



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ & ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ
ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ
ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΛΟΥΡΟΥ

Τσανάκας Ιωάννης

Επιβλέπων: Σ. Γιακουμάκης, Επ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012



Ευχαριστίες

Θα ήταν άδικο εκ' μέρους μου, να ξεκινήσω την παρουσίαση της διπλωματικής μου εργασίας, χωρίς να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με στήριξαν και με βοήθησαν όλο αυτό το διάστημα.

Αρχικά, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον καθηγητή μου και επιβλέποντα της διπλωματικής μου, κύριο Σ. Γιακουμάκη, του οποίου η συνεισφορά ήταν ζωτικής σημασίας καθ' όλη τη διάρκεια συγγραφής της διπλωματικής αυτής. Του οφείλω ευγνωμοσύνη, καθώς με βοήθησε στην επιλογή του θέματος της διπλωματικής και που με τις πολύτιμες συμβουλές και καθοδήγηση με βοήθησε να την ολοκληρώσω.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κ. Χ. Βαγγέλη, ο οποίος από την πρώτη στιγμή μου έδειξε να καταλάβω ότι θα είναι δίπλα μου σε οποιοδήποτε τεχνικό ή θεωρητικό πρόβλημα αντιμετώπιζα. Οι γνώσεις του με βοήθησαν να αντιμετωπίσω οποιοδήποτε πρόβλημα και αν προέκυπτε.

Τους Δ. Τίγκα και Ι. Παπαγεωργάκη για την τεχνική υποστήριξη στη λειτουργία των προγραμμάτων Medbasin, Drinc και ArcGIS αντίστοιχα.

Τους φίλους μου Σπυριδούλα, Άρη και Γιώργο για την βοήθεια που μου παρείχαν στο να ξεπεράσω καθημερινά πρακτικά προβλήματα.

Η διπλωματική αυτή δεν θα είχε ωστόσο ολοκληρωθεί χωρίς την αμέριστη στήριξη των γονιών μου, Παναγιώτη και Μαρία, που χωρίς αυτούς κανένα μου όνειρο δεν θα μπορούσε να γίνει πραγματικότητα.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	2
Περίληψη	5
Abstract	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	7
1.2. ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	8
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	10
2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	10
2.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΈΔΑΦΟΣ	13
3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	15
3.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	15
3.1.1. Γενικές Πληροφορίες.....	15
3.1.2. Ψηφιοποίηση των Χαρτών της ΓΥΣ.....	16
3.2. ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ.....	19
3.2.1. Μέγεθος Λεκάνης Απορροής.....	19
3.2.2. Σχήμα της Λεκάνης Απορροής.....	20
3.2.3. Υψόμετρο της Λεκάνης Απορροής.....	21
3.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	23
3.3.1. Πυκνότητα Υδρογραφικού Δικτύου.....	23
3.3.2. Χαρακτηριστικά Κύριου Υδατορεύματος Λεκάνης Απορροής.....	25
3.4. ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	25
3.4.1. Σκοπός.....	25
3.4.2. Δεδομένα Βροχομετρικών και Μετεωρολογικών Σταθμών.....	26
3.4.3. Συντελεστής Συσχέτισης.....	27
3.4.4. Έλεγχοι Ομογένειας Δεδομένων.....	28
3.4.5. Συμπλήρωση Βροχομετρικών Παρατηρήσεων.....	34
3.4.6. Μέθοδοι Εκτίμησης Επιφανειακής Βροχόπτωσης.....	37
3.5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	39
3.6. ΣΧΕΣΗ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ- ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ (ΒΡΟΧΟΒΑΘΜΙΔΑ).....	41

3.7.	ΣΧΕΣΗ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ – ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ (ΘΕΡΜΟΒΑΘΜΙΔΑ)	42
3.8.	ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ – ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ.....	43
4.	ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	45
4.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	45
4.2.	Η ΞΗΡΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	45
4.3.	ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ.....	47
4.4.	ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	48
4.5.	ΤΥΠΟΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	50
4.6.	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ.....	52
4.7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	53
5.	ΔΕΙΚΤΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ.....	54
5.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	54
5.2.	ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΔΕΙΚΤΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ.....	55
6.	ΟΙ ΔΕΪΚΤΕΣ SPI ΚΑΙ RDI	62
6.1.	Ο ΔΕΪΚΤΗΣ SPI (Standardized Precipitation Index).....	62
6.2.	Ο ΔΕΙΚΤΗΣ RDI (Reconnaissance Drought Index)	64
6.3.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ SPI ΚΑΙ RDI.....	65
7.	ΧΩΡΙΚΉ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΞΗΡΑΣΪΑΣ	67
7.1.	ΜΟΝΤΕΛΟ ΧΩΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ	67
7.2.	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	70
8.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	71
8.1.	ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ.....	71
8.2.	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΙΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΞΗΡΑΣΙΑΣ	74
9.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	76
	Παράρτημα I (Ετήσιοι Θεματικοί Χάρτες)	78
	Παράρτημα II (Θεματικοί Χάρτες 1^{ου} Τριμήνου).....	95
	Παράρτημα III	112
	Βιβλιογραφία.....	136

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε μια ολοκληρωμένη διερεύνηση της επιφανειακής ξηρασίας της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Λούρου. Χρησιμοποιήθηκαν χρονοσειρές υψών βροχής και θερμοκρασίας σε μηνιαίο βήμα από το 1969-70 έως και το πιο πρόσφατο διαθέσιμο έτος 2000-01. Επιγραμματικά, η πορεία της εργασίας αυτής διαρθρώθηκε ως εξής:

Αρχικά έγινε ψηφιοποίηση χαρτών της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού κλίμακας 1:50.000, που οδήγησε στη δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου εδάφους και του υδρολογικού δικτύου της εξετασθείσας λεκάνης απορροής.

Στη συνέχεια έγινε η επιλογή των κατάλληλων βροχομετρικών και μετεωρολογικών σταθμών, τα δεδομένα των οποίων συμπληρώθηκαν, αφού έτυχαν της κατάλληλης επεξεργασίας (π.χ. συσχετίσεις τιμών υψών βροχής διαφορετικών σταθμών λαμβανομένων ανά δύο, εξαγωγή διπλών αθροιστικών καμπυλών κλπ). Επίσης, με τη βοήθεια του προγράμματος MEDBASIN, υπολογίστηκε στις θέσεις των σταθμών η μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή.

Με βάση τα δεδομένα της βροχόπτωσης και της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής υπολογίστηκαν, χρησιμοποιώντας το λογισμικό Drinc, οι δείκτες ξηρασίας RDI_{st} και SPI σε ετήσια βάση, καθώς και για το πρώτο τρίμηνο του κάθε υδρολογικού έτους.

Ακολούθησε η εφαρμογή της μεθόδου της ψηφιδωτής διαμέρισης, κατά την οποία η περιοχή ενδιαφέροντος διαμερίστηκε σε 1075 ισομεγέθη στοιχειώδη κύτταρα με την εφαρμογή ενός ορθογωνικού κανάβου με δεδομένη ισαποχή (1km) των οριζόντιων και κατακόρυφων γραμμών του.

Στη συνέχεια δημιουργήσαμε μια βάση δεδομένων, η οποία έδωσε τις τιμές των δεικτών στα κέντρα των κυττάρων και η οποία εισήχθη στο λογισμικό Arcmap. Έτσι έγινε η απεικόνιση της χωρικής κατανομής της ξηρασίας στην περιοχή μελέτης.

Τέλος, η ανάλυση των χαρτών δίνει μία ανάγλυφη εικόνα των συνθηκών ξηρασίας που εμφανίζεται στην περιοχή μελέτης, για τη χρονική περίοδο που εξετάστηκε.

Abstract

In this work, a comprehensive investigation of surface drought in the Louros river basin, was performed. Time series of both precipitation and temperature on a monthly basis from 1969-70 until the most current available year 2001-01, were used. Briefly, the path of this work was structured as follows:

Initially, digitalized maps of Military Geographic Service in scale 1:50,000 were constructed, leading to the digital terrain model and the basin's hydrographic network.

Moreover, the selection of suitable precipitation and meteorological stations, whose data were completed after the suitable elaboration, has been carried out. Also, using the software MEDBASIN, potential evapotranspiration values were calculated in the locations of the stations.

Then, taking into consideration the data of both precipitation and potential evapotranspiration, the drought indices RDIst and SPI were calculated on an annual basis, using the DrinC software. Additionally, the same indices were calculated for the first quarter of each hydrological year.

The present study was then proceeded with the implementation of partitioning mosaic method, in which the region of interest was divided into 1075 equally sized primary cells by applying a rectangular grid (1km) of horizontal and vertical lines, with the same distance.

This led to the creation of a database, which was introduced in the Arcmap software, based on the imaging of the spatial distribution of drought in the study area.

Finally, the analysis of the maps offered a clear picture of drought conditions occurring in the study area for the time period examined.

Κεφάλαιο 1

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Τόσο διεθνώς όσο και στην Ελλάδα ενισχύονται οι πιέσεις που υφίστανται οι υδατικοί πόροι, ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης ζήτησης από ποικίλους χρήστες, για επαρκές σε ποσότητα αλλά και ποιότητα νερό. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η χώρα μας, παρόλο που είναι μια σχετικά ευνοημένη υδρολογικά χώρα, η αναντιστοιχία της χρονικής και κυρίως χωρικής κατανομής των βροχοπτώσεων με τις χρονικές και χωρικές κατανομές της ζήτησης έχουν δημιουργήσει στο παρελθόν και συνεχίζουν να δημιουργούν προβλήματα έλλειψης νερού, ιδιαίτερα σε περιόδους ανομβρίας ή περίσσειας σε περιπτώσεις πλημμυρικών γεγονότων. Το πρόβλημα αυτό ενισχύεται επίσης, από το γεγονός ότι η εκμετάλλευση των υπόγειων νερών είναι εντονότερη από αυτή των επιφανειακών, λόγω του ότι απαιτούνται σοβαρότερες και συχνά μακροχρόνιες επενδύσεις, αλλά και λόγω των περιορισμών που υπεισέρχονται για την προστασία των υδρόβιων οικοσυστημάτων.

Η διαχείριση των υδατικών πόρων προσπαθεί να δώσει λύση στο πρόβλημα της χωρο-χρονικής κατανομής της προσφοράς και της ζήτησης, μέσα από τη επίτευξη των παρακάτω στόχων:

- Την επάρκεια επαρκούς ποσότητας και ποιότητας νερού για την εκπλήρωση των ανθρώπινων αναγκών.
- Την προστασία των υδατικών πόρων.
- Την προστασία από τα ακραία υδρολογικά φαινόμενα.

1.2. ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία αυτή αναπτύσσεται σε 9 κεφάλαια σύμφωνα με τη σειρά που πραγματοποιήθηκαν οι διεργασίες και οι επεξεργασίες που ήταν απαραίτητες για την εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων για την εκτίμηση της επιφανειακής ξηρασίας στη λεκάνη απορροής του ποταμού Λούρου.

Κεφάλαιο 1

Στο εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη διαχείριση των υδατικών πόρων, καθώς και στους στόχους τους οποίους θέτει, προκειμένου να δώσει λύσεις στο πρόβλημα της χωρο-χρονικής κατανομής της προσφοράς και της ζήτησης.

Κεφάλαιο 2

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η περιοχή ενδιαφέροντος και παρουσιάζονται τα γενικά χαρακτηριστικά της, όπως το ανάγλυφο, το υδρογραφικό δίκτυο, οι εκβολές του ποταμού Λούρου κ.α.

Κεφάλαιο 3

Περιγράφεται αναλυτικά η προετοιμασία των δεδομένων για την εκτίμηση της ξηρασίας, όπως γεωγραφικών, βροχομετρικών, θερμοκρασίας.

Κεφάλαιο 4

Γίνεται μία προσπάθεια κατανόησης του φαινομένου της ξηρασίας, μέσω των χαρακτηριστικών της, των τύπων της και των διαφόρων ορισμών που έχουν προταθεί κατά καιρούς.

Κεφάλαιο 5

Παρουσιάζονται οι διάφοροι δείκτες ξηρασίας που χρησιμοποιούνται ανά τον κόσμο.

Κεφάλαιο 6

Αναλύονται οι δύο δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της επιφανειακής ξηρασίας, ο SPI και ο RDI και γίνεται μία προσπάθεια σύγκρισης τους.

Κεφάλαιο 7

Πραγματοποιείται η χωρική κατανομή της ξηρασίας στην περιοχή ενδιαφέροντος. Περιγράφεται το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για την κατανομή αυτή, καθώς και ο τρόπος που το μοντέλο αυτό υλοποιήθηκε.

Κεφάλαιο 8

Αναλύονται τα αποτελέσματα μέσω της μελέτης τόσο των ετήσιων θεματικών χαρτών, όσο και αυτών του πρώτου τριμήνου κάθε υδρολογικού έτους.

Κεφάλαιο 9

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται τα συμπεράσματα τα οποία εξήχθησαν με βάση όλα τα παραπάνω.

Στο τέλος της παρούσας διπλωματικής υπάρχουν τρία παραρτήματα στα οποία παρουσιάζονται οι θεματικοί χάρτες, αλλά και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και στοιχεία που παράχθηκαν.

Ανατολικά γειτονεύει με τη λεκάνη απορροής του Άραχθου και δυτικά με αυτή του Αχέροντα. Ο υδροκρίτης της λεκάνης ακολουθεί δυτικά, τις κορυφογραμμές των βουνών Ζαλόγγου και της οροσειράς Θεσπρωτικού, βόρεια τις κορυφογραμμές του όρους Τόμαρος και ανατολικά τις κορυφογραμμές του όρους Ξεροβούνι.

Ο ποταμός Λούρος πηγάζει από το όρος Τόμαρος (ή Ολύτσικα, υψόμετρο 1976m) κοντά στην περιοχή του Μαντείου της Δωδώνης, του Νομού Ιωαννίνων. Επίσης δέχεται τροφοδοτικούς παραπόταμους από την περιοχή του χωριού Βαρυάδες του Ν. Ιωαννίνων. Ακολούθως ρέει πορευόμενος παραπλεύρως της Εθνικής οδού Πρέβεζας Ιωαννίνων, περνάει από τα χωριά Βούλιστα, Κλεισούρα, Παναγιά, και μετά το χωριό Κερασώνα τα νερά του εγκλωβίζονται από το Τεχνητό Υδροηλεκτρικό Φράγμα της ΔΕΗ Λούρου, ύψους 25m και πλάτους 70m. Ένα τμήμα των υδάτων του Λούρου, διοχετεύεται με σήραγγα ανατολικά μέσα από λόφο και ξαναπέφτει στο κεντρικό τμήμα του ποταμού, λίγο πριν το χωριό Άγιος Γεώργιος. Στο χωριό Άγιος Γεώργιος υπάρχουν οι «πηγές του Λούρου» από τις οποίες υδρεύεται η Άρτα, η Πρέβεζα και η Λευκάδα καθώς επίσης και το γιγαντιαίο για την εποχή του (31π.χ) Υδραγωγείο.

Μετά το φράγμα της ΔΕΗ τα νερά του Λούρου, ορμητικά πλέον λόγω του εμπλουτισμού τους από πολλές πηγές της περιοχής Αγίου Γεωργίου, πορεύονται πλησίον του χωριού Παντάνασσα του Νομού Αρτας, όπου βρίσκεται και η λίμνη του Ζηρού. Η πορεία του ποταμού στη συνέχεια συγκλίνει προς την κοινότητα Νέας Κερασούντας και πιο νότια, διέρχεται από ελώδη περιοχή πού εύκολα πλημμυρίζει και ονομάζεται βάλτος του Λούρου, μεταξύ των χωριών Πέτρα και Στρογγυλή ανατολικά και Στεφάνη δυτικά, παρά την λιμνοθάλασσα της Ροδιάς. Στη συνέχεια περνάει από τον κάμπο των κοινοτήτων Νέα Σαμψούς και Νέα Σινώπη. Τελικά μετά από μία διαδρομή συνολικού μήκους 83 km ο ποταμός εκβάλλει στο Μιχαλίτσι, στον όρμο Σαλαώρας, του Αμβρακικού Κόλπου.



Εικ. 2.2 Οι πηγές του Λούρου ποταμού
Πηγή: Γιάννενα info.gr



Εικ. 2.3 Οι εκβολές του Λούρου ποταμού
Πηγή: Ήπειρος - Ελλάδα

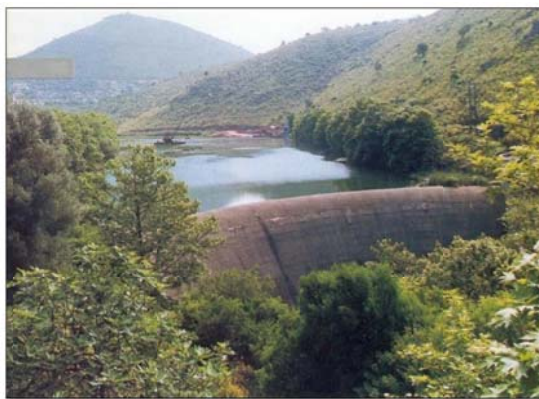
Το δέλτα του ποταμού Λούρου σε συνδυασμό με το δέλτα του ποταμού Αράχθου συνθέτουν ένα οικοσύστημα το οποίο αποτελείται από ένα εκτεταμένο δίκτυο υφάλμυρων λιμνοθαλασσών, αμμωδών λουρονησίδων, αλιπέδων, καλαμιώνων και ιλυπέδων. Το τοπίο κυριαρχείται από τρεις βραχώδεις λόφους ανάμεσα στις λιμνοθάλασσες και η περιοχή της βολταιϊκής πεδιάδας περιβάλλεται από λόφους στα βόρεια και ανατολικά. Οι εσωτερικές περιοχές του δέλτα καλλιεργούνται, αλλά υπάρχουν ακόμη εκτεταμένες περιοχές φυσικής βλάστησης.

Οι τρεις από τις μεγαλύτερες λιμνοθάλασσες της Ελλάδας βρίσκονται στην περιοχή αυτή, και συγκεκριμένα:

- Η λιμνοθάλασσα Τσουκαλιό έκτασης 32 km²
- Η Λογαρού έκτασης 28 km² και
- Η λιμνοθάλασσα Ροδιά έκτασης 27 km²

Η λιμνοθάλασσα της Ροδιάς βρίσκεται δίπλα ακριβώς στον ποταμό Λούρο και παλαιότερα αποτελούσε τμήμα της πλημμυρικής πεδιάδας και των δελταικών παραποτάμων του χαρακτηρίζεται ως έλος και είναι ένα από τα μεγαλύτερα έλη καλαμιών στη ΝΑ Ευρώπη, καλύπτοντας, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, έκταση 27 km² περίπου.

Κατά μήκος του ποταμού διατηρείται παρόχθιο δάσος έκτασης 5 km² και σε απόσταση 10 Km περίπου από την εκβολή του στη θάλασσα, μια μεγάλη πλημμυρική πεδιάδα. Στον ποταμό έχουν πάψει πλέον να συμβαίνουν τα παλαιότερα εκτεταμένα επεισόδια πλημμύρων, καθώς η ροή του ποταμού ρυθμίζεται από ένα μικρό φράγμα άρδευσης, σε απόσταση 50Km από τη θάλασσα. Το φράγμα αυτό παρουσιάζει πλέον συνεχή ροή υδάτων λόγω της σημαντικής πρόσχωσης του. Η μέση ετήσια ποσότητα ύδατος η οποία εκφορτίζεται προς τα κατάντη του φράγματος ανέρχεται σε 468*10⁶ m³/year (1957-1995).



Εικ 2.4 Το Φράγμα του Λούρου. Πηγή: Σύλλογος Φιλιππιδιωτών Αθήνας

Η κύρια κοίτη του ποταμού έχει μήκος 83 Km και διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Η κοιλάδα παρουσιάζει σε γενικές γραμμές απότομα μέχρι εξαιρετικά απότομα πρανή, ιδιαίτερα στη θέση κλεισούρα.

Το υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού χαρακτηρίζεται ως ένα από τα σημαντικότερα δίκτυα τα οποία εκβάλλουν στον Αμβρακικό κόλπο. Είναι χαμηλής πυκνότητας και οι δευτερεύοντες κλάδοι δεν εμφανίζουν σαφώς καθορισμένες διευθύνσεις. Ο Μερτζάνης (1992) υπολογίζει την πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου ίση με 0.69 km/km^2 . Το δίκτυο του ποταμού Λούρου δεν παρουσιάζει αξιόλογους παραπόταμους και συνίσταται από ανενεργούς μικροχειμάρρους. Όπως θα αναφέρουμε και παρακάτω, η παρατηρούμενη έλλειψη παραποτάμων οφείλεται στην παρουσία καρστικών σχηματισμών και ρηγμάτων τα οποία αυξάνουν τον συντελεστή κατείδυσης. Τις συνθήκες αυτές ενισχύουν και τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά τα οποία επικρατούν στην περιοχή. Ο μόνος σημαντικός παραπόταμος του Λούρου είναι ο Ξηροπόταμος, ο οποίος αναπτύσσεται στην δυτική πλευρά του ποταμού. Ο Ξηροπόταμος έχει μήκος 24 km και τροφοδοτεί την περιοχή της αποξηραμένης σήμερα λίμνης Μαύρη, ενώ στη συνέχεια μέσα από τεχνητά αποστραγγιστικά κανάλια, οδηγεί στον ποταμό Λούρο.

Η επιφάνεια της λεκάνης απορροής του ποταμού είναι 963 km^2 και περιλαμβάνει 4 σημαντικές υπολεκάνες. Η πρώτη ανάντη του υδροηλεκτρικού φράγματος της Δ.Ε.Η. (365 km^2), η δεύτερη ανάντη της γέφυρας Πέτρας (520 km^2), και τις υπολεκάνες του Θεσπρωτικού (175 km^2) και Ζαλόγγου (90 km^2), κατάντη της γέφυρας Πέτρας.

2.2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΕΔΑΦΟΣ

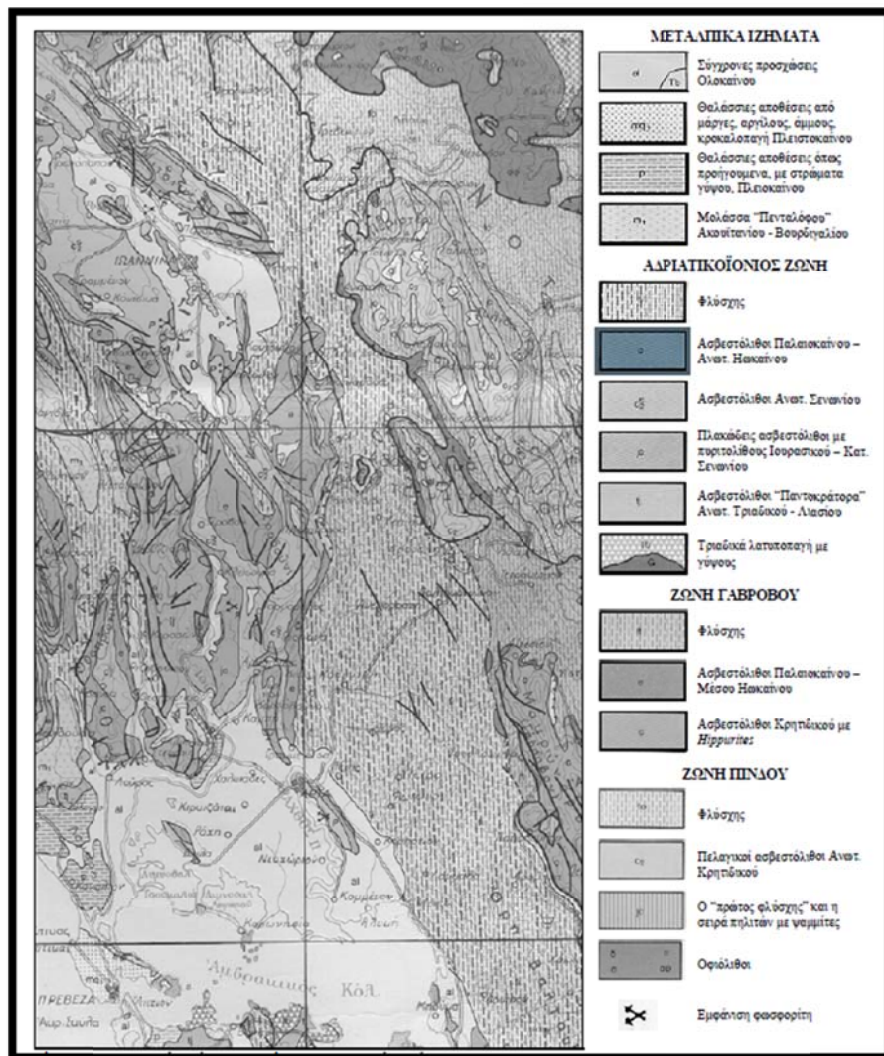
Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο Λούρος ποταμός τροφοδοτείται από τα νερά καρστικών πηγών. Η παρουσία του φαινομένου αυτού, σύμφωνα με τον Μερτζάνη (1992), είναι έντονη λόγω της ασβεστολιθικής σύστασης των πετρωμάτων, με αποτέλεσμα να εναποθέτει μικρές ποσότητες λεπτόκοκκου υλικού αλλά και κροκάλες και χαλίκια ασβεστολιθικής προέλευσης. Οι ασβεστούχες αυτές αποθέσεις σχηματίζουν εδάφη που κυριαρχούν τα αργιλλοπηλώδη υλικά.

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Λούρου βρίσκεται εξ' ολοκλήρου εντός Αδριατικοιονίου ζώνης γεγονός που μας οδηγεί στην απουσία υλκών αποσάθρωσης του οφιολιθικού συμπλέγματος. Η Αδριατικοιονίου ζώνη αποτελεί το ελληνικό "μειογεωσύγκλινο", στο οποίο δεν έχουμε διεισδύσεις και εκχύσεις βασικού

μάγματος. Τα αλπικά ιζήματα της Αδριατικοϊονίου ζώνης αρχίζουν με γύψο, η οποία βρίσκεται εντός συνεκτικού λατυποπαγούς, κυρίως από ανθρακικά υλικά. Ακολουθούν οι ασβεστόλιθοι "Σινιών" και " Παντοκράτορα" και κρυσταλικοί, φαιοί ή λευκοί δολομίτες. Η λιθολογία της λεκάνης απορροής φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.1: Λιθολογία Λεκάνης Απορροής Λούρου

Κλαστικά ιζήματα (φλύσσης, αλλούβια)	32.5 %
Ανθρακικά πετρώματα	66.0 %
Μεταμορφωμένα πετρώματα	1.50 %
Πυριγενή πετρώματα	0%



Εικ2.5 Γεωλογικός Χάρτης Ευρύτερης Περιοχής (ΙΓΜΕ)

Κεφάλαιο 3

3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

3.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

3.1.1. Γενικές Πληροφορίες

Αρχικά η συλλογή δεδομένων τοπογραφικού-υψομετρικού χαρακτήρα (ισοϋψείς καμπύλες, περιγράμματα λιμνών, ακτογραμμές), καθώς και υδρολογικού χαρακτήρα (λεκάνη απορροής, υδρογραφικό δίκτυο), αποτέλεσαν κύριο μέλημα μας. Η συλλογή, καθώς και η επεξεργασία, διαχείριση και αναπαράσταση των δεδομένων αυτών αποτελούν σήμερα χάρη της τεχνολογίας, απλοποιημένες διαδικασίες υποστηριζόμενες από τα αντίστοιχα λογισμικά. Πιο συγκεκριμένα, έγινε χρήση του λογισμικού Autocad Civil 2012.

Τα πρωτογενή δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 5 φύλλα χάρτου της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, κλίμακας 1:50000¹, τα οποία καλύπτουν εξολοκλήρου την υδρολογική λεκάνη, και τα οποία βρέθηκαν μετά από σχετική διερεύνηση σύμφωνα με τα όρια του υδροκρίτη της λεκάνης. Όλα τα παραπάνω φύλλα λήφθηκαν σε αναλογική μορφή. Στη συνέχεια ψηφιοποιήθηκαν με τη βοήθεια (scanner) από το Κέντρο Γεωπληροφορικής της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών.

¹ Χρησιμοποιήθηκαν τα φύλλα χάρτη με ονομασία: Άρτα, Ιωάννινα, Παραμυθιά, Παππαδάτες, Καναλάκι και με σύστημα συντεταγμένων Hatt.

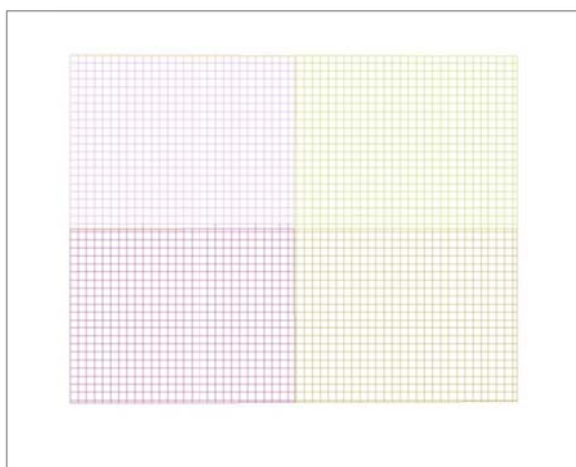
Στο τέλος της όλης διαδικασίας τα εξαγώγιμα στοιχεία ήταν:

- Η χάραξη του υδροκρίτη.
- Η χάραξη του υδρογραφικού δικτύου.
- Το εμβαδόν της λεκάνης απορροής.
- Το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής.
- Υψομετρική πληροφορία για κάθε σημείο της λεκάνης (ισοϋψείς καμπύλες).

3.1.2. Ψηφιοποίηση των Χαρτών της ΓΥΣ.

Ιδιαίτερα σημαντικό στάδιο για τη συνέχεια της διπλωματικής εργασίας ήταν αυτό της δημιουργίας του σωστού ψηφιακού υποβάθρου. Το ψηφιακό υπόβαθρο δημιουργήθηκε στο λογισμικό AutoCAD Civil 2012 και συγκεκριμένα στο AutoCAD Raster Design, που αποτελεί επέκταση του αρχικού, και στο οποίο αρχικά τα 5 φύλλα χάρτη δεν αποτελούσαν τίποτα άλλο παρά μόνο πέντε ασύνδετες μεταξύ τους εικόνες.

Αρχικά δημιουργήθηκαν οι κανάβοι των πέντε φύλων χάρτη, όπως φαίνεται στη παρακάτω εικόνα. Το γεγονός ότι απεικονίζονται τέσσερις κανάβοι αντί για πέντε, δικαιολογείται επειδή στο σύστημα συντεταγμένων Hatt, ανά τέσσερα φύλλα, υπάρχει κοινό κέντρο συντεταγμένων.



Εικ 3.1 Δημιουργία Καννάβων σε Σύστημα Hatt

Στη συνέχεια, προκειμένου να συνδεθούν οι κανάβοι μεταξύ τους, έτσι ώστε να υπάρξει μία ενιαία περιοχή, μετατράπηκαν οι συντεταγμένες στο τρέχον σύστημα που χρησιμοποιείτε στην Ελλάδα, το ΕΓΣΑ'87, με τη βοήθεια του προγράμματος COORD (Συγγρός, 2002).

Ακολούθως έγινε ο μετασχηματισμός με το Adone plus map του AutoCAD 2012 το οποίο χρησιμοποιεί τους πολυωνμικούς τελεστές του ΟΚΧΕ με ακρίβεια 10-15 cm . Έτσι αποκαταστάθηκαν η κλίμακα, η στροφή και η μετάθεση.

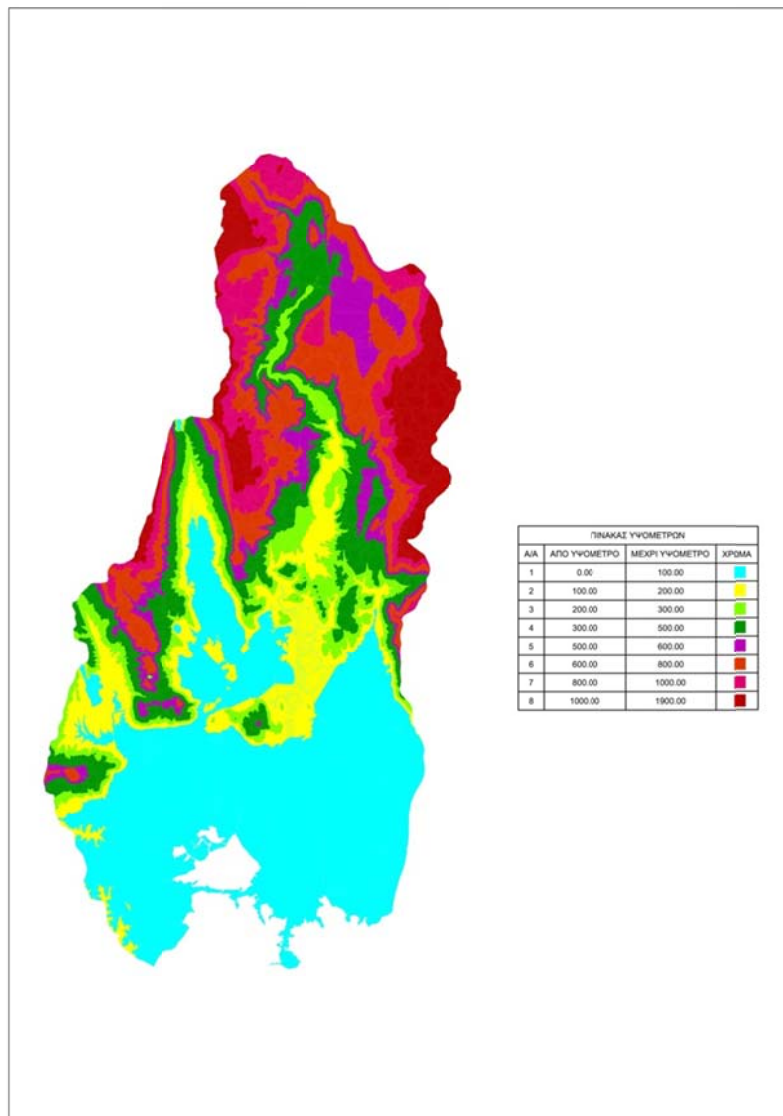
Εφόσον με τα παραπάνω επιτεύχθηκε η γεωαναφορά των κανάβων των εικόνων στη συνέχεια έγινε η γεωαναφορά των εικόνων με τους κανάβους μέσω της εργαλειοθήκης Collerate και συγκεκριμένα του εργαλείου Rubbersheet. Η διαδικασία αυτή ήταν ιδιαίτερα επίπονη και χρονοβόρα καθώς για την επίτευξη της καλύτερης δυνατής ακρίβειας έγινε η σύνδεση κάθε σημείου του κανάβου της εικόνας με το αντίστοιχο σημείο του κανάβου που δημιουργήσαμε ξεχωριστά. Κατά προσέγγιση είχαμε 690 σημεία σύνδεσης για κάθε εικόνα ή 3500 σημεία συνολικά. Το αποτέλεσμα της προσπάθειας αυτής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικ 3.2 Σύνδεση Φύλλων Χάρτου σε Σύστημα ΕΓΣΑ '87

Το επόμενο βήμα της διαδικασίας ήταν η ψηφιοποίηση του υδρογραφικού δικτύου, του κύριου υδατορεύματος, καθώς και των συμβολών του, τα οποία και τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστά θεματικά επίπεδα (layers). Το στάδιο αυτό βοήθησε στο να καθιστούν εμφανή τα όρια του υδροκρίτη της λεκάνης απορροής, και η χάραξη του έγινε με τέτοιο τρόπο, έτσι ώστε να τέμνει κάθετα τις ισοϋψείς. Για την εξαγωγή του μήκους του υδροκρίτη καθώς και του εμβαδού της λεκάνης απορροής δημιουργήθηκε ένα αντικείμενο τύπου "polyline".

Στη συνέχεια έγινε ψηφιοποίηση των ισοψών καμπυλών ανά 100 m και η δημιουργία ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους, προσδίδοντας με τον τρόπο αυτό υψομετρική πληροφορία σε κάθε σημείο που βρίσκεται εντός του υδροκρίτη.



Εικ 3.3 Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους

Τέλος, δημιουργήθηκαν δύο ακόμη θεματικά επίπεδα. Το ένα περιελάμβανε αντικείμενα τύπου closed polyline τα οποία απεικόνιζαν τις λίμνες (π.χ. Ζηρού, Φράγμα Λούρου) και το δεύτερο, περιείχε σημεία "points" της κατά μήκος τομής του ποταμού Λούρου.

3.2. ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Η αριθμητική έκφραση των μορφολογικών χαρακτηριστικών μιας λεκάνης απορροής είναι αναγκαία για την πλήρη κατανόηση και μελέτη των διάφορων διεργασιών που συμβαίνουν μέσα σε αυτή. Από τις διεργασίες αυτές οι σπουδαιότερες είναι: η δημιουργία της απορροής από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, η διάβρωση του εδάφους, οι γεωλισθήσεις και γεωκατακρημνίσεις κ.α. Η γνώση των μορφολογικών χαρακτηριστικών της λεκάνης βοηθά εκτός από την μελέτη, και στην πρόβλεψη των μελλοντικών διεργασιών, καθώς και εκείνων που έλαβαν χώρα στο παρελθόν. (Gregory και Walling, 1983). Οι παραπάνω διεργασίες όμως επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό και από τα χαρακτηριστικά του υδρογραφικού δικτύου. Για τους λόγους αυτούς στη συνέχεια περιγράφονται και αναλύονται τα μορφομετρικά και υδρογραφικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής του ποταμού Λούρου.

3.2.1. Μέγεθος Λεκάνης Απορροής

Το μέγεθος της λεκάνης απορροής έχει σημασία αφού επηρεάζει γενικά τόσο τη συνολική απορροή (water yield) στην έξοδο της, όσο και το χρόνο συγκέντρωσης της απορροής και κατά συνέπεια, το σχήμα του υδρογραφήματος (Τσακίρης, 1995). Η παραπάνω σχέση δεν είναι βέβαια γραμμική αφού τα γεωλογικά, εδαφικά και άλλα χαρακτηριστικά της λεκάνης κατά κανόνα διαφέρουν. Η σχέση που αναφέρθηκε θα ήταν γραμμική αν τα προηγούμενα χαρακτηριστικά ήταν της ίδιας κατηγορίας και επιπλέον, η κατακρήμνιση ήταν ομοιόμορφη σε ολόκληρη την επιφάνεια της λεκάνης.

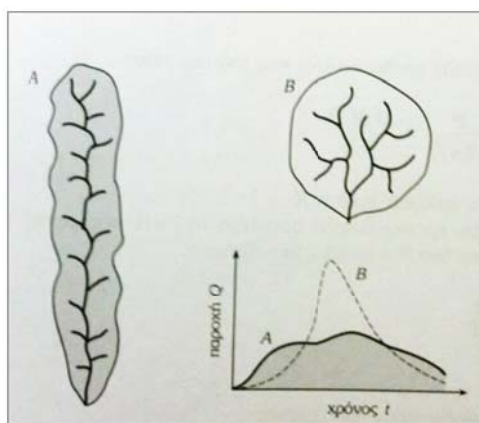
Η σχέση «μεγέθους λεκάνης και απορροής» χρειάζεται επιπλέον ιδιαίτερη προσοχή, αφού το μέγεθος της λεκάνης επηρεάζει όλους τους άλλους παράγοντες που συνδέονται με αυτή. Πιο συγκεκριμένα, η κλίση της λεκάνης αυξάνει όσο μειώνεται το μέγεθος αυτής, ενώ η ειδική παροχή ($m^3/s/km^2$) μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους της λεκάνης. Για τους λόγους αυτούς η σχέση μεγέθους λεκάνης και απορροής δεν έχει διευκρινιστεί πλήρως.

Το μέγεθος της λεκάνης απορροής μπορεί να κυμαίνεται από μερικές χιλιάδες Km^2 μέχρι λίγα m^2 . Πρέπει όμως να λαμβάνεται υπόψη ότι το μέγεθος της λεκάνης μεταβάλλεται και εξαρτάται από το σημείο της κοίτης το οποίο ορίζεται ως το στόμιο της λεκάνης. Έτσι το μέγεθος μειώνεται όσο προχωρούμε από τις εκβολές του υδατορεύματος προς τις πηγές του.

Η εκτίμηση του μεγέθους της λεκάνης απορροής του Λούρου έγινε με την διαδικασία που περιγράφηκε στις προηγούμενες παραγράφους. Το μέγεθος της λεκάνης, συμπεριλαμβανομένων των εκτάσεων των λιμνών, υπολογίστηκε στα **961 Km²**.

3.2.2. Σχήμα της Λεκάνης Απορροής

Το σχήμα της λεκάνης απορροής επηρεάζει το χρόνο συγκέντρωσης της απορροής και επομένως, το μέγεθος της παροχής που παρατηρείται στο στόμιο της λεκάνης (Gregory και Walling, 1983, Garg, 1987). Πιο συγκεκριμένα, επιμήκεις λεκάνες απορροής έχουν μεγαλύτερο χρόνο συγκέντρωσης από ριπιδοειδείς ή κυκλικές και κατά συνέπεια, κάτω από τις ίδιες συνθήκες, οι πρώτες εμφανίζουν μικρότερες παροχές.



Εικ 3.4 Επίδραση του Σχήματος της Λεκάνης Απορροής

Για τον προσδιορισμό του σχήματος της λεκάνης έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς διάφοροι δείκτες, όπως:

Ο Δείκτης CRAVELIUS. Πιο συγκεκριμένα, ο Cravelius (Horton, 1932) χρησιμοποίησε το δείκτη συγκέντρωσης (compactness) για να εκφράσει το σχήμα της λεκάνης, ο οποίος δίνεται από την εξίσωση:

$$Kc = \frac{\text{Περίμετρος λεκάνης } P \text{ με εμβαδόν } A}{\text{Περίμετρος κύκλου με ίσο εμβαδό } A} \quad (3.1)$$

Ο δείκτης αυτός αποδεικνύεται πως ισούται επίσης :

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} \quad \text{Συνεπώς για κυκλική λεκάνη } Kc = 1. \quad (3.2)$$

Ο Horton χρησιμοποίησε αργότερα το **Δείκτη Μορφής** της λεκάνης (form factor) που δίνεται από την εξίσωση: $F = \left(\frac{A}{L^2}\right)$ (3.3)

όπου: F ο λόγος μήκους προς πλάτος

A εμβαδόν λεκάνης

L μήκος της λεκάνης

Για την κυκλικότητα (basin circularity) και την επιμήκυνση (elongation) της λεκάνης χρησιμοποιήθηκαν από τον Miller και Sctiumm αντίστοιχα οι παρακάτω δείκτες (Tauer και Humborg, 1992):

$$\text{Κυκλικότητα λεκάνης } Rc = \frac{\text{Εμβαδόν της λεκάνης } A}{\text{Εμβαδόν κύκλου } Ac \text{ με την ίδια περίμετρο}} \quad (3.4)$$

$$\text{Ο δείκτης αυτός αποδεικνύεται πως ισούται : } Rc = \frac{4\pi A}{P^2} \quad (3.5)$$

όπου P η περίμετρος της λεκάνης.

$$\text{Επιμήκυνση λεκάνης } RL = \frac{\text{Διάμετρος κύκλου με εμβαδόν ίσο με εκείνο της λεκάνης}}{\text{Μήκος της λεκάνης παράλληλα με το κύριο ρεύμα}} \quad (3.6)$$

$$\text{Ο δείκτης αυτός αποδεικνύεται πως ισούται: } RL = \frac{2\left(\frac{\sqrt{A}}{\pi}\right)}{L} \quad (3.7)$$

Λόγω του ότι στους δείκτες που προηγήθηκαν απαιτείται το μήκος της λεκάνης απορροής, που σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι μονοσήμαντο ή ακριβώς προσδιορίσιμο, καθώς και ότι κατά τη μέτρηση του μήκους παράλληλα με το κύριο ρεύμα δεν λαμβάνονται υπόψη τα βασικά στοιχεία που επηρεάζουν τη σχέση βροχής-απορροής (π.χ. μαιανδρισμός), στην εργασία αυτή υπολογίστηκε ο δείκτης K_c από την σχέση 3.1, ίσος με 2.1

$$K_c = \frac{\text{Περίμετρος λεκάνης } P \text{ με εμβαδόν } A}{\text{Περίμετρος κύκλου με ίσο εμβαδό } A} = \frac{231256,086}{109897,548} = 2.1$$

3.2.3. Υψόμετρο της Λεκάνης Απορροής

Το υψόμετρο της λεκάνης απορροής έχει άμεση σχέση τόσο με τα κατακρημνίσματα που αυτή δέχεται, όσο και με τις θερμοκρασίες που επικρατούν σ' αυτή (Τσακίρης, 1995). Πιο συγκεκριμένα, τα κατακρημνίσματα αυξάνουν, όσο αυξάνεται το υψόμετρο της λεκάνης. Η αύξηση αυτή ωστόσο παρατηρείται έως το υψόμετρο των 2000 m περίπου, ενώ, όσο ανεβαίνουμε σε υψόμετρα μεγαλύτερα από αυτό, παρατηρείται ελάττωση. Σε αντίθεση με τα κατακρημνίσματα, η θερμοκρασία μειώνεται με το υψόμετρο. Η άμεση σχέση του υψομέτρου της

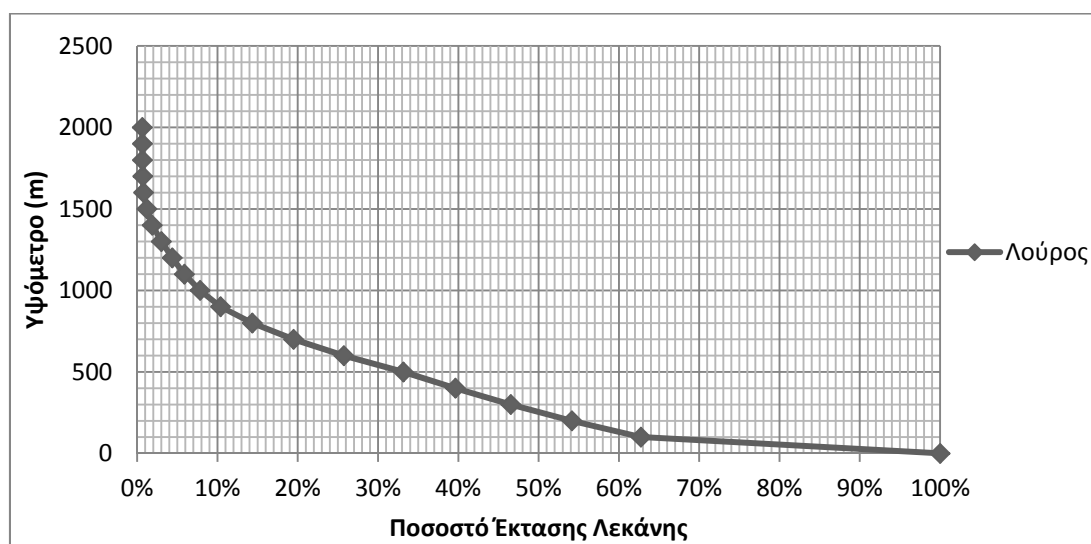
λεκάνης με τα κατακρημνίσματα και τη θερμοκρασία, συντελεί και στον επηρεασμό της απορροής από το υψόμετρο. Πιο συγκεκριμένα, μεγαλύτερο ύψος κατακρημνισμάτων συντελεί στην αύξηση της απορροής και χαμηλότερες ή υψηλότερες θερμοκρασίες συνεπάγονται ελάττωση ή αύξηση της εξάτμισης αντίστοιχα. Η θερμοκρασία καθορίζει επίσης και το ποσοστό των κατακρημνισμάτων που πέφτει με τη μορφή χιονιού, καθώς και τη διάρκεια παραμονής του στο έδαφος. Είναι επομένως προφανές πως οι συνθήκες αυτές επηρεάζουν σημαντικά την απορροή στην έξοδο της λεκάνης.

Από τα διάφορα υψόμετρα της λεκάνης, πιο σημαντικά θεωρούνται:

- το μέσο υψόμετρο
- η διάμεση τιμή
- το μέγιστο και το ελάχιστο υψόμετρο.

Το μέγιστο και το ελάχιστο υψόμετρο προσδιορίζονται εύκολα με τη χρήση τοπογραφικών χαρτών ή με κατ' ευθείαν μετρήσεις. Για τον προσδιορισμό της διάμεσης τιμής είναι αναγκαία η χάραξη της υψογραφικής καμπύλης της λεκάνης. Πρόκειται για την καμπύλη που χαράσσεται σε σύστημα συντεταγμένων με τεταγμένη κάθε φορά το υψόμετρο και τετμημένη το ποσοστό της επιφάνειας της λεκάνης που βρίσκεται πάνω από το κάθε υψόμετρο. Η διάμεση τιμή του υψομέτρου λαμβάνεται τελικά από μια τέτοια καμπύλη και ισούται με την τιμή του υψομέτρου που αντιστοιχεί σε ποσοστό έκτασης λεκάνης ίσο με 50%.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η υψογραφική καμπύλη της λεκάνης απορροής του ποταμού Λούρου.



Διάγραμμα 3.1: Υψογραφική Καμπύλη της Λεκάνης Απορροής του Ποταμού Λούρου

Τέλος, για τον προσδιορισμό του μέσου υψόμετρου της λεκάνης απορροής απαιτείται η διαίρεση της λεκάνης σε υποπεριοχές και ο υπολογισμός του μέσου υψόμετρου καθεμιάς από αυτές. Ως τέτοιες υποπεριοχές ελήφθησαν αυτές που περιλαμβάνονται ανάμεσα από δυο διαδοχικές ισοϋψείς καμπύλες, το μέσο υψόμετρο των οποίων προκύπτει ως ο αριθμητικός μέσος όρος του υψόμετρου των δυο καμπυλών. Στη συνέχεια το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση:

$$Z_m = \frac{\sum(Z_i A_i)}{\sum A_i} \quad (3.8)$$

όπου: Z_m : το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής (m)

Z_i : το μέσο υψόμετρο κάθε υποπεριοχής (m)

A_i : το εμβαδόν κάθε υποπεριοχής (Km^2)

Συγκεντρωτικά τα χαρακτηριστικά της Λεκάνης Απορροής του Λούρου δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.1: Χαρακτηριστικά της Λεκάνης Απορροής

Έκταση (km^2)	961
Περίμετρος (km)	231.3
Μέγιστο υψόμετρο (m)	1974
Μέσο υψόμετρο (m)	398
Ελάχιστο υψόμετρο (m)	0
Διάμεσο υψόμετρο (m)	270

3.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

3.3.1. Πυκνότητα Υδρογραφικού Δικτύου

Η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης απορροής αποτελεί χαρακτηριστικό μεγάλης σπουδαιότητας, αφού συνδέεται άμεσα με τις διεργασίες που παρατηρούνται σ' αυτήν. Πιο συγκεκριμένα, λεκάνες με πυκνό υδρογραφικό δίκτυο δημιουργούν υψηλές πλημμυρικές αιχμές στο σημείο εξόδου και επίσης μεταφέρουν σημαντικές ποσότητες φερτών υλικών [Gregory και Walling (1983),

Dunne και Leopold (1978)]. Επιπλέον, η μεγάλη πυκνότητα συνδέεται με επιφάνειες της λεκάνης μεγάλων κλίσεων.

Για την ποσοτική έκφραση της πυκνότητας του δικτύου, έχει επικρατήσει η χρήση του δείκτη εκείνου ο οποίος εκφράζει το μήκος των υδατορευμάτων ανά μονάδα επιφάνειας της λεκάνης.

$$D_d = \frac{\sum L_i}{A} \quad (3.9)$$

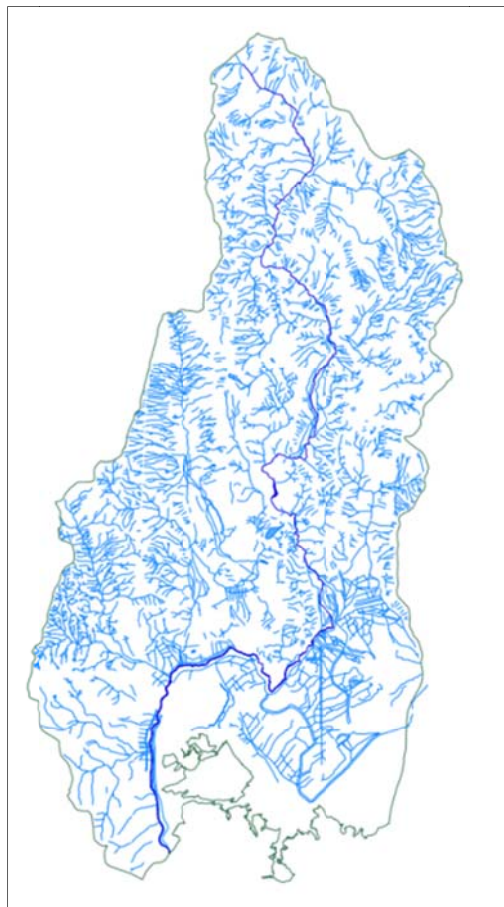
όπου:

D_d : πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου (Km/ Km²)

L_i : συνολικό μήκος των ρευμάτων (Km)

A : εμβαδόν λεκάνης απορροής (Km²)

Παρακάτω φαίνεται το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής του Λούρου η πυκνότητα του οποίου ανέρχεται σε 0.69 Km/km². (Μερτζάνης, 1992).



Σχήμα 3.1: Υδρογραφικό Δίκτυο της Λεκάνης Απορροής

3.3.2. Χαρακτηριστικά Κύριου Υδατορεύματος Λεκάνης Απορροής

Από τα χαρακτηριστικά του κύριου υδατορεύματος της λεκάνης απορροής που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για διερεύνηση, είναι το συνολικό μήκος και η κλίση του αφού αυτά καθορίζουν το χρόνο που απαιτείται για να φτάσει η απορροή στο στόμιο της λεκάνης.

Ως κλίση της μισγάγγειας του κύριου ρεύματος χρησιμοποιείται η μέση τιμή της που υπολογίζεται από την εξίσωση: $I_m = \frac{\Delta H}{L}$ (3.10)

όπου: I_m = η μέση κλίση

ΔH = η υψομετρική διαφορά μεταξύ υψηλότερου και χαμηλότερου σημείου της μισγάγγειας (Km)

L = η οριζόντια απόσταση του συνολικού μήκους της μισγάγγειας του κύριου ρεύματος (km).

Από την ψηφιοποίηση του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης απορροής μέσω του προγράμματος AutoCAD CIVIL 2012 προκύπτει ότι:

$$I_m = \frac{\Delta H}{L} = \frac{1974}{83011.73} = 0.02 = 2\% \text{ και συνολικό μήκος ποταμού } L = 83011.73\text{m.}$$

3.4. ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

3.4.1. Σκοπός

Η ανάλυση της παρούσας διπλωματικής εργασίας βασίστηκε πάνω στις μετρήσεις των κατακρημνισμάτων και ιδιαίτερα της βροχής, καθώς και στη μέτρηση της θερμοκρασίας στην γύρω περιοχή, με σκοπό την εκτίμηση της μέσης μηνιαίας επιφανειακής βροχόπτωσης και της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας.

Με στόχο τα παραπάνω έγιναν οι εξής ενέργειες:

- Υπολογισμός ετήσιων τιμών βροχής και θερμοκρασίας
- Υπολογισμός των συντελεστών συσχέτισης των ετήσιων τιμών για τα ζεύγη των σταθμών και επιλογή σταθμού βάσης.
- Σχεδίαση διπλών αθροιστικών καμπυλών των ετήσιων τιμών για τα ζεύγη σταθμών στα οποία υπήρχε ικανοποιητικό μήκος κοινής περιόδου μετρήσεων, με στόχο τον τελικό έλεγχο της ομογένειας των δεδομένων.
- Συμπλήρωση των ελλειπουσών μηνιαίων τιμών

- Υψομετρική αναγωγή των δειγμάτων επιφανειακής βροχόπτωσης και θερμοκρασίας στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής.

Τα βήματα αυτά παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.

3.4.2. Δεδομένα Βροχομετρικών και Μετεωρολογικών Σταθμών.

Για τις ανάγκες της εργασίας αυτής αρχικά συλλέχτηκαν τα βροχομετρικά δεδομένα εννέα διαφορετικών σταθμών (Πεντόλακος, Α.Θεόδωρος, Νικολίτσι, Καλόβατος, Ανέζα, Ν.Κερασούντα, Λίμνη Ζηρού, Λούρος Φ και Γεωργουσώνας), έτσι ώστε να καλύπτουν ολόκληρη τη λεκάνη απορροής και οι μετρήσεις θερμοκρασίας από τρεις διαφορετικούς σταθμούς (Καλόβατος, Θεσπρωτικό και Φράγμα Λούρου).

Από τους βροχομετρικούς σταθμούς όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα τελικά χρησιμοποιήθηκαν οι επτά² λόγω του ότι ο σταθμός Καλόβατος είχε μακροχρόνια έλλειψη δεδομένων, ενώ ο βροχομετρικός σταθμός Γεωργουσώνας είχε πολύ μικρή περίοδο λειτουργίας.

Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από τις εξής υπηρεσίες:

- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, πρώην Γεωργίας (ΥΠ.ΓΕ.)
- Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.)
- Δημόσια επιχείρηση νερού

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι βροχομετρικοί σταθμοί που τελικά χρησιμοποιήθηκαν, με τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους:

Πίνακας 3.1: Χαρακτηριστικά Βροχομετρικών Σταθμών

Όνομασία Σταθμού	Υψόμετρο (m)	Γεωγραφικό		Διαθέσιμο Δείγμα	Μέση Ετήσια Τιμή (mm)
		Μήκος	Πλάτος		
Ανέζα	1.00	20°55'	39°05'	1950-2001	954.2
Ν.Κερασούντα	3.74	20°52'	29°09'	1950-2001	1316.7
Λούρος Φ.	200.00	20°53'	39°19'	1950-2001	1280.4
Πεντόλακος	809.79	20°49'	39°27'	1950-2001	2033.2
Α.Θεόδωροι	617.59	20°54'	39°22'	1950-2001	1653.6
Λίμνη Ζηρού	200.00	20°51'	39°15'	1969-2009	1354.0
Νικολίτσι	257.99	20°46'	39°19'	1950-2001	1793.7

² Στους σταθμούς με διαθέσιμο δείγμα από το 1950-51 η πρώτη χρονιά λειτουργίας δε συμπεριλήφθητε στους υπολογισμούς, καθώς δεν συμπλήρωναν ένα πλήρες υδρολογικό έτος.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι σταθμοί μέτρησης της θερμοκρασίας με τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους:

Πίνακας 3.2: Χαρακτηριστικά Μετεωρολογικών Σταθμών

Όνομασία Σταθμού	Υψόμετρο (m)	Γεωγραφικό		Διαθέσιμο Δείγμα	Μέση Ετήσια Τιμή (mm)
		Μήκος	Πλάτος		
Καλόβατος	1.91	20°55'	39°08'	1968-2009	15.8
Φ. Λούρου	100.00	20°52'	39°15'	1980-2001	16.9
Θεσπρωτικό	100.00	20°47'	23°14'	1980-2001	15.8

3.4.3. Συντελεστής Συσχέτισης

Για την επιλογή του καταλληλότερου σταθμού βάσης όταν δεν υπάρχουν δεδομένα για τον αν κάποιος σταθμός έχει ελεγχθεί για την ομογένεια του, όπως στην περίπτωση μας, υπολογίζεται αρχικά ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης ανά δύο σταθμούς σύμφωνα με τον τύπο:

$$r = \frac{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3.11)$$

Όπου x και y αναφέρονται στα ετήσια βροχομετρικά δεδομένα του σταθμού βάσης και του εξεταζόμενου σταθμού αντίστοιχα.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τα αποτελέσματα της διερεύνησης της συσχέτισης σε μηνιαία και ετήσια βάση, τόσο για τους βροχομετρικούς σταθμούς όσο και για τους σταθμούς μέτρησης της θερμοκρασίας

Πίνακας 3.3: Συντελεστής Συσχέτισης Βροχομετρικών Σταθμών

ΣΤΑΘΜΟΙ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
ΝΙΚΟΛΙΤΣΙ ΠΕΝΤΟΛΑΚΟΣ	0.82	0.26	0.82	0.79	0.69	0.80	0.80	0.59	0.71	0.66	0.37	0.81	0.63
ΝΙΚΟΛΙΤΣΙ Α.ΘΕΟΔΩΡΟΣ	0.82	0.14	0.68	0.49	0.50	0.76	0.77	0.65	0.64	0.77	0.55	0.87	0.40
ΝΙΚΟΛΙΤΣΙ ΛΟΥΡΟΣ.Φ	0.80	0.29	0.85	0.49	0.82	0.90	0.32	0.69	0.65	0.66	0.71	0.82	0.64
ΝΙΚΟΛΙΤΣΙ ΑΝΕΖΑ	0.66	0.35	0.88	0.88	0.82	0.77	0.72	0.43	0.32	0.59	0.60	0.89	0.69
ΝΙΚΟΛΙΤΣΙ Ν.ΚΕΡΑΣΟΥΝΤΑ	0.74	0.13	0.53	0.78	0.55	0.69	0.53	0.72	0.12	0.38	0.48	0.81	0.36
ΝΙΚΟΛΙΤΣΙ Λ.ΖΗΡΟΥ	0.81	0.24	0.89	0.85	0.55	0.64	0.43	0.56	0.35	0.14	0.22	0.32	0.39
ΠΕΝΤΟΛΑΚΟΣ ΛΟΥΡΟΣ.Φ	0.66	0.56	0.71	0.47	0.53	0.72	0.16	0.55	0.45	0.57	0.43	0.72	0.43
ΠΕΝΤΟΛΑΚΟΣ ΑΝΕΖΑ	0.70	0.71	0.90	0.87	0.68	0.88	0.73	0.41	0.51	0.54	0.29	0.78	0.70
ΠΕΝΤΟΛΑΚΟΣ Α.ΘΕΟΔΩΡΟΣ	0.71	0.49	0.59	0.65	0.45	0.65	0.60	0.69	0.68	0.67	0.49	0.79	0.39

ΠΕΝΤΟΛΑΚΟΣ Ν.ΚΕΡΑΣΟΥΝΤΑ	0.61	0.39	0.61	0.73	0.67	0.75	0.37	0.52	0.32	0.65	0.52	0.72	0.39
ΠΕΝΤΟΛΑΚΟΣ Λ.ΖΗΡΟΥ	0.85	0.73	0.94	0.86	0.50	0.63	0.27	0.47	0.40	0.37	0.34	0.30	0.34
Α.ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΛΟΥΡΟΣ.Φ	0.80	0.72	0.51	0.30	0.48	0.70	0.31	0.66	0.50	0.45	0.55	0.73	0.34
Α.ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΑΝΕΖΑ	0.66	0.60	0.65	0.69	0.57	0.84	0.81	0.59	0.42	0.75	0.51	0.78	0.55
Α.ΘΕΟΔΩΡΟΣ Ν.ΚΕΡΑΣΟΥΝΤΑ	0.68	0.35	0.67	0.78	0.38	0.59	0.74	0.60	0.27	0.51	0.58	0.78	0.42
Α.ΘΕΟΔΩΡΟΣ Λ.ΖΗΡΟΥ	0.87	0.65	0.69	0.80	0.65	0.42	0.51	0.60	0.28	0.15	0.62	0.29	0.14
ΛΟΥΡΟΣ.Φ ΑΝΕΖΑ	0.80	0.84	0.92	0.44	0.78	0.89	0.24	0.64	0.74	0.58	0.55	0.84	0.67
ΛΟΥΡΟΣ.Φ Ν.ΚΕΡΑΣΟΥΝΤΑ	0.73	0.53	0.63	0.32	0.57	0.65	0.24	0.65	0.65	0.59	0.49	0.63	0.41
ΛΟΥΡΟΣ.Φ Λ.ΖΗΡΟΥ	0.93	0.82	0.91	0.44	0.74	0.60	0.04	0.48	0.66	0.14	0.27	0.51	0.41
ΑΝΕΖΑ Ν.ΚΕΡΑΣΟΥΝΤΑ	0.62	0.41	0.64	0.73	0.65	0.63	0.58	0.38	0.68	0.60	0.57	0.75	0.53
ΑΝΕΖΑ Λ.ΖΗΡΟΥ	0.75	0.78	0.89	0.78	0.72	0.48	0.42	0.42	0.74	0.25	0.14	0.42	0.40
Ν.ΚΕΡΑΣΟΥΝΤΑ Λ.ΖΗΡΟΥ	0.81	0.40	0.63	0.75	0.50	0.67	0.45	0.67	0.57	0.46	0.34	0.17	0.38

Πίνακας 3.4: Συντελεστής Συσχέτισης Σταθμών Θερμοκρασίας

ΣΤΑΘΜΟΙ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΕΤΟΣ
ΚΑΛΟΒΑΤΟΣ Φ.ΛΟΥΡΟΥ	0.27	0.58	0.81	0.72	0.83	0.73	0.82	0.61	0.82	0.52	0.11	0.54	0.43
ΚΑΛΟΒΑΤΟΣ ΘΕΣΠΡΩΤΙΚΟ	0.29	0.83	0.86	0.39	0.91	0.92	0.96	0.98	0.87	0.61	0.43	0.49	0.59
Φ.ΛΟΥΡΟΥ ΘΕΣΠΡΩΤΙΚΟ	0.49	0.76	0.91	0.27	0.73	0.63	0.79	0.57	0.87	0.54	0.68	0.35	0.50

Από τα παραπάνω δεδομένα προκύπτουν τα εξής:

- ✓ Από τους βροχομετρικούς σταθμούς παρατηρείται ότι την καλύτερη συσχέτιση σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους σταθμούς, την έχει ο σταθμός Ανέζα. Ο αμέσως καλύτερος σταθμός είναι αυτός που φέρει την ονομασία Νικολίτσι.
- ✓ Από τους σταθμούς μέτρησης της θερμοκρασίας την καλύτερη συσχέτιση την παρουσιάζει το Θεσπρωτικό.

3.4.4. Έλεγχοι Ομογένειας Δεδομένων.

Ι. Μέθοδος διπλής αθροιστικής καμπύλης

Οι έλεγχοι ομογένειας των υδρολογικών χρονοσειρών (Κουτσογιάννης και Ξανθόπουλος, 1997, σ.107-119) είναι εμπειρικές τεχνικές εντοπισμού τεχνητών αλλαγών στις συνθήκες μέτρησης (π.χ. λόγω αντικατάστασης ή μεταφοράς του

οργάνου), οι οποίες επηρεάζουν συστηματικά το αποτέλεσμα της μέτρησης. Οι εν λόγω έλεγχοι αποσκοπούν στη συνόρθωση των δεδομένων, ήτοι στην τροποποίηση των μετρήσεων με τρόπο ώστε να αρθούν οι συνέπειες των συστηματικών σφαλμάτων. Επιπλέον, αποτελούν μια αξιόπιστη μέθοδο αξιολόγησης της ποιότητας των δεδομένων. Η πλέον διαδεδομένη τεχνική για έλεγχο ομογένειας βροχομετρικών δεδομένων βασίζεται στην διπλή αθροιστική καμπύλη (double mass curve), που είναι μια εύχρηστη ημιεμπειρική μέθοδος, η οποία εφαρμόζεται για τα ετήσια ύψη βροχής. Συγκεκριμένα, πρόκειται για τη γραφική απεικόνιση της σημειοσειράς που προκύπτει από τα αθροιστικά ετήσια ύψη βροχής δύο σταθμών, αφού τα τελευταία μετατραπούν σε αθροιστικές σειρές. Στον οριζόντιο άξονα παρίσταται το αθροιστικό ύψος βροχής του βροχομετρικού σταθμού βάσης, ο οποίος θεωρείται αξιόπιστος, ενώ στον κατακόρυφο άξονα παρίστανται τα αντίστοιχα αθροιστικά ύψη του υπό έλεγχο σταθμού. Στην περίπτωση που οι μετρήσεις του τελευταίου σταθμού είναι συνεπείς, η σημειοσειρά σχηματίζει μια ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων, διαφορετικά παρουσιάζονται θλάσεις ή άλματα οι οποίες σηματοδοτούν την έναρξη της αλλαγής των συνθηκών μέτρησης. Η διόρθωση γίνεται με έναν διορθωτικό συντελεστή λ ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση $\lambda = \frac{\tan w}{\tan \varphi}$, όπου $\tan w$ και $\tan \varphi$ οι κλίσεις των δύο τεμνόμενων ευθειών κατά τη σύγκριση ανομοιογενούς δείγματος με άλλο ομογενές.

Η συνόρθωση πρέπει να εφαρμόζεται με προσοχή. Εφόσον η αλλαγή στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της καμπύλης είναι εμφανώς εντοπισμένη και, πολύ περισσότερο, μπορεί να ερμηνευτεί με βάση το ιστορικό λειτουργίας του σταθμού, η εφαρμογή της μεθόδου θεωρείται αξιόπιστη. Διαφορετικά, αν η γεωμετρία της διπλής αθροιστικής καμπύλης παρουσιάζει τυχαία και μη συστηματική μορφή, τότε τα σφάλματα μέτρησης είναι μη συστηματικά, και δεν έχει νόημα η διαδικασία συνόρθωσης.

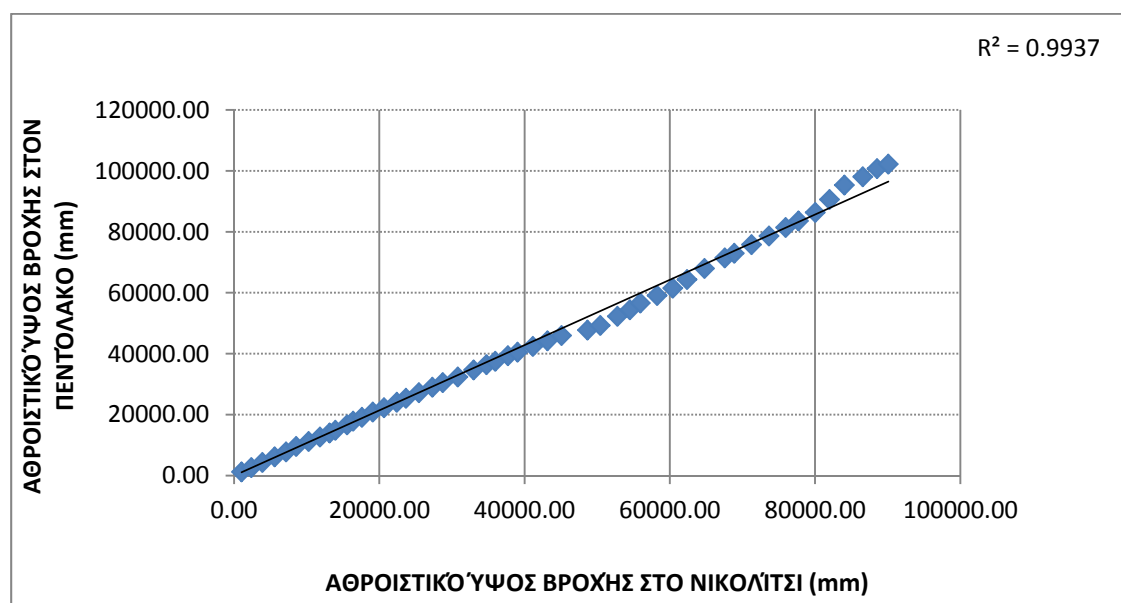
Η μέθοδος είναι εφαρμόσιμη όταν ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης για τα ετήσια δείγματα είναι υψηλός ($r \geq 0.7$). Όσο πιο κοντά στη μονάδα είναι η τιμή του συντελεστή r , τόσο καλύτερη η συσχέτιση που παρουσιάζουν τα δεδομένα των εξεταζόμενων σταθμών

Στην περίπτωση που δεν καλύπτεται η συνθήκη ($r \geq 0.7$), η διαδικασία συνεχίζεται εφόσον καλύπτεται ο κρίσιμος συντελεστής συσχέτισης από τη σχέση $r_c = \frac{2}{\sqrt{n}}$, όπου n ο αριθμός των ετών κοινής λειτουργίας των δύο σταθμών.

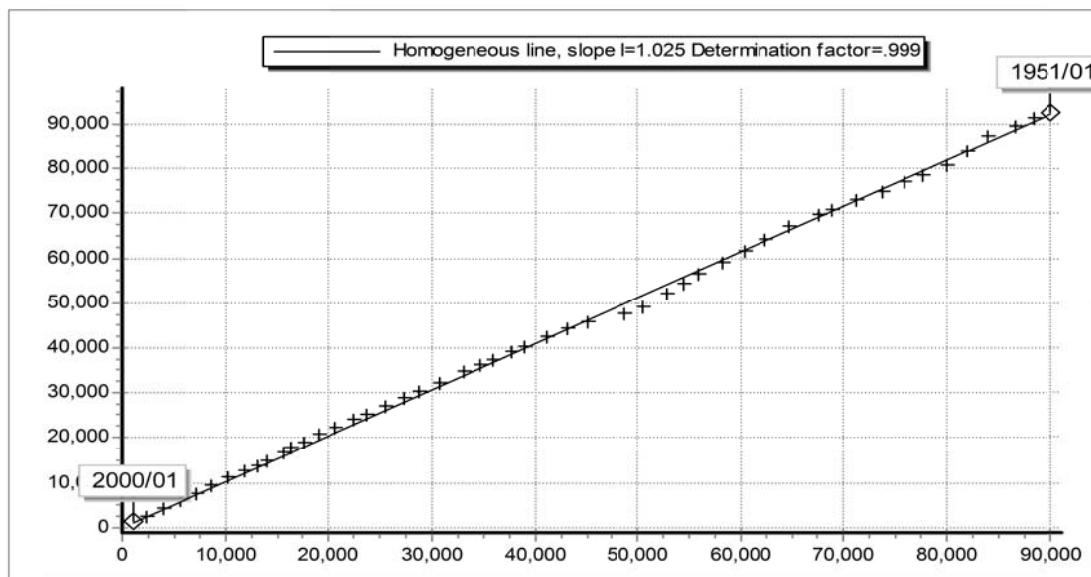
II. Έλεγχος ομογένειας βροχομετρικών δεδομένων

Για τη λεκάνη απορροής του Λούρου ποταμού σχεδιάστηκαν οι διπλές αθροιστικές καμπύλες των ετήσιων υψών βροχής, τόσο για τους βροχομετρικούς, όσο και για τους μετεωρολογικούς σταθμούς. Μερικές από αυτές παρουσιάζονται παρακάτω, ενώ στο παράρτημα παρατίθενται τα διαγράμματα για όλα τα ζεύγη σταθμών, (Βροχομετρικών και Μετεωρολογικών). Ως σταθμοί βάσης επιλέχτηκαν το Νικολίτσι και το Θεσπρωτικό για τους βροχομετρικούς και από τους μετεωρολογικούς σταθμούς, αντίστοιχα.

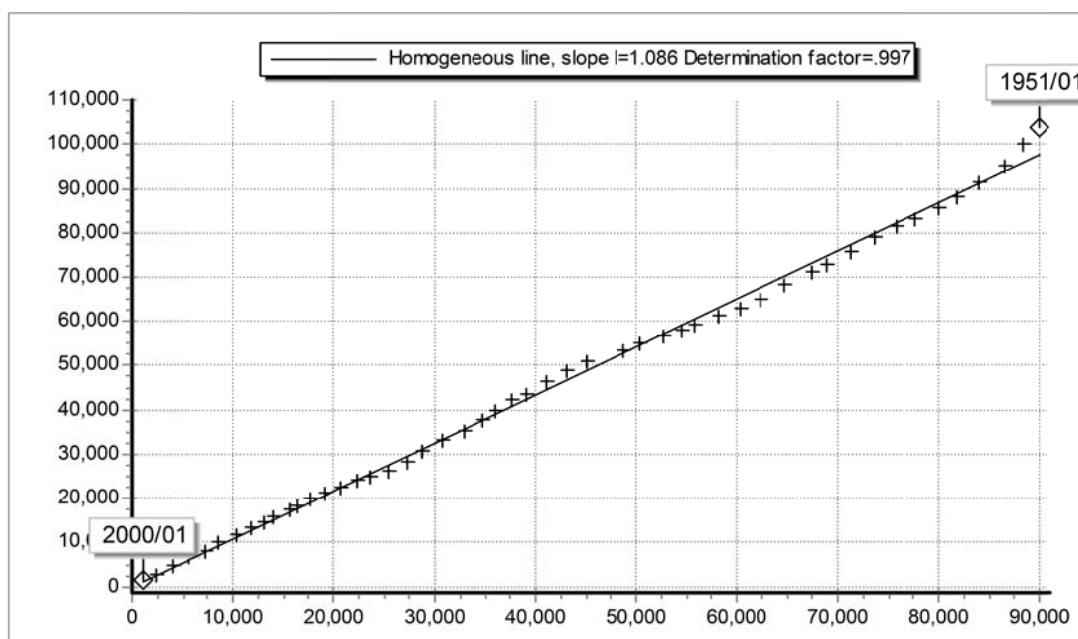
Λόγω του ότι η γεωμετρία της διπλής αθροιστικής καμπύλης παρουσιάζει θλάσεις, δηλώνει ότι τα δεδομένα δεν είναι ομογενή. Συνεπώς κάναμε τις κατάλληλες ενέργειες έτσι ώστε να αρθεί η ανομοιογένεια. Ας πάρουμε ως παράδειγμα τη διπλή αθροιστική καμπύλη των σταθμών Νικολίτσι – Πεντόλακος. Η αρχική μορφή της καμπύλης απεικονίζεται στο διάγραμμα 3.2. Μετά την άρση της ανομοιογένειας έχει τη μορφή του διαγράμματος 3.3. Εφ' όσον αρχικά διορθώθηκαν τα ετήσια δεδομένα με βάση το συντελεστή $m=0.744$, στη συνέχεια διορθώσαμε και τα μηνιαία.



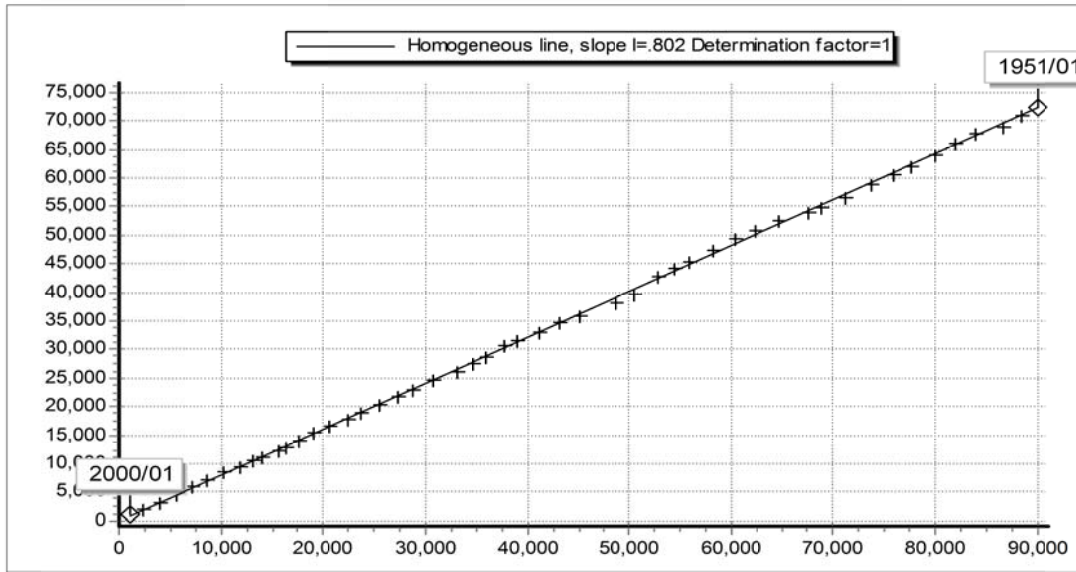
Διάγραμμα 3.2: Διπλή Αθροιστική Καμπύλη με σταθμό βάσης το Νικολίτσι και ελεγχόμενο σταθμό τον Πεντόλακο την περίοδο 1951/52 έως 2000/01



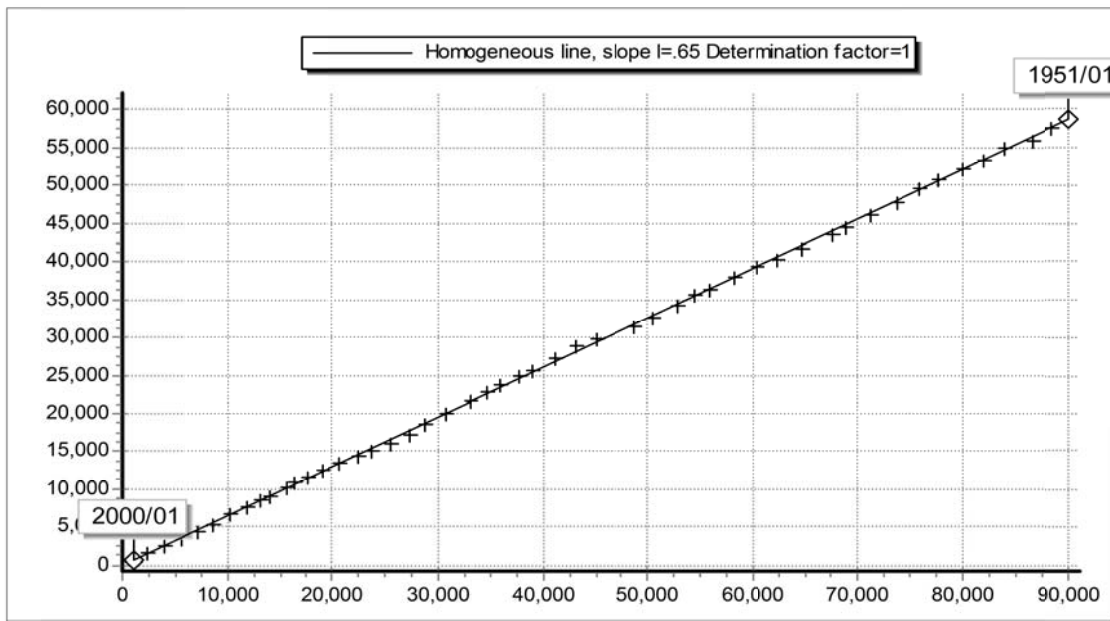
Διάγραμμα 3.3: Διορθωμένη Διπλή Αθροιστική Καμπύλη με σταθμό βάσης το Νικολίτσι και ελεγχόμενο σταθμό τον Πεντόλακο την περίοδο 1951/52 έως 2000/01



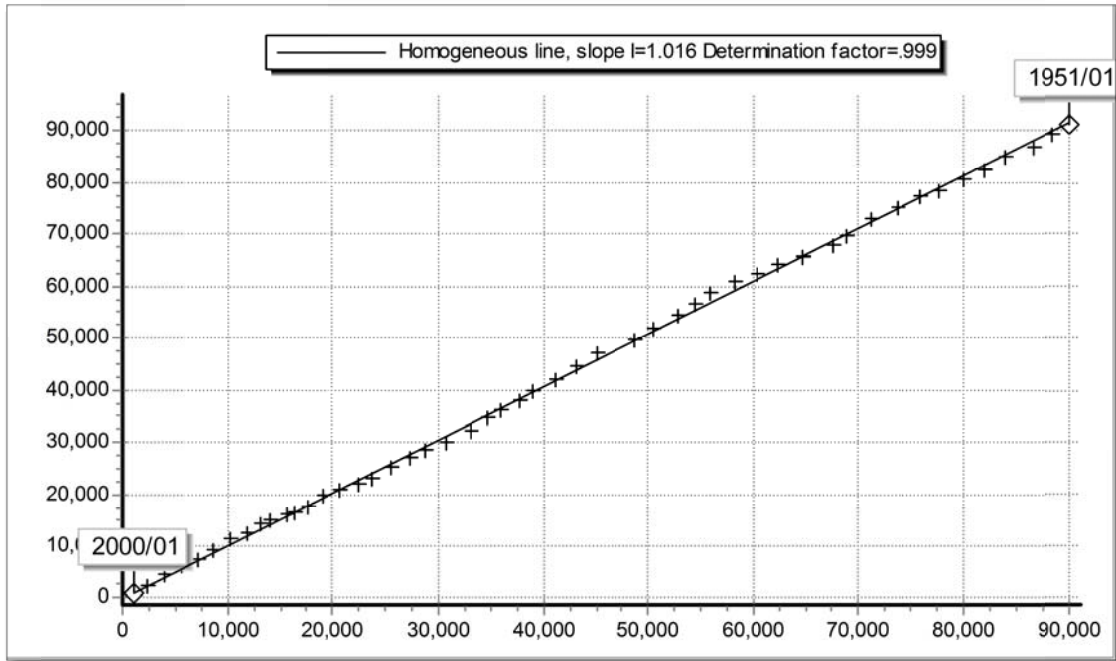
Διάγραμμα 3.4: Διορθωμένη Διπλή Αθροιστική Καμπύλη με σταθμό βάσης το Νικολίτσι και ελεγχόμενο σταθμό τον Α.Θεόδωρο την περίοδο 1951/52 έως 2000/01



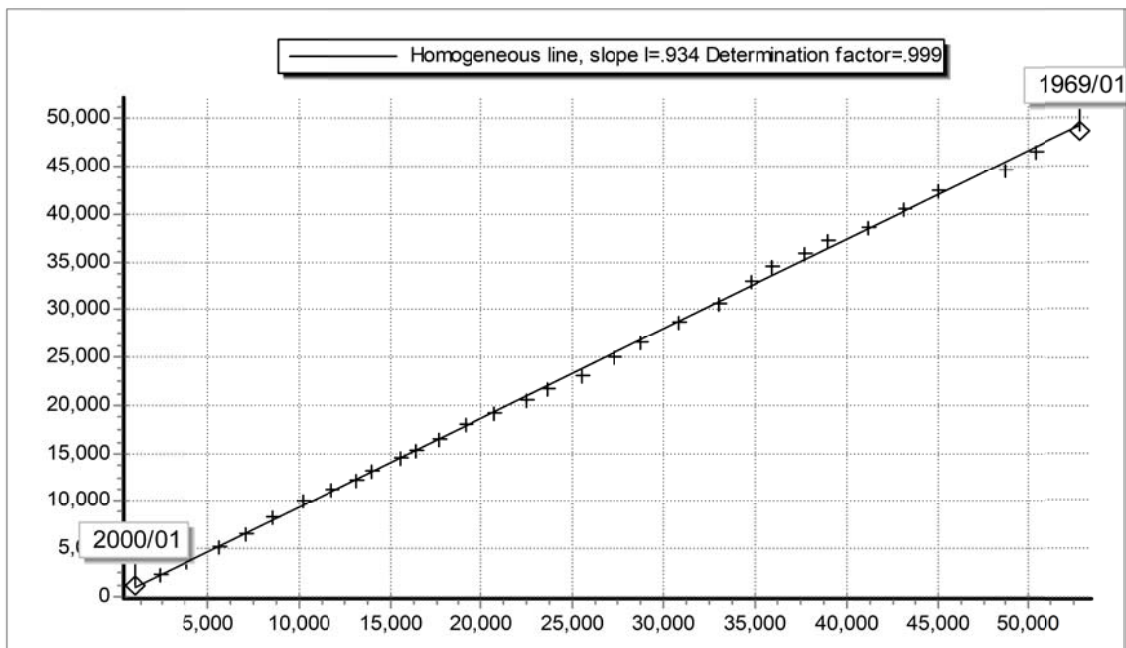
Διάγραμμα 3.5: Διορθωμένη Διπλή Αθροιστική Καμπύλη με σταθμό βάσης το Νικολίτσι και ελεγχόμενο σταθμό τον Λούρο.Φ την περίοδο 1951/52 έως 2000/01



Διάγραμμα 3.6: Διορθωμένη Διπλή Αθροιστική Καμπύλη με σταθμό βάσης το Νικολίτσι και ελεγχόμενο σταθμό την Ανέζα την περίοδο 1951/52 έως 2000/01



Διάγραμμα 3.7: Διορθωμένη Διπλή Αθροιστική Καμπύλη με σταθμό βάσης το Νικολίτσι και ελεγχόμενο σταθμό τη Ν. Κερασούντα την περίοδο 1951/52 έως 2000/01



Διάγραμμα 3.8: Διορθωμένη Διπλή Αθροιστική Καμπύλη με σταθμό βάσης το Νικολίτσι και ελεγχόμενο σταθμό τη Λ. Ζηρού την περίοδο 1969/70 έως 2000/01

3.4.5. Συμπλήρωση Βροχομετρικών Παρατηρήσεων

Όταν λείπουν παρατηρήσεις από το σταθμό που ελέγχεται, οι παρατηρήσεις αυτές μπορούν να συμπληρωθούν με τη βοήθεια γειτονικών σταθμών που διαθέτουν πλήρη δεδομένα και έχουν ελεγχθεί για την ομογένεια των δεδομένων και για τον βαθμό συσχέτισης με τα δεδομένα του υπό συμπλήρωση σταθμού. Αν είναι διαθέσιμοι τρεις γειτονικοί σταθμοί βάσης, τότε μπορεί για τη συμπλήρωση της τιμής P_x του υπό συμπλήρωση σταθμού, να χρησιμοποιηθεί η εξίσωση:

$$P_x = \frac{1}{3} \left[\frac{N_x * P_1}{N_1} + \frac{N_x * P_2}{N_2} + \frac{N_x * P_3}{N_3} \right] \quad (3.12)$$

Όπου: P_1, P_2, P_3 είναι οι αντίστοιχες τιμές υψών βροχής στους σταθμούς 1,2,3 αντίστοιχα και N_1, N_2, N_3 είναι η (κανονική) μέση βροχόπτωση στους τρεις παραπάνω σταθμούς. Τέλος N_x είναι η κανονική βροχόπτωση του υπό συμπλήρωση σταθμού.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες με τα δεδομένα και τα υπό συμπλήρωση μεγέθη των βροχομετρικών σταθμών με βάση την παραπάνω εξίσωση.

- **Σταθμός Α. Θεόδωρος**

Γειτονικοί Σταθμοί : 1) Πεντόλακος 2) Λούρος. Φ 3) Νικολίτσι

Πίνακας 3.5: Συμπλήρωση Δεδομένων Σταθμού Α.Θεόδωρος (1955/56 και 1965/66)

Έτος 1955-1956					
Μήνας		Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
P_1		10.42	28.27	73.36	106.17
P_2		4.72	8.55	8.29	101.19
P_3		8.60	17.40	6.60	105.20
N_1		105.80	60.1	41.2	37.6
N_2		56.5	23.60	12.40	17.9
N_3		72.10	35.20	22.30	21.80
N_x		101.30	72.60	46.70	57.70
P_x		10.17	32.11	42.73	255.85
Έτος 1965-1966					
P_1				0.00	
P_2				26.16	
P_3				21.00	
N_1				41.2	
N_2				12.40	
N_3				22.30	
N_x				46.70	
P_x				47.50	

Πίνακας 3.6: Συμπλήρωση Δεδομένων Σταθμού Α.Θεόδωρος (1979/80)

Έτος 1979-1980			
Μήνας		Απρίλιος	Μάιος
P ₁		382.70	154.40
P ₂		187.10	100.80
P ₃		328.80	137.20
N ₁		135.70	105.80
N ₂		105.20	56.50
N ₃		106.36	65.03
N _x		138.40	101.30
P _x		354.77	180.76

- Σταθμός Λ.Ζηρού

Γειτονικοί Σταθμοί : 1) Ν.Κερασούντα 2) Λούρος. Φ 3) Νικολίτσι

Πίνακας 3.7: Συμπλήρωση Δεδομένων Σταθμού Λ.Ζηρού(1979/80)

Έτος 1979-1980									
Μήνας		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιούν.	Ιούλ.	Αυγ.
P ₁		410.05	222.29	64.83	112.49	260.35	68.20	42.10	97.67
P ₂		233.30	247.90	90.70	187.10	100.80	40.60	23.00	56.10
P ₃		474.30	386.00	156.00	328.80	137.20	52.50	14.00	34.00
N ₁		244.90	212.50	164.70	113.40	96.00	22.90	15.80	29.90
N ₂		220.00	169.40	119.00	105.20	56.50	23.60	12.40	17.90
N ₃		192.97	217.92	149.38	106.36	65.03	27.42	21.12	22.17
N _x		155.10	190.50	117.70	104.40	61.90	23.10	17.90	24.90
P _x		268.46	212.46	86.32	203.99	229.56	50.92	30.92	65.85

Πίνακας 3.8: Συμπλήρωση Δεδομένων Σταθμού Λ.Ζηρού(1980/81)

Έτος 1980-1981					
Μήνας		Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Σεπ.
P ₁		132.10	259.70	234.10	132.50
P ₂		215.80	245.80	330.20	30.00
P ₃		230.50	239.50	409.90	152.40
N ₁		198.90	295.00	303.40	100.90
N ₂		157.20	250.60	246.70	69.70
N ₃		153.59	323.26	289.58	82.70
N _x		155.10	258.60	254.80	66.40
P _x		182.90	224.90	299.44	79.38

Πίνακας 3.9: Συμπλήρωση Δεδομένων Σταθμού Λ.Ζηρού(198/99)

Έτος 1998-1999							
Μήνας		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιούν.
P ₁		213.90	280.50	91.40	131.00	11.60	0.00
P ₂		159.60	151.60	136.90	75.60	31.00	1.60
P ₃		146.30	177.50	210.30	118.60	77.30	44.00
N ₁		244.90	212.50	164.70	113.40	96.00	22.90
N ₂		220.00	169.40	119.00	105.20	56.50	23.60
N ₃		250.20	226.00	153.70	107.20	72.10	35.20
N _x		155.10	190.50	117.70	104.40	61.90	23.10
P _x		144.06	192.52	120.59	103.71	35.94	10.15

- **Σταθμός Ν.Κερασούντα**

Γειτονικοί Σταθμοί : 1) Ανέζα 2) Νικολίτσι 3) Λούρος, Φ

Πίνακας 3.10: Συμπλήρωση Δεδομένων Σταθμού(Ν. Κερασούντα (1954/55)

Έτος 1954-1955							
Μήνας		Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ιουλ.	Αυγ.
P ₁		1.98	165.51	286.30	133.36	32.28	0.00
P ₂		16.80	264.40	432.40	188.70	0.00	7.70
P ₃		2.55	18.81	375.14	154.51	0.00	0.00
N ₁		60.50	134.80	218.30	196.80	19.20	14.40
N ₂		69.70	157.20	250.60	246.70	12.40	69.70
N ₃		61.40	142.20	226.50	221.10	11.00	15.80
N _{xd}		100.90	198.90	295.00	303.40	15.80	29.90
P _x		10.60	201.68	461.5	216.56	8.85	1.10

- **Σταθμός Ανέζα**

Γειτονικοί Σταθμοί : 1) Ν.Κερασούντα 2) Λ. Ζηρού 3) Νικολίτσι

Πίνακας 3.11: Συμπλήρωση Δεδομένων Σταθμού Ανέζα(1971/72 και 1973/74)

Έτος 1971-1972			Έτος 1973-1974		
Μήνας		Ιούλιος	Μήνας		Απρίλιος
P ₁		0.00	P ₁		26.10
P ₂		49.53	P ₂		232.41
P ₃		4.50	P ₃		95.50
N ₁		15.80	N ₁		113.40
N ₂		17.90	N ₂		104.40
N ₃		22.30	N ₃		107.20
N _x		11.50	N _x		77.00
P _x		11.38	P _x		85.91

3.4.6. Μέθοδοι Εκτίμησης Επιφανειακής Βροχόπτωσης.

Μετά τον έλεγχο της ομοιογένειας και τη συμπλήρωση των βροχομετρικών δεδομένων των σταθμών της λεκάνης απορροής, έγιναν οι υπολογισμοί του μέσου βροχομετρικού ύψους και της μέσης θερμοκρασίας για κάθε σταθμό (σε μηνιαία και ετήσια χρονική βάση).

Όσον αφορά στη «μεταφορά» της πληροφορίας «σημειακό ύψος βροχής» διαφορετικών σταθμών μετρήσεων στην επιφάνεια της λεκάνης απορροής, παρουσιάζονται παρακάτω οι κυριότερες μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί για την επιφανειακή ολοκλήρωση, όπως αποκαλείται, του ύψους βροχής.

- *Μέθοδοι Άμεσης Ολοκλήρωσης.*
- *Μέθοδος Αριθμητικού Μέσου.*
- *Μέθοδος των Πολυγώνων Thiessen (Thiessen, 1911)*
- *Μέθοδος των Δύο Αξόνων του (Bethlahmy, 1976)*
- *Μέθοδοι Προσαρμογής Επιφάνειας*

Από τις παραπάνω μεθόδους επελέγη στην παρούσα διπλωματική η τελευταία, της οποίας το θεωρητικό υπόβαθρο παρουσιάζεται παρακάτω.

3.4.6.1. Μέθοδοι Προσαρμογής Επιφάνειας

Στις μεθόδους προσαρμογής επιφάνειας οι μετρήσεις χρησιμοποιούνται για να οριστεί μια επιφάνεια η οποία αναπαριστά την βροχόπτωση σε οποιοδήποτε σημείο της περιοχής που ενδιαφέρει. Οπότε αυτή η επιφάνεια είναι ένα μοντέλο της χωρικής μεταβλητότητας της συγκεκριμένης τιμής της βροχόπτωσης (μέση ή συνολική για κάποια χρονική περίοδο), το οποίο μπορεί να παρασταθεί σε χάρτη. Οι προσεγγίσεις που ακολουθούνται διαφέρουν ως προς τις μεθόδους που χρησιμοποιούν για να κατασκευάσουν αυτή την επιφάνεια. Σε μερικές, οι οποίες ονομάζονται, *μέθοδοι εξομάλυνσης (smoothing methods)*, αυτή η επιφάνεια δε διατηρεί τις μετρημένες σημειακές τιμές, ενώ όταν η επιφάνεια διατηρεί τις μετρημένες σημειακές τιμές, οι μέθοδοι ονομάζονται *μέθοδοι παρεμβολής (interpolation methods)*.

Μια δεύτερη διάκριση των μεθόδων προσαρμογής επιφάνειας είναι σε *στατιστικές – στοχαστικές (statistical – stochastic methods)* και σε *προσδιοριστικές μεθόδους (deterministic methods)*. Οι πρώτες βασίζονται στην αρχή της ελαχιστοποίησης των σφαλμάτων παρεμβολής στα σημεία της επιφάνειας που δεν υπάρχουν σημειακές μετρήσεις, ενώ οι δεύτερες παράγουν επιφάνειες με την χρήση άλλων μαθηματικών

κριτηρίων. Το πλεονέκτημα των στατιστικών μεθόδων είναι ότι έχουν την δυνατότητα να υπολογίσουν το σφάλμα παρεμβολής σε κάθε σημείο της περιοχής. Η απεικόνιση της επιφάνειας μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

1. **Με τις ισοϋέτιες καμπύλες και**
2. **Με την ψηφιδωτή διαμέριση.**

1. Η ισοϋέτια καμπύλη ορίζεται από τον γεωμετρικό τόπο των σημείων στα οποία το ύψος βροχής, παίρνει μια συγκεκριμένη τιμή. Η μέση βροχόπτωση ανάμεσα σε δύο διαδοχικές καμπύλες προκύπτει από την σχέση:

$$\hat{p}_i = \frac{1}{2}(p_{i-} + p_{i+}) \quad (3.13)$$

Όπου: p_{i-} και p_{i+} είναι οι τιμές των διαδοχικών καμπύλων που ορίζουν την περιοχή i .

Η συνολική βροχόπτωση της περιοχής θα είναι :

$$\hat{p} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^I a_i \hat{p}_i \quad (3.14)$$

Όπου: I είναι ο συνολικός αριθμός των επιφανειών που έχει χωριστεί η περιοχή και a_i είναι το εμβαδόν μεταξύ των διαδοχικών καμπύλων.

Οι αλγόριθμοι προσαρμογής επιφάνειας και δημιουργίας ισοϋέτιων καμπυλών ακολουθούν τα παρακάτω βήματα:

- I. Εγκαθίσταται κάρναβος που καλύπτει την περιοχή μελέτης. Το μέγεθος του καννάβου εξαρτάται από τον μελετητή, αλλά συνήθως είναι το 1/10 της μέσης απόστασης μεταξύ των σταθμών. Συμβολίζουμε τον συνολικό αριθμό των κόμβων με J .
- II. Οι τιμές της μεταβλητής σε κάθε σημείο του καννάβου υπολογίζονται από τις μετρημένες τιμές με βάση τη σχέση:

$$\hat{p}_j = \sum_{g=1}^G w_{jg} P_g \quad (3.15)$$

Όπου: w_{jg} : το βάρος του σταθμού g για τον υπολογισμό του σημείου j

P_g : η μετρημένη βροχόπτωση στο σταθμό g

Οι περισσότερες μεθοδολογίες υπολογισμού θέτουν το άθροισμα των βαρών w_{jg} να είναι ίσο με τη μονάδα.

2. Σύμφωνα με την μέθοδο της ψηφιδωτής διαμέρισης, η περιοχή ολοκλήρωσης διαμερίζεται σε ισομεγέθη στοιχειώδη κύτταρα ή κυψέλες με την εφαρμογή ενός ορθογωνικού κανάβου με δεδομένη ισαποχή των οριζόντιων και κατακόρυφων γραμμών του. Στην συνέχεια, για κάθε κύτταρο, υπολογίζεται η τιμή του ύψους βροχής, η οποία αντιστοιχεί στο κέντρο του κυττάρου αλλά θεωρείται σταθερή για όλη την επιφάνεια του κυττάρου

Παρακάτω παρουσιάζονται επιγραμματικά ορισμένες από τις μεθόδους προσδιορισμού της επιφάνειας, η οποία αναπαριστά την βροχόπτωση στο τυχόν σημείο της υπόψη περιοχής.

- Μέθοδος γραφικής χάραξης των ισοετίων (Dingman, 1994).
- Μέθοδος υπολογιστικής γραμμικής παρεμβολής.
- Μέθοδος της αντίστροφης απόστασης (Tabios and Salas, 1985).
- Μέθοδος πολυτετραγωνικής παρεμβολής (Creutin and Obled, 1982; Shaw, 1988).
- Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων με πολυώνυμα (Tabios and Salas, 1985).
- Μέθοδος πολυωνύμων Lagrange (Tabios and Salas, 1985).
- Μέθοδος προσαρμογής splines (Creutin and Obled, 1982).
- Μέθοδος βέλτιστης παρεμβολής (kriging) (Creutin and Obled, 1982; Tabios and Salas 1985; Μαμάσης, 1997).
- Υψομετρική μέθοδος (Dingman, 1994).

3.5. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας, για τον υπολογισμό της επιφανειακής βροχόπτωσης και θερμοκρασίας, ακολουθήθηκε ο αλγόριθμός επιφανειακής ολοκλήρωσης με τη μέθοδο των αντίστροφων αποστάσεων και η απεικόνιση της έγινε με τη μέθοδο της ψηφιδωτής διαμέρισης.

Πιο συγκεκριμένα στη μέθοδο των αντίστροφων αποστάσεων τα βάρη της εξίσωσης (3.15) είναι συνάρτηση μόνον της απόστασης μεταξύ των J σημείων του καννάβου και των G σταθμών μέτρησης. Έτσι, για ένα σημείο $j = r$, το βάρος της μέτρησης για το σταθμό $g = s$, είναι:

$$w_{rs} = \frac{d(r,s)^{-b}}{\sum_{g=1}^G d(r,s)^{-b}} \quad (3.16)$$

Όπου: $d(r,s)$ είναι η απόσταση μεταξύ του σημείου του κανάβου και του σταθμού, και ο εκθέτης b είναι μια αυθαίρετα εκλεγμένη παράμετρος που συνήθως παίρνει τιμές 1,2 ανάλογα με το αν θέλουμε πρώτου ή δευτέρου βαθμού βάρη.

Όπως αναφέρθηκε, η απεικόνιση έγινε με τη μέθοδο της ψηφιδωτής διαμέρισης. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι τα εξής:

- Άμεση δημιουργία της επιφάνειας της μεταβλητής για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, ανεξάρτητα από την έλλειψη ορισμένων σημειακών μετρήσεων(βέβαια οι ελλείψεις αυτές προκαλούν μείωση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων).
- Καλύτερη αντίληψη της γεωγραφικής κατανομής της μεταβλητής, με τη βοήθεια της χρωματικής απεικόνισης και δυνατότητα άμεσου εντοπισμού περιοχών με ιδιαίτερο κλιματικό καθεστώς (υγρό, θερμό, κλπ.)
- Δυνατότητα στατιστικής επεξεργασίας πολλών τέτοιων καννάβων που αφορούν στην ίδια μεταβλητή και χρονικό βήμα.
- Δυνατότητα χειρισμού τέτοιων επιφανειών σε συνδυασμό με άλλες επιφάνειες της ίδιας διακριτότητας, που αφορούν μορφολογικά, εδαφολογικά ή γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής με σκοπό τη δημιουργία μοναδιαίων υδρογραφημάτων ή μοντέλων βροχής-απορροής σε υδρολογικές λεκάνες.

Οι απαραίτητες υπολογιστικές διαδικασίες περιγράφονται στη συνέχεια και, επισυνάπτονται σε φύλλα excel. Στο σημείο αυτό θα αναφέρουμε μόνο τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν.

Διάσταση καννάβου επιφάνειας: $1K_m$

Προσδιορισμός σημείων επιρροής κάθε ψηφίδας: επιλέχτηκε το κέντρο κάθε τετραγώνου του κανάβου με αποτέλεσμα η απόσταση μεταξύ των σημείων να είναι σταθερή.

Οπτική απεικόνιση επιφανειών: πραγματοποιήθηκε με την αντιστοίχιση μιας χρωματικής κλίμακας, σε προσδιορισμένες κατηγορίες του πεδίου τιμών της μεταβλητής. Η χρωματική κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε περιλαμβάνει διαφορετικό χρώμα για κάθε κατηγορία.

3.6. ΣΧΕΣΗ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ- ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ (ΒΡΟΧΟΒΑΘΜΙΔΑ)

Σε κάθε περίπτωση, για την εκτίμηση της επιφανειακής βροχόπτωσης είναι απαραίτητη η γνώση της τιμής της βροχοβαθμίδας, δηλαδή η ανά μονάδα υψόμετρου μεταβολή του ύψους της βροχής, η οποία ταυτίζεται με την κλίση της ευθείας γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ των μέσων ετήσιων τιμών των σημειακών δειγμάτων και των αντίστοιχών υψόμετρων των βροχομετρικών σταθμών, σε mm/m.

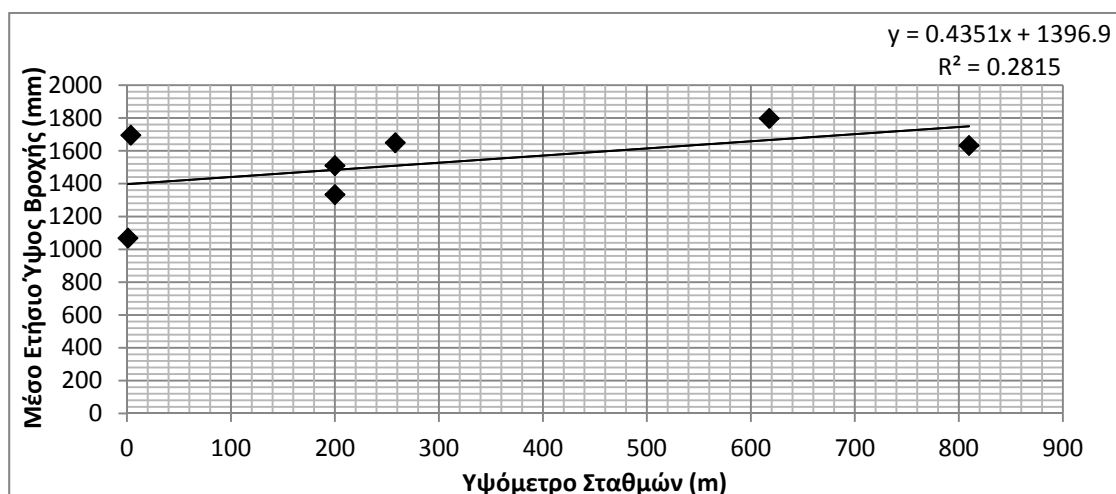
Για τον υπολογισμό της βροχοβαθμίδας, καταρτίστηκε το παρακάτω διάγραμμα με τετμημένη το υψόμετρο των σταθμών και τεταγμένη το μέσο ετήσιο ύψος βροχής.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα δεδομένα των σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της βροχοβαθμίδας.

Πίνακας 3.12: Δεδομένα Βροχομετρικών Σταθμών για τον Υπολογισμό της Βροχοβαθμίδας

Όνομασία Σταθμού	Υψόμετρο (m)	Μέσο Ετήσιο Ύψος Βροχής (mm)
ΠΕΝΤΌΛΑΚΟΣ	809.791	1633.20
Α.ΘΕΌΔΩΡΟΣ	617.588	1798.04
ΝΙΚΟΛΙΤΣΙ	257.992	1649.20
ΛΟΥΡΟΣ.Φ	200.00	1333.92
Λ. ΖΗΡΟΥ	200.00	1509.90
Ν. ΚΕΡΑΣΟΥΝΤΑ	3.744	1695.31
ΑΝΕΖΑ	1.000	1067.98

Στη συνέχεια προσαρμόστηκε η ευθεία των ελαχίστων τετραγώνων και η βροχοβαθμίδα για τη λεκάνη απορροής του Λούρου βρέθηκε ίση με 0.44mm/m ή 44mm/100m.



Διάγραμμα 3.9: Εκτίμηση Βροχοβαθμίδας για την Λεκάνη του Ποταμού Λούρου

3.7. ΣΧΕΣΗ ΥΨΟΜΕΤΡΟΥ – ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ (ΘΕΡΜΟΒΑΘΜΙΔΑ)

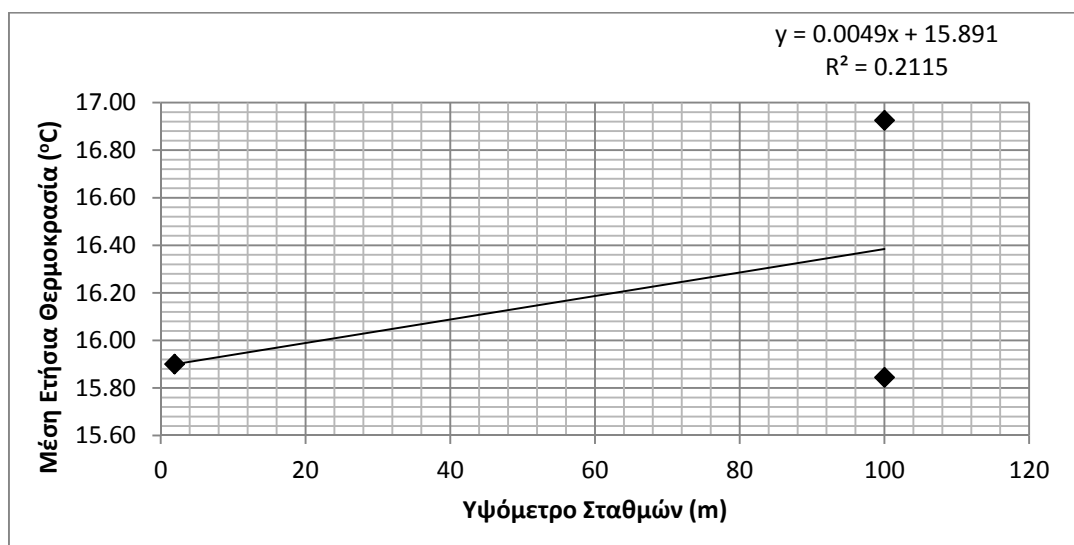
Η σχέση μεταξύ του υψόμετρου και θερμοκρασίας προσδιορίζεται από τον υπολογισμό της θερμοβαθμίδας και δίνεται από τη σχέση: $\gamma = -dT/Dz$. Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι η αύξηση του υψόμετρου αντιστοιχεί σε μείωση της θερμοκρασίας.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα δεδομένα των σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της θερμοβαθμίδας³.

Πίνακας 3.13: Δεδομένα Μετεωρολογικών Σταθμών για τον Υπολογισμό της Θερμοβαθμίδας

Όνομασία Σταθμού	Υψόμετρο (m)	Μέση Ετήσια Θερμοκρασία (°C)
ΘΕΣΠΡΩΤΙΚΟ	100.000	15.84
Φ. ΛΟΥΡΟΥ	100.000	16.92
ΚΑΛΟΒΑΤΟΣ	1.905	15.90

Από τα παραπάνω στοιχεία καταρτίστηκε το διάγραμμα (3.10) με τετμημένη το υψόμετρο των σταθμών και τεταγμένη την θερμοκρασία. Στη συνέχεια προσαρμόστηκε η ευθεία των ελαχίστων τετραγώνων και βρέθηκε ίση με -0.0049 . Επομένως η θερμοβαθμίδα είναι -0.49 °C/100m.



Διάγραμμα 3.10: Εκτίμηση θερμοβαθμίδας για την λεκάνη του ποταμού Λούρου

Σημειωτέον ότι, ειδικά στη δεύτερη περίπτωση, που το πλήθος των σταθμών είναι μικρό (3) και μάλιστα, δύο εξ αυτών στο ίδιο υψόμετρο, το αποτέλεσμα είναι απλά ενδεικτικό. Δεν υπήρχε όμως άλλη δυνατότητα ακριβέστερου υπολογισμού με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία για την περάτωση της εργασίας αυτής.

³ Τα δεδομένα αναφέρονται στο κοινό χρονικό διάστημα με τον υπολογισμό της βροχοβαθμίδας έτσι ώστε να γίνουν εφικτοί οι μετέπειτα υπολογισμοί.

3.8. ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ – ΔΥΝΗΤΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ

Με τον όρο εξατμισοδιαπνοή (evapotranspiration) ET νοείτε το σύνολο του νερού που μετατρέπεται από την υγρή φάση στην αέρια, και περιλαμβάνει την εξάτμιση μέσω υδατικών επιφανειών, την εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους και την διαπνοή των φυτών.

Από την εποχή που ο Dalton πρώτος διετύπωσε την εξίσωση μεταφοράς της μάζας έχουν αναπτυχθεί πολυάριθμες μέθοδοι μέτρησης ή εκτίμησης της. Οι μέθοδοι αυτοί μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Υδρολογική μέθοδος.
- Μικρομετεωρολογικές μέθοδοι.
- Κλιματολογικές μέθοδοι όπως:
 - ✓ Εμπειρικές σχέσεις που στηρίζονται στην θερμοκρασία του αέρα Thornthwaite, (1948), Blaney and (Criddle, 1950)
 - ✓ Υπολογιστικές σχέσεις που στηρίζονται στην ηλιακή ακτινοβολία.
 - ✓ Συνδυαστικές υπολογιστικές σχέσεις.

Με τον όρο δυναμική εξατμισοδιαπνοή (ET_p)⁴, περιγράφεται ο μέγιστος ρυθμός εξατμισοδιαπνοής από μία φυτοκαλυμμένη επιφάνεια, που έχει επάρκεια νερού, κάτω από ορισμένες μετεωρολογικές συνθήκες.

Για τον υπολογισμό της ET_p , στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Medbasin, το οποίο χρησιμοποιεί την εξίσωση του Thornthwaite, η οποία παρουσιάζεται παρακάτω:

$$ET_p = 16 \left(\frac{10T_a}{J} \right)^a * \frac{DT}{360} \quad (3.17)$$

Όπου: T_a : Η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα ($^{\circ}\text{C}$)

J : Ο ετήσιος δείκτης θερμότητας = $\sum_{i=1}^{12} j_i$

j_i : Ο μηνιαίος δείκτης θερμότητας = $0,09 * T_{ai}^{3/2}$

a : εκθέτης = $0,016 * j + 0,5$

D : Η μέση διάρκεια των ορών ημέρας του υπόψη μήνα:

$\frac{DT}{360} = 0,1217 * P$ όπου P : το ποσοστό ωρών ημέρας του συγκεκριμένου μήνα ανά έτος (από πίνακα)

⁴ Ο υπολογισμός της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής στο σημείο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικός καθώς είναι απαραίτητη για την εκτίμηση της ξηρασίας με την χρήση του δείκτη RDI.

Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα εισήχθησαν αρχεία Excel τα οποία περιείχαν τις μηνιαίες θερμοκρασίες των σταθμών που χρησιμοποιήσαμε για τον υπολογισμό της θερμοβαθμίδας, στη συνέχεια οριζόταν ο μήνας έναρξης και λήξης του υδρολογικού έτους καθώς, και το γεωγραφικό πλάτος του κάθε σταθμού.

Τα αποτελέσματα για το διαθέσιμο χρονικό διάστημα 1969-2001 παρουσιάζονται στο παράρτημα.

Κεφάλαιο 4

4. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σπουδαιότητα του νερού για τη ζωή και την ανάπτυξη είχε αναγνωριστεί από τα αρχαία χρόνια, αν αναλογιστεί κανείς το γεγονός ότι αποτελούσε τον κύριο παράγοντα επιλογής του τόπου εγκατάστασης των λαών. Έτσι με την πάροδο του χρόνου διαμορφώθηκε ο σημερινός πληθυσμιακός χάρτης αλλά και η εξέλιξη της γεωργίας. Σήμερα, στις αρχές του 21^{ου} αιώνα το νερό πέρα από τη γεωργία χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας, στη βιομηχανία, για ύδρευση, άρδευση, αναψυχή, ανοίγοντας έτσι δικαιολογημένα τον διάλογο της σωστής διαχείρισης του.

Σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να δώσει μία πλήρη εικόνα στο άμεσα συνδεδεμένο με το νερό, φαινόμενο της ξηρασίας, μέσα από την ανάλυση των χαρακτηριστικών της, των διάφορων τύπων της, αλλά κυρίως μέσα από την ανάλυση των δεικτών εκτίμησης και διαχείρισης της.

