

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ & ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
Αριθ. Πρωτ. <u>-19-</u>
Ημερομηνία <u>26-1-1995</u>

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΣΧΕΣΕΙΣ

ΕΝΤΑΣΗΣ-ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ-ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ
ΓΙΑ ΑΓΡΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ

ΗΛΙΑΣ Α. ΜΑΚΡΗΣ

ΒΟΛΟΣ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 1995



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 2210/1
Ημερ. Εισ.: 06-10-2003
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ ΓΦΖΠ
1995
ΜΑΚ



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι φυσικοί περιβαλλοντικοί κίνδυνοι και καταστροφές, καθώς και οι επιπτώσεις τους σε πολλές καλλιέργειες και αποτελούν σήμερα αντικείμενο έρευνας κάθε πολιτισμένης κοινωνίας. Οι διαφαινόμενες κλιματικές μεταβολές αναμένεται να επιτείνουν το πρόβλημα, ώστε να θεωρείται απαραίτητη η σχεδίαση μέτρων. Στην εργασία αυτή επιχειρείται μια ανάλυση, απο κλιματικής απόψεως, της μετεωρολογικής ξηρασίας και για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκαν υπολογισμένες μηνιαίες τιμές δείκτη Palmer (PDSI). Η εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Αγρομετεωρολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας απο το φοιτητή Ηλία. Α. Μακρή στα πλαίσια πτυχιακής διατριβής για το πτυχίο του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Πιστεύεται ότι η εργασία αυτή μπορεί να φανεί χρήσιμη για παραπέρα αγροκλιματική σχεδίαση ζωνών καλλιεργειών.

Κρίνεται απαραίτητο να εκφραστούν ευχαριστίες στον υπεύθυνο επιβλέποντα Καθηγητή κ. Ν. Ρ. Δαλέζιο για την ουσιαστική καθοδήγηση και διαρκή συμπαράσταση που μου πρόσφερε σε όλα τα στάδια ολοκλήρωσης αυτής της εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον επιστημονικό συνεργάτη του Εργαστηρίου Αγρομετεωρολογίας κ. Α. Τσινταράκη για την πολύτιμη συμβολή και βοήθεια στην επεξεργασία των αρχικών στοιχείων καθώς και σ' όλη την πορεία ολοκλήρωσης της εργασίας.

Ακόμα θα ήθελα να εκφράσω ευχαριστίες προς το Εργαστήριο Μετεωρολογίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για τη διάθεση των αρχικών μηνιαίων θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων απο όπου υπολογίστηκε ο δείκτης Palmer (PDSI).

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου σ' όλο το επιστημονικό προσωπικό του Εργαστηρίου Αγρομετεωρολογίας καθώς και το συμφοιτητή μου κ. Α. Αποστολόπουλο για την ευγενική προσφορά και βοήθεια στην εργασία αυτή.

Τέλος αφιερώνω την εργασία αυτή στην αγαπημένη μου οικογένεια.

Ιανουάριος 1995

Ηλίας. Α. Μακρής

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Ν. Ρ. ΔΑΛΕΖΙΟΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ : Μ. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ-ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

Σ. ΤΖΩΡΤΖΙΟΣ

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΞΗΡΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ.....	5
2.1 Μέθοδος Thornthwaite.....	7
2.2 Μέθοδος Fintzpatrick.....	8
2.3 Μέθοδος Baier-Robertson.....	9
2.4 Ρώσικη Μέθοδος.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΕΘΟΔΟΣ PALMER.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΧΕΣΕΙΣ ΕΝΤΑΣΗΣ-ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ-ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ.....	32
5.1 Ανάλυση αποτελεσμάτων.....	32
5.2 Επισημάνσεις.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	52
6.1 Συμπεράσματα.....	52
6.2 Προτάσεις.....	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	55

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Π1. Αποτελέσματα Υπολογισμού Ξηρασίας

Π2. Διαγράμματα Προσαρμογής Κατανομής Gumbel

Π3. Διαγράμματα Κατανομής Gumbel

Π4. Διαγράμματα Σχέσεων Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας
 Ξηρασίας

Π5. Χάρτες Ελλάδος Ισοξηρικών Καμπύλων

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

- ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Τιμές συντελεστού K σύμφωνα με το ανάγλυφο της επιφάνειας.
- ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Κατηγορίες καιρού με βάση τις τιμές του δείκτη Palmer.
- ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Γεωγραφικές και καρτεσιανές συντεταγμένες 30 μετεωρολογικών σταθμών της Ελλάδος καθώς και η χρονική περίοδος των στοιχείων.
- ΠΙΝΑΚΑΣ 4 (α, β, γ) : Αριθμός περιπτώσεων ξηρασίας για τους 30 μετεωρολογικούς σταθμούς.
- ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : Αθροιστικές εντάσεις ξηρασίας (ΣZ) Βόλου διάρκεια 3 μηνών και αντίστοιχες πιθανότητες (P) και περίοδο επανεμφάνισης (T).
- ΠΙΝΑΚΑΣ 6 ($\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \sigma, \zeta$) : Αθροιστικές εντάσεις ξηρασίας (ΣZ) κατά διάρκεια για περίοδο επανεμφάνισης (2,5,10,20,30,50,100) ετών αντίστοιχα και για όλους τους σταθμούς.
- ΠΙΝΑΚΑΣ 7 : Παρατηρούμενες κατηγορίες εντάσεων για τους 30 μελετούμενους σταθμούς ανά γεωγραφική περιοχή.
- ΠΙΝΑΚΑΣ 7 : Βαθμός διαφοροποίησης του ρυθμού της έντασης ξηρασίας (ΣZ) σε ομάδες διαρκειών.

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- ΣΧΗΜΑ 1 : Διάγραμμα προσαρμογής κατανομής Gumbel για διάρκεια ξηρασίας 3 μηνών και για τον σταθμό του Βόλου.
- ΣΧΗΜΑ 2 : Διάγραμμα κατανομής Gumbel για διάφορες διάρκειες (σε μήνες) και για τον σταθμό του Βόλου.
- ΣΧΗΜΑ 3 : Διάγραμμα έντασης - διάρκειας - συχνότητας ξηρασίας με καμπύλες διαφόρων περιόδων επανεμφάνισης (σε έτη).
- ΣΧΗΜΑ 4 : Χάρτης Ελλάδος με τις θέσεις των 30 μετεωρολογικών σταθμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι καταστροφές που προκαλούνται στην γεωργική παραγωγή εξ' αιτίας δυσμενών καιρικών καταστάσεων είναι σημαντικές και τα διατιθέμενα ποσά για αποζημιώσεις τόσο μεγάλα, ώστε να υπάρχει σοβαρή ανάγκη ανάπτυξης και εφαρμογής μεγάλων ερευνητικών προγραμμάτων, με σκοπό την μελέτη των καταστάσεων αυτών και την υπόδειξη μέτρων για την αντιμετώπισή τους. Τα μετεωρολογικά φαινόμενα που συνήθως προκαλούν τις μεγαλύτερες καταστροφές στις καλλιέργειες είναι η ξηρασία, ο παγετός, το χαλάζι, οι πλημμύρες και οι ανεμοθύελλες. Επίσης οι επικρατούσες καιρικές καταστάσεις πολλές φορές συντελούν στη διαμόρφωση συνθηκών που ευνοούν την εκδήλωση ορισμένων ασθενειών.

Υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ του μέσου όρου ζημιών από έντομα, ασθένειες και διάφορες αιτίες και εκείνων που οφείλονται στις καιρικές αντιξοότητες. Όσον αφορά στις τελευταίες, επισημαίνεται πως η ξηρασία είναι υπεύθυνη για το μεγαλύτερο ποσοστό των καταστροφών. Συγκεκριμένα για τη δεκαετία 1963-72 απο τις αιτίες των καιρικών αντιξοοτήτων, η ξηρασία είναι υπεύθυνη για το 48.6% επί του συνόλου αυτών. Το ποσοστό αυτό εκφραζόμενο σε δραχμές δείχνει ότι η ξηρασία είναι υπεύθυνη για καταστροφές που φτάνουν το ύψος των 1052 εκατομμυρίων δραχμών σε σύνολο 2166 εκατομμυρίων δραχμών που οφείλονται στις καιρικές αντιξοότητες. Με δεδομένο ότι τα στοιχεία αναφέρονται στη δεκαετία 1963-72 και ότι τα προβλήματα της ξηρασίας σήμερα είναι εντονότερα από ποτέ, πιο σύγχρονα στοιχεία θα έδειχναν ακόμη μεγαλύτερα τα ποσοστά των καταστροφών που οφείλονται στη ξηρασία.

Το φαινόμενο της ξηρασίας αποτελούσε από παλιά φαινόμενο ιδιαίτερης έρευνας λόγω του ενδιαφέροντος που παρουσιάζει σε σχέση με το μέγεθος και την ποιότητα παραγωγής, αλλά και αυτή την ίδια τη βιοσιμότητα του ανθρώπου. Είναι γνωστή η σχέση καιρού και ιδιαίτερα θερμοκρασίας - ξηρασίας, με τις θρησκευτικές ταραχές που ξέσπασαν στις Ινδίες κατά τα έτη 1919 -1941, όπου περίπου τα 2/3 αυτών σημειώθηκαν κατά τους μήνες Απρίλιο-Αύγουστο. Ειδικότερα για την επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία - υγρασία,

υπάρχει και η μελέτη του Dexten, που συσχετίζει 40.000 συλλήψεις για αδικήματα αδικών επιθέσεων και κακώσεων, με τους μήνες όπου παρατηρείται και ξηρασία. Είναι επομένως η ξηρασία αναντίρρητα, ένας από τους χειρότερους φυσικούς κινδύνους και εχθρούς. Τα αποτελεσμάτά της μπορεί να παρουσιάζονται με την απλή εκδήλωση δυσφορίας στον άνθρωπο και να φτάνουν μέχρι του σημείου να θεωρεί εθνικός κίνδυνος.

Το φαινόμενο της ξηρασίας είναι περίπλοκο πρόβλημα, αφού για τη δημιουργία του συντείνουν αρκετοί παράγοντες όπως η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα, η ένταση του ανέμου, το ανάγλυφο της περιοχής, η φυσική κατάσταση του εδάφους, το γεωγραφικό πλάτος ενός τόπου, οι μεγάλες “ομβροσκιές”, καθώς και επικράτηση και εμμονή αντικυκλώνα. Η ξηρασία σημαίνει διαφορετικά πράγματα σε διαφορετικούς ανθρώπους ανάλογα με το ειδικό ενδιαφέρον των τελευταίων. Έτσι για τον αγρότη σημαίνει μια έλλειψη υγρασίας στο ριζόστρωμα, για τον υδρολόγο μία κάτω της μέσης τιμής περιεκτικότητα σε νερό στα ποτάμια, λίμνες και άλλες υδατικές ενότητες και για τον οικονομολόγο μια έλλειψη νερού που επιρρεάζει δυσμενώς την οικονομία μιας περιοχής. Είναι επομένως πολύ δύσκολο να υπάρξει ένας γενικός ορισμός της ξηρασίας, αλλά υπάρχουν διαφορετικοί ορισμοί ξηρασίας, όπου κάθε ορισμός σχετίζεται με τις ιδιαίτερες συνθήκες του προβλήματος (Palmer, 1965; Luie, 1986; Prout et al.,; 1986). Γενικά διακρίνονται τέσσερις τύποι ξηρασίας : η μετεωρολογική, η υδρολογική, η γεωργική και η κοινωνικο-οικονομική ξηρασία.

Ως μετεωρολογική ξηρασία θεωρείται μια παρατεταμένη μη κανονική έλλειψη υγρασίας. Η μετεωρολογική ξηρασία υπολογίζεται και εκτιμάται σε ευρείες περιοχές, μεγέθους Ευρώπης ή Μεσογείου, το δε χρονικό βήμα που εξετάζεται η μετεωρολογική ξηρασία συνήθως είναι μήνες ή εποχές. Ως υδρολογική ξηρασία χαρακτηρίζεται μια περίοδος, κατά την οποία η παροχή νερού είναι μικρότερη από την ελάχιστη που απαιτείται για την ικανοποίηση των αναγκών ή λεκάνης απορροής (Burnash and Ferral, 1973). Η υδρολογική ξηρασία υπολογίζεται και εκτιμάται σε πιο μικρές περιοχές, μεγέθους μιας συγκεκριμένης περιοχής μίας λεκάνης απορροής, το δε χρονικό βήμα που εξετάζεται η υδρολογική ξηρασία είναι εβδομάδες ή ημέρες. Η γεωργική ξηρασία προσδιορίζεται από την μη κανονική ανάπτυξη των καλλιεργειών, ως συνέπεια της

περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού. Η γεωργική ξηρασία υπολογίζεται και εκτιμάται σε ακόμα μικρότερη περιοχική κλίμακα, το δε χρονικό βήμα που εξετάζεται η γεωργική ξηρασία είναι εβδομάδες ή ημέρες. Τέλος οικονομική ξηρασία είναι αυτή που σχετίζεται με τις επιπτώσεις στην οικονομία. Τα παράπανω αποτελούν ιεραρχική προσέγγιση του φαινομένου της ξηρασίας. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η μετεωρολογική ξηρασία στον Ελλαδικό χώρο.

