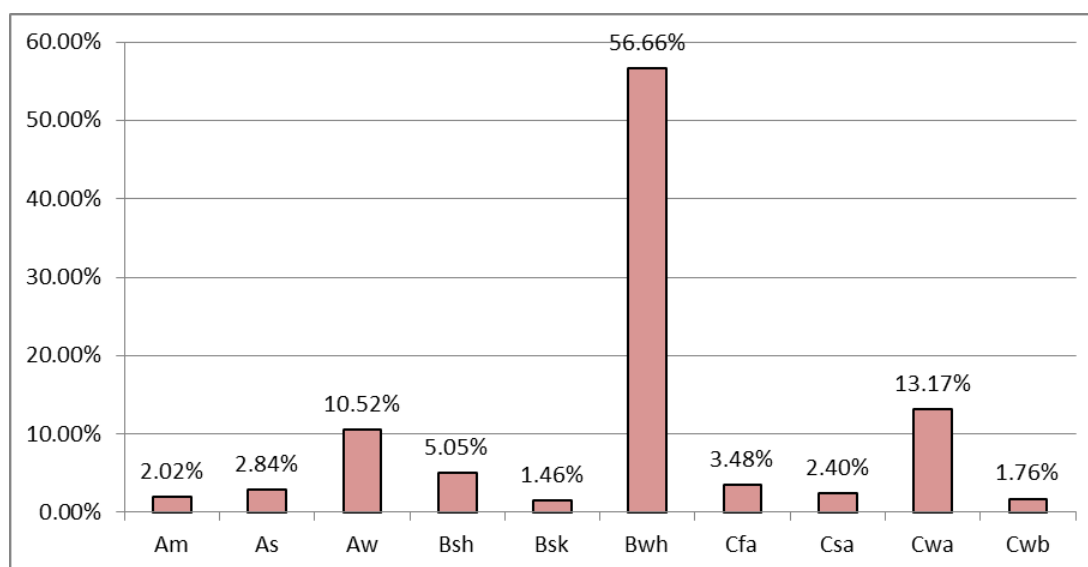
Σχήμα 3.46: Υψηλό των Βερμούδων.
(πηγή: Nelson, 2011)

Όταν το εν λόγω σύστημα υψηλής πίεσης κινείται βόρεια προς την Ιβηρική Χερσόνησο δημιουργεί περιοχές υψηλών πιέσεων για μικρό χρονικό διάστημα σε όλη την βόρεια Γαλλία, τις Κάτω Χώρες, τη Γερμανία και νοτιοανατολική Ηνωμένο Βασίλειο προκαλώντας ζεστό και ξηρό καιρό σε αυτές τις περιοχές που συνήθως πλήττονται από τους επικρατέστερους δυτικούς ανέμους. Το υψηλό των Αζόρων παρουσιάζει αντικυκλωνική φύση, δηλαδή ο αέρας κυκλοφορεί ωρολογιακά. Λόγω αυτής της κατεύθυνση κίνησης, τα αφρικανικά κύματα ανατολικά, ωθούνται κατά μήκος της νότιας περιφέρειας του υψηλού των Αζόρων μακριά από την παράκτια Δυτική Αφρική προς την Καραϊβική και την Κεντρική Αμερική, ευνοώντας γένεση κυκλώνων, ιδιαίτερα κατά την περίοδο των τυφώνων (Nelson, 2011).

3.3.3 Αποτελέσματα

(α) Ζώνη 20° – 25° Βόρεια

Στη γεωγραφική ζώνη 20°-25° βόρεια επικρατεί ο κλιματικός τύπος Bwh σε ποσοστό 56.66% και ακολουθεί ο Cwa με 13.17% (Σχήμα 3.47). Στη ζώνη αυτή εμφανίζεται ο τύπος A που χαρακτηρίζεται από υγρό τροπικό κλίμα και επικρατεί στις περιοχές βόρεια και νότια του Ισημερινού μέχρι τα γεωγραφικά πλάτη 15°-25°. Συγκεκριμένα συναντάται ο τύπος Aw σε ποσοστό 10.52%. Σε μικρότερο του 10% εμφανίζονται οι ακόλουθοι κλιματικοί τύποι: Bsh με 5.05%, Cfa με 3.48%, As με 2.84%, Csa με 2.40%, Am με 2.02%, Cwb με 1.76% και Bsk με 1.46%. Οι παραπάνω κλιματικοί τύποι εμφανίζονται στη δεδομένη ζώνη σε ποσοστό 99.36%.



Σχήμα 3.47: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 20°–25° Β.

Στη συγκεκριμένη ζώνη η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται στους 23.1°C (Πίνακας 3.9). Η μέση μέγιστη θερμοκρασία αγγίζει τους 27.9°C ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία ισούται με 17.1°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος ισούται με 10.8°C με μέγιστη τιμή τους 20.9°C και ελάχιστη τους 4.2°C.

	mean	sd	max	min
T _{mean}	23.1	3.3	28.2	13.6
T _{max}	27.9	4.2	35.3	17.2
T _{min}	17.1	3.6	22.9	9.8
T _{max} -T _{min}	10.8	4.8	20.9	4.2
Σ.Δ.	0.8	0.7	2.4	0.1

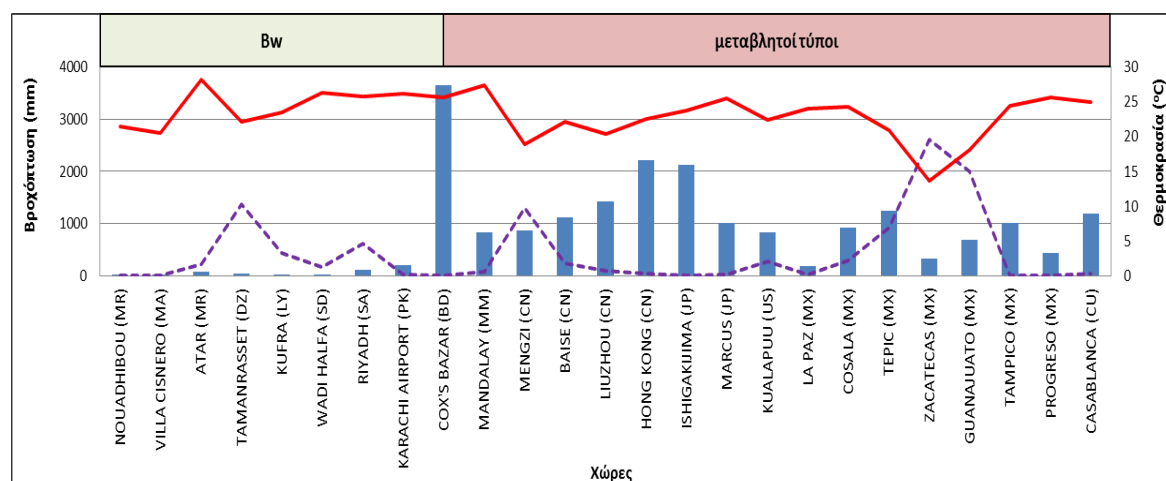
Πίνακας 3.9: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 20°–25° Β.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.10 ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης ισούται με 822.9 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να είναι αρκετά μεγάλη στα 3645.7 mm και την ελάχιστη βροχόπτωση να είναι ελάχιστη ίση με 1.6 mm. Ο μέσος όρος της μέγιστης βροχόπτωσης ανέρχεται στα 171.5 mm ενώ της ελάχιστης ισούται με 14.7 mm. Το ετήσιο βροχομετρικό εύρος ανέρχεται στα 156.8 mm με μέγιστη τιμή τα 977.9 mm και ελάχιστη μόλις τα 0.5 mm.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	822.9	864.6	3645.7	1.6
P_{max}	171.5	204.1	985.5	0.5
P_{min}	14.7	26.3	121.2	0.0
$P_{max}-P_{min}$	156.8	201.0	977.9	0.5
Σ.Δ.	54.9	84.7	408.3	0.1

Πίνακας 3.10: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 20°–25° Β.

Στη ζώνη 20°–25° βόρεια οι μέσες θερμοκρασίες κυμαίνονται σχετικά σε σταθερά επίπεδα με τη μέση θερμοκρασία στην Αφρική να αγγίζει τους 23.7°C και τη μέση συνολική βροχόπτωση να μην ξεπερνά τα 30 mm στην έρημο Σαχάρα και ακολούθως στη Σαουδική Αραβία. Μεταβαίνοντας στην Ασία η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 24°C και η βροχόπτωση ανέρχεται στα 1300 mm. Προς τα δυτικά η θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 22°C με αισθητή μείωση στο Ζακατέκας του Μεξικό στη Siera Madre Oriental. Η μέση συνολική βροχόπτωση ανέρχεται περίπου στα 750 mm (Σχήμα 3.48).

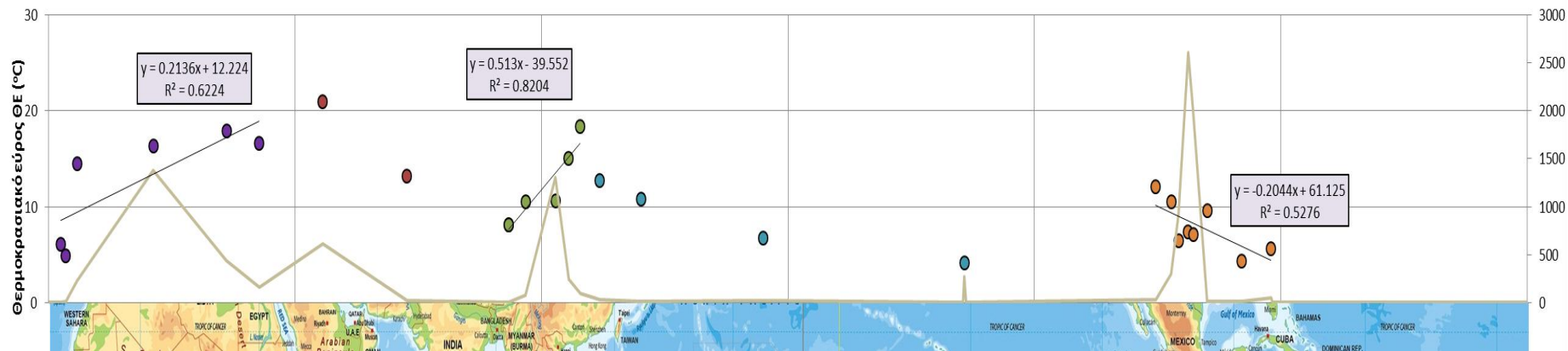


Σχήμα 3.48: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 20°–25° βόρεια.

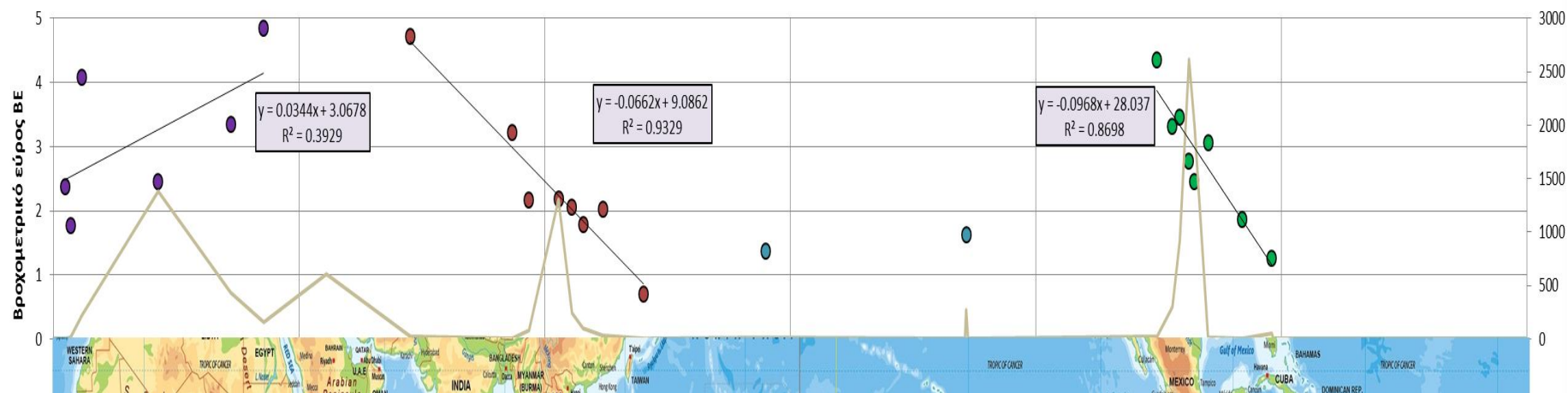
Το θερμοκρασιακό εύρος αυξάνεται κατά μήκος της δυτικής Αφρικής και της ανατολικής Ασίας. Κατά μήκος της περιοχής του Μεξικό σημειώνεται μείωση του

θερμοκρασιακού εύρους από τις δυτικές ακτές του Ειρηνικού έως τις ανατολικές του Ατλαντικού Ωκεανού (Σχήμα 3.49).

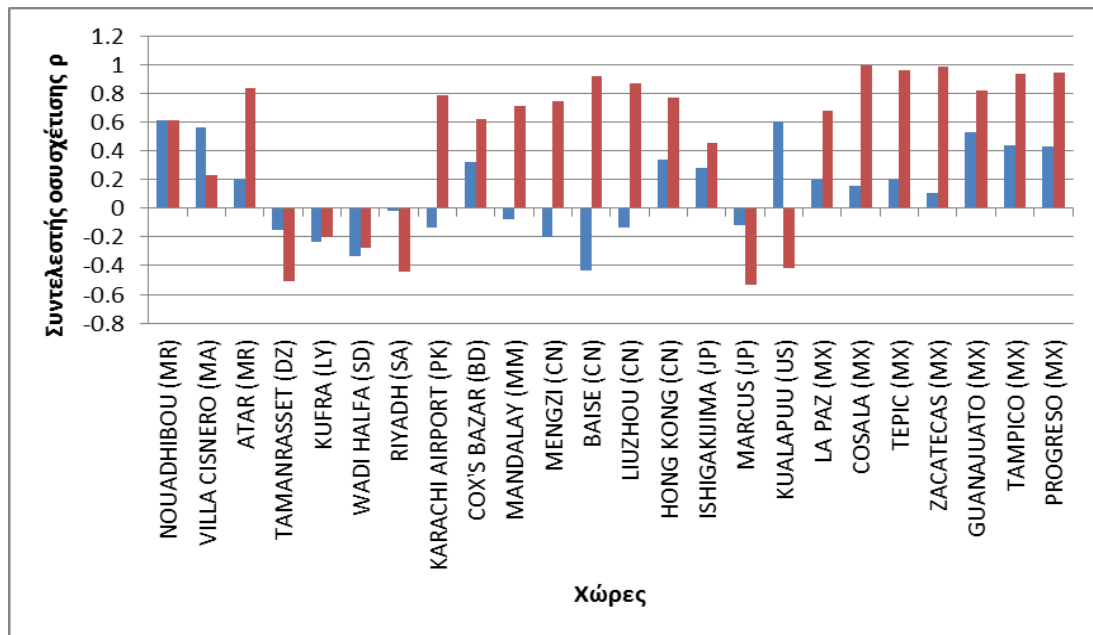
Όσον αφορά το βροχομετρικό εύρος στη ζώνη αυτή, παρουσιάζει ελαφριά αύξηση στην Αφρική ενώ ακολουθεί φθίνουσα πορεία στην ανατολική Ασία μέχρι τον Ειρηνικό Ωκεανό και από το Μεξικό έως τις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού (Σχήμα 3.50).



Σχήμα 3.49: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 20°-25° βόρεια.

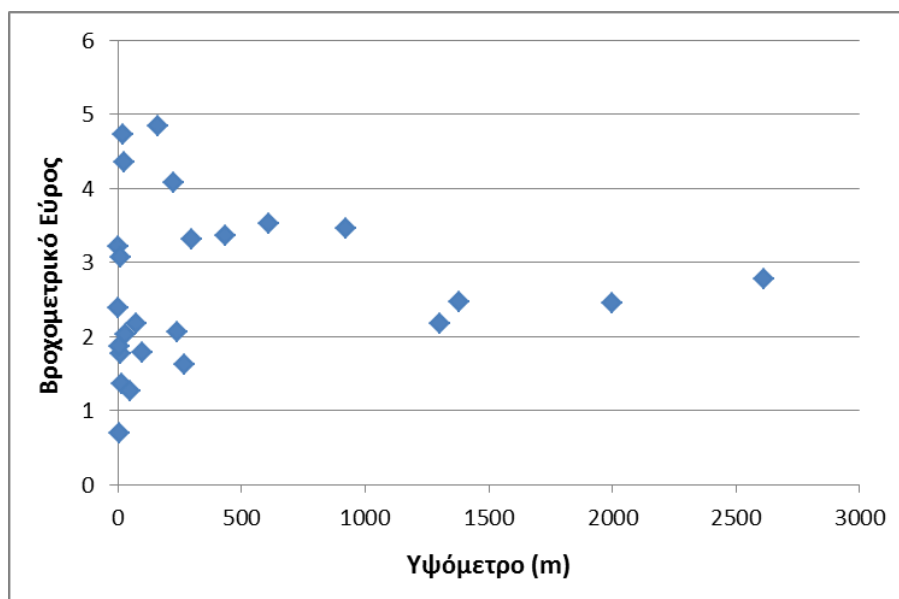


Σχήμα 3.50: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 20°-25° βόρεια.



Σχήμα 3.51: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχοπτώσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 20°-25° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Οι βροχοπτώσεις στην Αφρική είναι ελάχιστες στη ζώνη αυτή. Από το Πακιστάν έως την Κίνα διαδοχικοί σταθμοί παρουσιάζουν κοινή συμπεριφορά ως προς τις μηνιαίες βροχοπτώσεις τους ($\rho > 0.6$). Στην περιοχή του Μεξικό εμφανίζεται πολύ υψηλή συσχέτιση μεταξύ των σταθμών με $\rho > 0.8$, συνεπώς παρουσιάζεται πολύ μεγάλη εποχικότητα ως προς τις βροχοπτώσεις (Σχήμα 3.51).

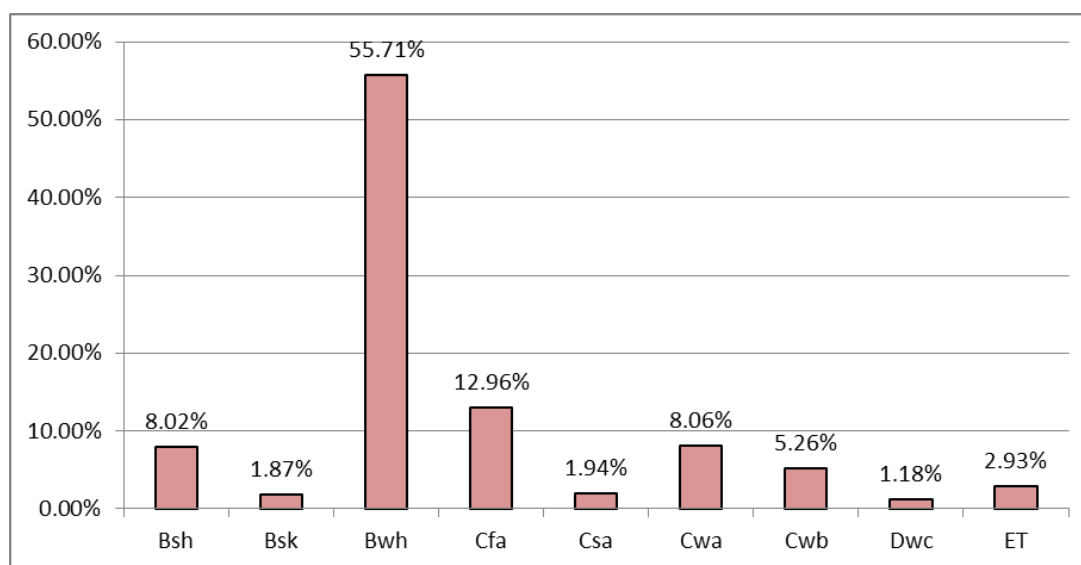


Σχήμα 3.52: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 20°-25° βόρεια.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.52 δεν παρουσιάζεται κάποια συσχέτιση του βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 20°-25° βόρεια.

(β) Ζώνη 25° – 30° Βόρεια

Στη ζώνη 25°-30° βόρεια κυριαρχεί ο κλιματικός τύπος Bwh σε ποσοστό 55.71% ο οποίος εμφανίζεται στις έρημους των χαμηλών πλατών όπου η έντονη ηλιακή ακτινοβολία αναπτύσσει μεγάλη θερμοκρασία στο κατάξερο έδαφος. Σε πολύ μικρότερο ποσοστό του 12.96% εμφανίζεται ο τύπος Cfa. Έπονται σε ποσοστό μικρότερο του 10% οι τύποι: Cwa με 8.06%, Bsh με 8.02%, Cwb με 5.26%, ET με 2.93%, Csa 1.94%, Bsk με 1.87% και τέλος ο Dwc με 1.18% (Σχήμα 3.53). Οι ανωτέρω κλιματικοί τύποι αντιπροσωπεύουν τη ζώνη 25°-30° σε ποσοστό 97.93%.



Σχήμα 3.53: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 25° – 30°B.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ισούται με 20.9°C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία αγγίζει τους 28.1°C ενώ η μέση ελάχιστη ισούται με 12.8°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος ανέρχεται στους 5.2°C με μέγιστη τιμή τους 31.2°C και ελάχιστη τους 6.5°C (Πίνακας 3.11).

	mean	sd	max	min
T _{mean}	20.9	4.7	27.2	8.6
T _{max}	28.1	4.7	36.9	16.6
T _{min}	12.8	5.2	21.6	-1.1
T _{max} -T _{min}	15.3	5.4	31.2	6.5
Σ.Δ.	2.1	2.8	16.0	0.3

Πίνακας 3.11: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 25° – 30°B.

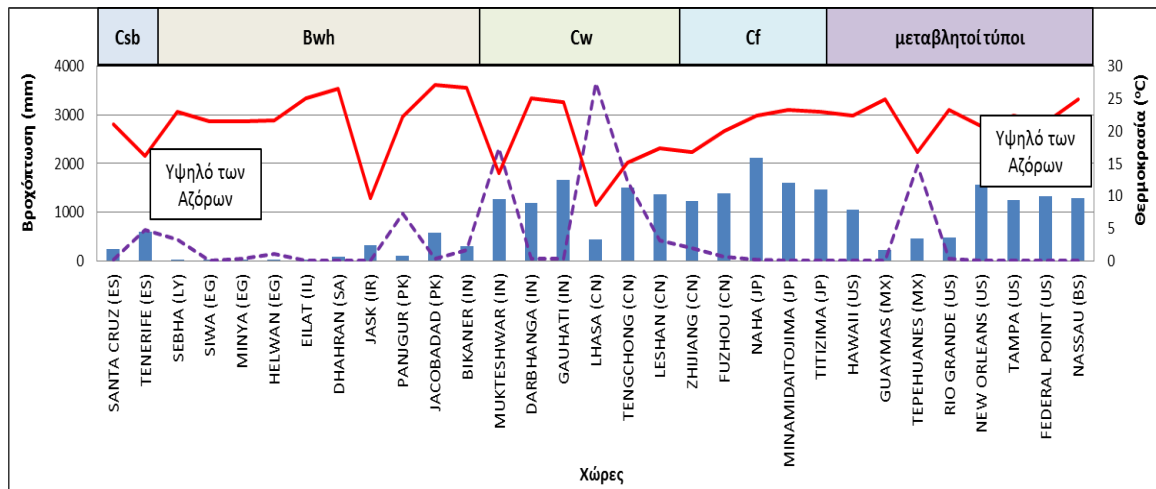
Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.12 ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης ισούται με 813.7 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται στα 2123.2 mm ενώ η αντίστοιχη ελάχιστη είναι μόλις 3.7 mm. Η μέση τιμή της μέγιστης βροχόπτωσης φτάνει τα 140.4 mm ενώ η μέση ελάχιστη βροχόπτωση ισούται με 22.8 mm. Το βροχομετρικό εύρος ανέρχεται σε 117.6 mm με μέγιστη τιμή τα 310.9 mm και ελάχιστη μόλις το 1.0 mm.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	813.7	641.1	2123.2	3.7
P_{max}	140.4	106.3	325.3	1.0
P_{min}	22.8	30.6	110.4	0.0
$P_{max}-P_{min}$	117.6	97.1	310.9	1.0
Σ.Δ.	33.4	36.8	137.8	0.3

Πίνακας 3.12: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 25° – 30°B.

Σύμφωνα με το Σχήμα 3.54 στην Αφρική η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 20.0°C με σχεδόν μηδενική μέση συνολική βροχόπτωση. Προχωρώντας στην Ασία η μέση θερμοκρασία ανέρχεται περίπου στους 20.0°C ενώ μειώνεται αισθητά στις περιοχές κοντά στα Ιμαλάια. Η μέση συνολική βροχόπτωση στην ασιατική ήπειρο αγγίζει τα 980 mm. Στην πλευρά της Αμερικής η θερμοκρασία ανέρχεται στους 22°C και η συνολική βροχόπτωση στα 960 mm ενώ μειώνεται αισθητά στην περιοχή γύρω από την έρημο Chihuahuan. Η βροχόπτωση αυξάνεται ξανά στις ανατολικές ακτές του Ατλαντικού οι οποίες πλήττονται από το υψηλό των Αζόρων.

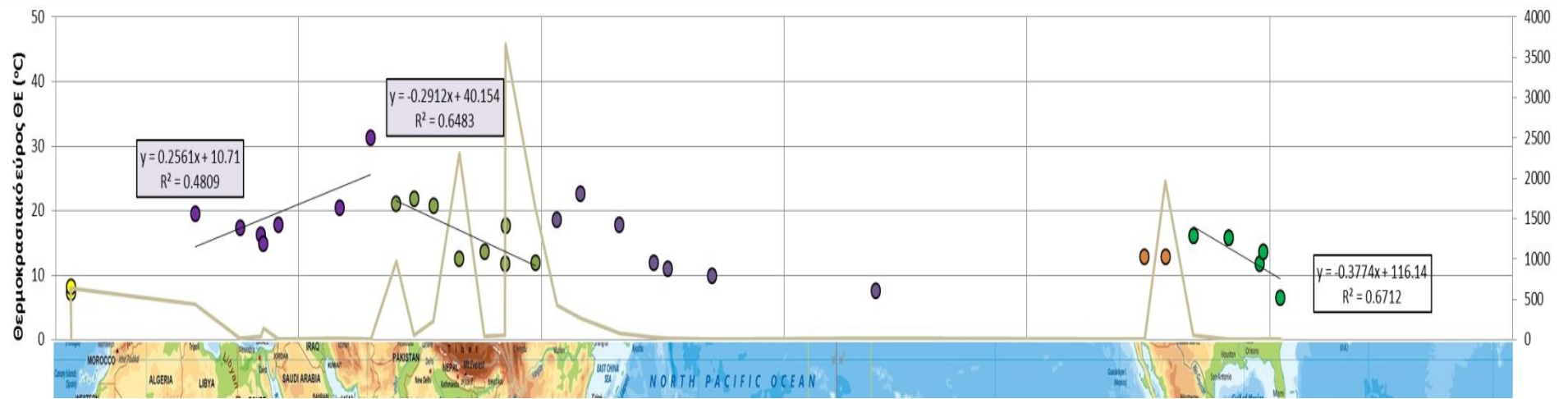
Έστω και σε μικρό ποσοστό (2.93%), στη ζώνη αυτή εμφανίζεται ο κλιματικός τύπος ET ο οποίος χαρακτηρίζει το πολικό κλίμα και επικρατεί κυρίως σε μεγαλύτερα πλάτη: στις Βόρειες ακτές της Αμερικής και της Ευρασίας, στην Γροιλανδία και στην Ανταρκτική. Ο τύπος αυτός εντοπίζεται στην ανατολική πλευρά των Ιμαλαΐων όπου υπάρχουν περίπου 15000 παγετώνες με έδαφος που είναι μόνιμα παγωμένο και θερμοκρασίες που διατηρούνται πολύ χαμηλές όλο το χρόνο.



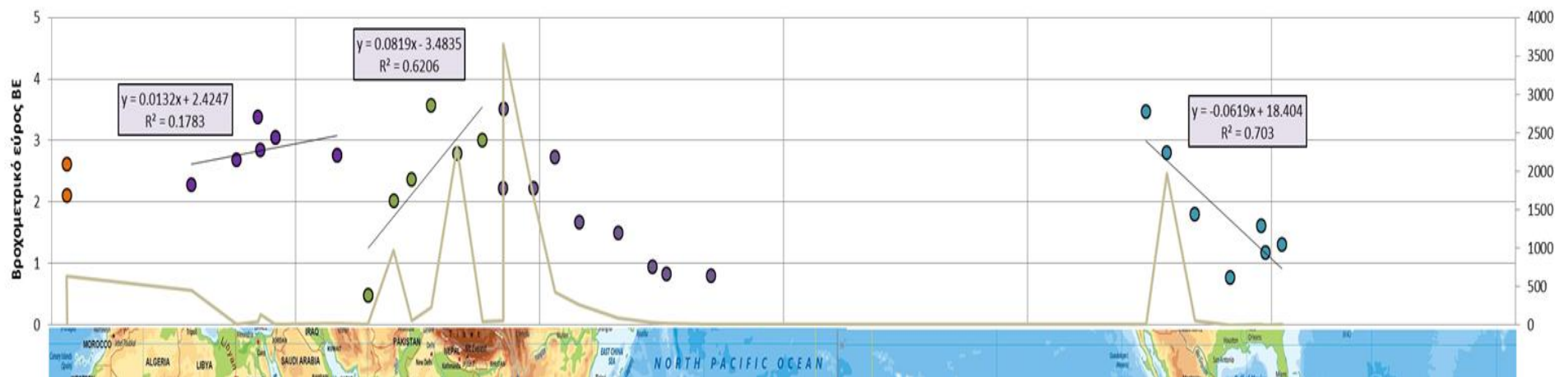
Σχήμα 3.54: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 25°-30° βόρεια.

Το θερμοκρασιακό εύρος παρουσιάζει ασθενή ανοδική πορεία από το ανατολικό τμήμα της Αφρικής μέχρι τη Σαουδική Αραβία. Προχωρώντας στην Ασία το εύρος ακολουθεί φθίνουσα πορεία μέχρι τα Ιμαλάια καθώς και από το κέντρο της βόρειας Αμερικής μέχρι τις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού (Σχήμα 3.55).

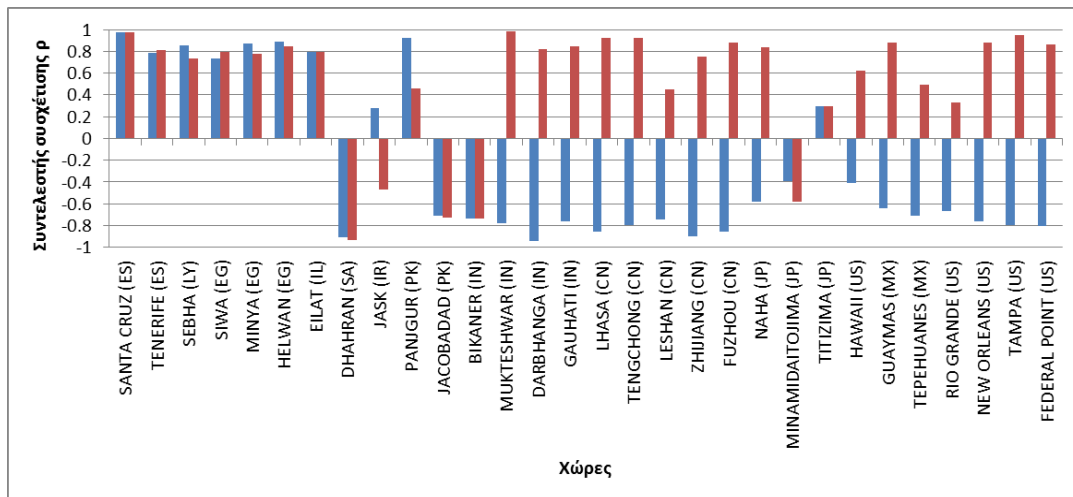
Το βροχομετρικό εύρος αυξάνεται ελαφρώς από το ανατολικό τμήμα της Αφρικής μέχρι τη Σαουδική Αραβία ενώ μεταβαίνοντας στην ασιατική ήπειρο αυξάνεται σημαντικά μέχρι τα Ιμαλάια και έκτοτε ακολουθεί φθίνουσα πορεία μέχρι τα νησιά του Ειρηνικού Ωκεανού. Στο τμήμα της Αμερικής το εύρος φθίνει έως τις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού (Σχήμα 3.56).



Σχήμα 3.55: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 25°-30° βόρεια.

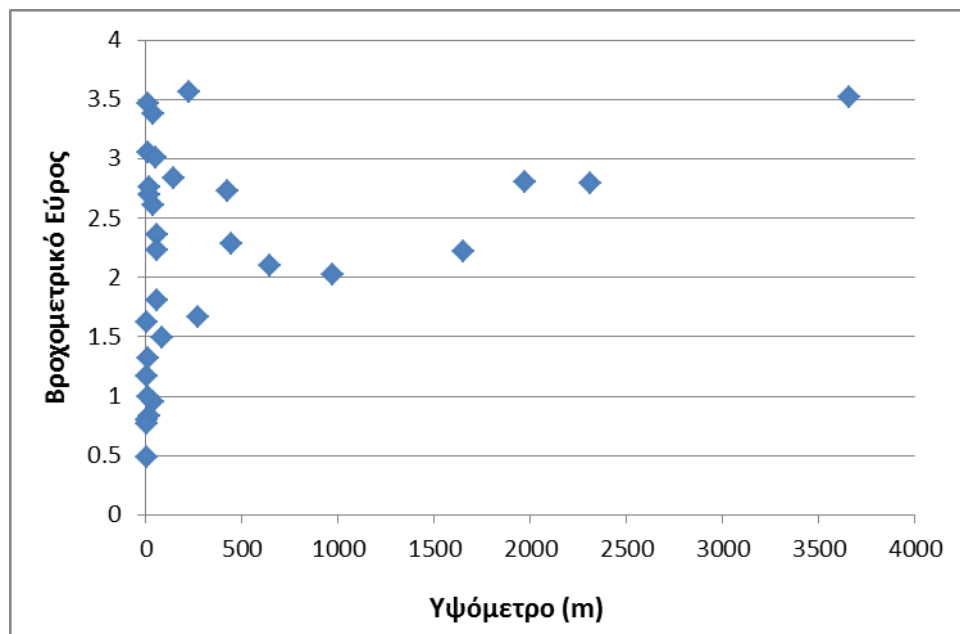


Σχήμα 3.56: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 25°-30° βόρεια.