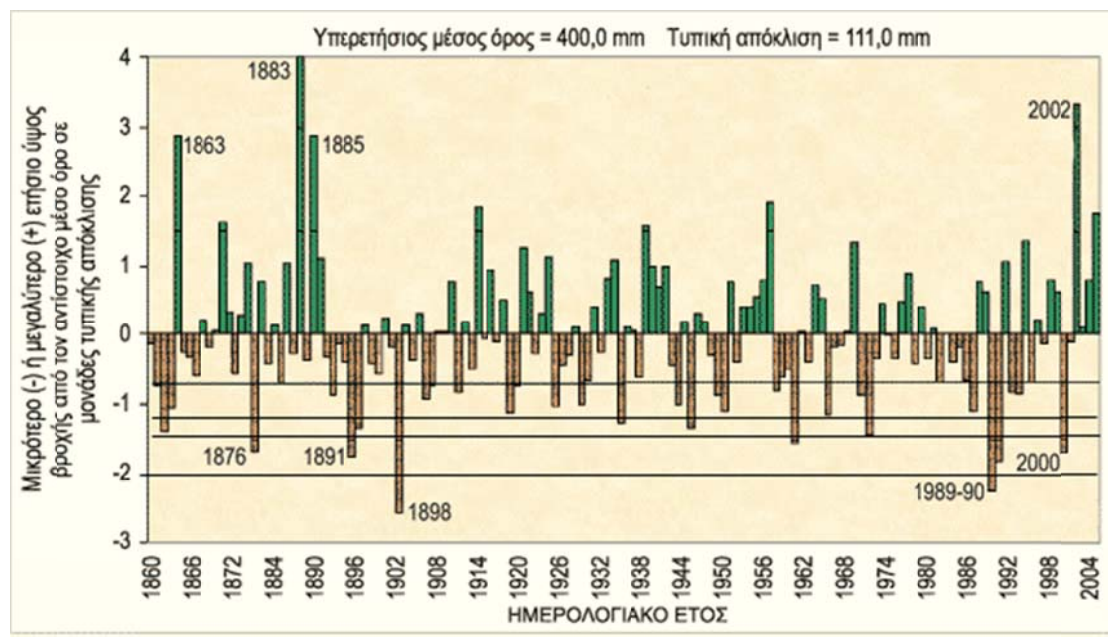
4.2. Η ΞΗΡΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα λόγω της γεωγραφικής της θέσης στον πλανήτη μας είναι επιρρεπής στην εκδήλωση συχνών ξηρασιών. Οι πρώτες γραπτές πληροφορίες για την εκδήλωση ξηρασιών προέρχονται από κείμενα των αρχαίων ιστορικών μας. Στα

κείμενα αυτά οι ξηρασίες συνήθως αναφέρονται ως σοβαρά εμπόδια στην εξέλιξη πολεμικών επιχειρήσεων. Αναφορές όμως για την εκδήλωση ξηρασιών στην Ελλάδα υπάρχουν επίσης και σε κείμενα όλων των μετέπειτα χρονικών περιόδων. Άλλη έμμεση πληροφορία για την εκδήλωση ξηρασιών στη χώρα μας στο παρελθόν είναι οι δενδροχρονολογικές σειρές που έχουν καταρτιστεί από διάφορους κλιματολόγους και μετεωρολόγους.

Σε αντίθεση με τις παραπάνω έμμεσες πληροφορίες, ποσοτικές πληροφορίες για την εκδήλωση ξηρασιών στην χώρα μας έχουμε μόνο για τα τελευταία 40-50 χρόνια που λειτουργούν διάφοροι βροχομετρικοί σταθμοί και μόνο για την Αθήνα τέτοια στοιχεία καλύπτουν την περίοδο από το 1860 μέχρι σήμερα.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται πως τουλάχιστον η περιοχή της Αττικής κατά την περίοδο 1860-2005, επλήγη από 19 μέτριες ξηρασίες, 5 ισχυρές, 5 πολύ ισχυρές και 2 εξαιρετικά ισχυρές. Σε παρόμοια συμπεράσματα τα καταλήγαμε βέβαια και για άλλες περιοχές της χώρας μας, αν ήταν διαθέσιμα βροχομετρικά στοιχεία πολλών ετών.



Εικ.4.1: Ξηρασίες στην Αττική για το διάστημα 1860-2005

Οι ξηρασίες που αναφέρθηκαν εκδηλώθηκαν ανά ακαθόριστα έτη και δεν φαίνεται να είχαν κάποια περιοδικότητα. Εξάιρεση αποτέλεσαν μόνο η διετής ξηρασία 1989-1990 και εκείνη του 2000 που συνέπεσαν με το μέγιστο αριθμό ηλιακών κηλίδων οι οποίες επηρεάζουν την ακτινοβολία προς τη γη. Γι αυτό η σχέση εμφάνισης ξηρασίας και ηλιακών κηλίδων πρέπει να μας προβληματίζει ιδιαίτερα, καθώς από

το 2007 όλο και περισσότερο θα αυξάνεται ο κίνδυνος εκδήλωσης μιας ισχυρής ξηρασίας στη χώρα μας. Αλλά και χωρίς να περιμένουμε το maximum των ηλιακών κηλίδων, είναι φανερό πως ο κίνδυνος αυτός θα αυξάνει συνεχώς και από άλλες αιτίες όσο θα αυξάνει ο αριθμός των υγρών ετών που διανύουμε.

4.3. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Η ξηρασία είναι ένα ακραίο μετεωρολογικό- κλιματικό φαινόμενο, που μπορεί να εμφανιστεί σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή και περιοχή, και με απροσδιόριστη διάρκεια. Οι επιπτώσεις της ποικίλουν από τόπο σε τόπο και η άποψη ότι αποτελεί πρόβλημα κυρίως των ξηρών και ερημικών περιοχών είναι λανθασμένη. Αντιθέτως, η εμφάνιση της ξηρασίας σε περιοχές που χαρακτηρίζονται από σημαντικά ποσά βροχόπτωσης, προκαλεί πολύ περισσότερα προβλήματα σε σχέση με αυτά που εμφανίζονται στις ξηρές περιοχές. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι τα ξηρά οικοσυστήματα είναι προσαρμοσμένα στο να επιβιώνουν με περιορισμένη υγρασία, ενώ τα οικοσυστήματα σε υγρό κλίμα μπορούν να καταστραφούν αν το ποσό βροχόπτωσης περιοριστεί σε σημαντικό βαθμό.

Οι εκτεταμένες ξηρασίες μπορούν να οδηγήσουν σε θανάτους από λιμό ή ασθένειες, αποτελούν μία από τις βασικές αιτίες των πυρκαγιών, ενώ είναι η ακριβότερη φυσική καταστροφή έχοντας προκαλέσει απώλειες δισεκατομμυρίων δολαρίων (Bruce, 1994). Ανάμεσα στις πλέον γνωστές ιστορικές περιόδους ξηρασίας που έπληξαν τον πλανήτη, είναι οι εξής:

- Η ξηρασία του 1900 στην Ινδία
- Η ξηρασία του 1921-1922 στην τότε Σοβιετική Ένωση
- Η ξηρασία του 1928-1930 που έπληξε την Νοτιοδυτική Κίνα, στοιχίζοντας πάνω από 3 εκατομμύρια ζωές
- Η ξηρασία του 1936 και του 1941 στην επαρχία Σιτσουάν της Κίνας, που είχαν αποτέλεσμα το θάνατο 5 και 2,5 εκατομμυρίων ανθρώπων αντίστοιχα.
- Η ξηρασία του 1988 στις ΗΠΑ προκάλεσε ζημιές της τάξης των 40 δισεκατομμυρίων δολαρίων (Riebsame et al., 1990)
- Οι ξηρασίες της δεκαετίας του 1980 στην υποσαχάρια Αφρική υπολογίζεται ότι έβλαψαν περισσότερους από 40 εκατομμύρια ανθρώπους (Office of Foreign Disaster Assistance, 1990).

Η ξηρασία είναι μια σχετική κατάσταση, εφόσον η εμφάνιση της είναι συνάρτηση πολλών παραμέτρων και διαφέρει από τις άλλες ακραίες μετεωρολογικές καταστάσεις σε πολλά σημεία. Πρώτων είναι δύσκολο να οριστεί η έναρξη και η λήξη ενός επεισοδίου ξηρασίας, λόγω του ότι παρουσιάζει υστέρηση στην εμφάνιση από τη στιγμή που θα παρατηρηθεί απουσία βροχοπτώσεων, ενώ τα καταστροφικά

της αποτελέσματα μπορούν να συνεχιστούν και μετά την εμφάνιση κάποιων βροχοπτώσεων. Για το λόγο αυτό θεωρείται ως «έρπον φαινόμενο». (Tannehill, 1947). Δεύτερων όπως θα αναφέρουμε και στη συνέχεια δεν μπορεί να διατυπωθεί ένας γενικός ορισμός, λόγω του ότι κάθε περιοχή πρέπει να έχει τον δικό της ορισμό ανάλογα με το κλίμα και την τοπογραφία που τη χαρακτηρίζουν, καθώς αλλάζει και ανάλογα με το αντικείμενο της επιστήμης που τη μελετά. (Wilhite and Glantz, 1985).

4.4. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Με βάση τα παραπάνω, είναι γεγονός ότι η ξηρασία είναι δύσκολο να οριστεί και να κατανοηθεί από τους ανθρώπους. Για τον λόγο αυτό έχουν διατυπωθεί και διατυπώνονται, κατά καιρούς πλήθος ορισμών.

Στην πιο γενική έννοια ως ξηρασία μπορεί να θεωρηθεί η έλλειψη βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια μιας εκτεταμένης χρονικής περιόδου με αποτέλεσμα την έλλειψη νερού για την εκπλήρωση των αναγκών κάποιας ομάδας ανθρώπων, ακόμα και του ίδιου του περιβάλλοντος.

Ίσως ο πιο γενικός ορισμός είναι αυτός των Berman and Rodier (1985), σύμφωνα με τους οποίους η ξηρασία ορίζεται ως η μείωση της διαθεσιμότητας του νερού σε μια συγκεκριμένη περιοχή κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Με άλλα λόγια σύμφωνα με τον (Correia et al., 1991), η ξηρασία συμβαίνει όταν ένα σημαντικό έλλειμμα νερού εξαπλώνεται τόσο σε χρόνο όσο και σε χώρο. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό οργανισμό (WMO) η ξηρασία ορίζεται ως το «φυσικό φαινόμενο που υπάρχει όταν οι βροχοπτώσεις βρίσκονται σημαντικά κάτω από τα κανονικά επίπεδα που έχουν καταγραφεί, προκαλώντας σοβαρές υδρολογικές ανισορροπίες που επηρεάζουν δυσμενώς τα συστήματα παραγωγής χερσαίων πόρων». Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών ορίζει την ξηρασία ως το «ποσοστό των ετών, κατά το οποίο οι καλλιέργειες αποτυγχάνουν από την έλλειψη υγρασίας».

Επειδή η ξηρασία δεν μπορεί να θεωρηθεί μόνο ως φυσικό φαινόμενο, συνήθως ορίζεται τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και σε λειτουργικό.

Οι εννοιολογικοί ορισμοί διατυπώθηκαν σε γενικές γραμμές για να βοηθήσουν τους ανθρώπους να κατανοήσουν την έννοια της ξηρασίας. Για παράδειγμα, η ξηρασία είναι μια παρατεταμένη περίοδος ανεπαρκών βροχοπτώσεων με αποτέλεσμα εκτεταμένες ζημιές σε καλλιέργειες, με αποτέλεσμα την απώλεια της απόδοσης. Οι εννοιολογικοί ορισμοί μπορεί επίσης να είναι σημαντικοί στον καθορισμό της πολιτικής της ξηρασίας. Για παράδειγμα, η πολιτική ξηρασίας της Αυστραλίας

περιλαμβάνει την κατανόηση των φυσιολογικών ορίων μεταβλητότητας του κλίματος στο πλαίσιο του ορισμού της ξηρασίας. Η χώρα παρέχει οικονομική βοήθεια προς τους αγρότες μόνο σε «εξαιρετικές περιπτώσεις ξηρασίας», όταν οι συνθήκες ξηρασίας είναι πέρα από αυτά που θα μπορούσαν να θεωρηθούν μέρος της κανονικής διαχείρισης των κινδύνων. Οι δηλώσεις της εξαιρετικής ξηρασίας βασίζονται στην επιστήμη με γνώμονα τις αξιολογήσεις. Προηγουμένως, όταν η ξηρασία ήταν λιγότερο καλά καθορισμένη από την άποψη της πολιτικής και λιγότερο καλά κατανοητή από τους αγρότες, ορισμένοι γεωργοί ζητούσαν βοήθεια κάθε λίγα χρόνια.

Οι λειτουργικοί ορισμοί βοηθούν στο να ορίσουν την έναρξη, τη σοβαρότητα και το τέλος της ξηρασίας. Για να προσδιοριστεί η έναρξη της ξηρασίας, οι λειτουργικοί ορισμοί καθορίζουν το βαθμό της απόκλισης από το μέσο όρο των βροχοπτώσεων ή κάποιων άλλων κλιματικών μεταβλητών πέρα από κάποιο χρονικό διάστημα. Αυτό γίνεται συνήθως με τη σύγκριση της τρέχουσας κατάστασης με τον ιστορικό μέσο όρο, βασιζόμενοι τις περισσότερες φορές σε μια σειρά μετρήσεων 30 ετών. Το όριο που ορίζει την αρχή της ξηρασίας έχει παρθεί κάπως αυθαίρετα, δεν προσαρμόζεται δηλαδή στην κάθε περίπτωση. (π.χ. το 75% του μέσου όρου βροχόπτωσης για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο). Ένας λειτουργικός ορισμός για τη γεωργία θα μπορούσε να συγκρίνει τις ημερήσιες τιμές βροχόπτωσης με τους ρυθμούς εξατμισοδιαπνοής και να καθοριστεί το ποσοστό της μείωσης της υγρασίας του εδάφους, τότε μπορούν να εκφραστούν οι σχέσεις αυτές όσον αφορά τις επιπτώσεις της ξηρασίας στη συμπεριφορά των φυτών (δηλαδή την ανάπτυξη και την απόδοση) σε διάφορα στάδια της ανάπτυξης των καλλιεργειών. Ο ορισμός θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε μια λειτουργική αξιολόγηση της σοβαρότητας της ξηρασίας και των επιπτώσεων από την παρακολούθηση των μετεωρολογικών μεταβλητών, την υγρασία του εδάφους και των καλλιεργειών κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, και να επαναξιολογεί συνεχώς τον ενδεχόμενο αντίκτυπο αυτών των προϋποθέσεων για την τελική απόδοση. Λειτουργικοί ορισμοί μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση της συχνότητας εμφάνισης της ξηρασίας, τη σοβαρότητα και τη διάρκεια για μια δεδομένη ιστορική περίοδο. Οι ορισμοί αυτοί, ωστόσο, απαιτούν πληροφορίες για τον καιρό σε ωριαία, ημερήσια, μηνιαία ή άλλες κλίμακες χρόνου και ενδεχομένως, στοιχεία για τις επιπτώσεις (π.χ., απόδοση των καλλιεργειών), ανάλογα με τη φύση του ορισμού που εφαρμόζεται. Η έρευνα της κλιματολογίας και της ξηρασίας σε μια περιοχή παρέχει μια καλύτερη κατανόηση των χαρακτηριστικών της και την πιθανότητα υποτροπής σε διάφορα επίπεδα σοβαρότητας. Πληροφορίες αυτού του είδους είναι ιδιαίτερα επωφελής για την ανάπτυξη της αντίδρασης και τις στρατηγικές μετριασμού και σχεδίων ετοιμότητας.

4.5. ΤΥΠΟΙ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Έρευνα που δημοσιεύτηκε στις αρχές του 1980, αποκάλυψε περισσότερους από 150 ορισμούς της ξηρασίας. Οι ορισμοί αυτοί αντανακλούν τις διαφορές τους, στις περιφέρειες, τις ανάγκες και τις πειθαρχικές προσεγγίσεις. Σύμφωνα με τους (Wilhite Glantz, 1985) οι ορισμοί αυτοί κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες:

1. Τη μετεωρολογική ξηρασία
2. Την υδρολογική ξηρασία
3. Τη γεωργική ξηρασία
4. Την κοινωνικοοικονομική ξηρασία.

Οι τρεις πρώτες αναφέρονται ως περιβαλλοντικές ξηρασίες, ενώ η κοινωνικοοικονομική θεωρείται επιχειρησιακή ξηρασία (water resources systems, Wilhite, 2000)

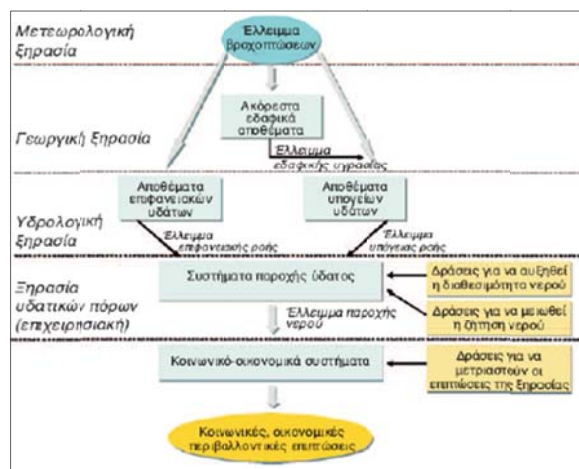
Η **μετεωρολογική ξηρασία** (meteorological drought) προσδιορίζει το βαθμό έλλειψης βροχοπτώσεων από το όριο που δείχνει τις κανονικές συνθήκες (π.χ το μέσο) σε μια χρονική περίοδο, και τη διάρκεια της περιόδου με μειωμένες βροχοπτώσεις. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO, 1986), σε κάθε περιοχή, η ξηρασία καθορίζεται ως το 60% ή λιγότερο του κανονικού ετήσιου υετού για περισσότερο από δύο συνεχόμενα έτη σε έκταση μεγαλύτερη του 50% της περιοχής. Άλλοι ορισμοί της μετεωρολογικής ξηρασίας βασίζονται στον αριθμό ημερών βροχόπτωσης κάτω από κάποιο συγκεκριμένο όριο. Τέτοιοι ορισμοί δεν είναι εφικτοί σε περιοχές, όπου η κατανομή της βροχόπτωσης παρουσιάζει έντονη εποχιακή διακύμανση, ενώ η εμφάνιση ξηρασίας είναι συχνό φαινόμενο. Συνεπώς, η μετεωρολογική ξηρασία εξαρτάται από την περιοχή. Μάλιστα, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, που έχουν ως αποτέλεσμα την έλλειψη βροχόπτωσης, είναι αρκετά μεταβλητές από περιοχή σε περιοχή. Επίσης, η μετεωρολογική ξηρασία, εκτός από βροχοπτώσεις λιγότερες από τις κανονικές, μπορεί επίσης να υποδηλώνει υψηλότερες θερμοκρασίες, ταχείς ανέμους, χαμηλή σχετική υγρασία, αυξημένη εξατμισοδιαπνοή, λιγότερες νεφώσεις και περισσότερη ακτινοβολία με αποτέλεσμα μειωμένη κατακράτηση ακτινοβολίας, μικρότερη απορροή, μειωμένη διήθηση και λιγότερη αναπλήρωση των υπογείων υδάτων.

Η **Γεωργική ξηρασία** (agricultural drought) ορίζεται για την περίπτωση της ξηρικής γεωργίας, δηλαδή την έλλειψη της εδαφικής υγρασίας, μετά από μια μετεωρολογική ξηρασία, η οποία έχει αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγή και την ανάπτυξη της βλάστησης. Η γεωργική ξηρασία ορίζεται για την περίπτωση της

αρδευόμενης γεωργίας κατά την οποία έχουμε έλλειψη ύδατος στους επιφανειακούς ή υπόγειους φορείς που χρησιμοποιούνται για γεωργικές χρήσεις.

Η **υδρολογική ξηρασία** (hydrological drought) αναφέρεται στις επιπτώσεις που έχει η έλλειψη βροχόπτωσης σε ένα υδρολογικό σύστημα, όπως είναι η ελάττωση της παροχής σε επιφανειακά και υπόγεια ύδατα. Υστερεί σε εμφάνιση από τις μετεωρολογικές και γεωργικές ξηρασίες επειδή χρειάζεται περισσότερος χρόνος για να φανούν τα ελλείμματα των βροχοπτώσεων στα στοιχεία του υδρολογικού συστήματος. Η υδρολογική ξηρασία μπορεί να μετρηθεί ως όριο στα επίπεδα της ροής του ρέματος, της λίμνης και των υπογείων υδάτων. Επισημαίνεται ότι ο Whipple (1966) ορίζει ένα έτος ως υδρολογικά ξηρό όταν η απορροή σε μια λεκάνη απορροής είναι κάτω από κάποιο όριο. Το όριο αυτό είναι διαφορετικό για κάθε λεκάνη απορροής και για κάθε υδατικό μέσο.

Η **κοινωνικο-οικονομική ξηρασία** (socioeconomic drought) σχετίζεται με τα αποθέματα και τις απαιτήσεις ορισμένων οικονομικών αγαθών ή υπηρεσιών σε συνδυασμό με τις τρεις προηγούμενες μορφές ξηρασίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι ανάγκες των αγαθών γίνονται τόσο πιο έντονες όσο τα αποθέματα μειώνονται, γεγονός που έχει σοβαρές επιπτώσεις στην κοινωνική και οικονομική κατάσταση μιας περιοχής. Το μέγεθος των αρνητικών επιπτώσεων των επεισοδίων ξηρασίας εξαρτάται εκτός από την ελάττωση των βροχοπτώσεων, την ένταση και τη διάρκεια τους, και από την αποτελεσματικότητα των μέτρων περιορισμού που έχουν προσαρμοστεί στα συστήματα υδροδότησης και στα κοινωνικό-οικονομικά συστήματα. Συνεπώς, ο ορισμός της κοινωνικό-οικονομικής ξηρασίας χρησιμοποιείται ώστε να αναδείξει τις επιπτώσεις της έλλειψης νερού στον πληθυσμό και την οικονομία, υπό το πρίσμα οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών κριτηρίων.



Εικ.4.2: Το φαινόμενο της Ξηρασίας: Οι Μορφές και οι Σχέσεις μεταξύ τους.
 Πηγή: (Ε,Ε., MEDAWater, MEDROPLAN, 2006.

4.6. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της ξηρασίας είναι τρία: Η ένταση, η διάρκεια και η χωρική κατανομή.

Η **ένταση** αναφέρεται στη μείωση της βροχόπτωσης και άλλων παραμέτρων που συνδέονται με την εξάτμιση (θερμοκρασία, άνεμος, υγρασία) από τις αναμενόμενες κλιματικές αλλαγές. Η ποσοτικοποίηση της έντασης μπορεί να γίνει στατικά, με την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης των συγκεκριμένων τιμών των μετεωρολογικών μεταβλητών ή με τη χρήση δεικτών που ενσωματώνουν τις κλιματικές αλλαγές.

Η **χρονική διάρκεια** είναι δύσκολο να προσδιοριστεί αφού υπάρχει αβεβαιότητα για τη χρονική στιγμή αρχής και τέλους του φαινομένου. Η ξηρασία εξελίσσεται αργά και επιδρά αθροιστικά όσο η έλλειψη βροχόπτωσης εμμένει για μήνες ή χρόνια, ενώ οι επιδράσεις συνεχίζονται και μετά την έναρξη της βροχόπτωσης.

Ο Μαχαίρας (1992) ταξινόμησε την ξηρασία σε τρεις τύπους σύμφωνα με την διάρκεια εμφάνισης τους: στη μόνιμη, στην περιοδική ή εποχική και στην τυχαία ξηρασία. Η μόνιμη ξηρασία οδηγεί στη δημιουργία ερήμων και οφείλεται στους υποτροπικούς αντικυκλώνες, στην ηπειρωτικότητα και στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Οι έρημοι της Καλιφόρνιας, της Χιλής και της Σαχάρας αποτελούν παραδείγματα μόνιμης ξηρασίας. Η εποχική ξηρασία προκαλείται από την ετήσια κύμανση των υποτροπικών δυναμικών αντικυκλώνων, ενώ τα πραγματικά αίτια της τυχαίας ξηρασίας δεν είναι γνωστά, αφού η κυκλοφορία της ατμόσφαιρας μπορεί να παρουσιάζει ανώμαλη συμπεριφορά όχι μόνο σε μια περιοχή όπου εμφανίζεται η ξηρασία αλλά και σε πολλές άλλες οι οποίες μπορεί να χαρακτηρίζονται από πλημμύρες ή κανονικές συνθήκες βροχοπτώσεων.

Η **χωρική κατανομή** κάθε ξηρασίας συναρτάται άμεσα με τα μετεωρολογικά και κλιματικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής αλλά και τα υπάρχοντα έργα μεταφοράς νερού. Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η περίπτωση υδατικών συστημάτων που τροφοδοτούνται με νερό από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές οι οποίες απέχουν σημαντικά μεταξύ τους. Στα συστήματα αυτά, η γεωγραφική έκταση της ξηρασίας είναι παράμετρος ιδιαίτερα σημαντική, αφού μπορεί να επηρεάσει μόνο ένα τμήμα των υδατικών πόρων.

4.7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω συμπεραίνει κανείς ότι η ξηρασία είναι ακραίο φυσικό φαινόμενο που έχει προκαλέσει κατά καιρούς, σε παγκόσμια κλίμακα, περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα. Η πολυπλοκότητα κατανόησης και διαχείρισης του φαινομένου αυτού επέβαλε τη δημιουργία δεικτών ξηρασίας, ο ρόλος των οποίων έγκειται στο ότι χρησιμοποιούνται ως εργαλεία πρόβλεψης και έγκαιρης καταγραφής της. Στο παρακάτω κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια καταγραφής και ανάλυσης των δεικτών αυτών.

Κεφάλαιο 5

5. ΔΕΙΚΤΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα δεικτών που περιγράφουν το φαινόμενο της ξηρασίας. Η επιλογή εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των δεδομένων, από τα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης και τον σκοπό μελέτης. Ο κάθε δείκτης έχει τη δική του αξία και συχνά υποστηρίζει ο ένας τον άλλο. Ένας συνδυασμός τους είναι συνήθως η προτιμώμενη λύση. Οι δείκτες ξηρασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή όλων των τύπων ξηρασίας που αναφέρθηκαν πριν: μετεωρολογική, υδρολογική, γεωργική και κοινωνικό-οικονομική ξηρασία.

Σε κάθε περίπτωση όμως για να μπορούν να την χαρακτηρίσουν θα πρέπει να συμφωνούν με τα ακόλουθα.:

- Να μπορούν να υπολογιστούν από διαθέσιμα δεδομένα από σύστημα συλλογής δεδομένων.
- Να έχουν σχέση με τρωτά κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά συστήματα,
- Και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για προβλέψεις και συστήματα έγκαιρης καταγραφής.

Οι διάφοροι δείκτες που χρησιμοποιούνται κατά καιρούς χρησιμοποιούν δεδομένα υψών βροχής, πάχους χιονιού, θερμοκρασίας, εξατμισοδιαπνοής, αποθέματα νερού

στο έδαφος κ.α.. Παρόλα αυτά η βροχόπτωση θεωρείται πως είναι η σημαντικότερη παράμετρος (Oladipo, 1985; Guttman, 1998; Keyantash and Dracup, 2002).

Όπως αναφέρθηκε, δεν υπάρχει κάποιος βέλτιστος δείκτης. Θα μπορούσαμε όμως να πούμε ότι υπάρχουν κάποιοι δείκτες οι οποίοι παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με κάποιους άλλους. Για παράδειγμα, ο δείκτης Palmer δημιουργήθηκε και εφαρμόστηκε σε μια περιοχή με ομαλό ανάγλυφο στις ΗΠΑ. Σε αντίθετη περίπτωση, εκεί δηλαδή όπου το ανάγλυφο είναι πιο έντονο, ενδείκνυται η συνδυασμένη χρήση του με τον δείκτη SWSI (Surface Water Supply Index).

5.2. ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΔΕΙΚΤΕΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι κυριότεροι δείκτες ξηρασίας. Εξαιρούνται οι δείκτες SPI και RDI, οι οποίοι, λόγω του ότι χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής, παρουσιάζονται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

a) Palmer Drought Severity Index (PDSI)

Ο δείκτης PDSI αναπτύχθηκε από τον W.C. Palmer το 1965, και ήταν ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος δείκτης στις Ηνωμένες Πολιτείες. Ο δείκτης βασίζεται στο σκεπτικό πως η ποσότητα νερού που απαιτείται για την κανονική λειτουργία της υπάρχουσας τοπικής οικονομίας, κατά τη διάρκεια μιας καθορισμένης χρονικής περιόδου, εξαρτάται από το μέσο κλίμα της περιοχής και από τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες, τόσο κατά τη διάρκεια, όσο και πριν από την υπό εξέταση περίοδο (Tate et al., 2000). Ο δείκτης υπολογίζεται με βάση τη βροχόπτωση, τα στοιχεία της θερμοκρασίας καθώς και την εδαφική υγρασία. Έτσι λοιπόν, αν και αναφέρεται ως μετεωρολογικός δείκτης, τα παραπάνω στοιχεία αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες της υδρολογικής ξηρασίας (Tsakiris et al., 2007). Όλοι οι βασικοί όροι του υδατικού ισοζυγίου είναι δυνατόν να υπολογιστούν αν είναι γνωστά τα παραπάνω δεδομένα, ενώ οι ανθρώπινες επεμβάσεις δεν λαμβάνονται υπόψη. Για τον λόγο αυτό ο δείκτης PDSI μπορεί να οδηγήσει σε μη ρεαλιστικά αποτελέσματα.

Για τις τιμές του δείκτη PDSI, ο Palmer υιοθέτησε την ταξινόμηση που φαίνεται στον παρακάτω πίνακα. Οι τιμές του κυμαίνονται μεταξύ -4.0 και 4.0. Βρίσκει εφαρμογή σε πολλές περιοχές της Αμερικής (Alley, 1984; Willeke et. al., 1994). Ο δείκτης Palmer έδωσε επίσης ικανοποιητικά αποτελέσματα στην ελληνική επικράτεια (Dalezios et al., 1991; Dalezios et al., 2000; Loukas et al., 2000).

Πίνακας 5.1: Κατάταξη των επεισοδίων βροχόπτωσης σε ξηρά και υγρά σύμφωνα με τον δείκτη PDSI.
 Πηγή: Αναγνωστοπούλου (2003)

<i>Κατάταξη των επεισοδίων βροχόπτωσης σε ξηρά και υγρά σύμφωνα με το δείκτη PDSI</i>			
PDSI			Χαρακτηρισμός περιόδου
	>	4.00	Εξαιρετικά υγρή
3.00	έως	3.99	Πολύ υγρή
2.00	έως	2.99	Μέτρια υγρή
1.00	έως	1.99	Ελαφρά υγρή
0.50	έως	0.99	Αρχή υγρής περιόδου
0.49	έως	-0.49	Κανονική περίοδος
-0.50	έως	-0.99	Αρχή ξηρής περιόδου
-1.00	έως	-1.99	Ελαφρά ξηρή
-2.00	έως	-2.99	Μέτρια Ξηρή
-3.00	έως	-3.99	Πολύ Ξηρή
	έως	-4.00	Εξαιρετικά Ξηρή

Με βάση το μοντέλο του Palmer αναπτύχθηκαν οι εξής τέσσερις δείκτες:

- Palmer Drought Severity Index (PDSI), όπως αναπτύχθηκε παραπάνω.
- Palmer Hydrologic Drought Index (PHDI), Δείκτης Υδρολογικής Ξηρασίας.
- Palmer Monthly Moisture Anomaly Index (ZINX), Δείκτης μηνιαίας ανωμαλίας της υγρασίας, γνωστός και ως δείκτης Z.
- Colorado Palmer Drought Index (CPDI), Δείκτης Palmer του Colorado.

b) Palmer Hydrologic Drought Index (PHDI)

Ο δείκτης υδρολογικής ξηρασίας του Palmer (Karl, 1986) προέρχεται από τον δείκτη PDSI και αναπτύχθηκε για την ποσοτικοποίηση των υδρολογικών παραγόντων σε μακροχρόνια βάση, λαμβάνοντας ως δεδομένα τη βροχόπτωση, την εκροή και την αποθήκευση. Βασική του διαφορά από τον PDSI είναι ότι PHDI μπορεί να υπολογιστεί κατά τη διάρκεια του φαινομένου, ενώ PDSI μόνο μετά το τέλος του (Alley, 1984).

c) Palmer Monthly Moisture Anomaly Index (ZINX)

Ο ZINX δείκτης είναι η εκτίμηση της ξηρασίας για ένα μόνο μήνα (Guttman, 1998) και πιο ειδικά, η σύγκριση της παρατηρούμενης υγρασίας με τις κανονικές (μέσες) συνθήκες (Heim, 2002). Η βασική διαφορά μεταξύ του ZINX και του PDSI είναι ότι, σε αντίθεση με τον PDSI, ο ZINX δε λαμβάνει υπόψη τους προηγούμενους μήνες και για αυτό, η τιμή του αλλάζει δραματικά από μήνα σε μήνα.

d) Colorado Palmer Drought Index (CPDI)

Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιεί δεδομένα για μικρότερες εκτάσεις και είναι χρήσιμος σε χαμηλότερα υψόμετρα, ειδικά για την εφαρμογή της εδαφικής υγρασίας στη γεωργία (Χ. Βαγγέλης, 2012).

e) Percent of Normal Precipitation (Ποσοστό κανονικής Βροχόπτωσης)

Το ποσοστό κανονικής βροχόπτωσης αποτελεί μία πιο τις πιο απλές μεθόδους μέτρησης βροχόπτωσης για μια μεμονωμένη περιοχή. Υπολογίζεται διαιρώντας την πραγματική βροχόπτωση με την κανονική βροχόπτωση.

$$PNP = \frac{\text{actual precipitation}}{\text{normal precipitation}} * 100\% \quad (4.1)$$

Η πραγματική βροχόπτωση ορίζεται ως ο μέσος όρος της 30ετίας. Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι ο μέσος όρος της βροχόπτωσης δεν είναι συχνά ίδιος με τη διάμεσο τιμή της, που είναι η τιμή της βροχόπτωσης από την οποία το 50% των συμβάντων είναι μεγαλύτερα σε ύψη βροχής. Αυτό συμβαίνει γιατί η βροχόπτωση σαν φαινόμενο δεν περιγράφεται από κανονική κατανομή.

f) Deciles

Οι Gibbs and Maher (1967) ομαδοποίησαν τα μηνιαία ύψη βροχής σε δέκα κατηγορίες, τα δεκατημόρια. Ο δείκτης αυτός δημιουργήθηκε για να αποφευχθούν κάποιες αδυναμίες του Percent of Normal και χρησιμοποιείται κυρίως στην Αυστραλία διότι υπολογίζεται σχετικά εύκολα και απαιτεί λιγότερα στοιχεία και προϋποθέσεις από ότι ο PDSI (Smith et al., 1993). Το πρώτο δεκατημόριο αντιστοιχεί στην ποσότητα βροχής που δεν ξεπερνιέται από το 10% των συμβάντων βροχόπτωσης και το δέκατο δεκατημόριο αντιστοιχεί στην μεγαλύτερη ποσότητα βροχόπτωσης που έχει καταγραφεί. Εύκολα συμπεραίνεται επίσης ότι το πέμπτο δεκατημόριο είναι η διάμεσος και αποτελεί την ποσότητα της παροχής που δεν ξεπερνιέται από το 50 % των συμβάντων βροχόπτωσης στην περίοδο παρατηρήσεων. Πλεονέκτημα του δείκτη είναι η παροχή ακριβών δεδομένων βροχόπτωσης, ενώ το μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το ότι απαιτείται μακροχρόνια καταγραφή δεδομένων.

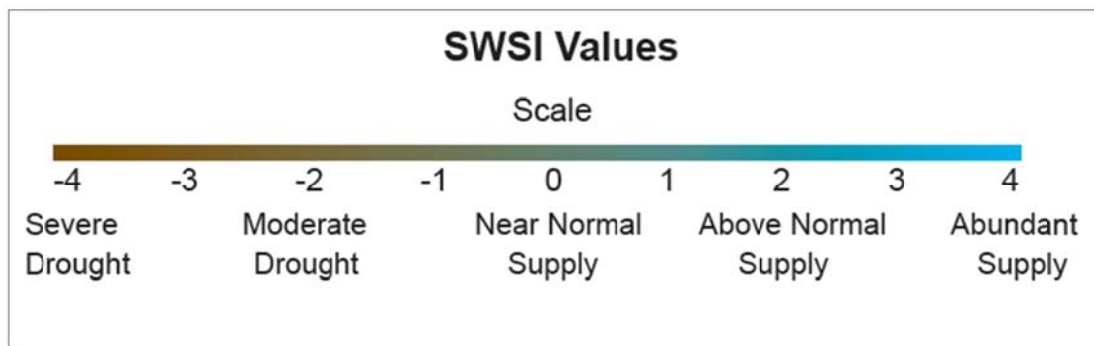
Πίνακας 5.2: Κατηγορίες Desiles Πηγή: (Government of Western Australia, Department of agricultural anf Food)

Κατηγορίες Ξηρασίας με βάση το Δείκτη Deciles		
Deciles		Κατηγορία καιρού
1-2	<20%	Σημαντικά κάτω του φυσιολογικού
3-4	20%-40%	Κάτω του φυσιολογικού
5-6	40%-60%	Σχεδόν φυσιολογικός
7-8	60%-80%	Πάνω του φυσιολογικού
9-10	80%-100%	Σημαντικά άνω του φυσιολογικού

g) Surface Water Supply Index (SWSI)

Ο δείκτης παροχής επιφανειακού νερού (SWSI) δημιουργήθηκε από τους Shafer και Dezman (1982) για να συμπληρώσει τον δείκτη Palmer για τις υγρές συνθήκες και για περιοχή μελέτης με έντονο ανάγλυφο.

Τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό του δείκτη (SWSI) είναι το πάχος του χιονιού, η παροχή, η βροχόπτωση και το πλεόνασμα νερού. Για παράδειγμα, το χειμώνα ο δείκτης SWSI υπολογίζεται από το ύψος χιονιού, της βροχόπτωσης και του πλεονάσματος, ενώ για το καλοκαίρι το ύψος χιονιού αντικαθίσταται από την παροχή. Οι τιμές του δείκτη SWSI παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.

**Εικ 5.1:** Τιμές Δείκτη SWSI. Πηγή: (Government of Western Australia, Department of agricultural anf Food)

Όπως και ο δείκτης Palmer, οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ -4.0 και 4.0, με μέση τιμή το μηδέν.

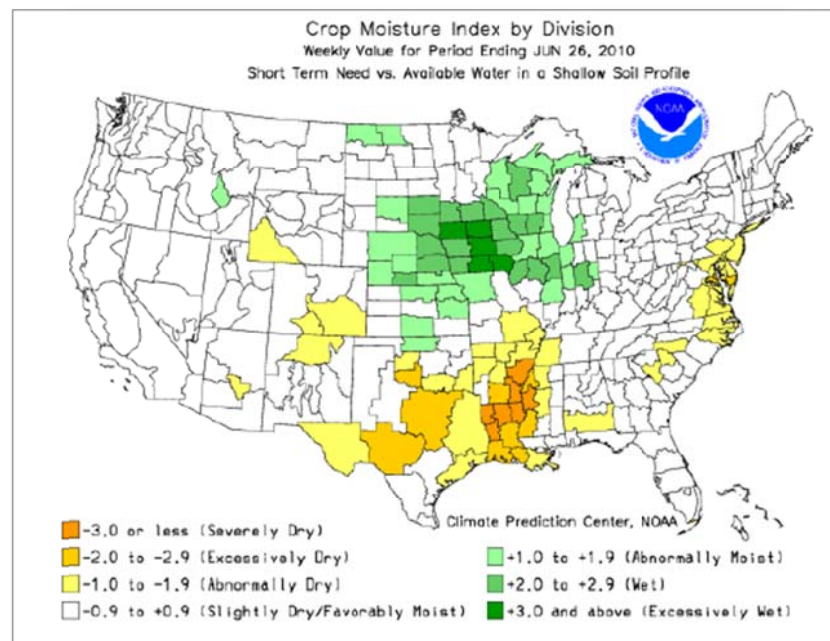
Σύμφωνα με τον Hayes (1999) πλεονέκτημα του δείκτη SWSI αποτελεί αρχικά ο εύκολος τρόπος υπολογισμού, καθώς και ότι δίνει αντιπροσωπευτικές μετρήσεις της παροχής του επιφανειακού νερού σε όλη τη περιοχή μελέτης. Μειονέκτημα του δείκτη αποτελεί η μη συνεχής ροή δεδομένων από κάποιους σταθμούς, αλλά κυρίως η δυσκολία σύγκρισης 2 λεκανών απορροής, καθώς ο τρόπος υπολογισμού του SWSI είναι μοναδικός για κάθε λεκάνη. Τέλος, τα ακραία φαινόμενα μπορούν

να προκαλέσουν προβλήματα στον υπολογισμό του, επιβάλλοντας τον επαναπροσδιορισμό του.

h) Δείκτης Υγρασίας Σοδιάς (CMI- Crop Moisture Index)

Δημιουργός του δείκτη ήταν και πάλι ο Palmer (1968) και η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται είναι σχεδόν ίδια με αυτή του PDSI. Έχει ως στόχο να ανιχνεύσει την κατάσταση υγρασίας μιας σοδιάς από εβδομάδα σε εβδομάδα, με μετεωρολογική προσέγγιση (Hayes, 1999). Κύρια διαφορά του με τον PDSI είναι ότι εκτιμά μικρής διάρκειας ξηρασίες, κυρίως σε αγροτικές περιοχές.

Για τον υπολογισμό του απαιτούνται στοιχεία θερμοκρασίας και βροχόπτωσης με εβδομαδιαίο βήμα, καθώς επίσης και οι τιμές του δείκτη για την προηγούμενη εβδομάδα. Ο δείκτης CMI είναι ευαίσθητος στις διάφορες αλλαγές των καιρικών συνθηκών και αφού διορθωθεί στο χώρο και στο χρόνο, μπορεί μέσου αυτού να συγκριθούν συνθήκες υγρασίας διαφορετικών περιοχών.



Εικ 5.2 Ο Δείκτης CMI στις ΗΠΑ για τον Ιούνιο του 2010 Πηγή: National Weather Service

Στον ακόλουθο πίνακα αναφέρονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά των κυριότερων δεικτών ξηρασίας:

Πίνακας 5.3: Συνοπτικά Χαρακτηριστικά των κυριότερων Δεικτών Ξηρασίας. Πηγή: E.E., MEDAWater, MEDROPLAN (2006)

Δείκτες Ξηρασίας	Δεδομένα	Κατηγορία χρήσης
Deciles (Δέκατα)	Βροχοπτώσεις	Μετεωρολογικός
Standardised Precipitation Index (SPI) (Τυποποιημένος Δείκτης Κατακρήμνισης)	Βροχοπτώσεις	Μετεωρολογικός, χρησιμοποιείται για παρακολούθηση και πρόβλεψη
Rainfall Anomaly Index (Δείκτης Ανωμαλίας Βροχόπτωσης)	Βροχοπτώσεις	Μετεωρολογικός, ευαίσθητος σε ακραία γεγονότα
Reconnaissance Drought Index (RDI) (Δείκτης Αναγνώρισης Ξηρασίας)	Βροχοπτώσεις, Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή	Μετεωρολογικός
Run Analysis (Χωρική Ανάλυση Χρονοσειρών)	Βροχοπτώσεις, Παροχή Υδατορευμάτων	Μετεωρολογικός και υδρολογικός για χωρο-χρονική ανάλυση ιστορικών γεγονότων
Palmer Drought Severity Index (PDSI) (Δείκτης Σοβαρότητας Ξηρασίας Palmer)	Βροχοπτώσεις, Θερμοκρασία, Εδαφική Υγρασία / Διαθέσιμο Περιεχόμενο Ύδατος	Μετεωρολογικός, αποτελεσματικός στη γεωργία, χρησιμοποιείται για ιστορικές αναλύσεις και ανάλυση επικινδυνότητας
Palmer Hydrological Drought Severity Index (PHDI) (Υδρολογικός Δείκτης Σοβαρότητας Ξηρασίας Palmer)	Βροχοπτώσεις, Θερμοκρασία, Συνθήκες Εδαφικής Υγρασίας	Υδρολογικός, αποτελεσματικός στην παρακολούθηση
Palmer Moisture Anomaly Index (Z-Index) (Δείκτης Ανωμαλίας Υγρασίας Palmer)	Βροχοπτώσεις, Θερμοκρασία, Συνθήκες Εδαφικής Υγρασίας	Γεωργικός
Surface Water Supply Index (SWSI) (Δείκτης Παροχής Εδαφικού Ύδατος)	Χιονοπτώσεις, Βροχοπτώσεις, Παροχή Υδατορευμάτων, Υδατικά Αποθέματα	Υδρολογικός, αποτελεσματικός όταν υπάρχει σημαντική ποσότητα χιονιού
Crop Moisture Index (CMI) (Δείκτης Υγρασίας Καλλιέργειας)	Βροχοπτώσεις, Θερμοκρασία, Συνθήκες Εδαφικής Υγρασίας	Γεωργικός
Soil Moisture Anomaly Index (SMAI) (Δείκτης Ανωμαλίας Εδαφικής Υγρασίας)	Συνθήκες Εδαφικής Υγρασίας, Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή, Δυνητική Απορροή	Υδρο-γεωργικός
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Δείκτης Κανονικοποιημένης Διαφοράς Βλάστησης)	Δορυφορικές Εικόνες	Φυσιικών πόρων, γεωργικός

Εκτός από του δείκτες που παρουσιάστηκαν παραπάνω, αξίζει να αναφερθούν, έστω επιγραμματικά, οι ακόλουθοι:

- **Δείκτης EDI (Effective Drought Index):** δημιουργήθηκε για να ξεπεράσουν οι δυσκολίες που έχουν άλλοι δείκτες στην αναγνώριση της έναρξης και της

λήξης ενός επεισοδίου ξηρασίας. Υπολογίζεται σε ημερήσιο βήμα και παίρνει τιμές από -2.5 έως 2.5.

- **Δείκτης VCI (Vegetation Condition Index)** : αναπτύχθηκε για την εκτίμηση της κατάστασης της βλάστησης, ελέγχοντας τυχόν διαφοροποιήσεις στην παραγωγικότητα του οικοσυστήματος της περιοχής. Υπολογίζεται μέσω δορυφόρου.
- **Δείκτης BMDI (Bhalme – Mooley Drought Index)**: εκτιμά ξηρασίες μικρής διάρκειας και υπολογίζεται μόνο με δεδομένα βροχόπτωσης (Tsakiris and Pangalou, 2009).
- **Δείκτης Z Index**: Δημιουργήθηκε στην Κίνα για την παρακολούθηση ξηρασιών και πλημμύρων. Χρησιμοποιεί δεδομένα βροχόπτωσης.
- **Δείκτης RI (National Rainfall Index)** : Δημιουργήθηκε από τους Gommers and Petrassi, 1994) για να συγκρίνει τιμές βροχόπτωσης με έντονη διακύμανση σε ηπειρωτική κλίμακα στην Αφρική (Hayes,1999).

Κεφάλαιο 6

6. ΟΙ ΔΕΪΚΤΕΣ SPI ΚΑΙ RDI

6.1. Ο ΔΕΪΚΤΗΣ SPI (Standardized Precipitation Index)

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν κάποιοι από τους σημαντικότερους δείκτες που έχουν προταθεί κατά καιρούς για την εκτίμηση και παρακολούθηση του φαινομένου της ξηρασίας. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται ένας δείκτης ο οποίος κερδίζει συνεχώς την εκτίμηση της επιστημονικής κοινότητας, ο Standardized Precipitation Index, SPI.

Η κατανόηση ότι η έλλειψη βροχόπτωσης έχει διαφορετικά αποτελέσματα στο υπόγειο νερό, στην ικανότητα κατακράτησης νερού, στην υγρασία του εδάφους, στην εμφάνιση χιονιού και στα επιφανειακά ύδατα, οδήγησαν τους McKee et al., (1993), να δημιουργήσουν τον Standardized Precipitation Index, SPI.

Ο δείκτης δημιουργήθηκε στο πανεπιστήμιο του Κολοράντο για την εκτίμηση και παρακολούθηση της ξηρασίας στην Αμερική και αποτελεί έναν σχετικά απλό δείκτη, και μία βελτίωση των προηγούμενων δεικτών, καθώς χαρακτηρίζεται από χρονική και χωρική ευελιξία. Για τον υπολογισμό του δείκτη απαιτείται βάση δεδομένων μόνο της βροχόπτωσης. Όσο μεγαλύτερη χρονικά είναι η βάση αυτή, τόσο πιο αξιόπιστα είναι τα αποτελέσματα του. Σύμφωνα με τους McKee et al. Απαιτείται συνεχείς καταγραφή του ύψους βροχής, για μια χρονική περίοδο τουλάχιστον 30 υδρολογικών ετών.

Ο SPI υπολογίζεται από τη διαφορά της βροχόπτωσης από τη μέση τιμή για μια ορισμένη χρονική περίοδο, διαιρώντας την με την τυπική απόκλιση.

$$SPI = \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sigma} \quad (6.1)$$

Λόγω όμως του ότι η βροχόπτωση δεν ακολουθεί κανονική κατανομή, απαιτείται κανονικοποίηση των δεδομένων με τη χρήση της κατάλληλης στατιστικής κατανομής. Ο Thom (1966) απέδειξε πως η στατική κατανομή που περιγράφει καλύτερα τα βροχομετρικά δεδομένα είναι η κατανομή Γ. Η κατανομή ορίζεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \text{ για } x > 0 \quad (6.2)$$

Όπου: $\alpha > 0$ α σχηματική παράμετρος
 $\beta > 0$ β παράμετρος κλίμακας
 $x > 0$ x τιμή της βροχόπτωσης
 $\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1} dy$ Γ(α) η Γ κατανομή

Το παραπάνω όμως δεν σημαίνει πως για κάποια περιοχή η χρονικό διάστημα, τα δεδομένα δεν περιγράφονται καλύτερα από άλλη κατανομή. Για παράδειγμα, για την περιοχή της Καταλωνίας, αποδείχτηκε πως τα δεδομένα περιγράφονται καλύτερα από την κατανομή Poisson (Lana et al., 2001). Ο Guttman επίσης το 1999 κατέληξε πως η κατανομή Pearson III είναι η καλύτερη, ενώ οι Lixada και Assimakopoulos (2006) πρότειναν ως καλύτερη τη διπαραμετρική θεωρητική Weibull κατανομή για δεδομένα από όλη την Ελλάδα, ενώ οι Kotsovinos και Angellidis (1991) πρότειναν τη χρήση της λογαριθμοκανονικής κατανομής. Εύλογα λοιπόν γίνονται προσπάθειες για την καθιέρωση μιας σταθερής κατανομής, έτσι ώστε να επιτρέπεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των διάφορων ερευνητών.

Οι χαρακτηρισμοί των επεισοδίων ξηρασίας, βασιζόμενη στην κλίμακα ταξινόμησης του δείκτη SPI, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 6.1: Κατηγορίες SPI Πηγή: (Government of Western Australia, Department of agricultural anf Food)

Κατάταξη της ξηρασίας με βάση τις τιμές του δείκτη SPI (Για κανονική κατανομή)	
Τιμές SPI	
>2.0	Ακραία υγρό
1.50 έως 1.99	Πολύ υγρό
1.00 έως 1.49	Μετρίως υγρό
-0.99 έως 0.99	Σχεδόν κανονικό
-1.00 έως -1.49	Μετρίως ξηρό
-1.50 έως -1.99	Σημαντικά ξηρό

<2.00	Ακραία ξηρό
-------	-------------

6.2. Ο ΔΕΙΚΤΗΣ RDI (Reconnaissance Drought Index)

Ο δείκτης RDI (Reconnaissance Drought Index), αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Tsakiris,2004) και εφαρμόζεται μέσω του προγράμματος DriInC (Drought Indices Calculator) (Tsakiris et al., 2007).

Βασίζεται τόσο σε δεδομένα βροχόπτωσης, όσο και δυνητικής εξατμισοδιαπνοής και η βασική του μορφή (RDI_0) υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση:

$$RDI_0 = \frac{\sum_{j=1}^{12} P_j}{\sum_{j=1}^{12} PET_j} \quad (6.3)$$

Όπου: P_j : Η βροχόπτωση για το μήνα j ανά έτος

PET_j : Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή για το μήνα j ανά έτος

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι στις μεσογειακές χώρες έχει καθιερωθεί το υδρολογικό έτος να ξεκινάει από το μήνα Οκτώβριο, (δηλαδή η τιμή $j=1$ αντιστοιχεί στον μήνα Οκτώβριο).

Χρησιμοποιούνται δύο ακόμα μορφές του δείκτη RDI, η κανονικοποιημένη (normalized- RDI_n και η τυποποιημένη (standardized – RDI_{st}), που υπολογίζονται από τις παρακάτω εξισώσεις, αντίστοιχα:

$$RDI_n = \frac{RDI_0}{\overline{RDI_0}} - 1 \quad (6.4)$$

$$RDI_{st} = \frac{y - \bar{\mu}}{\hat{\sigma}} \quad (6.5)$$

Όπου: $\overline{RDI_0}$: ο μέσος όρος του RDI_0

y : $\ln(RDI_0)$

$\bar{\mu}$: ο αριθμητικός μέσος όρος του y

$\hat{\sigma}$: η τυπική απόκλιση του Y

Θα πρέπει να σημειωθεί πως οι παραπάνω διατυπώσεις του δείκτη RDI βασίζονται στην παραδοχή πως οι τιμές RDI_0 ακολουθούν λογαριθμική κατανομή. Ο RDI_{st} ο οποίος χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, έχει συμπεριφορά ανάλογη του SPI, έτσι τα αποτελέσματα που προκύπτουν έχουν παρόμοια ερμηνεία. Ο μέσος όρος του RDI (δηλ. του RDI_0) αντιπροσωπεύει τις κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής

και είναι ισοδύναμος με τον Δείκτη Ξηρασίας (Aridity Index), που έχει προταθεί από τον FAO για τον προσδιορισμό της ξηρασίας μιας περιοχής (Tsakiris et al., 2007). Θα πρέπει ακόμη να αναφερθεί ότι η κατηγοριοποίηση των καιρικών συνθηκών ανάλογα με την τιμή του δείκτη RDI_{st} είναι ίδια με αυτή του SPI (Πίνακας 5.2)

6.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΕΙΚΤΩΝ SPI ΚΑΙ RDI

Παραπάνω αναλύθηκαν ξεχωριστά οι δείκτες SPI και RDI. Στο σημείο αυτό θα επιχειρηθεί μια σύγκριση, καταγράφοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του καθένα..

Όσον αφορά στον δείκτη SPI, θα πρέπει να αναφερθεί πως η χρησιμοποίησή του για τον χαρακτηρισμό της έντασης της ξηρασίας έχει κυρίως τρία πλεονεκτήματα. Το βασικότερο όλων είναι ότι βασίζεται σε μετρήσεις μόνο των βροχοπτώσεων, δίνοντας έτσι την δυνατότητα εκτίμησης της ξηρασίας ακόμη και σε περιοχές “φτωχές” σε υδρομετεωρολογικούς σταθμούς όπως η δική μας. Το δεύτερο πλεονέκτημα είναι ότι περιγράφει με το ίδιο τρόπο τόσο τις ξηρές περιόδους, όσο και τις υγρές. Το τρίτο πλεονέκτημα του δείκτη έχει να κάνει με την τυποποίηση του, η οποία εξασφαλίζει πως η συχνότητα εμφάνισης ακραίων γεγονότων είναι συνεπής και λογική. Σε αντίθεση με τα προηγούμενα, ο δείκτης SPI παρουσιάζει ισάριθμα μειονεκτήματα. Κύριο μειονέκτημά του είναι ότι απαιτεί μεγάλο χρονικό μήκος βάση δεδομένων. Στα αρνητικά συγκαταλέγεται ακόμη το γεγονός ότι όταν υπολογίζεται για μικρά χρονικά διαστήματα (1,2, ή 3 μήνες) σε περιοχές με μικρή εποχιακή βροχόπτωση, οι τιμές του είναι παραπλανητικές. Τέλος, λόγω της τυποποιημένης έκφρασής του, δεν παρουσιάζει την απαιτούμενη ευελιξία, ειδικά σε περιοχές που είναι πιο επιρρεπείς στο φαινόμενο της ξηρασίας.

Τα κύρια πλεονεκτήματα του RDI σε σύγκριση με τον SPI είναι τα ακόλουθα:

- Έχει φυσική έννοια, καθώς υπολογίζει το συνολικό έλλειμμα από τις απαιτήσεις εξάτμισης της ατμόσφαιρας.
- Μπορεί να υπολογιστεί για κάθε χρονική περίοδο.
- Ο υπολογισμός του οδηγεί πάντα σε κάποιο κατανοητό νούμερο.
- Συνδέεται άμεσα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπό συνθήκες αστάθειας για τον προσδιορισμό της επίδρασης διαφόρων μεταβολών των κλιματικών παραμέτρων στην ξηρασία και την ερημοποίηση.

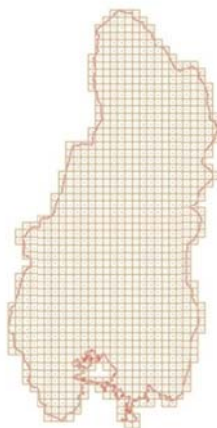
Το γεγονός ότι ο RDI, πέρα από τη βροχόπτωση, περιέχει και την εξατμισοδιαπνοή, τον καθιστά πιο ευαίσθητο σε σχέση με τον SPI, ο οποίος στηρίζεται μόνο στη βροχόπτωση. Ακόμη, ο RDI παρουσιάζει ευελιξία που δεν διαθέτει ο SPI. Για παράδειγμα, αν χρειαστεί να υπολογιστεί ο δείκτης σε μια περιοχή, στην οποία η κυριότερη χρήση νερού είναι για να καλυφθούν οι ανάγκες του τουρισμού, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα που εκφράζουν τη ζήτηση του νερού για την κάλυψη των τουριστικών αναγκών αντί της εξατμισοδιαπνοής..

7. ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

7.1. ΜΟΝΤΕΛΟ ΧΩΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

Όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 3.5, η χωρική κατανομή των υδρομετεωρολογικών μεγεθών αλλά και των τιμών των δεικτών της ξηρασίας απεικονίστηκε με τη μέθοδο της ψηφιδωτής διαμέρισης.

Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκε ένας κάναβος αποτελούμενος από μονάδες επιφάνειας $1\text{km} \times 1\text{km}$ η κάθε μία, έτσι ώστε να καλύπτεται ολόκληρη η περιοχή ενδιαφέροντος. Ο κάναβος που δημιουργήθηκε τελικά για τη λεκάνη απορροής του Λούρου, απεικονίζεται παρακάτω και αποτελείται συνολικά από 1075 μονάδες επιφάνειας.