Κατά την μελέτη της μετεωρολογικής ξηρασίας, ένα από τα βασικότερα προβλήματα είναι η δυσκολία προσδιορισμού της έναρξης και λήξης της ξηρασίας (Δαλέζιος, 1975; Palmer, 1965). Επιπλέον, η εξελιγή της είναι συνήθως απρόβλεπτη και τα αποτελεσματα της πολλές φορές ολέθρια για την οικονομία μιας περιοχής (Prout et al., 1986; Gloutz, 1987). Είναι επομένως αναγκαία η ανάπτυξη μιας μεθοδολογίας για την πρόβλεψη της μετεωρολογικής ξηρασίας, καθώς και για την εκτίμηση της έντασης και έκτασης αυτής, με τον παράλληλο προσδιορισμό της έναρξης και λήξης της περιόδου ξηρασίας. Στην Ελλάδα έχουν γίνει πολλές μελέτες για την ξηρασία απο κλιματικής απόψεως (Τζουμάκη 1991). Ακόμα άλλες έχουν γίνει για την ξηρασία προσεγγίζοντας το φαινόμενο είτε αγρομετεωρολογικά (Δαλέζιος 1991), είτε υδρολογικά (Τσακίρης 1995). Είναι αναγκαίο λοιπόν να προσεγγισθεί η μετεωρολογική ξηρασία σε επίπεδο κλιματικής σχεδίασης λόγω της διαφαινόμενης κλιματικής μεταβολής, όπου οι επιπτώσεις ακραίων φαινομένων και φυσικών κινδύνων και καταστροφών όπως οι ξηρασίες, πλημμύρες κ.λ.π., ενδέχεται να είναι εξαιρετικά μεγάλες, ώστε να χρειάζεται να αποτελέσουν αντικείμενο επισταμένης και προσεκτικής έρευνας.

Η κλιματική μεταβλητότητα και κατ' επέκταση κλιματική μεταβολή οφείλεται κυρίως σε μια γραμμική αύξηση της θερμοκρασίας εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, που προκαλείται βασικά από ανθρωπογενείς αιτίες (Dalezios, 1994; Giles and Flocas, 1990; Μπαλαφούτης, 1988; Καρράς, 1973). Επίσης ο επαναπροσδιορισμός της διεθνούς αγροτικής πολιτικής μέσω της συμφωνίας GATT, είναι ένας πρόσθετος λόγος ώστε να εξετασθεί η μετεωρολογική ξηρασία για καλύτερη αγροτική σχεδίαση. Ανάγκη επίσης δημιουργείται απο το γεγονός ότι πρέπει να μελετηθούν οι συχνότητες εμφάνισης της ξηρασίας και οι σχέσεις αυτών με τη

διάρκεια και ένταση του φαινομένου. Και τέλος ανάγκη δημιουργείται για αγροκλιματική σχεδίαση ώστε ν' αποφευχθεί εγκατάσταση ευαίσθητων καλλιεργειών σε περιοχές που πλήττονται από ξηρασία.

Στόχος αυτής της εργασίας είναι η ανάπτυξη και δημιουργία σχέσεων έντασης - διάρκειας - συχνότητας ξηρασίας για διάφορες περιόδους επανεμφάνισης και κοινή διάρκεια ξηρασίας. Η χρήση αυτών των σχέσεων μέσω διαγραμμάτων ή νομογραμμάτων θεωρείται ως πρακτικός και εύχρηστος τρόπος προσδιορισμού της συχνότητας (πιθανότητας) εμφάνισης διαδοχικών μηνών ξηρασίας με συγκεκριμένη ένταση ή ακραία τιμή του φαινομένου. Στην εργασία αυτή χρησιμοποιούνται υπολογισμένες τιμές του δείκτη Palmer (PDSI Palmer Drought Severity Index) από 30 μετεωρολογικούς σταθμούς ανά την Ελλάδα. Στην παρούσα εργασία αρχικά γίνεται αναφορά γενικά στην ξηρασία και στους τύπους αυτής καθώς και στις μεθόδους υπολογισμού της. Κατόπιν αναπτύσσεται η μέθοδος Palmer. Στην συνέχεια αναπτύσσεται η μεθοδολογία των σχέσεων έντασης-διάρκειας-συχνότητας ξηρασίας και δημιουργίας χαρτών. Τέλος περιγράφεται αναλυτικά η εφαρμογή στα στοιχεία 30 σταθμούς στην Ελλάδα και εξηγούνται οι τελικές καμπύλες, και τα διαγράμματα χαρτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΞΗΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Γενικά διακρίνονται τέσσερις τύποι ξηρασίας η μετεωρολογική, η γεωργική, η υδρολογική και η κοινωνικο-οικονομική ξηρασία. Ως μετεωρολογική ξηρασία θεωρείται μια παρατεταμένη μη κανονική, έλλειψη υγρασίας. Η υδρολογική ξηρασία χαρακτηρίζεται μια περίοδος κατά την οποία η παροχή νερού είναι μικρότερη από την ελάχιστη που απαιτείται για την ικανοποίηση των αναγκών μιας περιοχής. Η γεωργική ξηρασία προσδιορίζεται από τη μη κανονική ανάπτυξη των καλλιεργειών σε συνέπεια της περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού. Τέλος κοινωνικο-οικονομική ξηρασία αναφέρεται στις δυσμενείς οικονομικές επιπτώσεις που κυρίως οφείλονται σε ελλείμματα υδατικών πόρων που συνήθως οφείλονται στην υπερκατανάλωση, στην ανεπαρκή υποδομή και προετοιμασία και λιγότερο στις μειωμένες βροχοπτώσεις ή στη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων.

Η μετεωρολογική ξηρασία διαφέρει από τη γεωργική και η υδρολογική ξηρασία κι από τις δύο προηγούμενες. Η γεωργική ξηρασία υπάρχει όταν η υγρασία του εδάφους χάνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η απόδοση των φυτών να περιορίζεται σημαντικά. Η γεωργική ξηρασία αποτελεί μάλλον την πιο σημαντική πλευρά της ξηρασίας. Αυτό όμως το πρόβλημα είναι πολύπλοκο και εξειδικευμένο και οδηγεί στην ερευνητική περιοχή της φυσικής εδάφους, της φυσιολογίας φυτών και της γεωργικής υδρολογίας. Μια ανάλυση της γεωργικής ξηρασίας εστιάζει τα χρήσιμα αποτελέσματα σε συγκεκριμένες καλλιέργειες, που αναπτύσσονται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και καλλιεργητικές τεχνικές. Η υδρολογική ξηρασία επίσης θέτει εξειδικευμένα προβλήματα και στην πραγματικότητα αποτελεί περισσότερο πρόβλημα ενεργειακού ισοζυγίου ή υδατικού ισοζυγίου ή ανάλυση του υδρολογικού κύκλου που περιλαμβάνει όχι μόνο την μετεωρολογία και την υδρολογία, αλλά και την γεωλογία και άλλες γεωφυσικές επιστήμες (Dalezios and Christodoulou, 1989; Christodoulou and Dalezios, 1988). Τόσο η γεωργική όσο και η υδρολογική ξηρασία περισσότερο αναφέρονται στα αποτελέσματα που έχει η έλλειψη υγρασίας και όχι στην καθαρά μετεωρολογική πλευρά του φαινομένου. Η μελέτη της

μετεωρολογικής ξηρασίας μπορεί να δώσει αποτελέσματα που να γενικεύονται και να μην αναφέρονται μόνο σε εξιδεικευμένα προβλήματα.

Γενικά η γεωργική ξηρασία ενδιαφέρεται για την υγρασία του εδάφους στη ζώνη των ριζών. Τόσο μετεωρολογική όσο και η γεωργική ξηρασία μπορούν να λήξουν με βροχόπτωση, επί πλέον η γεωργική ξηρασία και με το τέλος της περιόδου αναπτύξεως των φυτών. Ως υδρολογική ξηρασία μπορεί να θεωρηθεί μια περίοδος όπου η πραγματική τροφοδότηση σε ύδωρ είναι λιγότερη από την τροφοδότηση που απαιτείται για την κανονική λειτουργία των διαφόρων φάσεων του υδρολογικού κύκλου μιας λεκάνης απορροής (Δαλέζιος 1975). Για τον υδρολόγο ξηρασία υπάρχει όταν η στάθμη του υπόγειου ύδατος είναι κάτω της μέσης στάθμης, καθώς επίσης και οι στάθμες λιμνών, ποταμών, δεξαμενών.

Η ξηρασία δεν πρέπει να συγχέεται με την ξηρότητα του κλίματος μιας περιοχής. Η ξηρότητα σε αντίθεση με την ξηρασία αναφέρεται στα μόνιμα μετεωρολογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής και περιγράφεται από το δείκτη ξηρότητας. Ο δείκτης ξηρότητας είναι το πηλίκο του μέσου ετήσιου ύψους βροχής προς το μέσο ετήσιο ύψος της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (P/PET) (Τσακίρης 1995). Η μελέτη της ξηρασίας περιλαμβάνει τον προσδιορισμό χαρακτηριστικών δεικτών, που αποτελούν μέτρο ποσοτικής εκτίμησης της ξηρασίας. Οι δείκτες αυτοί, μπορεί να συσχετιστούν με διάφορα χαρακτηριστικά της εκάστοτε μελετούμενης περιοχής (Τσακίρης 1995). Υπάρχουν πολλοί τέτοιοι δείκτες, όπως ο δείκτης ενεργού υετού (ΔΕΙ), ο δείκτης K (χρησιμοποιήθηκε απο τον N.V.Bona) του οποίου τιμές μικρότερες ή ίσες του 1.5 δείχνουν περίοδο ξηρασίας, ο δείκτης AI (βασίζεται στη σχέση του Eangleman) που προσδιορίζει το ποσοστό ξηρασίας μιας περιοχής με τρόπο που να είναι δυνατές οι ποσοτικές συγκρίσεις. Αναφέρονται ακόμα ορισμένες κλασσικές μέθοδοι υπολογισμού και ανάλυσης της ξηρασίας, όπως η μέθοδος Thornthwaite, η μέθοδος Fitzpatrick, η μέθοδος Baier-Robertson, η Ρώσικη μέθοδος και τέλος η μέθοδος Palmer, η οποία περιγράφεται στο Κεφάλαιο 3. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για το δείκτη Palmer είναι η μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία και η χωρητικότητα του εδάφους σε υγρασία. Ο τύπος που υπολογίζει το δείκτη είναι σύνθετος καθώς είναι συνάρτηση της εξατμισοδιαπνοής, της εδαφικής

απορροής και κάποιων παραμέτρων του εδάφους (Palmer 1965). Υπάρχουν ακόμα διάφοροι μελετητές που έχουν επεξεργασθεί με διάφορες στατιστικές κυρίως μεθόδους τα στοιχεία βροχής ή άλλα μετεωρολογικά στοιχεία ή έχουν υποδείξει τη χρήση κάποιου δείκτου και συμβάλλουν έμμεσα στη μελέτη των ξηρασιών (Παπαζαφειρίου 1989).

2.1 Μέθοδος Thornthwaite.

Το μοντέλο ισοζυγίου ύδατος του Thornthwaite (1948) έχει εφαρμοσθεί για τη λύση πολλών προβλημάτων “εδαφικού ύδατος” περιλαμβανομένης και της μελέτης της γεωργικής ξηρασίας. Αυτό έγινε από τον Αυστραλό Mather (1961), χρησιμοποιεί τη διαφορά βροχοπτώσης και εξατμοδιαπνοής και υπολογίζει ελλείμματα ή πλεονάσματα ύδατος. Απαιτείται η ικανότητα συγκρατήσης ύδατος από το έδαφος, που είναι συνάρτηση του τύπου του εδάφους και των απαιτήσεων σε νερό της περιοχής. Αυτά έχουν πινακοποιηθεί από τον Mather. Πλεόνασμα ύδατος υπολογίζεται αμέσως και λαμβάνεται ως απορροή. Το έλλειμμα ύδατος είναι δυσκολότερο να υπολογισθεί διότι η πραγματική εξατμισοδιαπνοή είναι συνάρτηση του περιεχόμενου στο έδαφος ύδατος, ο δε ρυθμός εξατμοδιαπνοής υπολογίζεται από τη βροχόπτωση σε σχέση με το ποσό του διαθέσιμου ύδατος που παραμένει στο έδαφος. Όταν η βροχόπτωση είναι λιγότερη της δυναμικής εξατμοδιαπνοής τότε η πραγματική εξατμοδιαπνοή ισούται με την βροχόπτωση συν το ύδωρ, που χάνεται από το έδαφος σαν εξάτμιση ή διαπνοή.