Σχήμα 3.57: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 25° - 30° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Οι σταθμοί στην Αφρική παρουσιάζουν πολύ υψηλή συσχέτιση ως προς τιμές των μηνιαίων βροχοπτώσεων που λαμβάνουν χώρα ($\rho > 0.7$). Ανάλογη συσχέτιση σημειώνεται σε περιοχές της Ινδίας και της Κίνας στην Ασία, ενώ μικρότερη συσχέτιση παρουσιάζεται στην περιοχή του Μεξικό. Τρεις σταθμοί στην ανατολική Αμερική παρουσιάζουν παρόμοια μηνιαία μεταβλητότητα των βροχοπτώσεών τους με $\rho > 0.8$ (Σχήμα 3.57).



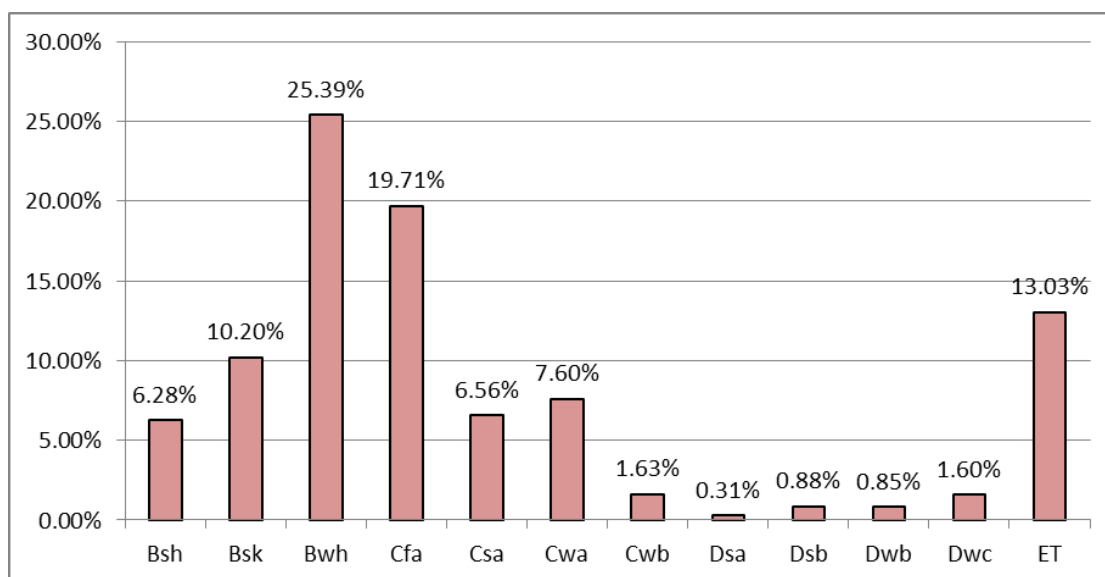
Σχήμα 3.58: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 25° - 30° βόρεια.

Δεν παρουσιάζεται κάποια συσχέτιση του βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 25° - 30° βόρεια. Στο μεγαλύτερο υψόμετρο γύρω στα 3700 m

εντοπίζονται από τα μεγαλύτερα βροχομετρικά εύρη τα οποία όμως παρουσιάζονται και στα χαμηλότερα υψόμετρα (Σχήμα 3.58).

(γ) Ζώνη 30° – 35° Βόρεια

Στη ζώνη 30°-35° βόρεια εξακολουθούν να επικρατούν οι κλιματικοί τύποι Β και C. Παρατηρείται ως κυρίαρχος τύπος ο Bwh σε ποσοστό 25.39% ο οποίος εμφανίζεται στις έρημους των χαμηλών πλατών όπου η έντονη ηλιακή ακτινοβολία αναπτύσσει μεγάλη θερμοκρασία στο κατάξερο έδαφος. Ακολουθεί ο Cfa με ποσοστό 19.71%, ο ET με 13.03%, ο Bsk με 10.20%, ο Cwa με 7.60%, ο Csa με 6.56% και ο Bsh με 6.28% (Σχήμα 3.59). Σε πολύ μικρότερο ποσοστό συναντώνται οι τύποι: Cwb, Dwc, Dsb, Dwb και Dsa. Οι παραπάνω κλιματικοί τύποι αντιπροσωπεύουν τη ζώνη 30°-35° βόρεια σε ποσοστό 94.10%.



Σχήμα 3.59: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 30°–35° Β.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.13 η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη στη ζώνη γεωγραφικού πλάτους 30°–35° βόρεια, ανέρχεται στους 17.7°C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία αγγίζει τους 27.4°C ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία ισούται με 7.6°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος ισούται με 19.9°C με μέγιστη τιμή τους 27.5°C και ελάχιστη τους 5.9°C.

	mean	sd	max	min
T_{mean}	17.7	4.1	25.6	5.6
T_{max}	27.4	4.3	35.6	16.5
T_{min}	7.6	5.4	17.3	-7.6
$T_{\text{max}}-T_{\text{min}}$	19.9	5.3	27.5	5.9
Σ.Δ.	3.7	2.5	14.2	0.3

Πίνακας 3.13: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 30°–35° Β.

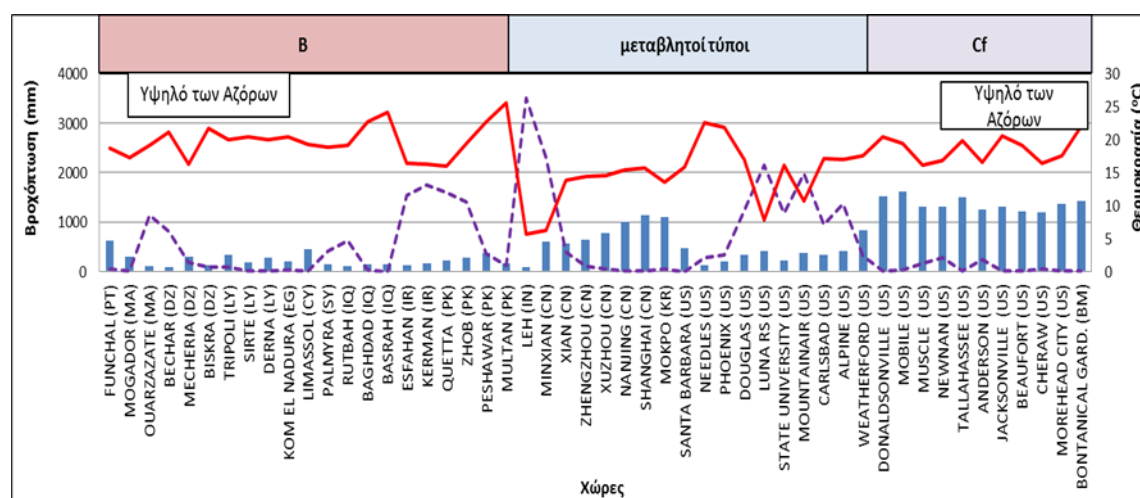
Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.14 ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης ισούται με 592.0 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται στα 1614.3 mm ενώ η αντίστοιχη ελάχιστη ισούται με 86.6 mm. Ο μέσος όρος των μέγιστων βροχοπτώσεων αγγίζει τα 92 mm ενώ η μέση τιμή των ελάχιστων ισούται με 21.9 mm. Το βροχομετρικό εύρος φθάνει τα 70.1 mm με μέγιστη τιμή τα 202.7 mm και ελάχιστη τα 12.0 mm.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	592.0	490.4	1614.3	86.6
P_{max}	92.0	62.2	217.3	12.9
P_{min}	21.9	30.5	93.3	0.0
$P_{\text{max}}-P_{\text{min}}$	70.1	44.7	202.7	12.0
Σ.Δ.	15.6	13.1	56.7	2.2

Πίνακας 3.14: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 30°–35° Β.

Σε γενικά πλαίσια στη ζώνη 30°-35° βόρεια παρατηρείται έντονη μεταβλητότητα τόσο στις τιμές της θερμοκρασίας όσο και της βροχόπτωσης. Συγκεκριμένα στην πλευρά της Αφρικής όπου κυριαρχεί η έρημος Σαχάρα η μέση θερμοκρασία φτάνει τους 19.5°C και η μέση συνολική βροχόπτωση ανέρχεται στα 270 mm. Στην Ασία ο μέσος όρος της θερμοκρασίας ισούται με 16.7°C ενώ μειώνεται στους 5.5°C σε σταθμό κοντά στα Ιμαλάια. Η συνολική βροχόπτωση ισούται με 435 mm. Στη βόρεια Αμερική η μέση θερμοκρασία ανέρχεται στους 17.5°C και η βροχόπτωση φθάνει τα 895 mm ενώ μειώνεται δραματικά στην περιοχή κοντά στα Βραχώδη Όρη και κατόπιν κοντά στην έρημο Μεγάλη Λεκάνη. Λόγω των μεγάλων εκτάσεων ερήμων που βρίσκονται σε αυτή τη ζώνη (Σαχάρα, Συρο-αραβική κ.α.) επικρατεί ο κλιματικός τύπος Β (Σχήμα 3.60).

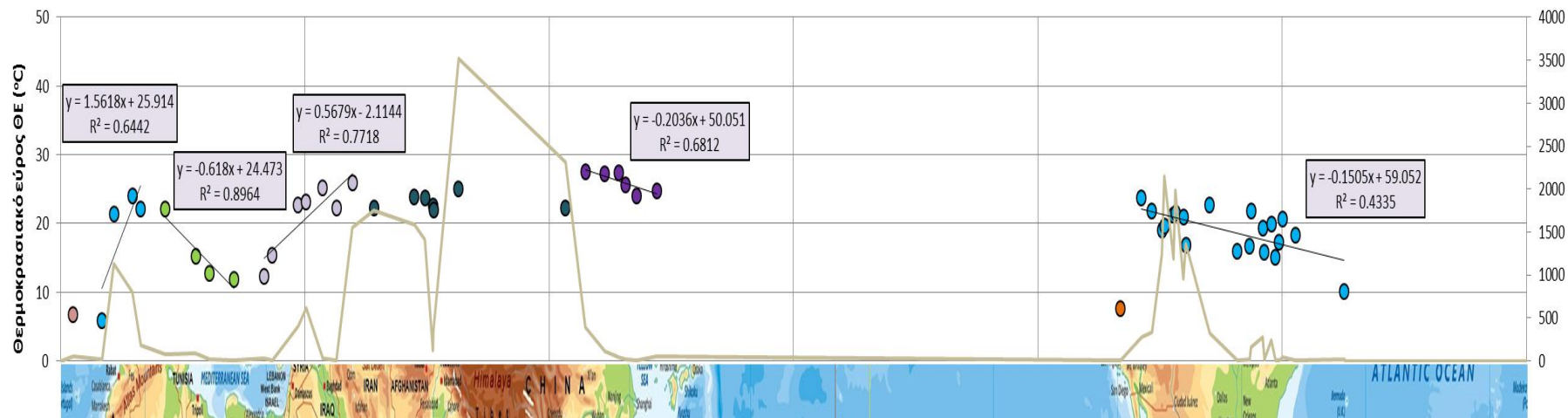
Ο τύπος ET εμφανίζεται σε περιοχές γύρω από τα Ιμαλάια όπου υπάρχουν γύρω στους 15000 μικρότερης ή μεγαλύτερης έκτασης παγετώνες. Οι σταθμοί που επιλέχτηκαν στην ανάλυση μας δεν εμφανίζουν το τύπο ET.



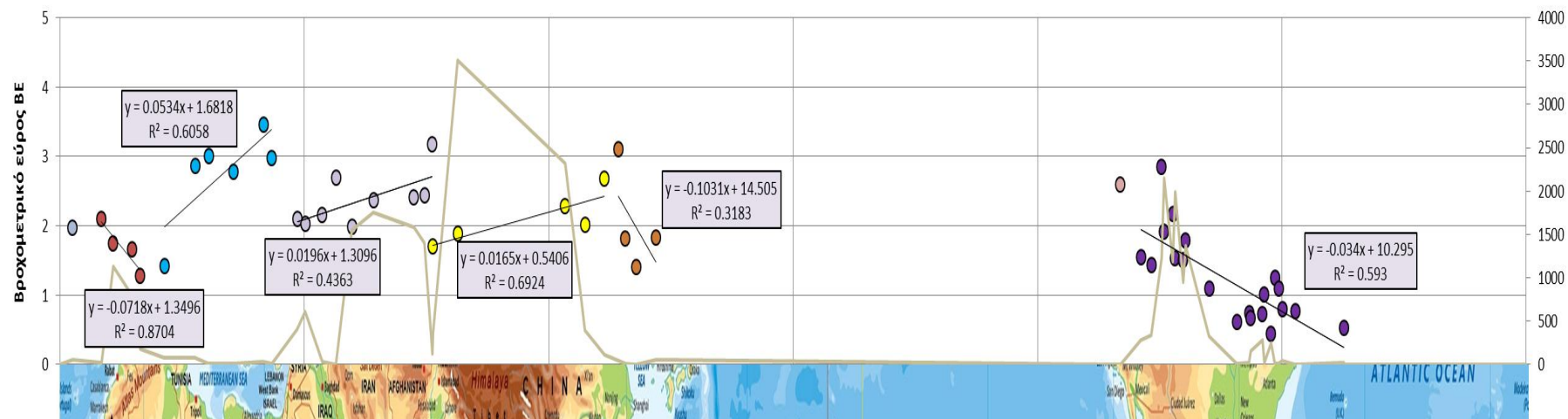
Σχήμα 3.60: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 30°-35° βόρεια.

Στη ζώνη γ. πλάτους 30°-35° βόρεια, το θερμοκρασιακό εύρος παρουσιάζει διακυμάνσεις κατά μήκος της Αφρικής και της Ασίας (Σχήμα 3.61). Αρχικά ακολουθεί αύξουσα πορεία στην Αφρική, εν συνεχεία κατά μήκος των μεσογειακών αφρικανικών ακτών μειώνεται μέχρι τις αρχές της Ασίας όπου ξαναπαρουσιάζει αύξηση. Στην ανατολική Κίνα το εύρος μειώνεται μέχρι τις ακτές του Ειρηνικού Ωκεανού. Στη δυτική πλευρά της Αμερικής το θερμοκρασιακό εύρος παρουσιάζει ασθενή φθίνουσα πορεία από τη δυτική πλευρά της οροσειράς Σιέρα Νεβάδα έως τις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού.

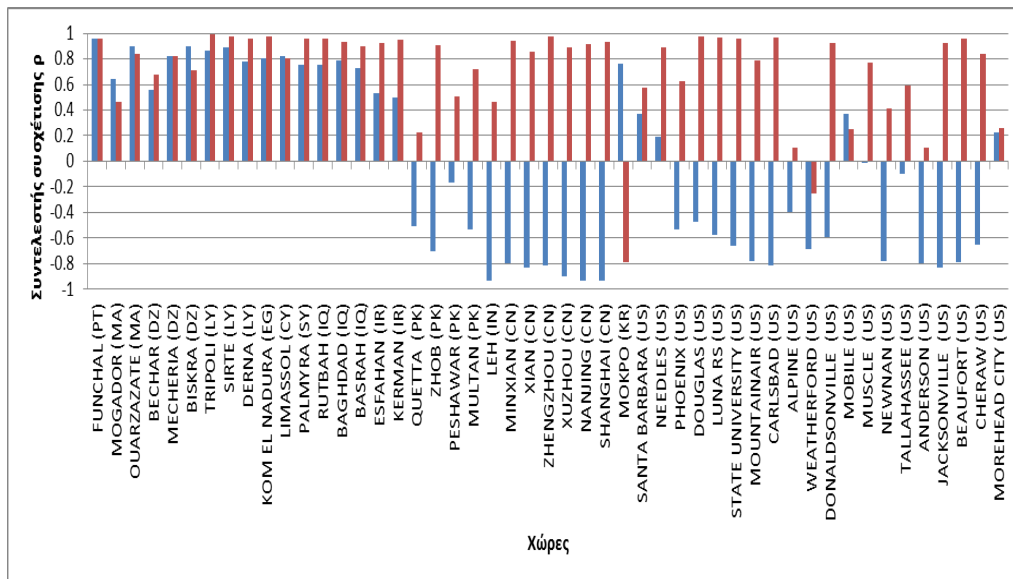
Όσον αφορά το βροχομετρικό εύρος, αρχικά μειώνεται κατά μήκος της δυτικής Αφρικής και εν ακολουθία αυξάνεται στις μεσογειακές ακτές. Χαμηλότερες τιμές παρουσιάζονται στη ανατολική Ασία όπου το εύρος αυξάνεται ελαφρώς, με πτώση στην περιοχή των Ιμαλαΐων και αύξηση μετά την έρημο Τακλαμακάν. Στη δυτική Κίνα το εύρος ακολουθεί φθίνουσα πορεία μέχρι τον Ειρηνικό Ωκεανό. Στη δυτική Αμερική οι τιμές του εύρους είναι υψηλές και μειώνονται αισθητά στην ανατολική πλευρά μέχρι τον Ατλαντικό Ωκεανό (Σχήμα 3.62).



Σχήμα 3.61: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 30°-35° βόρεια.

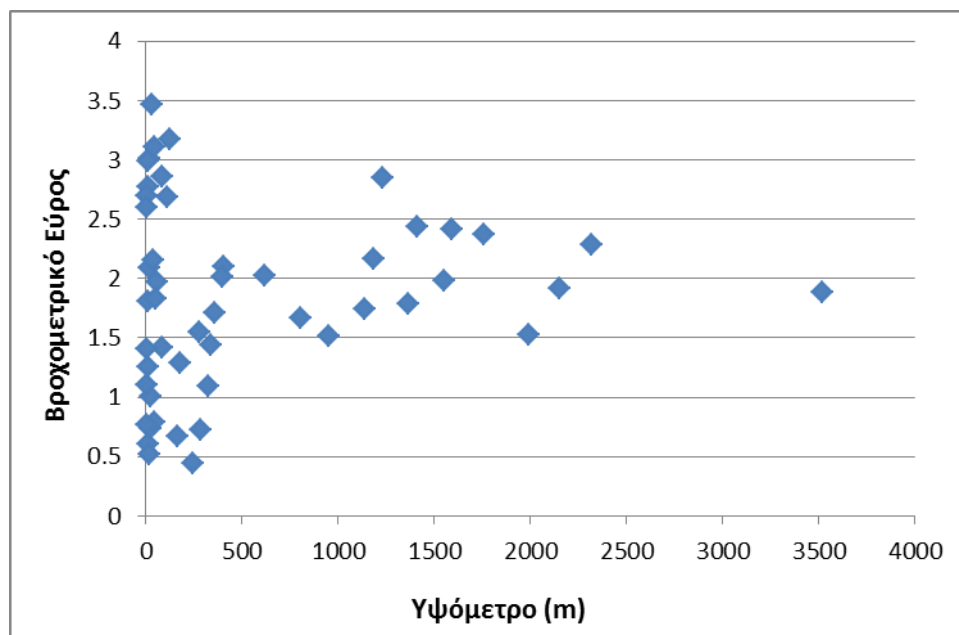


Σχήμα 3.62: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 30°-35° βόρεια.



Σχήμα 3.63: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχοπτώσεως σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 30° - 35° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Από την Αλγερία έως το Ιράν εμφανίζεται παρόμοια μεταβλητότητα των μηνιαίων βροχοπτώσεων μεταξύ των σταθμών. Προχωρώντας σε σταθμούς στην Κίνα ο συντελεστής συσχέτισης των μηνιαίων βροχοπτώσεων είναι αρκετά υψηλός ($\rho > 0.8$) γεγονός που υποδηλώνει μεγάλη εποχικότητα των συνολικών βροχοπτώσεων. Στη δυτική πλευρά της Αμερικής υπάρχει παρόμοια βροχομετρική μεταβλητότητα έως την περιοχή Carlsbad ενώ μειώνεται αρκετά περαιτέρω της ζώνης (Σχήμα 3.63).

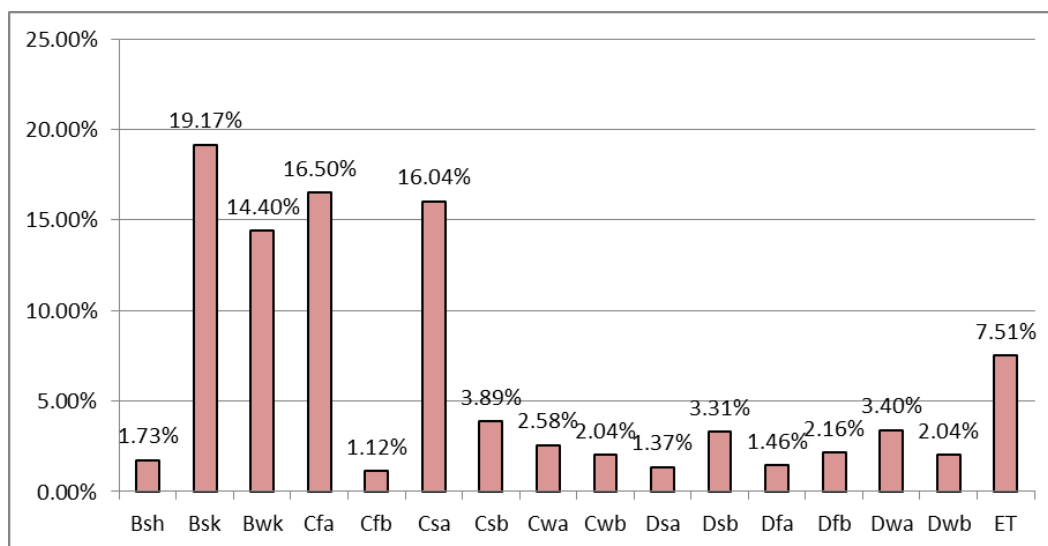


Σχήμα 3.64: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 30° - 35° βόρεια.

Δεν παρουσιάζεται κάποια συσχέτιση του βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 30°-35° βόρεια. Παρατηρείται πολύ έντονη μεταβλητότητα του εύρους στα χαμηλά υψόμετρα μέχρι τα 500 m περίπου και έκτοτε η μεταβλητότητα μειώνεται (Σχήμα 3.64).

(δ) Ζώνη 35° – 40° Βόρεια

Στη γεωγραφική ζώνη 35°-40° βόρεια εμφανίζεται πληθώρα κλιματικών τύπων Köppen με κυρίαρχους τους Β και C. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με το Σχήμα 3.65, βασικοί τύποι είναι οι Bsk, Cfa και Csa σε ποσοστά 19.17%, 16.50% και 16.04% αντίστοιχα. Ακολουθεί ο Bwk σε ποσοστό 14.40% και στο μισό περίπου ποσοστό 7.51% συναντάται ο ET. Έπονται οι εξής τύποι: ο Csb με 3.89%, Dwa με 3.40%, ο Dsb με 3.31%, ο Cwa με 2.58% που χαρακτηρίζεται από ξηρό χειμώνα και υγρό καλοκαίρι, ο Dfb με 2.16% και οι Cwb και Dwb σε ποσοστό 2.04% ο καθένας (Σχήμα 3.65). Τέλος σε ποσοστό μικρότερο του 2% παρατηρείται ο τύπος Bsh που αντιπροσωπεύει θερμό και ξηρό κλίμα, ο Dfa, ο Dsa που σχετίζεται με ξηρά, μεγάλα και θερμά καλοκαίρια και ο Cfb. Οι παραπάνω κλιματικοί τύποι εμφανίζονται στη δεδομένη ζώνη σε ποσοστό 98.72%.



Σχήμα 3.65: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 35°-40° Β.

Στη γεωγραφική ζώνη 35°-40° βόρεια, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.15 η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται στους 14.5°C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία αγγίζει τους 25.6 °C ενώ η αντίστοιχη ελάχιστη ισούται με 3.2°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος ανέρχεται στους 22.4°C με μέγιστη τιμή τους 35.6°C και ελάχιστη τους 8.3°C.

	mean	sd	max	min
T_{mean}	14.5	4.4	24.6	3.2
T_{max}	25.6	3.9	38.6	15.2
T_{min}	3.2	7.2	14.1	-9.9
$T_{\text{max}}-T_{\text{min}}$	22.4	6.3	35.6	8.3
Σ.Δ.	6.4	5.4	25.7	0.5

Πίνακας 3.15: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 35°–40° Β.

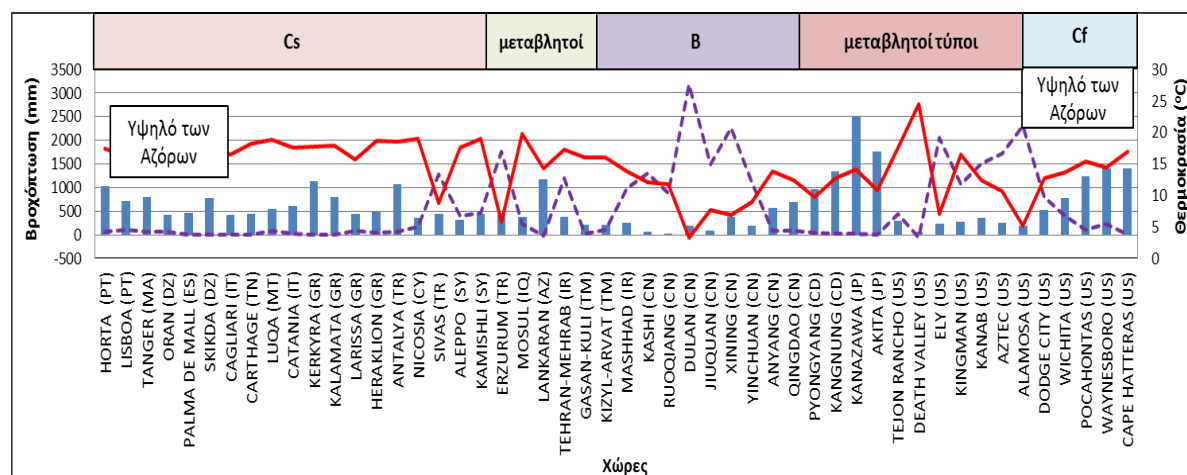
Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.16 ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης ισούται με 608.8 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται στα 2515.7 mm ενώ η αντίστοιχη ελάχιστη ισούται με 25.3 mm. Η μέση τιμή των μέγιστων βροχοπτώσεων ανέρχεται στα 100.2 mm ενώ των ελάχιστων ισούται με 16.1 mm. Το βροχομετρικό εύρος φθάνει τα 84.2 mm με μέγιστη τιμή τα 272.4 mm και ελάχιστη τα 7.6 mm.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	608.8	489.8	2515.7	25.3
P_{max}	100.2	74.9	328.0	8.1
P_{min}	16.1	30.1	144.1	0.0
$P_{\text{max}}-P_{\text{min}}$	84.2	63.8	272.4	7.6
Σ.Δ.	21.0	21.4	98.3	0.6

Πίνακας 3.16: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 35°–40° Β.

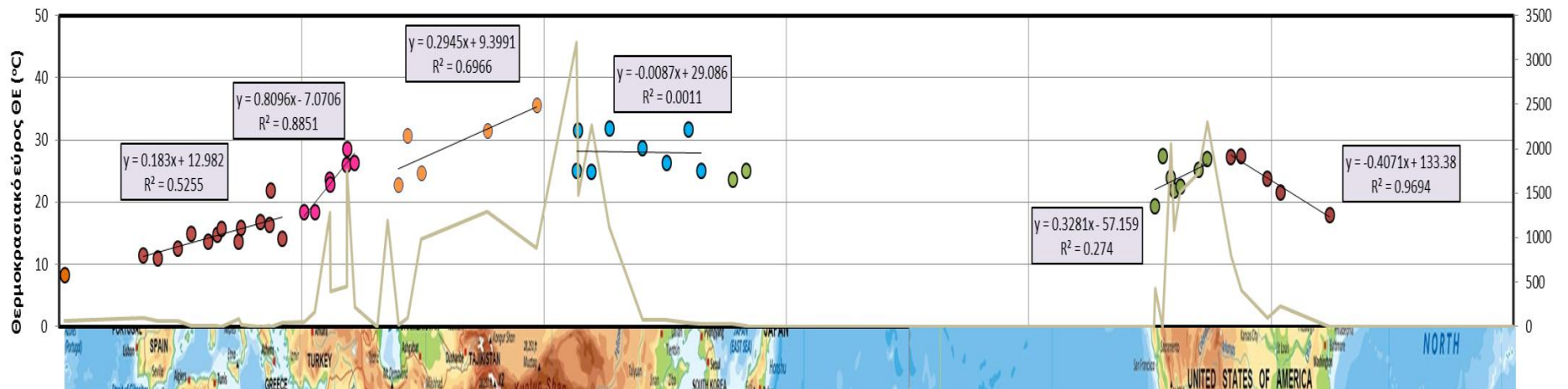
Σύμφωνα με το Σχήμα 3.66 στην Ευρώπη η διακύμανση της θερμοκρασίας σε αυτή τη ζώνη παρουσιάζεται σχετικά σταθερή και ανέρχεται στους 17.6°C με τη μέση συνολική βροχόπτωση να ισούται περίπου με 645 mm. Προχωρώντας στην Ασία η μέση θερμοκρασία παρουσιάζει μεγαλύτερες διακυμάνσεις και η μέση τιμή της δεν ξεπερνά τους 13.0°C. Η μέση συνολική βροχόπτωση φτάνει περίπου τα 602 mm ενώ μειώνεται αισθητά στην έρημο Τακλαμακάν στην Κίνα όπου μειώνεται σημαντικά και η θερμοκρασία καθώς πρόκειται για μια κρύα έρημο στη σκιά των Ιμαλαΐων. Όπως είναι αναμενόμενο στην περιοχή αυτή εμφανίζεται ο κλιματικός τύπος Β που χαρακτηρίζεται από μικρή βροχόπτωση με μεγάλη μεταβλητότητα. Η μέση θερμοκρασία στο δυτικό ημισφαίριο ανέρχεται στους 18.2°C και η συνολική βροχόπτωση στα 582 mm η οποία μειώνεται δραματικά μετά την Σιέρα Νεβάδα στην έρημο Μεγάλη Λεκάνη.

Ο τύπος ET εμφανίζεται σε περιοχές γύρω από τα Ιμαλάια όπου υπάρχουν γύρω στους 15000 μικρότερης ή μεγαλύτερης έκτασης παγετώνες και πιθανών να εντοπίζεται και σε κάποια σημεία της ψυχρής ερήμου Τακλαμακάν κοντά στα Ιμαλάια. Οι σταθμοί που επιλέχτηκαν στην ανάλυση μας δεν εμφανίζουν το τύπο ET.

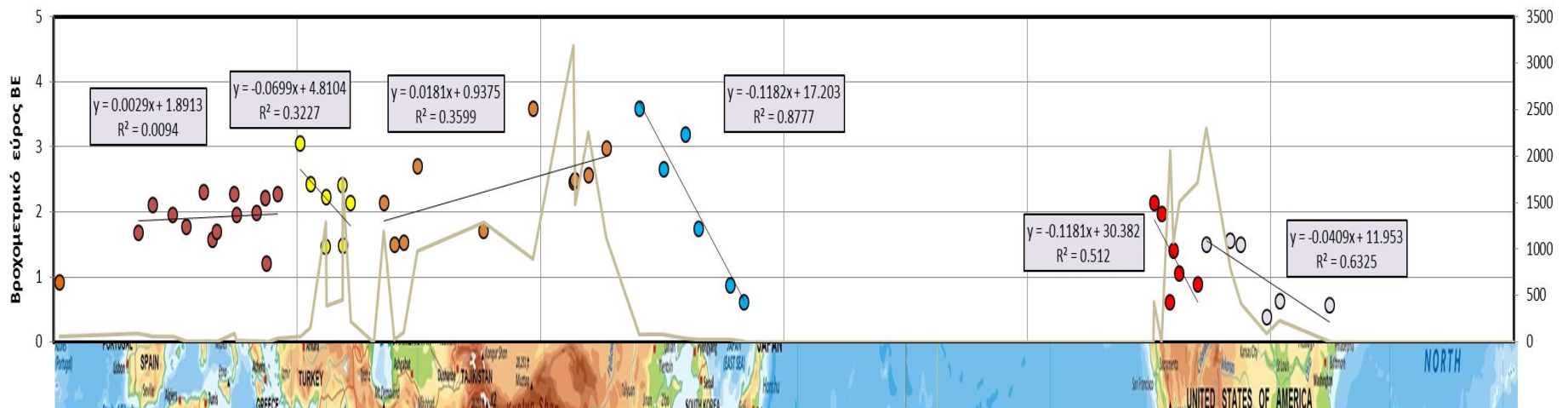


Σχήμα 3.66: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 35°-40° βόρεια.