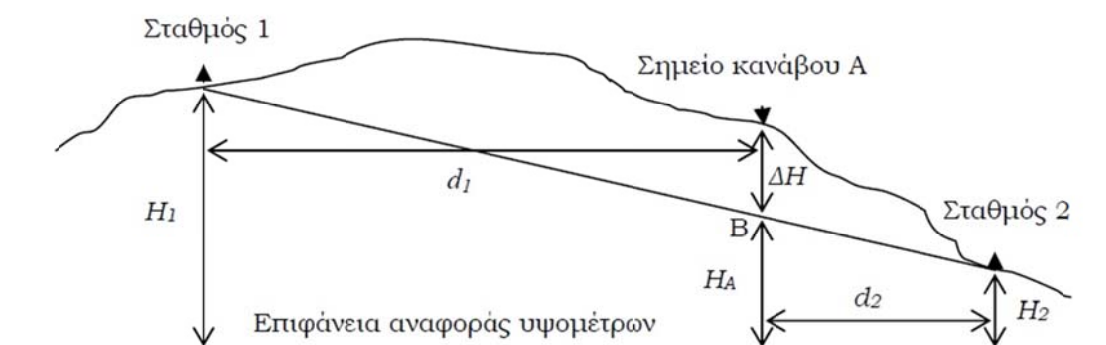


Εικ 7.1: Κάναβος με μονάδες επιφάνειας 1Km^2

Επόμενο βήμα ήταν η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων η οποία θα περιείχε όλα εκείνα τα στοιχεία τα οποία θα επέτρεπαν να οδηγηθεί η έρευνα αυτή στο ζητούμενο αποτέλεσμα, δηλαδή στη δημιουργία των θεματικών χαρτών.

Για τη διαδικασία αυτή, αρχικά θεωρήθηκε ότι το κάθε τετράγωνο του κανάβου αντιπροσωπεύεται από το κέντρο του. Αποδόθηκαν επομένως σε κάθε κέντρο τετραγώνου και σε κάθε σταθμό παρατηρήσεων, γεωγραφικές συντεταγμένες με το αντίστοιχο υψόμετρο.

Στη συνέχεια, προκειμένου να δοθούν τιμές στα σημεία των κέντρων των τετραγώνων, ακολουθήθηκε η μέθοδος των αντιστρόφων αποστάσεων. Η βαρύτητα δηλαδή του κάθε σταθμού στη διαμόρφωση της τιμής του μεγέθους της βροχής ή της θερμοκρασίας στο κάθε τετράγωνο, εξαρτάται από το αντίστροφο της απόστασής του από το κάθε κέντρο. Για να γίνει αντιληπτός ο τρόπος μεταφοράς της πληροφορίας, παρατίθεται το πιο κάτω σχήμα για την περίπτωση δύο σταθμών παρατηρήσεων.



Εικ 7.2: Τρόπος Μεταφοράς Δεδομένων. Πηγή: Chapter 9 Regional Drought Identification and Assessment. Case Study in Crete G. Tsakiris, D. Tigkas, H. Vangelis and D. Pangalou

Έστω ότι πρέπει να προσδιοριστεί η τιμή της βροχόπτωσης στο σημείο A, βάσει των μετεωρολογικών σταθμών 1 και 2. Αρχικά μπορεί να βρεθεί μια θεωρητική τιμή του σημείου A του κανάβου. Η θεωρητική αυτή τιμή δεν αντικατοπτρίζει το πραγματικό ανάγλυφο του σημείου A, αλλά την τιμή του υψόμετρου του σημείου B. Η θεωρητική αυτή τιμή δίνεται από την εξίσωση:

$$H_A = \frac{H_1 \frac{1}{d_1^2} + H_2 \frac{1}{d_2^2}}{\frac{1}{d_1^2} + \frac{1}{d_2^2}} \quad (7.1)$$

Όπου: H_A το υψόμετρο του σημείου A του κανάβου

H_1, H_2 τα υψόμετρα των σταθμών παρατηρήσεων
 d_1, d_2 οι αποστάσεις τους από το σημείο A

Αντικαθιστώντας τα υψόμετρα με (π.χ.) ύψη βροχής, μπορεί να βρεθεί η θεωρητική τιμή της βροχόπτωσης για το σημείο A.

Η τιμή της βροχόπτωσης στο σημείο A που ενδιαφέρει, θα προκύψει με διόρθωση της θεωρητικής τιμής της βροχόπτωσης για την υψομετρική διαφορά των σημείων A και B, χρησιμοποιώντας τη βροχοβαθμίδα.

Η τελική τιμή της βροχόπτωσης θα δίνεται από τη σχέση:

$$P'_A = P_A + \Delta H * \beta \quad (7.2)$$

όπου: P'_A : η τελική τιμή της βροχόπτωσης στο σημείο A

P_A : η θεωρητική τιμή της βροχόπτωσης

ΔH : η υψομετρική διαφορά μεταξύ A και B και

β : η τιμή της βροχοβαθμίδας

Ακολουθώντας τη διαδικασία αυτή και προσαρμόζοντας την εξίσωση 7.1 για περισσότερους σταθμούς, μεταφέρθηκαν τιμές του ύψους βροχής, της θερμοκρασίας και της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής, στα κέντρα των κανάβων. Η προσπάθεια αυτή ήταν αρκετά επίπονη και έγινε σε υπολογιστικά φύλλα Excel.

Με την καταγραφή όλων των απαιτούμενων δεδομένων στη βάση δεδομένων, το σύστημα μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί για την απεικόνιση των τελικών αποτελεσμάτων. Το μόνο που απαιτείται είναι ο υπολογισμός των δεικτών ξηρασίας που θα γίνει βάσει των στοιχείων που ήδη είναι καταχωρημένα στη βάση

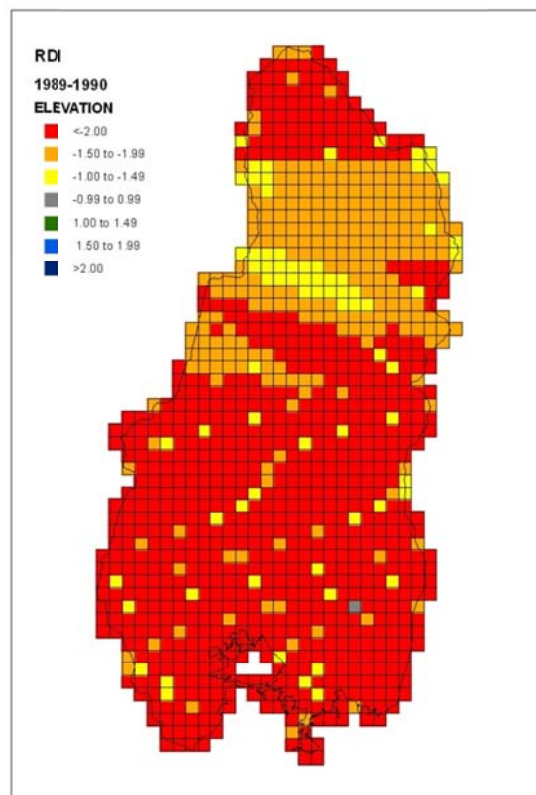
Ο υπολογισμός των δεικτών ξηρασίας έγινε με τη χρήση του λογισμικού DrinC (Τίγκας, 2004).

7.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε θεματικούς χάρτες αποτελεί μια από τις καλύτερες μορφές οπτικοποίησης της ξηρασίας, καθώς είναι άμεση και εύκολα κατανοητή.

Η παραγωγή των θεματικών χαρτών έγινε στο σχεδιαστικό περιβάλλον ArcMAP στο οποίο εφαρμόζοντας την κατάλληλη μεθοδολογία και τοπολογία, μεταφέρθηκε η τιμή του κάθε δείκτη ξηρασίας στο κάθε τετράγωνο του κανάβου, για το συγκεκριμένο υδρολογικό έτος. Συνολικά δημιουργήθηκαν 128 θεματικοί χάρτες για τα 32 διαθέσιμα υδρολογικά έτη, οι οποίοι παρουσιάζονται στα Παραρτήματα I και II. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν 64 ετήσιοι θεματικοί χάρτες και 64 θεματικοί χάρτες που αφορούν το πρώτο τρίμηνο του κάθε υδρολογικού έτους, για τους δύο δείκτες SPI και RDI_{στ}.

Η απεικόνιση της τιμής του δείκτη ξηρασίας, όπως φαίνεται και παρακάτω, έγινε με βάση την κλίμακα που παρουσιάστηκε στον πίνακα 5.2, αποδίδοντας διαφορετικό χρώμα για κάθε κατηγορία.



Εικ 7.3: Χάρτης Ξηρασίας Έτους 1989-90 Βάση του Δείκτη RDI

Κεφάλαιο 8

8. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

8.1. ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

Έχοντας εξάγει τους θεματικούς χάρτες ξηρασίας, διαγράφεται ανάγλυφη η ανάπτυξη του φαινομένου της ξηρασίας στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Λούρου.

Με μία πρώτη ματιά στους ετήσιους χάρτες που παρατίθενται στο παράρτημα Ι, αλλά και στα διαγράμματα 8.1 και 8.2, γίνεται φανερό ότι το υδρολογικό έτος 1989-90 ήταν το έτος κατά το οποίο παρουσιάστηκε πιο έντονα το φαινόμενο της ξηρασίας και αναπτύχθηκε σε ολόκληρη τη περιοχή μελέτης. Το συμπέρασμα αυτό ενισχύεται από τις τιμές και των δύο δεικτών (τιμές μικρότερες του -2). Στην ίδια σχεδόν ένταση το φαινόμενο παρατηρείται ξανά ένα χρόνο μετά, δηλαδή στο έτος 1991-1992.

Σε αντίθεση με τα παραπάνω, τα υδρ. έτη 1969-70 και 1971-72 ήταν οι περισσότερο υγρές περιόδους με τις τιμές των δεικτών να κυμαίνονται από 1,64-1,69 για τον SPI και από 1,64-1,68 για τον RDI. Παρατηρήθηκε ακόμη ότι υπάρχει μία περίοδος έξι συνεχόμενων υδρ. ετών, 1969-1974, που η περιοχή ενδιαφέροντος χαρακτηρίζεται

από σχεδόν κανονική έως πολύ υγρή⁵. Το γεγονός αυτό μαρτυρούν τα αποτελέσματα και των δύο δεικτών με τις τιμές τους να κυμαίνονται από 0.40 έως 1.68.

Ακολουθούν τρία συνεχόμενα υδρ. έτη, κατά τα οποία υπάρχει εναλλαγή του σκηνικού, ξεκινώντας με το 1975-76 και καταλήγοντας στο 1977-78. Στο διάστημα αυτό η περιοχή χαρακτηρίζεται ως σχεδόν κανονική, καθώς οι τιμές των δεικτών δεν ξεπερνούν τη μονάδα, ούτε κατά τα θετικά του άξονα, αλλά ούτε και κατά τα αρνητικά. Παρόλα αυτά η απόδοση διαφορετικών χρωμάτων οφείλεται στο γεγονός ότι στα έτη 1975-76 και 1977-78 προέκυψαν τιμές μικρότερες του μηδενός, γεγονός που οδηγεί στην τάση εμφάνισης ξηρασίας. Η εξαετία (1978-1984) ήταν μια υγρή περίοδος με ολοκληρωτική απουσία του φαινομένου της ξηρασίας.

Το φαινόμενο της ξηρασίας κάνει εκ νέου την εμφάνισή του με αφετηρία το υδρ. έτος 1984-85, όπου η περιοχή χαρακτηρίζεται σχεδόν ξηρή και αποκορύφωμα τα έτη 1989-90, 1990-91 όπου βρέθηκε σε ακραία ξηρή κατάσταση. Η περίοδος αυτή διήρκησε δέκα χρόνια με μοναδική εξαίρεση το υδρ. έτος 1987-88, όπου η τιμή του δείκτη SPI μόλις που ξεπερνάει το μηδέν, ενώ του RDI ισούται με αυτό.

Στα χρόνια που υπολείπονται η περιοχή ενδιαφέροντος χαρακτηρίζεται ως σχεδόν κανονική, με εναλλαγή του προσήμου των δεικτών ανά διετία, καταλήγοντας στη μετρίως ξηρή χρονιά του 2000-01.

Επιπλέον, ακολουθεί ανάλυση των αποτελεσμάτων των δύο δεικτών που παρουσιάζονται στα διαγράμματα 8.3 και 8.4, και αναφέρεται στην εξέταση του φαινομένου της ξηρασίας, όπως αυτό αναπτύχθηκε κατά το πρώτο τρίμηνο του κάθε υδρολογικού έτους. Αξίζει να σημειωθεί ότι το κάθε υδρολογικό έτος ξεκινά από το μήνα Οκτώβριο και τελειώνει στον μήνα Σεπτέμβριο. Το πρώτο τρίμηνο λοιπόν αναφέρεται στους μήνες Οκτώβριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο. Σε αντίθεση με τα ετήσια αποτελέσματα, παρατηρείται ότι τα τριμηνιαία δίνουν συνεχώς εναλλαγή του πρόσημου, χωρίς όμως να διαφέρει ο χαρακτηρισμός της περιοχής βάσει των κλιμάκων SPI και RDI.

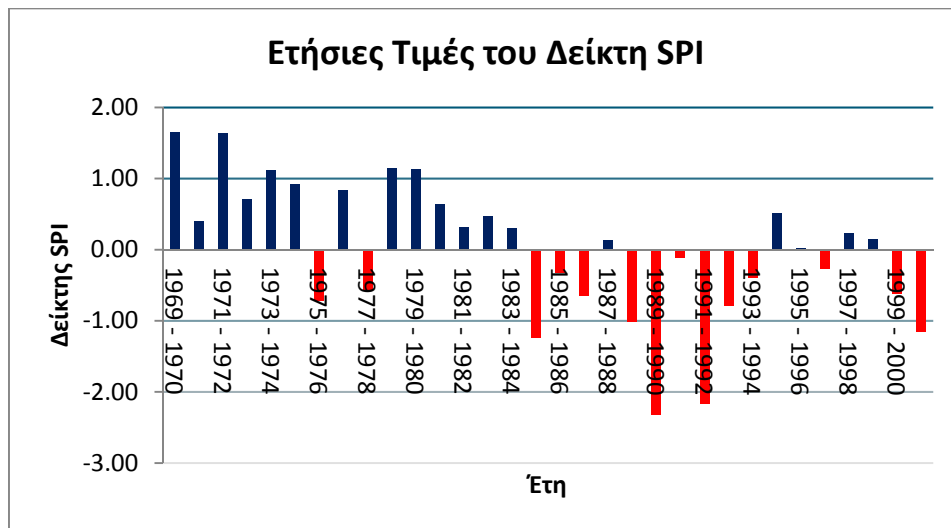
Αναλύοντας την πρώτη δεκαετία (1969-1979) παρατηρείται ότι οι τιμές των δεικτών δεν ξεπερνούν τη μονάδα, δίνοντας τον χαρακτηρισμό της σχεδόν κανονικής περιόδου. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα υδρ. έτη 1970-71 και 1972-73, όπου κατά το πρώτο τρίμηνο έχουμε την τάση εμφάνισης ξηρασίας, πράγμα το οποίο όμως, δεν επαληθεύεται στο τέλος του έτους.

⁵ Ο χαρακτηρισμός γίνεται με βάση την κλίμακα SPI και RDI

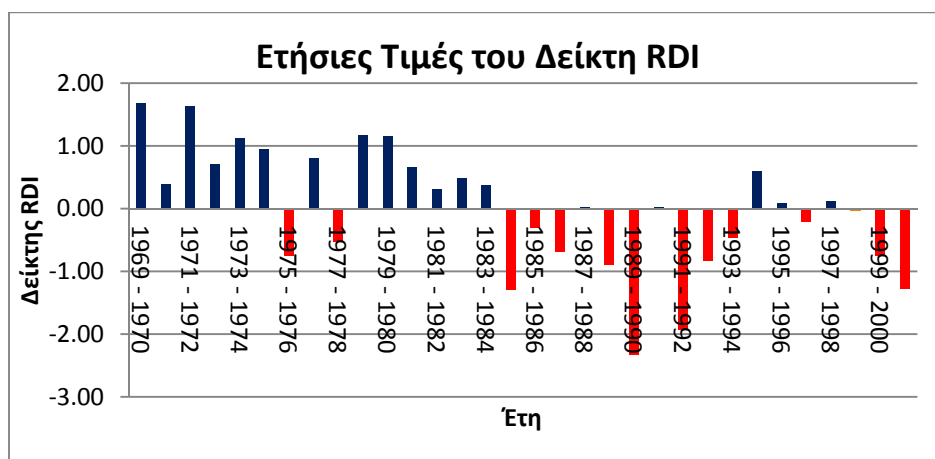
Συνεχίζοντας για τα επόμενα τέσσερα υδρ. έτη, προκύπτει το συμπέρασμα του σχεδόν κανονικού τριμήνου για τα υδρ. έτη 1980-81 και 1983-84, ενώ του μετρίως υγρού για τα έτη 1981-82 και 1982-83.

Αξιοσημείωτα είναι τα πρώτα τρίμηνα των υδρολογικών ετών 1984-85, 1986-87 και 1991-92, στα οποία εντοπίστηκε ακραία ξηρασία, παρόλο που οι μήνες αυτοί γενικά, χαρακτηρίζονται ως μήνες των βροχών.

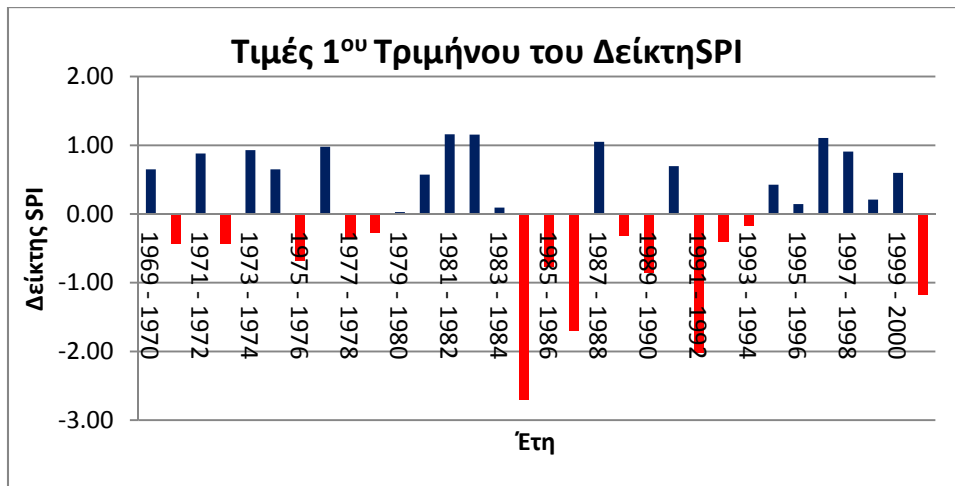
Τέλος, για την επόμενη δεκαετία, μέχρι και το πιο πρόσφατο υδρ. έτος 2000-01, παρατηρείται ότι τα αποτελέσματα των πρώτων τριμήνων συνάδουν με τα ετήσια, αυξάνοντας ή μειώνοντας τις τιμές των δεικτών, αλλά δίνοντας πάντα τον ίδιο χαρακτηρισμό.



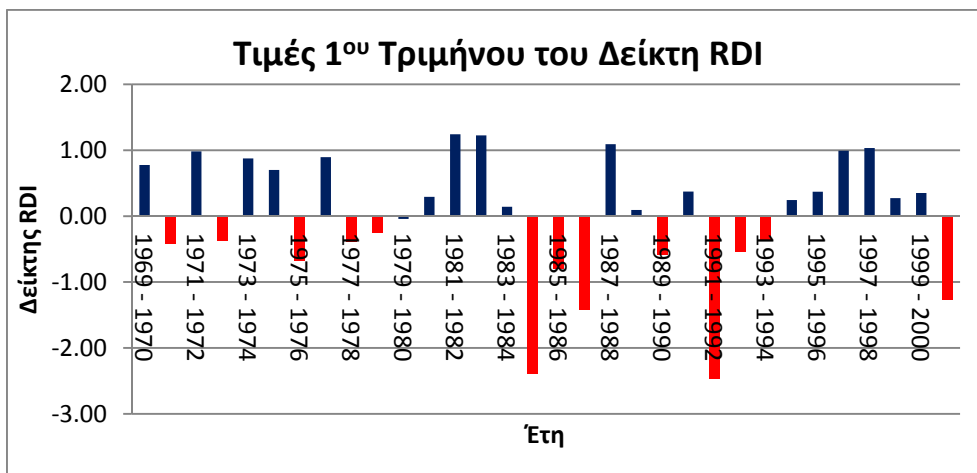
Διάγραμμα 8.1: Συνθήκες Ξηρασίας 1969-2000 SPI



Διάγραμμα 8.2: Συνθήκες Ξηρασίας 1969-2000 RDI



Διάγραμμα 8.3: Συνθήκες Ξηρασίας 1969-2000 SPI Βάση του 1ου Τριμήνου

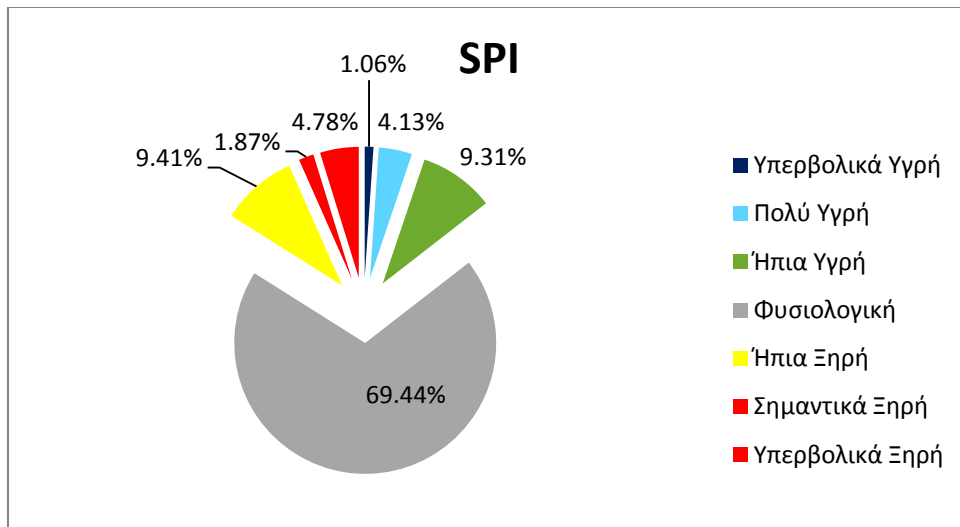


Διάγραμμα 8.4: Συνθήκες Ξηρασίας 1969-2000 RDI Βάση του 1ου Τριμήνου

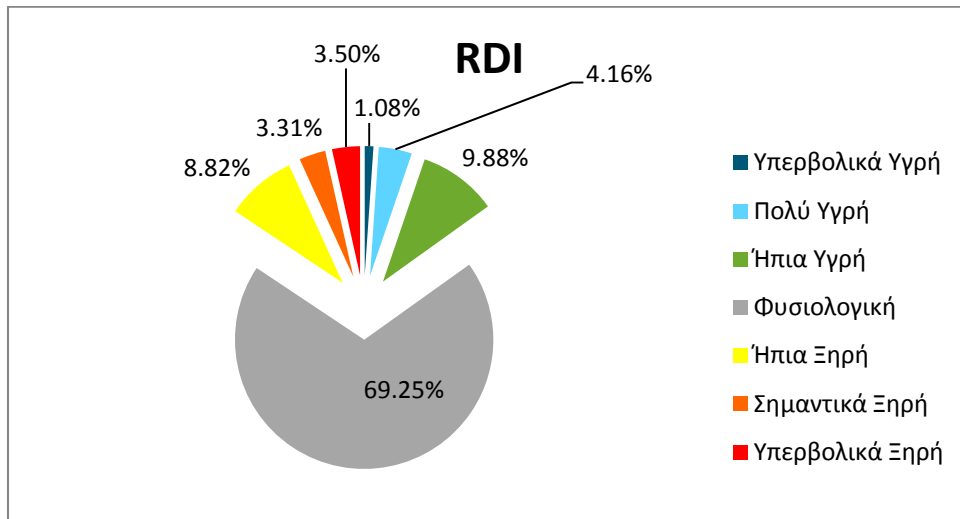
8.2. ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΙΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, ακραία ξηρασία συνέβη κατά τα υδρολογικά έτη 1989-90 και 1991-92. Στο συμπέρασμα αυτό συμφωνούν απόλυτα και οι δύο δείκτες, τόσο κατά την ανάλυση ολόκληρου του υδρολογικού έτους, όσο και κατά την ανάλυση του πρώτου τριμήνου. Ακραία ξηρασία προέκυψε επίσης στο πρώτο τρίμηνο των ετών 1984-85 και 1986-87, με τις τιμές και των δύο δεικτών, όπως ήταν αναμενόμενο, να είναι μικρότερες του -2.

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται τα ποσοστά των επτά κατηγοριών χαρακτηρισμού της περιόδου με βάση την κλίμακα των SPI και RDI για τη χρονοσειρά 1969-2000.



Διάγραμμα 8.5: Συχνότητα Εμφάνισης των τιμών της κλίμακας SPI



Διάγραμμα 8.6: Συχνότητα Εμφάνισης των τιμών της κλίμακας RDI

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω διαγράμματα πρόκειται για μια φυσιολογική ή σχεδόν κανονική περίοδο με ποσοστό που αγγίζει το 70%, ενώ στη δεύτερη θέση με ποσοστά κοντά στο 10% έρχεται ο χαρακτηρισμός της ήπιας υγρής και ξηρής περιόδου. Ακραίες τιμές ξηρασίας αφορούν στο 1%.

Κεφάλαιο 9

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ολοκληρώνοντας τη διπλωματική εργασία, γίνεται αντιληπτό ότι έχει δοθεί μια λεπτομερής εικόνα των συνθηκών ξηρασίας που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης, μετά από πλήρη ανάλυση και επεξεργασία της διαθέσιμης υδρολογικής πληροφορίας και χωρική κατανομή αυτής στην επιφάνεια της λεκάνης απορροής με αφετηρία τους σταθμούς-σημεία. Τα κύρια συμπεράσματα τα οποία μπορούν να εξαχθούν για τη συγκεκριμένη περιοχή, είναι τα εξής:

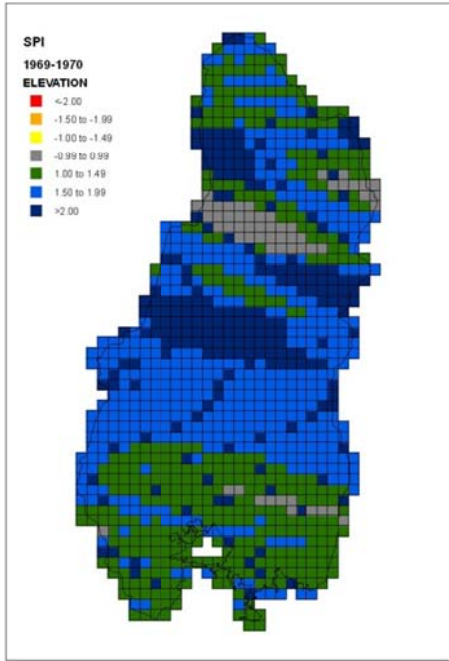
- Η συχνότητα εμφάνισης της ξηρασίας είναι περιορισμένη, λόγω του ότι τα επίπεδα βροχόπτωσης είναι ιδιαίτερα υψηλά.
- Οι δείκτες SPI και RDI παρουσίασαν μεταξύ τους ομοιομορφία στην απεικόνιση της έντασης της ξηρασίας, καθώς και στη χωρική κατανομή της στην υδρολογική λεκάνη.
- Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των πρώτων τριμήνων, κατά κύριο λόγο, έρχονται να συμφωνήσουν ως προς τον χαρακτηρισμό της περιόδου βάσης για τις κλίμακες των SPI και RDI.
- Η περιοχή χαρακτηρίζεται από φυσιολογικές ή σχεδόν κανονικές συνθήκες με ποσοστό που αγγίζει το 70%.
- Το υδρολογικό έτος 1989-90, ήταν το έτος κατά το οποίο το φαινόμενο της ξηρασίας εμφανίστηκε με τη μεγαλύτερη ένταση και αναπτύχθηκε σε ολόκληρη την

υδρολογική λεκάνη, ενώ το υδρολογικό έτος 1969-70 ήταν το έτος με τις υψηλότερες συνθήκες υγρασίας.

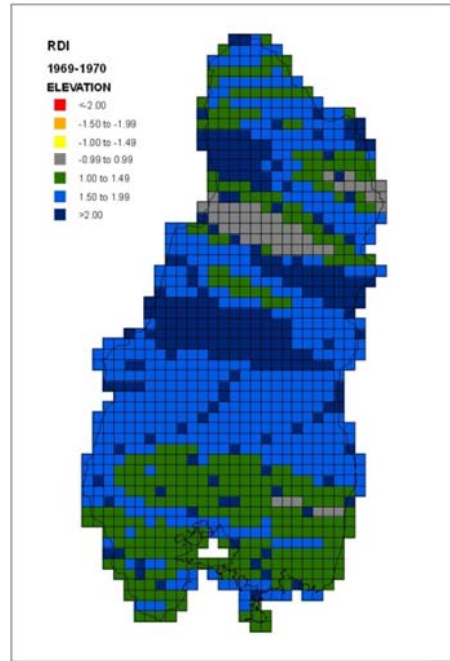
➤ Ο δείκτης που κρίνεται ως πλέον κατάλληλος για την περιγραφή των συνθηκών ξηρασίας στην υδρολογική λεκάνη είναι ο RDI. Και αυτό γιατί ένα μεγάλο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης, (κατάντη του φράγματος του Λούρου ως και τις εκβολές του ποταμού), αποτελείται από διάφορων ειδών καλλιέργειες, η παραγωγικότητα των οποίων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το μέγεθος της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής.



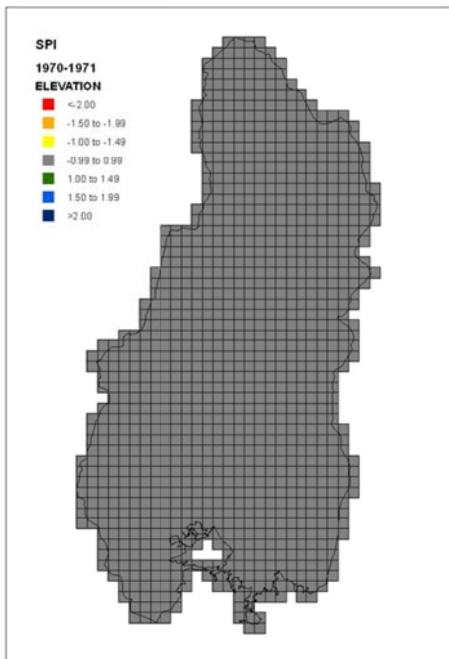
Παράρτημα Ι (Ετήσιοι Θεματικοί Χάρτες)



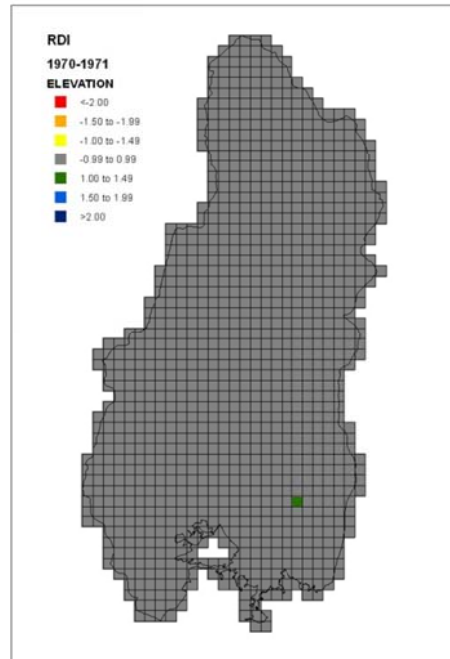
Χάρτης ξηρασίας έτους **1969-70** με βάση το δείκτη **SPI**



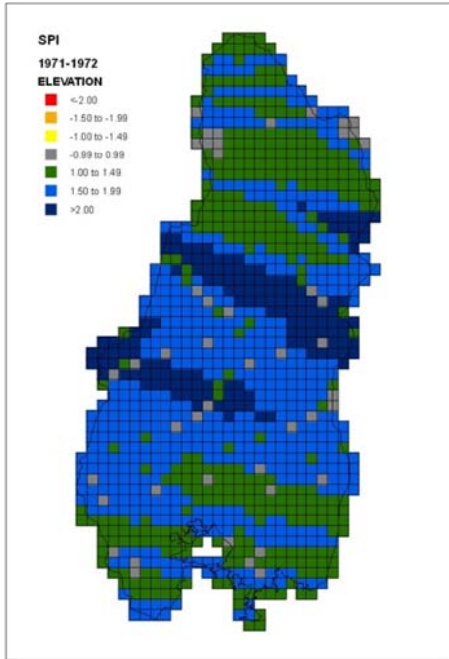
Χάρτης ξηρασίας έτους **1969-70** με βάση το δείκτη **RDI**



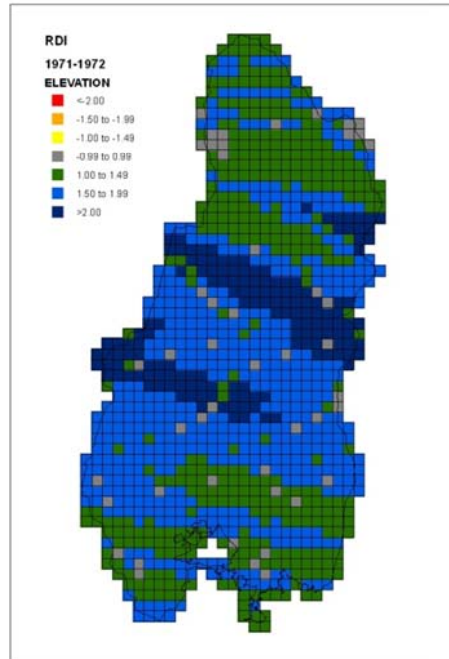
Χάρτης ξηρασίας έτους **1970-71** με βάση το δείκτη **SPI**



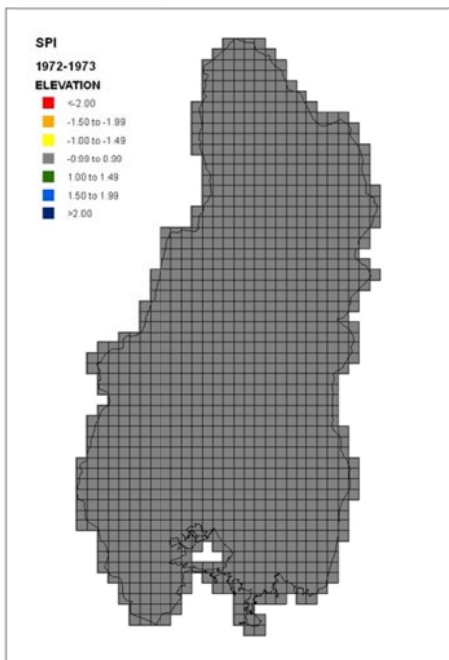
Χάρτης ξηρασίας έτους **1970-71** με βάση το δείκτη **RDI**



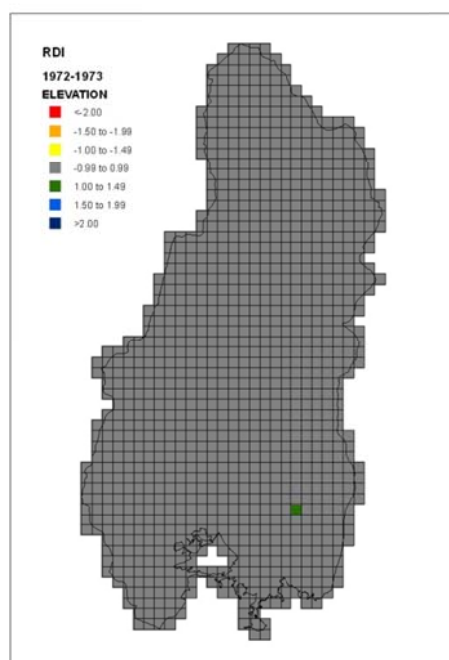
Χάρτης ξηρασίας έτους **1971-72** με βάση το δείκτη **SPI**



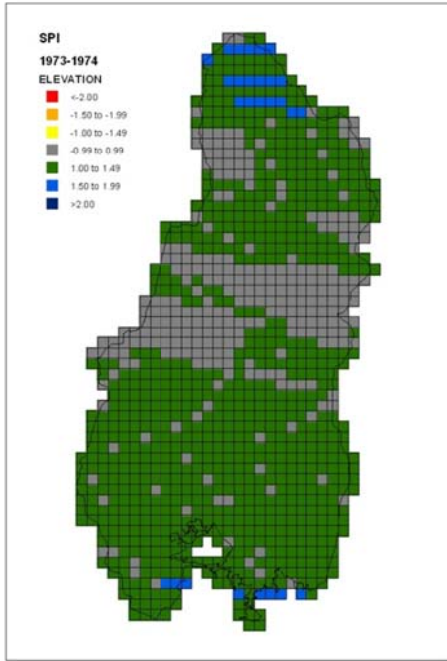
Χάρτης ξηρασίας έτους **1971-72** με βάση το δείκτη **RDI**



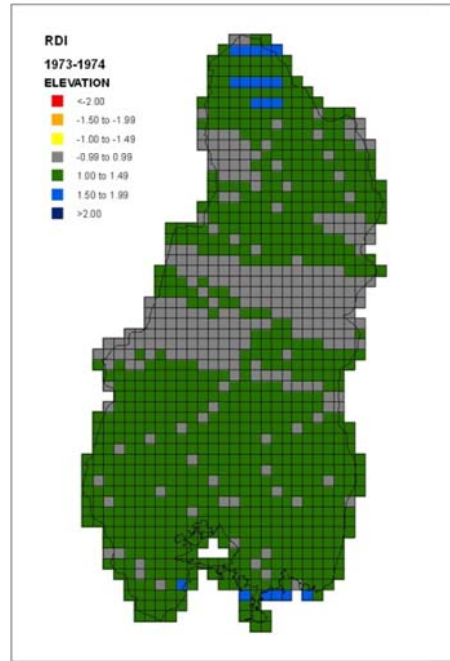
Χάρτης ξηρασίας έτους **1972-73** με βάση το δείκτη **SPI**



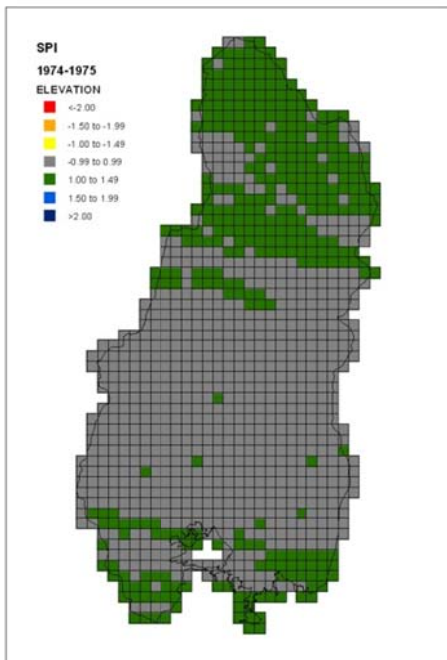
Χάρτης ξηρασίας έτους **1972-73** με βάση το δείκτη **RDI**



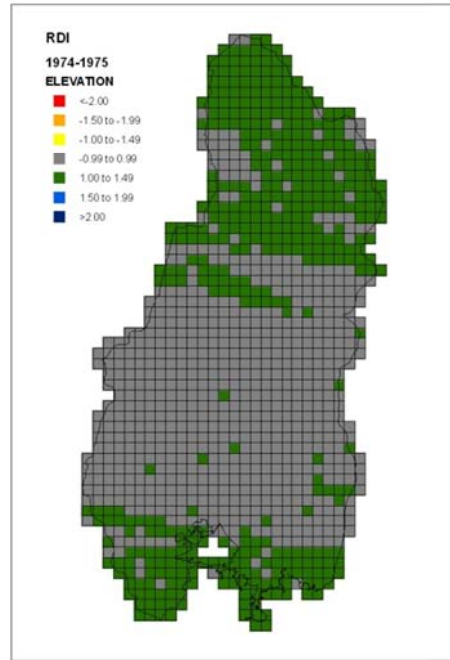
Χάρτης ξηρασίας έτους **1973-74** με βάση το δείκτη **SPI**



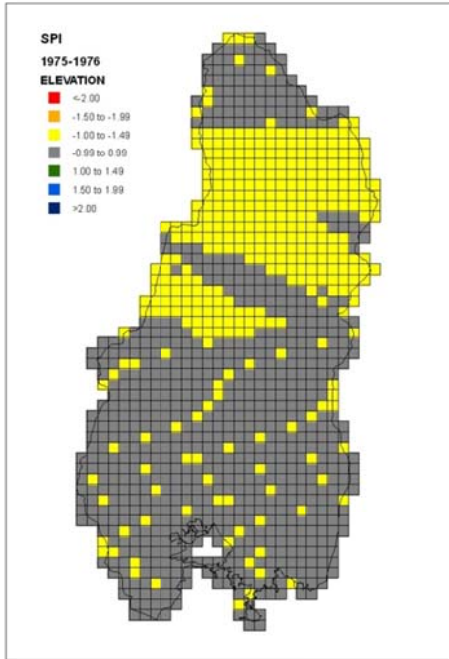
Χάρτης ξηρασίας έτους **1973-74** με βάση το δείκτη **RDI**



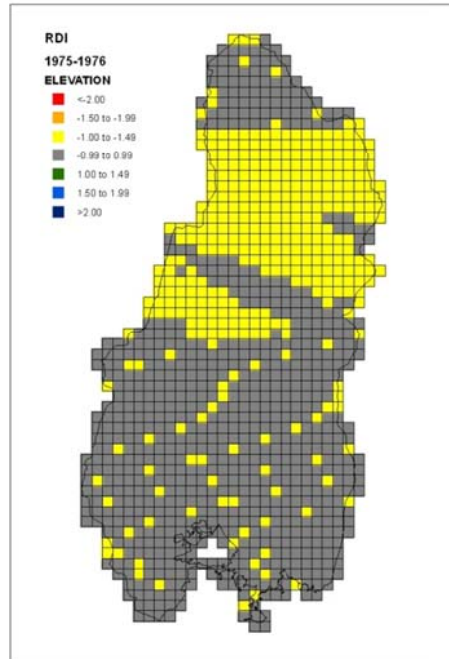
Χάρτης ξηρασίας έτους **1974-75** με βάση το δείκτη **SPI**



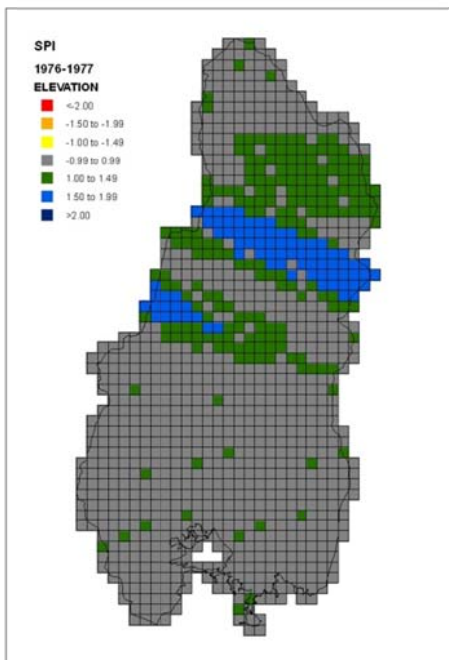
Χάρτης ξηρασίας έτους **1974-75** με βάση το δείκτη **RDI**



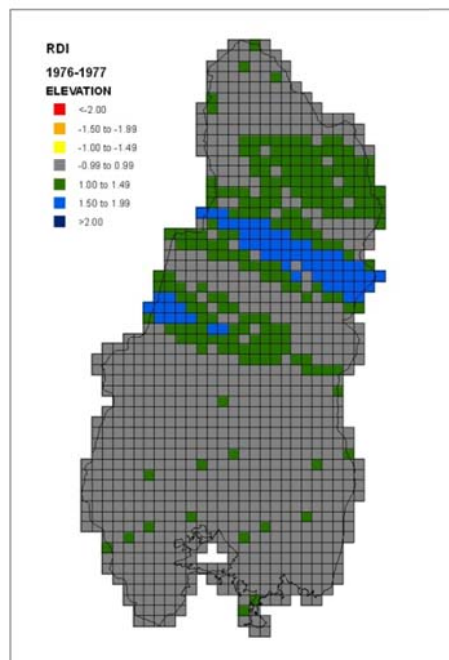
Χάρτης ξηρασίας έτους **1975-76** με βάση το δείκτη **SPI**



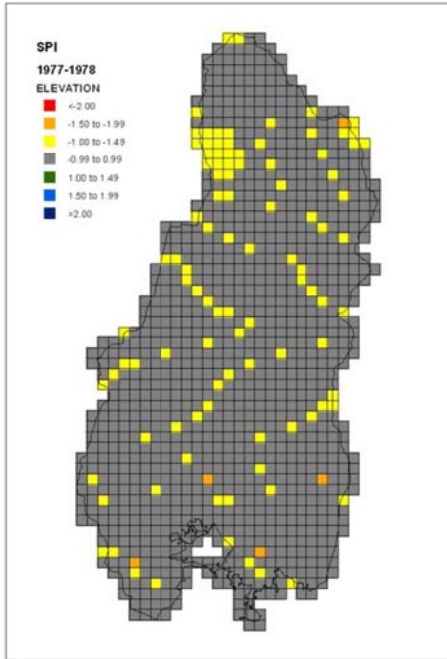
Χάρτης ξηρασίας έτους **1975-76** με βάση το δείκτη **RDI**



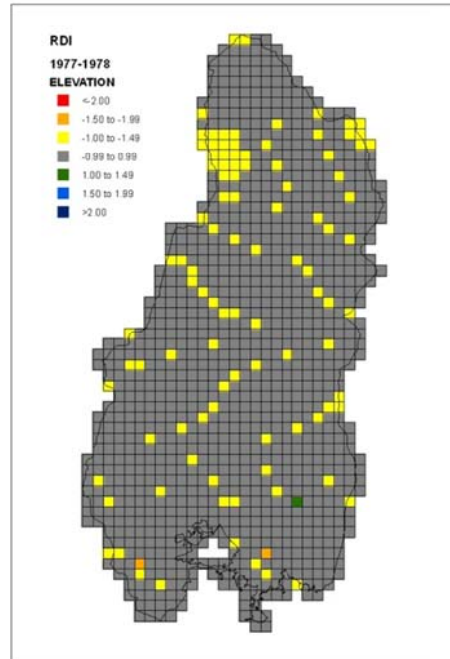
Χάρτης ξηρασίας έτους **1976-77** με βάση το δείκτη **SPI**



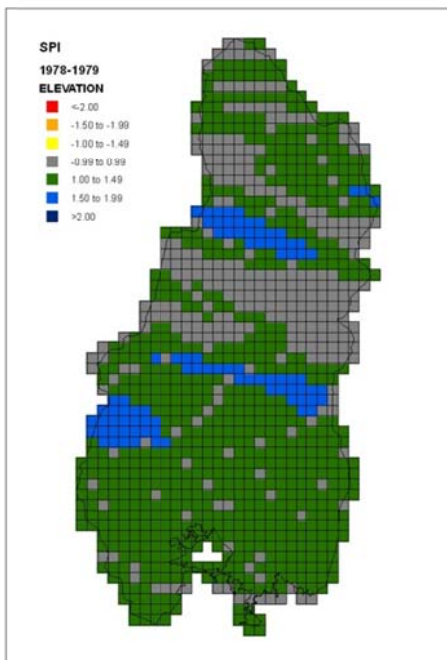
Χάρτης ξηρασίας έτους **1976-77** με βάση το δείκτη **RDI**



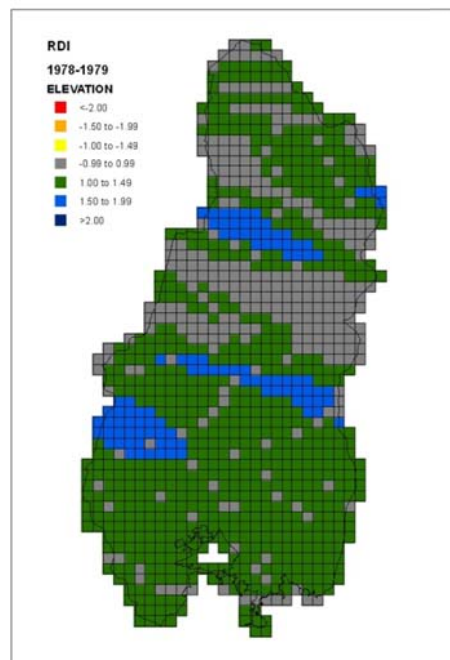
Χάρτης ξηρασίας έτους **1977-78** με βάση το δείκτη **SPI**



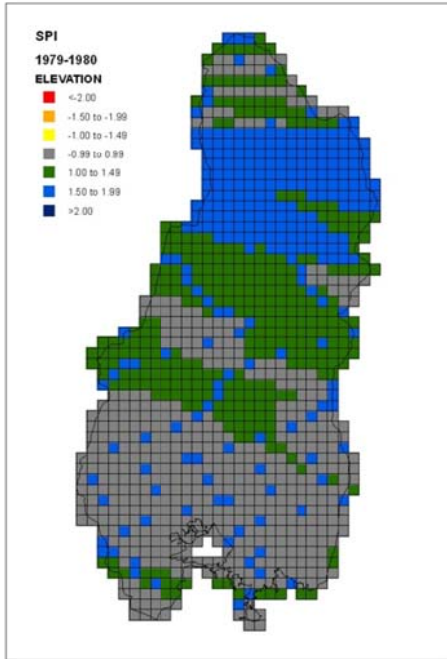
Χάρτης ξηρασίας έτους **1977-78** με βάση το δείκτη **RDI**



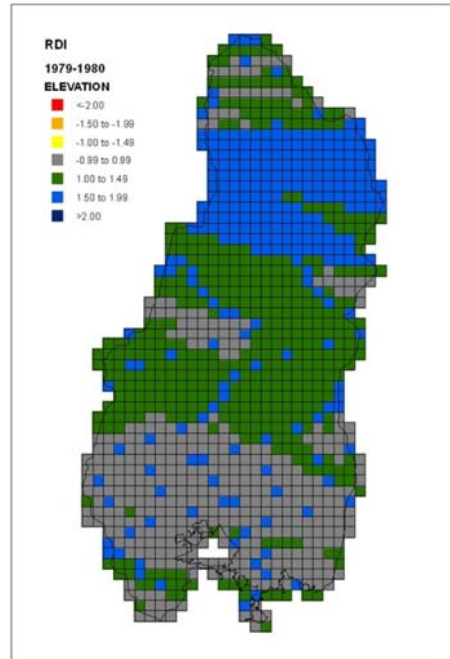
Χάρτης ξηρασίας έτους **1978-79** με βάση το δείκτη **SPI**



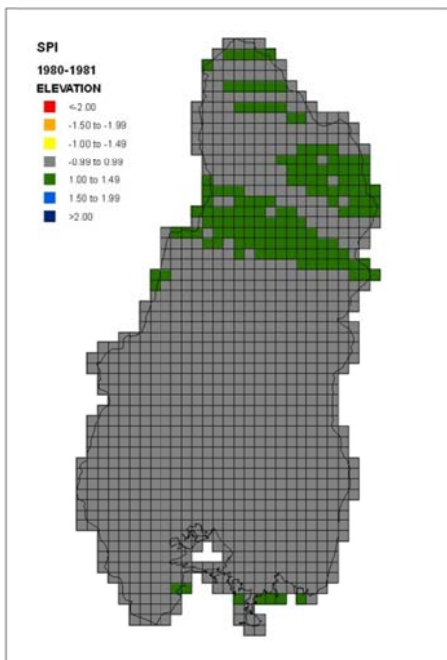
Χάρτης ξηρασίας έτους **1978-79** με βάση το δείκτη **RDI**



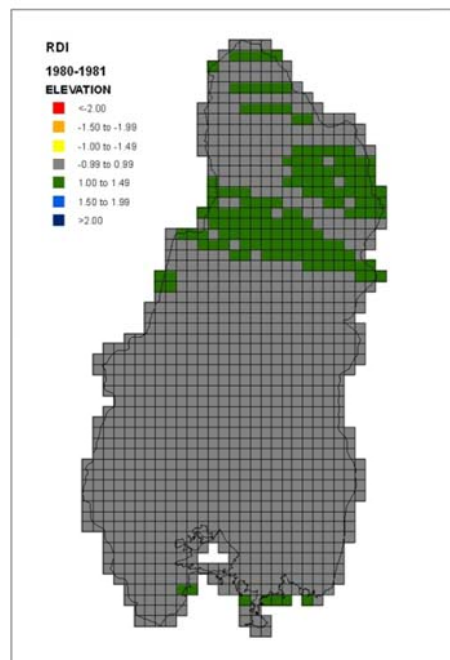
Χάρτης ξηρασίας έτους **1979-80** με βάση το δείκτη **SPI**



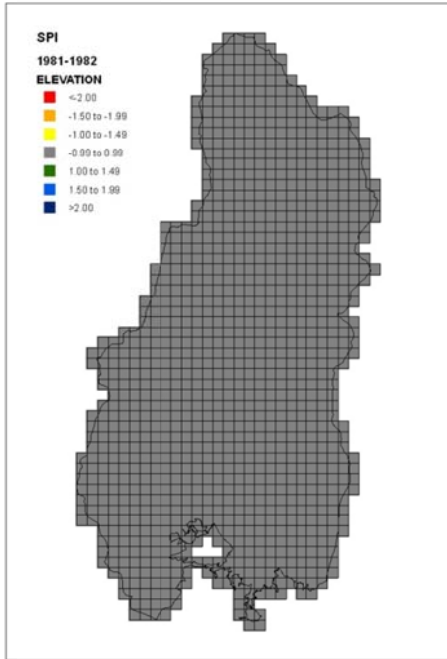
Χάρτης ξηρασίας έτους **1979-80** με βάση το δείκτη **RDI**



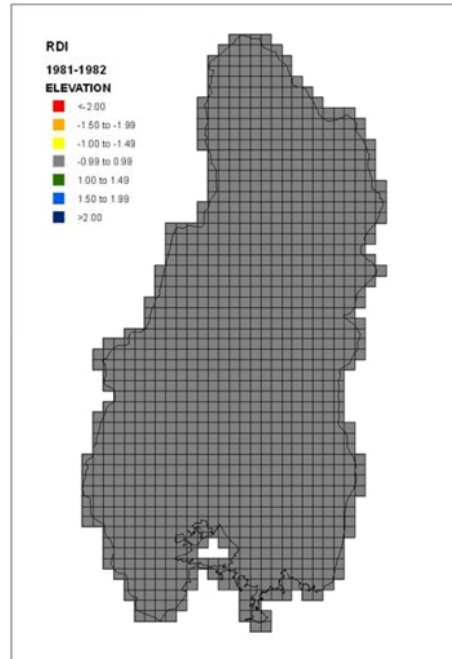
Χάρτης ξηρασίας έτους **1980-81** με βάση το δείκτη **SPI**



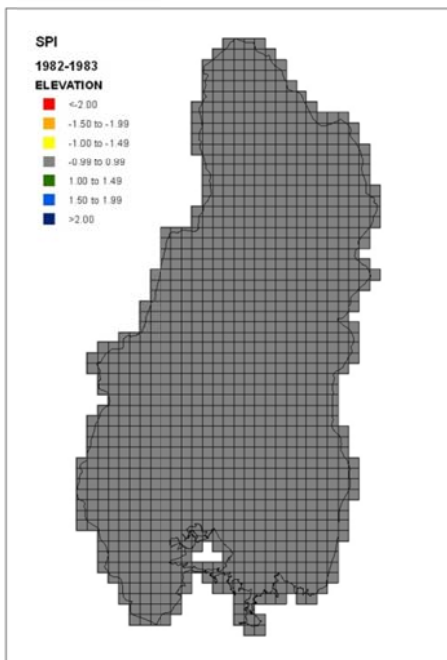
Χάρτης ξηρασίας έτους **1980-81** με βάση το δείκτη **RDI**



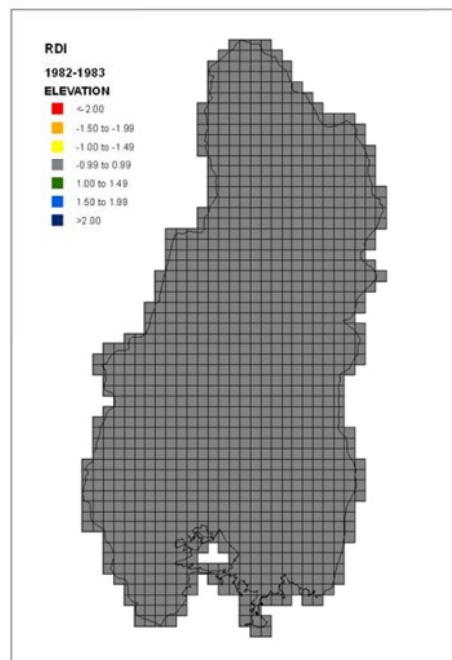
Χάρτης ξηρασίας έτους **1981-82** με βάση το δείκτη **SPI**



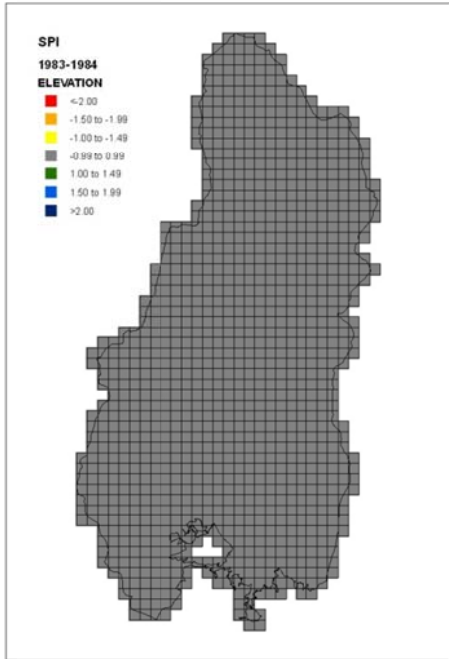
Χάρτης ξηρασίας έτους **1981-82** με βάση το δείκτη **RDI**



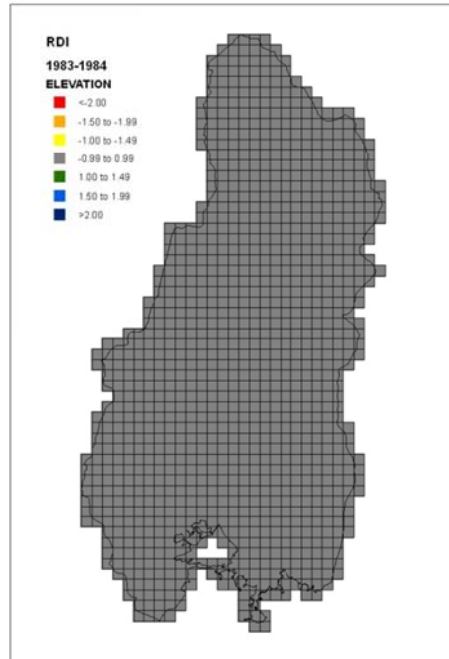
Χάρτης ξηρασίας έτους **1982-83** με βάση το δείκτη **SPI**