Στη μέθοδο αυτή η δυναμική εξατμοδιαπνοή υπολογίζεται από τη μέση θερμοκρασία με τη γνωστή μέθοδο του Thornthwaite. Ο Mather χρησιμοποίησε ημερήσιες και μηνιαίες τιμές βροχοπτώσεως και εξατμισοδιαπνοής. Το συμπέρασμα είναι ότι τα μηνιαία στοιχεία δίδουν τιμές πλεονάσματος και ελλείμματος πολύ μικρές. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι τα μηνιαία ελλείμματα έχουν βρεθεί 50% μικρότερα από ό,τι είχαν υπολογισθεί με ημερήσιες τιμές, ενώ άλλα ελλείμματα υπολογισμένα από μέσες τιμές ήταν πολύ πιο μικρότερα.

Το μοντέλο του Thornthwaite έχει χρησιμοποιηθεί για να επιβεβαιώσει τη δυνατότητα αρδεύσεως, διότι περιέχει τον ολικό όγκο του απαιτούμενου ύδατος σε κάθε χρονική στιγμή. Επίσης

χρησιμοποιείται και για την τελική μέτρηση της ξηρασίας. Ο όγκος αυτός συγκρινόμενος με το πλεόνασμα ύδατος άλλων περιόδων ή εποχών, δείχνει αν υπάρχει αρκετό νερό κατά τη διάρκεια του έτους για άρδευση. Συγχρόνως ο υπολογισμός των μεταβολών αποθηκευμένου στο έδαφος ύδατος κάθε ημέρα παρέχει τη δυνατότητα υπολογισμού του χρόνου και του ποσού του ύδατος για άρδευση με στόχο την προστασία από την ξηρασία, που θα περιόριζε τη γεωργική παραγωγή.

2.2 Μέθοδος Fitzpatrick.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί το γενικευμένο μοντέλο ισοζυγίου ύδατος για να καθορίσει τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών σε σχέση με το “διαθέσιμο εδαφικό ύδωρ”. Συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μελέτες ξηρασίας αναφερόμενη σε περιόδους ελλείμματος ύδατος.

Σε μελέτες κλίματος για καλλιέργειες και βοσκές, ο Fitzpatrick (1965) κάνει τις επόμενες υποθέσεις:

1. Βροχοπτώσεις διάρκειας μεγαλύτερης της εβδομάδας ανατροφοδοτούν το έδαφος μέχρι 100 χιλιοστά. Μόλις ικανοποιηθεί το στάδιο αυτό, κάθε πρόσθετη βροχόπτωση θεωρείται ότι χάνεται για το εδαφικό στρώμα είτε ως επιφανειακή απορροή, ή σαν βαθιά διήθηση.

2. Ο ρυθμός βαθμιαίας “εξατμισοδιαπνοής” είναι ανάλογος της εξατμίσσης ελευθέρως επιφάνειας.

3. Αν το υπολογισθέν ύδωρ του εδαφικού στρώματος μαζί με την εβδομαδιαία βροχόπτωση είναι μεγαλύτερο των 64 χιλιοστών, τότε η εξατμισοδιαπνοή θεωρείται δυναμική. Στο μοντέλο αυτό έχει υπολογισθεί ότι είναι τα 8/10 της εξατμίσσης ελευθέρως επιφάνειας.

4. Αν το υπολογισθέν ύδωρ του εδαφικού στρώματος μαζί με την εβδομαδιαία βροχόπτωση είναι μικρότερο των 64 χιλιοστών, ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής υπολογίζεται ότι είναι τα 4/10 της εξατμίσσης ελευθέρως επιφάνειας.

Το κριτήρια αυτά δεν λαμβάνουν υπόψη τις απώλειες λόγω εξατμίσσεως από γυμνό έδαφος, πράγμα που συμβαίνει πριν από την πλήρη κάλυψη του εδάφους από βλάστηση.

Το μοντέλο έχει χρησιμοποιηθεί για να υπολογίσει τον αριθμό των εβδομάδων κάθε έτους, όπου το εδαφικό ύδωρ ήταν εντός του ορίου των 100 χιλιοστών. Εύκολα μετατρέπονται οι υπολογισμοί για

να δείξουν περιόδους περιορισμένης ή μηδενικής ανάπτυξης δηλαδή περιόδους ξηρασίας.

2.3 Μέθοδος Baier-Robertson.

Είναι τυπικό παράδειγμα μεθόδου που χρησιμοποιεί ρεαλιστικές υποθέσεις για τη χρήση της υγρασίας του εδάφους από τα φυτά. Η μέθοδος αυτή τροποποιεί τις προηγούμενες των Thornwaite-Penman-Kouler. Έχει βρεθεί ότι με συνθήκες μη άρδευσης το ισοζύγιο ύδατος που χρησιμοποιεί την επίδραση της υγρασίας του εδάφους και τα χαρακτηριστικά του ριζώματος των φυτών, υπερέχει από απλούστερους υπολογισμούς της υγρασίας του εδάφους, οι οποίοι δεν λαμβάνουν υπ' όψη τα χαρακτηριστικά αυτά.

Μέθοδος για τον υπολογισμό της ημερήσιας υγρασίας του εδάφους κατά ζώνες από κλιματολογικά στοιχεία είναι η των Baier-Robertson (1966). Η μέθοδος αυτή θεωρεί τη δυναμική εξατμισοδιαπνοή (PE) ως τη μέγιστη δυνατή τιμή της πραγματικής διαπνοής και προσαρμόζει την τελευταία σύμφωνα με τη διαθέσιμη υγρασία του εδάφους, την απορροή και την αποστράγγιση. Η μέθοδος αυτή ταξινομεί επίσης το ολικό ποσό της διαθέσιμης υγρασίας του εδάφους σε ζώνες με διαφορετικές χωρητικότητες. Συνεπώς επιτρέπει την ταυτόχρονη ανάληψη υγρασίας από διάφορα βάθη του εδαφικού στρώματος σε σχέση με τη δυναμική εξατμισοδιαπνοή, την ύπαρξη ριζώματος και τη διαθέσιμη υγρασία του εδάφους σε κάθε ζώνη. Χαρακτηριστικό του μοντέλου είναι η επιλογή διαφόρων τύπων καμπυλών ξηράνσεως του εδάφους, που καθιστά δυνατή την εξέταση διαφόρων καταστάσεων της διαθέσιμης υγρασίας του εδάφους στα φυτά σε σχέση με το έδαφος και τους μετεωρολογικούς παράγοντες.

Από τους Baier-Robertson εφαρμόζονται t-τεστ σ' όλες τις φάσεις του κύκλου της υγρασίας του εδάφους. Παρ' όλα αυτά, αν το περιεχόμενο της διαθέσιμης υγρασίας στο έδαφος πλησιάζει το μηδέν τότε ακόμη και μικρά σφάλματα υπολογισμού γίνονται σημαντικά και πρέπει να διορθώνονται ή με την τροποποίηση των συντελεστών καλλιέργειας ή με τη χρήση μιας πιά αποτελεσματικής σχέσεως.

2.4 Ρωσική μέθοδος.

Οι Ρώσοι έχουν χρησιμοποιήσει μεθόδους ισοζυγίου ύδατος για την πρόβλεψη της εσοδείας. Στηρίζονται σε στοιχεία υγρασίας του εδάφους, του σταδίου αναπτύξεως των φυτών, του τύπου εδάφους και της εξατμισοδιαπνοής. Οι Ρώσοι εφαρμόζουν μεθόδους άμεσου μετρήσεως της υγρασίας του εδάφους. Τα στοιχεία αυτά υπάρχουν σε κάθε αγρομετεωρολογικό σταθμό, καθώς και στοιχεία για τις τρεις κυριότερες καλλιέργειες κάθε περιοχής. Παρ' όλα αυτά, εφαρμόζονται και μέθοδοι υπολογισμού, όπου δεν υπάρχουν στοιχεία. Ειδικότερα έχουν εκπονηθεί νομογράμματα ανά δεκαήμερο για την εκτίμηση των διακυμάνσεων του πλεονάσματος της υγρασίας του εδάφους κατά την περίοδο βλαστήσεως ως συνάρτηση μετεωρολογικών, φυσικών και εδαφικών παραμέτρων.

Ο Fedossen (1962) έχει χρησιμοποιήσει τον συντελεστή "υγρότητας" K. Ο συντελεστής αυτός είναι ανάλογος του ολικού ποσού υγρασίας, που περιέχεται μέσα σ' ένα μέτρο εδάφους ενός τυπικού ορογραφικού πεδίου. Τα ποσά της υγρασίας του εδάφους διορθώνονται σύμφωνα με το ανάγλυφο της επιφάνειας. Ο πίνακας 1 δίδει διάφορες τιμές του συντελεστού K σύμφωνα με το ανάγλυφο της επιφάνειας. Ο Fedossen χρησιμοποιεί τις ακόλουθες εμπειρικές εξισώσεις για τον υπολογισμό της υγρασίας του εδάφους .

$$U = -1.98 T10 + 1.64 P10 - 0.36 Z + 32 \quad (2.1)$$

$$U = -0.63 T10 + 0.49 P10 - 0.22 Z + 8.2 \quad (2.2)$$

$$U = -0.03 T10 + 0.49 P10 - 0.15 Z + 1.4 \quad (2.3)$$

Όπου U = διακύμανση της διαθέσιμου υγρασίας εντός δεκαημέρου (mm)

T10 = Μέση θερμοκρασία αέρος του δεκαημέρου (°C)

P10 = Υγρασία του εδάφους στην αρχή του δεκαημέρου (mm)

Απο τις εξισώσεις αυτές η εξίσωση (2.1) χρησιμοποιείται όταν η υγρασία του εδάφους είναι μεγαλύτερη του 60% της "υδατοικανότητας", η εξίσωση (2.2) όταν η υγρασία εδάφους είναι μεταξύ του 60% της υδατοικανότητας και του " σημείου μαράνσεως "

και η εξίσωση (2.3) όταν η υγρασία του εδάφους είναι κάτω από το σημείο μαράνσεως.

Οι Ρώσοι έχουν χρησιμοποιήσει το ισοζύγιο ύδατος, το ισοζύγιο ενέργειας και αεροδυναμικές μεθόδους για τον υπολογισμό της εξάτμισης. Εφαρμόζεται η γνωστή μέθοδος Budyko για τον υπολογισμό της εξάτμισης από μικρές εδαφικές επιφάνειες. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί στοιχεία βροχοπτώσεως και ακτινοβολίας. Η εμπειρική εξίσωση (2.4) έχει ως εξής :

$$E = \sqrt{Bo / L(1 - e^{Bo/PL} thPL / Bo)} \quad (2.4)$$

Όπου ,

P = Ετήσια βροχόπτωση (mm)

Bo = Ισοζύγιο ακτινοβολίας για την υγρή επιφάνεια ($Kcal/cm^2/year$)

L = Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης ($Kcal/cm^3$)

e = Βάση των φυσικών λογαρίθμων

th = Υπερβολική εφαπτομένη

Bo/L = Μέγιστη δυναμική εξάτμιση

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : Τιμές συντελεστού K σύμφωνα με το ανάγλυφο της επιφάνειας

Τύπος αναγλύφου	K	Τύπος αναγλύφου	K
Λοφώδες ανάγλυφο		Μεταβλητό ανάγλυφο ημιορημών	
Επίπεδο μεταξύ λοφών	1.00	Μικρο ridge	1.00
Κορυφή λόφου	0.46	Μικρο-κλίσης	1.24
Νότια κλίση	0.53	Μικρο-trough	1.58
Βορειοδυτική κλίση	0.71	Βόρεια κλίση	1.12
Σαθρό ανάγλυφο			
Επίπεδη λεκάνη	1.00	Trough βόρειας κλίσης	1.27
Νότια κλίση	0.76	Βάση σαθρώματος	1.40
Trough σε νότια κλίση	0.94		
Λειβάδι	1.41		

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΣ PALMER

Η μέθοδος Palmer δίνει τα πιο αξιόπιστα και ρεαλιστικά αποτελέσματα. Ο Palmer μελετά την μετεωρολογική ξηρασία, και την θεωρεί ως μετεωρολογική ανωμαλία χαρακτηριζόμενη από μια παρατεταμένη και μη κανονική έλλειψη υγρασίας. Ο ορισμός που δίνει για την ξηρασία είναι : “Ένα χρονικό διάστημα γενικά της τάξης μηνών ή ετών, κατά την διάρκεια του οποίου η πραγματική τροφοδότηση υγρασίας μιας περιοχής, σχεδόν σταθερά είναι μικρότερη της κλιματικά αναμενόμενης, ή της κλιματικά αναγκαίας τροφοδότησης υγρασίας” (Palmer, 1965; Dalezios, 1988 and 1989). Ακόμη κάνει την διάκριση μεταξύ γεωργικής και υδρολογικής ξηρασίας με βάση τα όσα αναφέρθηκαν στην αρχή.