Στη ζώνη 35°-40° βόρεια το θερμοκρασιακό εύρος παρουσιάζει σταθερά αύξουσα πορεία από την Ευρώπη έως την κεντρική Ασία. Από την Κίνα έως τα νησιά του Ειρηνικού Ωκεανού, το εύρος ακολουθεί σταθερή πορεία. Εν συνεχεία, το θερμοκρασιακό εύρος αυξάνεται από το δυτικό τμήμα των Η.Π.Α. μέχρι την ενδοχώρα και έκτοτε μειώνεται μέχρι τον Ατλαντικό Ωκεανό (Σχήμα 3.67).

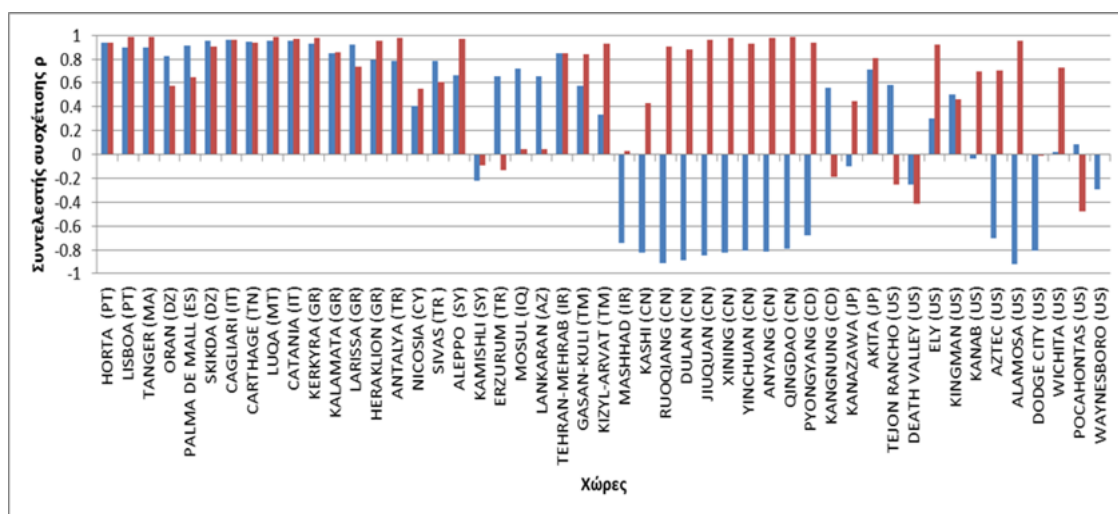


Σχήμα 3.67: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 35°-40° βόρεια.



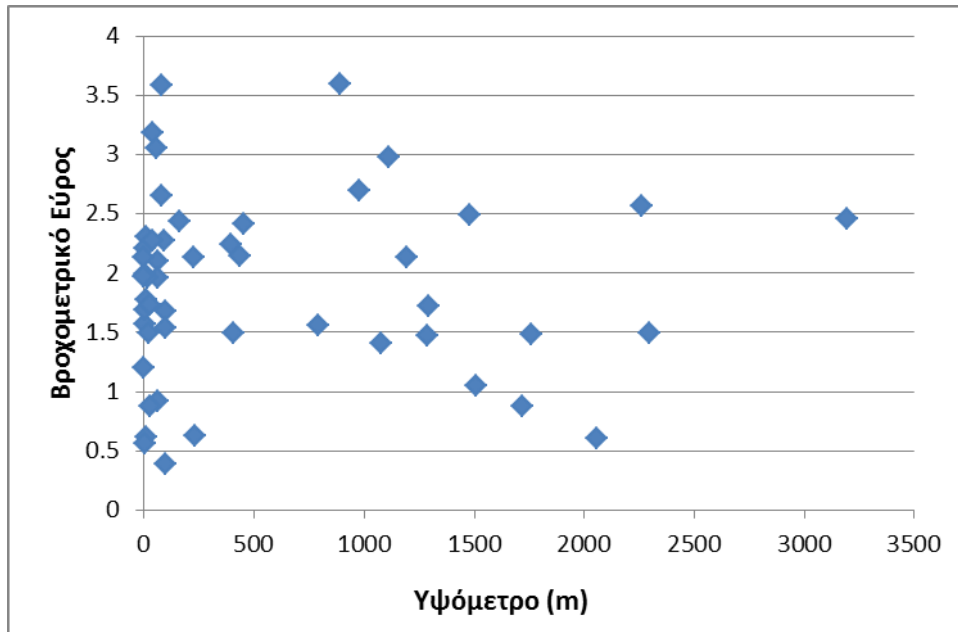
Σχήμα 3.68: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 35°-40° βόρεια.

Στην περιοχή της Ευρώπης στη ζώνη 35°-40° βόρεια το βροχομετρικό εύρος αυξομειώνεται και δεν προκύπτει κάποια συσχέτιση του εύρους μεταξύ των σταθμών. Προχωρώντας προς την ανατολική Ασία το εύρος παρουσιάζει μείωση μέχρι την Κασπία θάλασσα και έκτοτε αυξάνεται μέχρι την Κίνα. Από τη δυτική Κίνα μέχρι την Ιαπωνία το βροχομετρικό εύρος μειώνεται σημαντικά. Στις Η.Π.Α. το εύρος ακολουθεί φθίνουσα πορεία από δυτικά στα ανατολικά των Βραχώδων Όρων όπου αυξάνεται τοπικά για να μειωθεί ξανά μέχρι τον Ατλαντικό Ωκεανό (Σχήμα 3.68).



Σχήμα 3.69: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχοπτώσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 35°-40° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Από την Πορτογαλία έως το Ηράκλειο, οι σταθμοί παρουσιάζουν παρόμοια βροχομετρική εικόνα στην Ευρώπη ($\rho > 0.6$). Κατόπιν μέχρι την Κίνα οι συσχετίσεις μεταξύ των σταθμών είναι σχεδόν ανύπαρκτες με εξαίρεση περιοχές του Τουρκμενιστάν όπου $\rho > 0.8$. Οι περιοχές στην Κίνα παρουσιάζουν παρόμοια μηνιαία μεταβλητότητα ως προς τις βροχοπτώσεις ($\rho > 0.85$). Στη βόρεια Αμερική εμφανίζεται σημαντική συσχέτιση μεταξύ σταθμών της κεντρικής περιοχής (Σχήμα 3.69).



Σχήμα 3.70: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 35°-40° βόρεια.

Το βροχομετρικό εύρος εμφανίζεται ασυσχέτιστο με το υψόμετρο στη ζώνη 35°-40° βόρεια. Υπάρχει έντονη μεταβλητότητα του εύρους τόσο στα χαμηλά όσο και στα μεγαλύτερα υψόμετρα (Σχήμα 3.70).

3.4 Ζώνη 0° – 20° Βόρεια

3.4.1 Περιγραφή της ζώνης

Η ζώνη γεωγραφικού πλάτους 15° έως 20° βόρεια περιλαμβάνει τις εξής χώρες: Μαυριτανία, Μάλι, Νίγηρα, Τσαντ, Σουδάν, Ερυθραία, νότια Σαουδική Αραβία, Υεμένη νότιο Ομάν, Ινδία, νότιο Μιανμάρ, Λάος, Ταϊλάνδη, βόρειο Βιετνάμ, Φιλιππίνες, νότιο Μεξικό, Γουατεμάλα, Τζαμάικα, Αϊτή.

Η ζώνη 10° έως 15° βόρεια περιλαμβάνει τις ακόλουθες περιοχές: Σενεγάλη, Γκάμπια, Γουινέα, νοτιοδυτικό Μάλι, Μπουρκίνα Φάσο, βόρειο Μπενίν, νοτιοδυτικό Νίγηρα, βόρεια Νιγηρία, Τσαντ, Σουδάν, βόρεια Αιθιοπία, Τζιμπουτί, Υεμένη, νότια Ινδία, νότια Ταϊλάνδη, Καμπότζη, Βιετνάμ, νότιες Φιλιππίνες, Γουατεμάλα, Ελ Σαλβαδόρ, Ονδούρα, Νικαράγουα, βόρεια Κολομβία, βόρεια Βενεζουέλα.



Σχήμα 3.71: Κεντρική Αμερική και Καραϊβική.
(Πηγή: www.welt-atlas.de)

Η ζώνη γεωγραφικού πλάτους 5° έως 10° βόρεια περιλαμβάνει τις εξής χώρες: Σιέρα Λεόνε, νότια Γουινέα, Λιβερία, Ακτή Ελεφαντοστού, Γκάνα, Τόγκο, Μπενίν, Νιγηρία, Καμερούν, Κεντροαφρικανική Δημοκρατία, νότιο Τσαντ, νότιο Σουδάν, Αιθιοπία, Σομαλία, νότια Ινδία, Σρι Λάνκα, νότια Ταϊλάνδη, Παναμάς, Κολομβία, Βενεζουέλα, Γουιάνα.

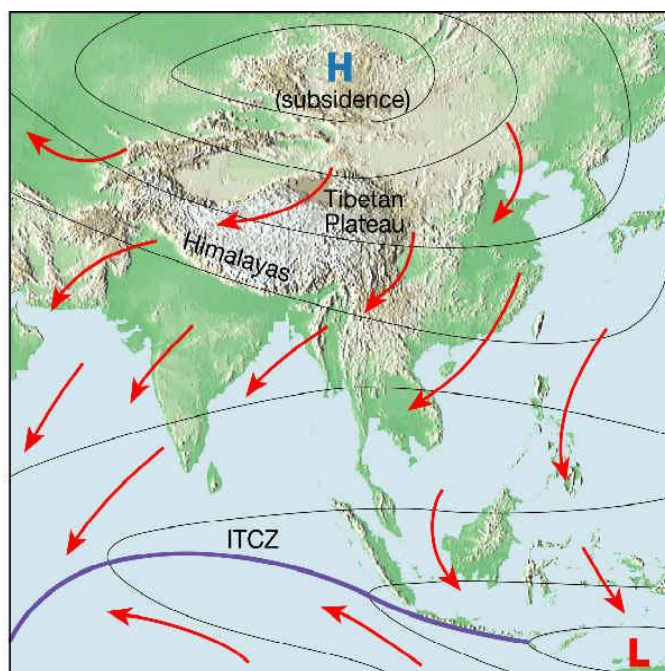
Η ζώνη 0° έως 5° βόρεια περιλαμβάνει τις ακόλουθες χώρες: νότια Λιβερία, νότια Ακτή Ελεφαντοστού, νότια Νιγηρία, Καμερούν, Ισημερινή Γουινέα, Βόρεια Γκαμπόν, νότια Κεντροαφρικανική Δημοκρατία, βόρειο Κονγκό, βόρεια Δημοκρατία του Κονγκό, Ουγκάντα, Κένυα, Σομαλία, Μαλαισία, δυτική Ινδονησία (Σουμάτρα), Ινδονησία, Κολομβία, Βενεζουέλα, βόρεια Βραζιλία, Γουιάνα, Σουρινάμ, Γαλλική Γουιάνα.

3.4.2 Γενικά κλιματικά χαρακτηριστικά

Το κλίμα στο μεγαλύτερο μέρος της Ινδίας και της Νοτιοανατολικής Ασίας καθορίζουν οι καλοκαιρινοί και χειμερινοί μουσώνες. Πρόκειται για ανέμους περιοχικής κυκλοφορίας των οποίων η διεύθυνση αλλάζει με την αλλαγή της εποχής από χειμώνα σε καλοκαίρι. Οι μουσώνες αναπτύσσονται σε αρκετές περιοχές της υδρογείου, αλλά οι περισσότερο γνωστοί είναι οι μουσώνες των Ινδιών.

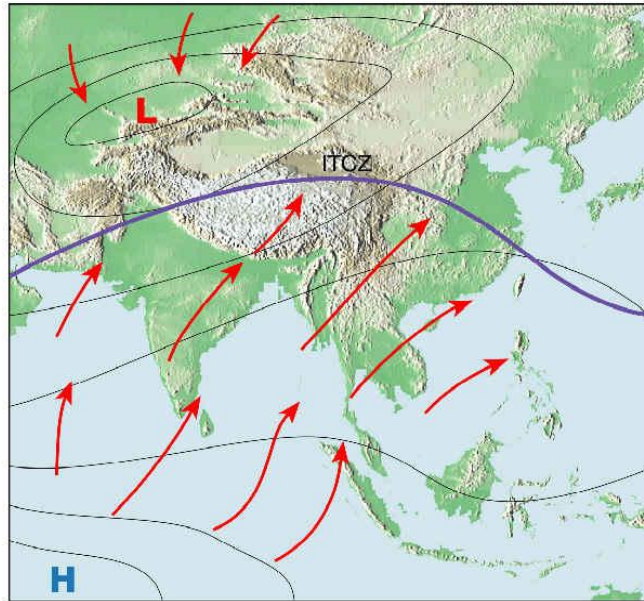
Οι ξηροί χειμερινοί μουσώνες του Ινδικού Ωκεανού, οι οποίοι διαρκούν από τον Οκτώβριο μέχρι τον Απρίλιο φυσούν από τα βορειοανατολικά και ξεκινούν πάνω από τη Μογγολία και τη βορειοδυτική Κίνα (Σχήμα 3.72). Τα Ιμαλάια βουνά εμποδίζουν μεγάλο μέρος του αέρα και της υγρασίας των μουσώνων να φτάσουν

στην ακτή καθώς επίσης αποτρέπουν μεγάλο μέρος του ψυχρού αέρα να φτάσει σε μέρη όπως η νότια Ινδία και η Σρι Λάνκα, διατηρώντας τα ζεστά όλο το χρόνο. Οι χειμερινοί μουσώνες σχετίζονται συχνά με την ξηρασία χωρίς όμως είναι όλοι οι χειμερινοί μουσώνες ξηροί. Σε αντίθεση με το δυτικό τμήμα της ΝΑ Ασίας, η ανατολική πλευρά, του Ειρηνικού Ωκεανού της ΝΑ Ασίας έχει βροχές το χειμώνα. Οι μουσώνες αυτοί φέρνουν υγρό αέρα από τη Θάλασσα της Νότιας Κίνας σε περιοχές όπως η Ινδονησία και η Μαλαισία.



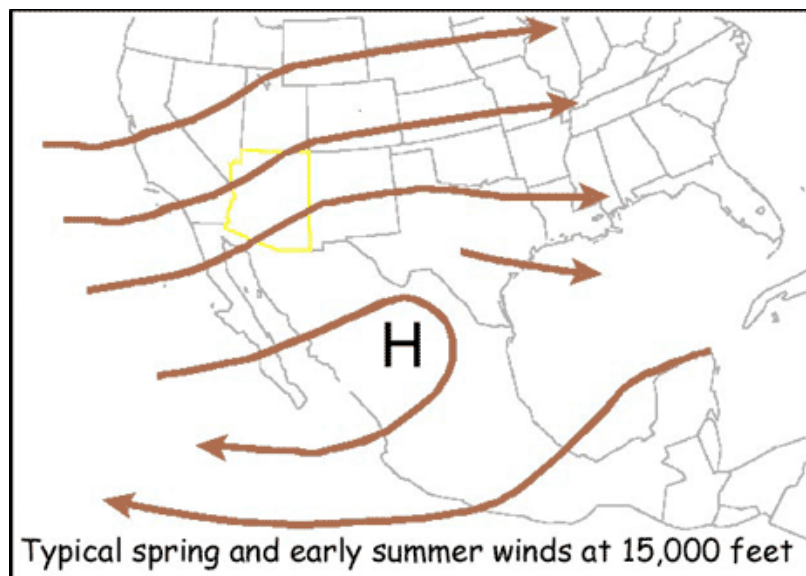
Σχήμα 3.72: Χειμερινοί μουσώνες στην Ασία
(Πηγή: www.geography.hunter.cuny.edu)

Οι καλοκαιρινοί μουσώνες μεταφέρουν υγρές αέριες μάζες από τον Ινδικό Ωκεανό προς τα ηπειρωτικά των Ινδιών, οι οποίες θερμαίνονται πάνω από τη ζεστή ξηρά, ανέρχονται, ψύχονται, συμπυκνώνουν και δημιουργούν σύννεφα κατακόρυφης ανάπτυξης με συνέπεια πολύ ισχυρές βροχές (Σχήμα 3.73). Από τον Ιούνιο μέχρι το Σεπτέμβριο δημιουργούν περίπου το 80% της συνολικής ετήσιας βροχόπτωσης πάνω από τις Ινδίες. Μετά από κάποιο υψόμετρο μέσα στην τροπόσφαιρα, οι αέριες μάζες έχουν ψυχράνει και αρχίζουν να κινούνται προς τον Ινδικό Ωκεανό συμπληρώνοντας έτσι την κυκλοφορία των θερμών μουσώνων.



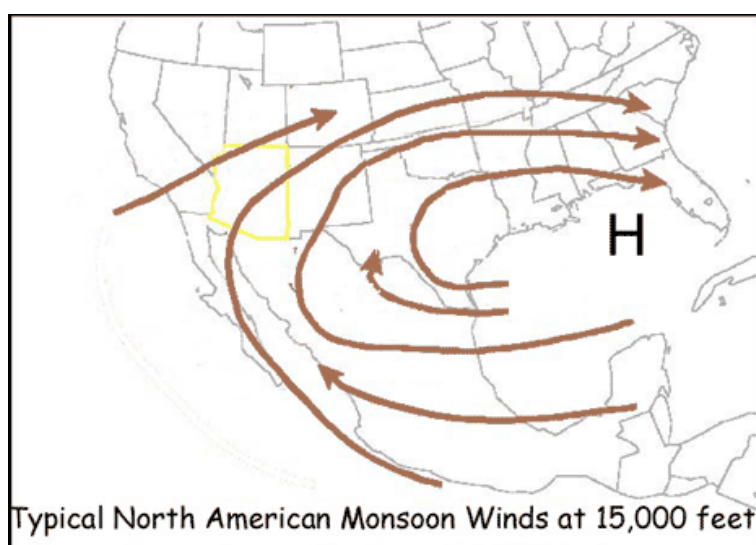
Σχήμα 3.73: Καλοκαιρινοί μουσώνες στην Ασία
(Πηγή: www.geography.hunter.cuny.edu)

Η ίδια ατμοσφαιρική διεργασία για τη δημιουργία χειμερινών και θερινών μουσώνων, συμβαίνει και σε άλλες μεγάλης έκτασης περιοχές, όπως για παράδειγμα, οι περιοχές της Δυτικής Αφρικής, Αυστραλίας, Νότιας Κίνας κλπ. Στις περιοχές αυτές επικρατούν εποχιακοί μουσώνες, αλλά με μικρότερης έντασης φαινόμενα. Οποσδήποτε για τη δημιουργία των μουσώνων παίζει ρόλο και η μετατόπιση της Ενδροτροπικής Ζώνης Σύγκλισης (ITCZ) από εποχή σε εποχή.



Σχήμα 3.74: Θερινοί μουσώνες στη Βόρεια Αμερική.
(Πηγή: prism.engineering.asu.edu)

Στην πλευρά της βόρειας Αμερικής ξεσπούν μουσώνες συνήθως στη μέση του καλοκαιριού (Σχήμα 3.74). Ζεστός, υγρός αέρα από τον Κόλπο της Καλιφόρνια φυσάει βορειοανατολικά, ενώ αντίστοιχα θερμός και υγρός άνεμος από τον Κόλπο του Μεξικού φυσάει βορειοδυτικά. Αυτοί οι δύο άνεμοι διασταυρώνονται πάνω από τα Sierra Madre Occidental βουνά στο κεντρικό Μεξικό. Ο μουσώνας προκαλεί υγρασία στο ορεινό οικοσύστημα πριν συνεχίσει βόρεια προς τη πολιτείες της Αριζόνα, του Νέου Μεξικού και του Τέξας (Chang et al, 2008).

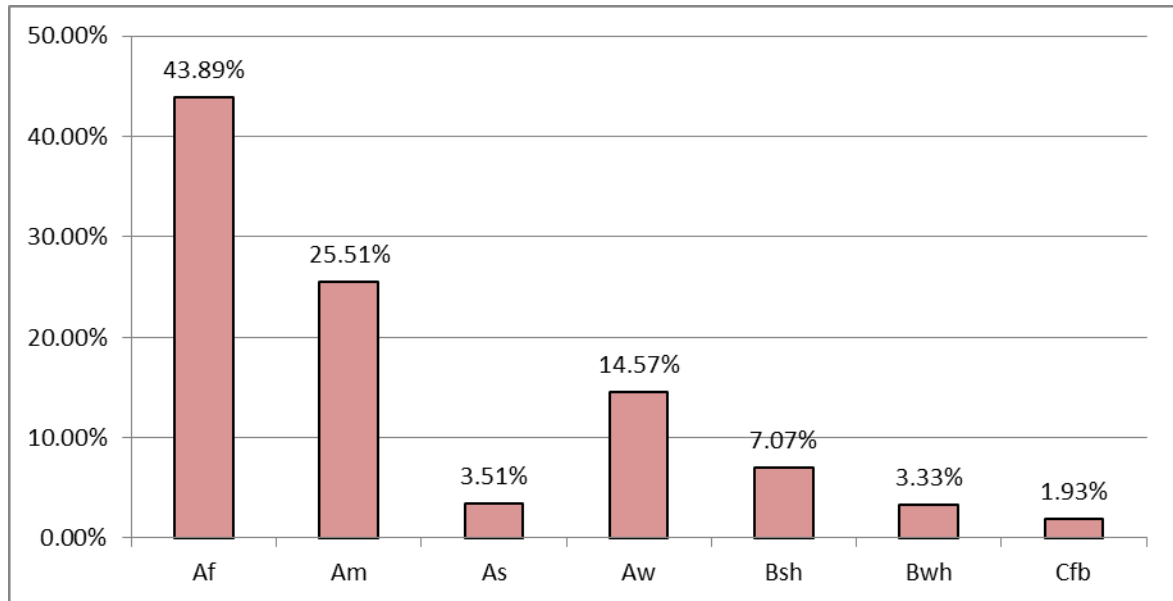


Σχήμα 3.75: Χειμερινοί μουσώνες στη Βόρεια Αμερική.
(πηγή: prism.engineering.asu.edu)

3.4.3 Αποτελέσματα

(α) Ζώνη $0^{\circ} - 5^{\circ}$ Βόρεια

Ο κυρίαρχος κλιματικός τύπος Köppen στη γεωγραφική ζώνη $5^{\circ}-10^{\circ}$ βόρεια είναι ο Af σε ποσοστό 43.89%. Άρα στη δεδομένη ζώνη δεν αναμένεται η εμφάνιση εποχής με τα χαρακτηριστικά του χειμώνα (Μπαλτάς, 2012). Ακολουθούν οι κλιματικοί τύποι Am, Aw και Bsh σε ποσοστά 25.51%, 14.57% και 7.07% αντίστοιχα (Σχήμα 3.76). Σε μικρότερο ποσοστό βρίσκονται οι τύποι As με 3.51%, Bwh με 3.33% και Cfb με 1.93%. Οι παραπάνω κλιματικοί τύποι εμφανίζονται στη ζώνη γεωγραφικού πλάτους $0^{\circ}-5^{\circ}$ σε ποσοστό 99.82%.



Σχήμα 3.76: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 0°–5°B.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.17 στη ζώνη γεωγραφικού πλάτους 0°–5° βόρεια, η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται στους 25.5°C. Ο μέσος όρος των μέγιστων θερμοκρασιών ισούται με 26.7°C ενώ η μέση τιμή των ελάχιστων φτάνει τους 24.4°C. Οι θερμοκρασίες παραμένουν σε σταθερά επίπεδα κατά τη διάρκεια του έτους και για το λόγο αυτό το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος ανέρχεται στους 2.3°C, με μέγιστη τιμή τους 4.2°C και ελάχιστη τιμή τον 1°C.

	mean	sd	max	min
T_{mean}	25.5	1.4	27.0	21.7
T_{max}	26.7	1.6	28.8	22.3
T_{min}	24.4	1.4	26.2	20.9
$T_{\text{max}}-T_{\text{min}}$	2.3	0.9	4.2	1.0
Σ.Δ.	0.0	0.0	0.1	0.0

Πίνακας 3.17: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 0°–5°B.

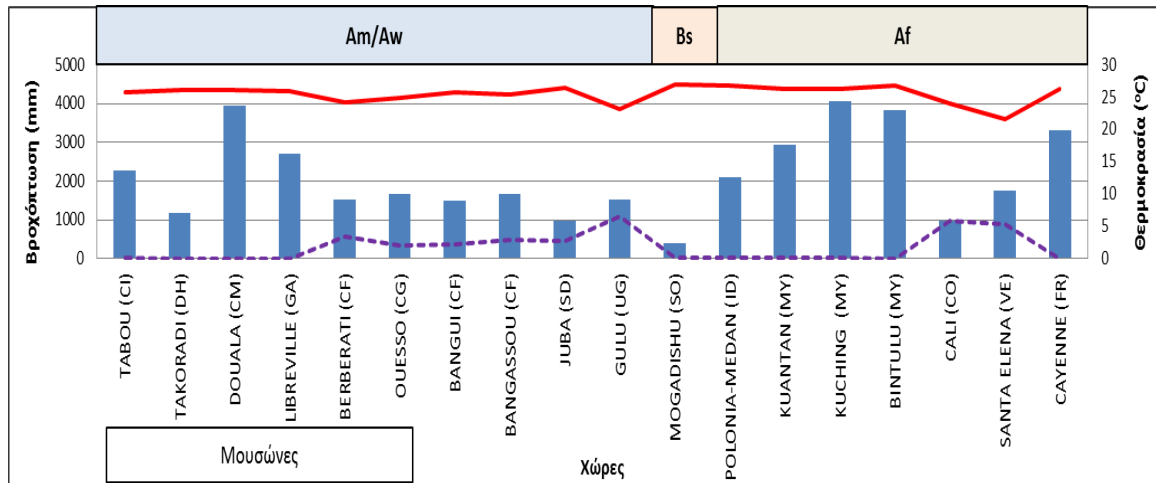
Στη ζώνη 0°–5° βόρεια η μέση ετήσια βροχόπτωση φθάνει τα 2137.1 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται σε περίπου 4079.7 mm και την ελάχιστη σε 408.7 mm. Η μέση μέγιστη βροχόπτωση ισούται με 350.4 mm και η ελάχιστη με 59.1 mm. Το βροχομετρικό εύρος φθάνει τα 291.3 mm με μέγιστη τιμή τα 664.4 mm και ελάχιστη τα 80.7 mm (Πίνακας 3.18).

	mean	sd	max	min
P_{sum}	2137.1	1101.1	4079.7	408.7
P_{max}	350.4	192.3	713.0	80.7
P_{min}	59.1	68.8	242.3	0.1
$P_{max}-P_{min}$	291.3	164.9	664.4	80.7
Σ.Δ.	56.8	43.1	184.4	14.2

Πίνακας 3.18: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 0°–5°B.

Στη γεωγραφική ζώνη 0°-5° βόρεια η μέση θερμοκρασία διατηρείται γενικά σε σταθερές τιμές. Οι σταθμοί καταγραφής της θερμοκρασίας και των κατακρημνίσεων για μετρήσεις πάνω από 50 έτη είναι μόλις 18 εκ των οποίων οι 11 βρίσκονται στην Αφρική. Η μέση θερμοκρασία της Αφρικής ανέρχεται στους 25.56°C με τη μέση συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται στα 1766 mm (Σχήμα 3.77).

Ο τύπος B εμφανίζεται συνήθως μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 15°-25°. Στη ζώνη 0°–5° βόρεια εμφανίζεται σε ποσοστό λίγο μεγαλύτερο από 10% στην ανατολική Αιθιοπία και κυρίως στην περιοχή της Σομαλίας (Σχήμα 3.76). Σε αντίθεση με τα κλίματα των περισσότερων χωρών που βρίσκονται σε παρόμοιο γεωγραφικό πλάτος, η Σομαλία μπορεί να χαρακτηριστεί ως ημίξηρη στα βορειοδυτικά και νότια και ως άγονη στις βορειοανατολικές και κεντρικές περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση δεν ξεπερνά τα 100 mm. Παρά το γεγονός ότι οι παράκτιες περιοχές είναι θερμές και υγρές όλο το χρόνο, η ενδοχώρα είναι συνήθως ιδιαίτερα ξηρή. Το γεγονός αυτό πιθανών να οφείλεται σε ιδιαίτερες τοπικές μικροκλιματικές συνθήκες της περιοχής (π.χ. ύπαρξη ερήμου) ή και στο γεγονός ότι η Σομαλία βρίσκεται στο ανατολικό άκρο της αφρικανικής ηπείρου και δε δέχεται τα αέρια ρεύματα τα οποία προέρχονται από τον Ατλαντικό Ωκεανό. Στην έρευνα μας έχει εντοπιστεί μόλις ένας τύπος Bs στην περιοχή Μογκαντίσου της Σομαλίας για τη ζώνη 0°-5° βόρεια.

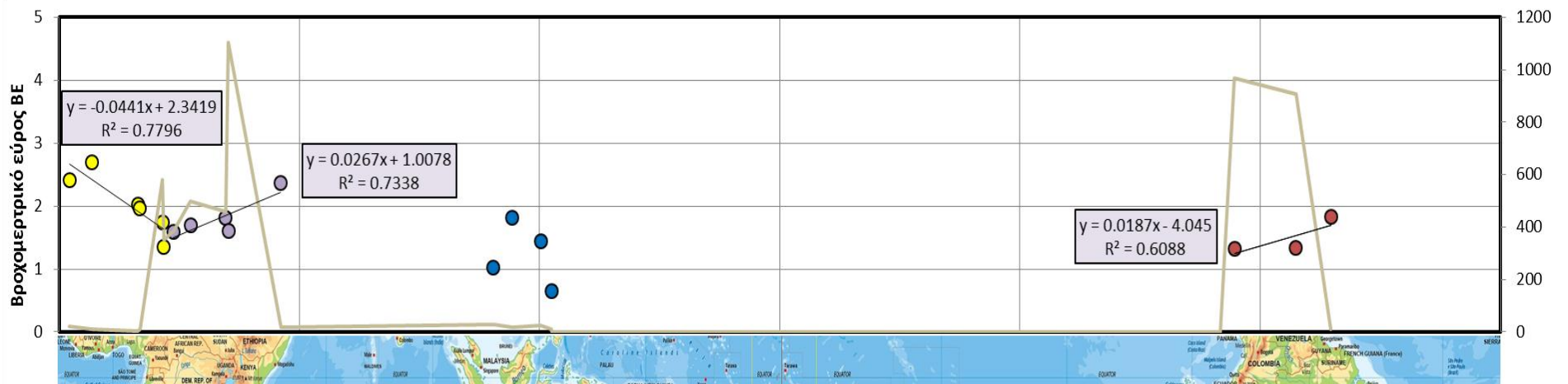


Σχήμα 3.77: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 0°-5° βόρεια.

Στη ζώνη γ. πλάτους 0°-5° βόρεια το θερμοκρασιακό εύρος κυμαίνεται σε πολύ χαμηλές τιμές όπως είναι αναμενόμενο εφόσον όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η μέση θερμοκρασία κατά μήκος της ζώνης δεν παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις (Σχήμα 3.78). Από την ανατολική μέχρι τη κεντρική Αφρική το εύρος μειώνεται με μέγιστη απόκλιση περίπου τους 1.5°C. Προχωρώντας στην αφρικανική ήπειρο το εύρος αυξομειώνεται χωρίς να υπάρχει κάποια συσχέτιση των σταθμών. Στη νότια Αμερική οι σταθμοί είναι μόλις τρεις και οι καταγραφές δείχνουν μια ανεπαίσθητη αύξηση του εύρους της τάξεως του 0.5°C.

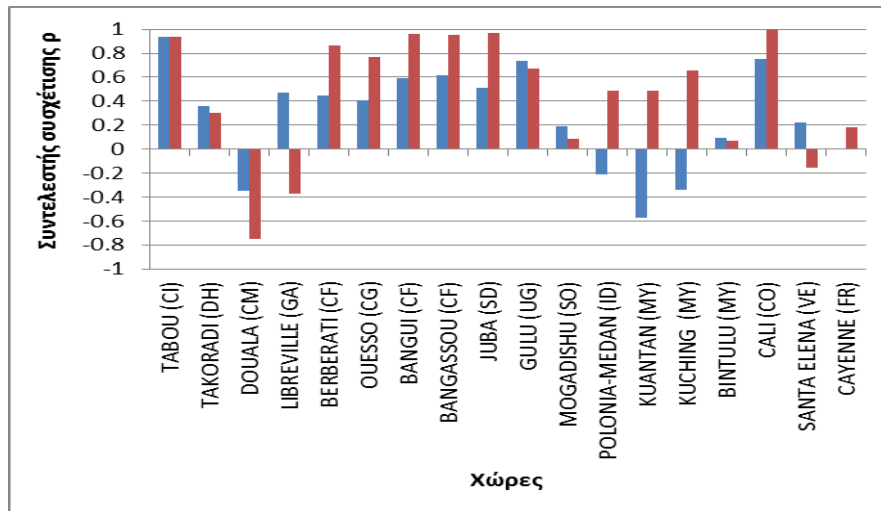


Σχήμα 3.78: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 0°-5° βόρεια.