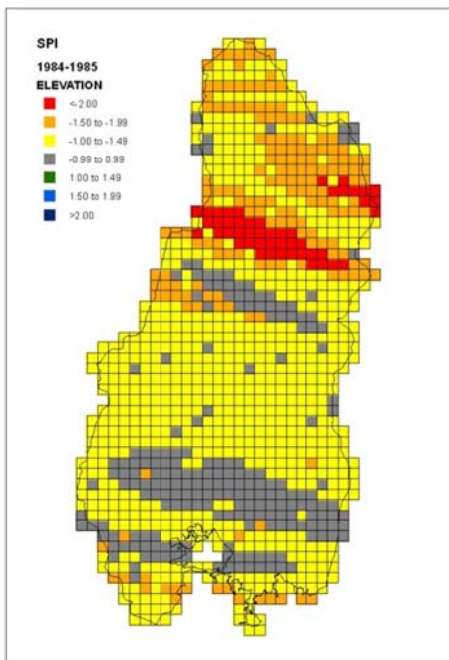
Χάρτης ξηρασίας έτους **1982-83** με βάση το δείκτη **RDI**



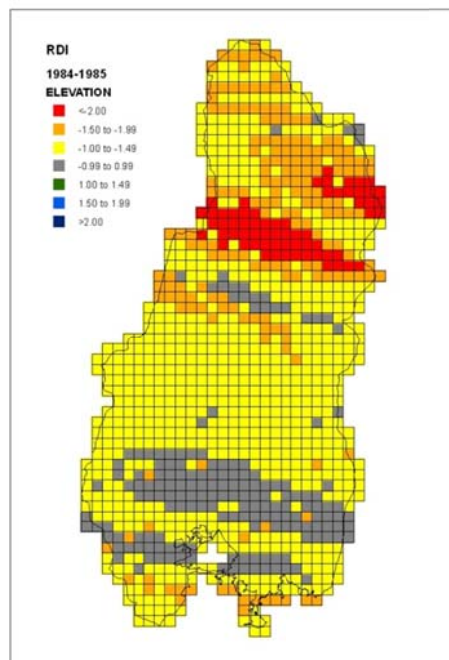
Χάρτης ξηρασίας έτους **1983-84** με βάση το δείκτη **SPI**



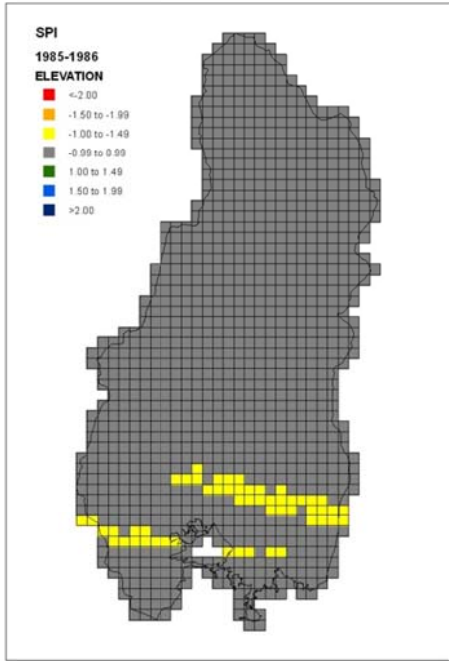
Χάρτης ξηρασίας έτους **1983-84** με βάση το δείκτη **RDI**



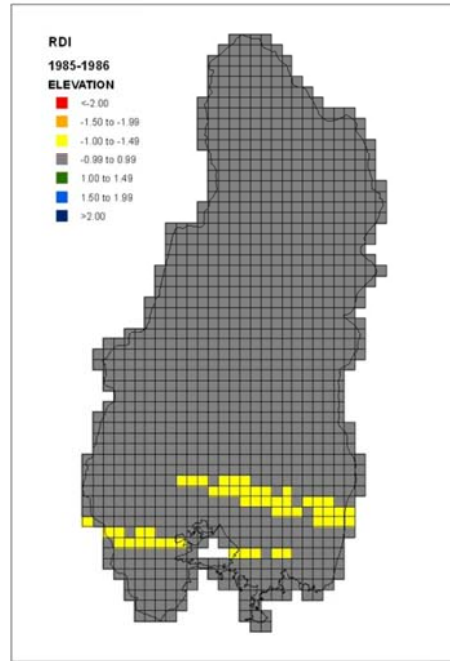
Χάρτης ξηρασίας έτους **1984-85** με βάση το δείκτη **SPI**



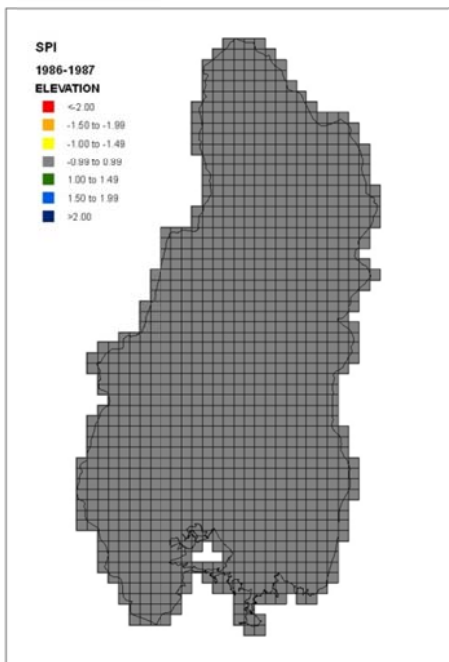
Χάρτης ξηρασίας έτους **1984-85** με βάση το δείκτη **RDI**



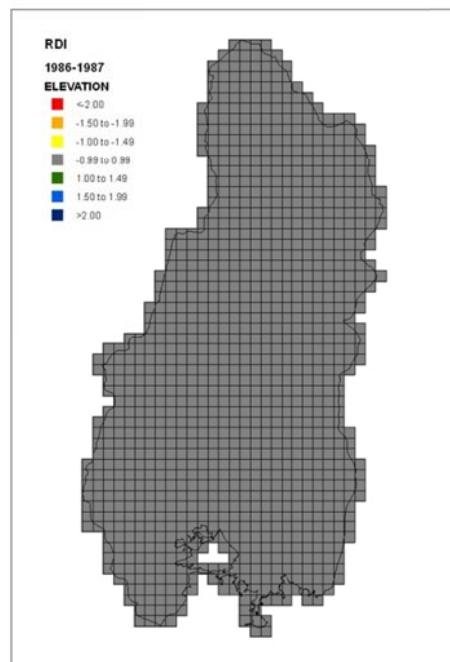
Χάρτης ξηρασίας έτους **1985-86** με βάση το δείκτη **SPI**



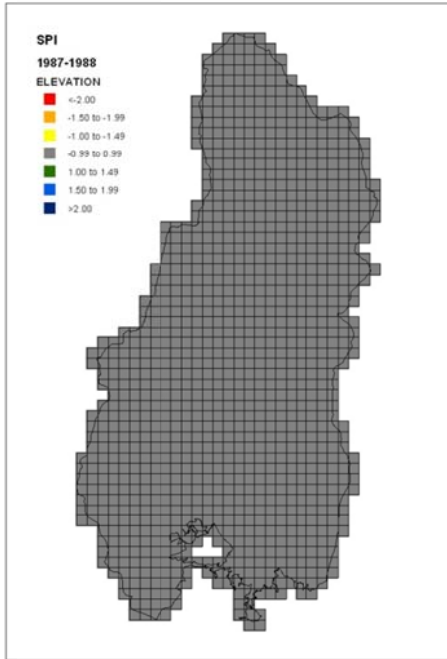
Χάρτης ξηρασίας έτους **1985-86** με βάση το δείκτη **RDI**



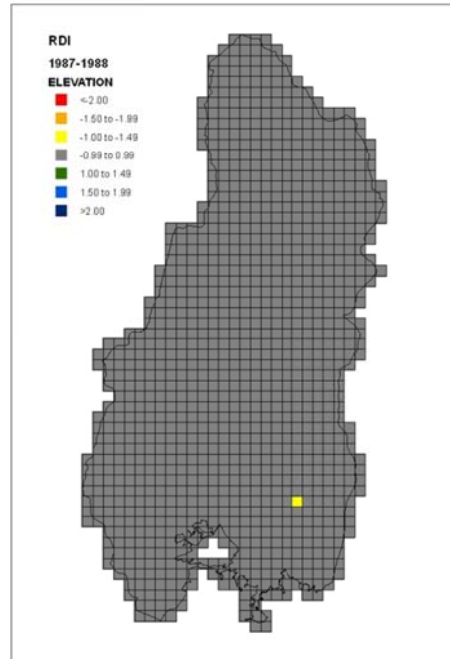
Χάρτης ξηρασίας έτους **1986-87** με βάση το δείκτη **SPI**



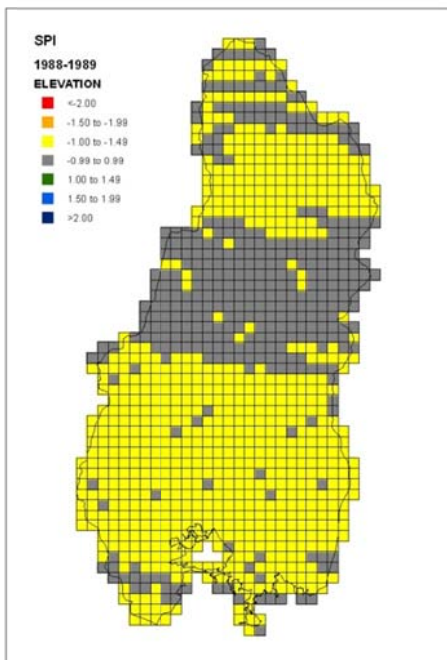
Χάρτης ξηρασίας έτους **1986-87** με βάση το δείκτη **RDI**



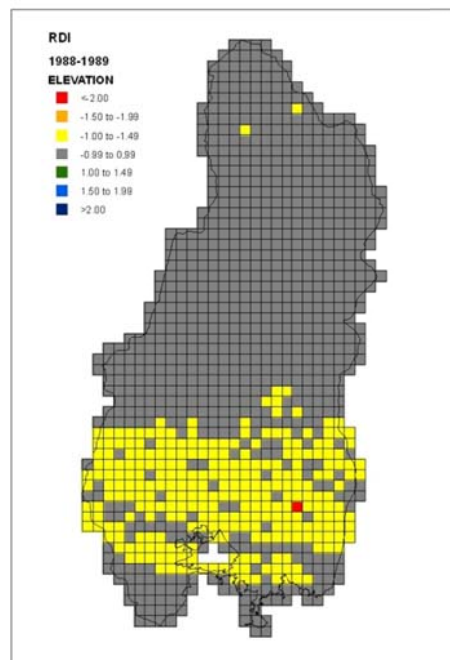
Χάρτης ξηρασίας έτους **1987-88** με βάση το δείκτη **SPI**



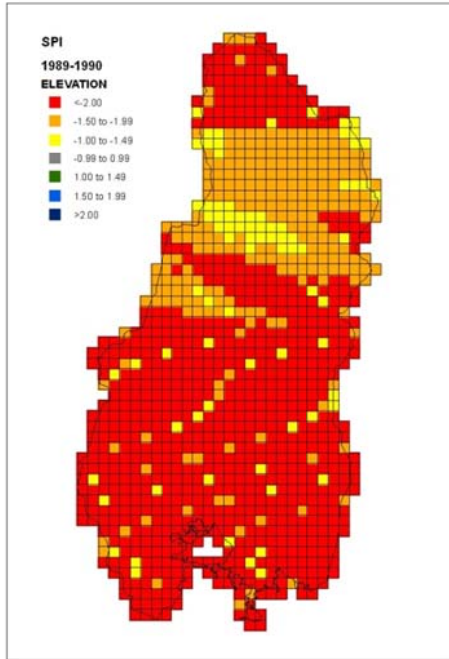
Χάρτης ξηρασίας έτους **1987-88** με βάση το δείκτη **RDI**



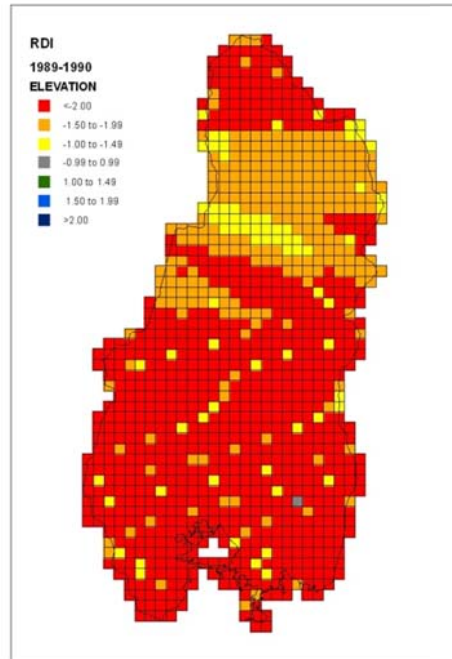
Χάρτης ξηρασίας έτους **1988-89** με βάση το δείκτη **SPI**



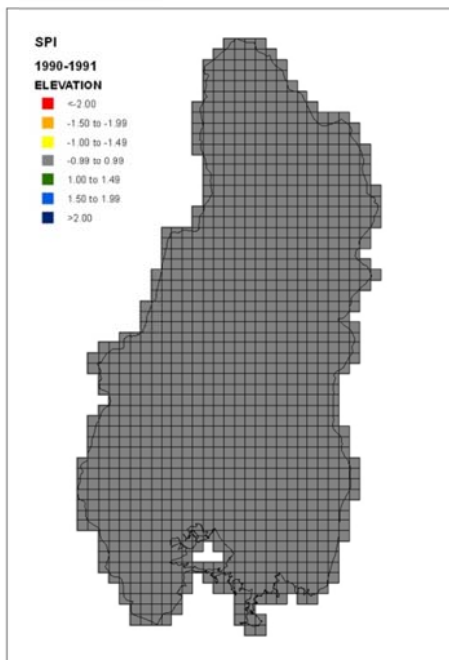
Χάρτης ξηρασίας έτους **1988-89** με βάση το δείκτη **RDI**



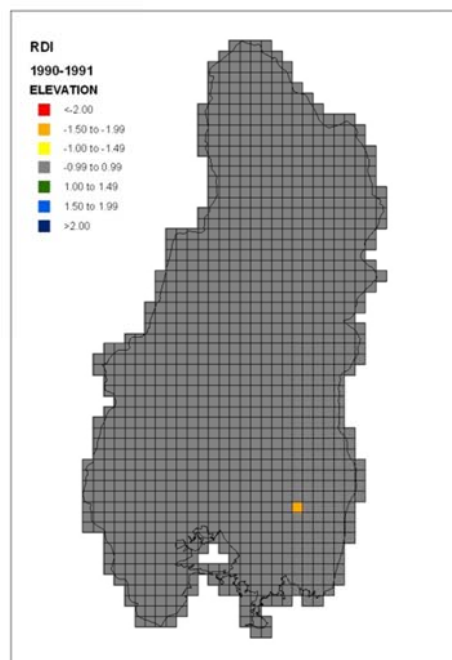
Χάρτης ξηρασίας έτους **1989-90** με βάση το δείκτη **SPI**



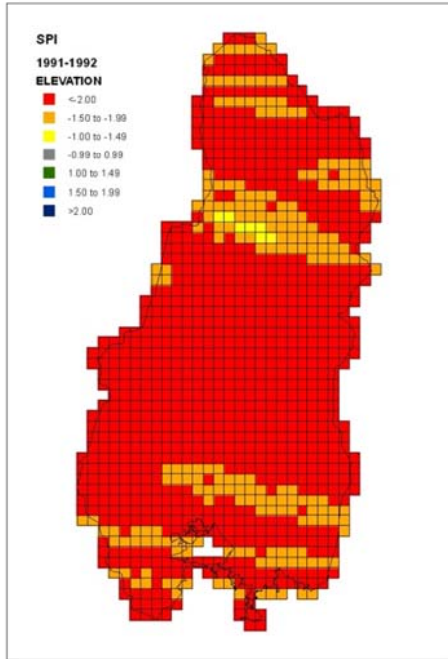
Χάρτης ξηρασίας έτους **1989-90** με βάση το δείκτη **RDI**



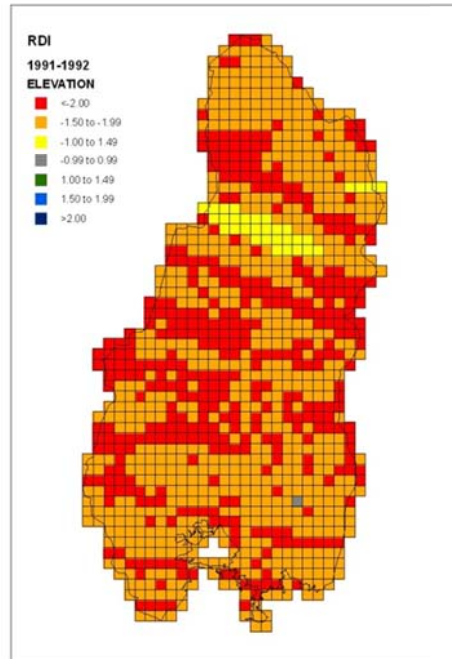
Χάρτης ξηρασίας έτους **1990-91** με βάση το δείκτη **SPI**



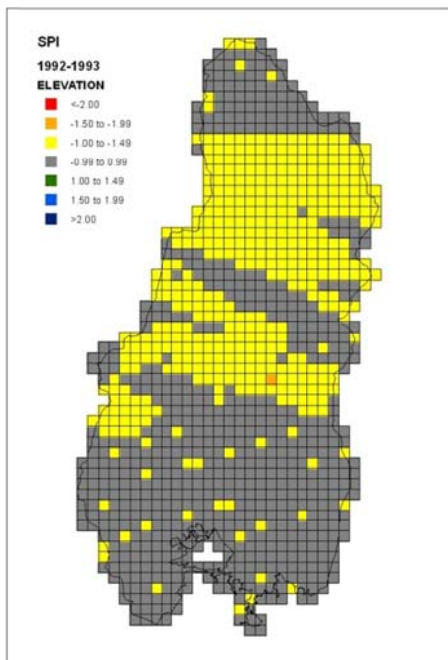
Χάρτης ξηρασίας έτους **1990-91** με βάση το δείκτη **RDI**



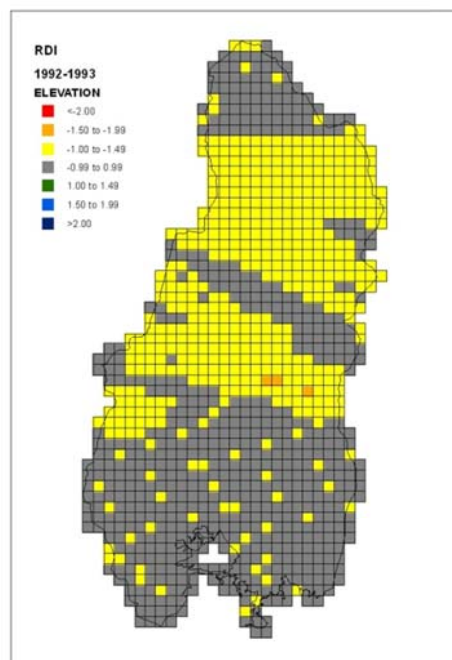
Χάρτης ξηρασίας έτους **1991-92** με βάση το δείκτη **SPI**



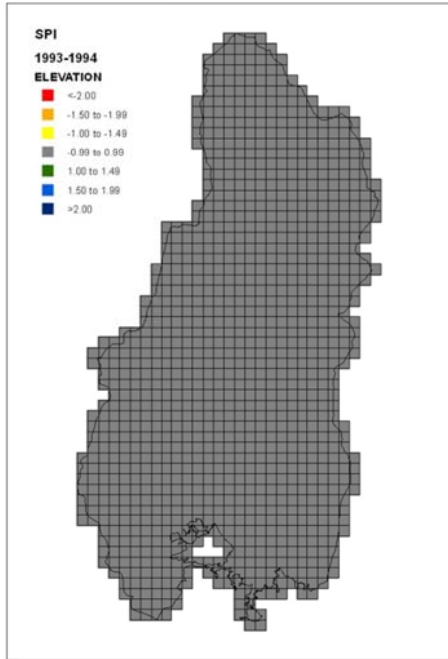
Χάρτης ξηρασίας έτους **1991-92** με βάση το δείκτη **RDI**



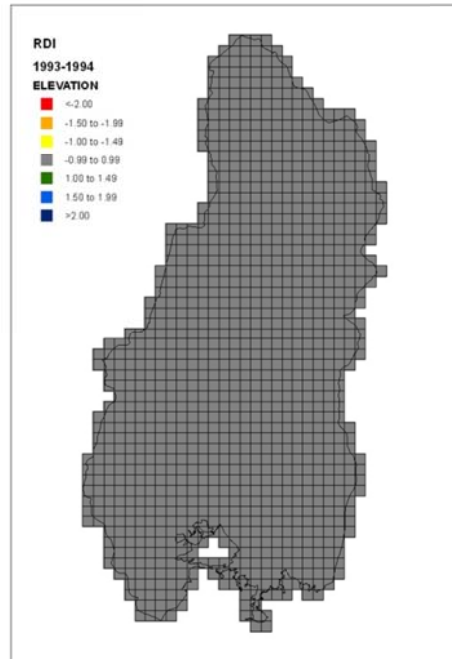
Χάρτης ξηρασίας έτους **1992-93** με βάση το δείκτη **SPI**



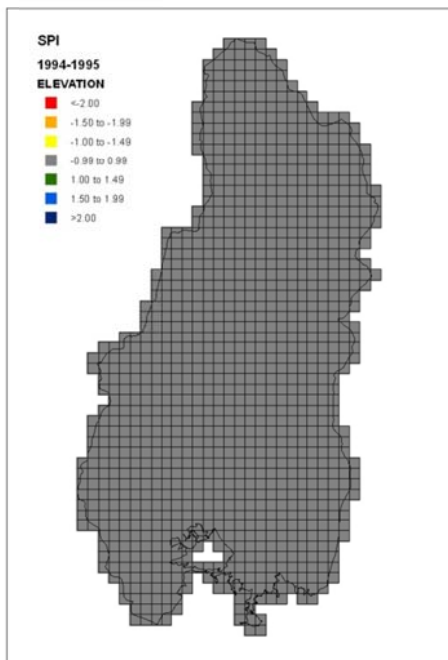
Χάρτης ξηρασίας έτους **1992-93** με βάση το δείκτη **RDI**



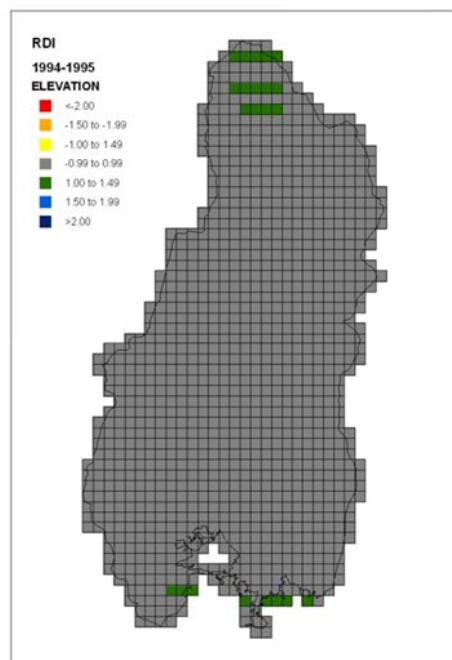
Χάρτης ξηρασίας έτους **1993-94** με βάση το δείκτη **SPI**



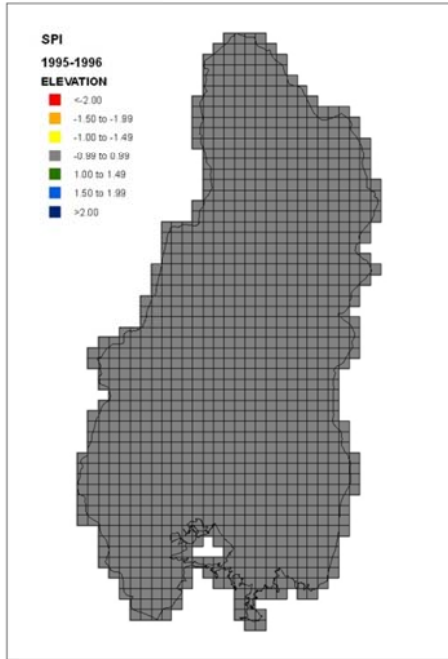
Χάρτης ξηρασίας έτους **1993-94** με βάση το δείκτη **RDI**



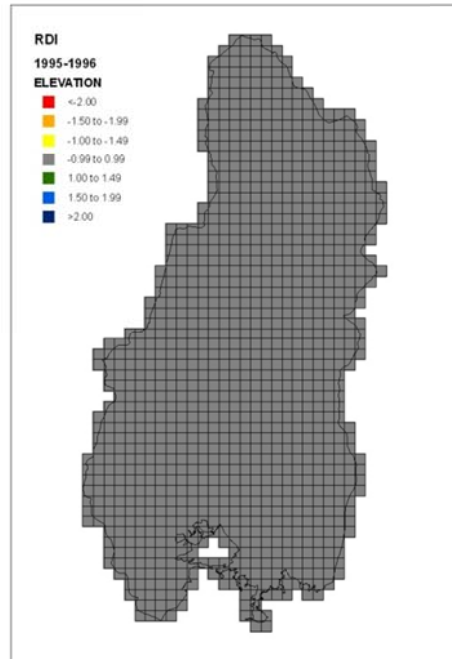
Χάρτης ξηρασίας έτους **1994-95** με βάση το δείκτη **SPI**



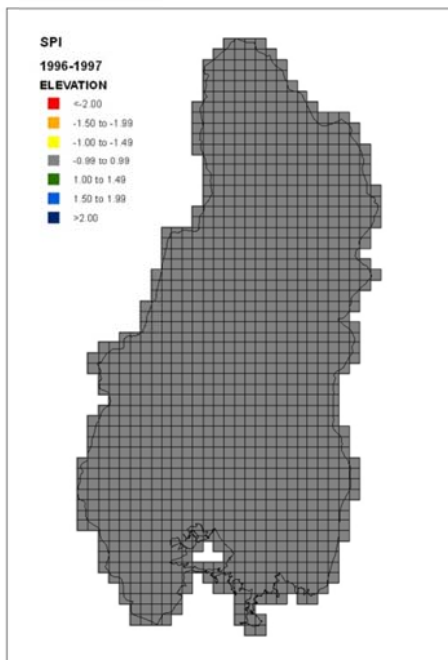
Χάρτης ξηρασίας έτους **1994-95** με βάση το δείκτη **RDI**



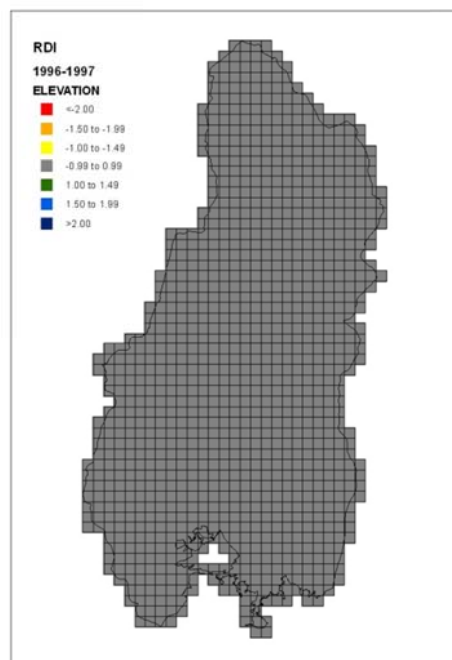
Χάρτης ξηρασίας έτους **1995-96** με βάση το δείκτη **SPI**



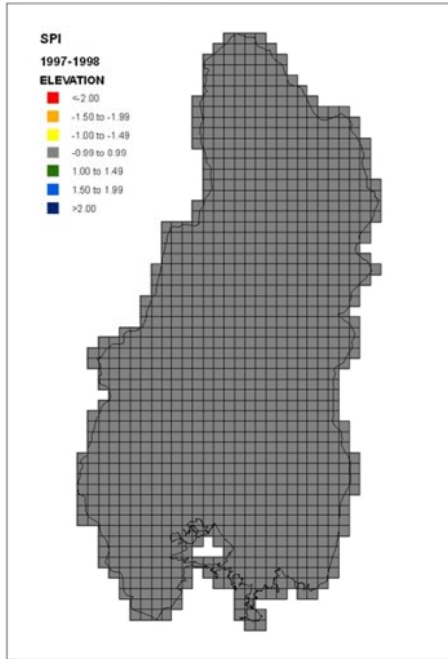
Χάρτης ξηρασίας έτους **1995-96** με βάση το δείκτη **RDI**



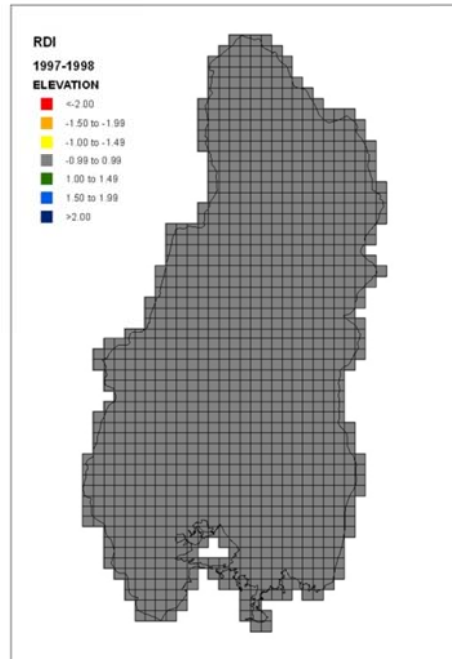
Χάρτης ξηρασίας έτους **1996-97** με βάση το δείκτη **SPI**



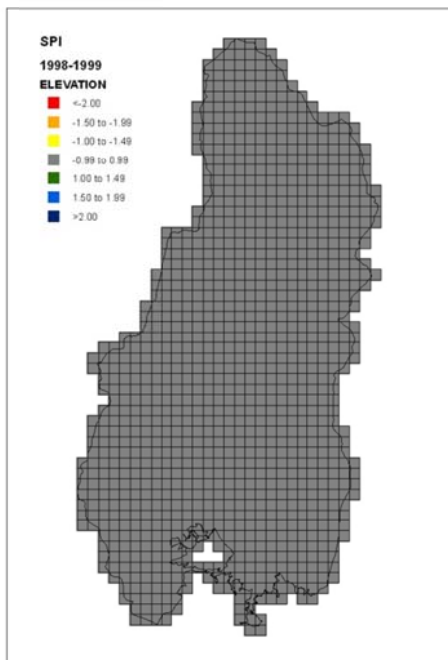
Χάρτης ξηρασίας έτους **1996-97** με βάση το δείκτη **RDI**



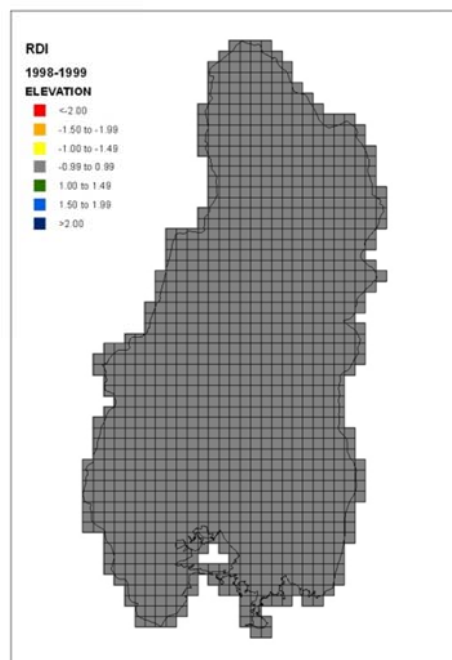
Χάρτης ξηρασίας έτους **1997-98** με βάση το δείκτη **SPI**



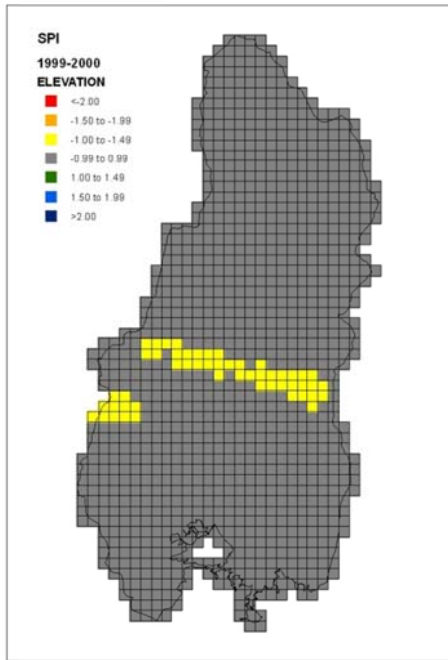
Χάρτης ξηρασίας έτους **1997-98** με βάση το δείκτη **RDI**



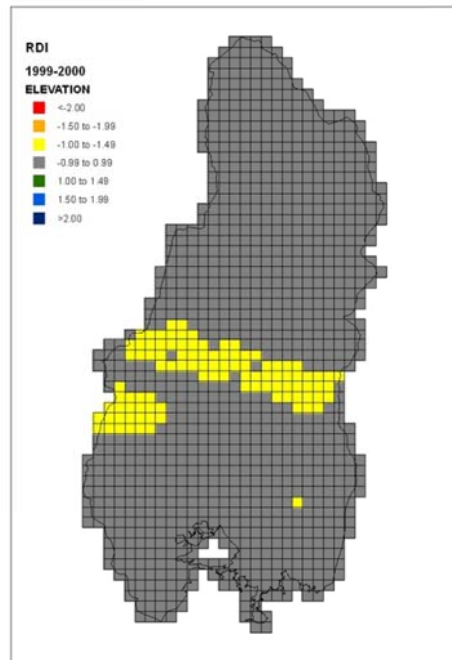
Χάρτης ξηρασίας έτους **1998-99** με βάση το δείκτη **SPI**



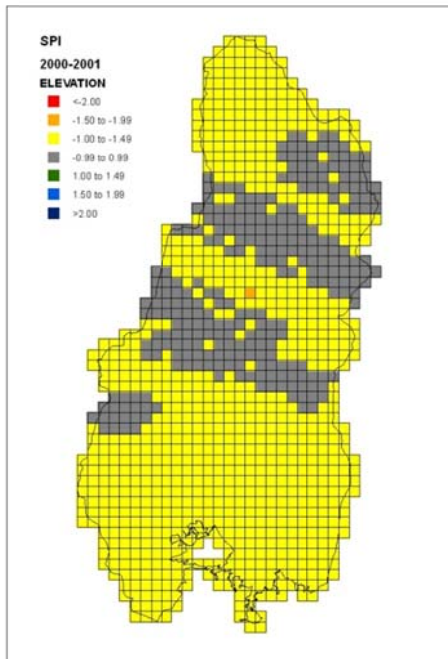
Χάρτης ξηρασίας έτους **1998-99** με βάση το δείκτη **RDI**



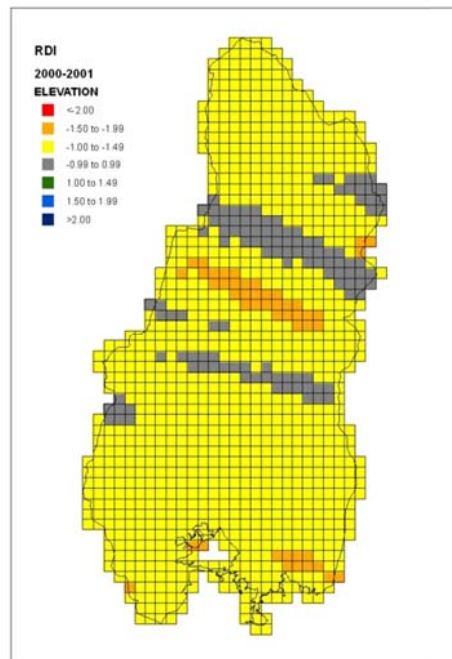
Χάρτης ξηρασίας έτους 1999-00 με βάση το δείκτη SPI



Χάρτης ξηρασίας έτους 1999-00 με βάση το δείκτη RDI

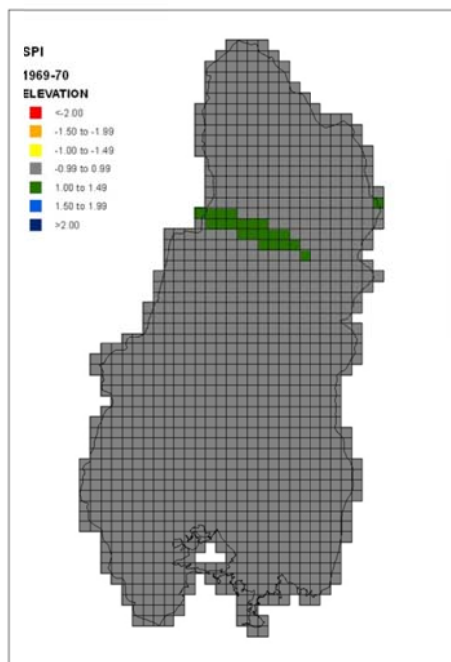


Χάρτης ξηρασίας έτους 2000-01 με βάση το δείκτη SPI

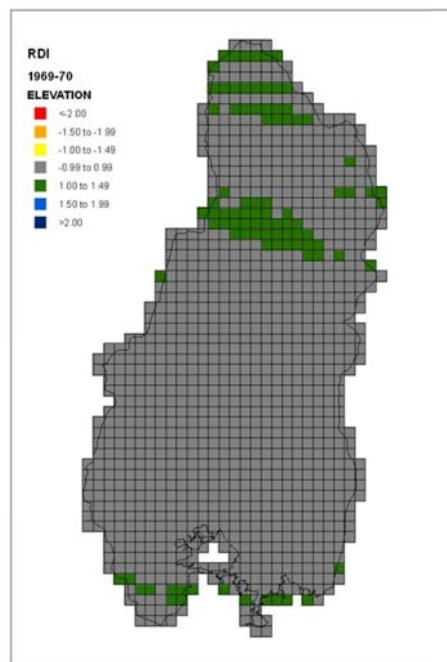


Χάρτης ξηρασίας έτους 2000-01 με βάση το δείκτη RDI

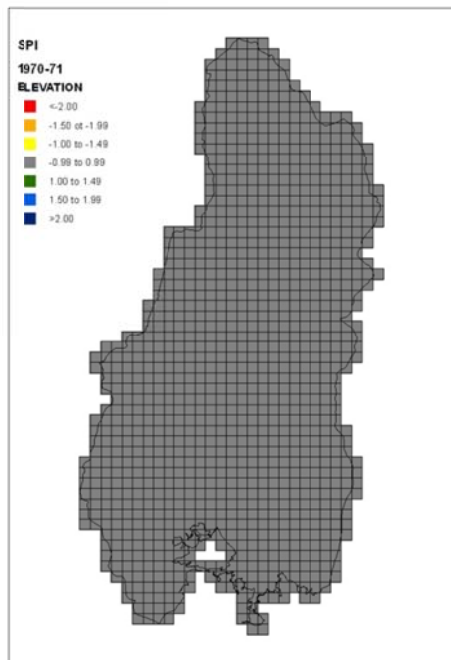
Παράρτημα II (Θεματικοί Χάρτες 1^ο Τριμήνου)



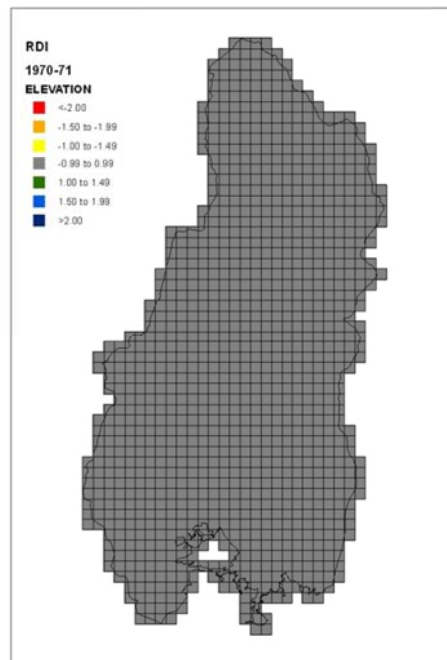
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1969-70 με βάση τον δείκτη SPI



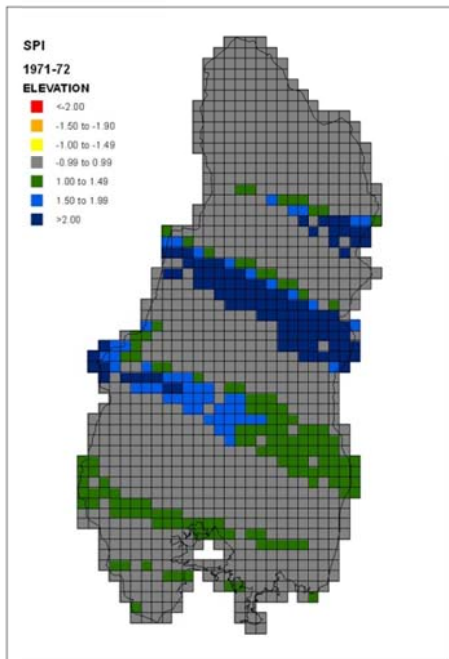
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1969-70 με βάση τον δείκτη RDI



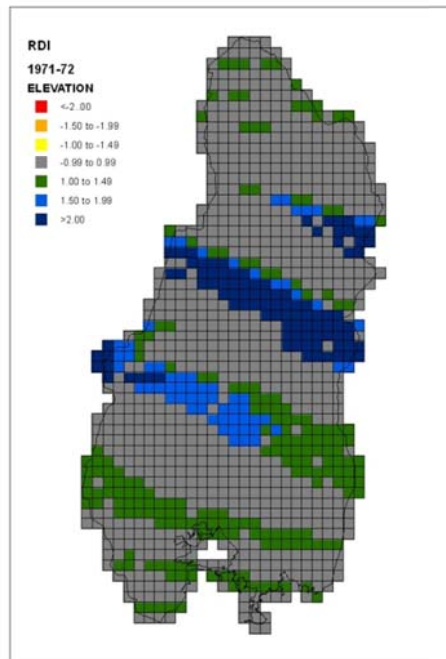
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1970-71 με βάση τον δείκτη SPI



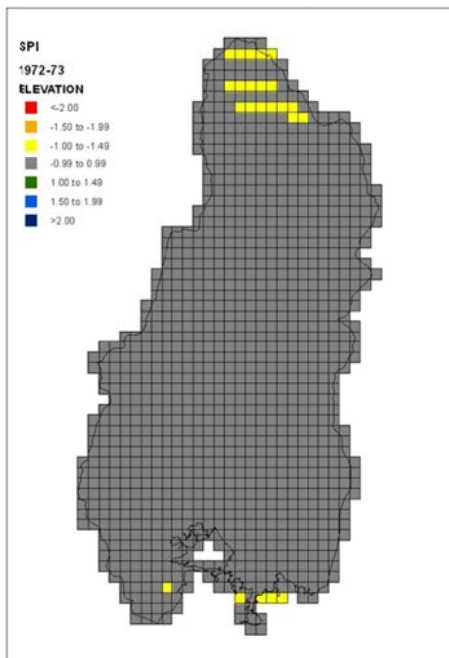
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1970-71 με βάση τον δείκτη RDI



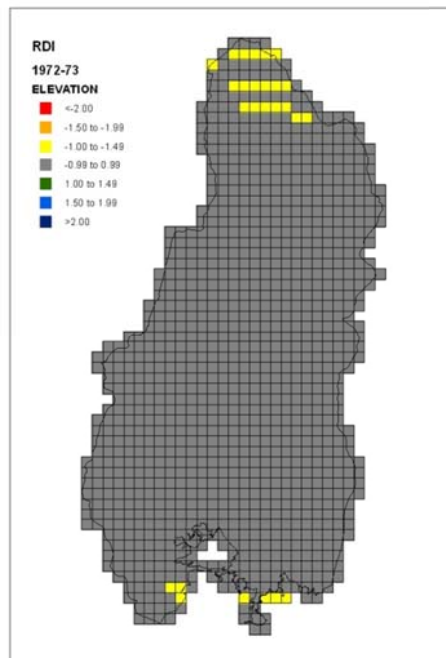
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1971-72 με βάση τον δείκτη SPI



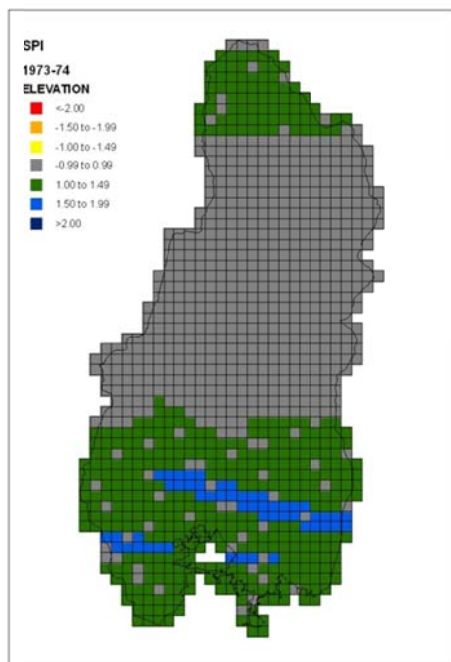
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1971-72 με βάση τον δείκτη RDI



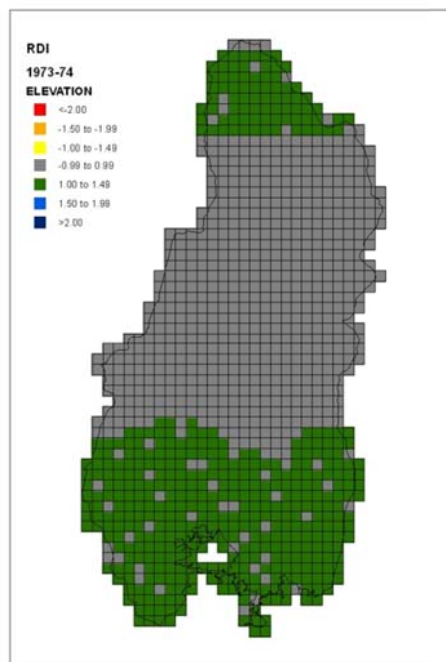
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1972-73 με βάση τον δείκτη SPI



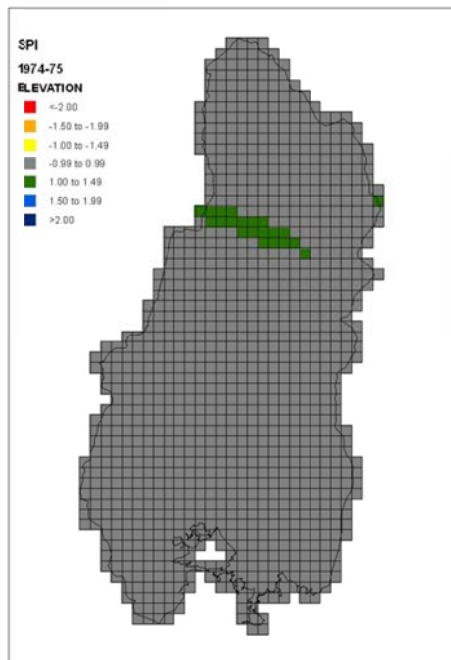
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1972-73 με βάση τον δείκτη RDI



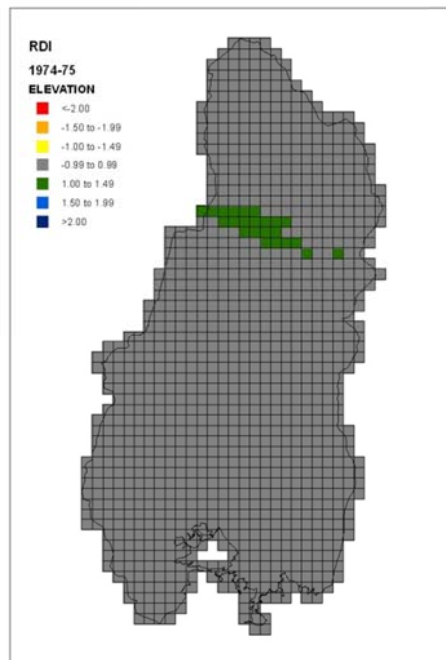
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1973-74 με βάση τον δείκτη SPI



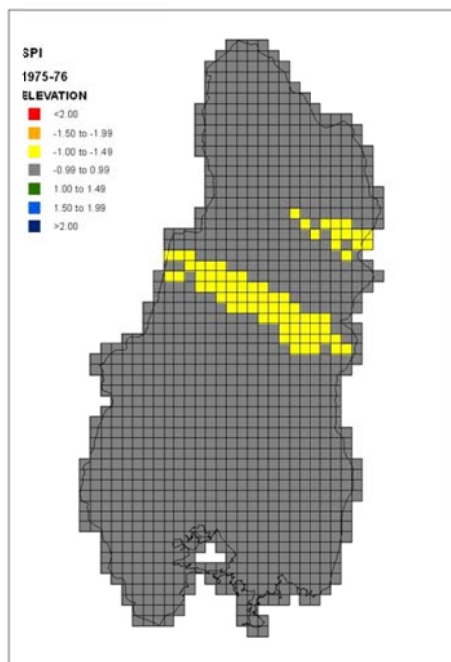
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1973-74 με βάση τον δείκτη RDI



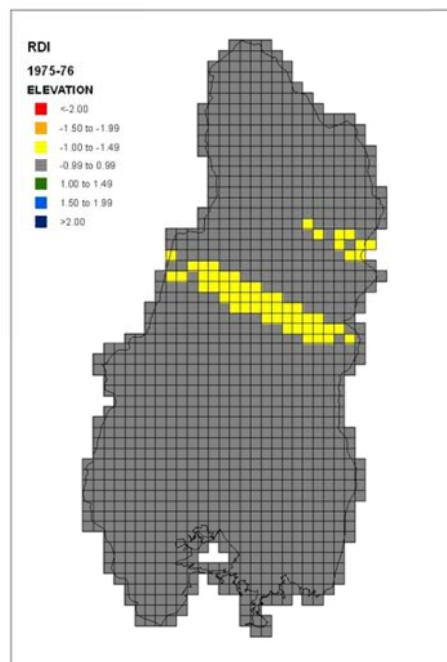
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1974-75 με βάση το δείκτη SPI



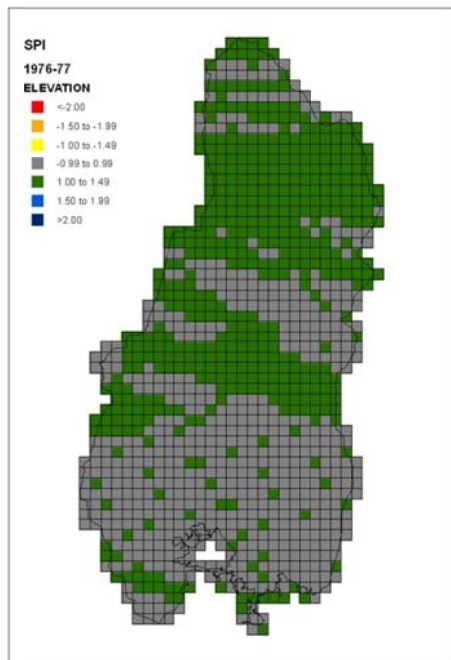
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1974-75 με βάση το δείκτη RDI



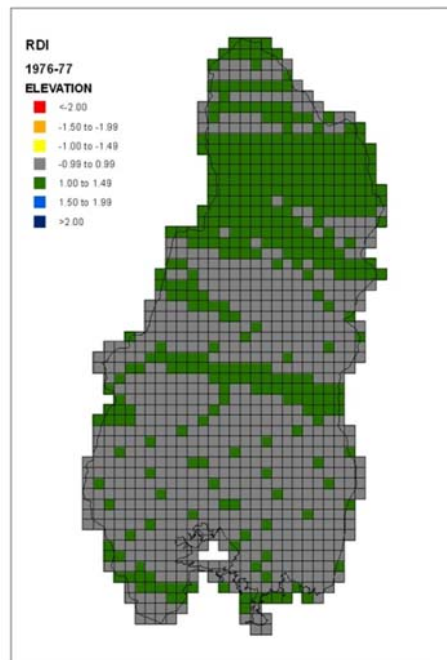
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1975-76 με βάση τον δείκτη SPI



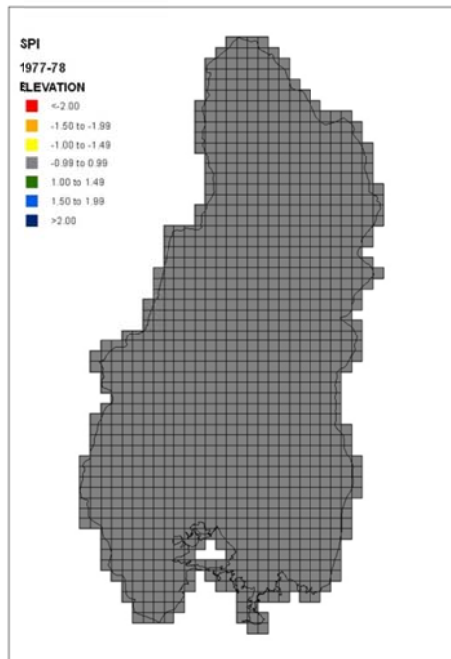
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1975-76 με βάση τον δείκτη RDI



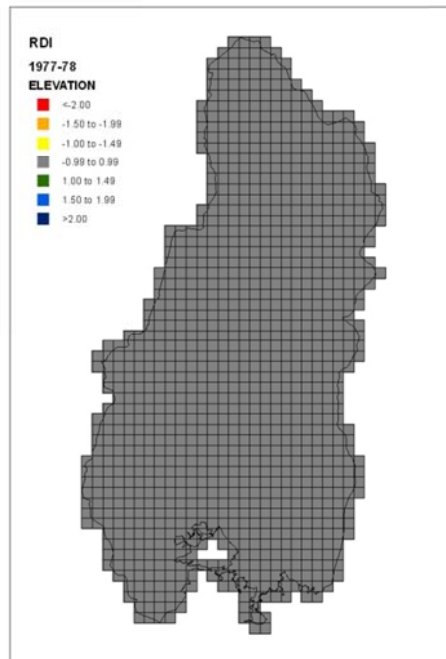
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1976-77 με βάση τον δείκτη SPI



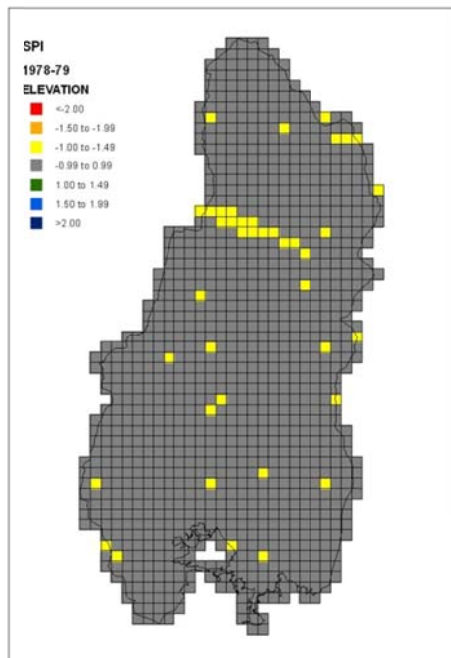
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1976-77 με βάση τον δείκτη RDI



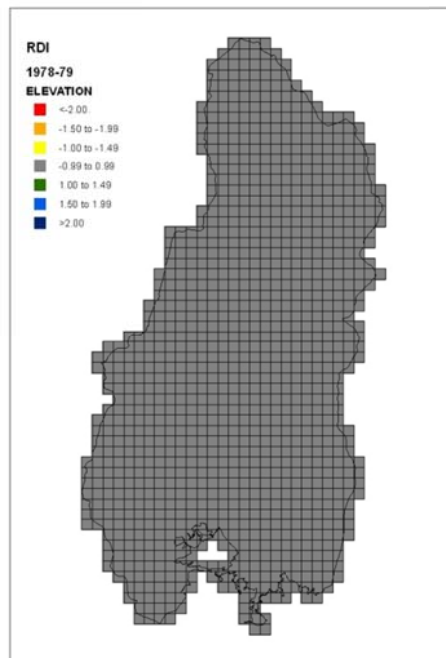
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1977-78 με βάση τον δείκτη SPI



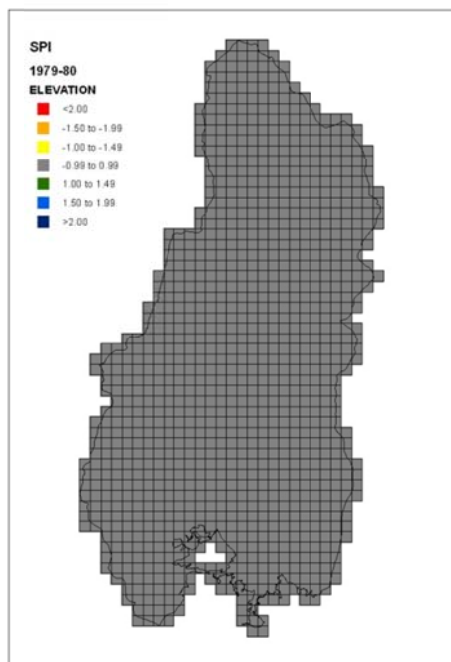
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1977-78 με βάση τον δείκτη RDI



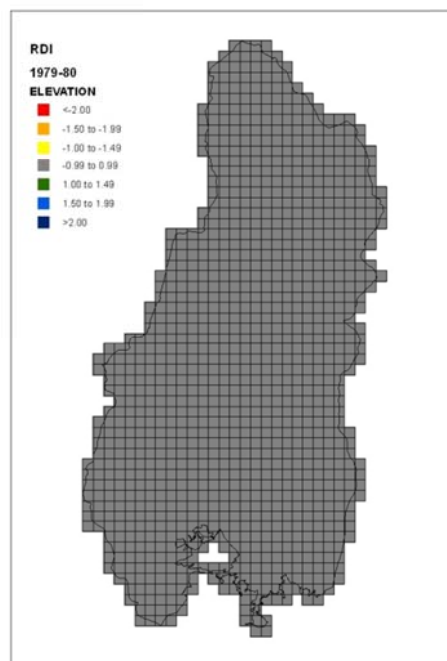
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1978-79 με βάση τον δείκτη SPI



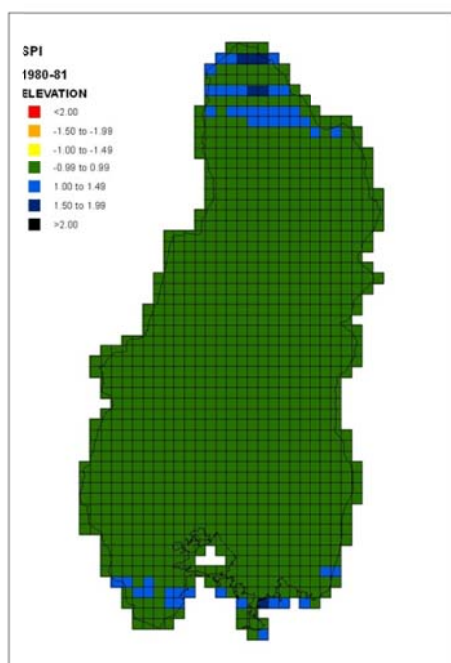
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1978-79 με βάση τον δείκτη RDI