Ο σκοπός είναι η ανάπτυξη μιας γενικής μεθοδολογίας εκτίμησης της μετεωρολογικής ανωμαλίας με την μορφή ενός δείκτη που επιτρέπει συγκρίσεις χρόνου και έκτασης της έντασης ξηρασίας. Με τον όρο ένταση ξηρασίας εννοείται η ισχυρότητα της ξηρασίας (Drought Severity) (Howell and Grant, 1973; Kochtubajda and Isaac, 1986; Farazulis et al., 1988). Το πρόβλημα είναι η εξαγωγή ενός δείκτη που συγκρίνει τις διάφορες αποκλίσεις σύμφωνα με την ιδιαίτερη σημασία επί του καιρού και του κλίματος της εξεταζόμενης περιοχής. Το τελικό μέρος του προβλήματος αποτελεί ο συνδυασμός των “δεικτών ανωμαλίας υγρασίας” σ’ ένα δείκτη “μη κανονικότητα” για εκτεταμένες περιόδους ξηρασίας.

Ο PSDI είναι ένας από τους λίγους διαθέσιμους γενικούς και αντικειμενικούς δείκτες, που έχει την δυνατότητα να προσομοιώνει αρκετές ιδιότητες και χαρακτηριστικά των ξηρασιών, όπως είναι η ένταση, η έναρξη και λήξη της ξηρασίας (Palmer, 1965; Louie 1986). Επιπλέον, ο PSDI έχει τυποποιηθεί για διαφορετικές περιοχές και χρονικές περιόδους, γεγονός που αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την εκτίμηση της χωρικής κατανομής της ξηρασίας (Δαλέζιος, 1975; Louie 1986). Η επιχειρησιακή του εφαρμογή στις ΗΠΑ (Alley, 1984; Karl et al., 1985) και η πρόσφατη εμπειρία από τον Καναδά (Louie 1986) έχουν καταστήσει τον PSDI διεθνώς αποδεκτό. Ο υπολογισμός του PSDI κατά μήνα αρχίζει με την εκτίμηση ενός υδατικού ισοζυγίου, βασισμένου σε μηνιαία κλιματολογικά στοιχεία μακράς

σειράς ετών. Λεπτομέρειες για τον υπολογισμό του PSDI δίνονται από τους Palmer (1965) και Δαλέζιο (1975). Με βάση τα μηνιαία κλιματολογικά στοιχεία υπολογίζονται οι παράμετροι του υδατικού ισοζυγίου. Η δυναμική εξατμισοδιαπνοή (PE) στο δείκτη Palmer υπολογίζεται με τη μέθοδο του Thornthwaite (Thornthwaite and Mather, 1957). Η δυναμική εξατμισοδιαπνοή (PE) είναι εφαρμόσιμη κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου, ενώ στους ψυχρούς μήνες αποτελεί μια καλή μέτρηση των απαιτήσεων σε υγρασία μιας περιοχής. Λεδομένου ότι στις εύκρατες περιοχές, η βροχόπτωση P υπερέχει συνήθως της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής (PE) κατά τους ψυχρούς μήνες, συνεπάγεται ότι στους μήνες αυτούς το πρόβλημα των απαιτήσεων σε υγρασία γίνεται μάλλον πρόβλημα αναμενόμενων προσθηκών και όχι ελλείψεων υγρασίας. Οι προσθήκες αυτές είτε διαφοροποιούν την αποθηκευμένη υγρασία του εδάφους, είτε εμπλουτίζουν τον υπόγειο υδροφόρα. Ακολουθούν τα βήματα υπολογισμού του δείκτη Palmer PDSI.

Βήμα 1 Υδρολογικός Υπολογισμός. Για εφαρμόσιμα αποτελέσματα εισάγεται στους υπολογισμούς η πραγματική εξατμισοδιαπνοή (ET) που θεωρείται συνάρτηση της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής (PE) και της υγρασιακής κατάστασης του εδάφους. Εξαιτίας των δυσκολιών που υπάρχουν όσον αφορά στην διαθεσιμότητα της υγρασίας του εδάφους, το έδαφος χωρίζεται σε δύο στρώσεις την ανώτερη ή επιφανειακή στρώση και την κατώτερη ή ζώνη ριζοστρώματος. Η επιφανειακή στρώση θεωρείται ότι περιέχει 25mm διαθέσιμης υγρασίας στην υδατοικανότητα και ότι είναι η στρώση όπου μετράται η βροχόπτωση και λαμβάνει χώρα η εξάτμιση. Στον υπολογισμό του ισοζυγίου υγρασίας θεωρείται ότι η εξατμισοδιαπνοή γίνεται κατά δυναμικό τρόπο από την επιφανειακή στρώση μέχρις ότου χαθεί όλη η διαθέσιμη υγρασία και τότε μόνο συμμετέχει και η υγρασία της κατώτερης στρώσης. Επίσης θεωρείται ότι υπάρχει ανεφοδιασμός (recharge) στην κατώτερη στρώση μέχρις ότου η επιφανειακή στρώση φθάσει στην υδατοϊκανότητα. Η διαθέσιμη υδατοχωρητικότητα στην κατώτερη στρώση εξαρτάται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης περιοχής και από το βάθος του ριζοστρώματος. Η απώλεια υγρασίας από την κατώτερη στρώση εξαρτάται από το αρχικό περιεχόμενο υγρασίας και από τη δυναμική εξατμισοδιαπνοή (PE). Έχουμε δηλαδή τις σχέσεις :

$$S=S' \text{ ή } (P-PE) \quad (\text{το μικρότερο}) \quad (3.1)$$

$$Lu=[(PE-P-Ls)Su']/AWC \quad \text{όπου } Lu \leq Su \quad (3.2)$$

όπου L είναι η απώλεια υγρασίας της επιφανειακής στρώσης στην αρχή του μήνα, PE είναι η δυναμική εξατμισοδιαπνοή του μήνα, P είναι η μηνιαία βροχόπτωση, Lu είναι η απώλεια υγρασίας της κατώτερης στρώσης, Su' είναι η διαθέσιμη υγρασία της κατώτερης στρώσης στην αρχή του μήνα και AWC είναι η διαθέσιμη υδατοχωρητικότητα και των δύο στρώσεων.

Θεωρείται ακόμα ότι δεν εμφανίζεται απορροή μέχρις ότου και οι δύο στρώσεις φθάσουν στην υδατοϊκανότητα. Τα ελλείματα, λοιπόν της υγρασίας του εδάφους, που είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής (ET), απαιτούν μια κατάλληλη τιμή της διαθέσιμης υδατοχωρητικότητας αντιπροσωπευτικής των εδαφών της περιοχής.

Στον μηνιαίο υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι δυναμικοί όροι. Δυναμικός ανεφοδιασμός (PR) είναι το ποσό της υγρασίας που απαιτείται για να φθάσει η υγρασία του εδάφους στην υδατοϊκανότητα. Παρατηρείται δηλαδή ότι η διαφορά μεταξύ ανεφοδιασμού (R) που συνήθως παρουσιάζει εποχιακή μεταβολή, και δυναμικού ανεφοδιασμού (PR) έχει σχέση με το έλλειμμα υγρασίας. Δυναμική απώλεια (PL) είναι το ποσό υγρασίας, που θα μπορούσε να χαθεί από το έδαφος εφόσον ο υετός του μήνα είναι μηδέν. Τέλος η δυναμική επιφανειακή απορροή (PRO) που αντιπροσωπεύει τη διαφορά του υετού και του δυναμικού ανεφοδιασμού (PR) του εδάφους με το νερό, σχετίζεται με το αρχικό ποσό της διαθέσιμης υδατοχωρητικότητας του εδάφους και θεωρείται ότι ισούται μ' αυτό. Στον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου ακολουθείται μια ιεράρχηση κατά την οποία αρχικά ικανοποιείται η δυναμική εξατμισοδιαπνοή (PE), ακολουθεί ο δυναμικός ανεφοδιασμός (PR) και έπεται η δυναμική επιφανειακή απορροή (PRO). Οι επόμενες σχέσεις χρησιμοποιούνται διαδοχικά για τον αναλυτικό μηνιαίο υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου :

$$S = Ss + Su \quad (3.3)$$

$$PR = AWC - S' \quad (3.4)$$

$$PL = PLs + PLu \quad (3.5)$$

$$PLs = PE \text{ ή } Ss \quad (\text{το μικρότερο}) \quad (3.6)$$

$$PLu=[(PE-PLs)Su']/AWC \quad (3.7)$$

$$L=Ls+Lu \quad (3.8)$$

$$ET=P+L \quad (3.9)$$

$$PRO=AWC-PR=S' \quad (3.10)$$

ή

$$PRO=3P-PR \quad (3.11)$$

όπου S_s είναι η διαθέσιμη υγρασία της επιφανειακής στρώσης στο τέλος του μήνα, S_u είναι η διαθέσιμη υγρασία της κατώτερης στρώσης στο τέλος του μήνα, S' είναι η διαθέσιμη υγρασία και των δύο στρώσεων στην αρχή του μήνα, PR είναι ο δυναμικός ανεφοδιασμός, PL είναι η δυναμική απώλεια της υγρασίας και των δύο στρώσεων, PLs είναι η δυναμική απώλεια υγρασίας της επιφανειακής στρώσης, Plu είναι η δυναμική απώλεια της υγρασίας της κατώτερης στρώσης, L είναι η απώλεια της υγρασίας και των δύο στρώσεων και ET είναι η πραγματική εξατμισοδιαπνοή του μήνα.

Λογικά θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι η απορροή είναι μικρή όταν ο δυναμικός ανεφοδιασμός (PR) είναι μεγάλος και είναι μεγάλη όταν το έδαφος βρίσκεται ήδη στην υδατοϊκανότητα. Ο δυναμικός ανεφοδιασμός (PR), βέβαια είναι μέγιστος όταν η διαθέσιμη υγρασία S' στην αρχή του μήνα είναι ελάχιστη ή αντίστροφα. Θεωρείται λοιπόν ότι η PRO είναι συνάρτηση του ποσού της διαθέσιμης υγρασίας του εδάφους. (Εξ.(3.10) ή (3.11)). Εισάγεται ο όρος δυναμικός υετός, που θεωρείται ίσος με την διαθέσιμη υδατοχωρητικότητα του εδάφους (AWC), που κι αυτή είναι μια άλλη έκφραση της διαθέσιμης υγρασίας του εδάφους. Αυτό βέβαια είναι μια προσέγγιση, που όμως δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Έχει βρεθεί επίσης ότι θα μπορούσε αντι της AWC να χρησιμοποιηθεί τι τριπλάσιο της μηνιαίας βροχόπτωσης.

Βήμα 2. Κλιματικοί Συντελεστές Στη συνέχεια με βάση τα μακροχρόνια ιστορικά δεδομένα προσδιορίζονται διάφοροι συντελεστές της υπό εξέταση περιοχής. Οι συντελεστές αυτοί είναι:

$$a_i = \overline{ET}_i / \overline{PE}_i \quad (3.12)$$

$$b_i = \overline{R}_i / \overline{PR}_i \quad (3.13)$$

$$c_i = \overline{RO}_i / \overline{PRO}_i \quad (3.14)$$

$$d_i = \overline{L_i} / \overline{P L_i} \quad (3.15)$$

όπου. ET είναι η μέση εξατμισοδιαπνοή, R είναι ο μέσος ανεφοδιασμός του εδάφους, RO είναι η μέση επιφανειακή απορροή, L είναι η μέση συνολική απώλεια του νερού από το έδαφος και PE, PR, PRO, PL είναι οι αντίστοιχοι δυναμικοί όροι , που έχουν οριστεί παραπάνω. Οι συντελεστές a_i , b_i , c_i , d_i υπολογίζονται για κάθε μήνα i .