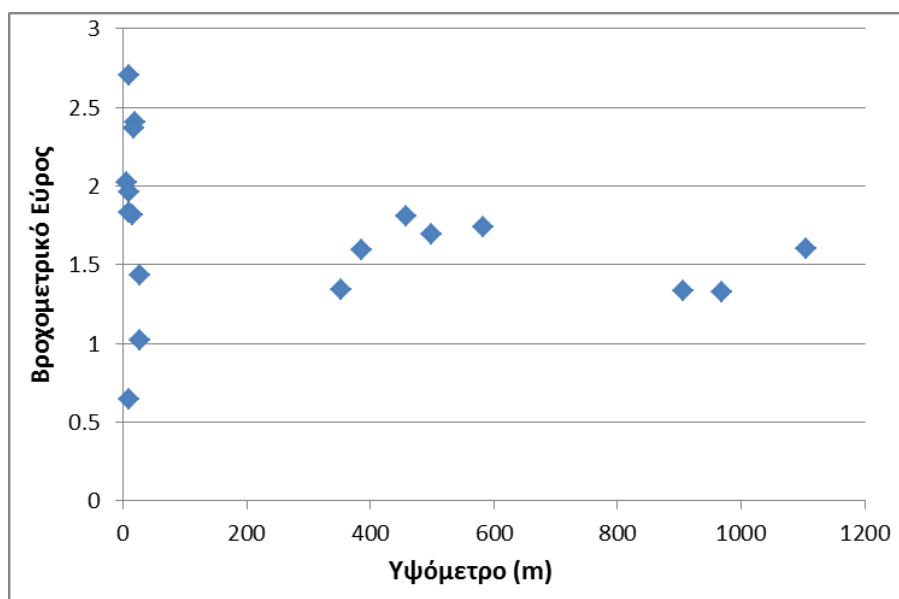
Σχήμα 3.79: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 0°-5° βόρεια

Κατά μήκος της Αφρικής το βροχομετρικό εύρος ακολουθεί φθίνουσα πορεία από τις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού μέχρι την ενδοχώρα με τους σταθμούς να παρουσιάζουν σημαντική συσχέτιση μεταξύ τους. Η υψηλή συσχέτιση συνεχίζεται και στους υπόλοιπους σταθμούς της Αφρικής μέχρι τον Ινδικό Ωκεανό όπου το εύρος στις περιοχές αυτές σταδιακά αυξάνεται. Κατά μήκος της Νότιας Αμερικής το βροχομετρικό εύρος αυξάνεται ελαφρώς από τα δυτικά προς τον Ατλαντικό Ωκεανό (Σχήμα 3.79).



Σχήμα 3.80: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχοπτώσεως σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 0° - 5° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Στη ζώνη 0° - 5° παρουσιάζεται παρόμοια μηνιαία μεταβλητότητα των σταθμών της κεντρικής Αφρικής ως προς τις μηνιαίες τιμές των βροχοπτώσεών τους (Σχήμα 3.80).

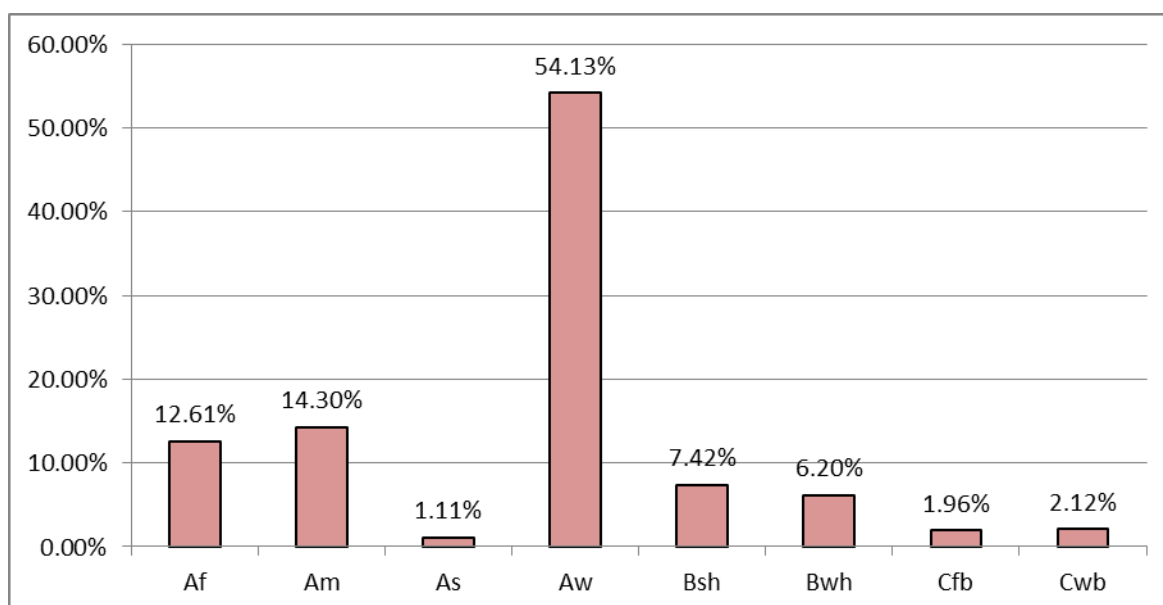


Σχήμα 3.81: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 0° - 5° βόρεια.

Το βροχομετρικό εύρος εμφανίζεται ασυσχέτιστο με το υψόμετρο στη ζώνη 0°-5° βόρεια καθώς το εύρος αυξομειώνεται στα πολύ χαμηλά υψόμετρα (< 30 m) και παρουσιάζει πιο σταθερή πορεία από τα 350-1150 m (Σχήμα 3.81).

(β) Ζώνη 5° – 10° Βόρεια

Στη ζώνη γεωγραφικού πλάτους 5°-10° βόρεια κυριαρχεί σε ποσοστό 54.13% ο κλιματικός τύπος Aw. Σε πολύ μικρότερα ποσοστά ακολουθούν οι τύποι Am με 14.30%, Af με 12.61%, Bsh με 7.42%, και Bwh με 6.20%. Στα μικρότερα ποσοστά εμφανίζονται οι τύποι Cwb ,Cfb και As με ποσοστά 2.12%, 1.96% και 1.11% αντίστοιχα (Σχήμα 3.82). Οι κλιματικοί αυτοί τύποι εμφανίζονται στη δεδομένη ζώνη σε ποσοστό 99.84%.



Σχήμα 3.82: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 5°–10°B.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.19 μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται στους 25.8°C. Ο μέσος όρος των μέγιστων θερμοκρασιών ισούται με 27.4°C ενώ ο μέσος όρος των ελάχιστων φτάνει τους 24.4°C. Οι θερμοκρασίες στη ζώνη αυτή δε μεταβάλλονται ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του έτους. Ως εκ τούτου το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι αρκετά χαμηλό στους 3.0°C, με μέγιστη τιμή τους 6.6°C και σχεδόν μηδενική ελάχιστη τιμή τους 0.4°C.

	mean	sd	max	min
T_{mean}	25.8	2.9	28.0	15.2
T_{max}	27.4	3.1	32.0	16.6
T_{min}	24.4	3.0	27.2	14.1
$T_{\text{max}}-T_{\text{min}}$	3.0	1.7	6.6	0.4
Σ.Δ.	0.0	0.0	0.2	0.0

Πίνακας 3.19: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 5°–10°B.

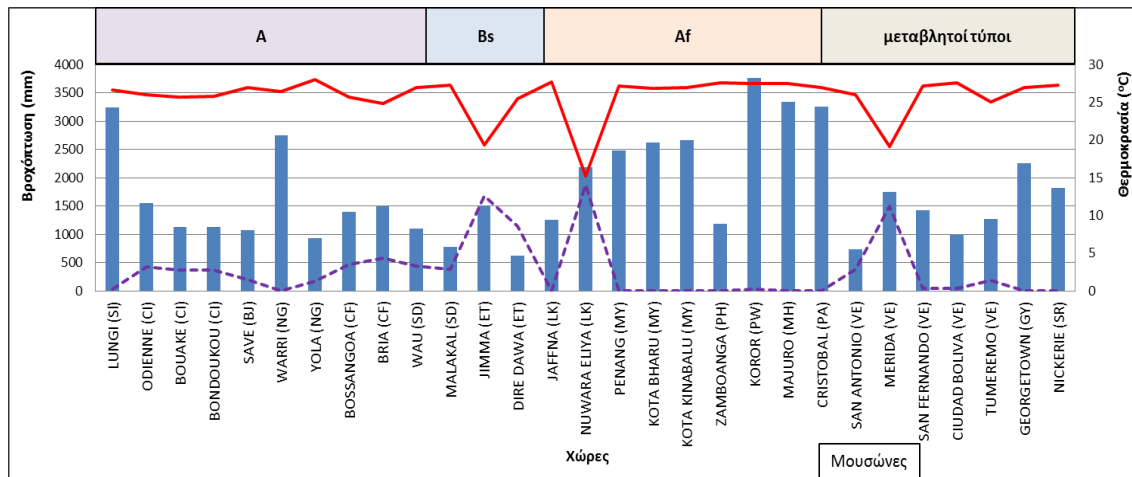
Εφόσον στη ζώνη αυτή επικρατεί ο τύπος Α, το ετήσιο ύψος βροχής είναι μεγάλο και υπερβαίνει την ετήσια εξάτμιση (Μπαλτάς, 2012). Συγκεκριμένα με βάση τον Πίνακα 3.20 ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης ισούται με 1783.9 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται σε περίπου 3760 mm ενώ η αντίστοιχη ελάχιστη κυμαίνεται γύρω στα 630.0 mm. Ο μέσος όρος των μέγιστων βροχοπτώσεων ανέρχεται στα 305.7 mm ενώ των ελάχιστων στα 38.4 mm. Το βροχομετρικό εύρος ισούται με 267.3 mm, με μέγιστη τιμή τα 802.7 mm και ελάχιστη τα 82.5 mm.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	1783.9	885.2	3759.3	628.0
P_{max}	305.7	161.6	806.5	109.6
P_{min}	38.4	49.2	197.1	0.0
$P_{\text{max}}-P_{\text{min}}$	267.3	157.7	802.7	82.5
Σ.Δ.	68.3	64.4	329.8	11.4

Πίνακας 3.20: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 5°–10°B.

Στη συγκεκριμένη ζώνη συλλέχθηκαν μετρήσεις από σταθμούς κυρίως της Αφρικής και της Νότιας Αμερικής. Συγκεκριμένα η μέση θερμοκρασία στην αφρικανική ήπειρο ανέρχεται περίπου στους 25.0°C και η μέση συνολική βροχόπτωση φτάνει τα 1400 mm. Προχωρώντας προς την Ασία υπάρχουν σταθμοί σε νησιά όπως η Σρι Λάνκα τα οποία πλήττονται από μουσώνες. Στη νότια Αμερική η μέση θερμοκρασία φτάνει τους 26.0°C και η μέση συνολική βροχόπτωση τα 1700 mm (Σχήμα 3.83).

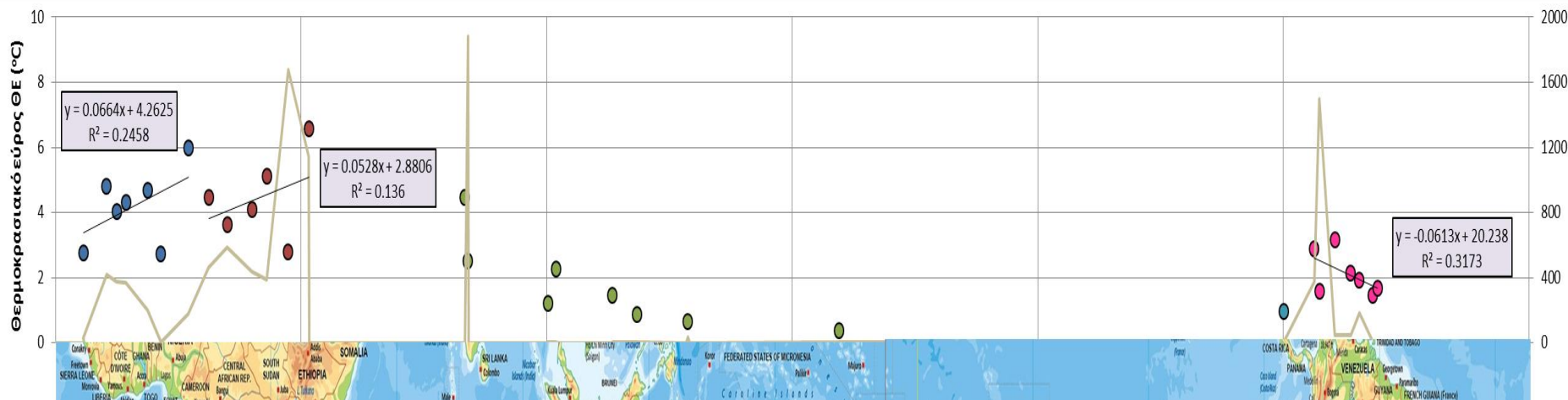
Όπως και στην προηγούμενη ζώνη, στη ζώνη 5°-10° βόρεια εμφανίζεται ο κλιματικός τύπος Β σε ποσοστό γύρω στο 13.5% στην ανατολική Αιθιοπία και τη Σομαλία Αφρική (Σχήμα 3.82). Στην ανάλυση εντοπίστηκαν τρεις σταθμοί με κλιματικούς τύπους Bs στη Σομαλία και την Αιθιοπία για τη ζώνη 5°-10° βόρεια.



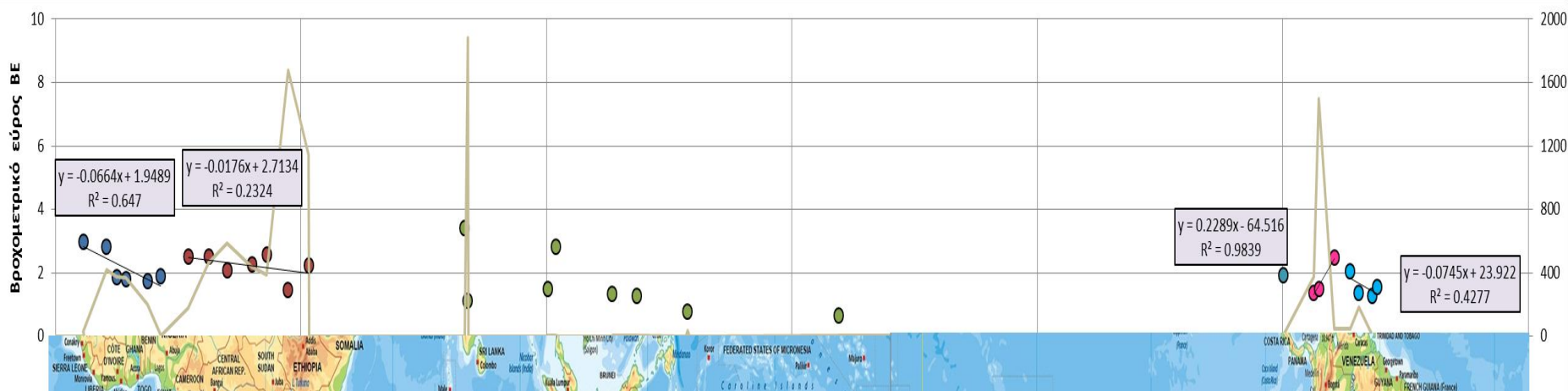
Σχήμα 3.83: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 5°-10° βόρεια.

Στην αφρικανική ήπειρο το θερμοκρασιακό εύρος παρουσιάζει μια μεταβαλλόμενη εικόνα καθώς αυξομειώνεται συνεχώς με αποτέλεσμα οι σταθμοί να είναι ασυσχέτιστοι μεταξύ τους (Σχήμα 3.84). Στη νότια Αμερική το θερμοκρασιακό εύρος παρουσιάζει μια φθίνουσα πορεία από τη δυτική πλευρά στην ανατολική χωρίς όμως την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για τη συσχέτιση των σταθμών.

Από την ανατολική έως την κεντρική Αφρική το βροχομετρικό εύρος ακολουθεί φθίνουσα πορεία με σημαντική συσχέτιση των σταθμών. Προχωρώντας προς την κεντρική Αφρική το εύρος μειώνεται ελαφρώς ενώ στη δυτική πλευρά της νότιας Αμερικής το βροχομετρικό εύρος αυξάνεται με υψηλή συσχέτιση των περιοχών και από την ενδοχώρα μέχρις τις ακτές του Ατλαντικού μειώνεται (Σχήμα 3.85).

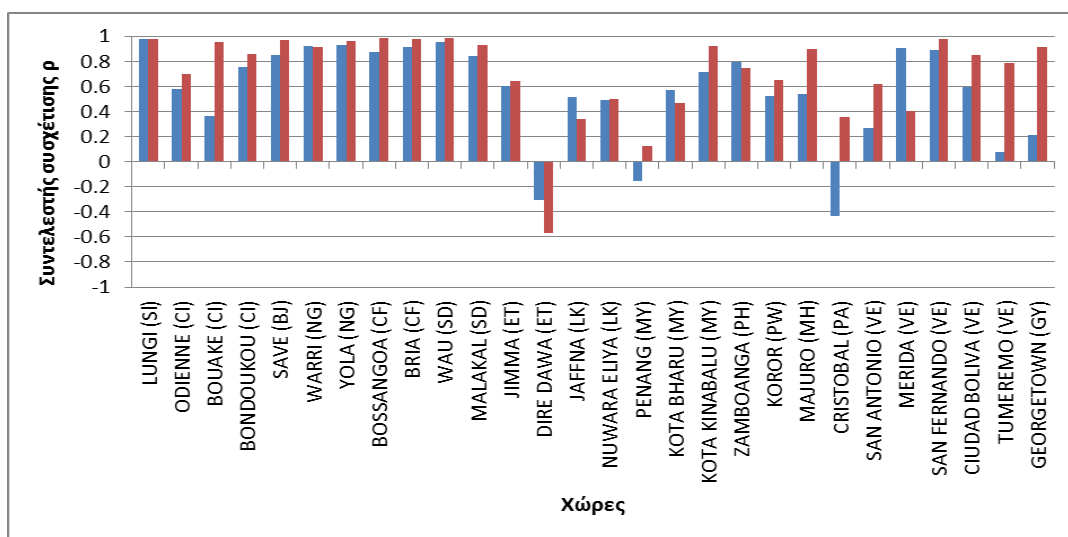


Σχήμα 3.84: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 5°-10° βόρεια.

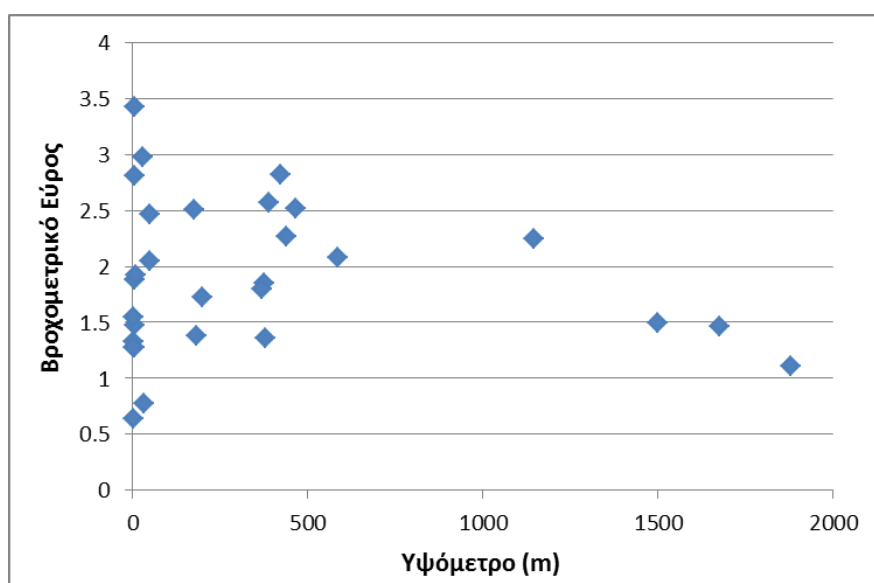


Σχήμα 3.85: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 5°-10° βόρεια.

Σύμφωνα με το Σχήμα 3.86 στην Αφρική, από την Ακτή Ελεφαντοστού έως το Σουδάν οι σταθμοί παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά ως προς τις μηνιαίες βροχοπτώσεις. Από την Αιθιοπία μέχρι τα νησιά Μάρσαλ στον Ειρηνικό Ωκεανό, δε σημειώνεται συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών ενώ η ίδια εικόνα παρουσιάζεται και σε σταθμούς της δυτικής Βενεζουέλας στη νότια Αμερική. Τέσσερις σταθμοί στην ανατολική νότια Αμερική από τη κεντρική Βενεζουέλα έως τον Ατλαντικό εμφανίζουν μεγάλη εποχικότητα ως προς τις μηνιαίες βροχοπτώσεις τους ($\rho > 0.8$).



Σχήμα 3.86: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχοπτώσεως σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 5° - 10° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

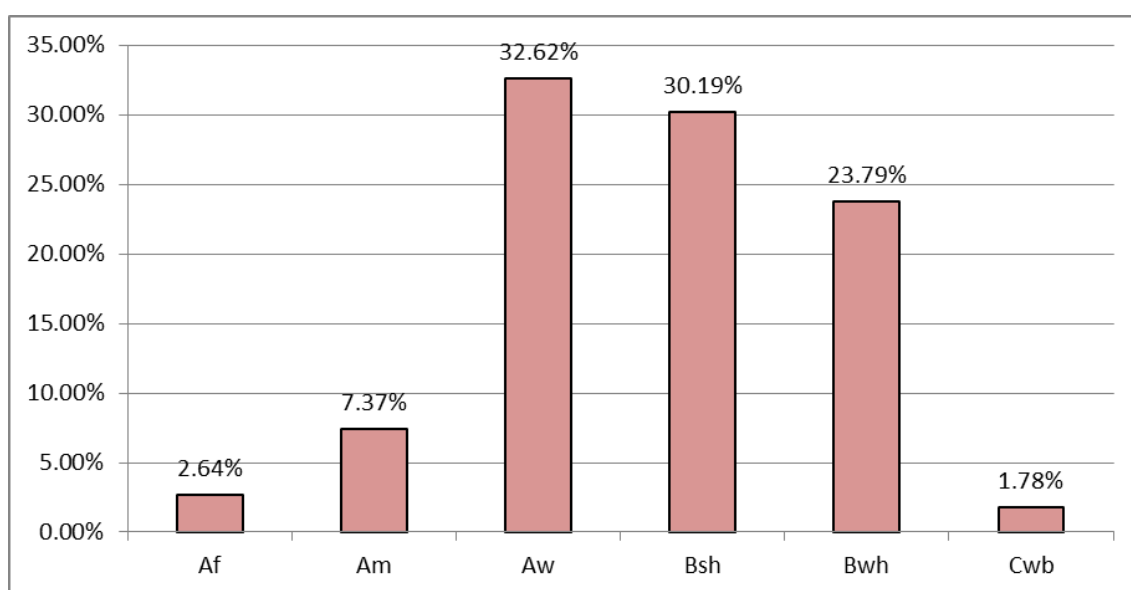


Σχήμα 3.87: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 5° - 10° βόρεια.

Το βροχομετρικό εύρος αυξομειώνεται σε συνάρτηση με το υψόμετρο στη ζώνη 5°-10° βόρεια. Δεν παρουσιάζεται η κάποια συσχέτιση μεταξύ των δύο συνιστωσών στη συγκεκριμένη ζώνη (Σχήμα 3.87).

(γ) Ζώνη 10° – 15° Βόρεια

Στη γεωγραφική ζώνη 10°-15° βόρεια εντοπίζονται 6 κλιματικοί τύποι Köppen. Σύμφωνα με το Σχήμα 3.88, στα μεγαλύτερα ποσοστά 32.62%, 30.19% και 23.79% εμφανίζονται οι τύποι Aw, Bsh και Bwh αντίστοιχα. Σε ποσοστό μικρότερο του 10% βρίσκονται οι Am με 7.37%, Af με 2.64% και Cwb με 1.78% (Σχήμα 3.88). Οι κλιματικοί τύποι αντιπροσωπεύουν τη ζώνη 10°-15° βόρεια σε ποσοστό 98.39%.



Σχήμα 3.88: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 10°–15°B.

Με βάση τον Πίνακα 3.21 στη γεωγραφική ζώνη 10°-15° βόρεια, η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται στους 27.0°C. Ο μέσος όρος των μέγιστων θερμοκρασιών ισούται με 30.2°C ενώ ο μέσος όρος των ελάχιστων φτάνει τους 23.9°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος έχει χαμηλή τιμή ίση με 6.3°C, με μέγιστη τιμή τους 11.9°C και ελάχιστη τους 1.9°C.

	mean	sd	max	min
T _{mean}	27.0	2.1	29.5	20.1
T _{max}	30.2	3.1	35.4	22.7
T _{min}	23.9	2.4	27.2	17.9
T _{max} -T _{min}	6.3	3.4	11.9	1.9
Σ.Δ.	0.2	0.2	0.6	0.0

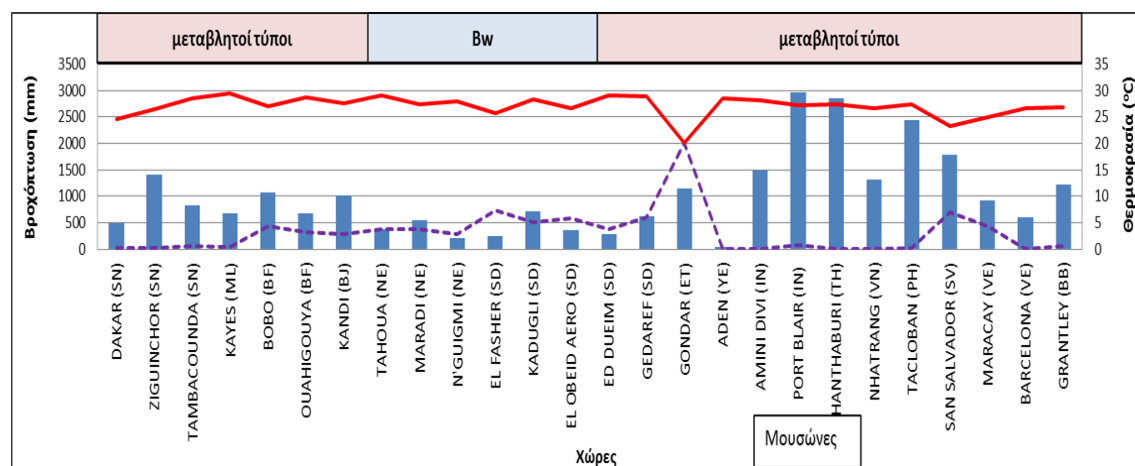
Πίνακας 3.21: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 10°–15°B.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.22 ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης ισούται με 1012.1 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται σε περίπου 2971.7 mm ενώ η αντίστοιχη ελάχιστη κυμαίνεται στα 34.7 mm. Η μέση μέγιστη βροχόπτωση ανέρχεται περίπου στα 241.0 mm και η ελάχιστη μέση φτάνει τα 8.82 mm. Το βροχομετρικό εύρος ισούται με 232.2 mm με μέγιστη τιμή τα 486.7 mm και ελάχιστη τα 7.3 mm.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	1012.1	777.3	2971.7	34.7
P_{max}	241.0	126.5	497.8	8.1
P_{min}	8.8	25.2	125.7	0.0
$P_{max}-P_{min}$	232.2	122.9	486.7	7.3
Σ.Δ.	95.8	52.1	247.0	1.7

Πίνακας 3.22: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 10°–15°B.

Στη δεδομένη γεωγραφική ζώνη οι περισσότεροι σταθμοί καταγραφής των βασικών μετεωρολογικών δεδομένων θερμοκρασίας και κατακρημνίσεων βρίσκονται στην Αφρική. Η μέση θερμοκρασία διατηρείται σταθερή περίπου στους 27.0°C ενώ σημειώνεται μια μικρή πτώση στην περιοχή Γκοντάρ στην Αιθιοπία. Η συνολική βροχόπτωση κυμαίνεται σε πολύ χαμηλές τιμές στην κεντρική Αφρική ενώ αυξάνεται στην περιοχή της Ινδίας πλησιάζοντας τα 3000 mm υπό μουσωνικό καθεστώς (Σχήμα 3.89).

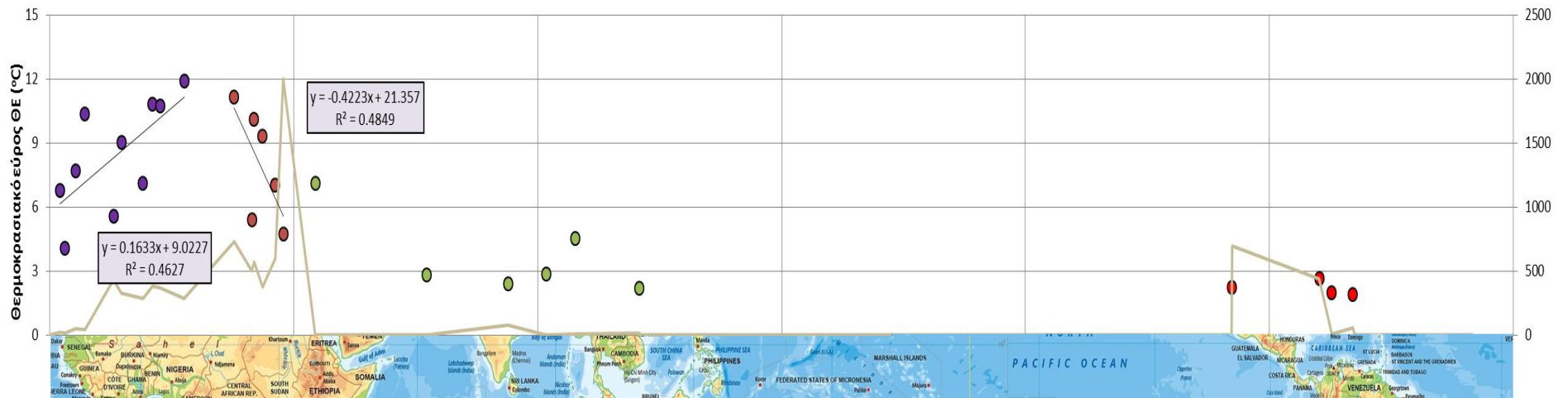


Σχήμα 3.89: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 10°-15° βόρεια.

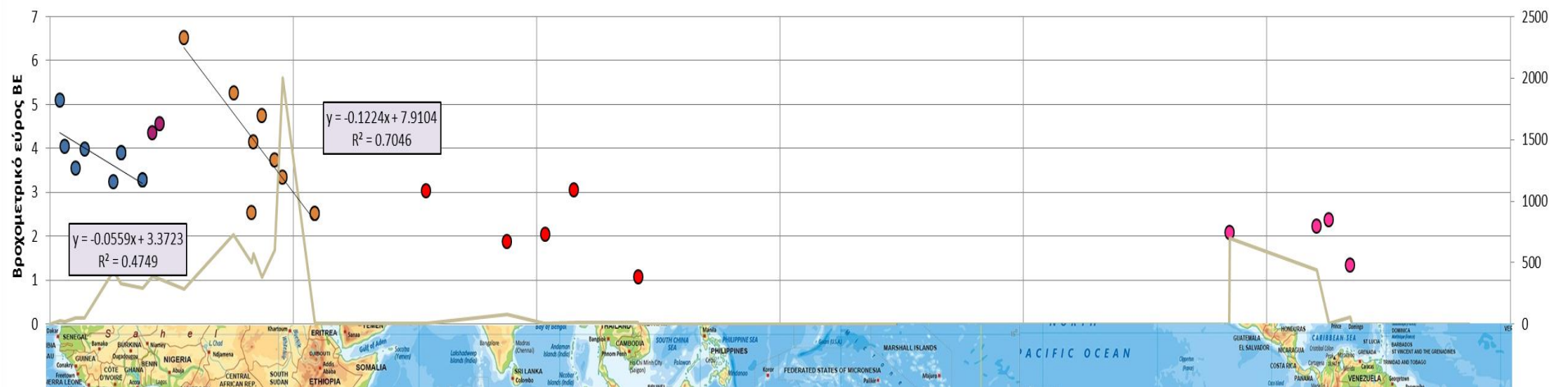
Στην ανατολική Αφρική, το θερμοκρασιακό εύρος αυξάνεται από τις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού προς το κέντρο της ηπείρου (Σχήμα 3.90). Προχωρώντας από

την ενδοχώρα έως την Κόκκινη Θάλασσα της Σαουδικής Αραβίας το εύρος μειώνεται. Οι σταθμοί στην Κεντρική Αμερική είναι μόλις τέσσερις με το θερμοκρασιακό εύρος να κυμαίνεται στα ίδια περίπου επίπεδα.

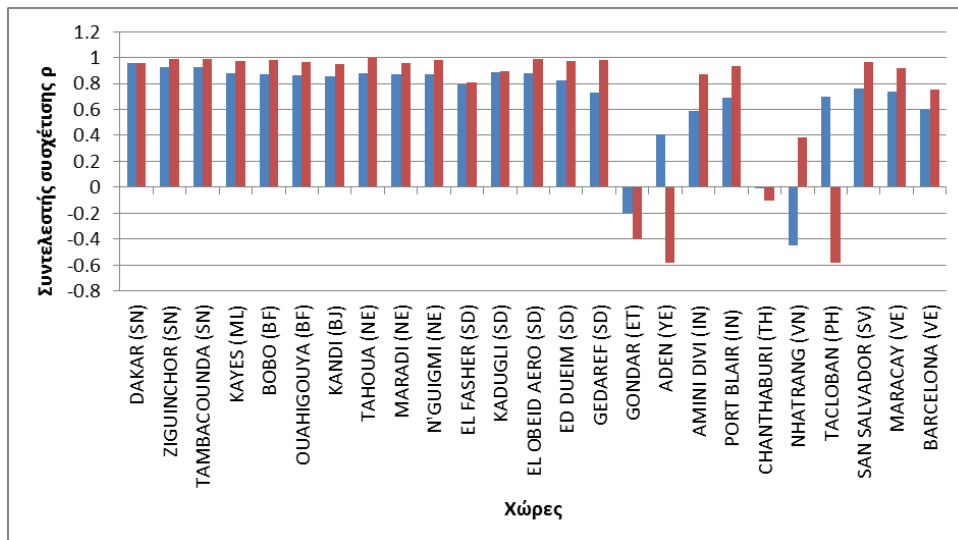
Στην ανατολική πλευρά της αφρικανικής ηπείρου το βροχομετρικό εύρος μειώνεται από τον Ατλαντικό Ωκεανό προχωρώντας προς το κέντρο της ηπείρου όπου αυξάνεται και έκτοτε μειώνεται ξανά με σημαντική συσχέτιση των σταθμών. Στην κεντρική Αμερική οι τιμές του βροχομετρικού εύρους δεν ακολουθούν συγκεκριμένη πορεία και είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους (Σχήμα 3.91).