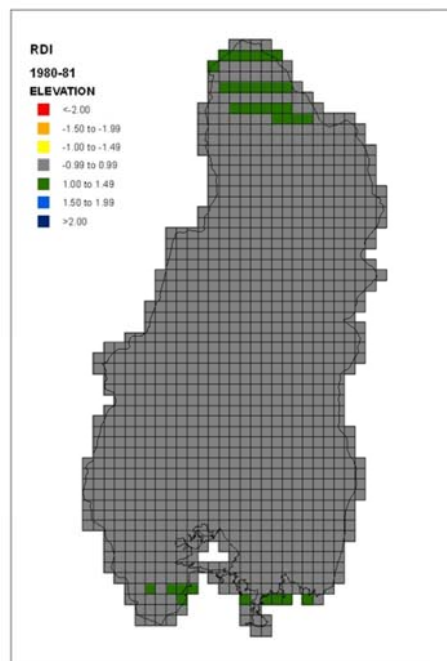
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1979-80 με βάση τον δείκτη SPI



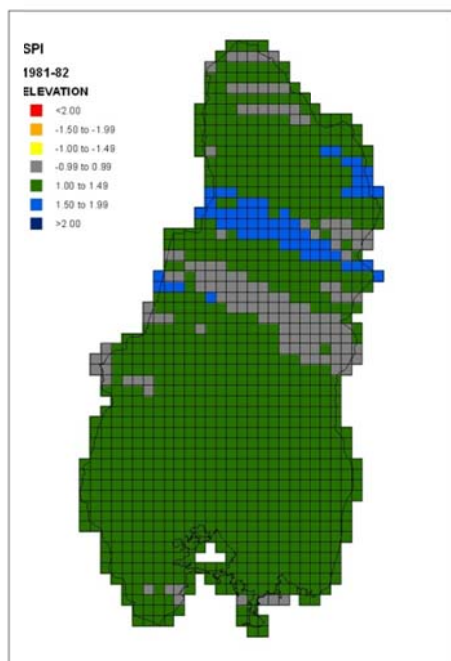
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1979-80 με βάση τον δείκτη RDI



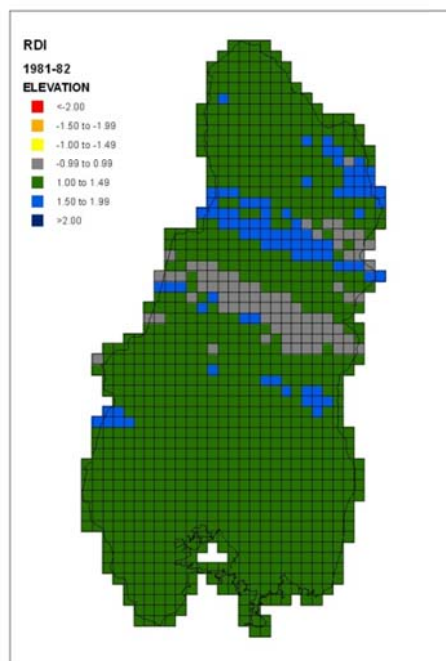
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1980-81 με βάση τον δείκτη SPI



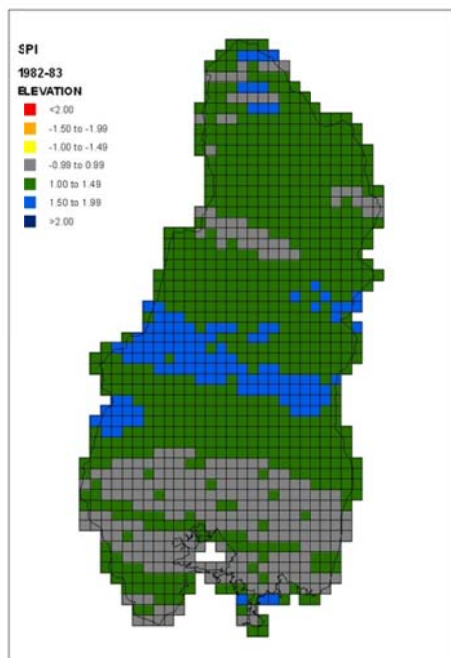
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1980-81 με βάση τον δείκτη RDI



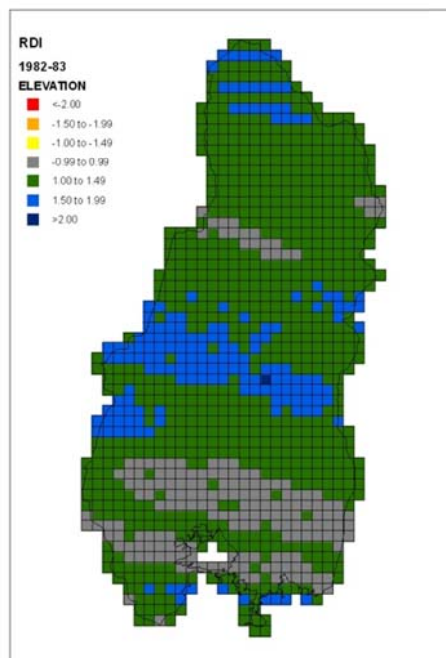
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1981-82 με βάση τον δείκτη SPI



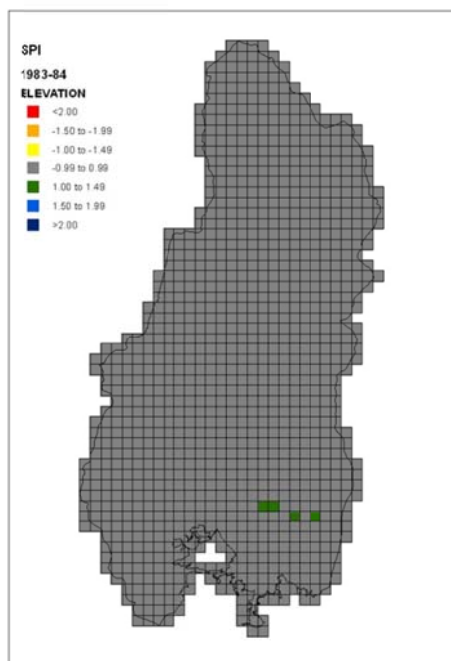
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1981-82 με βάση τον δείκτη RDI



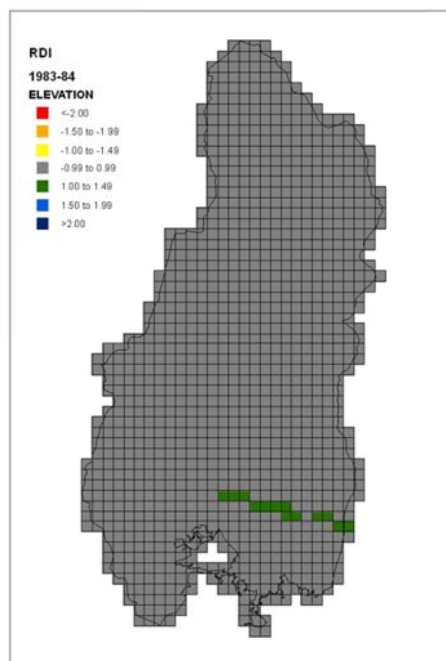
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1982-83 με βάση τον δείκτη SPI



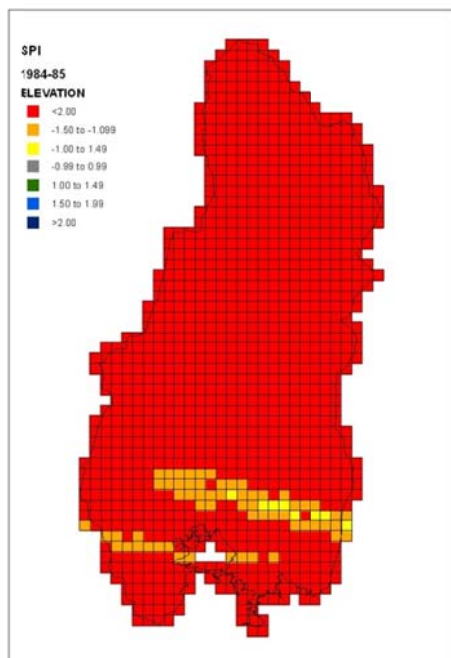
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1982-83 με βάση τον δείκτη RDI



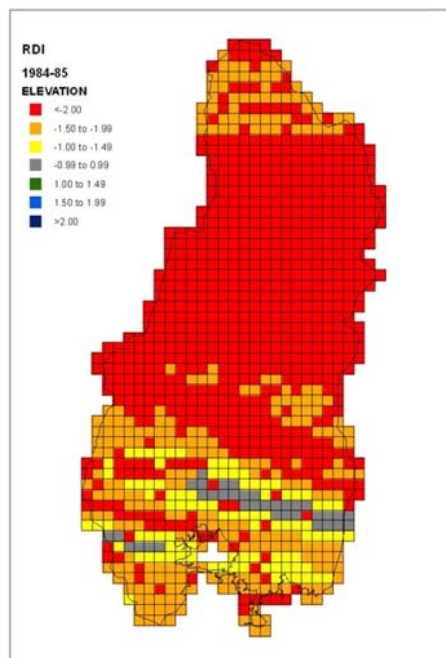
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1983-84 με βάση τον δείκτη SPI



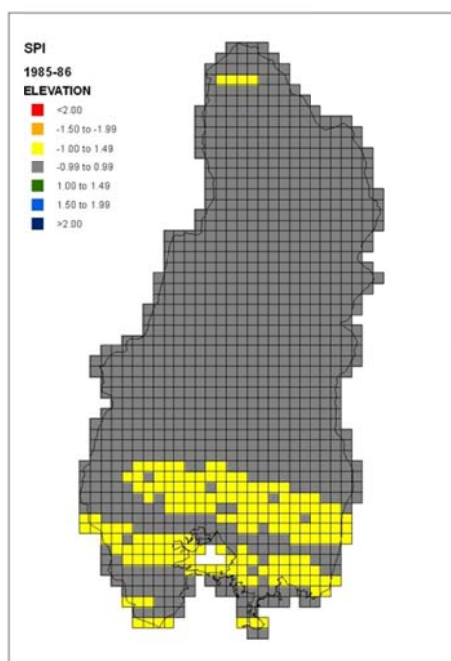
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1983-84 με βάση τον δείκτη RDI



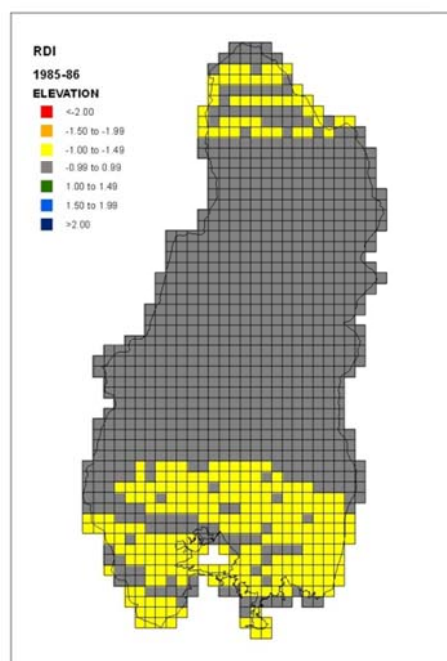
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1984-85 με βάση τον δείκτη SPI



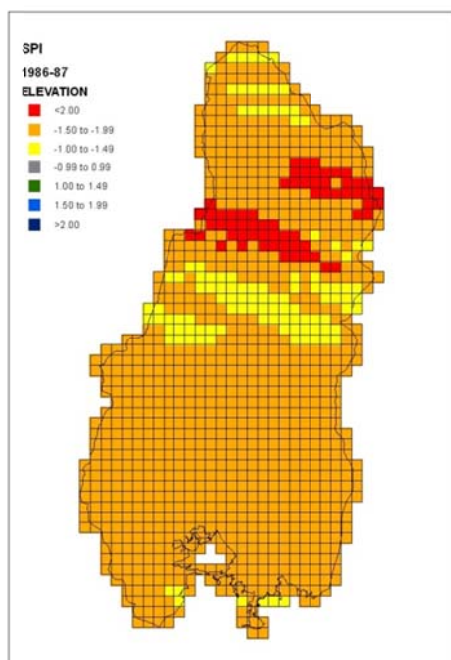
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1984-85 με βάση τον δείκτη RDI



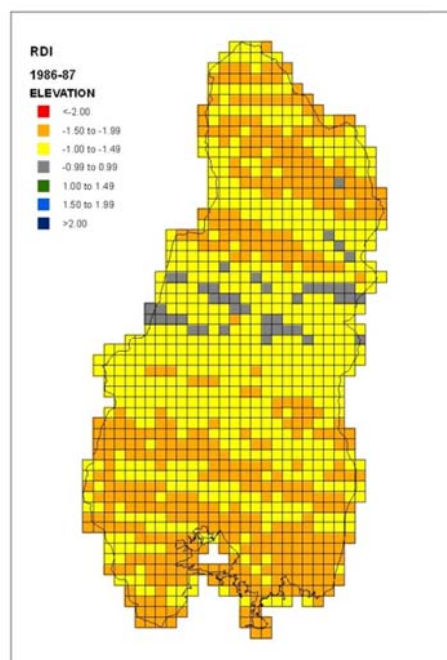
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1985-86 με βάση τον δείκτη SPI



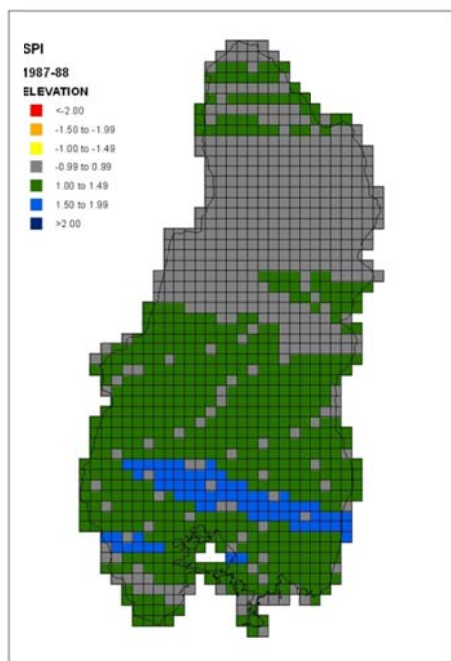
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1985-86 με βάση τον δείκτη RDI



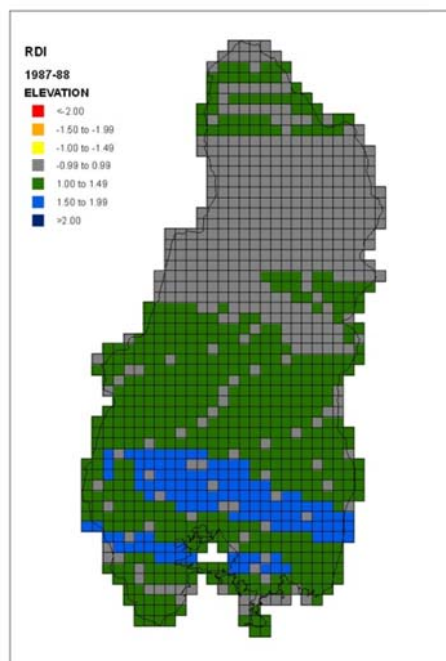
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1986-87 με βάση τον δείκτη SPI



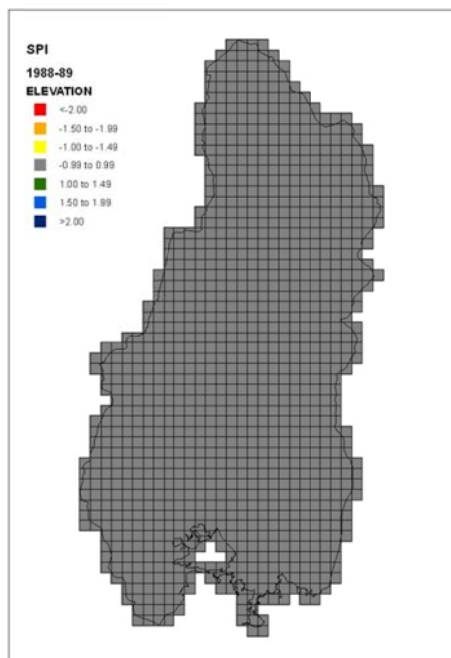
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1986-87 με βάση τον δείκτη RDI



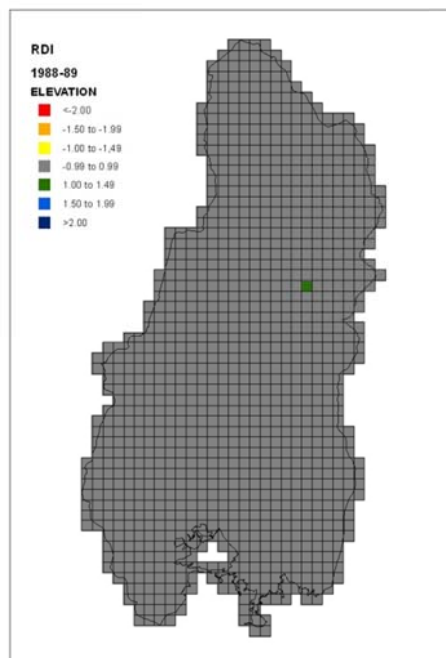
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους **1987-88** με βάση τον δείκτη **SPI**



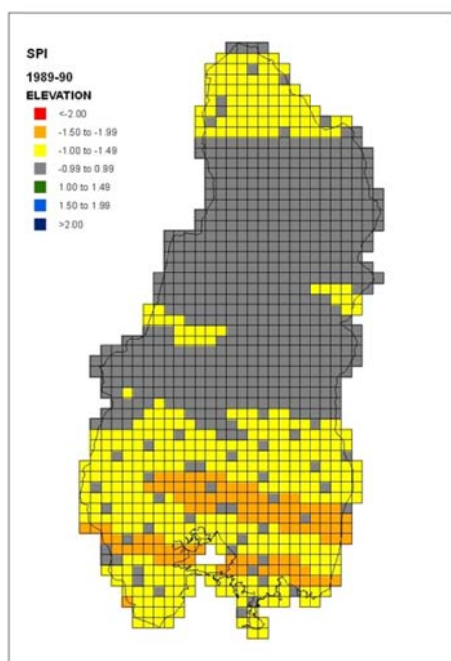
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους **1987-88** με βάση τον δείκτη **RDI**



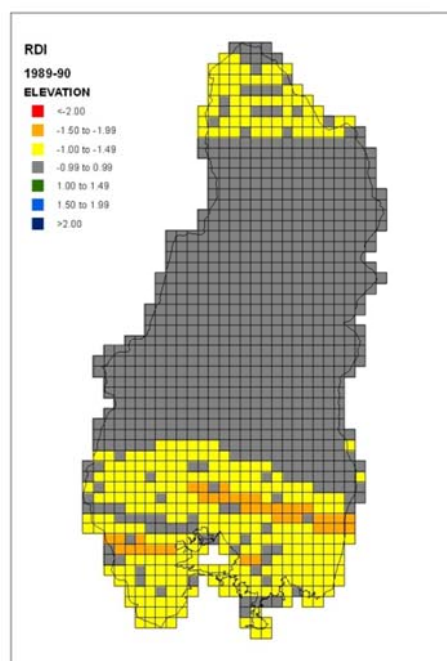
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους **1988-89** με βάση τον δείκτη **SPI**



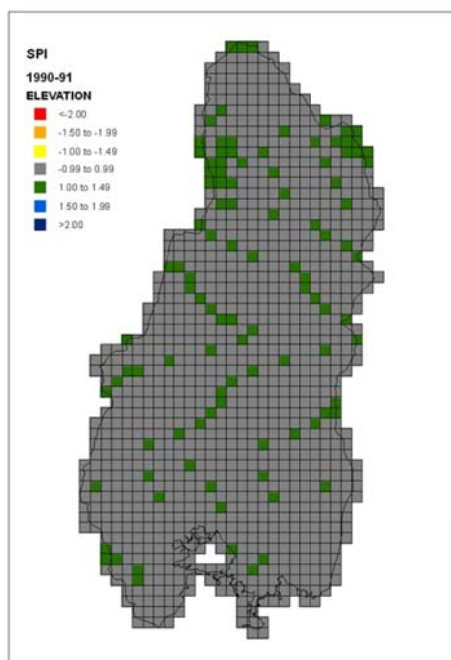
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους **1988-89** με βάση τον δείκτη **RDI**



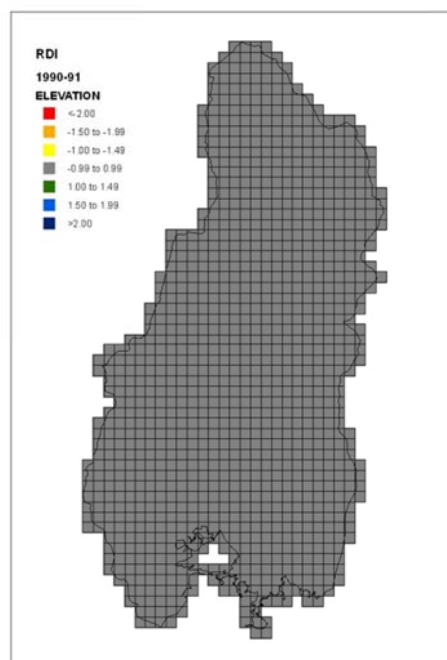
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1989-90 με βάση τον δείκτη SPI



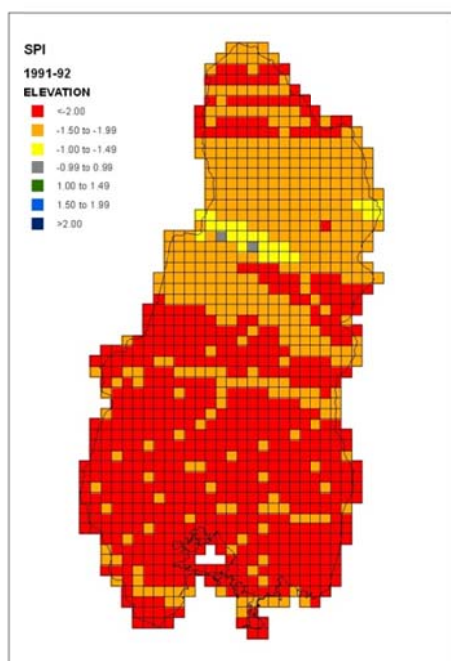
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1989-90 με βάση τον δείκτη RDI



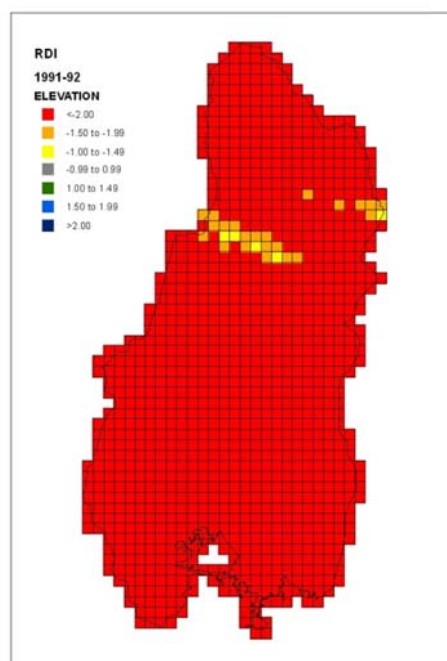
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1990-91 με βάση τον δείκτη SPI



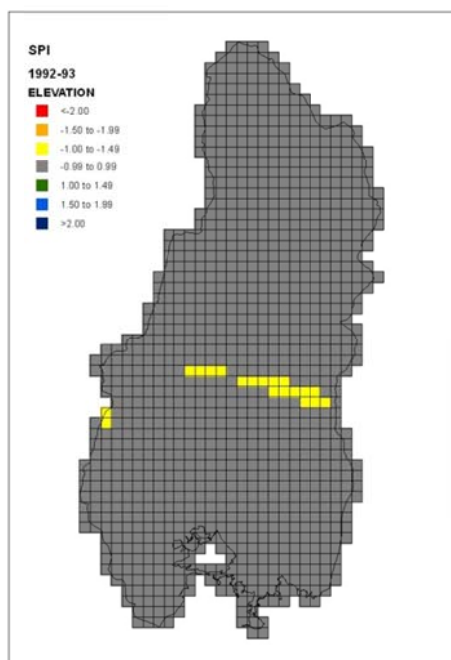
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1990-91 με βάση τον δείκτη RDI



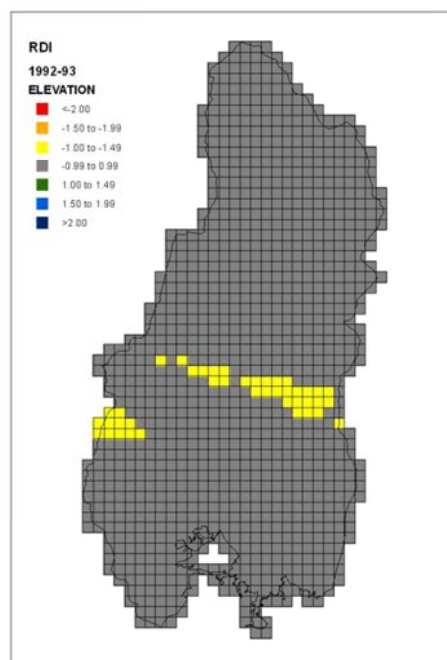
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1991-92 με βάση τον δείκτη SPI



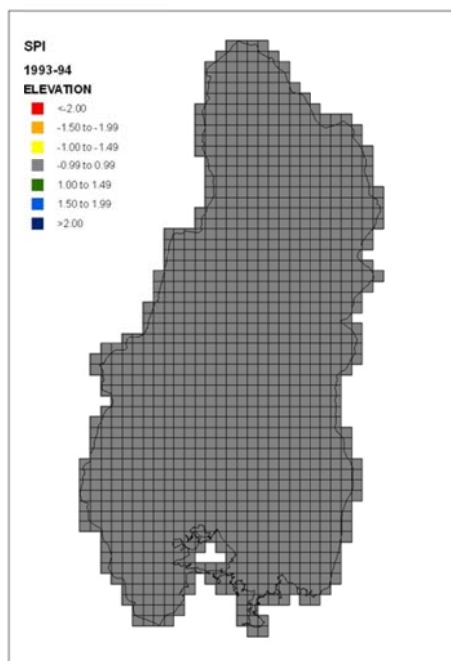
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1991-92 με βάση τον δείκτη RDI



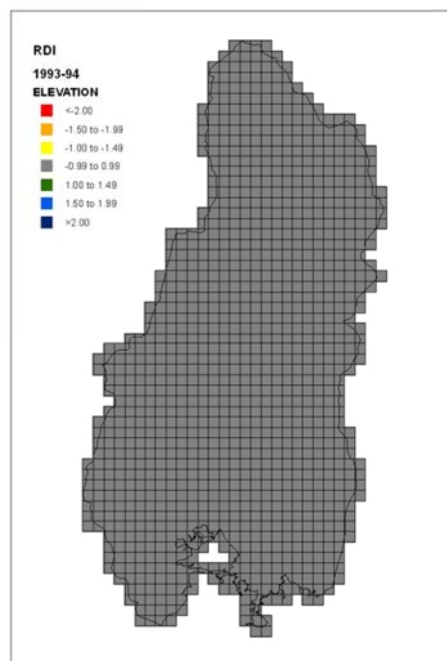
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1992-93 με βάση τον δείκτη SPI



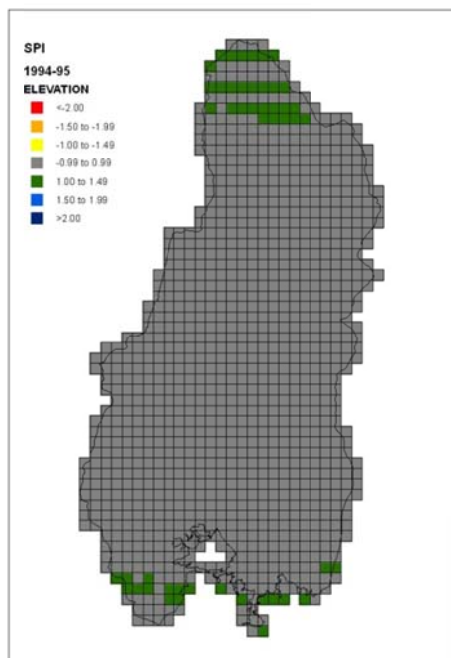
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1992-93 με βάση τον δείκτη RDI



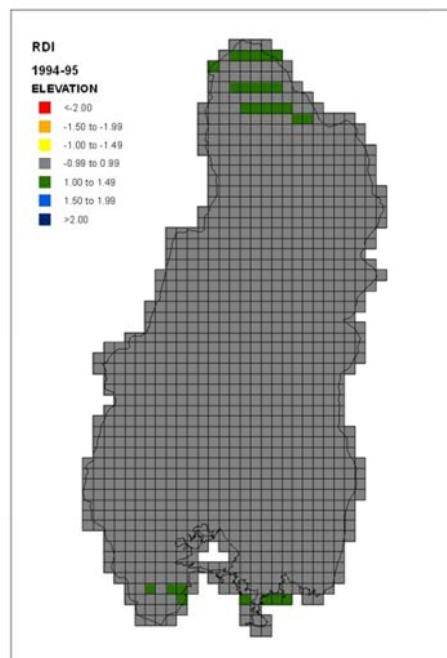
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1993-94 με βάση τον δείκτη SPI



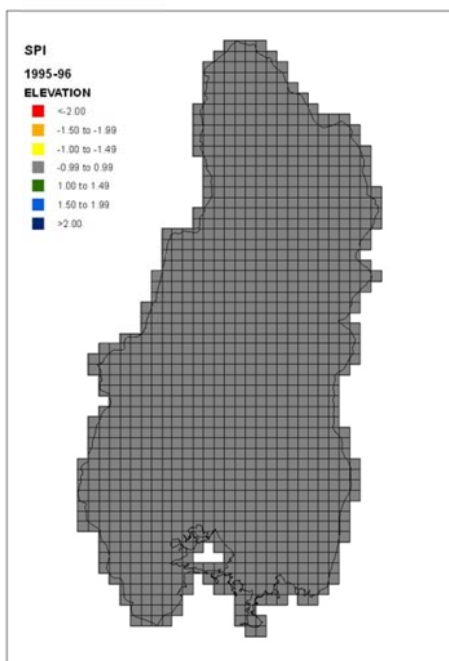
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1993-94 με βάση τον δείκτη RDI



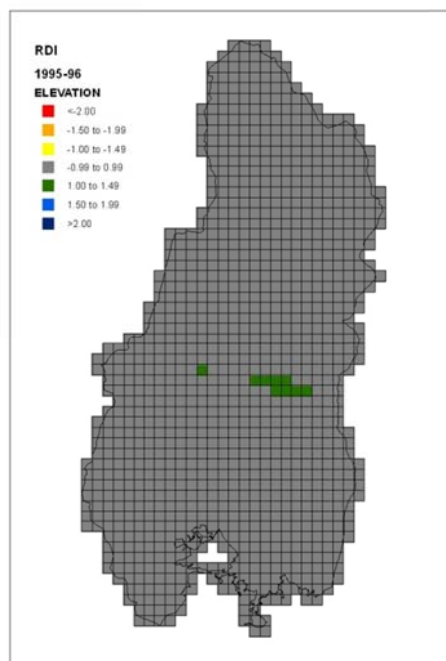
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1994-95 με βάση τον δείκτη SPI



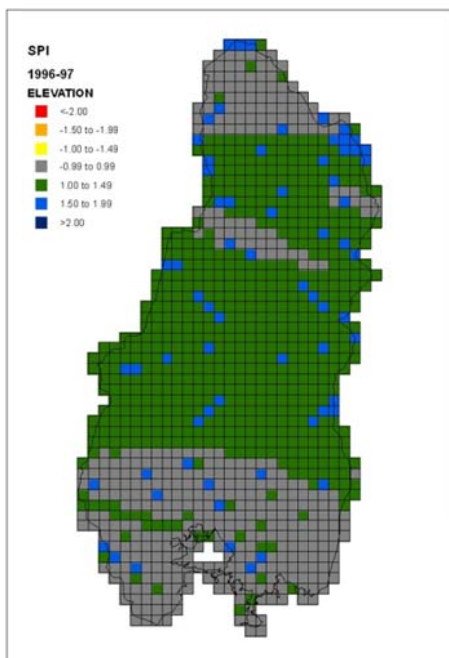
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1994-95 με βάση τον δείκτη RDI



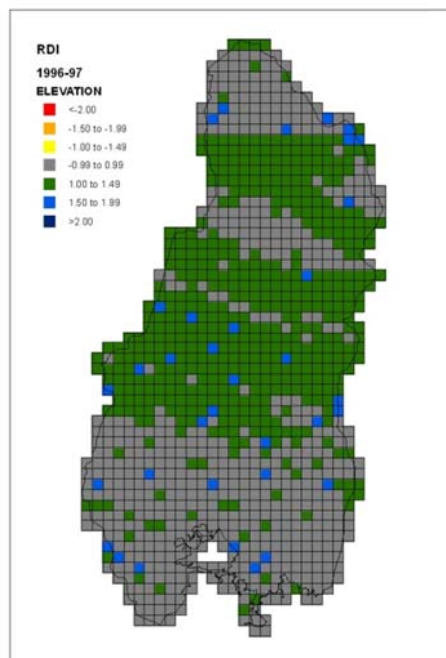
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1995-96 με βάση τον δείκτη SPI



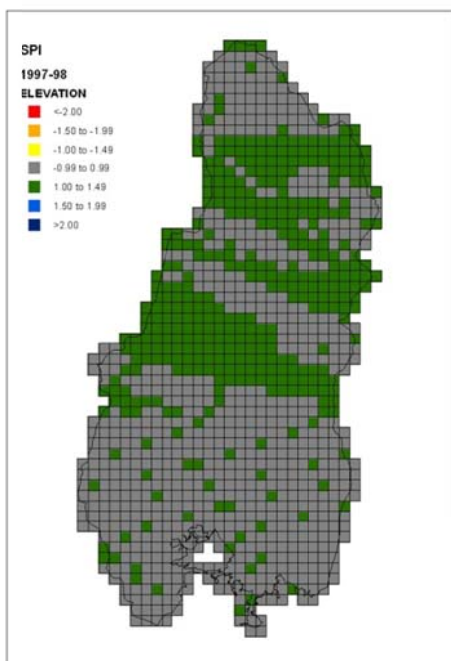
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1995-96 με βάση τον δείκτη RDI



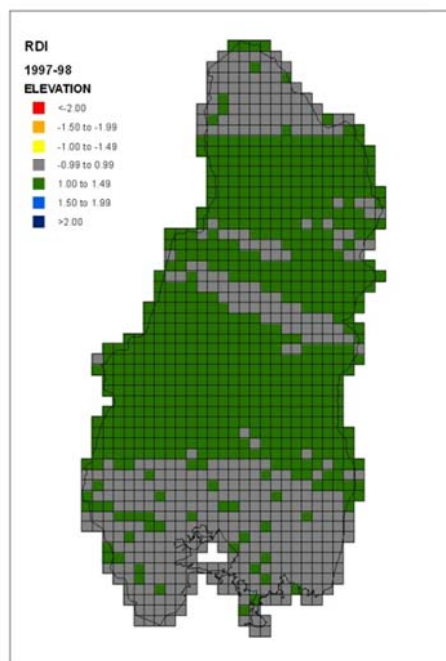
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1996-97 με βάση τον δείκτη SPI



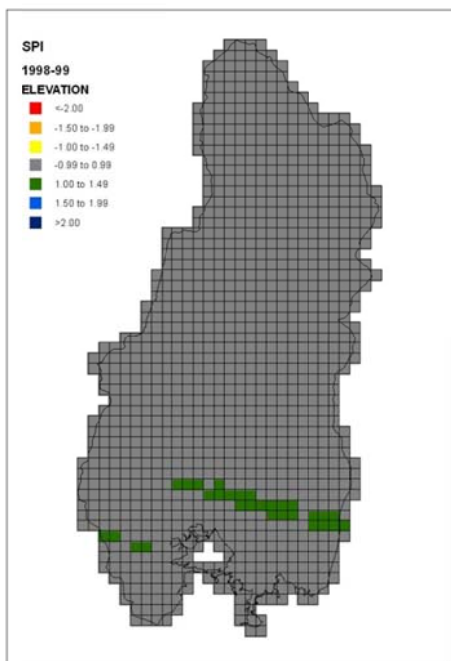
Χάρτης ξηρασίας 1^{ου} τριμήνου έτους 1996-97 με βάση τον δείκτη RDI



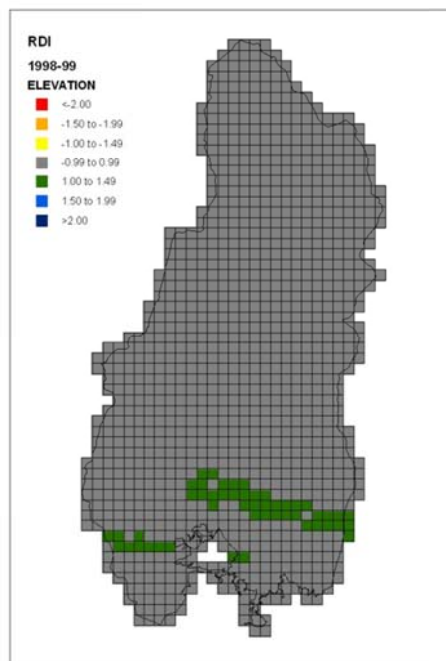
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1997-98 με βάση τον δείκτη SPI



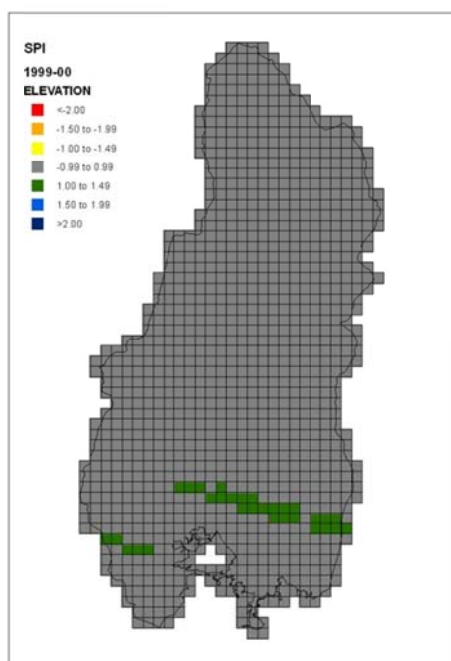
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1997-98 με βάση τον δείκτη RDI



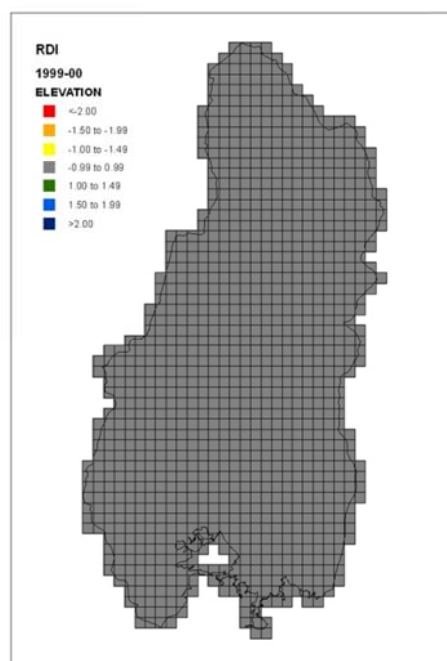
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1994-95 με βάση τον δείκτη SPI



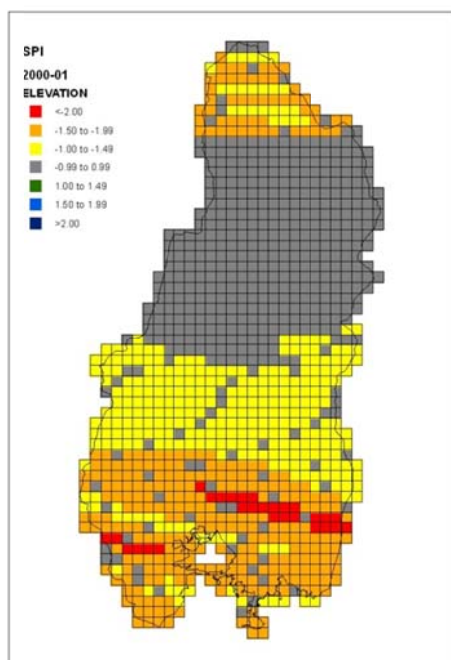
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1994-95 με βάση τον δείκτη RDI



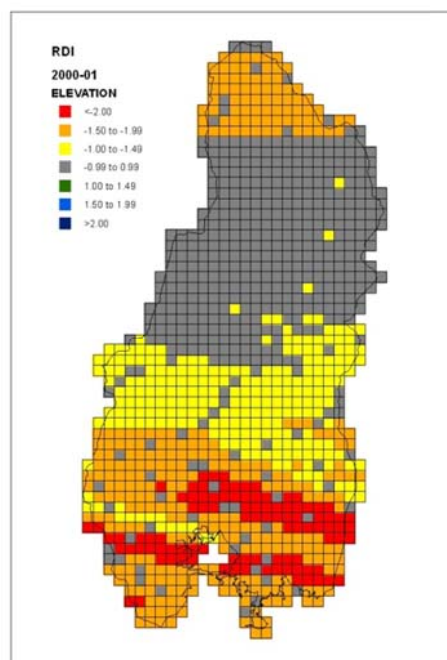
Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1999-00 με βάση τον δείκτη SPI



Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 1999-00 με βάση τον δείκτη RDI



Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 2000-01 με βάση τον δείκτη SPI



Χάρτης ξηρασίας 1^ο τριμήνου έτους 2000-01 με βάση τον δείκτη RDI



Παράρτημα ΙΙΙ

Βροχόπτωση

Πίνακας 1:Μηνιαία ύψη βροχής (mm), βροχομετρικός σταθμός Νικολίτσι. (Πηγή: ΥΠ.ΔΕ)

Υδρο.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1950-51	265.5	445.7	570						27		5.8	82.3	1396.3
1951-52	311.9	211.4	194.1	168	216.2	243.6	24.1	51.8	16.3	0	7.8	109.5	1554.7
1952-53	190.7	293.7	475.4	437.4	298.4	58.4	43.8	29.8	0	58.1	20.7	46	1952.4
1953-54	68.9	1146.5	157.4	381.1	187.6	5.5	157	186.3	138.5	2.8	3.9	101.7	2537.2
1954-55	264.4	432.4	188.7	361.5	384.6	153	146.4	77	29.8	0	7.7	16.8	2062.3
1955-56	353.8	242.9	134.9	420.7	210.1	168.1	78.1	8.6	17.4	6.6	105.2	201.5	1947.9
1956-57	244.7	419.4	301.6	255.5	603.4	174.7	61.7	134.2	99.3	0	0	34.4	2328.9
1957-58	262	211	306.6	348.7	97.8	79.7	64	189.3	2.8	23.3	18.1	158.3	1761.6
1958-59	199.5	374.7	485.7	420.2	110.1	444.6	143.2	58	17.3	2.4	0.3	30.3	2286.3
1959-60	234.9	295.5	481.8	479.3	147	155.7	185.5	60.8	81.3	60.6	14	195	2391.4
1960-61	128.6	224.5	623.1	585	204.8	184.7	151.6	103.5	57.1	0	2.5	116.2	2381.6
1961-62	143.7	395.5	242.1	200.8	94.2	49.3	97.1	48.6	19.3	11	8.5	0.1	1310.2
1962-63	341	848.5	443.5	157.8	264.7	411.5	107.5	49.9	43.5	12	3	121.3	2804.2
1963-64	208	114	410.5	513.3	624.2	122.5	80	139.3	63	16	47.5	69.5	2407.8
1964-65	169.5	403.5	404	30.5	141.3	249.5	56	85	141	105.5	52.5	114	1952.3
1965-66	42.5	458.8	410	361.5	359	51.5	344	71	16.5	21	20.5	3	2159.3
1966-67	155.7	552.8	442.5	531.4	142	220	43.5	83	42.2	21.5	22.5	61	2318.1
1967-68	53.3	61.7	467.6	282.5	53	18	151	70	20.8	98.8	0	152.4	1429.1
1968-69	184.7	176.4	379.8	401.8	188.9	113.3	21.7	79.7	86.7	0	61	29.8	1723.8
1969-70	0	187.5	797.5	296.2	448.1	234.6	81.3	42.8	34	63.4	26.7	143.2	2355.3
1970-71	219.7	138.1	192.5	327.3	331.5	185.7	96.3	50.6	54.6	54.6	22.8	94.1	1767.8
1971-72	90.5	2169.8	153.3	326.5	188.1	374	29.5	63.5	12.5	4.5	4	146.2	3562.4
1972-73	389	75	79.5	238	397.1	272.5	199.5	79.5	2	63	93.5	46.5	1935.1
1973-74	196	188.5	447	303.5	360	279.5	95.5	0	16.5	12.5	23	89.2	2011.2
1974-75	397.5	360.5	161	83	295	148	216	121	8	24	22	287.5	2123.5
1975-76	0	243.1	145.9	116	211.2	278	71	148	50	48.2	0	0	1311.4
1976-77	166.6	368.5	397.2	119.1	155.7	151.7	110.6	77.7	70.2	76.8	35.5	26.6	1756.2
1977-78	42	323	264.5	207	81.5	38	43	15	36	0	0	149	1199
1978-79	100	237.4	231.9	288.4	250	130.5	244.3	41.2	43.8	0	0	203.4	1770.9
1979-80	120.5	231.4	253.2	474.3	386	156	328.8	137.2	52.5	14	34	0	2187.9
1980-81	230.5	239.5	409.9	216.0	390.5	111.6	69.0	165.2	46.5	1.0	24.5	152.4	2056.6
1981-82	192.2	61.0	591.0	38.0	127.5	159.0	83.7	76.6	31.2	0.0	9.9	77.0	1447.1
1982-83	213.8	352.0	607.2	59.5	159.5	114.0	24.6	136.2	34.4	19.7	13.6	110.1	1844.6
1983-84	118.6	271.4	352.7	476.3	280.1	91.7	72.5	20.6	0.0	2.0	16.5	93.0	1795.4
1984-85	20.5	181.1	56.7	390.0	157.9	270.4	88.2	28.2	7.8	4.1	0.0	38.8	1243.7
1985-86	58.8	501.2	75.0	359.4	436.3	111.6	102.3	38.2	62.5	3.5	8.1	15.1	1772
1986-87	126.6	62.8	222.9	256.4	214.7	367.7	36.9	106.0	96.5	0.0	15.5	28.4	1534.4
1987-88	300.5	460.0	191.4	137.9	129.6	100.4	59.7	4.2	25.5	7.1	15.7	66.0	1498
1988-89	127.9	302.5	230.5	0.0	118.0	68.5	146.3	98.6	53.6	40.7	9.0	31.9	1227.5
1989-90	239.4	248.4	36.0	7.1	83.2	1.5	129.7	11.5	1.0	12.0	42.6	13.8	826.2
1990-91	188.5	257.6	534.8	32.0	338.1	35.3	82.5	55.0	10.5	31.1	6.3	32.3	1604
1991-92	121.0	155.4	56.2	20.6	20.0	140.8	119.0	56.5	0.0	53.4	37.5	28.5	808.9
1992-93	159.6	221.1	313.0	79.8	66.3	133.4	46.5	221.9	0.0	0.0	0.0	79.4	1321
1993-94	32.5	425.2	311.7	225.8	225.1	0.0	179.4	58.5	24.5	29.7	22.9	30.5	1565.8
1994-95	146.2	292.6	264.5	287.8	147.9	179.4	68.1	10.9	6.2	16.2	90.7	207.7	1718.2
1995-96	0.0	249.5	413.2	71.0	257.5	156.6	74.3	41.5	5.2	6.1	9.2	104.7	1388.8
1996-97	174.2	463.1	462.4	94.6	34.4	78.9	156.5	0.0	32.5	15.0	52.9	0.0	1564.5
1997-98	415.1	191.5	333.6	141.8	260.4	55.5	0.0	79.3	13.1	0.0	0.0	190.0	1680.3
1998-99	67.9	419.5	40.3	146.3	249.3	210.3	118.6	77.3	44.0	64.8	58.2	31.8	1528.3
1999-00	137.5	258.5	489.8	85.5	127.5	74.1	100.1	16.0	2.3	8.3	0.0	42.7	1342.3
2000-01	121.7	207.7	150.4	269.8	45.4	70.9	129.8	2.4	0.0	0.0	14.9	13.2	1026.2
Μ.Τ	171.3	346.1	321.3	250.2	226.0	153.7	107.2	72.1	35.2	22.3	21.8	82.7	1793.7

Πίνακας 2: Μηνιαία ύψη βροχής (mm), βροχομετρικός σταθμός Πεντόλακος. (Πηγή: ΥΠ.ΔΕ)

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1950-51	248.8	563.6	468.5						55.3	9.1	133.9	1479.2	
1951-52	313.3	144.6	184.3	96.1	176.3	171.8	34.4	90.6	113.0	5.5	16.2	113.1	1459.2
1952-53	230.9	603.7	806.8	364.9	343.6	50.3	86.4	45.4	11.3	46.9	39.6	61.3	2691.1
1953-54	228.5	168.0	346.5	478.9	559.4	32.7	175.0	350.8	215.6	47.2	10.0	111.4	2724.0
1954-55	312.5	700.2	731.2	653.1	884.4	458.6	309.8	374.9	231.4	0.0	38.8	22.5	4717.4
1955-56	603.4	961.2	87.1	920.7	696.5	110.7	254.4	14.0	38.0	98.6	142.7	358.2	4285.5
1956-57	242.1	800.3	228.3	272.2	397.1	295.5	153.6	257.0	117.6	0.0	0.0	21.4	2785.1
1957-58	295.6	225.7	416.2	321.4	168.2	118.8	69.0	366.7	30.0	10.0	0.0	88.9	2110.5
1958-59	239.8	472.9	504.3	405.3	135.5	597.0	221.3	102.6	22.0	31.7	0.0	51.0	2783.4
1959-60	372.3	447.9	724.2	135.3	17.6	298.1	286.7	179.0	91.7	110.3	44.8	127.7	2835.6
1960-61	100.5	305.8	731.0	538.7	267.5	148.6	217.3	225.0	77.6	0.0	42.0	179.0	2833.0
1961-62	157.3	539.3	193.1	136.1	93.1	63.9	160.8	89.2	39.2	37.4	25.2	29.3	1563.9
1962-63	489.8	931.8	462.0	45.1	428.4	573.0	67.6	74.5	184.0	8.0	22.7	168.7	3455.6
1963-64	459.7	216.0	524.4	331.8	878.9	192.7	168.5	515.3	161.2	90.0	30.0	56.9	3625.4
1964-65	248.9	496.3	426.9	30.1	289.5	263.2	214.5	262.7	372.4	93.9	55.0	86.1	2839.5
1965-66	39.2	551.6	473.6	356.1	261.3	104.7	445.8	79.6	41.5	0.0	0.0	45.0	2398.4
1966-67	188.5	522.5	484.5	299.0	106.0	310.0	78.0	120.0	100.5	42.5	134.0	78.5	2464.0
1967-68	58.5	124.5	567.0	225.0	54.5	41.0	382.5	249.0	85.0	116.5	101.5	218.0	2223.0
1968-69	165.0	274.4	593.5	274.0	106.5	272.5	26.0	146.0	158.5	7.0	45.0	66.5	2134.9
1969-70	22.4	209.3	832.4	356.9	666.3	276.2	177.8	64.9	46.8	116.2	120.8	110.1	3000.1
1970-71	213.1	138.2	178.1	346.6	149.7	155.9	70.6	67.4	78.7	21.8	6.9	77.8	1504.8
1971-72	95.0	307.9	174.7	368.3	220.4	332.2	55.0	76.6	0.0	26.9	79.2	91.0	1827.2
1972-73	367.8	120.4	72.0	225.0	271.2	181.2	155.8	90.9	8.0	74.5	78.1	63.1	1708.0
1973-74	179.9	196.9	276.6	270.2	289.1	225.7	132.8	1.0	38.7	51.7	15.9	179.9	1858.4
1974-75	369.3	233.2	119.7	101.7	264.9	127.2	379.4	32.4	7.8	12.6	9.0	219.6	1876.8
1975-76	190.8	229.9	106.6	32.8	138.0	168.5	74.2	92.6	38.2	48.4	36.9	2.3	1159.2
1976-77	241.5	368.2	378.8	125.0	103.1	134.9	99.6	98.6	100.1	125.6	12.5	35.3	1823.2
1977-78	50.2	313.0	155.1	190.6	67.6	60.2	53.3	18.9	17.3	0.3	56.1	145.2	1127.8
1978-79	72.7	194.6	199.7	346.8	234.1	141.5	229.8	66.8	40.4	0.0	0.0	173.5	1699.9
1979-80	161.4	269.6	244.2	525.3	308.1	115.0	382.7	154.4	86.9	20.7	62.5	0.0	2330.8
1980-81	234.4	266.1	358.3	206.2	294.0	54.8	82.3	145.2	24.7	7.7	42.6	110.0	1826.3
1981-82	193.4	112.4	616.5	49.2	90.6	171.4	103.4	60.8	37.9	2.5	7.7	64.3	1510.1
1982-83	210.4	284.8	447.3	68.4	168.1	68.0	24.5	79.5	82.9	121.0	60.8	158.8	1774.5
1983-84	86.9	227.5	304.8	379.6	402.4	182.9	98.5	24.8	6.2	5.1	25.6	110.1	1854.4
1984-85	19.0	120.9	109.2	482.3	224.4	158.8	83.3	42.8	10.2	17.5	42.2	18.0	1328.6
1985-86	62.4	364.5	71.2	253.7	404.1	124.5	73.2	261.2	87.9	34.5	6.2	26.4	1769.8
1986-87	100.0	70.9	211.4	196.4	156.1	322.0	42.3	100.0	62.5	92.0	39.6	11.2	1404.4
1987-88	208.8	422.3	201.2	126.7	313.0	138.9	137.6	11.9	23.6	51.7	38.7	64.8	1739.2
1988-89	62.2	305.9	295.3	0.0	112.8	89.8	135.7	75.3	73.3	72.5	21.1	44.3	1288.2
1989-90	268.6	339.7	149.4	14.6	66.2	4.2	118.8	112.7	21.8	1.7	79.1	18.5	1195.3
1990-91	213.4	267.6	499.6	38.0	284.3	80.6	130.4	128.9	15.1	43.8	85.1	18.2	1805.0
1991-92	129.7	175.5	45.5	31.8	16.3	72.5	175.4	62.1	51.3	105.2	10.1	19.0	894.4
1992-93	141.2	210.1	343.7	37.1	54.1	169.6	71.3	185.1	7.3	0.0	24.7	39.1	1283.3
1993-94	55.1	271.2	329.8	234.8	161.8	14.5	162.3	43.7	38.2	83.8	39.6	26.5	1461.5
1994-95	131.7	204.8	314.8	264.3	134.4	178.4	75.0	41.8	0.0	69.9	59.4	145.2	1619.7
1995-96	3.2	289.9	473.4	91.8	294.9	168.4	112.2	56.8	78.7	40.3	56.1	163.1	1828.7
1996-97	191.3	435.5	491.5	79.5	83.7	91.7	142.9	3.8	25.4	13.9	34.2	8.4	1601.8
1997-98	322.9	237.1	385.8	112.5	206.3	68.3	66.0	76.7	110.2	0.0	64.7	172.7	1823.2
1998-99	124.3	330.7	179.0	150.7	336.7	184.5	134.9	64.4	7.4	74.5	27.3	64.9	1679.3
1999-00	112.4	254.0	427.7	90.6	196.1	118.2	72.3	26.8	14.6	59.4	2.7	69.6	1444.4
2000-01	102.6	236.8	157.9	217.0	83.1	74.3	146.3	65.8	12.9	30.3	19.5	90.0	1236.5
Μ.Τ	194.8	334.5	355.0	238.0	253.2	171.2	147.0	119.5	66.9	43.7	39.6	89.4	2033.2

Πίνακας 3: Μηνιαία ύψη βροχής (mm), βροχομετρικός σταθμός Α. Θεόδωρος. (Πηγή: ΥΠ.ΔΕ.)