Βήμα 3 Κλιματικά Κατάλληλες Τιμές Παραμέτρων. Οι συντελεστές που υπολογίσθηκαν με τις εξισώσεις (3.12) μέχρι (3.15) χρησιμοποιούνται στην συνέχεια για την εκ νέου ανάλυση των χρονολογικών σειρών με σκοπό τον προσδιορισμό της απαιτούμενης ποσότητας υγρασίας για “συνήθη” καιρό κάθε μήνα. Ειδικότερα, υπολογίζονται οι αποκαλούμενες “κλιματικά κατάλληλες τιμές” για τις υπάρχουσες συνθήκες (CAFEC). Έτσι η τιμή CAFEC για τις ET, R, RO και L του μήνα i δίνεται από τις σχέσεις:

$$\wedge \\ ET_i = a_i P E_i \quad (3.16)$$

$$\wedge \\ R_i = b_i P R_i \quad (3.17)$$

$$\wedge \\ R O_i = c_i P R O_i \quad (3.18)$$

$$\wedge \\ L_i = d_i P L_i \quad (3.19)$$

Εφαρμόζοντας το μοντέλο του υδατικού ισοζυγίου, η τιμή CAFEC για τον υετό υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\wedge \quad \wedge \quad \wedge \quad \wedge \quad \wedge \\ P_i = E T_i + R_i + R O_i - L_i \quad (3.20)$$

$$\eta \\ \wedge \\ P_i = a_i P E_i + b_i P R_i + c_i P R O_i - d_i P L_i \quad (3.21)$$

Βήμα 4 Δείκτης Ανωμαλίας Υγρασίας. Στη συνέχεια υπολογίζεται η διαφορά $D = P - \wedge P$ μεταξύ του μετρημένου υετού P και της τιμής CAFEC $\wedge P$ για τον υετό.

Η διαφορά D αποτελεί ένδειξη του ελλείμματος ή πλεονάσματος νερού για το μήνα στην εξεταζόμενη περιοχή . Οι αποκλίσεις D

μετατρέπονται στη συνέχεια σε “δείκτες ανωμαλίας υγρασίας” Ζ με τη σχέση

$$Z_i = K_i D_i \quad (3.22)$$

όπου K_i είναι ένας σταθμισμένος συντελεστής για το μήνα i που χρησιμοποιείται για να προσαρμόσει τις διαφορές D ώστε να είναι συγκρίσιμες για διαφορετικές περιοχές και χρονικές περιόδους.

Ο σταθμισμένος συντελεστής K δίνεται από τη σχέση :

$$K = (PE + R) / (P + L) \quad (3.23)$$

και ονομάζεται κλιματικός χαρακτήρας και εξαρτάται από τη μέση έλλειψη της υγρασίας μιας περιοχής. Ο αριθμητής της εξίσωσης (3.23) εκφράζει μέσες απαιτήσεις σε υγρασία και ο παρονομαστής μέση παροχή σε υγρασία, υπολογίζονται δε δώδεκα τιμές του K , μια για κάθε μήνα.

Βήμα 5 Δείκτης Palmer (PDSI). Τέλος οι σειρές του δείκτη αναλύονται για τον προσδιορισμό κριτηρίων έναρξης και λήξης των περιόδων ξηρασίας. Ο Palmer (1965) χρησιμοποίησε τις αθροιστικές τιμές Z για τα 13 πιο ξηρά διαστήματα και ανέπτυξε την ακόλουθη εμπειρική εξίσωση για τον υπολογισμό της έντασης ξηρασίας

$$X_i = 0,897X_{i-1} - Z_i/3 \quad (3.24)$$

όπου X_i είναι η τιμή του PDSI για το μήνα i .

Ο παρακάτω πίνακας 2 δείχνει τις κατηγορίες καιρού με βάση τις τιμές του δείκτη PDSI, που χρησιμοποιούνται σήμερα επιχειρησιακά στις ΗΠΑ και τον Καναδά στην Ελλάδα και αλλού, παρόλο που οι κατηγορίες αυτές ορίστηκαν αυθαίρετα από τον Palmer (1965).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Κατηγορίες καιρού με βάση τις τιμές Palmer (PDSI)

Τιμές δείκτη Palmer (PDSI).			Κατηγορίες καιρού
	>	4.00	Εξαιρετικά υγρός
3.00	μέχρι	3.99	Πολύ υγρός
2.00	μέχρι	2.99	Μέτρια υγρός
1.00	μέχρι	1.99	Ελαφριά υγρός
0.50	μέχρι	0.99	Ασθενικά υγρός
0.49	μέχρι	-0.49	Σχεδόν φυσιολογικός
-0.50	μέχρι	-0.99	Ασθενής ξηρασία
-1.00	μέχρι	-1.99	Ελαφριά ξηρασία
-2.00	μέχρι	-2.99	Μέτρια ξηρασία
-3.00	μέχρι	-3.99	Ισχυρή ξηρασία
	<	-4.00	Ακραία ξηρασία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΧΕΣΕΙΣ ΕΝΤΑΣΗΣ-ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ-ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ
ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Συχνά χρειάζεται να μελετηθεί ένα μέγεθος ή μια ιδιότητα που χαρακτηρίζει ένα σύνολο ατόμων ή αντικειμένων. Ένα τέτοιο σύνολο λέγεται πληθυσμός. Για να μελετηθεί όμως ένα τέτοιος πληθυσμός, μπορεί είτε να μην είναι εφικτό, είτε να μην είναι συμφέρον, από άποψη προσπάθειας και χρόνου, να συλλεχθούν αριθμητικά-στατιστικά στοιχεία μετρώντας ή παρατηρώντας κάθε στοιχείο από το σύνολο. Εφόσον δεν είναι δυνατόν ή δεν πρέπει να μελετηθεί κάθε στοιχείο του πληθυσμού, μελετάται ένα τμήμα αυτού που καλείται δείγμα. Σ' ένα δείγμα τιμών μιας μεταβλητής η κάθε τιμή είναι δυνατόν να απαντάται περισσότερες από μια φορές. Ο αριθμός των επαναλήψεων της κάθε τιμής ονομάζεται απόλυτη συχνότητα ή απλώς συχνότητα τιμής (Ψωϊνός, 1992). Περιοδικότητα είναι το αντίστροφο της συχνότητας, δηλαδή καλείται το σύνολο των τιμών ενός δείγματος προς τις επαναλήψεις της συγκεκριμένης τιμής.

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα η στατιστική μέθοδος των συχνοτήτων δεν παρουσιάζει πληρότητα στη μελέτη των ακραίων φαινομένων (π.χ. ξηρασία, παγετός κ.λ.π). Είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται ποσοτικά στοιχεία τόσο της έντασης ξηρασίας όσο και της διάρκειας αυτής. Ένταση ξηρασίας ορίζεται η αθροιστική τιμή (ΣZ) η οποία παρατηρείται σε διαδοχικούς μήνες ξηρασίας. Διάρκεια ξηρασίας ορίζεται ο αριθμός διαδοχικών μηνών κατά τους οποίους παρατηρείται ξηρασία. Ως συχνότητα εμφάνισης ξηρασίας ορίζεται η περίοδος επανεμφάνισης διαδοχικών μηνών ξηρασίας με συγκεκριμένη αθροιστική τιμή (ΣZ). Συνεπώς δεν είναι αρκετό να είναι γνωστή μόνο η συχνότητα εμφάνισης συγκεκριμένης τιμής έντασης ξηρασίας αλλά πρέπει να είναι γνωστή και η διάρκεια αυτής

(Jenkinson, 1955 and 1969). Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται οι σχέσεις έντασης - διάρκειας - συχνότητας ξηρασίας.

. Οι σχέσεις αυτές χρησιμοποιούνται για τη μελέτη ακραίων φαινομένων όπως ξηρασία, παγετός, καταιγίδα, πλημμύρα και άλλα. Για να προσδιοριστούν αυτές οι σχέσεις χρησιμοποιούνται διάφορες στατιστικές κατανομές όπως Gumbel, lognormal, log Pearson, που θεωρούνται κατάλληλες για την περιγραφή ακραίων φαινομένων. Με τη βοήθεια αυτών των σχέσεων εξάγονται αποτελέσματα με τα οποία εκτιμάται η ξηρασία. Ειδικότερα χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της συχνότητας (πιθανότητας) επανεμφάνισης μιας συγκεκριμένης τιμής έντασης και διάρκειας ξηρασίας σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Οι σχέσεις έντασης-διάρκειας-συχνότητας έχουν εφαρμοστεί σε καταιγίδες και πλημμύρες για τη σχεδίαση υδραυλικών ή αντιπλημμυρικών έργων ή φραγμάτων (Bell, 1969; Reich, 1965).

Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των σχέσεων έντασης - διάρκειας - συχνότητας ξηρασίας, είναι αρχεία μηνιαίων τιμών δείκτη Palmer (PDSI). Στον Πίνακα 3 παρατηρούμε τη χρονική περίοδο των στοιχείων αυτών καθώς και οι συντομογραφίες και τα πλήρη ονόματα των 30 εξεταζόμενων σταθμών ακόμη παρατηρούμε τις γεωγραφικές και καρτεσιανές συντεταγμένες. Τα βήματα που ακολουθούνται για την δημιουργία των σχέσεων έντασης - διάρκειας - συχνότητας ξηρασίας με τη μορφή διαγραμμάτων είναι τα ακόλουθα:

Βήμα 1ο: Πίνακες πιθανοτήτων. Χρησιμοποιούνται αρχεία μηνιαίων τιμών δείκτη Palmer (PDSI) και εντοπίζονται οι διαδοχικές αρνητικές τιμές που μας δηλώνουν μήνες ξηρασίας (πχ. τρεις διαδοχικές αρνητικές τιμές μας δηλώνουν ξηρασία τριών μηνών) και δημιουργούνται κατηγορίες σύμφωνα με τις παρατηρούμενες διάρκειες. Κάθε επεισόδιο ξηρασίας καταγράφεται ανάλογα με τη διάρκειά του και με αντιπροσωπευτική ένταση την αθροιστική τιμή PDSI που παρατηρήθηκε κατά τους διαδοχικούς μήνες της εμφάνισής του. Στον Πίνακα 4(α, β, γ) παρατηρούνται οι αριθμοί περιπτώσεων ξηρασίας κατά διάρκεια για τους 30

μετεωρολογικούς σταθμούς. Στη συνέχεια δημιουργείται ένας πίνακας για κάθε διάρκεια ξηρασίας χωριστά, ο οποίος περιλαμβάνει τις εντάσεις ξηρασίας ταξινομημένες κατά κατιούσα σειρά ως προς την ένταση της ξηρασίας καθώς και τις αντίστοιχες πιθανότητες εμφάνισης και περιόδους επανεμφάνισης των εντάσεων. Στο τέλος υπάρχουν τόσοι πίνακες όσες και οι κατηγορίες-διάρκειες που μελετούνται για τους 30 σταθμούς που μελετούνται στην παρούσα εργασία. (Παράρτημα 1 στήλες “ordered”, “rank”, “prob.”, “ret.period”).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Γεωγραφικές και καρτεσιανές συντεταγμένες 30 μετεωρολογικών σταθμών των 30 μετεωρολογικών σταθμών της Ελλάδος καθώς και η χρονική περίοδος των στοιχείων

Α/Α	Σταθμοί	Χρονική Περίοδος Στοιχείων	Γεωγραφικό Μήκος		Γεωγραφικό Πλάτος		Καρτεσιανές Συντεταγμ. Σταθμ. σε Km	
			Μοίρες	Λεπτά	Μοίρες	Λεπτά	X	Y
1	ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗ (AL)	1946-89	25	53	40	51	653.70	650.00
2	ΑΝΩΓΕΙΑ (AN)	1950-89	24	53	35	17	542.59	31.48
3	ΑΡΑΞΟΣ (RX)	1949-89	21	24	38	10	155.56	351.85
4	ΒΟΛΟΣ (BL)	1956-85	22	57	39	22	327.78	485.18
5	ΚΕΡΚΥΡΑ (KR)	1947-89	20	0	39	37	0.00	512.96
6	ΕΛΛΗΝΙΚΟ (EL)	1931-89	23	43	37	58	412.96	329.63
7	ΦΛΩΡΙΝΑ (FL)	1961-81	21	25	40	48	157.41	644.44
8	ΗΡΑΚΛΕΙΟ (IR)	1947-89	25	8	35	20	570.37	37.04
9	ΙΩΑΝΝΙΝΑ (IO)	1950-89	20	48	39	42	88.89	522.22
10	ΚΟΜΟΤΗΜΗ (KM)	1955-83	25	24	41	7	600.00	679.63
11	ΚΩΣ (KO)	1948-89	27	18	36	53	811.11	209.26
12	ΚΑΒΑΛΑ (KV)	1956-83	24	25	40	56	490.74	659.26
13	ΚΟΖΑΝΗ (KZ)	1950-89	21	48	40	18	200.00	588.89
14	ΛΕΥΚΑΔΑ (LF)	1949-89	20	42	38	50	77.78	425.93
15	ΛΗΜΝΟΣ (LM)	1931-88	25	16	39	53	585.18	542.59
16	ΛΑΡΙΣΑ (LR)	1949-89	22	25	39	38	268.52	514.81
17	ΜΗΛΟΣ (ML)	1947-89	24	26	36	45	492.59	194.44
18	ΜΥΤΙΑΗΝΗ (MT)	1952-89	26	33	39	6	727.78	455.56
19	ΜΕΘΩΝΗ (MU)	1934-88	21	42	36	49	188.89	201.85
20	ΝΑΥΠΛΙΟ (NA)	1955-87	22	48	37	34	311.11	285.18
21	Ν. ΦΙΛ/ΦΕΙΑ (NF)	1942-89	23	0	38	1	333.33	335.18
22	ΠΑΤΡΑ (PA)	1901-89	21	44	38	15	192.59	361.11
23	ΠΥΡΓΟΣ (PY)	1948-89	21	27	37	40	161.11	296.30
24	ΣΟΥΦΛΙ (SF)	1957-89	26	18	41	12	700.00	688.89
25	ΣΗΤΕΙΑ (SH)	1947-89	26	6	35	12	677.78	22.22
26	ΣΕΡΡΕΣ (SR)	1972-83	23	32	41	5	392.59	675.93
27	ΤΡΙΠΟΛΗ (TP)	1949-89	22	23	37	31	264.81	279.63
28	ΤΡΙΚΑΛΑ (TR)	1949-89	21	46	39	33	196.30	505.56
29	ΘΕΣ/ΝΙΚΗ (TS)	1931-87	22	58	40	48	329.63	644.44
30	ΧΑΝΙΑ (SA)	1945-89	24	2	35	30	448.15	55.56