Σχήμα 3.90: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 10°-15° βόρεια.

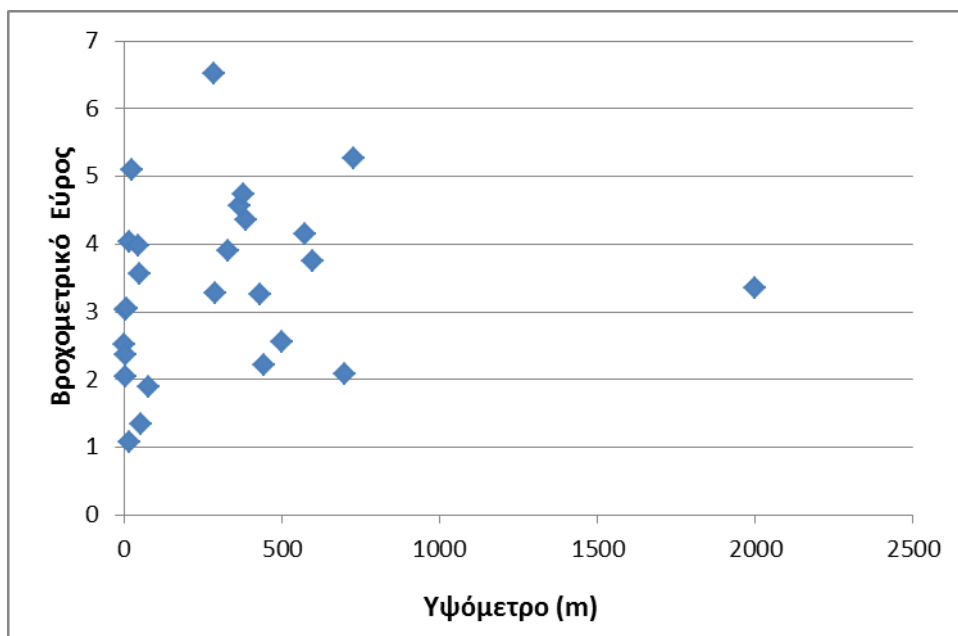


Σχήμα 3.91: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 10°-15° βόρεια.



Σχήμα 3.92: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχοπτώσεως σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 10°-15° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Στη ζώνη 10°-15° βόρεια οι σταθμοί από τη δυτική Αφρική έως το Σουδάν παρουσιάζουν παρόμοια μηνιαία μεταβλητότητα ως προς τις βροχοπτώσεις με πολύ υψηλό συντελεστή συσχέτισης ($\rho > 0.8$). Στην Αμερική οι σταθμοί δεν εμφανίζουν κάποια συσχέτιση ως προς τις μηνιαίες βροχοπτώσεις (Σχήμα 3.92).

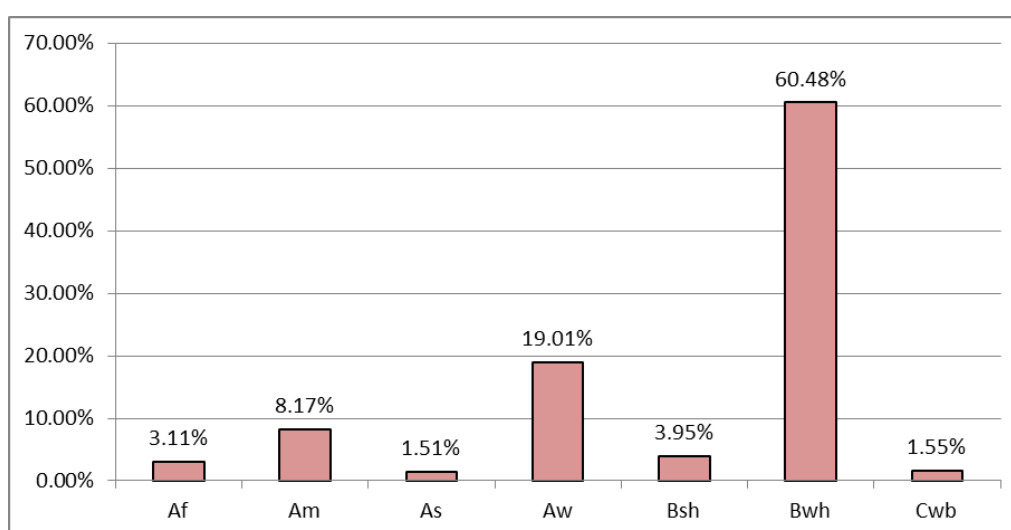


Σχήμα 3.93: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 10°-15° βόρεια.

Το βροχομετρικό εύρος παρουσιάζει έντονη μεταβλητότητα σε σχέση με το υψόμετρο στη ζώνη 10°-15° βόρεια. Δεν σημειώνεται κάποια συσχέτιση μεταξύ του εύρους και του υψομέτρου στη συγκεκριμένη ζώνη (Σχήμα 3.93).

(δ) Ζώνη 15° – 20° Βόρεια

Στη γεωγραφική ζώνη 15°-20° βόρεια μειώνεται η ποικιλία των κλιματικών τύπων Köppen σε σχέση με τις προηγούμενες ζώνες. Συνεχίζει να επικρατεί ο κλιματικός τύπος Bwh σε ποσοστό 60.48% και ακολουθεί σε ποσοστό 19.01% ο Aw που αντιπροσωπεύει υγρό και ξηρό κλίμα. Σε ποσοστό 8.17% βρίσκεται ο Am που αφορά τροπικό μουσωνικό κλίμα και έπεται ο Bsh με 3.95% και Af με 3.11% ο οποίος χαρακτηρίζεται από υγρό και τροπικό κλίμα. Τέλος εμφανίζονται οι τύποι Cwb με 1.55% και As με 1.51% (Σχήμα 3.94). Οι παραπάνω κλιματικοί τύποι εμφανίζονται στη συγκεκριμένη γεωγραφική ζώνη σε ποσοστό 97.78%.



Σχήμα 3.94: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 15°–20°B.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.23 στη ζώνη γεωγραφικού πλάτους 15°-20° βόρεια, η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται στους 26.0°C. Ο μέσος όρος των μέγιστων θερμοκρασιών ισούται με 29.16°C, ενώ ο μέσος όρος των ελάχιστων ισούται με 22.0°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος ανέρχεται στους 7.2°C, με μέγιστη τιμή τους 16.8°C και ελάχιστη τους 2.7°C.

	mean	sd	max	min
T _{mean}	26.0	3.1	29.9	16.4
T _{max}	29.2	4.0	35.6	18.9
T _{min}	22.0	3.2	25.9	13.0
T _{max} -T _{min}	7.2	4.1	16.8	2.7
Σ.Δ.	0.3	0.4	1.6	0.0

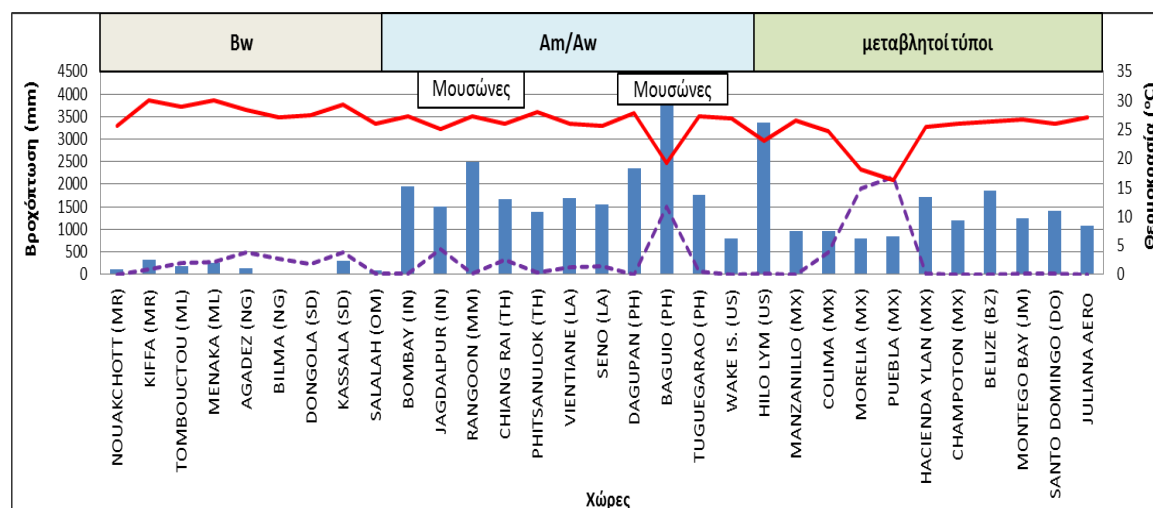
Πίνακας 3.23: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 15°–20°B.

Ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης, με βάση τον Πίνακα 3.24 ισούται με 1220.4 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται σε περίπου 3828.9 mm και την αντίστοιχη ελάχιστη να ισούται μόλις με 14.8 mm. Η μέση μέγιστη βροχόπτωση φθάνει τα 254.7 mm και η ελάχιστη τα 16.50 mm. Το βροχομετρικό εύρος ισούται με 238.2 mm με μέγιστη τιμή τα 875.8 mm και ελάχιστη τα 8.2 mm.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	1220.4	957.3	3828.9	14.8
P_{max}	254.7	201.4	892.4	8.2
P_{min}	16.5	33.9	179.3	0.0
$P_{max}-P_{min}$	238.2	200.5	875.8	8.2
Σ.Δ.	90.7	88.4	352.8	4.7

Πίνακας 3.24: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 15°–20°B.

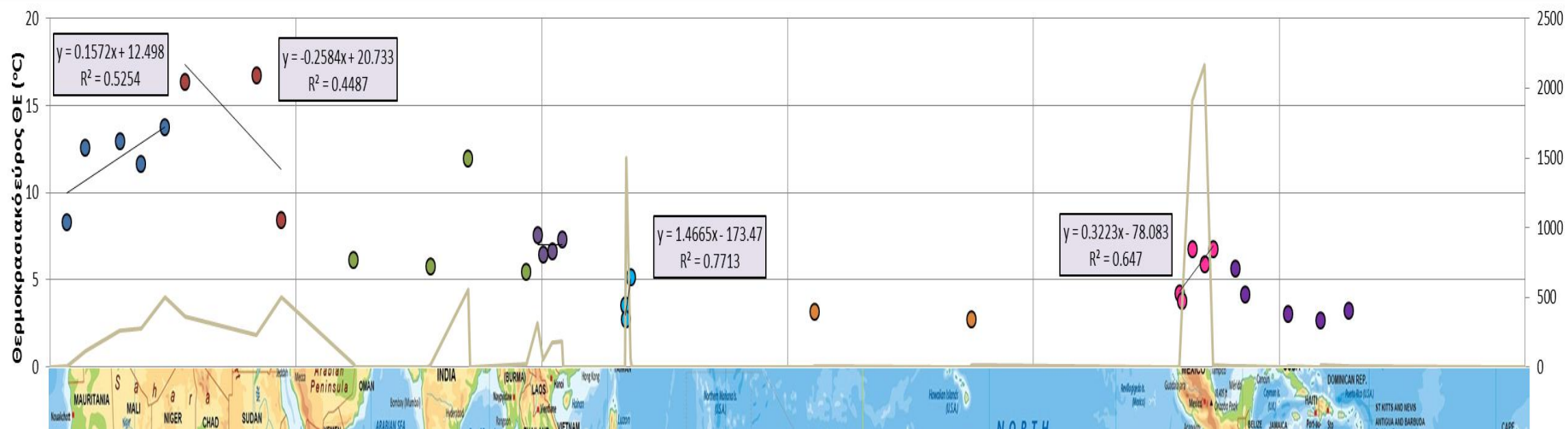
Σύμφωνα με το Σχήμα 3.95, στην Αφρική και τη Σουηδική Αραβία ο μέσος όρος των θερμοκρασιών για μετρήσεις άνω των 50 ετών ανέρχεται στους 28.10°C και η μέση συνολική βροχόπτωση λόγω της ερήμου Σαχάρα και της αντίστοιχης αραβικής ισούται με 157 mm. Στους ακόλουθους σταθμούς μετεωρολογικής καταγραφής ενώ η θερμοκρασία παραμένει στις ίδιες τιμές οι βροχοπτώσεις αυξάνονται σε περιοχές όπως η Ινδία και η Σρι Λάνκα όπου συναντώνται εποχικοί μουσώνες. Στην περιοχή του Μεξικού παρατηρείται ότι τόσο η θερμοκρασία όσο και η συνολική βροχόπτωση ακολουθούν φθίνουσα πορεία σε σχέση με το ανατολικό ημισφαίριο.



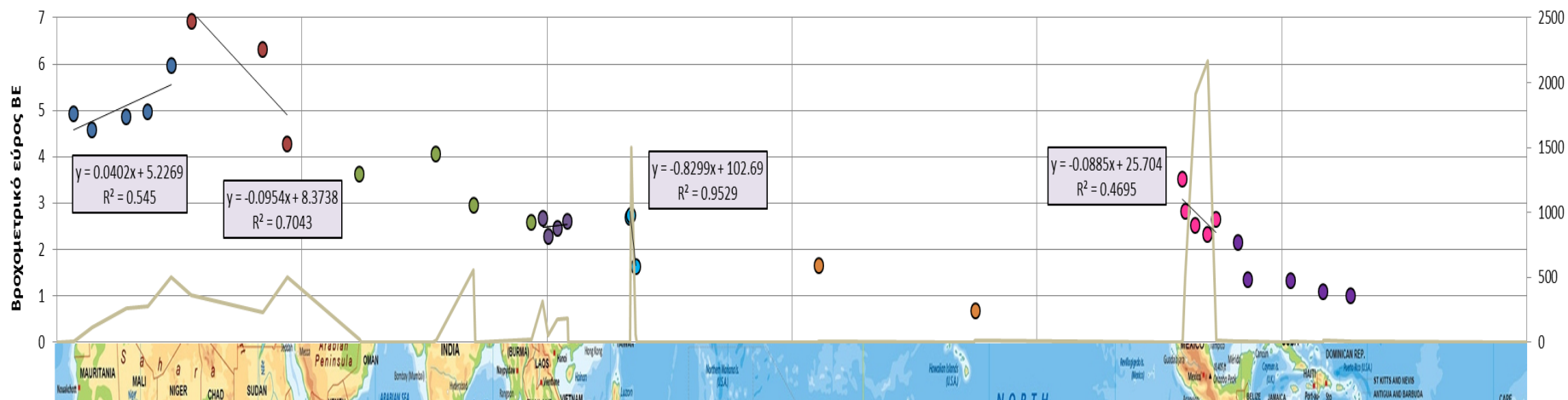
Σχήμα 3.95: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 15°-20° βόρεια.

Στη ζώνη 15°-20° βόρεια το θερμοκρασιακό εύρος λαμβάνει υψηλότερες τιμές σε σχέση με τις προηγούμενες στις 0°-20° βόρεια. Στην ανατολική Αφρική σημειώνεται αύξηση μέχρι την κεντρική Σαχάρα και κατόπιν μείωση του εύρους μέχρι τη Σαουδική Αραβία. Ωστόσο οι σταθμοί είναι λίγοι και δε μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τη μεταξύ τους συσχέτιση ως προς το θερμοκρασιακό εύρος. Στην Ασία οι περιοχές στις οποίες έχουν καταγραφεί τιμές θερμοκρασίες διακόπτονται από θάλασσα οπότε είναι ανέφικτη η οποιαδήποτε συσχέτιση. Στην περιοχή των Φιλιππίνων το θερμοκρασιακό εύρος αυξάνεται από το ανατολικό άκρο στο δυτικό. Στο Μεξικό, στη βόρεια Αμερική, το θερμοκρασιακό εύρος ακολουθεί αύξουσα διαδρομή από τα δυτικά στα ανατολικά της ηπείρου (Σχήμα 3.96).

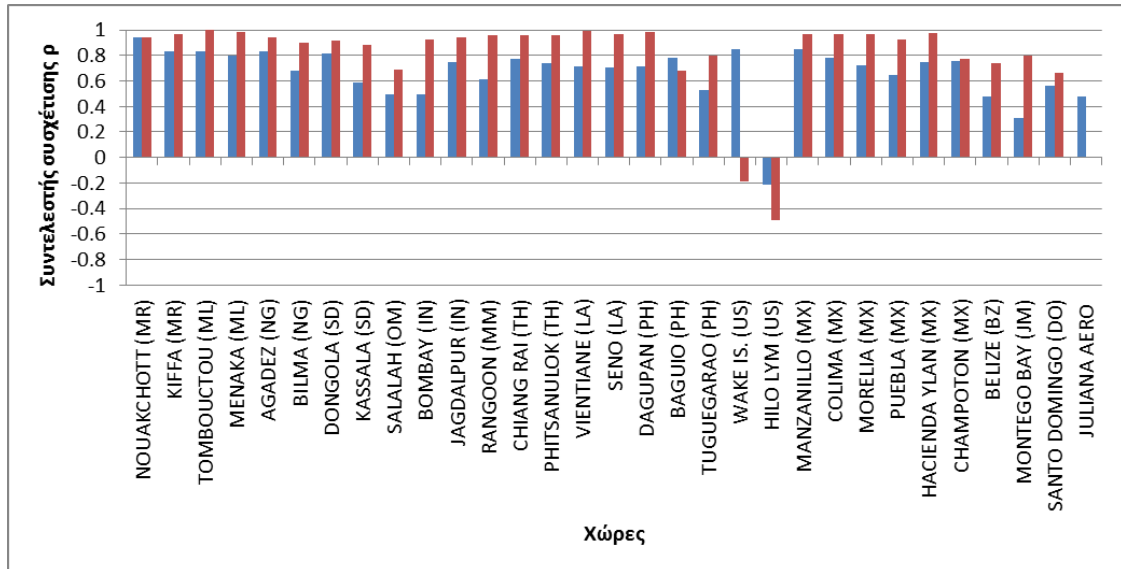
Το βροχομετρικό εύρος παρουσιάζει αύξουσα πορεία στην ανατολική Σαχάρα μέχρι την κεντρική όπου αρχίζει και φθίνει μέχρι το δυτικό άκρο της Αφρικής. Στην Ασία οι περιοχές στις οποίες έχουν καταγραφεί βροχοπτώσεις διακόπτονται από θάλασσα οπότε είναι ανέφικτη η οποιαδήποτε συσχέτιση των σταθμών της Ασίας ως προς το βροχομετρικό εύρος. Στο Μεξικό το εύρος φθίνει από τις ακτές του Ειρηνικού προχωρώντας προς τον Ατλαντικό Ωκεανό (Σχήμα 3.97).



Σχήμα 3.96: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 15°-20° βόρεια.

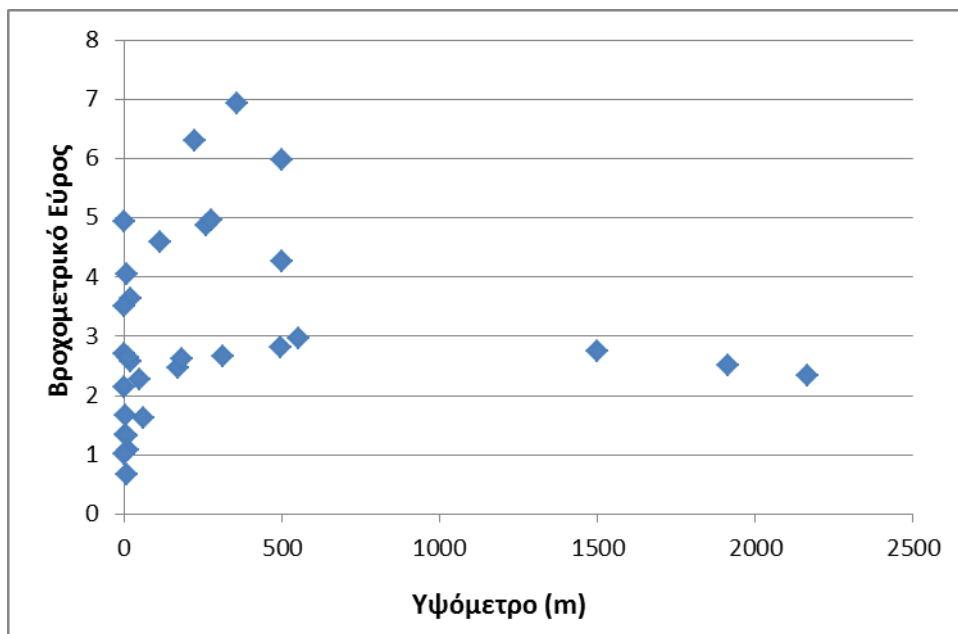


Σχήμα 3.97: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 15°-20° βόρεια.



Σχήμα 3.98: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχόπτωσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 15°-20° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Στη ζώνη 15°-20° βόρεια όλοι οι σταθμοί παρουσιάζουν παρόμοια εικόνα προς τις μηνιαίες βροχοπτώσεις τους από τη δυτική Αφρική έως τις Φιλιππίνες ($\rho > 0.8$ και σε 2 σταθμούς $\rho > 0.6$). Η ίδια εικόνα συνεχίζεται στην Κεντρική Αμερική με εξαίρεση δύο σταθμούς στη δυτική Αμερική οι οποίοι φαίνονται τελείως ασυσχέτιστοι μεταξύ τους (Σχήμα 3.98).



Σχήμα 3.99: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 15°-20° βόρεια.

Στη δεδομένη ζώνη το βροχομετρικό εύρος παρουσιάζει έντονη μεταβλητότητα στα χαμηλότερα υψόμετρα μέχρι περίπου τα 500 m. Δεν παρατηρείται κάποια συσχέτιση μεταξύ του εύρους και του υψομέτρου (Σχήμα 3.99).

3.5 Ζώνες 10° – 15°, 30° – 35° Νότια

3.5.1 Περιγραφή των ζωνών

Η ζώνη γεωγραφικού πλάτους 10° έως 15° νότια περιλαμβάνει τις εξής χώρες: Αγκόλα, Ζάμπια, Μαλάουι, Μοζαμβίκη, Τανζανία, Μαδαγασκάρη, βόρεια Αυστραλία, Περού, Βολιβία και Βραζιλία.

Η ζώνη 30° έως 35° νότια περιλαμβάνει τις ακόλουθες χώρες: νότια Αφρική, νότια Αυστραλία, Χιλή, Αργεντινή και Ουρουγουάη.

Οι Άνδεις βρίσκονται στη Νότια Αμερική και αποτελούν τη μακρύτερη οροσειρά της Γης καταλαμβάνοντας σχεδόν ολόκληρη τη δυτική ακτή της Νότιας Αμερικής από το βορρά μέχρι το νότο (από 10° Β έως 57° Ν). Το μήκος τους φθάνει τα 7.240 km και το πλάτος τους υπερβαίνει σε κάποια γεωγραφικά πλάτη τα 500 km, με το φαρδύτερο μέρος μεταξύ των παραλλήλων 18° και 20° νότια. Τα βουνά των Άνδεων εκτείνονται σε επτά χώρες: Την Αργεντινή, τη Βενεζουέλα, τη Βολιβία, τον Ισημερινό, την Κολομβία, το Περού και τη Χιλή.

Από πλευράς ύψους, οι Άνδεις αποτελούν την υψηλότερη οροσειρά έξω από την Ασία, με την υψηλότερη κορυφή τους, την Ακονκάγκουα, να φθάνει σε υψόμετρο 6.962 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Σε σύγκριση με τα Ιμαλάια, οι Άνδεις έχουν περίπου ίσο πλάτος αλλά υπερδιπλάσιο μήκος (Κηαρρ, 2012).

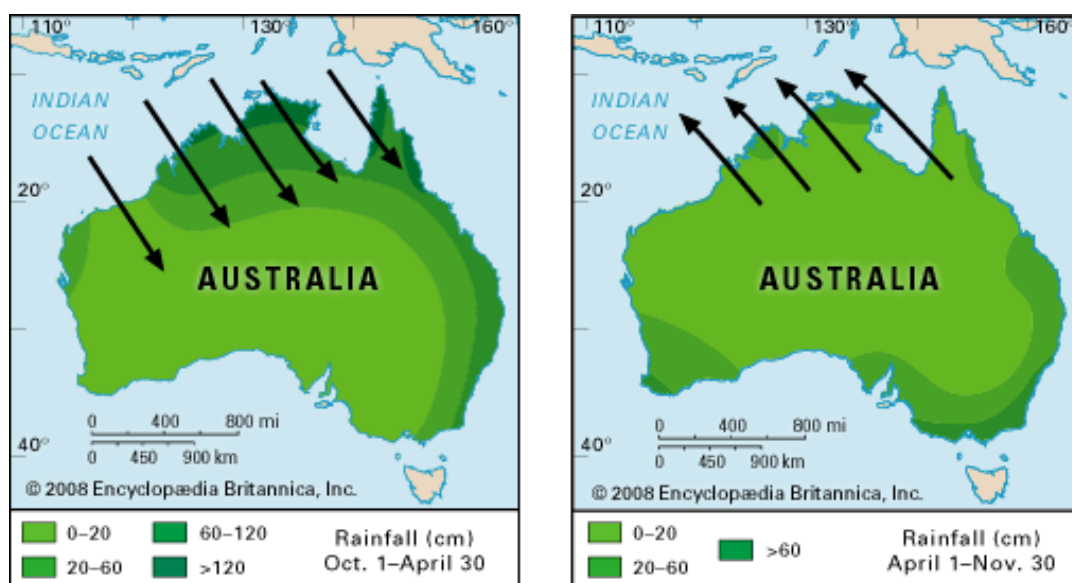


Σχήμα 3.100: Οροσειρά των Άνδεων στη Νότια Αμερική.
(πηγή: www.ezilon.com)

3.5.2 Γενικά κλιματικά χαρακτηριστικά

Το κλίμα δεν είναι το ίδιο κατά μήκος των Άνδεων καθώς υπάρχουν μέρη πιο κοντά στον Ισημερινό από άλλα. Οι Άνδεις χωρίζονται σε τρεις φυσικές περιοχές: τη νότια, τη κεντρική και τη βόρεια περιοχή. Στην βόρεια περιοχή, το κλίμα είναι θερμότερο λόγω μικρότερης απόστασης από τον Ισημερινό. Υπάρχουν τροπικά δάση λόγω πιο υγρού, βροχερού κλίματος. Η νότια περιοχή είναι πολύ πιο ψυχρή καθώς τα βουνά βρίσκονται πιο κοντά στην Ανταρκτική. Δεν είναι πολύ πυκνοκατοικημένη στο νότιο τμήμα. Στην κεντρική περιοχή, ο καιρός είναι πιο ήπιος, καθώς απέχει τόσο από τον Ισημερινό όσο και από την Ανταρκτική (Knapp, 2012).

Οι ασιατικοί-αυστραλιανοί μουσώνες, οι οποίοι περιλαμβάνουν τον Ινδικό Ωκεανό, εκτείνονται από τη βόρεια Αυστραλία έως τις ακτές του Ειρηνικού στη Ρωσία. Αυτό το τεράστιο σύστημα των μουσώνων στη συνέχεια επεκτείνεται στον Ινδικό Ωκεανό όπου εν τέλει εκτονώνεται στις ινδικές ακτές της Αφρικής (Σχήμα 3.101).



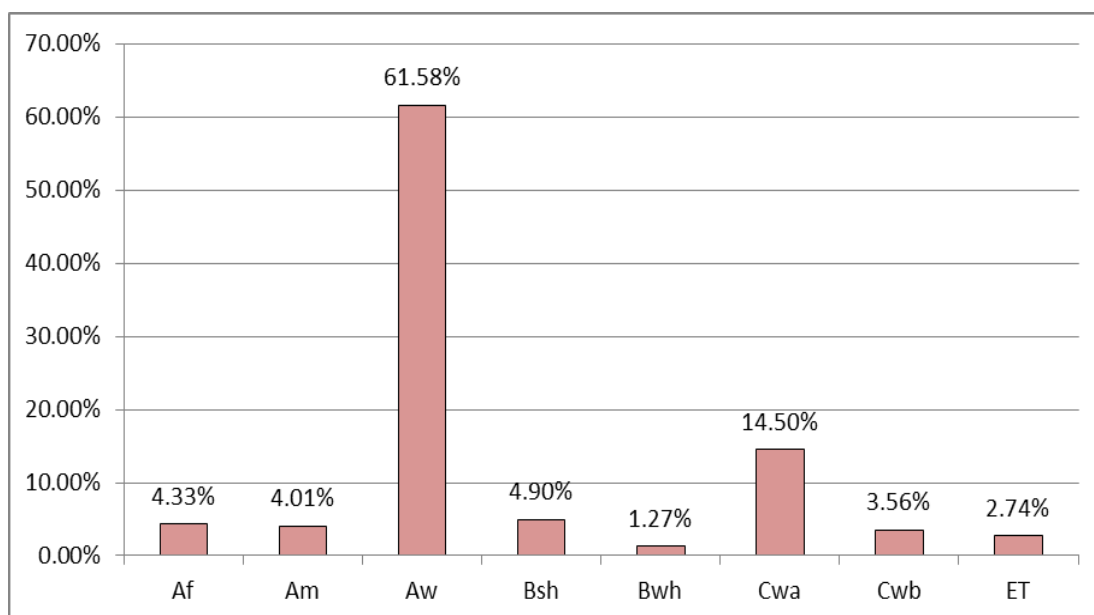
Σχήμα 3.101: Πρότυπα αέριων μαζών και βροχοπτώσεων του αυστραλιανού μουσώνα.
(πηγή: Encyclopædia Britannica, 2008)

3.5.3 Αποτελέσματα

Ζώνη 10° – 15° Νότια

Στη γεωγραφική ζώνη 10°-15° νότια κυριαρχεί ο κλιματικός τύπος Aw σε ποσοστό 61.58% (Σχήμα 3.102). Σε πολύ μικρότερο ποσοστό της τάξης του 14.50% ακολουθεί ο Cwa και σε ποσοστό μικρότερο του 5% συναντώνται οι εξής τύποι: Bsh με 4.90%,

Af με 4.33%, Am με 4.01%, Cwb με 3.56%, ET με 2.74% και Bwh με 1.27%. Οι κλιματικοί τύποι αντιπροσωπεύουν τη ζώνη 10°-15° νότια σε ποσοστό 96.88%.



Σχήμα 3.102: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 10°-15° N.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.25 στη ζώνη γεωγραφικού πλάτους 10°-15° νότια, η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται στους 24.6°C. Ο μέσος όρος των μέγιστων θερμοκρασιών ισούται με 26.3°C, ενώ ο μέσος όρος των ελάχιστων ανέρχεται στους 22.6°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι αρκετά χαμηλό με μέση τιμή τους 3.7°C, μέγιστη τους 8.5°C και ελάχιστη τους 0.9°C.

	mean	sd	max	min
T _{mean}	24.6	3.9	27.8	12.4
T _{max}	26.3	3.5	30.9	13.9
T _{min}	22.6	4.6	26.4	10.2
T _{max} -T _{min}	3.7	2.3	8.5	0.9
Σ.Δ.	0.1	0.1	0.4	0.0

Πίνακας 3.25: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 10°-15° N.

Ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης, με βάση τον Πίνακα 3.26, ισούται με 1593.0 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται σε 3530.0 mm και την αντίστοιχη ελάχιστη να ισούται με 1.4 mm. Η μέση μέγιστη βροχόπτωση ανέρχεται στα 278.0 mm και η ελάχιστη στα 41.8 mm. Το βροχομετρικό εύρος φτάνει τα 236.2 mm, με μέγιστη τιμή τα 424.5 mm και ελάχιστη τα 0.5 mm.

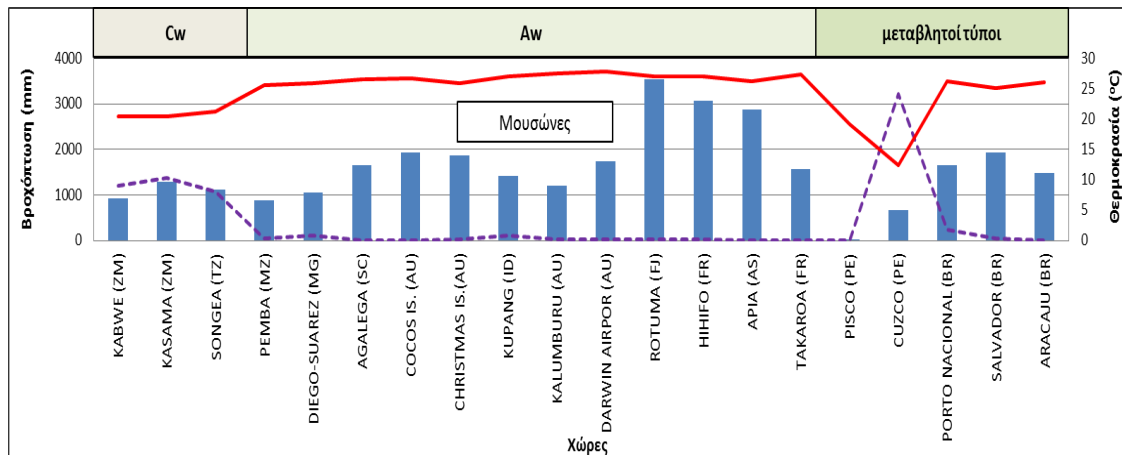
	mean	sd	max	min
P_{sum}	1593.0	830.1	3530.0	1.4
P_{max}	278.0	96.8	434.5	0.5
P_{min}	41.8	59.7	223.2	0.0
$P_{max}-P_{min}$	236.2	93.8	424.5	0.5
$\Sigma.\Delta.$	75.5	54.9	173.8	0.2

Πίνακας 3.26: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 10°–15° N.