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1950-51	282.9	35.0	889.3		10.0	12.2	49.9	1279.3		55.3	9.1	133.9	1479.2
1951-52	224.4	46.0	337.6	310.6	831.7	503.6	34.2	55.0	101.9	10.2	18.7	105.2	2579.1
1952-53	112.0	772.0	997.9	599.5	715.8	76.1	38.8	33.9	6.3	16.3	24.6	123.9	3517.1
1953-54	37.7	95.1	498.0	532.0	321.3	0.3	227.6	437.7	156.8	1.8	1.7	113.0	2423.0
1954-55	54.4	432.4	319.2	537.5	320.7	301.2	159.8	101.5	65.5	0.0	11.3	0.0	2303.5
1955-56	376.2	257.3	126.7	330.3	206.9	150.9	60.9	10.2	32.1	42.7	255.9	177.1	2027.2
1956-57	239.0	348.8	151.2	170.2	387.4	157.6	76.6	97.4	57.1	2.0	2.0	17.5	1706.8
1957-58	250.2	148.8	226.8	241.0	107.0	41.2	45.0	139.5	6.0	34.3	31.4	106.8	1378.0
1958-59	160.3	238.9	377.9	206.5	78.1	313.0	152.6	47.2	20.1	6.3	6.5	34.2	1641.6
1959-60	238.0	258.7	514.1	490.8	40.0	129.0	227.5	53.9	31.1	88.9	102.3	131.6	2305.9
1960-61	74.0	169.9	448.2	476.8	154.9	152.9	213.0	105.9	90.0	0.0	8.0	135.3	2028.9
1961-62	160.5	183.3	188.0	191.5	48.5	49.5	140.5	58.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1020.5
1962-63	172.7	516.0	325.9	83.5	189.0	342.9	101.3	52.5	90.5	25.0	0.0	154.7	2054.0
1963-64	208.7	75.8	182.2	212.9	513.1	278.6	169.4	371.3	95.8	48.5	146.7	82.2	2385.2
1964-65	125.9	177.7	117.3	22.0	97.7	207.5	77.2	95.9	232.8	153.1	35.4	69.7	1412.2
1965-66	20.4	320.0	110.7	50.5	61.3	84.5	207.3	33.3	86.2	47.5	37.7	10.5	1069.9
1966-67	178.9	294.4	264.3	141.3	82.2	119.7	82.3	116.8	105.2	33.4	115.5	15.4	1549.4
1967-68	83.4	82.5	148.9	61.4	16.4	40.3	99.8	79.9	57.6	113.2	32.9	82.6	898.9
1968-69	138.9	52.8	166.8	150.5	51.9	37.9	28.5	82.9	57.9	0.0	30.4	45.2	843.7
1969-70	0.0	161.5	268.1	86.8	175.1	81.5	51.5	32.0	53.8	16.5	88.5	121.0	1136.3
1970-71	124.7	141.1	211.0	20.5	141.3	62.4	80.7	31.4	112.5	105.4	27.1	43.0	1101.1
1971-72	156.8	200.9	201.0	219.9	210.4	370.2	47.7	57.8	7.0	45.5	38.8	121.3	1677.3
1972-73	434.5	49.5	50.8	210.7	251.6	126.0	130.8	52.0	9.1	120.2	74.2	60.9	1570.3
1973-74	191.7	192.2	357.8	210.5	257.6	261.2	84.8	9.0	36.4	49.1	13.4	108.1	1771.8
1974-75	415.6	174.5	219.1	107.1	274.4	113.4	176.8	42.2	1.1	0.0	33.0	280.1	1837.3
1975-76	127.8	120.9	181.9	21.6	115.4	179.8	39.7	38.8	43.2	0.3	12.3	0.0	881.7
1976-77	194.2	314.4	347.8	185.6	83.1	151.8	124.5	37.3	239.3	164.2	0.0	40.8	1883.0
1977-78	27.0	458.5	223.1	129.7	189.7	0.5	26.0	12.2	35.0	23.3	21.0	80.8	1226.8
1978-79	66.0	96.0	180.8	457.6	318.6	174.7	307.9	84.8	44.9	0.0	54.6	153.8	1939.7
1979-80	113.1	352.7	169.0	486.5	48.3	87.8	354.8	180.8	60.4	13.0	115.5	8.5	1990.3
1980-81	227.8	298.3	432.5	306.1	373.8	67.4	88.1	260.7	164.6	21.5	58.0	168.2	2467.0
1981-82	412.0	113.8	864.5	96.1	107.7	198.3	168.8	107.3	83.0	7.2	0.0	37.6	2196.3
1982-83	222.8	309.4	513.7	71.4	308.1	168.5	18.1	35.0	121.8	37.1	15.2	154.2	1975.3
1983-84	113.7	209.0	228.7	378.0	169.0	108.4	88.5	33.9	0.3	0.0	45.5	110.8	1485.7
1984-85	3.4	116.1	50.7	295.0	64.4	203.1	54.5	36.6	3.7	0.0	9.5	12.9	849.9
1985-86	64.9	431.4	68.8	310.9	383.3	56.0	37.7	34.6	54.9	5.7	18.8	16.1	1483.2
1986-87	74.2	58.4	165.7	213.6	156.3	311.7	48.6	111.1	71.1	43.0	42.0	32.9	1328.5
1987-88	206.8	387.5	158.1	71.9	254.8	108.1	92.7	8.1	17.7	11.7	11.3	58.5	1387.2
1988-89	83.3	355.4	188.4	0.0	159.5	69.3	161.3	100.0	61.5	60.4	0.0	51.2	1290.3
1989-90	280.5	366.6	112.4	4.0	63.7	2.0	134.2	92.2	9.8	0.0	111.0	30.3	1206.7
1990-91	181.6	253.7	502.3	32.4	226.1	55.2	101.0	126.6	8.3	95.4	46.9	29.0	1658.5
1991-92	133.1	226.8	99.0	12.9	13.6	91.8	217.7	51.9	100.5	153.5	19.4	29.1	1149.3
1992-93	102.9	220.4	258.6	44.6	52.3	175.1	83.2	187.3	2.0	0.0	0.0	59.1	1185.5
1993-94	42.5	363.1	345.0	207.2	142.6	34.5	182.7	60.4	21.9	87.2	46.5	91.9	1625.5
1994-95	118.0	251.8	309.7	240.4	113.1	223.7	73.5	59.2	0.0	74.8	182.2	140.1	1786.5
1995-96	2.3	296.5	475.9	48.1	260.2	188.1	168.4	57.3	19.4	8.1	63.5	143.5	1731.3
1996-97	169.2	415.9	443.0	69.0	115.3	91.0	124.0	0.0	30.7	54.0	53.8	7.4	1573.3
1997-98	350.4	391.5	322.0	172.2	132.5	59.1	54.7	163.3	88.8	0.0	43.4	164.8	1942.7
1998-99	142.0	450.1	198.7	235.5	209.0	244.7	133.5	45.1	15.5	103.6	16.5	28.6	1822.8
1999-00	149.1	322.9	494.9	54.4	188.8	73.1	99.9	30.1	15.1	23.0	23.0	28.5	1502.8
2000-01	119.6	402.7	178.4	171.6	77.6	67.6	176.0	72.9	8.3	46.4	78.7	54.6	1454.4
Μ.Τ	160.6	255.1	298.3	199.6	197.2	143.9	117.5	84.5	56.7	39.3	43.9	76.9	1653.6

Πίνακας 3: Μηνιαία ύψη βροχής (mm), βροχομετρικός σταθμός Ανέζα. (Πηγή: ΥΠ.ΔΕ)

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1950-51	130.3		265.0							0.0	0.0	24.6	419.9
1951-52	209.0	186.2	130.4	56.5	61.0	119.0	9.2	46.0	25.0	1.0	12.0	45.4	900.7
1952-53	74.1	238.5	288.5	208.1	177.6	62.0	1.1	19.0	0.0	49.2	0.0	11.0	1129.1
1953-54	119.1	45.6	76.2	204.9	90.7	0.0	92.4	61.5	108.0	1.0	0.0	63.0	862.4
1954-55	125.1	216.4	100.8	208.2	172.9	88.2	73.8	63.2	24.4	0.0	0.0	1.5	1074.5
1955-56	199.4	219.7	34.1	117.3	85.6	83.7	56.0	0.0	15.6	0.0	23.5	97.8	932.7
1956-57	136.7	294.6	11.2	205.2	154.3	100.6	34.4	44.1	18.0	5.4	0.5	23.0	1028.0
1957-58	267.4	140.5	144.6	157.4	21.2	37.3	5.4	62.7	0.6	3.0	4.7	95.1	939.9
1958-59	83.4	233.4	239.6	178.4	52.1	312.0	90.7	47.3	5.9	23.2	0.0	134.2	1400.2
1959-60	170.4	242.8	195.6	218.5	8.0	39.4	89.9	43.0	56.1	21.4	12.1	116.5	1213.7
1960-61	78.4	208.7	314.7	227.4	108.1	63.0	66.4	60.0	2.0	0.0	0.0	99.8	1228.5
1961-62	64.7	260.1	148.5	132.4	64.6	20.2	65.4	23.2	1.3	0.0	14.6	0.0	795.0
1962-63	262.0	357.2	155.5	75.7	119.4	188.0	50.2	17.1	5.7	0.0	0.0	77.5	1308.3
1963-64	122.2	42.0	149.9	206.8	299.7	66.6	36.1	92.3	34.2	0.0	44.5	28.1	1122.4
1964-65	109.7	164.4	168.4	10.0	65.3	90.3	22.6	41.5	14.8	0.0	33.0	10.6	730.6
1965-66	35.5	363.6	188.8	108.1	141.4	14.1	114.3	17.3	1.7	21.6	12.8	0.0	1019.2
1966-67	152.8	331.4	243.5	120.2	71.8	98.2	15.2	50.1	14.9	3.0	17.8	15.5	1134.4
1967-68	13.1	39.4	213.6	118.9	19.4	12.9	61.9	37.2	37.2	23.2	0.0	114.5	691.3
1968-69	95.6	76.4	248.8	247.8	120.4	54.7	7.8	51.8	31.1	0.0	66.1	14.0	1014.5
1969-70	0.0	83.4	423.9	133.5	214.5	137.4	33.2	41.6	16.1	5.5	11.0	106.9	1207.0
1970-71	93.6	114.0	100.3	160.2	175.4	75.2	81.1	28.3	1.3	16.8	0.0	67.6	913.8
1971-72	58.3	198.9	102.2	111.8	220.4	273.5	15.2	65.1	11.4	7.3	3.6	93.9	1161.6
1972-73	177.2	11.8	33.3	84.6	210.3	61.3	58.6	42.4	0.0	9.3	42.7	26.8	758.3
1973-74	233.1	98.1	183.1	192.9	214.6	153.1	85.9	1.6	2.3	1.3	5.2	43.8	1215.0
1974-75	159.2	233.4	62.8	92.5	183.7	75.4	171.7	44.8	0.0	0.0	27.1	126.6	1177.2
1975-76	115.5	175.5	63.5	17.8	99.8	84.2	16.3	27.0	0.0	0.0	7.7	5.2	612.5
1976-77	145.7	243.6	154.3	65.4	36.7	81.1	67.0	39.7	20.2	31.1	4.0	27.8	916.6
1977-78	16.8	189.1	94.1	82.6	88.9	23.0	34.5	7.6	4.2	3.1	17.3	91.0	652.2
1978-79	73.3	133.8	145.4	91.9	140.1	66.5	165.5	16.5	0.0	0.0	0.0	121.0	954.0
1979-80	68.0	201.2	128.9	195.2	202.8	61.1	141.8	86.9	19.3	12.1	17.6	0.0	1134.9
1980-81	175.4	214.0	214.0	137.3	148.8	31.7	89.2	56.0	0.0	0.0	0.0	36.2	1102.6
1981-82	146.0	110.8	224.4	19.6	93.6	120.4	124.1	28.3	24.4	0.0	3.7	44.4	939.7
1982-83	171.0	199.5	240.4	30.9	101.5	53.8	12.0	16.0	72.7	13.9	8.1	52.7	972.5
1983-84	42.4	157.9	172.9	181.7	126.2	67.6	102.4	35.2	0.0	0.0	7.5	79.7	973.5
1984-85	22.2	97.0	38.1	253.6	49.0	59.9	39.9	8.5	0.0	0.0	14.4	11.4	594.0
1985-86	59.6	267.8	30.3	171.7	199.3	54.3	30.0	27.2	30.4	19.6	8.3	17.4	915.9
1986-87	77.2	68.4	129.1	153.5	156.4	160.2	54.6	93.5	29.1	2.9	0.0	0.0	924.9
1987-88	135.4	278.6	113.0	82.6	128.5	114.4	54.3	2.3	4.3	0.0	8.3	14.2	935.9
1988-89	131.4	173.0	129.4	0.0	31.3	38.4	115.1	102.1	34.1	32.2	14.2	59.5	860.7
1989-90	144.2	107.2	52.1	3.4	46.5	1.5	102.9	39.1	5.6	0.0	12.0	4.0	518.5
1990-91	89.8	130.5	418.5	37.0	166.2	38.7	109.1	109.6	0.0	23.4	0.0	17.1	1139.9
1991-92	14.2	158.9	66.7	35.6	0.0	87.3	113.2	37.6	30.0	45.4	0.0	16.4	605.3
1992-93	64.7	132.8	199.3	37.2	62.4	135.0	46.8	61.4	7.4	0.0	0.0	61.7	808.7
1993-94	17.1	291.8	143.5	180.8	203.0	7.7	92.9	75.1	6.1	15.7	24.2	38.9	1096.8
1994-95	224.2	239.8	233.3	176.4	81.5	138.3	28.0	44.1	0.0	20.3	47.7	138.7	1372.3
1995-96	0.0	203.2	202.2	71.1	197.3	103.0	45.3	11.3	0.0	0.0	8.1	73.1	914.6
1996-97	173.7	228.0	235.9	41.5	39.9	67.1	110.7	5.3	10.3	4.9	3.4	13.9	934.6
1997-98	140.1	137.2	225.6	65.4	107.8	36.7	36.8	77.6	17.3	0.0	28.1	87.9	960.5
1998-99	63.5	179.5	134.3	91.5	132.6	107.7	95.6	22.5	13.0	53.0	22.9	19.0	935.1
1999-00	55.4	172.3	242.7	44.0	113.4	55.6	35.1	33.1	22.3	12.0	8.3	16.4	810.7
2000-01	62.5	127.6	93.0	117.2	45.6	44.8	120.9	40.5	12.9	25.6	14.1	20.1	724.8
Μ.Τ	109.8	180.4	163.7	119.2	117.0	81.3	66.5	42.1	15.8	10.0	12.0	49.1	954.2

Πίνακας 4:Μηνιαία ύψη βροχής (mm), βροχομετρικός σταθμός Λούρος. Φ. (Πηγή: ΥΠ.ΔΕ)

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1950-51	243.4	297.5	245.2								0.0	44.8	830.9
1951-52	188.5	147.5	139.6	139.4	147.0	94.5	46.0	36.3	0.0	4.5	15.0	90.0	1048.3
1952-53	256.7	396.0	321.9	215.1	232.3	53.0	0.0	3.2	0.0	68.2	5.0	15.1	1566.5
1953-54	42.4	76.5	127.2	254.6	108.2	3.0	112.1	137.3	127.0	0.0	0.0	34.2	1022.5
1954-55	141.7	294.0	144.6	288.9	229.2	81.5	117.0	88.0	11.5	0.0	0.0	2.0	1398.4
1955-56	278.9	179.0	78.2	283.9	124.4	120.0	58.8	3.7	6.7	6.5	79.3	162.3	1381.7
1956-57	176.2	333.9	187.4	204.0	423.9	187.7	62.9	48.0	27.3	0.0	0.3	24.0	1675.6
1957-58	223.3	112.3	209.9	206.7	71.7	41.9	28.6	51.0	0.0	21.1	3.3	150.5	1120.3
1958-59	109.9	213.5	298.9	249.7	81.3	285.3	99.0	31.5	7.5	0.0	0.0	43.3	1419.9
1959-60	176.5	298.9	291.0	323.5	17.0	96.2	129.5	73.8	32.5	39.5	31.0	131.3	1640.7
1960-61	46.2	113.5	298.0	348.5	118.9	141.0	65.2	98.8	0.0	0.0	0.0	131.5	1361.6
1961-62	120.0	134.5	19.0	150.7	107.4	21.0	67.5	39.5	12.0	0.0	0.0	0.0	671.6
1962-63	204.9	376.7	159.0	87.0	57.0	248.5	75.5	19.5	41.0	0.0	22.0	23.8	1314.9
1963-64	152.0	87.5	240.0	64.0	300.0	84.5	68.0	82.0	62.6	0.0	50.0	40.5	1231.1
1964-65	80.0	344.5	271.5	21.1	192.3	134.3	35.7	44.0	23.7	7.5	0.0	23.5	1178.1
1965-66	36.5	323.3	361.2	234.0	247.6	27.0	185.5	24.7	21.8	20.5	13.8	0.0	1495.9
1966-67	134.2	347.3	358.9	360.4	83.7	143.2	24.5	91.2	25.5	7.0	21.4	42.4	1639.7
1967-68	47.2	76.7	306.2	195.8	36.3	10.4	56.4	72.0	20.5	34.7	0.0	103.1	959.3
1968-69	114.9	122.2	152.0	246.0	142.8	68.7	5.0	76.8	47.2	0.0	93.5	35.9	1105.0
1969-70	0.0	124.4	489.9	1243.0	199.1	117.2	37.5	38.6	6.8	39.5	26.2	188.0	2510.2
1970-71	164.3	107.5	112.5	147.5	157.0	101.8	78.7	36.0	13.0	2.0	0.0	100.3	1020.6
1971-72	82.6	247.5	175.4	214.6	234.2	401.8	72.6	58.5	0.0	6.0	20.1	195.5	1708.8
1972-73	321.9	75.1	54.0	162.6	229.0	169.6	115.5	129.2	0.0	17.8	71.8	30.3	1376.8
1973-74	229.1	178.7	269.2	253.3	283.2	197.3	49.2	6.0	6.2	27.1	2.0	100.4	1601.7
1974-75	168.8	310.0	112.4	269.2	22.0	101.4	158.4	47.5	3.5	0.0	25.8	176.6	1395.6
1975-76	163.0	167.3	104.6	67.3	153.6	120.8	24.9	30.6	7.7	6.3	10.2	28.1	884.4
1976-77	179.5	331.9	226.9	96.3	95.7	95.2	979.0	37.4	38.0	35.8	8.0	15.2	2138.9
1977-78	19.1	276.2	153.3	141.1	124.2	40.6	28.5	24.7	34.3	0.0	15.2	137.9	995.1
1978-79	81.6	188.0	217.6	314.2	198.4	67.3	230.6	15.9	30.0	0.0	0.0	116.3	1459.9
1979-80	101.0	225.5	206.0	233.3	247.9	90.7	187.1	100.8	40.6	23.0	56.1	10.7	1522.7
1980-81	215.8	245.8	330.2	183.6	247.1	50.3	42.0	127.3	34.3	0.0	29.0	69.5	1574.9
1981-82	294.2	113.7	350.4	26.4	121.0	160.1	105.1	45.2	9.7	0.0	2.4	30.0	1258.2
1982-83	225.7	244.8	477.2	59.5	111.6	63.6	22.3	22.2	112.5	21.5	3.4	127.5	1491.8
1983-84	131.6	246.7	252.2	297.1	206.2	96.7	103.3	23.8	7.6	0.0	41.0	85.5	1491.7
1984-85	6.4	135.9	84.3	277.2	67.6	205.9	75.0	28.7	0.0	0.3	4.4	15.4	901.1
1985-86	71.8	355.7	45.4	244.3	286.4	73.5	46.5	52.6	27.5	2.1	4.8	13.4	1224.0
1986-87	148.5	86.8	160.0	188.4	172.2	257.3	28.7	103.3	79.0	3.3	8.2	3.4	1239.1
1987-88	318.7	406.4	208.7	87.3	205.9	122.8	33.3	0.0	7.0	0.0	3.8	23.5	1417.4
1988-89	172.0	322.1	157.1	0.0	48.3	39.3	156.5	86.6	48.4	25.0	12.2	36.4	1103.9
1989-90	144.4	136.5	83.4	1.7	71.7	0.7	143.8	18.1	0.0	0.0	31.7	31.2	663.2
1990-91	187.5	157.5	409.3	34.7	202.5	47.2	89.1	55.4	0.0	14.2	2.9	14.4	1214.7
1991-92	46.0	143.2	36.5	22.9	4.9	103.3	116.6	46.5	9.5	24.7	5.9	12.7	572.6
1992-93	68.5	175.7	289.2	26.8	42.4	114.2	43.6	124.7	2.3	0.0	1.9	63.5	952.7
1993-94	14.0	298.6	179.1	147.9	143.5	4.2	135.6	54.0	17.5	20.7	11.7	24.1	1051.0
1994-95	153.2	265.4	271.0	229.4	110.0	166.0	49.6	17.8	1.2	11.3	43.1	92.0	1410.0
1995-96	0.5	239.4	330.3	39.5	236.2	103.1	53.8	30.1	7.6	5.2	10.1	97.2	1152.8
1996-97	181.5	367.5	371.9	67.5	22.5	64.3	127.4	2.0	14.9	6.2	14.7	4.5	1245.1
1997-98	292.9	280.7	301.5	138.4	217.5	13.8	32.9	40.8	6.6	1.5	0.0	100.9	1427.5
1998-99	92.1	378.9	169.1	159.6	177.5	136.9	75.6	31.0	1.6	28.7	3.5	24.3	1278.8
1999-00	94.3	266.0	276.4	57.7	138.0	42.3	44.5	14.9	10.2	15.5	2.1	22.7	984.6
2000-01	108.7	175.0	159.9	184.5	60.2	57.6	142.2	36.7	3.5	1.3	0.0	39.9	969.5
Μ.Τ	142.2	226.5	221.1	189.8	151.2	105.4	97.3	50.2	21.0	11.0	15.8	61.4	1280.4

Πίνακας 5: Μηνιαία ύψη βροχής (mm), βροχομετρικός σταθμός Ν.Κερασούντα. (Πηγή: ΥΠ.ΔΕ)

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1950-51	156.3	258.8	366.4							2.0	0.0	36.0	819.5
1951-52	202.5	140.5	125.1	103.5	130.2	174.8	23.5	47.4	0.0	0.0	11.1	126.8	1085.4
1952-53	294.3	368.7	279.1	278.3	211.8	34.2	3.3	19.8	0.0	49.6	2.0	16.2	1557.3
1953-54	74.9	37.0	101.2	237.0	115.5	0.1	95.9	124.4	131.2	0.0	0.0	64.0	981.2
1954-55	0.0	0.0	0.0	350.5	258.6	93.4	84.4	63.8	14.0	0.0	0.0	0.0	864.7
1955-56	265.2	211.0	63.2	171.7	121.4	99.5	44.7	2.5	0.0	0.4	61.1	93.8	1134.5
1956-57	204.4	227.7	136.3	214.2	338.7	100.7	35.3	76.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1333.4
1957-58	0.0	0.0	152.8	169.4	36.6	13.4	32.9	102.0	0.0	0.0	6.7	91.4	605.2
1958-59	103.8	222.8	233.2	225.5	65.9	225.5	137.0	32.9	16.7	6.5	0.0	37.2	1307.0
1959-60	135.4	260.6	255.0	299.0	9.9	70.6	138.4	45.5	20.5	15.9	4.1	112.0	1366.9
1960-61	132.7	237.8	473.9	320.7	169.9	98.8	130.1	73.6	0.0	3.2	0.0	193.8	1834.5
1961-62	160.7	258.6	265.0	169.1	67.4	33.0	90.3	99.7	4.3	0.0	0.0	0.0	1148.1
1962-63	105.1	195.0	179.9	155.8	167.8	330.9	28.4	0.3	0.0	0.0	0.0	57.9	1221.1
1963-64	84.0	33.0	27.0	64.8	376.5	78.1	61.1	96.1	23.4	3.3	39.1	39.2	925.6
1964-65	164.0	310.7	123.4	12.7	52.2	146.0	78.4	77.8	46.1	3.5	0.0	19.1	1033.9
1965-66	0.0	160.4	181.6	135.7	179.5	47.0	41.4	7.3	38.6	47.2	0.0	0.0	838.7
1966-67	97.8	368.7	378.5	162.8	135.7	109.9	32.8	96.5	10.5	0.0	7.5	0.0	1400.7
1967-68	19.8	60.9	445.4	105.4	0.0	0.0	98.7	240.0	37.3	35.0	18.3	117.8	1178.6
1968-69	169.9	118.0	410.8	270.0	117.8	78.1	5.5	63.0	65.3	0.0	99.1	39.8	1437.3
1969-70	0.0	215.5	309.4	145.6	264.9	218.6	25.8	35.3	13.5	19.6	27.1	114.6	1389.9
1970-71	111.7	148.2	126.0	141.3	223.9	208.5	164.7	50.8	17.1	3.2	42.2	84.3	1321.9
1971-72	202.5	244.6	139.4	207.0	229.9	238.9	81.4	50.6	16.8	0.0	7.4	154.9	1573.4
1972-73	284.7	67.2	65.1	100.8	238.0	206.3	206.0	97.2	0.0	5.5	94.4	28.6	1393.8
1973-74	164.8	287.4	418.1	204.8	180.7	149.1	15.5	0.0	0.0	0.0	19.0	65.7	1505.1
1974-75	377.2	0.8	152.2	48.5	190.9	25.2	140.8	7.2	0.0	0.0	22.5	395.9	1361.2
1975-76	66.7	158.3	35.3	170.1	152.0	317.2	29.6	47.1	21.8	3.2	6.5	16.6	1024.4
1976-77	188.1	192.3	106.0	165.3	89.5	75.3	96.8	138.8	11.3	21.0	9.6	105.3	1199.3
1977-78	27.9	169.1	128.4	126.2	93.1	80.2	24.2	23.3	0.0	11.5	38.7	70.0	792.6
1978-79	155.9	220.9	201.8	374.2	97.2	176.9	300.4	3.7	0.0	0.0	12.2	96.3	1639.5
1979-80	74.6	232.9	55.0	243.5	132.0	38.5	66.8	154.6	40.5	25.0	58.0	2.3	1123.7
1980-81	132.1	259.7	234.1	288.9	206.1	77.5	7.6	140.0	2.6	3.1	10.3	31.6	1393.6
1981-82	210.4	349.5	574.4	25.7	92.4	193.6	108.1	105.5	8.6	0.0	8.7	132.5	1809.4
1982-83	251.5	241.3	217.9	71.7	127.3	16.2	21.1	108.6	149.3	79.0	116.7	140.6	1541.2
1983-84	288.5	497.6	340.5	291.2	325.6	216.9	100.2	28.4	0.0	1.3	32.0	137.2	2259.4
1984-85	7.4	192.4	138.0	435.2	189.2	209.7	48.3	11.4	0.0	0.0	11.8	7.0	1250.4
1985-86	43.4	269.9	33.3	356.5	116.2	33.9	51.7	10.5	10.9	0.0	12.1	6.0	944.4
1986-87	142.5	58.2	120.9	232.0	142.3	256.2	34.8	104.2	0.0	0.0	0.0	9.6	1100.7
1987-88	404.1	716.8	371.7	84.7	231.7	236.6	50.1	14.1	0.0	0.0	8.6	18.6	2137.0
1988-89	217.6	130.7	173.2	0.0	28.0	37.1	224.3	95.3	7.2	37.0	5.7	11.0	967.1
1989-90	154.5	96.4	29.3	0.0	5.7	0.0	50.1	49.9	0.0	0.0	0.0	0.0	385.9
1990-91	147.4	201.1	418.8	11.8	156.1	67.5	101.0	97.7	40.0	46.0	0.0	12.6	1300.0
1991-92	75.1	159.1	20.8	0.0	10.5	76.5	213.4	103.6	2.7	72.4	7.2	15.0	756.3
1992-93	22.0	302.6	291.8	91.5	155.3	190.0	127.8	485.0	0.0	0.0	0.0	40.1	1706.1
1993-94	16.4	361.6	256.7	109.8	171.8	2.5	112.8	26.2	3.6	53.3	51.7	77.6	1244.0
1994-95	234.7	293.4	466.2	216.7	87.2	259.3	88.7	24.2	3.7	39.5	199.4	258.3	2171.3
1995-96	0.0	317.6	361.1	199.3	367.2	207.5	79.4	46.5	6.1	0.0	9.8	101.2	1695.7
1996-97	299.0	318.7	305.9	74.0	6.8	24.1	150.6	11.5	3.5	1.3	3.9	2.1	1201.4
1997-98	317.4	306.8	355.5	152.4	167.7	53.8	5.5	67.7	0.0	0.0	0.0	379.2	1806.0
1998-99	137.6	509.0	532.1	213.9	280.5	91.4	131.0	11.6	0.0	22.2	26.9	72.3	2028.5
1999-00	297.6	451.9	404.9	44.1	169.9	95.6	7.4	11.6	10.9	24.0	0.0	21.2	1539.1
2000-01	74.8	79.6	82.2	298.4	97.4	47.2	59.8	87.3	6.3	0.0	29.9	26.7	889.6
Μ.Τ	147.0	225.9	228.7	171.4	151.6	117.2	81.8	70.4	15.7	12.4	22.0	72.2	1316.7

Πίνακας 6:Μηνιαία ύψη βροχής (mm), βροχομετρικός σταθμός Λ. Ζηρού. (Πηγή: ΥΠ.ΓΕ)

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1969-70	0.0	167.5	704.0	216.0	183.0	173.0	91.0	83.0	6.0	21.0	41.0	106.0	1791.5
1970-71	99.1	173.0	153.0	263.0	197.0	327.0	83.0	48.0	3.0	14.0	32.0	86.0	1478.1
1971-72	109.0	237.0	155.0	160.0	314.0	172.0	149.0	101.0	9.0	39.0	111.0	196.0	1752.0
1972-73	283.0	73.0	71.0	287.0	299.0	263.0	81.0	5.0	33.0	17.0	1.0	47.0	1460.0
1973-74	165.0	228.0	272.0	97.0	249.0	85.0	183.0	77.0	1.0	4.0	29.0	85.0	1475.0
1974-75	237.0	286.0	106.0	43.0	145.0	133.0	29.0	49.0	5.0	19.0	24.0	89.0	1165.0
1975-76	193.0	195.0	128.0	70.0	83.0	62.0	94.0	34.0	43.0	54.0	16.0	8.0	980.0
1976-77	196.0	294.0	278.0	157.0	94.0	21.0	26.0	6.0	8.0	0.0	6.0	70.0	1156.0
1977-78	35.0	200.0	153.0	193.0	220.0	91.0	199.0	42.0	12.0	0.0	0.0	59.0	1204.0
1978-79	90.0	188.0	194.0	383.0	250.0	101.0	287.0	121.0	22.0	11.0	50.0	113.0	1810.0
1979-80	112.0	248.0	197.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	576.0
1980-81	0.0	0.0	0.0	187.0	239.0	45.0	82.0	89.0	13.0	16.0	50.0	0.0	721.0
1981-82	290.0	97.0	446.0	19.0	145.0	154.0	78.0	65.0	29.0	0.0	0.0	47.0	1370.0
1982-83	243.0	315.0	399.0	62.0	124.0	40.0	10.0	53.0	104.0	62.0	0.0	50.0	1462.0
1983-84	146.0	260.0	173.0	319.0	203.0	105.0	69.0	8.0	0.0	0.0	0.0	39.0	1322.0
1984-85	2.0	179.0	97.0	316.0	116.0	198.0	56.0	33.0	15.0	0.0	2.0	107.0	1121.0
1985-86	62.0	478.0	71.0	217.0	315.0	55.0	62.0	72.0	61.0	50.0	12.0	31.0	1486.0
1986-87	121.0	67.0	197.0	225.0	176.0	231.0	30.0	67.0	50.0	8.0	3.0	7.0	1182.0
1987-88	308.0	384.0	283.0	67.0	259.0	102.0	71.0	0.0	12.0	0.0	8.0	0.0	1494.0
1988-89	85.0	328.0	116.0	0.0	110.0	51.0	155.0	89.0	48.0	0.0	28.0	97.0	1107.0
1989-90	195.0	185.0	118.0	10.0	51.0	18.0	124.0	20.0	17.0	0.0	55.0	50.0	843.0
1990-91	203.0	155.0	412.0	22.0	256.0	63.0	107.0	91.0	8.0	0.0	26.0	7.0	1350.0
1991-92	81.0	209.0	62.0	35.0	8.0	102.0	169.0	63.0	71.0	61.0	0.0	16.0	877.0
1992-93	101.0	118.0	211.0	48.0	59.0	141.0	62.0	236.0	0.0	0.0	0.0	19.0	995.0
1993-94	35.0	289.0	207.0	184.0	208.6	19.6	174.5	80.1	7.8	10.4	13.6	50.0	1279.6
1994-95	154.7	337.9	308.6	275.4	171.4	195.3	65.5	36.5	0.0	64.5	98.3	66.5	1774.6
1995-96	2.5	445.0	423.1	79.6	237.8	180.5	53.5	29.6	16.4	0.0	15.6	116.6	1600.2
1996-97	225.9	411.5	329.4	99.4	58.9	60.0	133.1	0.0	55.0	9.4	29.0	91.5	1503.1
1997-98	295.7	293.3	314.2	149.7	154.2	21.2	42.9	84.7	7.5	0.0	18.2	1.9	1383.5
1998-99	98.3	325.6	216.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	5.2	149.1	796.7
1999-00	154.3	175.9	313.8	72.7	180.7	40.9	38.0	35.7	3.9	17.2	1.1	11.6	1045.8
2000-01	88.2	203.9	165.4	129.3	302.8	66.8	160.1	53.5	0.1	22.8	25.4	25.6	1243.9
Μ.Τ	137.8	235.8	227.3	137.1	169.0	103.7	92.6	55.4	20.6	15.7	21.9	58.2	1354.0

Πίνακας 7: Διορθωμένα μηνιαία ύψη Βροχής (mm), $m=0.744$, βροχομετρικός σταθμός Πεντόλακος.

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1950-51	248.8	563.6	468.5							55.3	9.1	133.9	1479.2
1951-52	233.1	107.6	137.1	71.5	131.2	127.8	25.6	67.4	84.1	4.1	12.1	84.1	1085.6
1952-53	171.8	449.2	600.3	271.5	255.6	37.4	64.3	33.8	8.4	34.9	29.5	45.6	2002.2
1953-54	170.0	125.0	257.8	356.3	416.2	24.3	130.2	261.0	160.4	35.1	7.4	82.9	2026.7
1954-55	232.5	520.9	544.0	485.9	658.0	341.2	230.5	278.9	172.2	0.0	28.9	16.7	3509.7
1955-56	448.9	715.1	64.8	685.0	518.2	82.4	189.3	10.4	28.3	73.4	106.2	266.5	3188.4
1956-57	180.1	595.4	169.9	202.5	295.4	219.9	114.3	191.2	87.5	0.0	0.0	15.9	2072.1
1957-58	219.9	167.9	309.7	239.1	125.1	88.4	51.3	272.8	22.3	7.4	0.0	66.1	1570.2
1958-59	178.4	351.8	375.2	301.5	100.8	444.2	164.6	76.3	16.4	23.6	0.0	37.9	2070.8
1959-60	277.0	333.2	538.8	100.7	13.1	221.8	213.3	133.2	68.2	82.1	33.3	95.0	2109.7
1960-61	74.8	227.5	543.9	400.8	199.0	110.6	161.7	167.4	57.7	0.0	31.2	133.2	2107.8
1961-62	117.0	401.2	143.7	101.3	69.3	47.5	119.6	66.4	29.2	27.8	18.7	21.8	1163.5
1962-63	364.4	693.3	343.7	33.6	318.7	426.3	50.3	55.4	136.9	6.0	16.9	125.5	2571.0
1963-64	342.0	160.7	390.2	246.9	653.9	143.4	125.4	383.4	119.9	67.0	22.3	42.3	2697.3
1964-65	248.9	496.3	426.9	30.1	289.5	263.2	214.5	262.7	372.4	93.9	55.0	86.1	2839.5
1965-66	39.2	551.6	473.6	356.1	261.3	104.7	445.8	79.6	41.5	0.0	0.0	45.0	2398.4
1966-67	188.5	522.5	484.5	299.0	106.0	310.0	78.0	120.0	100.5	42.5	134.0	78.5	2464.0
1967-68	58.5	124.5	567.0	225.0	54.5	41.0	382.5	249.0	85.0	116.5	101.5	218.0	2223.0
1968-69	165.0	274.4	593.5	274.0	106.5	272.5	26.0	146.0	158.5	7.0	45.0	66.5	2134.9
1969-70	22.4	209.3	832.4	356.9	666.3	276.2	177.8	64.9	46.8	116.2	120.8	110.1	3000.1
1970-71	213.1	138.2	178.1	346.6	149.7	155.9	70.6	67.4	78.7	21.8	6.9	77.8	1504.8
1971-72	95.0	307.9	174.7	368.3	220.4	332.2	55.0	76.6	0.0	26.9	79.2	91.0	1827.2
1972-73	367.8	120.4	72.0	225.0	271.2	181.2	155.8	90.9	8.0	74.5	78.1	63.1	1708.0
1973-74	179.9	196.9	276.6	270.2	289.1	225.7	132.8	1.0	38.7	51.7	15.9	179.9	1858.4
1974-75	369.3	233.2	119.7	101.7	264.9	127.2	379.4	32.4	7.8	12.6	9.0	219.6	1876.8
1975-76	190.8	229.9	106.6	32.8	138.0	168.5	74.2	92.6	38.2	48.4	36.9	2.3	1159.2
1976-77	241.5	368.2	378.8	125.0	103.1	134.9	99.6	98.6	100.1	125.6	12.5	35.3	1823.2
1977-78	50.2	313.0	155.1	190.6	67.6	60.2	53.3	18.9	17.3	0.3	56.1	145.2	1127.8
1978-79	72.7	194.6	199.7	346.8	234.1	141.5	229.8	66.8	40.4	0.0	0.0	173.5	1699.9
1979-80	161.4	269.6	244.2	525.3	308.1	115.0	382.7	154.4	86.9	20.7	62.5	0.0	2330.8
1980-81	234.4	266.1	358.3	206.2	294.0	54.8	82.3	145.2	24.7	7.7	42.6	110.0	1826.3
1981-82	193.4	112.4	616.5	49.2	90.6	171.4	103.4	60.8	37.9	2.5	7.7	64.3	1510.1
1982-83	210.4	284.8	447.3	68.4	168.1	68.0	24.5	79.5	82.9	121.0	60.8	158.8	1774.5
1983-84	86.9	227.5	304.8	379.6	402.4	182.9	98.5	24.8	6.2	5.1	25.6	110.1	1854.4
1984-85	19.0	120.9	109.2	482.3	224.4	158.8	83.3	42.8	10.2	17.5	42.2	18.0	1328.6
1985-86	62.4	364.5	71.2	253.7	404.1	124.5	73.2	261.2	87.9	34.5	6.2	26.4	1769.8
1986-87	100.0	70.9	211.4	196.4	156.1	322.0	42.3	100.0	62.5	92.0	39.6	11.2	1404.4
1987-88	208.8	422.3	201.2	126.7	313.0	138.9	137.6	11.9	23.6	51.7	38.7	64.8	1739.2
1988-89	62.2	305.9	295.3	0.0	112.8	89.8	135.7	75.3	73.3	72.5	21.1	44.3	1288.2
1989-90	268.6	339.7	149.4	14.6	66.2	4.2	118.8	112.7	21.8	1.7	79.1	18.5	1195.3
1990-91	213.4	267.6	499.6	38.0	284.3	80.6	130.4	128.9	15.1	43.8	85.1	18.2	1805.0
1991-92	129.7	175.5	45.5	31.8	16.3	72.5	175.4	62.1	51.3	105.2	10.1	19.0	894.4
1992-93	141.2	210.1	343.7	37.1	54.1	169.6	71.3	185.1	7.3	0.0	24.7	39.1	1283.3
1993-94	55.1	271.2	329.8	234.8	161.8	14.5	162.3	43.7	38.2	83.8	39.6	26.5	1461.5
1994-95	131.7	204.8	314.8	264.3	134.4	178.4	75.0	41.8	0.0	69.9	59.4	145.2	1619.7
1995-96	3.2	289.9	473.4	91.8	294.9	168.4	112.2	56.8	78.7	40.3	56.1	163.1	1828.7
1996-97	191.3	435.5	491.5	79.5	83.7	91.7	142.9	3.8	25.4	13.9	34.2	8.4	1601.8
1997-98	322.9	237.1	385.8	112.5	206.3	68.3	66.0	76.7	110.2	0.0	64.7	172.7	1823.2
1998-99	124.3	330.7	179.0	150.7	336.7	184.5	134.9	64.4	7.4	74.5	27.3	64.9	1679.3
1999-00	112.4	254.0	427.7	90.6	196.1	118.2	72.3	26.8	14.6	59.4	2.7	69.6	1444.4
2000-01	102.6	236.8	157.9	217.0	83.1	74.3	146.3	65.8	12.9	30.3	19.5	90.0	1236.5
Μ.Τ	174.4	301.8	325.2	213.9	227.4	155.2	135.7	105.8	60.1	41.2	37.6	82.4	1843.1

Πίνακας 8: Διορθωμένα μηνιαία ύψη Βροχής (mm), $m=1.436$, βροχομετρικός σταθμός Α. Θεόδωρος.

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1950-51	282.9	35.0	889.3		10.0	12.2	49.9	1279.3		55.3	9.1	133.9	1479.2
1951-52	322.2	66.1	484.8	446.0	1194.3	723.2	49.1	79.0	146.3	14.6	26.9	151.1	3703.6
1952-53	160.8	1108.6	1433.0	860.9	1027.9	109.3	55.7	48.7	9.0	23.4	35.3	177.9	5050.6
1953-54	54.1	136.6	715.1	764.0	461.4	0.4	326.8	628.5	225.2	2.6	2.4	162.3	3479.4
1954-55	78.1	620.9	458.4	771.9	460.5	432.5	229.5	145.8	94.1	0.0	16.2	0.0	3307.8
1955-56	540.2	369.5	181.9	474.3	297.1	216.7	87.5	14.6	46.1	61.4	367.4	254.3	2911.0
1956-57	343.2	500.9	217.1	244.4	556.3	226.3	110.0	139.9	82.0	2.9	2.9	25.1	2451.0
1957-58	359.3	213.7	325.7	346.1	153.7	59.2	64.6	200.3	8.6	49.3	45.1	153.4	1978.8
1958-59	230.2	343.1	542.7	296.5	112.2	449.5	219.1	67.8	28.9	9.0	9.3	49.1	2357.3
1959-60	341.8	371.5	738.2	704.8	57.4	185.2	326.7	77.4	44.7	127.7	146.9	189.0	3311.3
1960-61	106.3	244.0	643.6	684.7	222.4	219.6	305.9	152.1	129.2	0.0	11.5	194.3	2913.5
1961-62	230.5	263.2	270.0	275.0	69.6	71.1	201.8	84.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1465.4
1962-63	248.0	741.0	468.0	119.9	271.4	492.4	145.5	75.4	130.0	35.9	0.0	222.1	2949.5
1963-64	299.7	108.8	261.6	305.7	736.8	400.1	243.3	533.2	137.6	69.6	210.7	118.0	3425.1
1964-65	180.8	255.2	168.4	31.6	140.3	298.0	110.9	137.7	334.3	219.9	50.8	100.1	2027.9
1965-66	29.3	459.5	159.0	72.5	88.0	121.3	297.7	47.8	123.8	68.2	54.1	15.1	1536.4
1966-67	256.9	422.8	379.5	202.9	118.0	171.9	118.2	167.7	151.1	48.0	165.9	22.1	2224.9
1967-68	119.8	118.5	213.8	88.2	23.6	57.9	143.3	114.7	82.7	162.6	47.2	118.6	1290.8
1968-69	199.5	75.8	239.5	216.1	74.5	54.4	40.9	119.0	83.1	0.0	43.7	64.9	1211.6
1969-70	0.0	231.9	385.0	124.6	251.4	117.0	74.0	46.0	77.3	23.7	127.1	173.8	1631.7
1970-71	179.1	202.6	303.0	29.4	202.9	89.6	115.9	45.1	161.6	151.4	38.9	61.7	1581.2
1971-72	225.2	288.5	288.6	315.8	302.1	531.6	68.5	83.0	10.1	65.3	55.7	174.2	2408.6
1972-73	623.9	71.1	72.9	302.6	361.3	180.9	187.8	74.7	13.1	172.6	106.6	87.5	2255.0
1973-74	275.3	276.0	513.8	302.3	369.9	375.1	121.8	12.9	52.3	70.5	19.2	155.2	2544.3
1974-75	596.8	250.6	314.6	153.8	394.0	162.8	253.9	60.6	1.6	0.0	47.4	402.2	2638.4
1975-76	183.5	173.6	261.2	31.0	165.7	258.2	57.0	55.7	62.0	0.4	17.7	0.0	1266.1
1976-77	278.9	451.5	499.4	266.6	119.3	218.0	178.8	53.6	343.6	235.8	0.0	58.6	2704.0
1977-78	38.8	658.4	320.4	186.2	272.4	0.7	37.3	17.5	50.3	33.5	30.2	116.0	1761.7
1978-79	94.8	137.9	259.6	657.1	457.5	250.9	442.1	121.8	64.5	0.0	78.4	220.9	2785.4
1979-80	162.4	506.5	242.7	698.6	69.4	126.1	509.4	259.6	86.7	18.7	165.9	12.2	2858.1
1980-81	227.8	298.3	432.5	306.1	373.8	67.4	88.1	260.7	164.6	21.5	58.0	168.2	2467.0
1981-82	412.0	113.8	864.5	96.1	107.7	198.3	168.8	107.3	83.0	7.2	0.0	37.6	2196.3
1982-83	222.8	309.4	513.7	71.4	308.1	168.5	18.1	35.0	121.8	37.1	15.2	154.2	1975.3
1983-84	113.7	209.0	228.7	378.0	169.0	108.4	88.5	33.9	0.3	0.0	45.5	110.8	1485.7
1984-85	3.4	116.1	50.7	295.0	64.4	203.1	54.5	36.6	3.7	0.0	9.5	12.9	849.9
1985-86	64.9	431.4	68.8	310.9	383.3	56.0	37.7	34.6	54.9	5.7	18.8	16.1	1483.2
1986-87	74.2	58.4	165.7	213.6	156.3	311.7	48.6	111.1	71.1	43.0	42.0	32.9	1328.5
1987-88	206.8	387.5	158.1	71.9	254.8	108.1	92.7	8.1	17.7	11.7	11.3	58.5	1387.2
1988-89	83.3	355.4	188.4	0.0	159.5	69.3	161.3	100.0	61.5	60.4	0.0	51.2	1290.3
1989-90	280.5	366.6	112.4	4.0	63.7	2.0	134.2	92.2	9.8	0.0	111.0	30.3	1206.7
1990-91	181.6	253.7	502.3	32.4	226.1	55.2	101.0	126.6	8.3	95.4	46.9	29.0	1658.5
1991-92	133.1	226.8	99.0	12.9	13.6	91.8	217.7	51.9	100.5	153.5	19.4	29.1	1149.3
1992-93	102.9	220.4	258.6	44.6	52.3	175.1	83.2	187.3	2.0	0.0	0.0	59.1	1185.5
1993-94	42.5	363.1	345.0	207.2	142.6	34.5	182.7	60.4	21.9	87.2	46.5	91.9	1625.5
1994-95	118.0	251.8	309.7	240.4	113.1	223.7	73.5	59.2	0.0	74.8	182.2	140.1	1786.5
1995-96	2.3	296.5	475.9	48.1	260.2	188.1	168.4	57.3	19.4	8.1	63.5	143.5	1731.3
1996-97	169.2	415.9	443.0	69.0	115.3	91.0	124.0	0.0	30.7	54.0	53.8	7.4	1573.3
1997-98	350.4	391.5	322.0	172.2	132.5	59.1	54.7	163.3	88.8	0.0	43.4	164.8	1942.7
1998-99	142.0	450.1	198.7	235.5	209.0	244.7	133.5	45.1	15.5	103.6	16.5	28.6	1822.8
1999-00	149.1	322.9	494.9	54.4	188.8	73.1	99.9	30.1	15.1	23.0	23.0	28.5	1502.8
2000-01	119.6	402.7	178.4	171.6	77.6	67.6	176.0	72.9	8.3	46.4	78.7	54.6	1454.4
Μ.Τ	200.8	312.6	365.9	260.2	252.1	183.9	148.6	106.8	73.6	49.2	55.3	97.6	2086.5

Πίνακας 9: Διορθωμένα μηνιαία ύψη Βροχής (mm), $m=1.323$, βροχομετρικός σταθμός Ανέζα.

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1950-51	130.3		265.0							0.0	0.0	24.6	419.9
1951-52	276.5	246.3	172.5	74.7	80.7	157.4	12.2	60.9	33.1	1.3	15.9	60.1	1191.6
1952-53	98.0	315.5	381.7	275.3	235.0	82.0	1.5	25.1	0.0	65.1	0.0	14.6	1493.8
1953-54	157.6	60.3	100.8	271.1	120.0	0.0	122.2	81.4	142.9	1.3	0.0	83.3	1141.0
1954-55	165.5	286.3	133.4	275.4	228.7	116.7	97.6	83.6	32.3	0.0	0.0	2.0	1421.6
1955-56	263.8	290.7	45.1	155.2	113.2	110.7	74.1	0.0	20.6	0.0	31.1	129.4	1234.0
1956-57	180.9	389.8	14.8	271.5	204.1	133.1	45.5	58.3	23.8	7.1	0.7	30.4	1360.0
1957-58	353.8	185.9	191.3	208.2	28.0	49.3	7.1	83.0	0.8	4.0	6.2	125.8	1243.5
1958-59	110.3	308.8	317.0	236.0	68.9	412.8	120.0	62.6	7.8	30.7	0.0	177.5	1852.5
1959-60	225.4	321.2	258.8	289.1	10.6	52.1	118.9	56.9	74.2	28.3	16.0	154.1	1605.7
1960-61	103.7	276.1	416.3	300.9	143.0	83.3	87.8	79.4	2.6	0.0	0.0	132.0	1625.3
1961-62	85.6	344.1	196.5	175.2	85.5	26.7	86.5	30.7	1.7	0.0	19.3	0.0	1051.8
1962-63	346.6	472.6	205.7	100.2	158.0	248.7	66.4	22.6	7.5	0.0	0.0	102.5	1730.9
1963-64	161.7	55.6	198.3	273.6	396.5	88.1	47.8	122.1	45.2	0.0	58.9	37.2	1484.9
1964-65	145.1	217.5	222.8	13.2	86.4	119.5	29.9	54.9	19.6	0.0	43.7	14.0	966.6
1965-66	47.0	481.0	249.8	143.0	187.1	18.7	151.2	22.9	2.2	28.6	16.9	0.0	1348.4
1966-67	202.2	438.4	322.2	159.0	95.0	129.9	20.1	66.3	19.7	4.0	23.5	20.5	1500.8
1967-68	17.3	52.1	282.6	157.3	25.7	17.1	81.9	49.2	49.2	30.7	0.0	151.5	914.6
1968-69	126.5	101.1	329.2	327.8	159.3	72.4	10.3	68.5	41.1	0.0	87.5	18.5	1342.2
1969-70	0.0	110.3	560.8	176.6	283.8	181.8	43.9	55.0	21.3	7.3	14.6	141.4	1596.9
1970-71	123.8	150.8	132.7	211.9	232.1	99.5	107.3	37.4	1.7	22.2	0.0	89.4	1209.0
1971-72	77.1	263.1	135.2	147.9	291.6	361.8	20.1	86.1	15.1	9.7	4.8	124.2	1536.8
1972-73	234.4	15.6	44.1	111.9	278.2	81.1	77.5	56.1	0.0	12.3	56.5	35.5	1003.2
1973-74	308.4	129.8	242.2	255.2	283.9	202.6	113.7	2.1	3.0	1.7	6.9	57.9	1607.5
1974-75	210.6	308.8	83.1	122.4	243.0	99.8	227.2	59.3	0.0	0.0	35.9	167.5	1557.4
1975-76	152.8	232.2	84.0	23.5	132.0	111.4	21.6	35.7	0.0	0.0	10.2	6.9	810.3
1976-77	192.8	322.3	204.1	86.5	48.6	107.3	88.6	52.5	26.7	41.1	5.3	36.8	1212.7
1977-78	22.2	250.2	124.5	109.3	117.6	30.4	45.6	10.1	5.6	4.1	22.9	120.4	862.9
1978-79	97.0	177.0	192.4	121.6	185.4	88.0	219.0	21.8	0.0	0.0	0.0	160.1	1262.1
1979-80	90.0	266.2	170.5	258.2	268.3	80.8	187.6	115.0	25.5	16.0	23.3	0.0	1501.5
1980-81	232.1	283.1	283.1	181.6	196.9	41.9	118.0	74.1	0.0	0.0	0.0	47.9	1458.7
1981-82	193.2	146.6	296.9	25.9	123.8	159.3	164.2	37.4	32.3	0.0	4.9	58.7	1243.2
1982-83	226.2	263.9	318.0	40.9	134.3	71.2	15.9	21.2	96.2	18.4	10.7	69.7	1286.6
1983-84	42.4	157.9	172.9	181.7	126.2	67.6	102.4	35.2	0.0	0.0	7.5	79.7	973.5
1984-85	22.2	97.0	38.1	253.6	49.0	59.9	39.9	8.5	0.0	0.0	14.4	11.4	594.0
1985-86	59.6	267.8	30.3	171.7	199.3	54.3	30.0	27.2	30.4	19.6	8.3	17.4	915.9
1986-87	77.2	68.4	129.1	153.5	156.4	160.2	54.6	93.5	29.1	2.9	0.0	0.0	924.9
1987-88	135.4	278.6	113.0	82.6	128.5	114.4	54.3	2.3	4.3	0.0	8.3	14.2	935.9
1988-89	131.4	173.0	129.4	0.0	31.3	38.4	115.1	102.1	34.1	32.2	14.2	59.5	860.7
1989-90	144.2	107.2	52.1	3.4	46.5	1.5	102.9	39.1	5.6	0.0	12.0	4.0	518.5
1990-91	89.8	130.5	418.5	37.0	166.2	38.7	109.1	109.6	0.0	23.4	0.0	17.1	1139.9
1991-92	14.2	158.9	66.7	35.6	0.0	87.3	113.2	37.6	30.0	45.4	0.0	16.4	605.3
1992-93	64.7	132.8	199.3	37.2	62.4	135.0	46.8	61.4	7.4	0.0	0.0	61.7	808.7
1993-94	17.1	291.8	143.5	180.8	203.0	7.7	92.9	75.1	6.1	15.7	24.2	38.9	1096.8
1994-95	224.2	239.8	233.3	176.4	81.5	138.3	28.0	44.1	0.0	20.3	47.7	138.7	1372.3
1995-96	0.0	203.2	202.2	71.1	197.3	103.0	45.3	11.3	0.0	0.0	8.1	73.1	914.6
1996-97	173.7	228.0	235.9	41.5	39.9	67.1	110.7	5.3	10.3	4.9	3.4	13.9	934.6
1997-98	140.1	137.2	225.6	65.4	107.8	36.7	36.8	77.6	17.3	0.0	28.1	87.9	960.5
1998-99	63.5	179.5	134.3	91.5	132.6	107.7	95.6	22.5	13.0	53.0	22.9	19.0	935.1
1999-00	55.4	172.3	242.7	44.0	113.4	55.6	35.1	33.1	22.3	12.0	8.3	16.4	810.7
2000-01	62.5	127.6	93.0	117.2	45.6	44.8	120.9	40.5	12.9	25.6	14.1	20.1	724.8
Μ.Τ	134.8	218.3	196.8	146.5	142.6	99.1	79.3	50.4	19.5	11.5	14.4	60.5	1158.9

Πίνακας 10: Διορθωμένα μηνιαία ύψη Βροχής (mm), m=1.276, βροχομετρικός σταθμός Λούρος.Φ.

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1950-51	243.4	297.5	245.2								0.0	44.8	830.9
1951-52	240.5	188.2	178.1	177.9	187.6	120.6	58.7	46.3	0.0	5.7	19.1	114.8	1337.6
1952-53	327.5	505.3	410.7	274.5	296.4	67.6	0.0	4.1	0.0	87.0	6.4	19.3	1998.9
1953-54	54.1	97.6	162.3	324.9	138.1	3.8	143.0	175.2	162.1	0.0	0.0	43.6	1304.7
1954-55	180.8	375.1	184.5	368.6	292.5	104.0	149.3	112.3	14.7	0.0	0.0	2.6	1784.4
1955-56	355.9	228.4	99.8	362.3	158.7	153.1	75.0	4.7	8.5	8.3	101.2	207.1	1763.0
1956-57	224.8	426.1	239.1	260.3	540.9	239.5	80.3	61.2	34.8	0.0	0.4	30.6	2138.1
1957-58	284.9	143.3	267.8	263.7	91.5	53.5	36.5	65.1	0.0	26.9	4.2	192.0	1429.5
1958-59	140.2	272.4	381.4	318.6	103.7	364.0	126.3	40.2	9.6	0.0	0.0	55.3	1811.8
1959-60	225.2	381.4	371.3	412.8	21.7	122.8	165.2	94.2	41.5	50.4	39.6	167.5	2093.5
1960-61	59.0	144.8	380.2	444.7	151.7	179.9	83.2	126.1	0.0	0.0	0.0	167.8	1737.4
1961-62	153.1	171.6	24.2	192.3	137.0	26.8	86.1	50.4	15.3	0.0	0.0	0.0	857.0
1962-63	261.5	480.7	202.9	111.0	72.7	317.1	96.3	24.9	52.3	0.0	28.1	30.4	1677.8
1963-64	194.0	111.7	306.2	81.7	382.8	107.8	86.8	104.6	79.9	0.0	63.8	51.7	1570.9
1964-65	102.1	439.6	346.4	26.9	245.4	171.4	45.6	56.1	30.2	9.6	0.0	30.0	1503.3
1965-66	46.6	412.5	460.9	298.6	315.9	34.5	236.7	31.5	27.8	26.2	17.6	0.0	1908.8
1966-67	171.2	443.2	458.0	459.9	106.8	182.7	31.3	116.4	32.5	8.9	27.3	54.1	2092.3
1967-68	60.2	97.9	390.7	249.8	46.3	13.3	72.0	91.9	26.2	44.3	0.0	131.6	1224.1
1968-69	146.6	155.9	194.0	313.9	182.2	87.7	6.4	98.0	60.2	0.0	119.3	45.8	1410.0
1969-70	0.0	158.7	625.1	1586.1	254.1	149.5	47.9	49.3	8.7	50.4	33.4	239.9	3203.0
1970-71	209.6	137.2	143.6	188.2	200.3	129.9	100.4	45.9	16.6	2.6	0.0	128.0	1302.3
1971-72	105.4	315.8	223.8	273.8	298.8	512.7	92.6	74.6	0.0	7.7	25.6	249.5	2180.4
1972-73	321.9	75.1	54.0	162.6	229.0	169.6	115.5	129.2	0.0	17.8	71.8	30.3	1376.8
1973-74	229.1	178.7	269.2	253.3	283.2	197.3	49.2	6.0	6.2	27.1	2.0	100.4	1601.7
1974-75	168.8	310.0	112.4	269.2	22.0	101.4	158.4	47.5	3.5	0.0	25.8	176.6	1395.6
1975-76	163.0	167.3	104.6	67.3	153.6	120.8	24.9	30.6	7.7	6.3	10.2	28.1	884.4
1976-77	179.5	331.9	226.9	96.3	95.7	95.2	979.0	37.4	38.0	35.8	8.0	15.2	2138.9
1977-78	19.1	276.2	153.3	141.1	124.2	40.6	28.5	24.7	34.3	0.0	15.2	137.9	995.1
1978-79	81.6	188.0	217.6	314.2	198.4	67.3	230.6	15.9	30.0	0.0	0.0	116.3	1459.9
1979-80	101.0	225.5	206.0	233.3	247.9	90.7	187.1	100.8	40.6	23.0	56.1	10.7	1522.7
1980-81	215.8	245.8	330.2	183.6	247.1	50.3	42.0	127.3	34.3	0.0	29.0	69.5	1574.9
1981-82	294.2	113.7	350.4	26.4	121.0	160.1	105.1	45.2	9.7	0.0	2.4	30.0	1258.2
1982-83	225.7	244.8	477.2	59.5	111.6	63.6	22.3	22.2	112.5	21.5	3.4	127.5	1491.8
1983-84	131.6	246.7	252.2	297.1	206.2	96.7	103.3	23.8	7.6	0.0	41.0	85.5	1491.7
1984-85	6.4	135.9	84.3	277.2	67.6	205.9	75.0	28.7	0.0	0.3	4.4	15.4	901.1
1985-86	71.8	355.7	45.4	244.3	286.4	73.5	46.5	52.6	27.5	2.1	4.8	13.4	1224.0
1986-87	148.5	86.8	160.0	188.4	172.2	257.3	28.7	103.3	79.0	3.3	8.2	3.4	1239.1
1987-88	318.7	406.4	208.7	87.3	205.9	122.8	33.3	0.0	7.0	0.0	3.8	23.5	1417.4
1988-89	172.0	322.1	157.1	0.0	48.3	39.3	156.5	86.6	48.4	25.0	12.2	36.4	1103.9
1989-90	144.4	136.5	83.4	1.7	71.7	0.7	143.8	18.1	0.0	0.0	31.7	31.2	663.2
1990-91	187.5	157.5	409.3	34.7	202.5	47.2	89.1	55.4	0.0	14.2	2.9	14.4	1214.7
1991-92	46.0	143.2	36.5	22.9	4.9	103.3	116.6	46.5	9.5	24.7	5.9	12.7	572.6
1992-93	68.5	175.7	289.2	26.8	42.4	114.2	43.6	124.7	2.3	0.0	1.9	63.5	952.7
1993-94	14.0	298.6	179.1	147.9	143.5	4.2	135.6	54.0	17.5	20.7	11.7	24.1	1051.0
1994-95	153.2	265.4	271.0	229.4	110.0	166.0	49.6	17.8	1.2	11.3	43.1	92.0	1410.0
1995-96	0.5	239.4	330.3	39.5	236.2	103.1	53.8	30.1	7.6	5.2	10.1	97.2	1152.8
1996-97	181.5	367.5	371.9	67.5	22.5	64.3	127.4	2.0	14.9	6.2	14.7	4.5	1245.1
1997-98	292.9	280.7	301.5	138.4	217.5	13.8	32.9	40.8	6.6	1.5	0.0	100.9	1427.5
1998-99	92.1	378.9	169.1	159.6	177.5	136.9	75.6	31.0	1.6	28.7	3.5	24.3	1278.8
1999-00	94.3	266.0	276.4	57.7	138.0	42.3	44.5	14.9	10.2	15.5	2.1	22.7	984.6
2000-01	108.7	175.0	159.9	184.5	60.2	57.6	142.2	36.7	3.5	1.3	0.0	39.9	969.5
Μ.Τ	157.2	250.6	246.7	220.0	169.4	119.0	105.2	56.5	23.6	12.4	17.9	69.7	1434.5

Πίνακας 11: Διορθωμένα μηνιαία ύψη Βροχής (mm), $m=1.684$, βροχομετρικός σταθμός Ν.Κερασούντα.