ΠΙΝΑΚΑΣ 4α : Αριθμός περιπτώσεων ξηρασίας για τους 10 μετεωρολογικούς σταθμούς

Πόλεις	AL	AN	RX	BL	EL	IR	TS	IO	KV	KR
Διάρκεια (μήνες)										
3	38	33	37	26	55	36	43	32	27	42
4	29	28	23	18	40	28	35	19	16	19
5	21	21			27	22				14
6					22					
5 έως 6			31	21				19	16	
5 έως 7							45			
6 έως 7	22	23				26				16
7 έως 8				12						
7 έως 11								11		
7 έως 12					45				16	
7 έως 16			33							
8 έως 10		11								
8 έως 12	25					22				
8 έως 13										12
8 έως 16							23			
9 έως 12				10						

ΠΙΝΑΚΑΣ 4β : Αριθμός περιπτώσεων ξηρασίας για τους 10 μετεωρολογικούς σταθμούς

Πόλεις	KZ	KM	KO	LR	LF	LM	MU	MT	ML	NF
Διάρκεια (μήνες)										
3	32		34	34	34	53	40	37	36	47
4	25		25	24	22	42	32	24	31	35
5			25		15		24	15	25	20
6					16		20	12	19	16
7					11		14	10		12
8							10			
3 έως 4		34								
5 έως 6	22	20								
5 έως 7						40				
5 έως 8				26						
6 έως 7			31							
7 έως 8	12									
7 έως 11		22								
7 έως 13									30	
8 έως 9						11				
8 έως 11										13
8 έως 13			24							
8 έως 14								22		
9 έως 10							12			
9 έως 12	11									
10 έως 14						10				
11 έως 14							14			

ΠΙΝΑΚΑΣ 4γ : Αριθμός περιπτώσεων ξηρασίας για τους 10 μετεωρολογικούς σταθμούς

Πόλεις	NA	PA	PY	SR	SH	SF	TR	TP	FL	SA
Διάρκεια (μήνες)										
3	26	66	38		33	30	30	38		37
4	22	21	30		31	20	25	22		26
5	17	14	21		22	13	19	16		18
6	16	10	14		16		13			
7	12	25	10		14					
8		18			10					
3 έως 4		12		15					24	
5 έως 7									14	
5 έως 8				17						
6 έως 7								18		25
7 έως 9							21			
8 έως 10			11							
8 έως 11									8	20
8 έως 12								10		
9 έως 11		26								
9 έως 14					27					
10 έως 12							15			

Βήμα 2ο : Προσαρμογή στατιστικής κατανομής. Για κάθε διάρκεια χωριστά, χρησιμοποιούνται οι ταξινομημένες εντάσεις ξηρασίας με τις αντίστοιχες περιόδους επανεμφάνισής τους και εξετάζεται η προσαρμογή της κατανομής ακραίων τιμών τύπου I Gumbel στα δεδομένα αυτά. Η κατανομή ακραίων φαινομένων τύπου I Gumbel (Gumbel, 1960; Shaw, 1988; Hoskins, 1985; Faragó et al, 1990; Tabony, 1983; Demarée et al, 1986) περιγράφει καλύτερα το φαινόμενο της ξηρασίας και χρησιμοποιείται για να προσδιοριστούν οι σχέσεις έντασης - διάρκειας - συχνότητας ξηρασίας. Η συνάρτηση πυκνότητας - πιθανότητας περιγράφεται από την εξίσωση (4.1).

$$F(x) = \exp(-e^{-A(x-U)}) \quad (4.1)$$

όπου A, U παράμετροι.

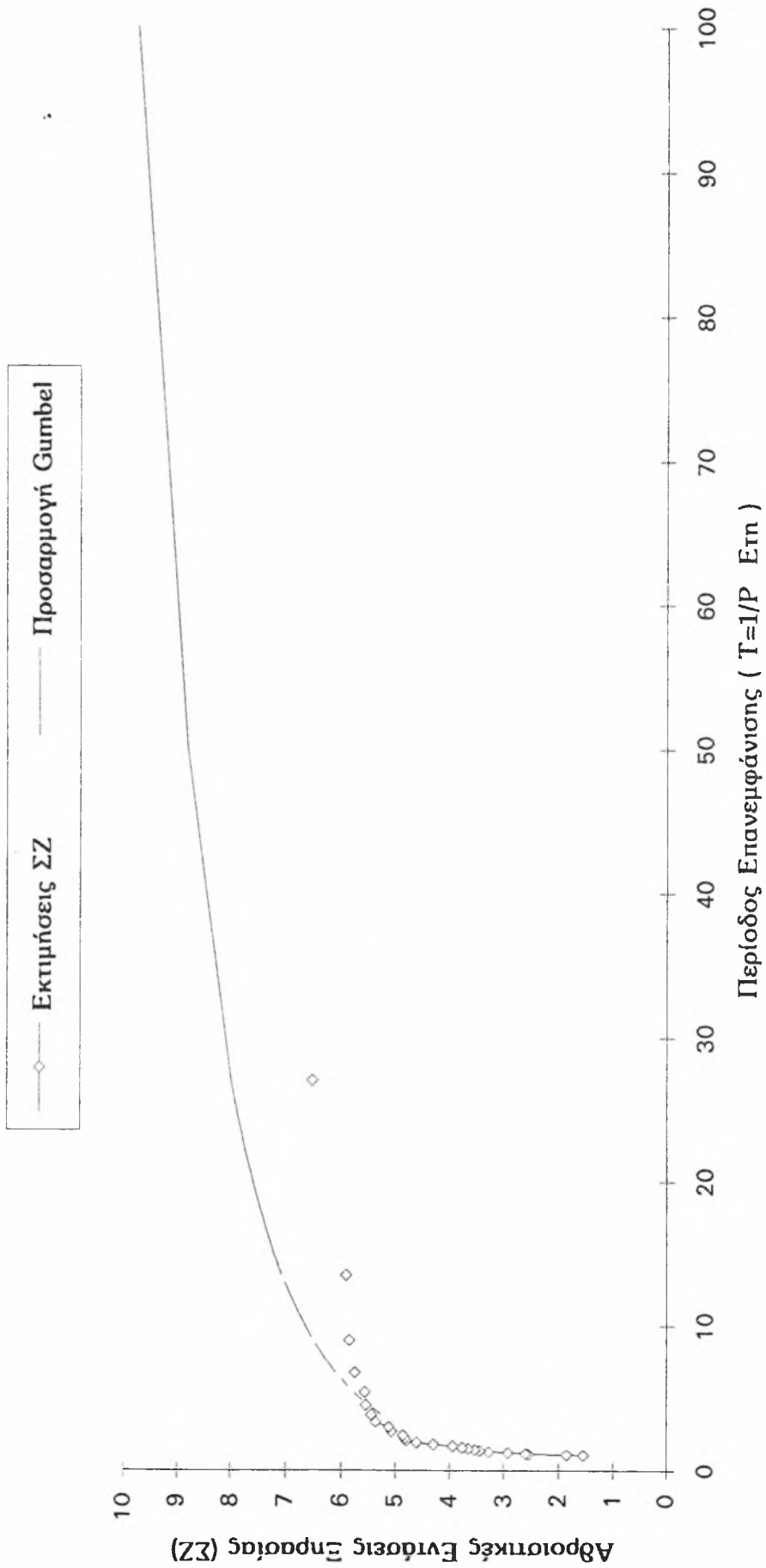
Με την προσαρμογή της κατανομής αυτής στα δεδομένα της κάθε διάρκειας χωριστά, υπολογίζονται οι παράμετροι A και U της κατανομής Gumbel, οι οποίες και για κάθε διάρκεια φαίνονται στο Παράρτημα 1 στη γραμμή “normal distribution” και συγκεκριμένα στη γραμμή “parameters for Gumbel”. Το διάγραμμα προσαρμογής κατανομής του Σχήματος 1 είναι ενδεικτικό για το σταθμό του Βόλου.

Κατόπιν δημιουργούνται τα διαγράμματα της κατανομής Gumbel για όλες τις διάρκειες, όπως περιγράφεται στη συνέχεια. Στο Σχήμα 2 απεικονίζεται ένα τέτοιο διάγραμμα για προσαρμογής κατανομής του Σχήματος 1 είναι ενδεικτικό για το σταθμό του Βόλου.

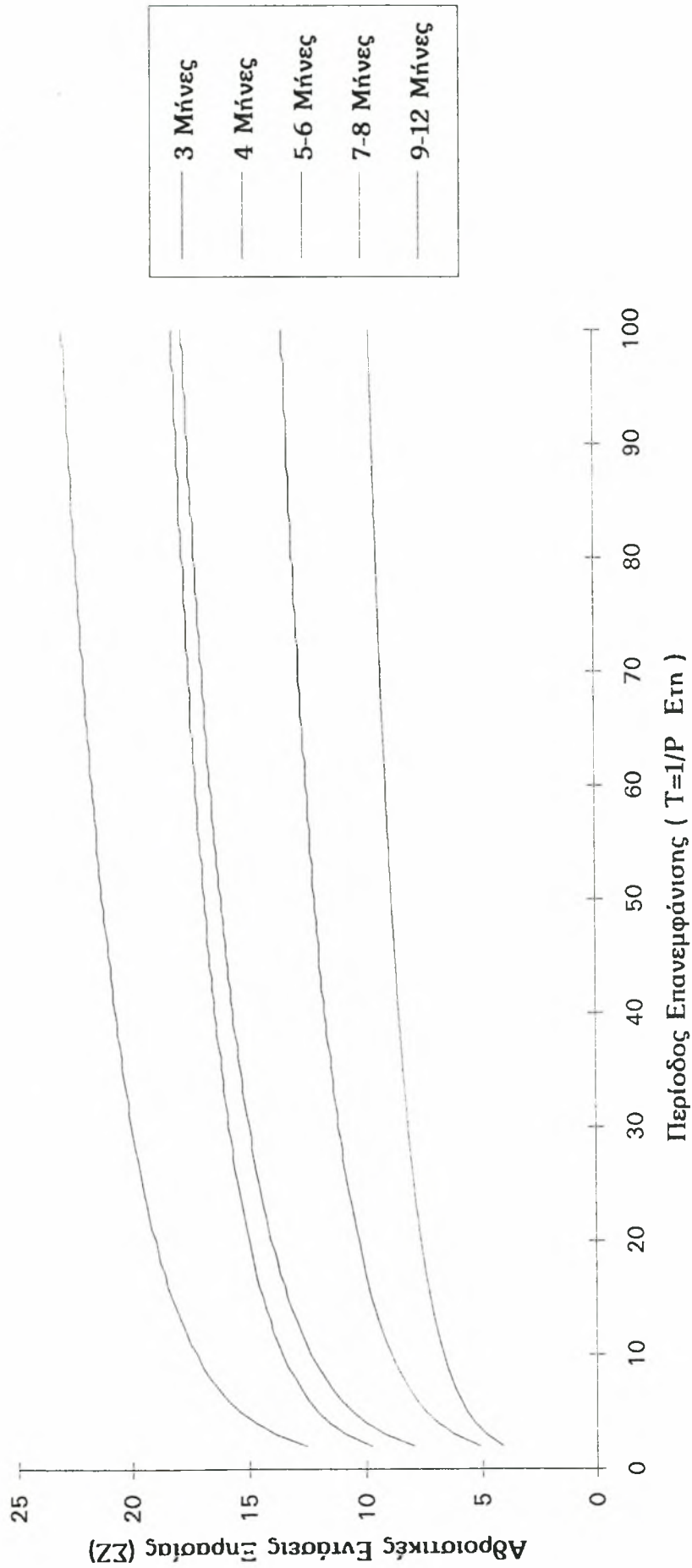
Βήμα 3ο : Διαγράμματα Έντασης - Διάρκειας - Συχνότητας Ξηρασίας: Με βάση την εξίσωση της κατανομής Gumbel εξάγονται οι εντάσεις ξηρασίας που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένη περίοδο επανεμφάνισης (π.χ. 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100 χρόνια) για κάθε διάρκεια ξηρασίας (ΣZ) που εμφανίστηκε. Σε διάγραμμα όπου στον κατακόρυφο άξονα τοποθετείται η ένταση της ξηρασίας και στον οριζόντιο η διάρκεια ξηρασίας (σε μήνες), απεικονίζονται οι

περίοδοι επανεμφάνισης που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες εντάσεις ξηρασίας και διάρκειες. Στη συνέχεια τα σημεία που έχουν την ίδια περίοδο επανεμφάνισης ενώνονται με καμπύλες γραμμές και τελικά προκύπτει το διάγραμμα έντασης - διάρκειας - συχνότητας ξηρασίας (Σχήμα 3).