Στη γεωγραφική ζώνη 10°-15° νότια, καταγράφονται δεδομένα από 4 μετεωρολογικούς σταθμούς της Αφρικής με μέση θερμοκρασία σχεδόν τους 22°C και μέση συνολική βροχόπτωση που δεν ξεπερνά τα 1050 mm. Προχωρώντας στη βόρεια Αυστραλία η οποία πλήττεται συχνά από μουσώνες, η μέση θερμοκρασία που έχει καταγραφεί αντιστοιχεί σε 27°C και η μέση συνολική βροχόπτωση σε 1600 mm. Ακολουθούν σταθμοί σε νησιά του Ειρηνικού Ωκεανού όπου η θερμοκρασία κυμαίνεται στα προηγούμενα επίπεδα και οι βροχοπτώσεις είναι αρκετά υψηλές. Στη Νότια Αμερική τόσο η θερμοκρασία όσο και η βροχόπτωση μειώνονται στην περιοχή των Άνδεων και αυξάνονται προχωρώντας κατά μήκος της ζώνης με μέσες τιμές τους 22.0°C και τα 1150 mm αντίστοιχα (Σχήμα 3.103).

Ο τύπος B εμφανίζεται σε ποσοστό λίγο μεγαλύτερο από 5% στη ζώνη αυτή κυρίως στην ομβροσκιά της οροσειράς των Άνδεων.

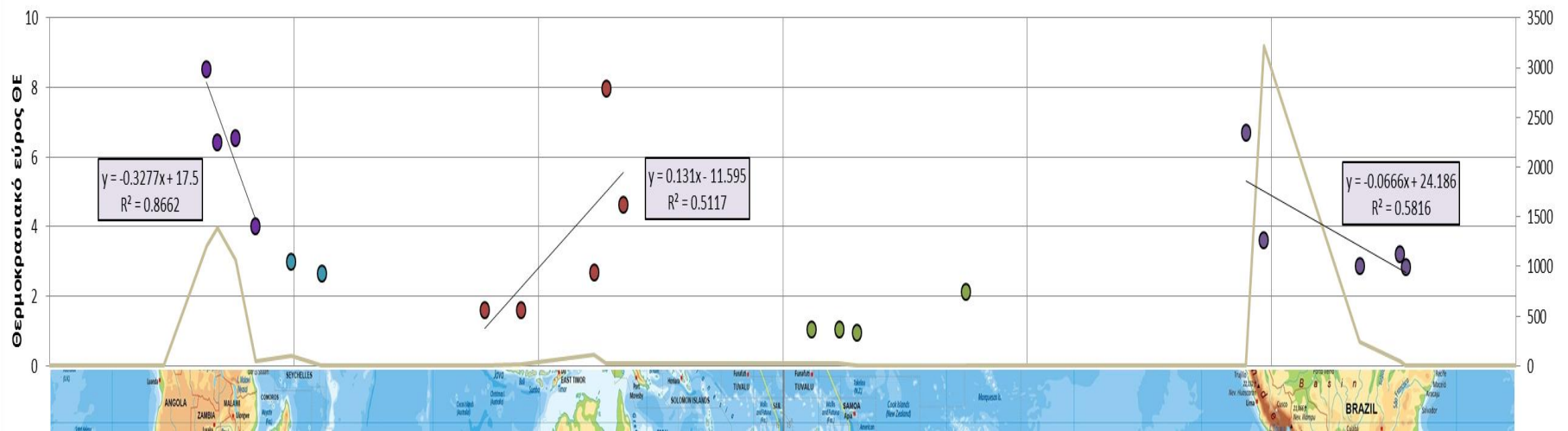
Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αυτή τη ζώνη παρουσιάζεται έστω και σε μικρό ποσοστό (2.74%) ο κλιματικός τύπος ET στο νότιο Περού στην περιοχή των Άνδεων (Σχήμα 3.102). Ο τύπος Cw χαρακτηρίζεται από μουσωνικό καθεστώς όπου κυριαρχεί ξηρός χειμώνας και υγρό καλοκαίρι του νοτίου Ημισφαιρίου και εντοπίζεται στην Αφρική και στη συγκεκριμένη ανάλυση σε σταθμούς στη Ζάμπια και τη Τανζανία.



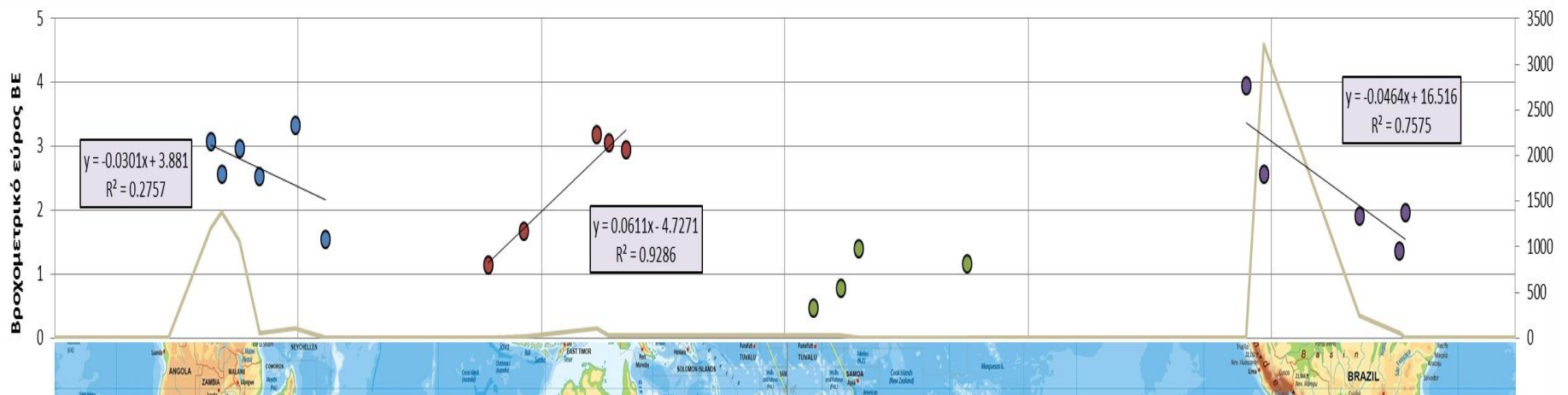
Σχήμα 3.103: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 10°-15° νότια.

Στη ζώνη 10°-15° νότια οι σταθμοί από τους οποίους συλλέχθηκαν τα δεδομένα είναι μόλις είκοσι. Λόγω του μικρού αριθμού σταθμών δεν εξάγονται ασφαλή συμπεράσματα για τη συμπεριφορά του θερμοκρασιακού εύρους κατά μήκος της ζώνης. Τέσσερις σταθμοί στην Αφρική παρουσιάζουν πολύ σημαντική συσχέτιση ως προς το θερμοκρασιακό εύρος το οποίο φθίνει συνεχώς μέχρι το ανατολικό άκρο της ηπείρου. Στην περιοχή της βόρειας Αυστραλίας το θερμοκρασιακό εύρος αυξάνεται με τους σταθμούς να παρουσιάζουν μέτρια μεταξύ τους συσχέτιση. Στη νότια Αμερική μόλις πέντε σταθμοί καταγραφής δείχνουν ότι το θερμοκρασιακό εύρος ακολουθεί φθίνουσα πορεία από τις ακτές του Ειρηνικού μέχρι τον Ατλαντικό Ωκεανό (Σχήμα 3.104).

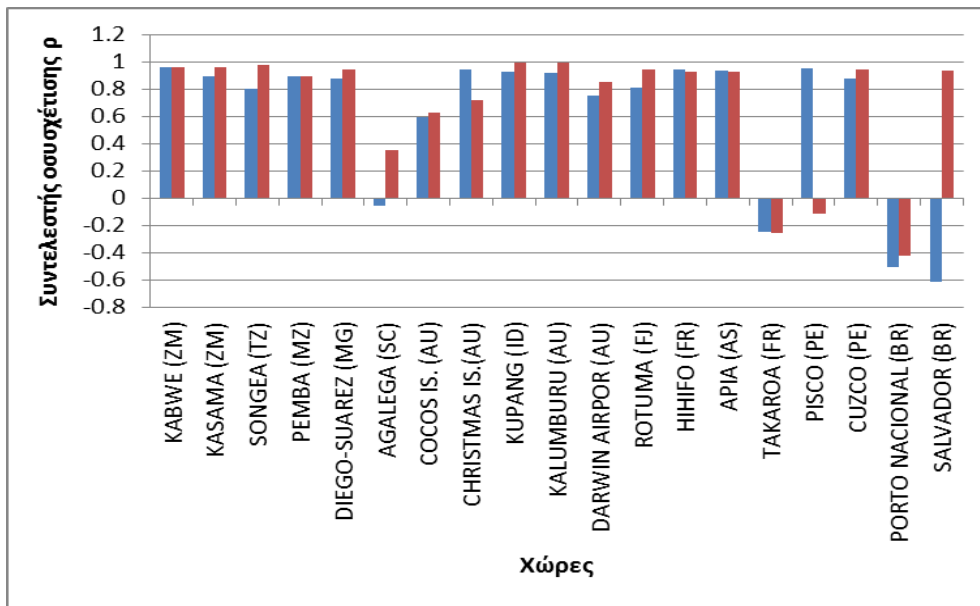
Το βροχομετρικό εύρος φθίνει ελαφρώς κατά μήκος της αφρικανικής ηπείρου. Στη περιοχή της βόρεια Αυστραλίας ακολουθεί σταθερή αύξουσα τάση ενώ αντίθετα στη νότια Αμερική μειώνεται από τον Ειρηνικό έως τις ακτές του Ατλαντικού Ωκεανού (Σχήμα 3.105).



Σχήμα 3.104: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 10°-15° νότια.

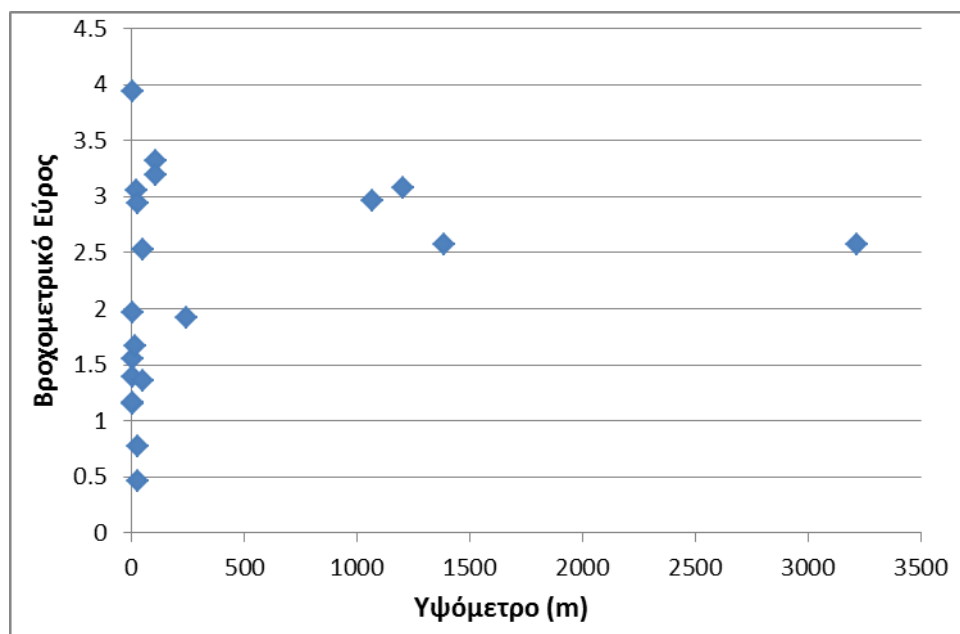


Σχήμα 3.105: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 10°-15° νότια.



Σχήμα 3.106: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχοπτώσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 10^ο-15^ο νότια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Οι μετεωρολογικοί σταθμοί στην Αφρική εμφανίζουν παρόμοια μηνιαία μεταβλητότητα ως προς τις βροχοπτώσεις ($\rho > 0.8$) και το ίδιο ισχύει και για τη βόρεια Αυστραλία.

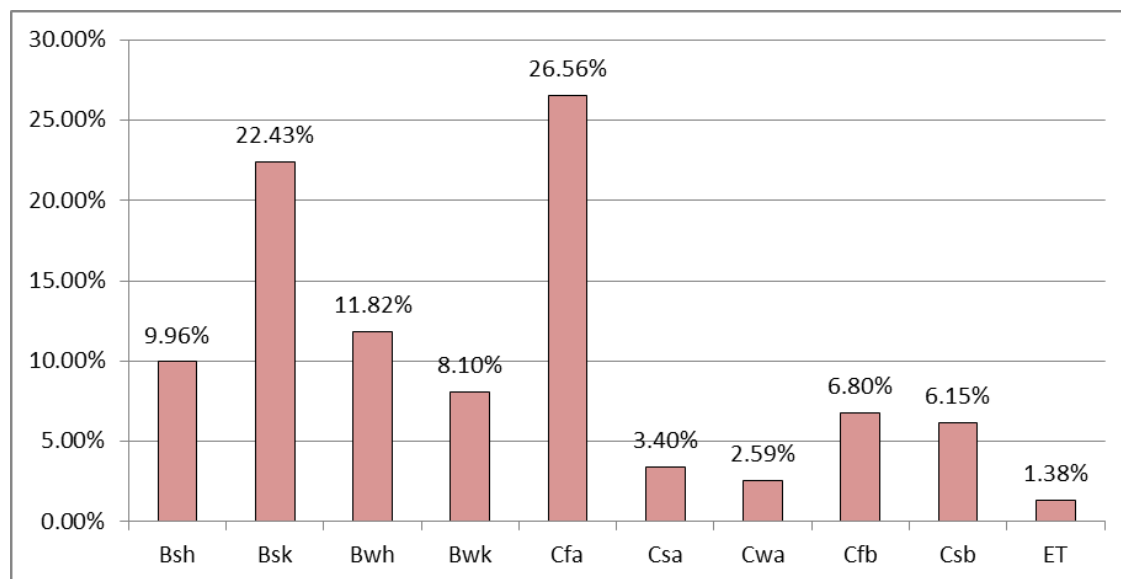


Σχήμα 3.107: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 10^ο-15^ο νότια.

Στη ζώνη 10^ο-15^ο νότια το βροχομετρικό εύρος παρουσιάζει έντονη διακύμανση στα χαμηλότερα υψόμετρα μέχρι περίπου τα 250 m. Δεν παρατηρείται κάποια συσχέτιση μεταξύ του εύρους και του υψομέτρου στη συγκεκριμένη ζώνη (Σχήμα 3.107).

Ζώνη 30° – 35° Νότια

Στη γεωγραφική ζώνη 30°-35° νότια παρατηρούνται 10 κλιματικοί τύποι Köppen. Σύμφωνα με το Σχήμα 3.108 στα μεγαλύτερα ποσοστά 26.56%, 22.43% και 11.82% εμφανίζονται οι τύποι Cfa, Bsk και Bwh αντίστοιχα. Σε ποσοστό μικρότερο του 10% βρίσκονται οι ακόλουθοι κλιματικοί τύποι: Bsh με 9.96%, Bwk με 8.10%, Cfb με 6.80%, Csb με 6.15%, Csa με 3.40%, Cwa με 2.59% και ET με 1.38%. Οι κλιματικοί τύποι αντιπροσωπεύουν τη ζώνη 30°-35° νότια σε ποσοστό 99.19%.



Σχήμα 3.108: Κλιματική κατάταξη Köppen στη ζώνη 30°–35° N.

Με βάση τον Πίνακα 3.27 στη γεωγραφική ζώνη 30°-35° νότια η μέση ετήσια θερμοκρασία όλων των σταθμών για μετρήσεις πάνω από 50 έτη, ανέρχεται στους 17.2°C. Ο μέσος όρος των μέγιστων θερμοκρασιών ισούται με 23.7°C ενώ ο μέσος όρος των ελάχιστων φτάνει τους 10.6°C. Το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος ανέρχεται στους 13.0°C, με μέγιστη τιμή τους 18.6°C και ελάχιστη τιμή τους 6.6°C.

	mean	sd	max	min
T _{mean}	17.2	1.3	20.4	15.3
T _{max}	23.7	2.3	28.7	18.8
T _{min}	10.6	1.9	16.0	7.2
T _{max} -T _{min}	13.0	3.3	18.6	6.6
Σ.Δ.	1.4	0.6	2.7	0.3

Πίνακας 3.27: Στατιστικά μεγέθη θερμοκρασίας στη ζώνη 30°–35° N.

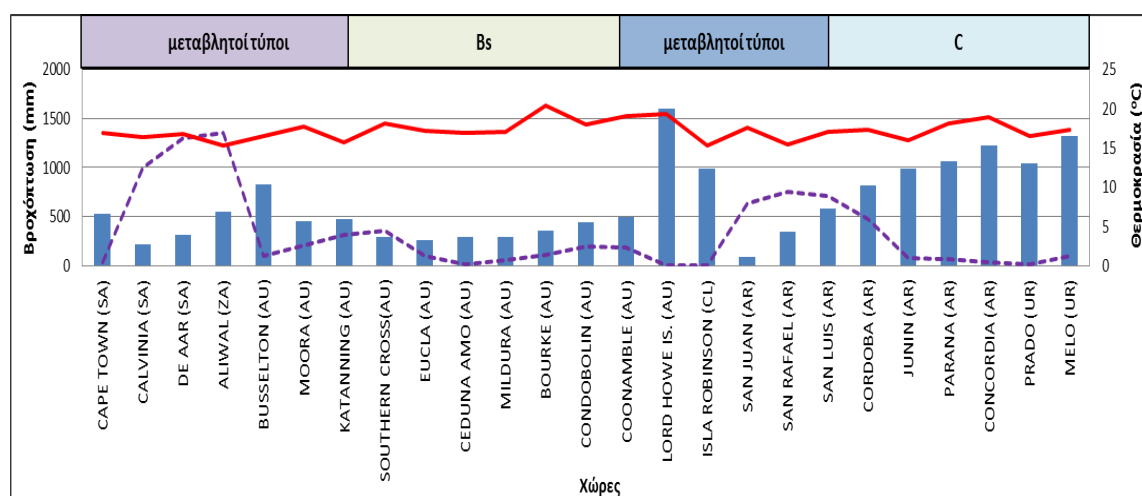
Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.28 ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης ισούται με 633.8 mm, με τη μέγιστη συνολική βροχόπτωση να ανέρχεται σε περίπου

1603 mm ενώ η αντίστοιχη ελάχιστη κυμαίνεται γύρω στα 92.0 mm. Ο μέσος όρος των μέγιστων βροχοπτώσεων ανέρχεται στα 89.0 mm ενώ των ελάχιστων στα 25.9 mm. Το βροχομετρικό εύρος ισούται με 63.2 mm, με μέγιστη τιμή τα 161.9 mm και ελάχιστη τα 12.3 mm.

	mean	sd	max	min
P_{sum}	633.8	397.5	1603.3	92.0
P_{max}	89.0	51.2	175.6	21.2
P_{min}	25.9	26.7	103.2	1.9
$P_{max}-P_{min}$	63.2	44.2	161.9	12.3
Σ.Δ.	12.9	14.0	52.2	0.4

Πίνακας 3.28: Στατιστικά μεγέθη βροχόπτωσης στη ζώνη 30°–35° Ν.

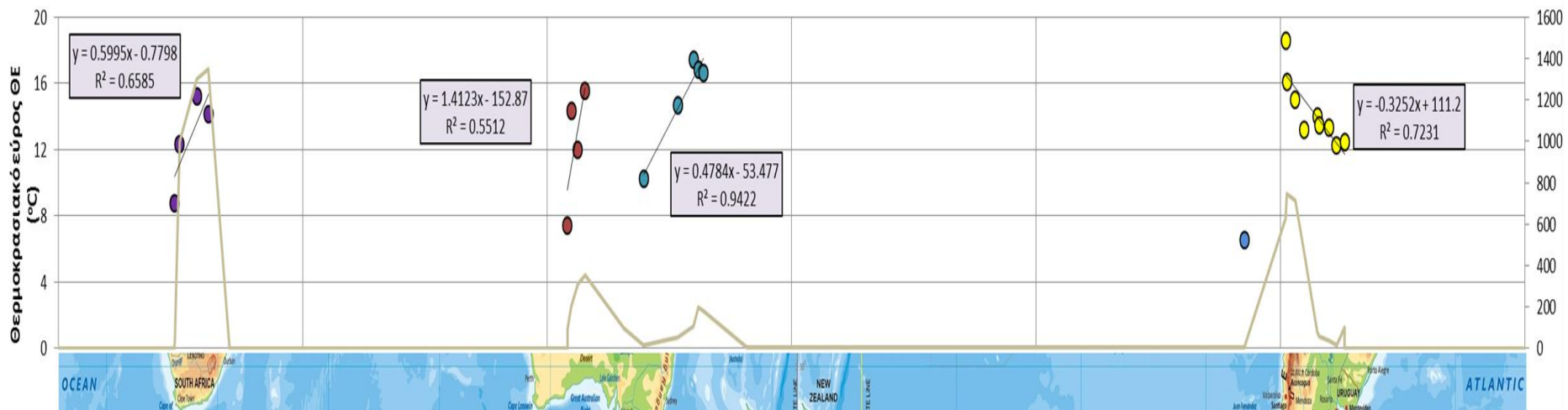
Στη συγκεκριμένη γεωγραφική ζώνη οι θερμοκρασίες κυμαίνονται σε σταθερά επίπεδα (Σχήμα 3.109). Καταγράφονται δεδομένα από σταθμούς της νότιας Αφρικής με μέση θερμοκρασία τους 16.5°C και μέση συνολική βροχόπτωση που δεν ξεπερνά τα 350 mm. Ακολουθεί η νότια Αυστραλία με μέση ετήσια θερμοκρασία γύρω στους 18.0°C και συνολική βροχόπτωση τα 500 mm. Στην περιοχή της νότιας Αυστραλίας επικρατεί ο κλιματικός τύπος Bs ο οποίος εμφανίζεται γύρω από τα όρια των άνυδρων εκτάσεων όπου βορειότερα υπάρχουν έρημοι και το κλίμα σταδιακά αλλάζει σε ημιάνυδρο. Στη νότια Αμερική η μέση θερμοκρασία ανέρχεται στους 17.0°C και η μέση συνολική βροχόπτωση ισούται σχεδόν με 830 mm, με χαμηλότερες τιμές στην περιοχή των Άνδεων στα δυτικά και υψηλότερες τιμές στα ανατολικά της ζώνης.



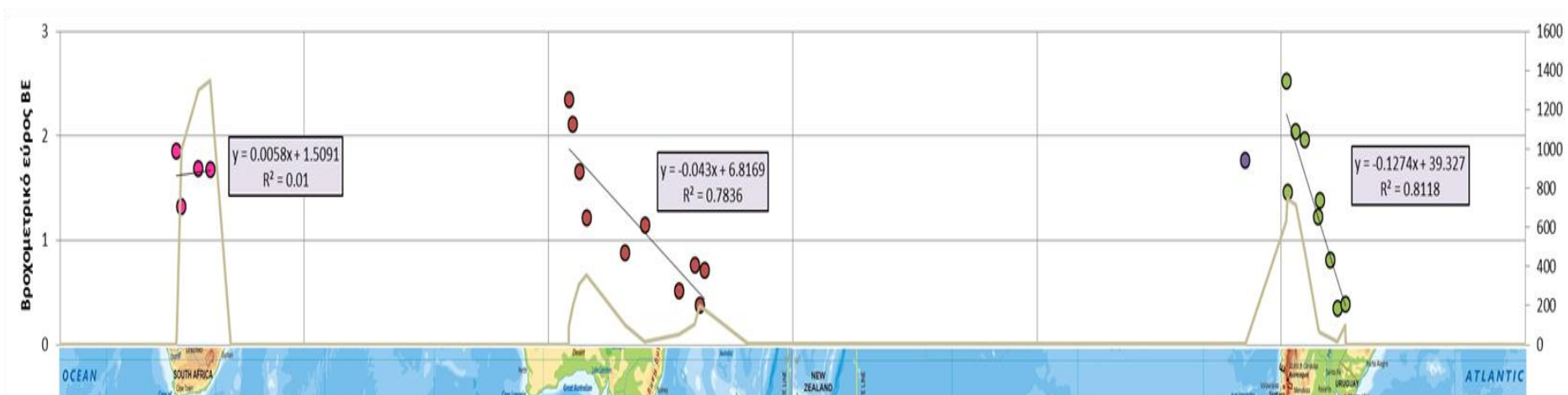
Σχήμα 3.109: Μεταβολή θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή), βροχοπτώσεως (ράβδοι) και υψομέτρου (διακεκομμένη γραμμή) κατά μήκος της ζώνης 30°-35° νότια.

Το θερμοκρασιακό εύρος αυξάνεται κατά μήκος της νότιας Αφρικής στη ζώνη 30°-35° νότια. Στην Αυστραλία το εύρος σημειώνει αύξουσα πορεία στο δυτικό τμήμα της με μικρή συσχέτιση των σταθμών ενώ παρατηρείται πολύ υψηλή συσχέτιση στο ανατολικό τμήμα της όπου το εύρος συνεχίζει να αυξάνει. Στη νότια Αμερική το θερμοκρασιακό εύρος ακολουθεί φθίνουσα πορεία από τα δυτικά προς τα ανατολικά (Σχήμα 3.110).

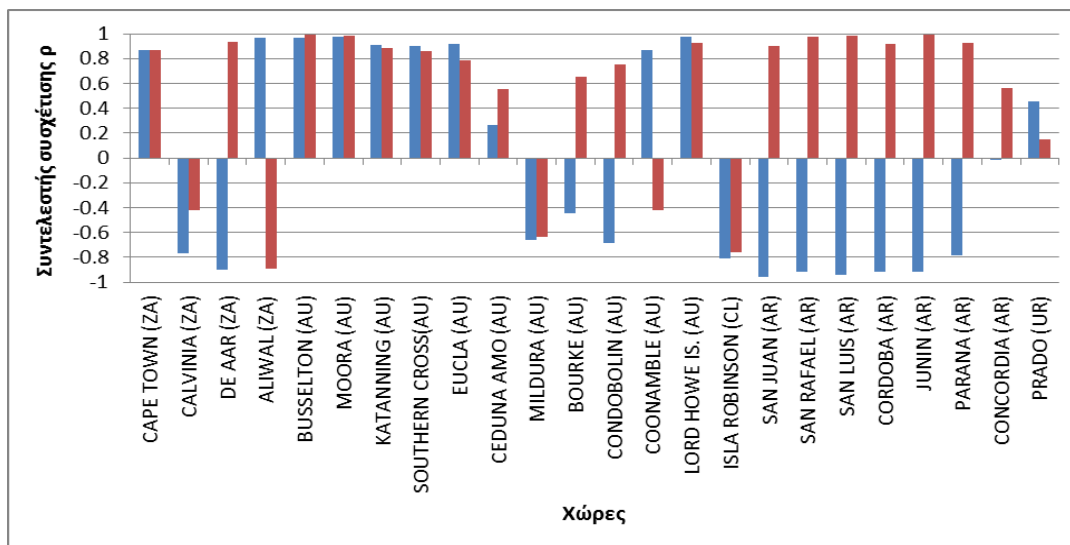
Το βροχομετρικό εύρος κατά μήκος της νότιας Αφρικής δεν ακολουθεί σταθερή αύξουσα ή φθίνουσα πορεία. Στην Αυστραλία μειώνεται σταθερά όπως και στους σταθμούς της ηπειρωτικής νότιας Αμερικής από το δυτικό τμήμα της προς το ανατολικό (Σχήμα 3.111).



Σχήμα 3.110: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους στη ζώνη 30°-35° νότια.

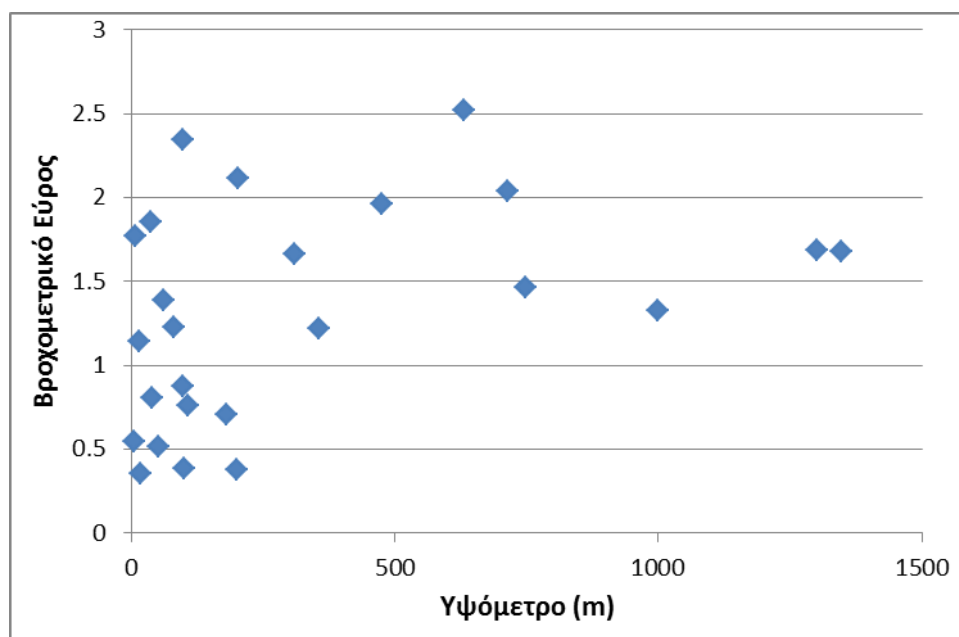


Σχήμα 3.111: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους στη ζώνη 30°-35° νότια.



Σχήμα 3.112: Συντελεστής συσχέτισης ρ συνολικής βροχοπτώσης σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 30° - 35° νότια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.

Στη νότια Αφρική οι σταθμοί δεν παρουσιάζουν κάποια εποχικότητα ως προς τις μηνιαίες βροχοπτώσεις ενώ προχωρώντας στην Αυστραλία οι δυτικές περιοχές παρουσιάζουν παρόμοια μηνιαία μεταβλητότητα ($\rho > 0.8$) σε αντίθεση με την ανατολική Αυστραλία όπου δεν εντοπίζεται κάποια συσχέτιση. Υψηλή εποχικότητα των σταθμών ως προς τις μηνιαίες βροχοπτώσεις παρουσιάζεται στην Αργεντινή (Σχήμα 3.112).



Σχήμα 3.113: Μεταβολή βροχομετρικού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 30° - 35° νότια.

Το βροχομετρικό εύρος δεν ακολουθεί σταθερή φθίνουσα ή αύξουσα πορεία σε συνάρτηση με το υψόμετρο στη ζώνη 30° - 35° νότια. Συνεπώς δεν προκύπτει κάποια συσχέτιση μεταξύ του εύρους και του υψομέτρου στη ζώνη αυτή (Σχήμα 3.113).

4. Συμπεράσματα

4.1 Σχέση Θ.Ε. και Β.Ε. με απόσταση από τη θάλασσα

- Η ετήσια θερμοκρασιακή διακύμανση αυξάνεται με το γεωγραφικό πλάτος ειδικά πάνω από τις ηπείρους του βορείου ημισφαιρίου λόγω της διαφοράς της χειμερινής και καλοκαιρινής ηλιακής ακτινοβολίας, η οποία μεγαλώνει με την αύξηση του πλάτους. Ως εκ τούτου στα μεγάλα πλάτη παρατηρείται εντονότερη μεταβλητότητα στη θερμοκρασία του αέρα κατά τη διάρκεια του έτους.
- Σε ίδιο ή κοντινό γεωγραφικό πλάτος το θερμοκρασιακό εύρος αυξάνεται σημαντικά προχωρώντας από παράκτιες περιοχές προς την ενδοχώρα των ηπείρων κυρίως στα μεγαλύτερα πλάτη. Η μεγάλη θερμοχωρητικότητα των υδάτινων μαζών έχει ως αποτέλεσμα οι θερμοκρασίες του αέρα πάνω από τις θαλάσσιες μάζες να είναι λιγότερο ακραίες από ότι οι αντίστοιχες στις χερσαίες επιφάνειες. Αυτό αποδεικνύεται από την ανάλυση του θερμοκρασιακού εύρους των χρονοσειρών που πραγματοποιήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.
- Συγκεκριμένα στη ζώνη 40°-60° βόρεια η σχέση του Θ.Ε. με την απόσταση από τη θάλασσα παρουσιάζεται πιο έντονη από κάθε άλλη ζώνη. Με βάση την ανάλυση, το Θ.Ε. ακολουθεί σταθερή ανοδική πορεία από τον Ατλαντικό Ωκεανό έως το κέντρο της ασιατικής ηπείρου σε όλες τις μικρότερες ζώνες των 5° από τις 40° έως τις 60° βόρεια. Εντοπίστηκε δε πολύ υψηλή γραμμική συσχέτιση μεταξύ των σταθμών ως προς το Θ.Ε. ($\rho^2 > 0,8$) στις περιοχές αυτές.
- Στην πλευρά της Αμερικής όπως ήταν αναμενόμενο αποδεικνύεται ότι το Θ.Ε. αυξάνει από τον Ειρηνικό Ωκεανό έως την κεντρική βόρεια Αμερική και έκτοτε μειώνεται σταθερά μέχρι τον Ατλαντικό Ωκεανό στη ζώνη 40°-60° βόρεια. Η γραμμική συσχέτιση των σταθμών ως προς το Θ.Ε. στην Αμερική δεν παρατηρείται τόσο έντονη όσο στην ανατολική πλευρά (βόρεια Ευρώπη-Ασία), ωστόσο, παρατηρούνται σημαντικές συσχετίσεις ($\rho^2 > 0,7$). Εξαίρεση των παραπάνω στη ζώνη 40°-60° αποτελεί το τμήμα 55°-60° όπου από την κεντρική Αμερική μέχρι τον Ατλαντικό Ωκεανό συνεχίζεται η

αύξουσα πορεία του Θ.Ε. αντί να μειώνεται. Αυτό προφανώς οφείλεται στην ύπαρξη του χαμηλού της Ισλανδίας που επηρεάζει το κλίμα στις περιοχές του βορειοανατολικού Καναδά. Σημειώνονται ακραίες τιμές θερμοκρασιών με το μέγιστο Θ.Ε. να υπερβαίνει τους 40°C γεγονός που αποδίδεται στη διαφορά της χειμερινής και καλοκαιρινής ηλιακής ακτινοβολίας.