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1950-51	156.3	258.8	366.4							2.0	0.0	36.0	819.5
1951-52	341.0	236.6	210.7	174.3	219.3	294.4	39.6	79.8	0.0	0.0	18.7	213.5	1827.8
1952-53	495.6	620.9	470.0	468.7	356.7	57.6	5.6	33.3	0.0	83.5	3.4	27.3	2622.5
1953-54	126.1	62.3	170.4	399.1	194.5	0.2	161.5	209.5	220.9	0.0	0.0	107.8	1652.3
1954-55	201.7	461.5	216.6	590.2	435.5	157.3	142.1	107.4	23.6	8.9	1.1	10.6	2356.4
1955-56	446.6	355.3	106.4	289.1	204.4	167.6	75.3	4.2	0.0	0.7	102.9	158.0	1910.5
1956-57	344.2	383.4	229.5	360.7	570.4	169.6	59.4	128.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2245.4
1957-58	0.0	0.0	257.3	285.3	61.6	22.6	55.4	171.8	0.0	0.0	11.3	153.9	1019.2
1958-59	174.8	375.2	392.7	379.7	111.0	379.7	230.7	55.4	28.1	10.9	0.0	62.6	2201.0
1959-60	228.0	438.9	429.4	503.5	16.7	118.9	233.1	76.6	34.5	26.8	6.9	188.6	2301.9
1960-61	223.5	400.5	798.0	540.1	286.1	166.4	219.1	123.9	0.0	5.4	0.0	326.4	3089.3
1961-62	270.6	435.5	446.3	284.8	113.5	55.6	152.1	167.9	7.2	0.0	0.0	0.0	1933.4
1962-63	177.0	328.4	303.0	262.4	282.6	557.2	47.8	0.5	0.0	0.0	0.0	97.5	2056.3
1963-64	141.5	55.6	45.5	109.1	634.0	131.5	102.9	161.8	39.4	5.6	65.8	66.0	1558.7
1964-65	276.2	523.2	207.8	21.4	87.9	245.9	132.0	131.0	77.6	5.9	0.0	32.2	1741.1
1965-66	0.0	270.1	305.8	228.5	302.3	79.1	69.7	12.3	65.0	79.5	0.0	0.0	1412.4
1966-67	164.7	620.9	637.4	274.2	228.5	185.1	55.2	162.5	17.7	0.0	12.6	0.0	2358.7
1967-68	33.3	102.6	750.1	177.5	0.0	0.0	166.2	404.2	62.8	58.9	30.8	198.4	1984.8
1968-69	286.1	198.7	691.8	454.7	198.4	131.5	9.3	106.1	110.0	0.0	166.9	67.0	2420.4
1969-70	0.0	362.9	521.0	245.2	446.1	368.1	43.4	59.4	22.7	33.0	45.6	193.0	2340.6
1970-71	188.1	249.6	212.2	237.9	377.0	351.1	277.4	85.5	28.8	5.4	71.1	142.0	2226.1
1971-72	341.0	411.9	234.7	348.6	387.2	402.3	137.1	85.2	28.3	0.0	12.5	260.9	2649.6
1972-73	479.4	113.2	109.6	169.7	400.8	347.4	346.9	163.7	0.0	9.2	159.0	48.2	2347.1
1973-74	277.5	484.0	704.1	344.9	304.3	251.1	26.1	0.0	0.0	0.0	32.0	110.6	2534.6
1974-75	635.2	1.3	256.3	81.7	321.5	42.4	237.1	12.1	0.0	0.0	37.9	666.7	2292.3
1975-76	112.3	266.6	59.4	286.4	256.0	534.2	49.8	79.3	36.7	5.4	10.9	28.0	1725.1
1976-77	316.8	323.7	178.5	278.4	150.7	126.8	163.0	233.7	19.0	35.4	16.2	177.3	2019.5
1977-78	47.0	284.8	216.2	212.5	156.8	135.1	40.8	39.2	0.0	19.4	65.2	117.9	1334.7
1978-79	262.5	372.0	339.8	630.2	163.7	297.9	505.9	6.2	0.0	0.0	20.5	162.2	2760.9
1979-80	125.6	392.2	92.6	410.1	222.3	64.8	112.5	260.3	68.2	42.1	97.7	3.9	1892.3
1980-81	132.1	259.7	234.1	288.9	206.1	77.5	7.6	140.0	2.6	3.1	10.3	31.6	1393.6
1981-82	210.4	349.5	574.4	25.7	92.4	193.6	108.1	105.5	8.6	0.0	8.7	132.5	1809.4
1982-83	251.5	241.3	217.9	71.7	127.3	16.2	21.1	108.6	149.3	79.0	116.7	140.6	1541.2
1983-84	288.5	497.6	340.5	291.2	325.6	216.9	100.2	28.4	0.0	1.3	32.0	137.2	2259.4
1984-85	7.4	192.4	138.0	435.2	189.2	209.7	48.3	11.4	0.0	0.0	11.8	7.0	1250.4
1985-86	43.4	269.9	33.3	356.5	116.2	33.9	51.7	10.5	10.9	0.0	12.1	6.0	944.4
1986-87	142.5	58.2	120.9	232.0	142.3	256.2	34.8	104.2	0.0	0.0	0.0	9.6	1100.7
1987-88	404.1	716.8	371.7	84.7	231.7	236.6	50.1	14.1	0.0	0.0	8.6	18.6	2137.0
1988-89	217.6	130.7	173.2	0.0	28.0	37.1	224.3	95.3	7.2	37.0	5.7	11.0	967.1
1989-90	154.5	96.4	29.3	0.0	5.7	0.0	50.1	49.9	0.0	0.0	0.0	0.0	385.9
1990-91	147.4	201.1	418.8	11.8	156.1	67.5	101.0	97.7	40.0	46.0	0.0	12.6	1300.0
1991-92	75.1	159.1	20.8	0.0	10.5	76.5	213.4	103.6	2.7	72.4	7.2	15.0	756.3
1992-93	22.0	302.6	291.8	91.5	155.3	190.0	127.8	485.0	0.0	0.0	0.0	40.1	1706.1
1993-94	16.4	361.6	256.7	109.8	171.8	2.5	112.8	26.2	3.6	53.3	51.7	77.6	1244.0
1994-95	234.7	293.4	466.2	216.7	87.2	259.3	88.7	24.2	3.7	39.5	199.4	258.3	2171.3
1995-96	0.0	317.6	361.1	199.3	367.2	207.5	79.4	46.5	6.1	0.0	9.8	101.2	1695.7
1996-97	299.0	318.7	305.9	74.0	6.8	24.1	150.6	11.5	3.5	1.3	3.9	2.1	1201.4
1997-98	317.4	306.8	355.5	152.4	167.7	53.8	5.5	67.7	0.0	0.0	0.0	379.2	1806.0
1998-99	137.6	509.0	532.1	213.9	280.5	91.4	131.0	11.6	0.0	22.2	26.9	72.3	2028.5
1999-00	297.6	451.9	404.9	44.1	169.9	95.6	7.4	11.6	10.9	24.0	0.0	21.2	1539.1
2000-01	74.8	79.6	82.2	298.4	97.4	47.2	59.8	87.3	6.3	0.0	29.9	26.7	889.6
Μ.Τ	202.9	304.0	307.6	244.9	212.5	164.7	113.4	96.0	22.9	16.0	29.9	101.1	1799.2

Πίνακας 12: Διορθωμένα μηνιαία ύψη Βροχής (mm), m=1.270, βροχομετρικός σταθμός Λ.Ζηρού.

Υδρ.Έτος	Οκτ	Νοε	Δεκ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Ετήσιο
1969-70	0.0	212.7	894.1	274.3	232.4	219.7	115.6	105.4	7.6	26.7	52.1	134.6	2275.2
1970-71	125.9	219.7	194.3	334.0	250.2	415.3	105.4	61.0	3.8	17.8	40.6	109.2	1877.2
1971-72	138.4	301.0	196.9	203.2	398.8	218.4	189.2	128.3	11.4	49.5	141.0	248.9	2225.0
1972-73	359.4	92.7	90.2	364.5	379.7	334.0	102.9	6.4	41.9	21.6	1.3	59.7	1854.2
1973-74	209.6	289.6	345.4	123.2	316.2	108.0	232.4	97.8	1.3	5.1	36.8	108.0	1873.3
1974-75	301.0	363.2	134.6	54.6	184.2	168.9	36.8	62.2	6.4	24.1	30.5	113.0	1479.6
1975-76	245.1	247.7	162.6	88.9	105.4	78.7	119.4	43.2	54.6	68.6	20.3	10.2	1244.6
1976-77	248.9	373.4	353.1	199.4	119.4	26.7	33.0	7.6	10.2	0.0	7.6	88.9	1468.1
1977-78	44.5	254.0	194.3	245.1	279.4	115.6	252.7	53.3	15.2	0.0	0.0	74.9	1529.1
1978-79	114.3	238.8	246.4	486.4	317.5	128.3	364.5	153.7	27.9	14.0	63.5	143.5	2298.7
1979-80	142.2	315.0	250.2	268.5	212.5	86.3	204.0	229.6	50.9	30.9	65.9	24.1	1880.0
1980-81	182.5	224.9	299.4	237.5	303.5	57.2	104.1	113.0	16.5	20.3	63.5	79.4	1701.9
1981-82	368.3	123.2	566.4	24.1	184.2	195.6	99.1	82.6	36.8	0.0	0.0	59.7	1739.9
1982-83	308.6	400.1	506.7	78.7	157.5	50.8	12.7	67.3	132.1	78.7	0.0	63.5	1856.7
1983-84	146.0	260.0	173.0	319.0	203.0	105.0	69.0	8.0	0.0	0.0	0.0	39.0	1322.0
1984-85	2.0	179.0	97.0	316.0	116.0	198.0	56.0	33.0	15.0	0.0	2.0	107.0	1121.0
1985-86	62.0	478.0	71.0	217.0	315.0	55.0	62.0	72.0	61.0	50.0	12.0	31.0	1486.0
1986-87	121.0	67.0	197.0	225.0	176.0	231.0	30.0	67.0	50.0	8.0	3.0	7.0	1182.0
1987-88	308.0	384.0	283.0	67.0	259.0	102.0	71.0	0.0	12.0	0.0	8.0	0.0	1494.0
1988-89	85.0	328.0	116.0	0.0	110.0	51.0	155.0	89.0	48.0	0.0	28.0	97.0	1107.0
1989-90	195.0	185.0	118.0	10.0	51.0	18.0	124.0	20.0	17.0	0.0	55.0	50.0	843.0
1990-91	203.0	155.0	412.0	22.0	256.0	63.0	107.0	91.0	8.0	0.0	26.0	7.0	1350.0
1991-92	81.0	209.0	62.0	35.0	8.0	102.0	169.0	63.0	71.0	61.0	0.0	16.0	877.0
1992-93	101.0	118.0	211.0	48.0	59.0	141.0	62.0	236.0	0.0	0.0	0.0	19.0	995.0
1993-94	35.0	289.0	207.0	184.0	208.6	19.6	174.5	80.1	7.8	10.4	13.6	50.0	1279.6
1994-95	154.7	337.9	308.6	275.4	171.4	195.3	65.5	36.5	0.0	64.5	98.3	66.5	1774.6
1995-96	2.5	445.0	423.1	79.6	237.8	180.5	53.5	29.6	16.4	0.0	15.6	116.6	1600.2
1996-97	225.9	411.5	329.4	99.4	58.9	60.0	133.1	0.0	55.0	9.4	29.0	91.5	1503.1
1997-98	295.7	293.3	314.2	149.7	154.2	21.2	42.9	84.7	7.5	0.0	18.2	1.9	1383.5
1998-99	98.3	325.6	216.1	144.1	195.5	120.6	103.7	35.9	10.2	2.4	5.2	149.1	1406.7
1999-00	154.3	175.9	313.8	72.7	180.7	40.9	38.0	35.7	3.9	17.2	1.1	11.6	1045.8
2000-01	88.2	203.9	165.4	129.3	302.8	66.8	160.1	53.5	0.1	22.8	25.4	25.6	1243.9
Μ.Τ	160.9	265.7	264.1	168.0	203.2	124.2	114.0	70.2	25.0	18.8	27.0	68.9	1509.9

Θερμοκρασία

Πίνακας 13: Μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας (C°), Σταθμός Καλόβατος. Πηγή (ΥΠ.Γ.Ε.)

1969-70	16.9	12.9	9.8	11.4	9.3	10.4	15.1	20.1	21.8	22.7	24.8	22.6	16.48
1970-71	15.6	12.8	9.7	10.5	10.2	12.7	16.3	18.6	23	24.1	24.7	20	16.52
1971-72	15.4	13.2	9.2	8.5	9	10	13	18.8	22.8	24.1	24.7	21.5	15.85
1972-73	17.8	12.5	9.8	8.2	10.4	11.4	12.9	17	22	23.8	24.5	23.2	16.13
1973-74	16.2	11.2	6.7	6.8	7.1	11.7	13.7	18.6	21.5	24.3	24	20	15.15
1974-75	18.2	12.7	9.1	7.3	8.6	12.4	15.1	19.8	22.8	24.1	24.6	23.3	16.50
1975-76	18.9	12.4	10.1	9.3	11.8	12.8	15	21	23.6	23.6	23.3	21.5	16.94
1976-77	16.6	14.7	8.1	7.6	9.9	10.7	13	17.2	21.5	23.2	22.7	20	15.43
1977-78	17	10.4	11.3	7.4	10.2	12.1	12.7	18.6	23.1	23.5	23.6	19.2	15.76
1978-79	17.7	12.3	10	7.4	7.8	10.8	12.2	16.5	20.5	22.9	24.2	21.7	15.33
1979-80	17.0	13.7	8.6	5.9	8.4	12.2	14.9	17.1	22.7	23.8	24.0	20.9	15.77
1980-81	17.8	9.8	9.4	8.3	7.4	9.6	13.7	18.0	22.5	24.3	25.1	23.0	15.74
1981-82	16.7	11.3	8.9	7.1	6.5	10.8	14.9	19.2	20.5	24.5	23.5	20.8	15.39
1982-83	15.9	12.2	8.9	8.8	9.3	10.9	13.4	18.7	21.4	23.9	23.0	20.1	15.54
1983-84	18.6	12.6	8.4	7.9	6.5	10.7	14.0	19.1	21.2	25.0	24.9	21.7	15.88
1984-85	15.8	12.9	9.1	7.7	8.6	11.0	14.5	18.5	21.3	23.1	24.8	21.9	15.77
1985-86	16.7	11.7	6.1	7.6	9.4	7.0	13.4	16.0	21.8	26.1	25.3	24.7	15.48
1986-87	17.3	12.7	9.4	9.6	8.4	9.4	14.1	18.9	22.2	27.9	26.3	21.6	16.48
1987-88	16.7	9.1	8.3	6.6	9.7	13.2	16.0	17.0	20.3	24.3	24.8	21.5	15.63
1988-89	15.7	12.2	8.2	6.9	9.9	13.6	13.6	18.4	21.9	25.9	25.0	21.1	16.03
1989-90	18.1	13.9	8.8	7.7	8.4	12.6	12.9	14.9	21.8	23.6	23.7	21.3	15.64
1990-91	18.1	12.9	5.8	6.2	6.0	9.7	13.7	18.0	21.3	23.1	25.3	21.3	15.12
1991-92	19.3	13.1	8.2	7.1	5.7	9.3	13.3	18.1	22.2	23	25.3	20.8	15.45
1992-93	18.7	12.4	10.4	9.6	8.8	11.5	14.2	18.5	21.1	15.1	25.8	20.6	15.56
1993-94	18	12.9	8.2	8.4	10.3	10.8	12.5	18.5	21.6	25.1	24.3	23.5	16.18
1994-95	15.8	10.9	11.4	8.7	8.9	9.1	12.5	17.2	21.6	25.1	25.9	20.5	15.63
1995-96	17.7	15.4	12.5	9.6	9.1	11	10.4	19	23	24.1	23.4	21.1	16.36
1996-97	16.3	14.1	9.4	9.5	10.1	8.6	14.1	18.5	22.3	26.8	26.8	21.7	16.52
1997-98	17.4	12.3	7.6	8.4	7.4	11.4	14.4	20.8	24.4	26.1	25.3	20.3	16.32
1998-99	18.7	13.2	10.8	5.2	8.4	9.7	15.2	19.5	23.4	23.8	25.1	22.2	16.27
1999-00	17.9	15	9.7	9.8	8.7	14	13	19.4	21.2	24.4	25.7	21.3	16.68
2000-01	74.8	79.6	82.2	298.4	97.4	47.2	59.8	87.3	6.3	0.0	29.9	26.7	889.6
Μ.Τ	17.0	12.6	9.1	8.2	8.7	11.0	13.8	18.3	22.0	24.1	24.7	21.5	15.80

Πίνακας 14: Μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας (C°), Σταθμός Θεσπρωτικό. Πηγή (ΥΠ.Γ.Ε.)

1969-70	17.08	12.31	9.19	8.06	8.72	11.06	13.94	18.29	21.78	24.31	24.37	21.03	15.84
1970-71	17.08	12.31	9.19	8.06	8.72	11.06	13.94	18.29	21.78	24.31	24.37	21.03	15.84
1971-72	17.08	12.31	9.19	8.06	8.72	11.06	13.94	18.29	21.78	24.31	24.37	21.03	15.84
1972-73	17.08	12.31	9.19	8.06	8.72	11.06	13.94	18.29	21.78	24.31	24.37	21.03	15.84
1973-74	17.08	12.31	9.19	8.06	8.72	11.06	13.94	18.29	21.78	24.31	24.37	21.03	15.84
1974-75	17.08	12.31	9.19	8.06	8.72	11.06	13.94	18.29	21.78	24.31	24.37	21.03	15.84
1975-76	17.08	12.31	9.19	8.06	8.72	11.06	13.94	18.29	21.78	24.31	24.37	21.03	15.84
1976-77	17.08	12.31	9.19	8.06	8.72	11.06	13.94	18.29	21.78	24.31	24.37	21.03	15.84
1977-78	17.08	12.31	9.19	8.06	8.72	11.06	13.94	18.29	21.78	24.31	24.37	21.03	15.84
1978-79	17.08	12.31	9.19	8.06	8.72	11.06	13.94	18.29	21.78	24.31	24.37	21.03	15.84
1979-80	17.08	12.31	9.19	8.06	8.72	11.06	13.94	18.29	21.78	24.31	24.37	21.03	15.84
1980-81	17.1	13.9	8.9	6.3	8.7	12.4	15.1	17.2	22.6	23.7	23.9	20.8	15.88
1981-82	17.8	10.1	9.7	8.6	7.8	9.9	13.9	18.0	22.4	24.1	24.9	22.8	15.83
1982-83	16.7	11.6	9.3	7.5	6.9	11.1	15.0	19.2	20.4	24.3	23.4	20.7	15.51
1983-84	16.0	12.4	9.3	9.2	9.6	11.2	13.6	18.7	21.4	23.8	22.8	20.1	15.68
1984-85	18.6	12.8	8.7	8.2	6.9	10.9	14.2	19.1	21.2	24.8	24.7	21.6	15.98
1985-86	15.9	13.1	9.4	8.1	9.0	11.3	14.6	18.5	21.3	22.9	24.6	21.8	15.88
1986-87	16.7	11.9	6.5	8.0	9.7	7.4	13.6	16.1	21.7	25.9	25.1	24.5	15.59
1987-88	17.4	12.9	9.7	9.9	8.7	9.7	14.2	18.9	22.1	27.6	26.1	21.5	16.56
1988-89	16.7	9.4	8.6	7.0	10.0	13.4	16.1	17.1	20.3	24.1	24.6	21.5	15.73
1989-90	15.8	12.4	8.5	7.3	10.2	13.8	13.8	18.4	21.8	25.7	24.8	21.0	16.13
1990-91	18.1	14.1	8.8	7.7	8.1	13.0	13.3	15.5	22.5	24.1	24.5	21.7	15.95
1991-92	18.1	12.6	5.3	7.2	7.3	10.3	14.2	17.1	15.5	18.6	19.4	14.8	13.37
1992-93	18.7	13.2	8.0	7.8	7.2	10.5	14.1	18.7	22.7	24.6	26.3	20.9	16.06
1993-94	18.9	11.7	10.2	9.9	9.2	12.3	14.2	18.0	21.3	23.8	24.5	22.4	16.37
1994-95	18.3	12.6	8.6	8.6	11.3	10.9	13.1	17.3	21.8	23.5	19.5	19.3	15.40
1995-96	14.3	9.6	10.2	7.6	8.3	9.0	12.5	19.4	22.8	24.0	25.1	19.0	15.15
1996-97	15.0	12.6	9.6	8.5	8.8	9.9	9.9	18.9	23.0	24.2	23.1	20.9	15.37
1997-98	15.9	13.0	8.7	8.5	9.7	8.6	13.9	18.5	23.4	25.3	26.6	20.9	16.08
1998-99	17.4	11.8	15.3	8.7	7.7	11.6	14.5	20.7	24.3	25.9	26.4	23.4	17.31
1999-00	18.1	12.8	10.6	5.2	9.4	11.2	15.6	19.7	22.9	24.2	25.3	21.3	16.36
2000-01	17.2	14.0	9.0	9.5	8.6	13.9	13.3	19.1	21.9	25.4	26.2	20.7	16.57
Μ.Τ	17.1	12.3	9.2	8.1	8.7	11.1	13.9	18.3	21.8	24.3	24.4	21.0	15.84

Πίνακας 15: Μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας (C°), Σταθμός Φ. Λούρου. Πηγή (ΥΠ.ΓΕ.)

1969-70	18.25	13.73	10.60	9.55	9.97	11.90	14.95	19.08	22.68	25.21	25.32	21.85	16.92
1970-71	18.25	13.73	10.60	9.55	9.97	11.90	14.95	19.08	22.68	25.21	25.32	21.85	16.92
1971-72	18.25	13.73	10.60	9.55	9.97	11.90	14.95	19.08	22.68	25.21	25.32	21.85	16.92
1972-73	18.25	13.73	10.60	9.55	9.97	11.90	14.95	19.08	22.68	25.21	25.32	21.85	16.92
1973-74	18.25	13.73	10.60	9.55	9.97	11.90	14.95	19.08	22.68	25.21	25.32	21.85	16.92
1974-75	18.25	13.73	10.60	9.55	9.97	11.90	14.95	19.08	22.68	25.21	25.32	21.85	16.92
1975-76	18.25	13.73	10.60	9.55	9.97	11.90	14.95	19.08	22.68	25.21	25.32	21.85	16.92
1976-77	18.25	13.73	10.60	9.55	9.97	11.90	14.95	19.08	22.68	25.21	25.32	21.85	16.92
1977-78	18.25	13.73	10.60	9.55	9.97	11.90	14.95	19.08	22.68	25.21	25.32	21.85	16.92
1978-79	18.25	13.73	10.60	9.55	9.97	11.90	14.95	19.08	22.68	25.21	25.32	21.85	16.92
1979-80	18.25	13.73	10.60	9.55	9.97	11.90	14.95	19.08	22.68	25.21	25.32	21.85	16.92
1980-81	19.5	15.8	10.3	7.4	9.0	13.0	16.3	18.2	23.6	24.3	23.7	21.3	16.86
1981-82	19.0	11.9	9.2	10.9	10.0	10.7	16.7	18.9	23.2	24.1	23.8	22.2	16.71
1982-83	17.5	13.0	11.0	9.2	9.3	12.6	15.8	20.0	21.7	26.0	25.0	22.1	16.93
1983-84	18.0	13.8	10.4	9.8	9.5	11.4	13.8	18.9	22.1	25.2	24.9	21.8	16.62
1984-85	20.1	14.9	11.6	8.9	9.0	11.4	15.3	20.7	22.7	26.1	26.3	23.3	17.52
1985-86	18.1	14.6	12.2	9.4	9.6	11.8	16.3	20.8	24.8	25.6	26.1	23.5	17.72
1986-87	19.0	14.2	8.9	10.0	11.4	9.4	14.8	17.6	22.9	27.8	25.1	25.1	17.18
1987-88	17.8	12.8	11.1	11.1	8.9	9.5	13.6	19.1	22.0	28.3	26.5	20.2	16.74
1988-89	16.8	10.8	9.9	8.2	10.4	12.7	14.6	16.4	19.6	24.4	24.6	21.3	15.80
1989-90	17.1	13.0	11.0	8.6	11.7	13.7	14.4	18.5	20.9	24.7	27.0	20.9	16.78
1990-91	17.8	15.5	9.7	8.9	8.4	13.1	13.4	15.1	20.7	23.8	24.2	20.4	15.92
1991-92	18.3	13.7	9.5	9.0	8.5	11.0	14.6	17.7	20.9	21.6	26.0	21.5	16.04
1992-93	18.8	14.5	8.9	8.4	7.6	10.9	14.6	19.0	23.5	25.0	27.5	22.3	16.77
1993-94	20.1	12.8	11.2	10.8	9.2	12.7	14.9	19.3	22.6	26.8	27.7	25.2	17.77
1994-95	19.8	13.6	9.0	7.7	10.8	9.9	12.9	18.3	23.7	26.5	23.5	20.5	16.35
1995-96	17.1	11.7	12.2	10.6	10.7	11.3	14.7	20.0	23.8	24.0	24.0	19.6	16.64
1996-97	16.4	14.0	12.2	11.0	11.1	12.8	13.0	20.5	23.3	24.2	23.3	21.6	16.94
1997-98	16.8	14.7	11.0	10.7	12.3	11.4	16.4	19.7	23.8	25.9	26.4	21.2	17.53
1998-99	18.1	13.8	9.7	10.2	9.6	12.7	15.5	20.6	23.7	24.9	25.1	22.1	17.17
1999-00	19.0	14.1	12.2	8.0	10.8	12.6	17.1	20.8	24.2	25.0	25.4	21.7	17.57
2000-01	18.3	15.3	11.4	11.8	11.4	15.1	15.5	20.7	22.6	25.1	25.6	21.4	17.86
Μ.Τ	18.3	13.7	10.6	9.6	10.0	11.9	15.0	19.1	22.7	25.2	25.3	21.8	16.92

Εξατμισοδιαπνοή

Πίνακας 16: Μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή (mm), Σταθμός Καλόβατος

1969-70	28.4	41.5	20.7	25.0	21.1	37.6	56.7	76.1	118.2	152.4	145.4	103.9	827.0
1970-71	60.0	32.8	20.0	26.6	18.6	27.9	56.8	103.7	120.3	131.2	142.6	106.6	847.2
1971-72	52.4	32.4	19.7	23.1	21.8	39.2	64.7	90.9	131.8	145.3	141.7	86.6	849.5
1972-73	53.2	35.8	19.2	17.3	18.9	27.7	46.1	95.1	132.0	147.2	143.4	99.9	835.9
1973-74	66.8	32.0	20.8	15.8	23.4	33.6	44.6	79.5	123.5	143.4	140.7	112.5	836.6
1974-75	60.1	29.0	12.5	13.2	14.0	38.1	52.8	96.2	122.3	151.2	138.6	90.9	818.7
1975-76	67.6	31.5	17.3	12.2	16.0	37.1	56.1	100.4	129.2	144.7	140.2	111.8	864.0
1976-77	71.0	29.4	20.0	17.8	26.8	38.1	54.3	109.7	135.9	138.4	126.5	96.3	864.1
1977-78	62.1	44.4	16.7	15.5	23.4	32.7	48.2	84.5	121.9	140.1	126.5	90.5	806.4
1978-79	63.3	24.6	27.4	14.1	23.7	38.6	45.1	94.2	135.5	141.9	133.5	83.5	825.4
1979-80	69.0	33.5	23.4	14.9	16.1	33.3	43.7	79.3	113.1	137.4	140.2	103.2	807.0
1980-81	62.9	38.3	17.3	9.6	17.0	38.7	58.0	81.7	131.3	144.5	136.9	95.6	831.8
1981-82	67.6	21.9	19.9	16.7	13.7	25.9	50.3	88.5	129.1	149.3	147.2	111.6	841.6
1982-83	62.4	28.9	19.2	13.7	11.8	32.9	59.5	100.3	112.6	152.6	133.4	96.0	823.1
1983-84	57.6	32.6	19.1	19.3	20.9	33.3	50.1	96.1	120.6	146.6	128.8	90.8	815.8
1984-85	72.2	32.8	16.3	15.1	10.8	30.6	51.6	97.0	116.5	156.0	144.9	101.0	844.8
1985-86	56.0	34.8	19.1	15.0	17.8	32.8	55.7	93.1	118.5	137.7	144.6	103.3	828.4
1986-87	61.3	29.7	9.9	14.6	20.6	15.7	48.9	73.4	123.0	168.2	149.4	125.8	840.6
1987-88	61.7	31.4	18.2	19.4	15.2	22.9	49.7	92.4	123.2	186.1	157.1	97.9	875.0
1988-89	61.6	19.9	16.7	11.8	21.9	44.6	65.8	81.5	109.9	149.9	144.9	100.6	829.0
1989-90	54.2	30.8	15.4	11.9	21.6	45.2	48.8	90.8	122.6	165.2	145.6	96.1	848.2
1990-91	70.4	39.8	18.4	15.3	17.4	41.5	46.6	66.0	123.6	143.1	134.8	99.2	816.2
1991-92	71.4	36.1	9.8	11.2	10.6	28.1	52.5	91.0	120.2	139.2	150.5	100.2	820.7
1992-93	78.2	36.2	16.5	13.4	9.3	25.4	49.0	90.6	127.3	137.3	149.8	95.5	828.3
1993-94	74.9	33.6	24.7	22.3	19.2	36.5	55.2	94.6	118.0	70.3	155.1	94.7	799.0
1994-95	67.6	33.4	15.2	16.2	22.7	30.3	41.9	91.0	119.3	156.4	138.4	114.6	846.9
1995-96	56.3	26.7	27.9	18.5	19.0	24.3	44.0	83.1	121.6	158.0	155.5	93.1	828.0
1996-97	65.4	44.8	30.6	20.1	18.2	31.1	30.5	94.8	132.3	145.8	129.6	95.3	838.5
1997-98	55.7	37.6	18.2	19.0	21.0	19.6	49.7	89.1	124.2	173.6	162.3	98.8	868.8
1998-99	62.8	30.1	12.8	15.7	12.5	32.3	52.1	109.6	145.5	166.2	147.3	88.5	875.5
1999-00	71.4	34.2	23.6	7.0	15.7	24.8	57.5	98.6	135.8	142.3	145.6	103.5	859.8
2000-01	65.4	41.8	19.2	20.0	16.2	45.4	43.1	96.6	113.7	147.6	150.9	95.6	855.6
M.T	62.84	33.19	18.93	16.29	18.02	32.68	50.91	90.92	124.14	147.15	142.87	99.47	837.42

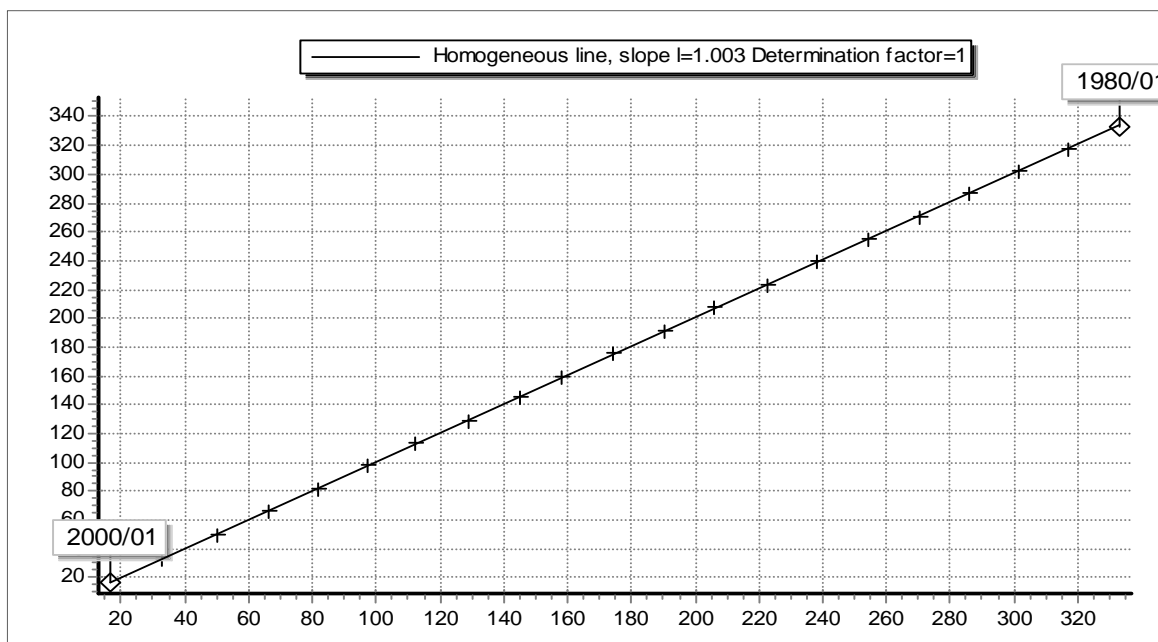
Πίνακας 17: Μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή (mm), Σταθμός Θεσπρωτικό

1969-70	59.5	54.6	54.9	55.5	52.4	61.3	62.9	68.0	67.4	69.0	66.5	61.0	732.9
1970-71	59.5	54.6	54.9	55.5	52.4	61.3	62.9	68.0	67.4	69.0	66.5	61.0	732.9
1971-72	59.5	54.6	54.9	55.5	52.4	61.3	62.9	68.0	67.4	69.0	66.5	61.0	732.9
1972-73	59.4	54.5	54.9	55.5	54.3	61.4	63.0	68.1	67.4	69.0	66.4	60.9	734.6
1973-74	59.5	54.6	54.9	55.5	52.4	61.3	62.9	68.0	67.4	69.0	66.5	61.0	732.9
1974-75	59.5	54.6	54.9	55.5	52.4	61.3	62.9	68.0	67.4	69.0	66.5	61.0	732.9
1975-76	59.5	54.6	54.9	55.5	52.4	61.3	62.9	68.0	67.4	69.0	66.5	61.0	732.9
1976-77	59.4	54.5	54.9	55.5	54.3	61.4	63.0	68.1	67.4	69.0	66.4	60.9	734.6
1977-78	59.5	54.6	54.9	55.5	52.4	61.3	62.9	68.0	67.4	69.0	66.5	61.0	732.9
1978-79	59.5	54.6	54.9	55.5	52.4	61.3	62.9	68.0	67.4	69.0	66.5	61.0	732.9
1979-80	59.5	54.6	54.9	55.5	52.4	61.3	62.9	68.0	67.4	69.0	66.5	61.0	732.9
1980-81	65.9	43.0	20.7	11.9	19.8	40.1	56.9	76.3	118.5	131.2	128.1	93.3	805.6
1981-82	70.4	25.3	23.8	19.7	15.9	27.5	49.4	82.0	116.6	134.9	137.2	108.7	811.3
1982-83	64.8	33.1	23.3	16.6	13.7	34.6	57.7	92.9	101.5	137.9	125.0	94.0	795.0
1983-84	60.4	36.7	23.2	23.0	23.3	34.9	49.1	88.8	109.4	133.2	119.7	89.5	791.2
1984-85	75.1	37.0	19.6	17.9	13.1	31.9	50.8	90.0	106.0	140.9	134.8	98.8	815.7
1985-86	58.8	39.2	22.8	18.1	20.3	34.5	54.0	86.2	107.6	124.3	134.7	101.2	801.8
1986-87	63.8	33.5	12.5	17.8	23.0	17.3	48.1	68.6	111.1	152.2	139.3	122.7	809.8
1987-88	64.9	35.5	21.8	22.9	17.3	24.4	48.3	85.6	111.2	167.4	146.4	96.0	841.7
1988-89	63.9	22.9	20.0	14.4	25.3	46.2	63.9	76.2	99.8	135.3	134.7	99.1	801.7
1989-90	57.0	34.8	18.6	14.6	24.1	46.8	48.0	84.1	110.7	149.4	135.6	94.1	817.7
1990-91	72.2	43.8	20.2	16.4	16.8	43.0	45.8	63.8	117.3	134.7	133.4	100.0	807.4
1991-92	81.6	45.4	13.8	21.3	20.5	38.6	61.7	86.3	74.6	98.4	100.5	63.3	705.8
1992-93	74.8	31.1	24.8	23.9	20.6	38.1	49.9	80.5	105.9	130.8	132.2	104.1	816.8
1993-94	76.3	31.1	24.8	23.8	19.9	38.0	49.7	80.3	105.8	130.8	132.4	104.3	817.1
1994-95	76.2	38.7	21.2	21.5	31.3	34.6	47.4	79.7	113.9	131.5	94.3	85.0	775.2
1995-96	51.6	25.2	27.9	17.7	19.2	25.5	44.1	95.6	122.3	136.0	140.6	82.9	788.5
1996-97	54.9	38.2	24.9	20.7	21.4	29.2	30.0	91.2	123.6	137.2	122.7	95.8	789.7
1997-98	57.3	37.5	19.2	18.7	22.0	21.0	48.4	84.6	124.4	145.4	152.4	93.1	824.1
1998-99	61.8	28.1	45.2	16.5	12.5	30.6	47.0	96.8	128.2	147.5	147.1	108.4	869.6
1999-00	70.3	35.7	26.0	7.8	20.3	31.9	57.7	92.9	119.1	134.1	139.4	95.2	830.4
2000-01	63.8	41.1	19.4	21.5	17.7	45.8	43.5	87.7	109.8	145.1	147.4	90.0	833.0
M.T	63.7	41.8	33.7	31.2	31.2	43.4	54.5	78.7	96.2	113.7	109.7	84.1	781.7

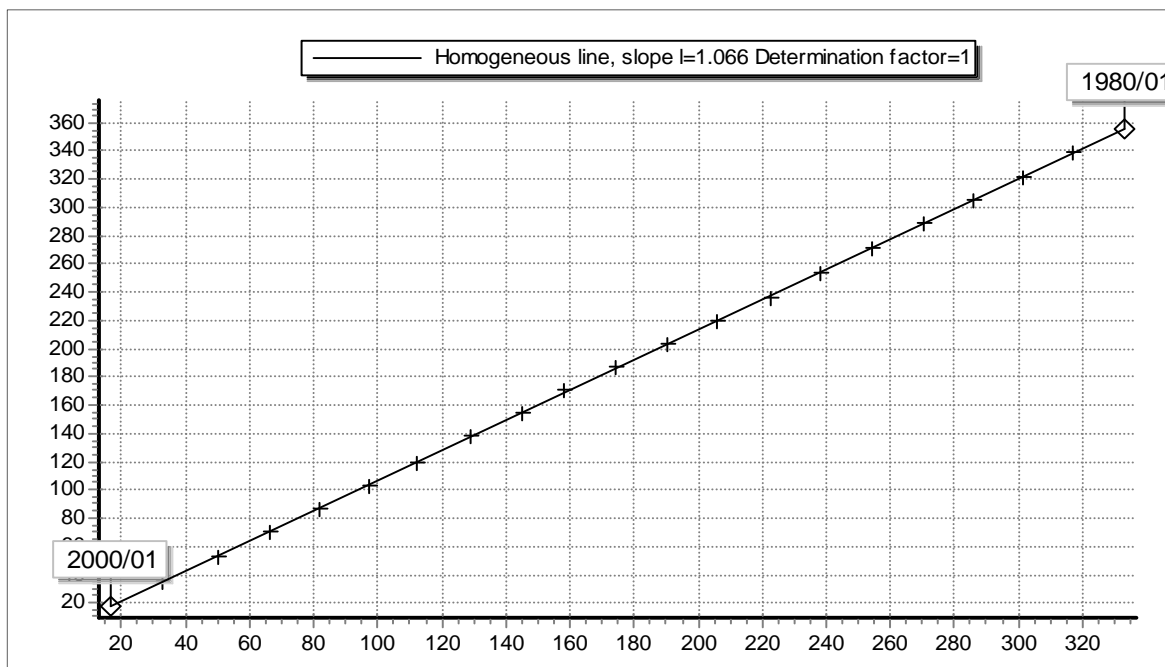
Πίνακας 18: Μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή (mm), Σταθμός Φ.Λούρου

1969-70	59.3	51.4	50.0	51.4	51.0	63.0	68.0	76.3	77.1	78.5	73.3	64.2	763.2
1970-71	59.3	51.4	50.0	51.4	51.0	63.0	68.0	76.3	77.1	78.5	73.3	64.2	763.2
1971-72	59.3	51.4	50.0	51.4	51.0	63.0	68.0	76.3	77.1	78.5	73.3	64.2	763.2
1972-73	59.3	51.4	50.0	51.4	51.0	63.0	68.0	76.3	77.1	78.5	73.3	64.2	763.2
1973-74	59.3	51.4	50.0	51.4	51.0	63.0	68.0	76.3	77.1	78.5	73.3	64.2	763.2
1974-75	59.3	51.4	50.0	51.4	51.0	63.0	68.0	76.3	77.1	78.5	73.3	64.2	763.2
1975-76	59.3	51.4	50.0	51.4	51.0	63.0	68.0	76.3	77.1	78.5	73.3	64.2	763.2
1976-77	59.3	51.4	50.0	51.4	51.0	63.0	68.0	76.3	77.1	78.5	73.3	64.2	763.2
1977-78	59.3	51.4	50.0	51.4	51.0	63.0	68.0	76.3	77.1	78.5	73.3	64.2	763.2
1978-79	59.3	51.4	50.0	51.4	51.0	63.0	68.0	76.3	77.1	78.5	73.3	64.2	763.2
1979-80	59.3	51.4	50.0	51.4	51.0	63.0	68.0	76.3	77.1	78.5	73.3	64.2	763.2
1980-81	75.0	45.0	20.7	11.9	16.7	39.2	62.8	85.5	136.1	145.8	130.5	94.7	863.9
1981-82	72.3	27.9	17.4	23.9	20.4	28.4	66.3	92.2	132.8	144.4	132.1	102.5	860.4
1982-83	61.8	31.8	23.1	17.3	17.5	36.9	59.2	100.6	117.2	163.9	143.0	100.8	872.9
1983-84	66.1	36.3	21.7	20.1	18.9	32.0	48.0	92.6	122.5	156.3	143.1	99.6	857.0
1984-85	76.2	38.2	23.5	14.9	15.1	28.7	53.0	103.5	123.7	162.5	154.0	108.1	901.3
1985-86	61.5	35.7	34.7	15.7	16.2	29.4	58.0	102.5	143.8	155.3	150.5	108.3	911.4
1986-87	69.9	35.9	15.1	19.1	24.0	21.0	51.2	78.4	127.1	183.3	142.6	124.8	892.3
1987-88	64.1	31.2	23.7	24.3	16.4	22.7	45.9	93.2	120.5	190.4	158.7	86.5	877.6
1988-89	62.0	26.1	22.0	16.6	24.3	41.6	56.5	76.7	103.6	150.9	142.9	98.9	821.9
1989-90	60.1	32.3	23.6	15.8	26.7	43.4	51.1	88.6	110.6	150.5	164.2	92.2	859.1
1990-91	67.8	46.8	21.1	18.8	17.0	43.5	48.7	66.6	112.9	144.5	138.8	91.8	818.2
1991-92	70.4	37.7	20.0	18.8	16.9	32.1	55.5	85.7	114.0	122.6	155.8	99.5	829.0
1992-93	70.1	70.1	15.9	14.8	12.3	28.6	51.6	91.9	134.9	153.0	169.1	102.4	914.7
1993-94	75.1	28.1	21.4	20.5	15.1	34.0	49.3	89.6	121.3	169.5	168.4	123.7	915.9
1994-95	78.6	35.9	17.3	13.6	24.1	25.6	43.4	88.5	138.8	171.0	130.2	90.3	857.3
1995-96	60.8	27.5	28.7	23.2	23.4	31.7	53.8	102.4	139.4	143.9	134.5	83.2	852.4
1996-97	55.5	36.5	27.9	24.0	24.2	38.3	42.4	105.5	133.3	144.9	126.8	97.2	856.5
1997-98	55.4	37.6	21.6	21.1	27.0	29.1	60.7	95.1	135.4	160.7	155.5	91.4	890.7
1998-99	64.6	34.6	17.9	20.2	18.0	36.5	56.2	104.7	135.8	151.0	143.1	99.9	882.4
1999-00	68.9	34.6	25.9	12.3	21.1	34.6	65.1	104.5	139.2	150.3	144.6	95.0	896.0
2000-01	63.7	39.7	22.5	24.6	22.9	47.5	53.8	102.8	122.1	150.8	146.1	92.0	888.3
Μ.Τ	64.1	41.7	31.7	29.9	30.6	43.7	58.8	87.2	109.8	129.0	121.3	87.1	834.8

Διάγραμμα 1: Διπλή Αθροιστική Καμπύλη με σταθμό βάσης το Θεσπρωτικό και ελεγμένο σταθμό τον Καλόβατο την περίοδο 1969/70 έως 2000/01



Διάγραμμα 2: Διπλή Αθροιστική Καμπύλη με σταθμό βάσης το Θεσπρωτικό και ελεγμένο σταθμό το Φ. Λούρου την περίοδο 1969/70 έως 2000/01





Βιβλιογραφία

Ελληνική

Αποστόλου, Κ. (2010). *Χρήση Δεικτών για την Εκτίμηση και Πρόβλεψη της Ξηρασίας στο Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας*. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Βαγγέλης, Χ. (2012). *Εκτίμηση και Προληπτικός Σχεδιασμός Αντιμετώπισης της Ξηρασίας*. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Βροχίδου, Κ. Αγγελική- Ελένη. (2009). *Χωροχρονική Ανάλυση Ξηρασίας στη Νήσο Κρήτη*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πολυτεχνείο Κρήτης.

Βруниώτης, Δ και Παπαδοπούλου, Κ. (2004). *Ο Ρόλος των Ποταμών Λούρου Και Αράχθου στην Ανάπτυξη των Ιζημάτων της Πεδιάδας της Άρτας με τη Συμβολή Γεωχημικών Παραμέτρων*. Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, τόμος XXXVI, Θεσσαλονίκη.

Δασακλής, Σ., Σιγαλός, Γ., Λουκαΐδη, Β., Οικονόμου, Κ., Κατσιαμπάνη, Κ., Μαυράκης, Α., Φωτόπουλος, Ν. (2012). *Χωρική Κατανομή Των Επεισοδίων Ξηρασίας Στον Ελλαδικό Χώρο Με Χρήση Του Δείκτη SPI*. Ελληνική Εταιρία Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, 7^ο Πανελλήνιο Συνέδριο HellasGIS, Αθήνα.

Κοζάνης, Σ και Μαρκόνης, Ι. (2009) . *Υδρογνώμων έκδοση 4*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Διαθέσιμο από: <http://www.itia.ntua.gr/el/softinfo/28/>

Κουτσογιάννης, Δ και Ξανθόπουλος, Θ. (1999). *Τεχνική Υδρολογία*. Έκδοση 3, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.

Κουτσογιάννης, Δ. (2003). *Εκσυγχρονισμός της Εποπτείας και Διαχείρισης του Συστήματος των Υδατικών Πόρων Ύδρευσης της Αθήνας*. ΙΤΙΑ. Τεύχος 17.

Μαλάμος, Ν. (2000). *Ανάπτυξη Μεθοδολογίας Χωρικής Παρεμβολής Υδρομετεωρολογικών Μεταβλητών με Τεχνικές Τεθλασμένης εξομάλυνσης*. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Μπαλούτσος, Γ, Μπουρλέτσικας, Α, Γκούμα, Β. (2006). *Η Ξηρασία: Ένα επικίνδυνο κλιματικό φαινόμενο με ιδιαιτερότητες στη διαχείριση του*. Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων Αθηνών. Διαθέσιμο από: http://www.ecocrete.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=2815&Itemid=85.

Μαμάσης, Ν.(2006). *Κατακρημνίσματα και Χωρική Μεταβλητότητα τους*. Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίηση Υδατικών Πόρων, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Μαμάσης, Ν. (1997). *Ανάλυση Βροχοπτώσεων Κατά Τύπο Καιρού*. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Μαχαίρας, Π. (1992). *Αίτια και Μετεωρολογικά Χαρακτηριστικά της Ξηρασίας στον Ελληνικό Χώρο*. Πρακτικά Συμποσίου «Λειψυδρία και Πλημμύρες». Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Θεσσαλονίκη 17-18 Μαρτίου 1992. 159-169.

Μερτζάνης, Α. (1992). *Γεωμορφολογική Εξέλιξη του Αμβρακικού Κόλπου*. Διδακτορική Διατριβή. Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Σκαραντωνάκης, Χ. (2010). Διερεύνηση Επιφανειακής Ξηρασίας στο Ν. Χανίων. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Συγγρός, Ι. (2002). *Έκδοση 1.6, CoordsGr*.

Τίγκας, Δ., Παγκάλου.Κ., Χ. Βαγγέλης ., Τσακίρης. Γ. (2006). *Προσδιορισμός Σεναρίων Ξηρασίας στη Λεκάνη του Νέστου με Εφαρμογή του Νέου Δείκτη Ξηρασίας RDI*. Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων, 487-493.

Τσακίρης, Γ. (1995). *Υδατικοί Πόροι Ι: Τεχνική Υδρολογία*. Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.

Τσαμαρδά, Κ. (2006). *Τυπολογία των Λιμνοθαλασσών του Αμβρακικού Κόλπου*. Διαχείριση του Υδατικού Οικοσυστήματος. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Ξενόγλωσση

Alley, W. M. (1984). *The Palmer Drought Severity Index: Limitations and Assumptions*. J.Clim. Appl. Meteorol., 23(1): 100-109.

Beran, M. and Rodier, J. A. (1985). *Hydrological Aspects of Drought*. Studies and Reports in Hydrology 39, Unesco-WMO, Paris.

Bokal, S. (2009). *Standardized Precipitation Index tool for Drought Monitoring Examples from Slovenia*. Drought Management Centre for Southeastern Europe. Available from: <http://www.wamis.org/agm/meetings/slovenia10/S3-Bokal-SPI.pdf>.

- Bethlahmy, N. (1976) *The two axis method: A New Method to Calculate Average Precipitation Over a Basin*. Hydrol. Sci. Bull. 21(3):379-385.
- Bruce, J. P. (1994). *A Perspective on Reducing Losses From Natural Hazards*. Bull AmMeteorol Soc, 75: 1237–1240.
- Creutin, J.D., and C, Obled. (1982). *Objective Analysis And Mapping Techniques For Rainfall Fields: An objective comparison*, *Water Resources Research*, 18(2): 413.
- Dai, A., Trenberth E. K and Qian O.T. (2005). *A Global Dataset of Palmer Drought Severity Index for 1870–2002: Relationship with Soil Moisture and Effects of Surface Warming*.
- Dalezios, R. N., Papazafiriou, G. Z., Papamichail, M. D. and Karacostas, S. T. (1991). *Drought Assessment for the Potential of Precipitation Enhancement in Northern Greece*. Theoretical and Applied Climatology, 44: 75-88.
- Dalezios, R. N., Loukas, A., Vasiliadis, L. and Liakopoulos E. (2000). *Severity-Durationfrequencyanalysis of Droughts and Wet Periods in Greece*. Hydrological Sciences-Journal- des Sciences Hydrologiques, 45: 751-768.
- Dingman, L. (1994). *Physical Hydrology*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Dunne, T. and Leopold, L.B. (1978). *Water in Environmental Planning*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, U.S.A.
- Fairbanks, M., Tennant, D., Dracup, M., Beard D & Cramb, J. (2011). *What Are Rainfall Deciles?* Department of Agriculture and Food, Government of Western Australia.
- Garg, S.K. (1987). *Hydrology and Water Resources Engineering*. Khanna Publishers, New Delhi, India.
- Gibbs, W. J. and Maher, J. V. (1967). *Rainfall Deciles as Drought Indicators*. Bureau of Meteorology bulletin No 48. Commonwealth of Australia, Melbourne; 29.
- Gommes, R. and Petrassi, F. (1994). *Rainfall Variability and Drought in Sub-Saharan Africa Since 1960*. Agrometeorology Series Working Paper: Food and Agriculture, Rome.
- Gregory, K.J. and Walling, D.E. (1983). *Drainage Basin. Form Process. A Geomorphological Approach*. Fletcher and Son Ltd, Norwich, U.K. Organization No 9.

- Guttman, N. B. (1998). *Comparing the Palmer Drought Index and the Standardized Precipitation Index*. Journal of the American Water Resources Association, 34(1): 113-121.
- Hayes J M. (2000). *Drought Indices, National Drought Mitigation Center*. Available from: <http://www.drought.unl.edu/whatis/indices.htm>
- Heim, Jr. R. R. (2002). *A Review of Twentieth- Century Drought Indices Used in the United States*. American Meteorological Society.
- Hisdal, H and Tallaksen L.M. (2000). *Drought Event Definition*. University of Oslo. Technical Report No 6. Available from: <http://www.hydrology.uni-freiburg.de/forsch/aride/navigation/publications/pdfs/aride-techrep6.pdf>.
- Horton, R. (1932). *Drainage Basins Characteristics*. Transactions, AGU, 350-361
- Karl, T. R., Knight, R. W., Ezell, D. S. and Quinlan, F. T. (1986). *Probabilities and Precipitation Required to end/ameliorate Droughts*. Historical Climatology Series, 3-16, National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Keyantash, J. A. and Dracup, J. A. (2002). *The Quantification of Drought: An Evaluation of Drought Indices*. Bulletin of the American Meteorological Society 83: 1167–1180.
- Kotsovinos, N. E., and P. B. Angelidis. (1991). *The Momentum Flux in Turbulent Submerged Jets*. Journal of Fluid Mechanics. 229:453 – 70.
- Loukas, A., Vasiliadis, L. and Dalezios, R. N. (2000). *Hydroclimatic Variability of Regional Droughts in Greece Using the Palmer Moisture Anomaly Index*. Nordic Hydrology, 33:425-442.
- McKee, TB., Doesken, NJ., Kliest J. (1993). *The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales*. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA. American Meteorological Society: Boston, MA; 179–184.
- Oladipo, O. E. (1985). *A Comparative Performance Analysis of Three Meteorological drought Indexes*. International Journal of Climatology, 5: 655-664.
- Shafer, B. A. and L. E. Dezman. (1982). *Development of a Surface Water Supply Index (SWSI) to Assess the Severity of Drought Conditions in Snowpack Runoff Areas*. In Proceedings of the (50th) 1982 Annual Western Snow Conference ,164-75 Fort Collins, CO: Colorado State University.

- Smith, D. I., Hutchinson, M. F. and McArthur, R. J. (1993). *Australian Climatic and Agricultural Drought*. Drought Network News 5: 11–12.
- Tabios, G.Q. III & Salas, J.D. (1985). *A Comparative Analysis of Techniques for Spatial Interpolation of Precipitation*. Water Resources Bulletin, 21: 365–380.
- Tannehill, I. R. (1947). *Drought: Its Causes and Effects*. Princeton University Press, New Jersey.
- Tauer, W. and Humborg. (1992). *Runnoff Irrigation in the Sahel Zone*. Verlag Josef Margraf.
- Thiessen, A.J., and J.C.Alter. (1911). *Precipitation Averages for Large Areas*. Monthly Weather Review, 39: 1082-84.
- Thorntwaite, C.W. (1948). *An Approach Toward a Rational Classification of Climate*. *Geographical Review*, 38(1): 55-94.
- Tigkas, D and Tsakiris, G. (2004). *Medbasin a Mediterranean rainfall- runoff software package*. EWRA- European Water.
- Tsakiris, G. (2004). *DrinC- Drought Indices Calculator*. Getting Started Guide, Version 1.
- Tsakiris, G., Tigkas, D., Vangelis, H, Pangalou, D.(2007). *Regional Drought Identification and Assessment. Case Study in Crete*. Water Science and Technology Library, 62(2): 169-191.
- Tsakiris, G and Vangelis, H., (2003). *Towards a Drought Watch System Based on Spatial SPI*. *Water Resources Management*, 18(1): 1-12.
- Tsakiris, G and Vangelis, H., (2005) *Establishing a Drought Index Incorporating Evapotranspiration*. *European Water*, Issue 9/10, 3-11.
- Tsakiris, G Loukas, A., Vangelis, H, Tigkas, D., G. Rossi, A Cancellier. *Drought Characterization*, Chapter 7 in MEDROPLAN (Mediterranean Drought Preparedness and Mitigation Planning).
- Tsakiris, G, D Vangelis, H., Pangalou, D. (2008). *Regional Drought Based on the Reconnaissance Drought Index (RDI)*. *Water Resources Management*, 21(5): 821-833.
- Vangelis, H. and Tigkas, D. (2011). *Evaluation of Different Methods for Calculating Potential Evapotranspiration in Drought Severity Assessment*. VI VIEWRA International

Symposium - Water Engineering and Management in a Changing Environment, Catania, Italy.

Whipple, W. J. (1966). *Regional Drought Frequency Analysis*. Proceedings of the American Society of the Civil Engineers: 11-31.

Willeke, G., Hosking, J. R. M., Wallis, J. R. and Guttman, N. B. (1994). *The National Drought Atlas*. Institute for Water Resources Rep. 94-NDS-4, U.S. Army Corps of Engineers, Fort Belvoir, VA: 587 pp.

Wilhite, D. A. and Glantz N. H. (1985). *Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions*. Water International, 10: 111-120.

Wilhite, D. A. (2000). *Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions, in Drought: A Global Assessment*.

WMO (World Meteorological Organization) (1986). *The Global Climate System, A contribution to the Global Environmental Monitoring System*. CSM R84 /86, Geneva.

Διαδικτυακές Πηγές

- www.ltia.ntua.gr
- www.Geodata.gov.gr
- www.scribd.com
- www.drought.unl.edu/
- http://el.wikipedia.org/wiki/Φυσικός_κίνδυνος
- <http://md.water.usgs.gov/drought/define.html>
- www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/lwe/cli/farmnotedeciles.pdf
- www.cpc.noaa.gov/products/monitoring_and_data/drought.shtml