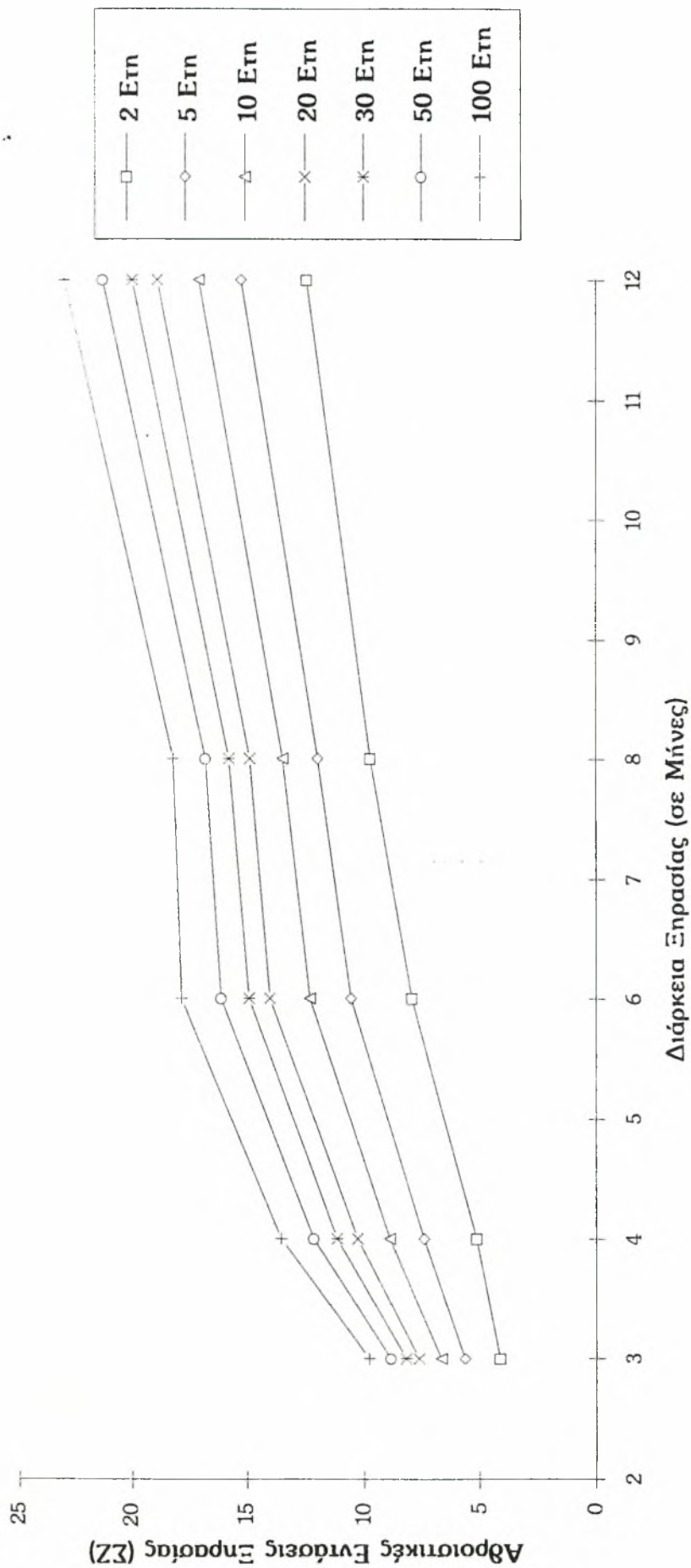
ΒΟΛΟΣ (BL) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



ΒΟΛΟΣ (BL) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



ΒΟΛΟΣ (BL) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

5.1 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Για την περιγραφή της μεθόδου προσδιορισμού των σχέσεων έντασης - διάρκειας - συχνότητας ξηρασίας χρησιμοποιούνται αθροιστικές τιμές (ΣΖ) από 30 σταθμούς της Ελλάδος για τις περιόδους εκείνες παρατηρείται ξηρασία. Σύμφωνα με το πρώτο βήμα δημιουργούνται πίνακες πιθανοτήτων εμφάνισης ξηρασίας, ένας για κάθε διάρκεια ξηρασίας και για κάθε σταθμό που μελετάται. Στην πρώτη στήλη του πίνακα 5 τοποθετείται ο αύξων αριθμός του επεισοδίου ξηρασίας και στη δεύτερη στήλη η αθροιστική ένταση της ξηρασίας (ΣΖ) κατά ανιούσα τάξη δηλαδή κατιούσα ως προς τη σφοδρότητα του φαινομένου ενώ στη τρίτη στήλη υπολογίζεται η πιθανότητα εμφάνισης P του επεισοδίου της ξηρασίας σύμφωνα με τον τύπο $P = \frac{m}{(n+1)}$, όπου m είναι ο αύξων αριθμός και n είναι ο

συνολικός αριθμός των περιπτώσεων.

Στην τέταρτη στήλη υπολογίζεται η περίοδος επανεμφάνισης, T , του επεισοδίου ξηρασίας σε χρόνια σύμφωνα με τον τύπο $T=1/P$. Στα στοιχεία του σταθμού του Βόλου χρειάστηκε να γίνει ομαδοποίηση των επεισοδίων ξηρασίας ως προς τη διάρκεια τους προκειμένου να δημιουργηθεί ικανοποιητικά αρκετά μεγάλος αριθμός περιπτώσεων ξηρασίας για συγκεκριμένη διάρκεια. Έτσι οι διάρκειες των 5 και 6 μηνών ομαδοποιήθηκαν ως μία διάρκεια όπως και οι διάρκειες 7 και 8 καθώς και οι διάρκειες 9 έως 12 μηνών. Για τον ίδιο λόγο έγιναν ομαδοποιήσεις και για όλους τους υπόλοιπους σταθμούς, όπου χρειάστηκε και φαίνονται στους πίνακες 4(α, β, γ).

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : Αθροιστικές Εντάσεις Ξηρασίας (ΣΖ) Βόλου διάρκειας 3 μηνών και αντίστοιχες Πιθανότητες (P) και Περίοδοι Επανεμφάνισης (T)

Λ/Α	Αθροιστικές Εντάσεις(ΣΖ) (αρνητικές)	Πιθανότητα $P=m/(n+1)$	Περίοδος Επανεμφάν. $T=1/P$	Λ/Α	Αθροιστικές Εντάσεις(ΣΖ) (αρνητικές)	Πιθανότητα $P=m/(n+1)$	Περίοδος Επανεμφάν. $T=1/P$
1	1.55	0.04	27.00	14	4.8	0.52	1.93
2	1.86	0.07	13.50	15	4.82	0.56	1.80
3	2.55	0.11	9.00	16	4.86	0.59	1.69
4	2.6	0.15	6.75	17	5.07	0.63	1.59
5	2.92	0.19	5.40	18	5.12	0.67	1.50
6	3.28	0.22	4.50	19	5.37	0.70	1.42
7	3.44	0.26	3.86	20	5.45	0.74	1.35
8	3.53	0.30	3.38	21	5.55	0.78	1.29
9	3.65	0.33	3.00	22	5.57	0.81	1.23
10	3.77	0.37	2.70	23	5.75	0.85	1.17
11	3.94	0.41	2.45	24	5.85	0.89	1.13
12	4.29	0.44	2.25	25	5.91	0.93	1.08
13	4.61	0.48	2.08	26	6.54	0.96	1.04

Στη συνέχεια εξετάζεται η προσαρμογή της κατανομής Gumbel και δημιουργούνται τα διαγράμματα προσαρμογής της στα δεδομένα. Σε κάθε διάγραμμα απ' αυτά στον κάθετο άξονα υπάρχουν οι αθροιστικές εντάσεις ξηρασίας (ΣZ) και στον οριζόντιο η περίοδος επανεμφάνισής τους. Τα σημεία που εξάγονται από την κατανομή Gumbel ενώνονται με συνεχή γραμμή και οι εκτιμήσεις (ΣZ) ως σημεία - ρόμβοι. Για κάθε ένα από τους 30 σταθμούς παρατίθεται διάγραμμα προσαρμογής της κατανομής Gumbel για διάρκεια 3 μηνών (Παράρτημα 2). Για τις υπόλοιπες παρατηρηθείσες διάρκειες ξηρασίας οι προσαρμογές της κατανομής Gumbel έχουν γίνει και χρησιμοποιούνται στους επόμενους υπολογισμούς και παραρτήματα, αλλά δεν παρατίθενται λόγω του αριθμού των διαγραμμάτων. Από τα διαγράμματα αυτά παρατηρείται ότι η κατανομή ακραίων φαινομένων Gumbel περιγράφει ικανοποιητικά το φαινόμενο της ξηρασίας και προσαρμόζεται στα δεδομένα. Από το Παράρτημα 1 η στήλη "return period", που είναι κοινή για όλες τις διάρκειες, μαζί με τις στήλες "drought estimate" για κάθε παρατηρούμενη διάρκεια (π.χ. 3,4,5,...μηνών) χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθούν τα διαγράμματα κατανομής Gumbel τα οποία παρατίθενται στο Παράρτημα 3. Στα διαγράμματα αυτά φαίνονται στον κάθετο άξονα οι αθροιστικές εντάσεις ξηρασίας (ΣZ), στον δε οριζόντιο άξονα φαίνονται οι περίοδοι επανεμφάνισης αυτών. Στα σημεία κάθε διάρκειας γίνεται προσαρμογή καμπύλης γραμμικής. Οι καμπύλες αυτές γραμμές είναι συγκεκριμένης διάρκειας και κατά αύξουσα σειρά(π.χ. 3,4,...μηνών).

Για κάθε διάρκεια και από κάθε καμπύλη Gumbel, εξάγονται οι εντάσεις ξηρασίας οι οποίες αντιστοιχούν σε περίοδο επανεμφάνισης $T=2,5,10,20,30,50,100$ χρόνια αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές τοποθετούνται στον κάθετο άξονα ενός διαγράμματος, ενώ στον οριζόντιο τοποθετούνται οι διάρκειες ξηρασίας. Στα σημεία που αναφέρονται στην ίδια περίοδο επανεμφάνισης γίνεται προσαρμογή καμπύλης γραμμής. Τελικά δημιουργούνται τα διαγράμματα έντασης-διάρκειας-συχνότητας ξηρασίας όπως φαίνονται στο Παράρτημα 4.

Επόμενο στάδιο είναι η δημιουργία χαρτών ισοξηρικών καμπυλών Ελλάδας, οι οποίοι χάρτες δείχνουν τη χωρική κατανομή της έντασης ξηρασίας σε Πανελλαδική κλίμακα. Κάθε ένας χάρτης παρέχει πληροφορίες για συγκεκριμένη διάρκεια και περίοδο επανεμφάνισης.

Αναλυτικά τα βήματα δημιουργίας των χαρτών:

Βήμα 1. Υπολογίζονται οι καρτεσιανές συντεταγμένες (X,Y) των 30 χρησιμοποιούμενων μετεωρολογικών σταθμών. Ο υπολογισμός γίνεται με βάση τις γεωγραφικές συντεταγμένες αυτών σύμφωνα με τον τύπο για το X κάθε σταθμού ο τύπος είναι:

$$X = c[\Gamma.MM+(\Gamma.M\Lambda/60)-20] \quad (5.1)$$

όπου $\Gamma.MM$ = Γεωγραφικό μήκος σε μοίρες

$\Gamma.M\Lambda$ = Γεωγραφικό μήκος σε λεπτά

Για το Y κάθε σταθμού ο τύπος είναι:

$$Y = c[\Gamma.ΠΜ+(\Gamma.Π\Lambda/60)-35] \quad (5.2)$$

όπου $\Gamma.ΠΜ$ = Γεωγραφικό πλάτος σε μοίρες

$\Gamma.Π\Lambda$ = Γεωγραφικό πλάτος σε λεπτά

και $c = 111,111$ συντελεστής που αντιστοιχεί σε Km ανά μοίρα.