- Στη ζώνη 20°-40° βόρεια, η μεταβολή του Θ.Ε. από τον ωκεανό προς την ενδοχώρα των ηπείρων παρουσιάζει διακυμάνσεις χωρίς κάποια αξιόλογη συσχέτιση των σταθμών ώστε να μπορεί να εξαχθεί ασφαλές συμπέρασμα για την πορεία του εύρους στις επιμέρους μικρότερες ζώνες της περιοχής 20°-40°. Γενικά τηρείται ο «κανόνας» της αύξησης του Θ.Ε. μεταβαίνοντας από τις παράκτιες περιοχές σε ηπειρωτικές. Υπάρχει συσχέτιση των σταθμών που κυμαίνεται ως εξής: $0.4 < \rho^2 < 0.8$ με σημαντικές αποκλίσεις κατά μήκος της ερήμου Τακλαμακάν όπου δεν υπάρχει σταθερή πορεία του Θ.Ε. και στα Βραχώδη Όρη στις δυτικές Η.Π.Α. όπου το Θ.Ε. άλλοτε αυξάνεται ελαφρώς ($\rho^2 = 0.27$).
- Στη ζώνη 10°-20° βόρεια, το Θ.Ε. ακολουθεί αύξουσα πορεία από τον Ατλαντικό Ωκεανό προς το εσωτερικό της Αφρικής και μειώνεται μεταβαίνοντας από την ενδοχώρα στην ανατολική πλευρά. Στη ζώνη 0°-10° βόρεια το Θ.Ε. δεν παρουσιάζει σταθερή ανοδική ή φθίνουσα πορεία και οι σταθμοί παρατηρούνται ασυσχέτιστοι μεταξύ τους. Γενικά σε περιοχές κοντά στον Ισημερινό δε σημειώνονται ακραίες τιμές θερμοκρασιών αλλά υπάρχει μια σταθερή διακύμανση εξαιτίας της μικρής διαφοράς της χειμερινής και καλοκαιρινής ηλιακής ακτινοβολίας.
- Στο νότιο ημισφαίριο δεδομένου ότι οι σταθμοί καταγραφής είναι λιγότεροι από αυτούς στο βόρειο και λαμβάνοντας υπόψη ότι το μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειάς του ημισφαιρίου καλύπτεται από νερό, δεν εξάγεται κάποιο ασφαλές συμπέρασμα για την πορεία του Θ.Ε.
- Όσον αφορά το βροχομετρικό εύρος, με βάση την μελέτη μας, δεν παρατηρήθηκε κάποια συσχέτιση της μεταβολής του με την απόσταση από τη θάλασσα σε καμία από τις ζώνες που εξετάστηκαν καθώς συνεχώς παρουσιάζονταν διακυμάνσεις από το ένα άκρο της κάθε ζώνης στο άλλο.

4.2 Σχέση Θ.Ε. και Β.Ε. με υψόμετρο

- Το θερμοκρασιακό εύρος σε σχέση με το υψόμετρο δε φαίνεται να έχει καμία απολύτως συσχέτιση. Αυτό φαίνεται σχεδόν σε όλες τις ζώνες του βορείου αλλά του νοτίου ημισφαιρίου από τους χάρτες οι οποίοι παρουσιάζουν τη μεταβολή του Θ.Ε. σε σχέση με το γεωγραφικό μήκος και περιλαμβάνουν και το υψόμετρο των σταθμών. Στο Παράρτημα παρατίθενται διαγράμματα μεταβολής του θερμοκρασιακού εύρους σε σχέση με το υψόμετρο. Συνεπώς με βάση και το προηγούμενο υποκεφάλαιο, το θερμοκρασιακό εύρος σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την απόσταση από τη θάλασσα ενώ παρουσιάζεται ασυσχέτιστο με το υψόμετρο.
- Όσον αφορά το βροχομετρικό εύρος, πραγματοποιήθηκαν διαγράμματα μεταβολής του σε συνάρτηση με το υψόμετρο των σταθμών για όλους τους σταθμούς σε όλες τις ζώνες. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δείχνουν ότι το βροχομετρικό εύρος δεν εξαρτάται από το υψόμετρο βάση των δεδομένων μας στις ζώνες που μελετήθηκαν. Εξαιρεση αποτελεί η ζώνη 45°-50° βόρεια όπου διακρίνεται κάποια σχέση μεταξύ των δύο συνιστωσών με το βροχομετρικό εύρος να αυξάνεται όσο μεγαλώνει το υψόμετρο.

4.3 Ειδικές περιπτώσεις της κατάταξης Köppen

- Στη ζώνη 40°-50° βόρεια παρουσιάζεται σε αρκετούς σταθμούς στην περιοχή της Κίνας, της Μογγολίας και του Κιργιστάν ο κλιματικός τύπος Β. Ο συγκεκριμένος κλιματικός τύπος σχετίζεται με ξηρό κλίμα και εμφανίζεται κυρίως σε μικρότερα πλάτη μεταξύ 15°-25° όπου επικρατούν οι αντικυκλώνες, στις ηπειρωτικές περιοχές των μεσαίων πλατών που είναι μακριά από πηγές υγρασίας και στις υπήνεμες πλευρές μεγάλων οροσειρών λόγω της ομβροσκιάς. Χαρακτηρίζεται από μικρή βροχόπτωση με μεγάλη μεταβλητότητα (Κουτσογιάννης και Μαμάσης, 2010). Η Κίνα και η Μογγολία αποτελούν περιοχές οι οποίες επηρεάζονται έντονα από το *υψηλό της Σιβηρίας* το οποίο ευθύνεται για βαρείς χειμώνες και ξηρές συνθήκες με λίγο

χιόνι λόγω καθόδου των αερίων μαζών. Η ισχνή βροχή πιθανόν να προέρχεται από θερινές καταιγίδες ή από χειμερινούς σποραδικούς κυκλώνες.

- Στη ζώνη 50° - 60° βόρεια εμφανίζεται ο κλιματικός τύπος C ο οποίος σχετίζεται με υγρό κλίμα με ήπιους χειμώνες και επικρατεί στις ανατολικές και δυτικές περιοχές των ηπείρων μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 25° - 40° . Στη συγκεκριμένη ζώνη παρουσιάζεται ο Cfb ο οποίος αντιπροσωπεύει το θαλάσσιο κλίμα και εμφανίζεται στη δυτική πλευρά της Ευρώπης κυρίως στην Ιρλανδία, το Ηνωμένο Βασίλειο, τη Γερμανία και τη Δανία και είναι πιθανόν να συνδέεται με τις υγρές θαλάσσιες αέριες μάζες που προέρχονται από τον Ατλαντικό Ωκεανό.
- Σε ζώνες μεσαίων γεωγραφικών πλατών 25° - 40° βόρεια, εμφανίζεται ο κλιματικός τύπος ET σε μικρότερο ή μεγαλύτερο ποσοστό. Ο συγκεκριμένος τύπος χαρακτηρίζει περιοχές με πολικό κλίμα και επικρατεί συνήθως σε μεγαλύτερα πλάτη: στις Βόρειες ακτές της Αμερικής και της Ευρασίας, στην Γροιλανδία και στην Ανταρκτική. Ωστόσο στο 25° - 40° βόρεια, γύρω από την περιοχή των Ιμαλαίων στο Νεπάλ εκτείνονται συνολικά περίπου 15.000 παγετώνες όπου το έδαφος είναι μόνιμα παγωμένο και οι θερμοκρασίες διατηρούνται σε πολύ χαμηλά επίπεδα όλο το χρόνο.
- Ο τύπος ET είναι πιθανών να παρουσιάζεται και σε περιοχές γύρω από την έρημο Τακλαμακάν η οποία επειδή βρίσκεται στην βροχερή σκιά των Ιμαλαίων αποτελεί παράδειγμα ψυχρού κλίματος ερήμου. Λόγω της σχετικής εγγύτητάς της με κρύες έως ψυχρές αέριες μάζες της Σιβηρίας, καταγράφονται ακραίες χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο, μερικές φορές και κάτω από τους -20°C . Η ακραία θέση της σε ενδοχώρα, σχεδόν στην καρδιά της Ασίας και χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά από οποιοδήποτε ανοικτό υδάτινο σώμα συνεπάγεται σε ψυχρές νύχτες ακόμη και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
- Ο τύπος B εμφανίζεται συνήθως μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 15° - 25° . Στη ζώνη 0° - 10° βόρεια εμφανίζεται σε σημαντικό ποσοστό από (μεγαλύτερο του 10%) στην ανατολική Αιθιοπία στα σύνορα με τη Σομαλία

και στην κυρίως περιοχή της δεύτερης στην ανατολική Αφρική. Σε αντίθεση με τα κλίματα των περισσότερων χωρών που βρίσκονται σε παρόμοιο γεωγραφικό πλάτος, η Σομαλία μπορεί να χαρακτηριστεί ως ημίξηρη στα βορειοδυτικά και νότια και ως άγονη στις βορειοανατολικές και κεντρικές περιοχές όπου η ετήσια βροχόπτωση δεν ξεπερνά τα 100 mm. Παρά το γεγονός ότι οι παράκτιες περιοχές είναι θερμές και υγρές όλο το χρόνο, η ενδοχώρα είναι συνήθως ιδιαίτερα ξηρή. Το γεγονός αυτό πιθανών να οφείλεται σε ιδιαίτερες τοπικές μικροκλιματικές συνθήκες της περιοχής (ύπαρξη ερήμου) ή και στο γεγονός ότι η Σομαλία βρίσκεται στο ανατολικό άκρο της αφρικανικής ηπείρου και δε δέχεται τα αέρια ρεύματα τα οποία προέρχονται από τον Ατλαντικό Ωκεανό.

Αναφορές

ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Κουτσογιάννης Δ., και Μαμάσης Ν., *Σημειώσεις Υδρομετεωρολογίας*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2010.
- Μπαλτάς Ε., *Σημειώσεις Υδρομετεωρολογίας*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2012.
- Σαχσαμάνογλου Χ. & Μακρογιάννης Τ., *Γενική Μετεωρολογία*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1998.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Akbari H., H. M. Damon and D. Seto, *The long-term effect of increasing the albedo of urban areas*, Environmental Research Letters 7, 2012.
- Allaby M., *Encyclopedia of weather and climate*, InfoBase Publishing, 2002.
- American Meteorological Society, *Monsoon*, 2000.
- Cannings R., *The Rockies: A Natural History*, Greystone Books, 2007.
- Chang C. P., B.Wang, and N. C. G. Lau, *The Global Monsoon System: Research and Forecast*, Tropical Meteorology Research Programme, Report No. 70, 2008.
- Christopherson, W.R., *Geosystems*, Prentice Hall, New Jersey, 2000.
- Cracknell P., V. F. Krapivin, and C. A. Varotsos, *Global Climatology and Ecodynamics, anthropogenic changes to planet earth*, 2009.
- D'Arrigo R., Jacoby G., Wilson O., and F. Panagiotopoulos, *A reconstructed Siberian High index since A.D. 1599 from Eurasian and North American tree rings*, Geophysical Research Letters, vol. 32, 2005.
- Duffy J.E., *The Encyclopedia of Earth*, School of Marine Science & Virginia Institute of Marine Science, USA, 2008.
- Edgell H.S., *Arabian Deserts: Nature, Origin, and Evolution*, Springer, 2006.
- Frampton, S., Chaffey, J., McNaught, A., and J. Hardwick, *Natural Hazards-Causes, Consequences and Management*, 2nd edition, 7-30, UK, 1996.
- Freidel D. E., *Climatology, Weather and Climate*, Sonoma State University, 2009.

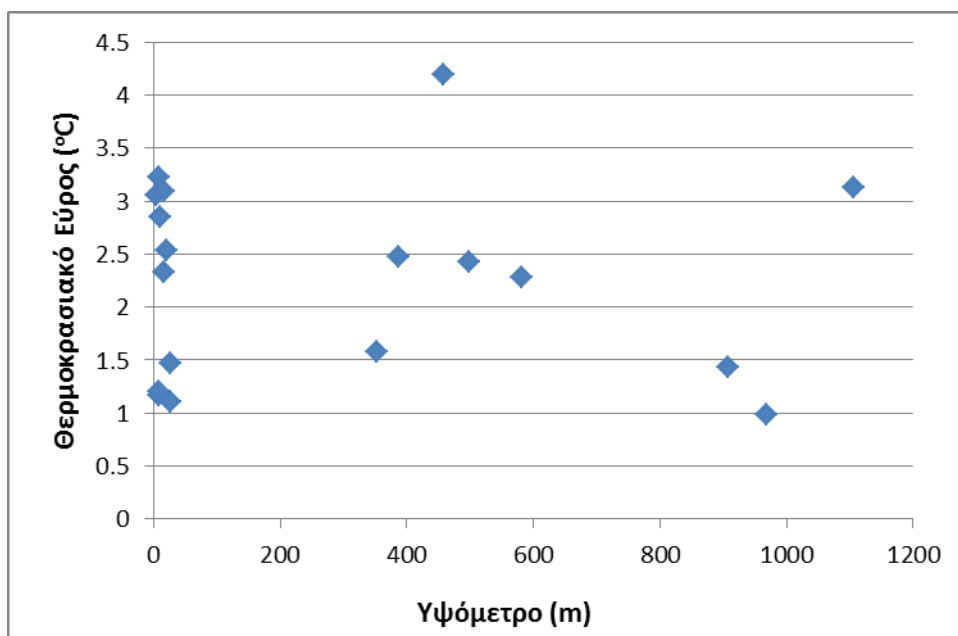
- Grodsky S. A., and J.A. Carton, *The Intertropical Convergence Zone in the South Atlantic and the Equatorial Cold Tongue*, Department of Meteorology, University of Maryland, 2002.
- Knapp G., *Geography: Western South America*, No. 67: Social Sciences, University of Texas Press, 2012.
- Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf and F. Rubel, *World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated*, Meteorologische Zeitschrift, Vol. 15, No. 3, 2006.
- Leckebusch G. C., J. G. Pinto, and U. Ulbrich, *Extra-tropical cyclones in the present and future climate: a review, Paper*, 2009.
- National Snow and Ice Data Center, *Icelandic pressure system*, 2005.
- Nelson S.A., *Tropical Cyclones, New Orleans & Hurricanes*, Tulane University, 2011.
- Peel M. C., *Updated Köppen-Geiger Climate Map of the World*, 2011.
- Pidwirny M., *Tropical weather and hurricanes, British Columbia*, 2010.
- Pinty B., Roveda F., Verstraete M., Gobron N., Govaerts Y., Martonchik J., Diner D., and R. Kahn, *Surface albedo retrieval from Meteosat:2. Applications*, 2000.
- Qinye Y., and Du Z., *Tibetan Geography*, China Intercontinental Press, 2004.
- Sanderson M., *The Classification of Climates from Pythagoras to Köppen*, Department of Geography, University of Waterloo, Canada 1999.
- Safriel U., *The Physical Tele-Connections - Climate, Dust and Rivers*, United Nations Environment Programme, 2006.
- Sheridan S., *US & Canada: Rocky Mountains*, Geography of the United States and Canada, Kent State University, 2006.
- Strahler A.N., and A.H. Strahler, *Modern Physical Geography Third Edition*. New York: John Wiley & Sons, 1987.
- Strahler A., *Introducing Physical Geography: Science and Systems of the Human Environment 3rd Edition*, 2001.
- Strahler A., *Introducing Physical Geography*, 4th Edition, 2005.
- Trimble S. A., *The Sagebrush Ocean: A Natural History of the Great Basin*, 1999.
- Walch D. and H. Frater, *Wetter und Klima*, Springer-Verlag, Berlin, 2004.
- Wicander R., and J. S. Monroe, *Essentials of Geology 4th edition*, 2006.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

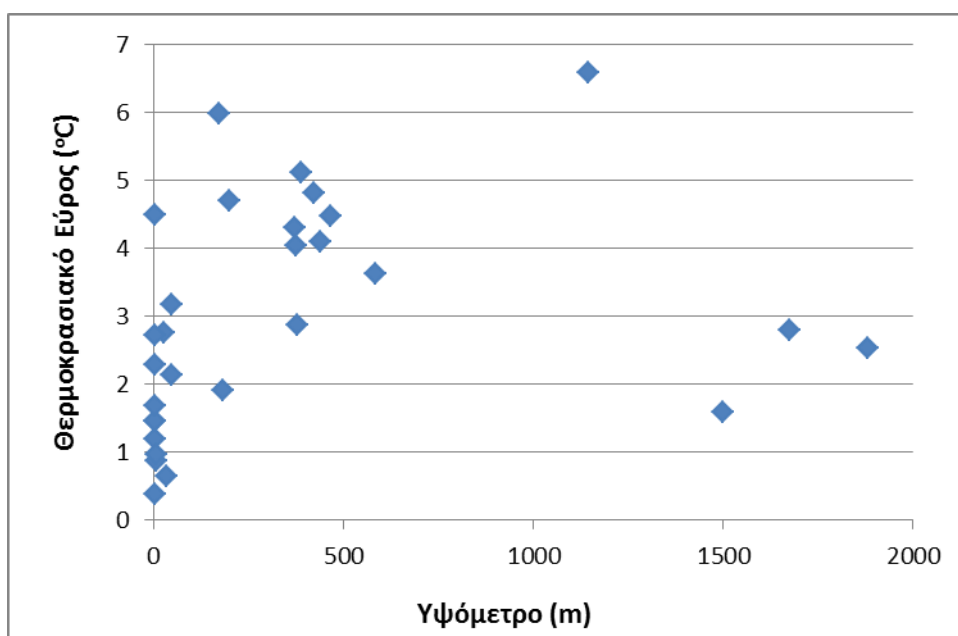
en.wikipedia.org
koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm
www.alternative-energy-resources.net
www.apollo.lsc.vsc.edu
www.asia.theworldatlas.net
www.clasfaculty.ucdenver.edu
www.climexp.knmi.nl
www.commons.wikimedia.org
www.desertusa.com
http://earthobservatory.nasa.gov
www.e-education.psu.edu
www.ezilon.com
www.itia.ntua.gr
www.fws.gov
www.himalayasnepal.com
www.map-of-usa.co.uk
www.msemac.redwoods.edu
www.nature.nps.gov
www.northamerica.theworldatlas.net
www.science1.nasa.gov
www.sciencemuseum.org.uk
www.sonoma.edu
www.siue.edu
www.visibleearth.nasa.gov
www.welt-atlas.de
www.web.gccaz.edu
www.world-geography.org
www.worldatlas.com

Παράρτημα Α

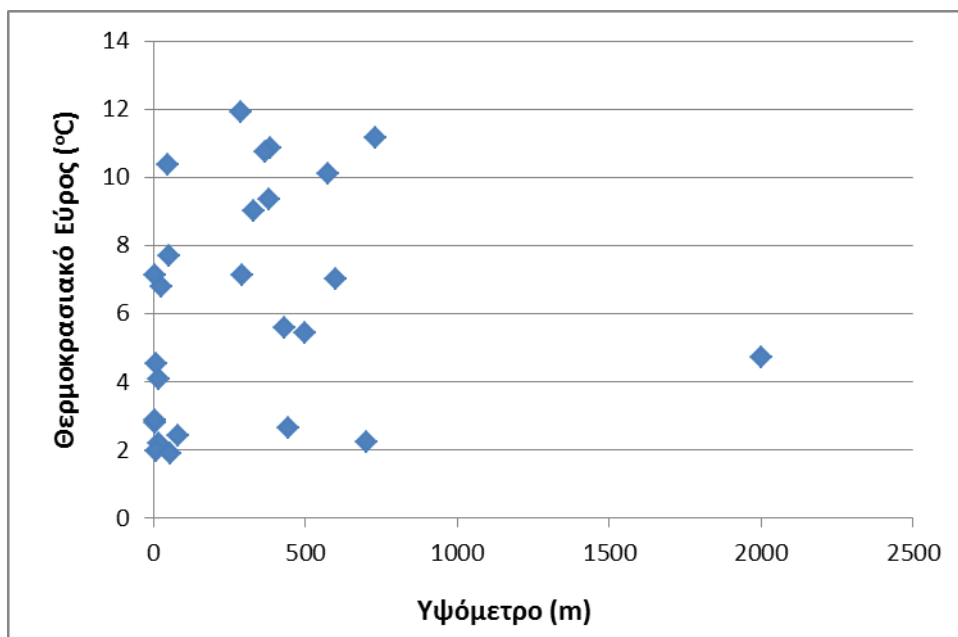
Το Παράρτημα Α περιλαμβάνει τη μεταβολή του θερμοκρασιακού εύρους με το υψόμετρο σε όλους τους σταθμούς για όλες τις γεωγραφικές ζώνες, τα οποία δεν απεικονίζονται στο κυρίως σώμα της εργασίας.



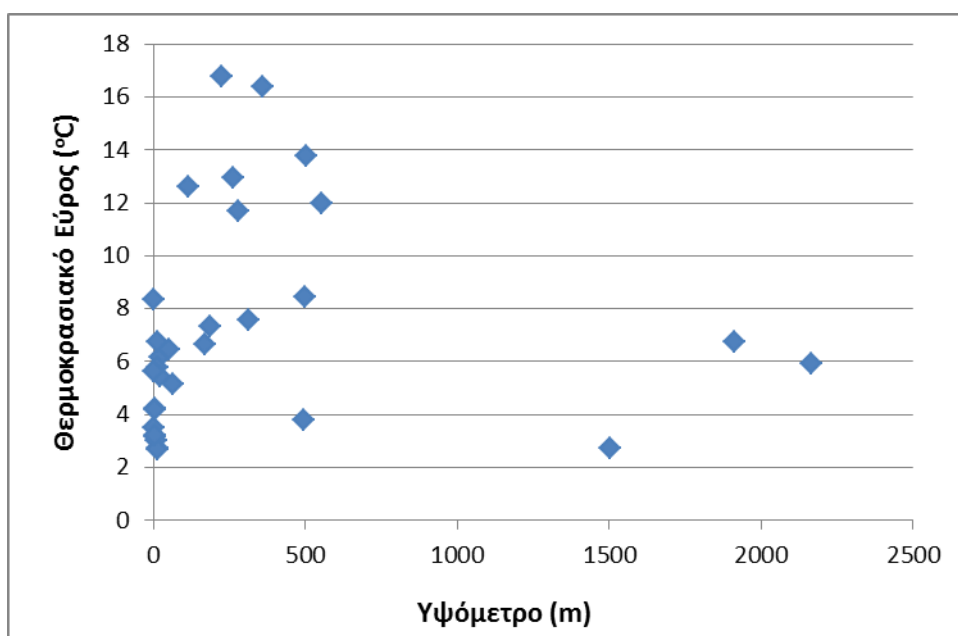
Σχήμα Α.1: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 0°-5° βόρεια.



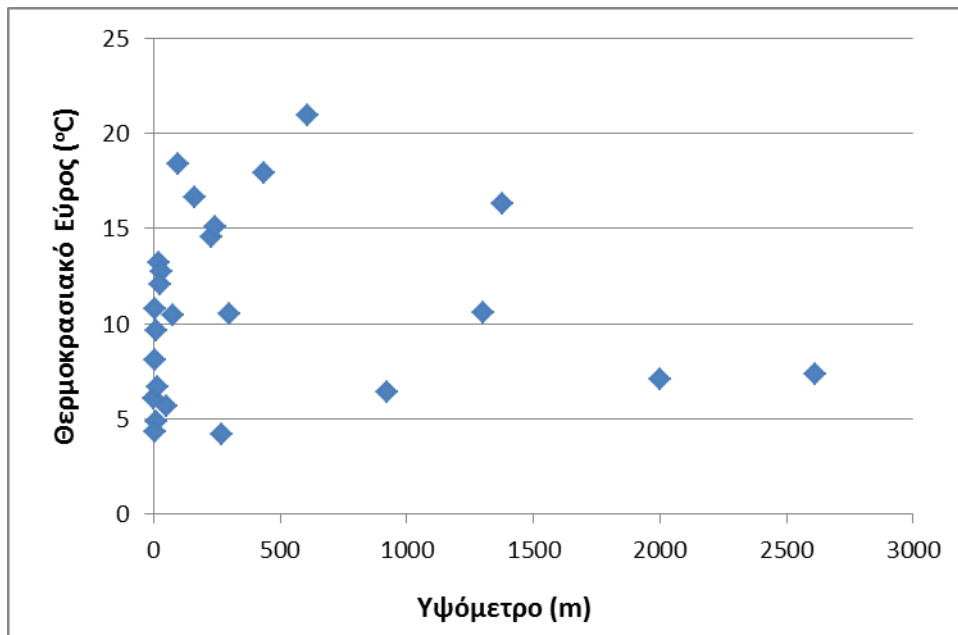
Σχήμα Α.2: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 5°-10° βόρεια.



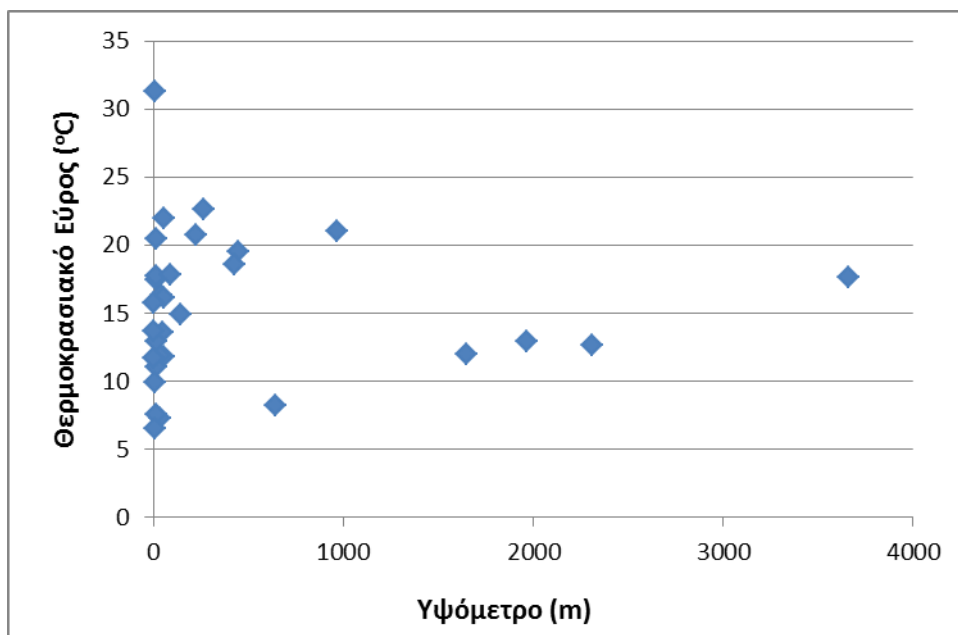
Σχήμα Α.3: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 10°-15° βόρεια.



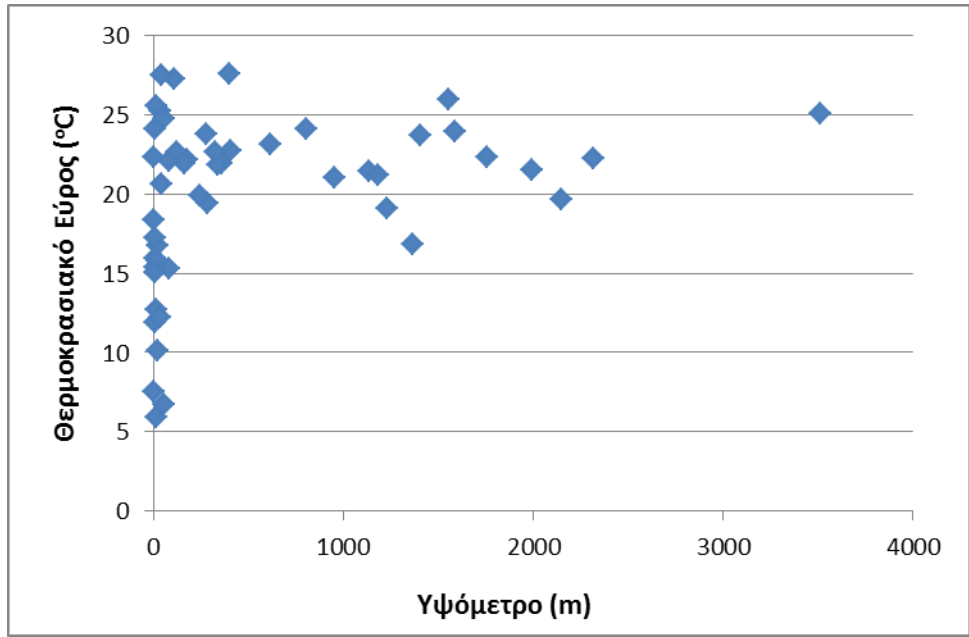
Σχήμα Α.4: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 15°-20° βόρεια.

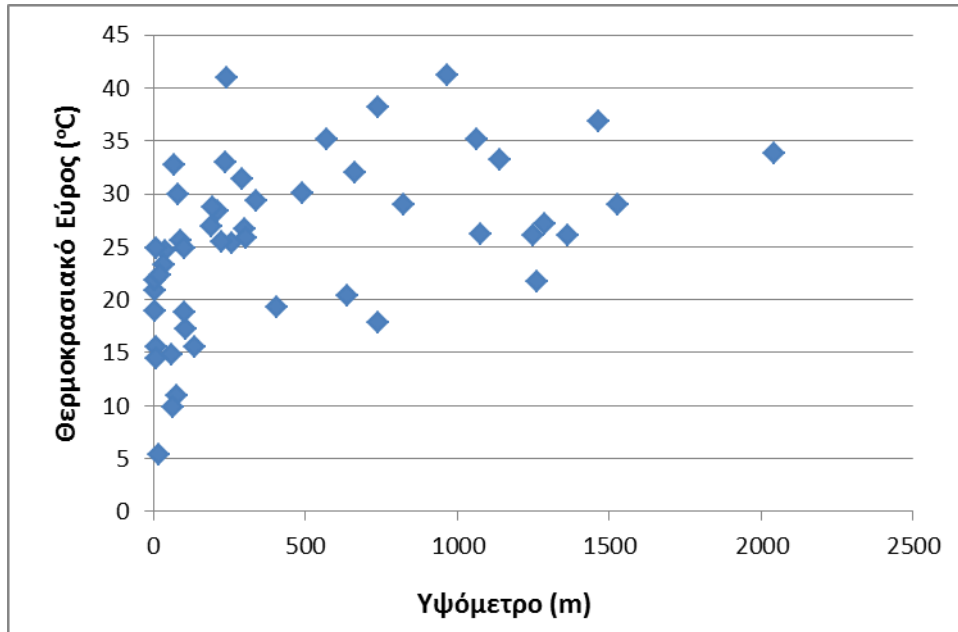


Σχήμα Α.5: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 20°-25° βόρεια.

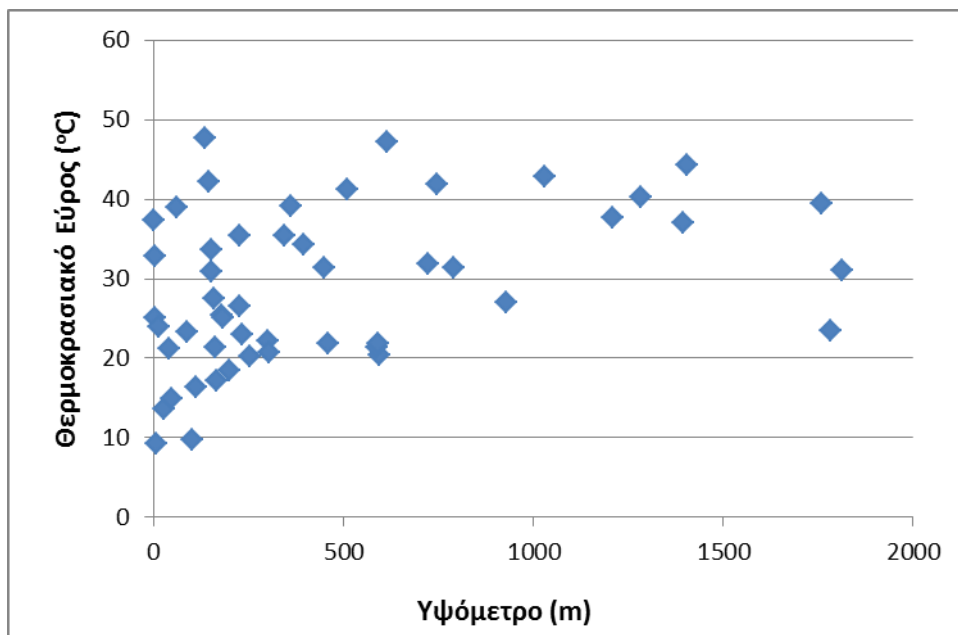


Σχήμα Α.6: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 25°-30° βόρεια.





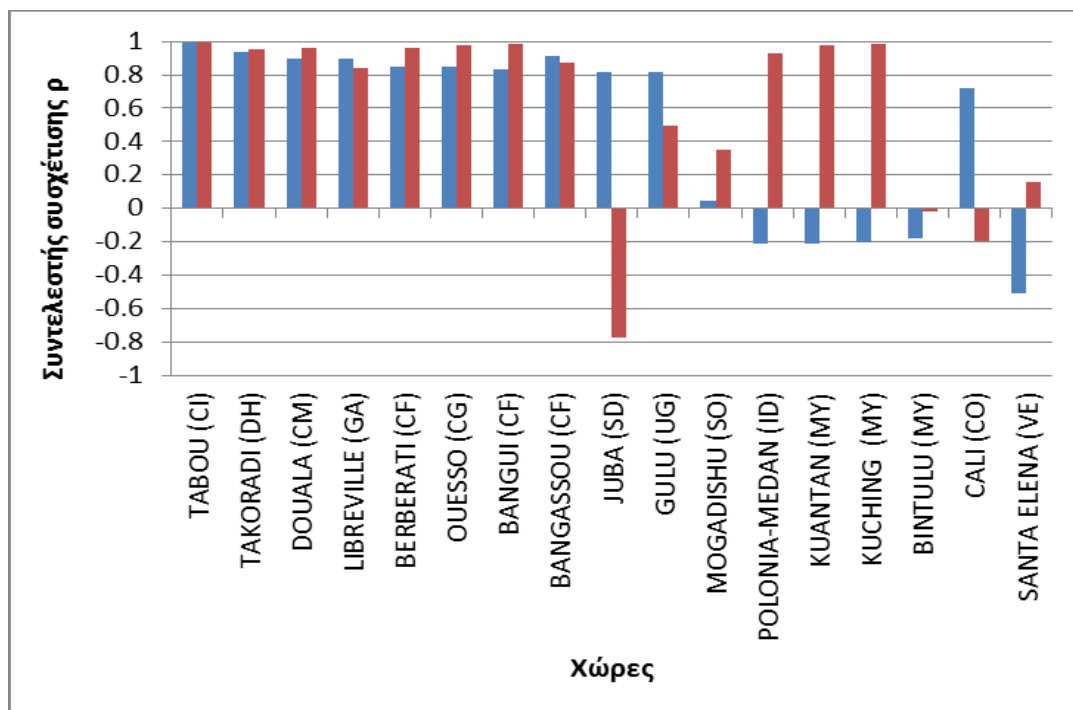
Σχήμα Α.9: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 40°-45° βόρεια.



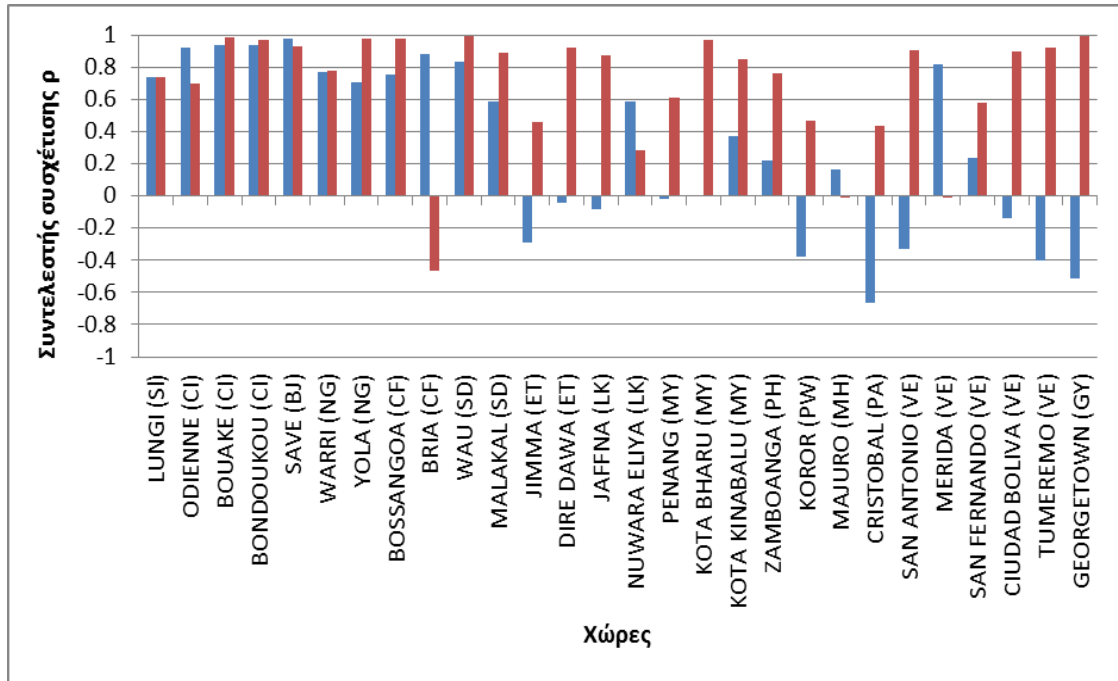
Σχήμα Α.10: Μεταβολή θερμοκρασιακού εύρους με το υψόμετρο στη ζώνη 45°-50° βόρεια.

Παράρτημα Β

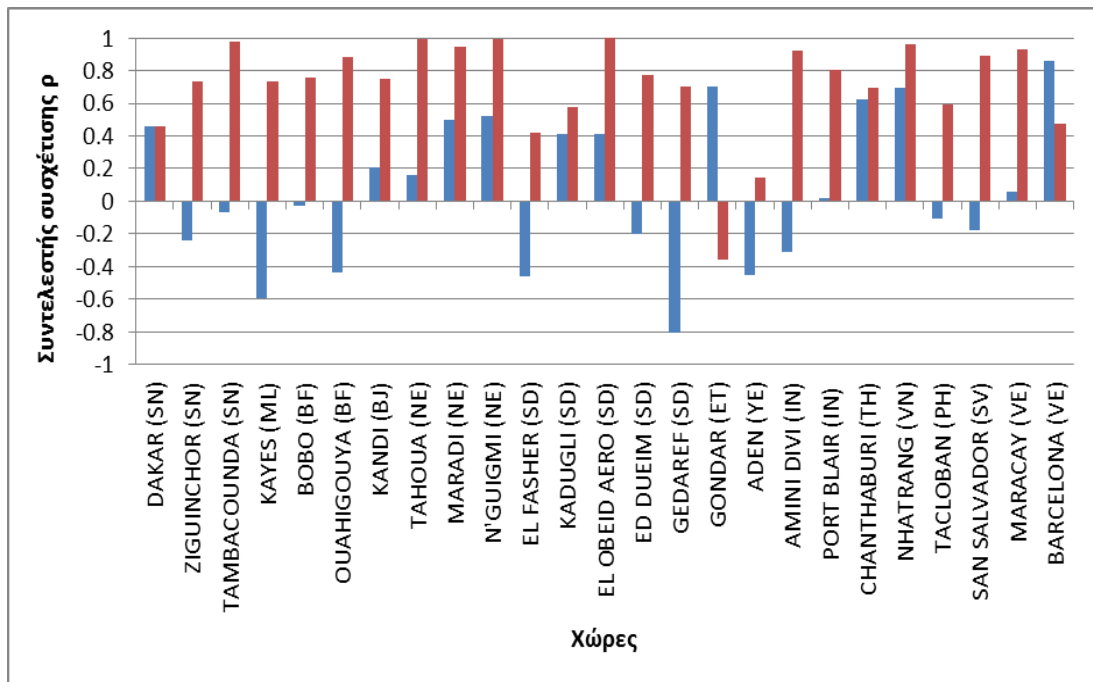
Το Παράρτημα Β περιλαμβάνει τις τιμές του συντελεστή συσχέτισης της μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση μεταξύ διαδοχικών σταθμών και του 1^{ου} σταθμού κάθε ζώνης με τους επόμενους.



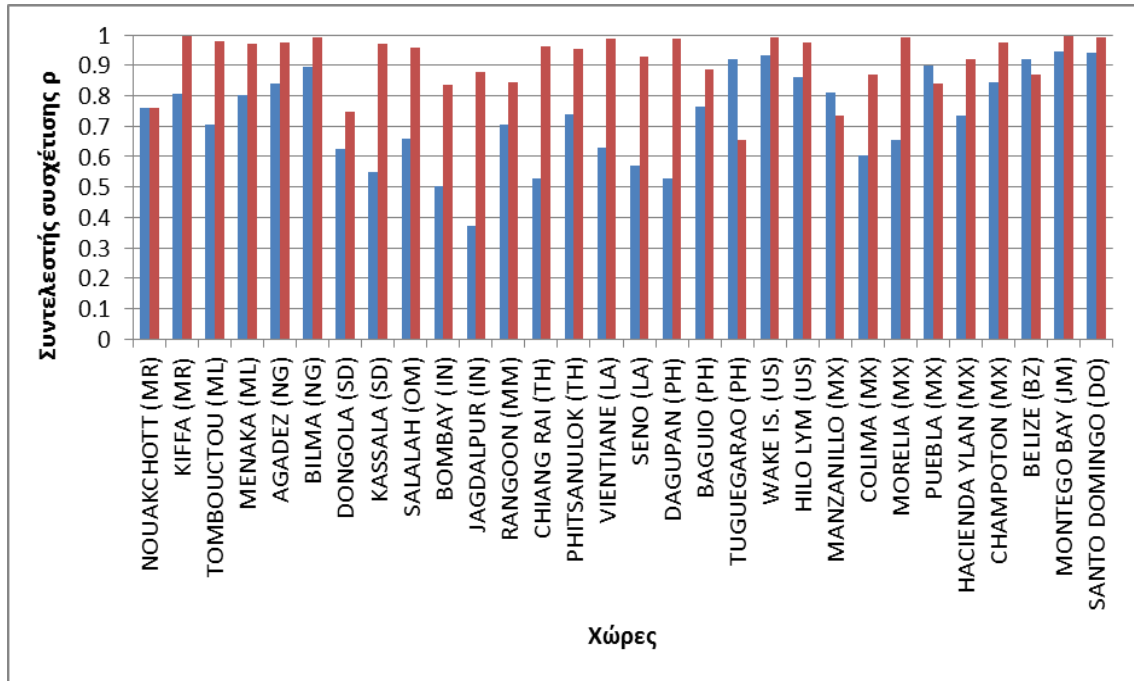
Σχήμα Β.1: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 0^ο-5^ο βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



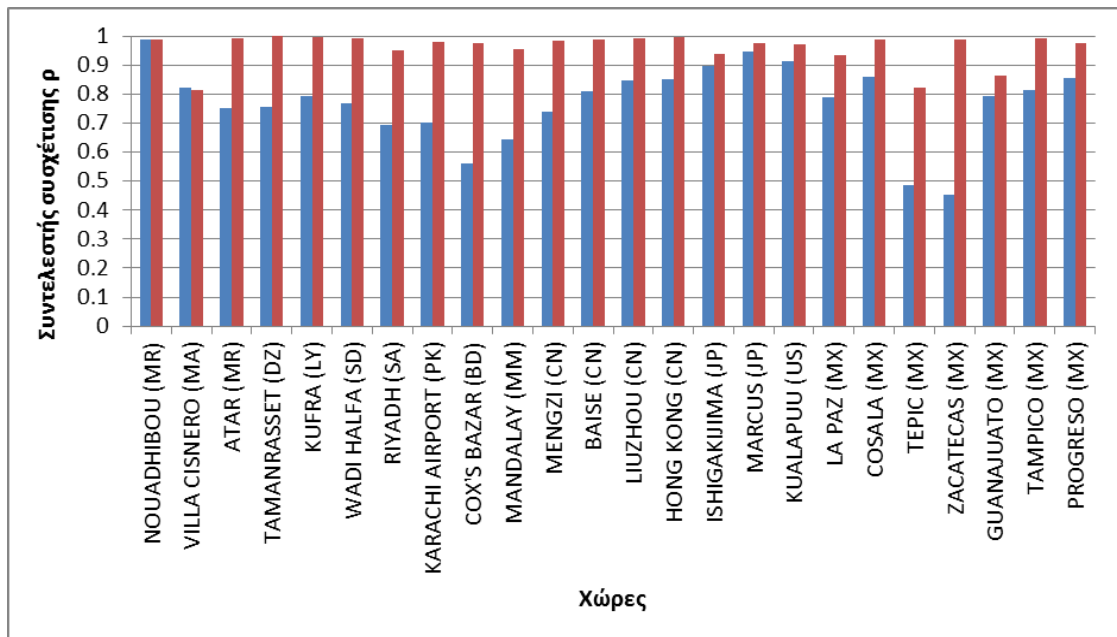
Σχήμα Β.2: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 5° - 10° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



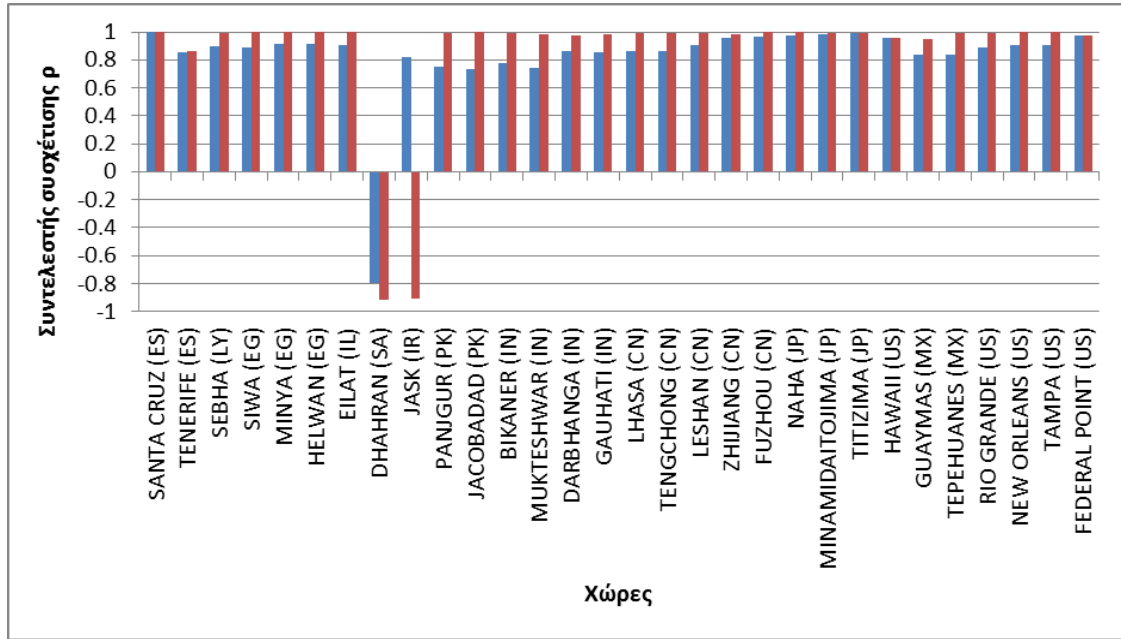
Σχήμα Β.3: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 10° - 15° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



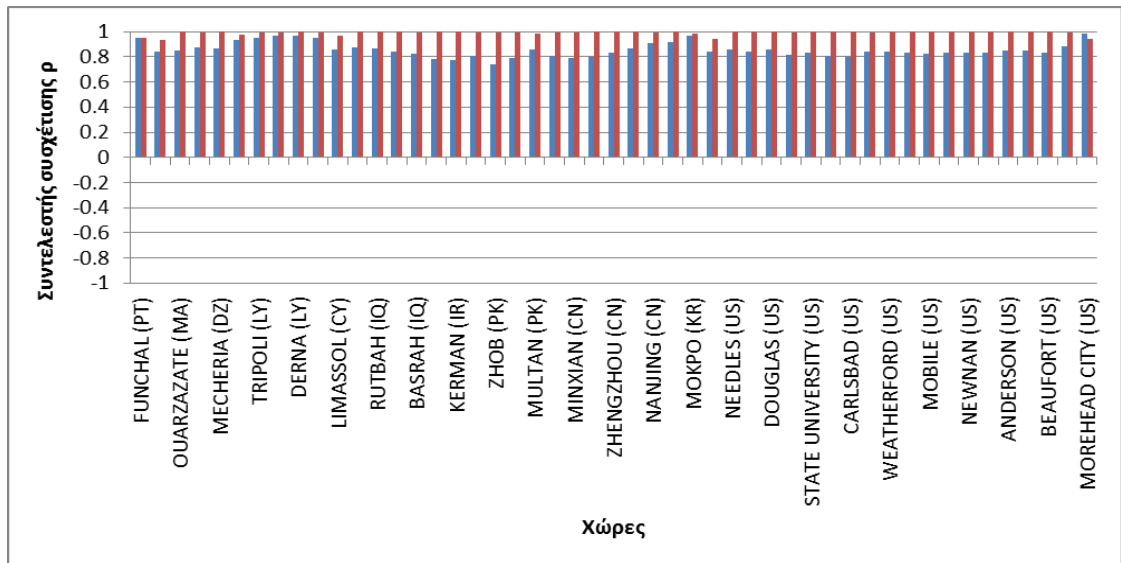
Σχήμα Β.4: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 15°-20° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



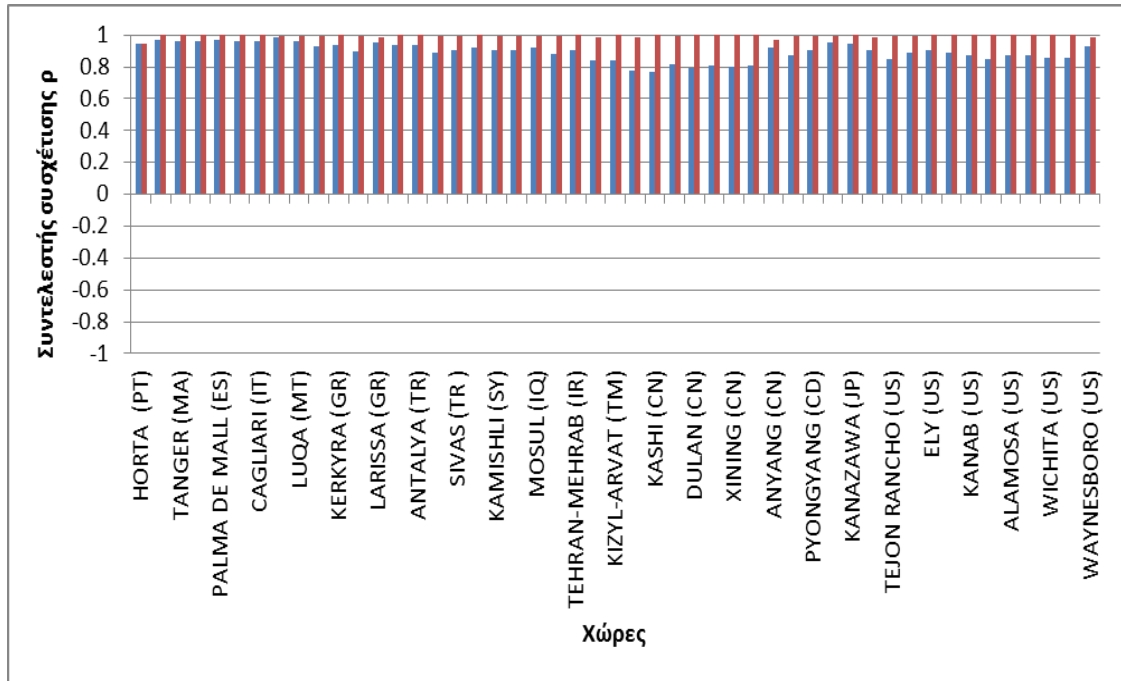
Σχήμα Β.5: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 20°-25° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



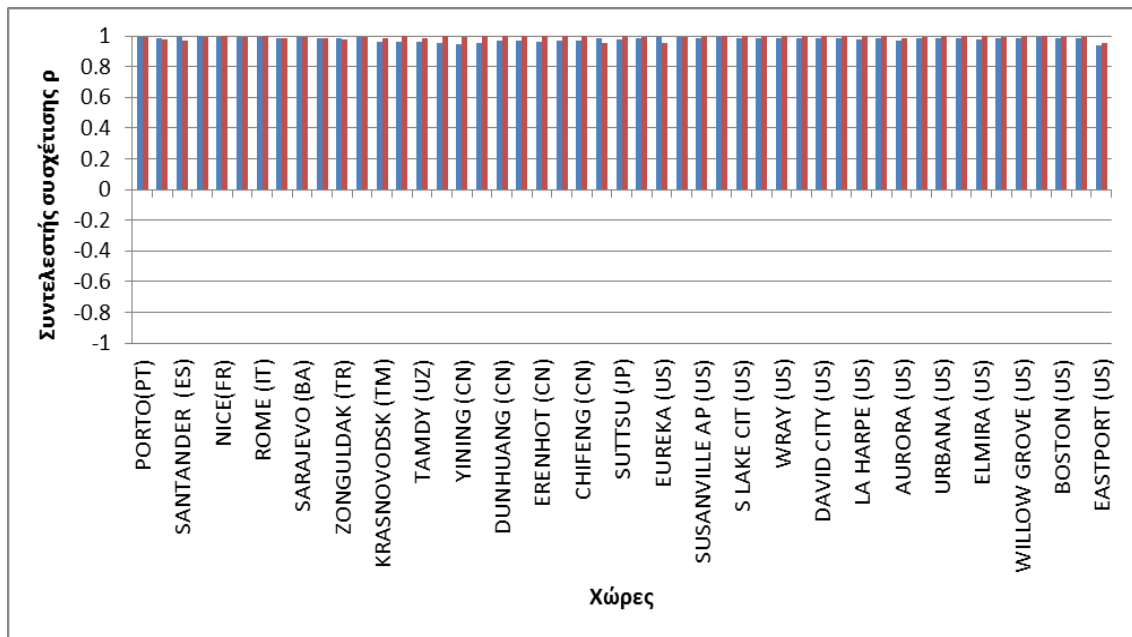
Σχήμα Β.6: Συντελεστής συσχέτισης μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 25°-30° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



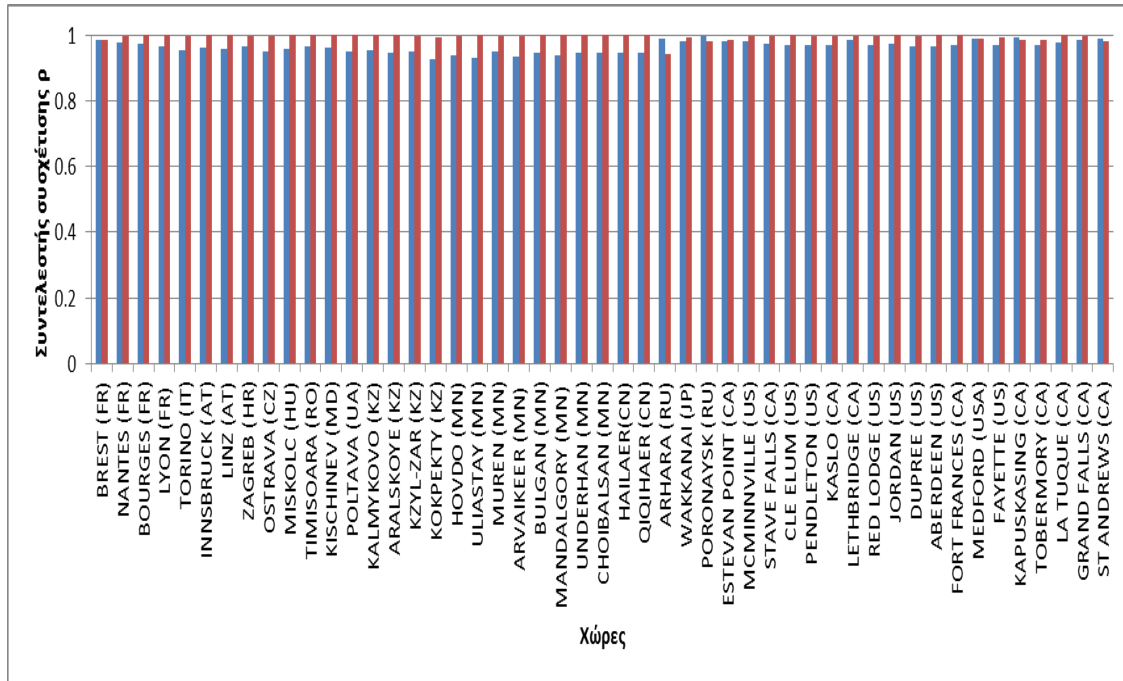
Σχήμα Β.7: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 30°-35° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



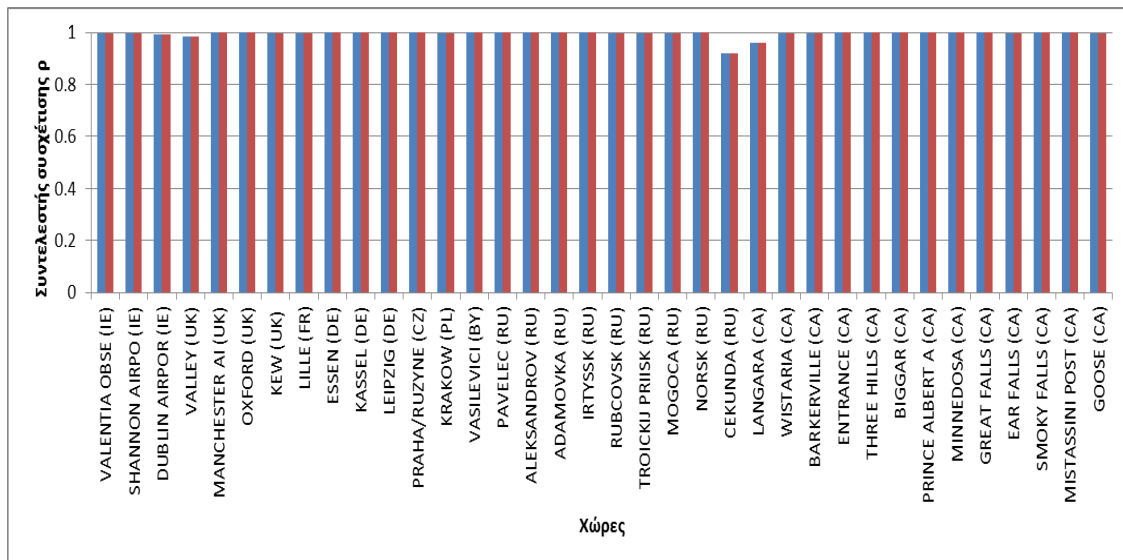
Σχήμα Β.8: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 35°-40° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



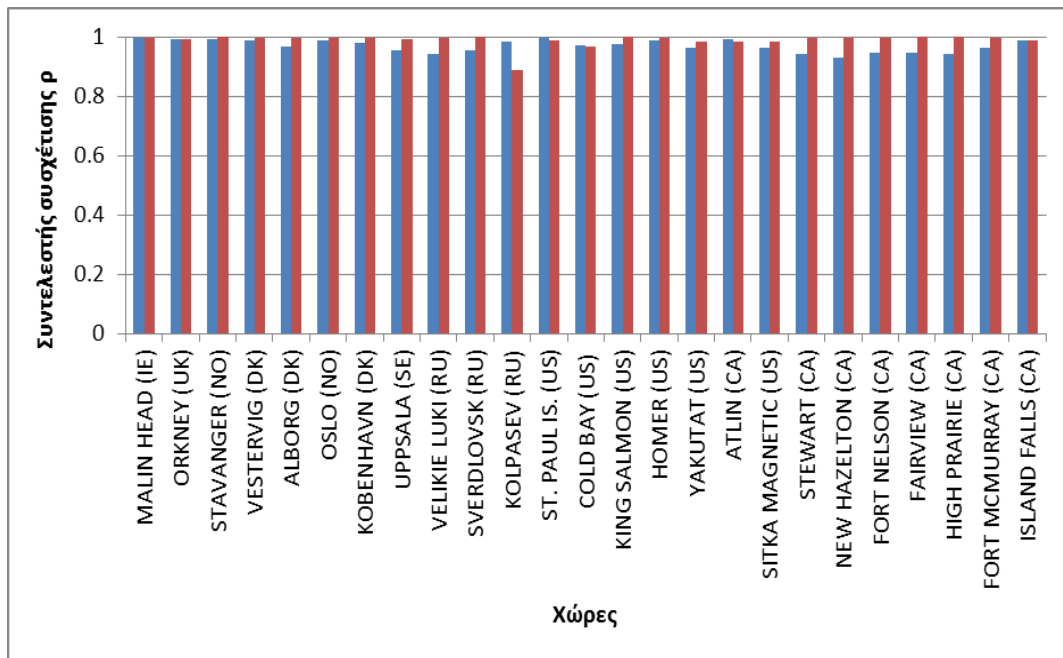
Σχήμα Β.9: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 40°-45° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



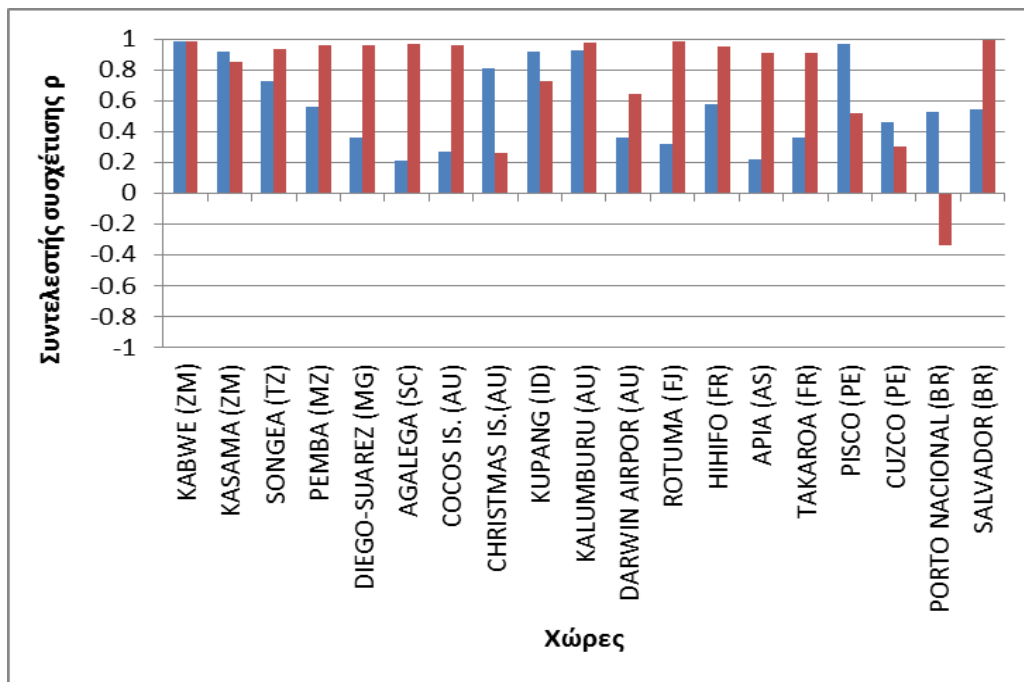
Σχήμα Β.10: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 45°-50° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



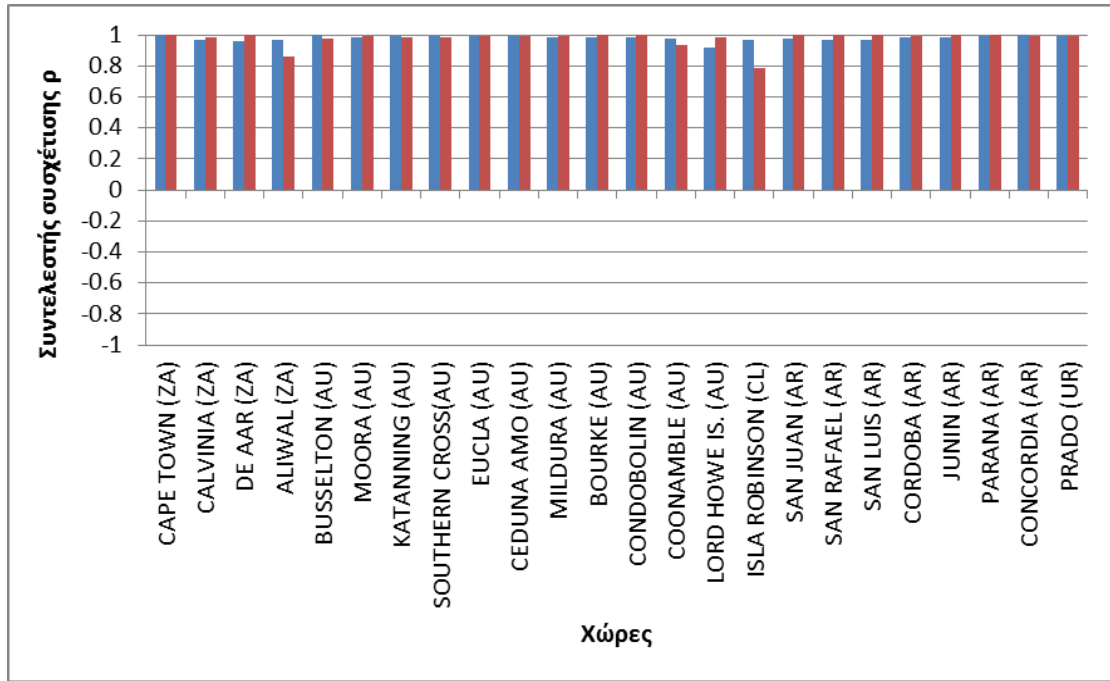
Σχήμα Β.11: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 50°-55° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



Σχήμα Β.12: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 55°-60° βόρεια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



Σχήμα Β.13: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 10°-15° νότια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.



Σχήμα Β.14: Συντελεστής συσχέτισης ρ μέσης θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για τη ζώνη 30° - 35° νότια. Με μπλε γραμμή φαίνεται η συσχέτιση του 1^{ου} σταθμού με τους υπόλοιπους και με κόκκινη η συσχέτιση μεταξύ διαδοχικών σταθμών.