Η μετατροπή των γεωγραφικών συντεταγμένων σε καρτεσιανές φαίνεται στον Πίνακα 3, καθώς και η χρονική περίοδος των χρησιμοποιούμενων στοιχείων. Η μετατροπή αυτή εξυπηρετεί στο ότι οι καρτεσιανές συντεταγμένες είναι πίο εύχρηστες για να δημιουργηθούν οι χάρτες με τις ισοξηρικές καμπύλες.

Βήμα 2. Κατόπιν δημιουργούνται οι πίνακες $\delta(\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \sigma\tau, \zeta)$ που δείχνουν τις αθροιστικές εντάσεις ξηρασίας (ΣZ) κατά διάρκεια για περιόδους επανεμφάνισης 2,5,10,20,30,50,100 ετών, αντίστοιχα στους σταθμούς που είτε δεν παρατηρείται είτε πραγματοποιήθηκε ομαδοποίηση της συγκεκριμένης αθροιστικής έντασης, έγινε γραμμική

επέκταση (extrapolation) ή παρεμβολή (interpolation). Στην συνέχεια παρατίθενται οι καρτεσιανές συντεταγμένες (X,Y) με την κατάταξη που έχουμε στον Πίνακα 3 για τη στήλη που περιέχει τιμές συγκεκριμένης αθροιστικής έντασης ξηρασίας (ΣΖ) (π.χ. 3 μηνών) και περίοδο επανεμφάνισης (π.χ. 2 ετών), όπως φαίνεται στην πρώτη στήλη του Πίνακα 6α. Μετά την επεξεργασία προκύπτει ο χάρτης ισοξηρικών καμπύλων όπως χάρτης ισοξηρικών καμπύλων 3 μηνών διάρκειας ξηρασίας και περίοδο επανεμφάνισης 2 ετών. Αντίστοιχες καμπύλες προκύπτουν για τις διάρκειες 4,5,6,7 και 12 μηνών για περίοδο επανεμφάνισης 2 ετών.



Χάρτης Ελλάδος με τους 30 μελετούμενους Μετεωρολογικούς Σταθμούς

ΠΙΝΑΚΑΣ 6α : Αθροιστικές Εντάσεις Ξηρασίας (ΣΖ) κατά Διάρκεια για Περίοδο Επανεμφάνισης 2 Ετών και για όλους τους Σταθμούς

Μετεωρ. Σταθμός	Περίοδος Επανεμφ.	Διάρκεια Ξηρασίας (μήνες)															
		3 μήνες	4 μήνες	5 μήνες	6 μήνες	7 μήνες	8 μήνες	9 μήνες	10 μήνες	11 μήνες	12 μήνες	13 μήνες	14 μήνες	16 μήνες			
1. AL	2 Ετη	4.35	5.96	7.38		9.1					16.2						
2. AN	2 Ετη	3.54	4.33	4.93		7.29			10.3								
3. AR	2 Ετη	4.48	5.27		6.77										13.6		
4. BL	2 Ετη	4.14	5.14		7.95		9.79				12.6						
5. CR	2 Ετη	4.04	5.55	6.89		10.2					9.67	15.1					
6. EL	2 Ετη	4.03	5.21	5.94	7.27					12.7							
7. FL	2 Ετη		4.94			8.86					12.6						
8. HR	2 Ετη	4.14	4.79	6.07		8.34				14							
9. IO	2 Ετη	4.19	6.06		8.59					10.7							
10. KM	2 Ετη		5.46		8.06							14.5					
11. KS	2 Ετη	4.65	5.49	6.24		8.55											
12. KV	2 Ετη	4.28	6.04		8.39						12.6						
13. KZ	2 Ετη	4.23	5.66		7.66						19.3						
14. LF	2 Ετη	4.31	5.71	6.35	7.23	8.57											
15. LM	2 Ετη	4.3	5.61			8.24		11.6					15.3				
16. LR	2 Ετη	4.03	5.37				7.38										
17. ML	2 Ετη	4.67	5.69	6.65	7.58							10.3					
18. MY	2 Ετη	3.81	5.09	6.78	8.49	9.17							12.8				
19. MT	2 Ετη	4.65	6.2	7.44	8.96	10.5	12.8		15.1				23.2				
20. NA	2 Ετη	4.21	5.92	7.51	8.88	9.7											
21. NF	2 Ετη	4.08	5.57	6.76	7.97	8.89				10.4							
22. PA	2 Ετη	4.25	5.53	7.01	8.56	10.4	11.9			15							
23. PY	2 Ετη	4.31	5.68	6.3	8.32	9.86			14.8								
24. SF	2 Ετη	4.22	5.88	7.57													
25. SH	2 Ετη	4.08	4.99	5.95	7.12	8.91	10.4						14.1				
26. SR	2 Ετη		5.04				8.36										
27. TP	2 Ετη	4.24	5.68	7.93		10.5					16.8						
28. TR	2 Ετη	4.14	5.46	7.09	9.31			14.4			17.6						
29. TS	2 Ετη	4.76	6.07			8.67									15.4		
30. XA	2 Ετη	4.31	5.78	7.39		9.27			14.1								

ΠΙΝΑΚΑΣ 6β : Αθροιστικές Εντάσεις Ξηρασίας (ΣΖ) κατά Διάρκεια για Περίοδο Επανεμφάνισης 5 Ετών και για όλους τους Σταθμούς

Μετεωρ. Σταθμοί	Περίοδος Επανεμφ. 5 Ετη	Διάρκεια Ξηρασίας (μήνες)														
		3 μήνες	4 μήνες	5 μήνες	6 μήνες	7 μήνες	8 μήνες	9 μήνες	10 μήνες	11 μήνες	12 μήνες	13 μήνες	14 μήνες	16 μήνες		
1. AL	5 Ετη	6.2	8.17	9.91	12	9.78										
2. AN	5 Ετη	5.15	6.2	7.07				13.2								
3. AR	5 Ετη	6.51	7.51		9.61										19.2	
4. BL	5 Ετη	5.65	7.41		10.6											
5. CR	5 Ετη	6.09	7.64	9.24	13.3									19.5		
6. EL	5 Ετη	5.49	7.01	7.81	9.16											
7. FL	5 Ετη		7.08			12.7				18.8						
8. HR	5 Ετη	5.85	6.78	8.35		11.2										
9. IO	5 Ετη	6.05	7.98		11.4					16.2						
10. KM	5 Ετη		7.46		9.49					13						
11. KS	5 Ετη	6.65	8.25	9.42		12.2							18.8			
12. KV	5 Ετη	6.31	8.47		10.6											
13. KZ	5 Ετη	5.97	7.95		11					15.9						
14. LF	5 Ετη	6.24	7.85	8.35	9.12	10.7										
15. LM	5 Ετη	6.09	7.66			10.6				13.6				16.4		
16. LR	5 Ετη	5.52	6.95							9.21						
17. ML	5 Ετη	6.84	8.01	9.19	9.9								13			
18. MY	5 Ετη	5.83	7.61	9.53	11.5	12.3								16.9		
19. MT	5 Ετη	7.11	8.92	11	13.1	15.7				19.7				32.8		
20. NA	5 Ετη	6.28	8.18	9.91	11.4	12.6										
21. NF	5 Ετη	5.76	7.08	8.51	9.5	10.5										
22. PA	5 Ετη	6.39	7.74	9.67	11.8	13.6				15.5						
23. PY	5 Ετη	6.37	8.11	9.2	11.1	12.4										
24. SF	5 Ετη	5.7	7.59	9.77						18.9						
25. SH	5 Ετη	5.69	6.68	7.93	9.8	11.4				13.5				17.1		
26. SR	5 Ετη		6.95							10.7						
27. TP	5 Ετη	6.16	8.09	10		12.9										
28. TR	5 Ετη	5.75	7.58	9.73	13											
29. TS	5 Ετη	6.23	7.9			11				18.3						
30. XA	5 Ετη	6.34	8.53	10.1		13								17.8	20.2	

ΠΙΝΑΚΑΣ 6γ : Αθροιστικές Εντάσεις Ξηρασίας (ΣΖ) κατά Λιάρκεια για Περίοδο Επανεμφάνισης 10 Ετών και για όλους τους Σταθμούς

Μετεωρ. Σταθμοί	Περίοδος Επανεμφ.	Διάρκεια Ξηρασίας (μήνες)														
		3 μήνες	4 μήνες	5 μήνες	6 μήνες	7 μήνες	8 μήνες	9 μήνες	10 μήνες	11 μήνες	12 μήνες	13 μήνες	14 μήνες	16 μήνες		
1. AL	10 Έτη	7.43	9.62	11.6		13.9										
2. AN	10 Έτη	6.21	7.44	8.48		11.4			15.2							
3. AR	10 Έτη	7.86	9		11.5										22.9	
4. BL	10 Έτη	6.65	8.91		12.4			13.6								
5. CR	10 Έτη	7.44	9.02	10.8		15.4						22.4				
6. EL	10 Έτη	6.46	8.21	9.05	10.4											
7. FL	10 Έτη		8.5			15.2				22.8						
8. HR	10 Έτη	6.98	8.11	9.86		13.2										
9. IO	10 Έτη	7.28	9.25		13.2					17.7						
10. KM	10 Έτη		8.78		10.4					14.6						
11. KS	10 Έτη	7.97	10.1	11.5		14.6						21.6				
12. KV	10 Έτη	7.65	10.1		12.1											
13. KZ	10 Έτη	7.13	9.47		13.3			18.4								
14. LF	10 Έτη	7.53	9.26	9.67	10.4	12.1										
15. LM	10 Έτη	7.28	9.03			12.1		14.8						17.1		
16. LR	10 Έτη	6.5	7.99					10.4								
17. ML	10 Έτη	8.27	9.55	10.9	11.4							14.8				
18. MY	10 Έτη	7.17	9.28	11.4	13.4	14.4								19.6		
19. MT	10 Έτη	8.75	10.7	13.4	15.8	19.2	24.3			27.7				39.1		
20. NA	10 Έτη	7.65	9.67	11.5	13	14.5										
21. NF	10 Έτη	6.86	8.08	9.68	10.5	11.5				13.1						
22. PA	10 Έτη	7.81	9.21	11.4	14	15.8	17.9			26.6						
23. PY	10 Έτη	7.72	9.72	11.1	13	14.1				21.6						
24. SF	10 Έτη	6.68	8.72	11.2												
25. SH	10 Έτη	6.76	7.81	9.24	11.6	13.1	15.5							19.2		
26. SR	10 Έτη		8.21				12.2									
27. TP	10 Έτη	7.43	9.68	11.4		14.5										
28. TR	10 Έτη	6.81	8.98	11.5	15.5			21					25.2			
29. TS	10 Έτη	7.2	9.11			12.5							25			
30. XA	10 Έτη	7.68	10.4	11.9		15.5				20.3					23.4	

ΠΙΝΑΚΑΣ 6στ : Αθροιστικές Εντάσεις Ξηρασίας (ΣΖ) κατά Διάρκεια για Περίοδο Επανεμφάνισης 50 Ετών και για όλους τους Σταθμούς

Μετεωρ. Σταθμοί	Περίοδος Επανεμφ.	Διάρκεια Ξηρασίας (μήνες)															
		3 μήνες	4 μήνες	5 μήνες	6 μήνες	7 μήνες	8 μήνες	9 μήνες	10 μήνες	11 μήνες	12 μήνες	13 μήνες	14 μήνες	16 μήνες			
1. AL	50 Ετη	10.1	12.8	15.3		18.2						32.7					
2. AN	50 Ετη	8.55	10.2	11.6		15.1			19.5								
3. AR	50 Ετη	10.8	12.3		15.6											31.1	
4. BL	50 Ετη	8.86	12.2		16.2		16.9					21.4					
5. CR	50 Ετη	10.4	12.1	14.2		19.9						28.8					
6. EL	50 Ετη	8.59	10.8	11.8	13.2						16.3						
7. FL	50 Ετη		11.6			20.7				31.8							
8. HR	50 Ετη	9.48	11	13.2		17.4					30.8						
9. IO	50 Ετη	9.98	12		17.2					20.9							
10. KM	50 Ετη		11.7		12.5					18							
11. KS	50 Ετη	10.9	14.1	16.2		19.8						27.9					
12. KV	50 Ετη	10.6	13.6		15.3						22.8						
13. KZ	50 Ετη	9.66	12.8		18.2		23.9				29						
14. LF	50 Ετη	10.3	12.4	12.6	13.1	15.3											
15. LM	50 Ετη	9.9	12			15.5		17.7						18.7			
16. LR	50 Ετη	8.67	10.3				13.1										
17. ML	50 Ετη	11.4	12.9	14.6	14.8							18.8					
18. MY	50 Ετη	10.1	12.9	15.4	17.8	19							25.6				
19. MT	50 Ετη	12.3	14.7	18.6	21.9	26.8	34.5			38.9				53			
20. NA	50 Ετη	10.7	13	15	16.6	18.7											
21. NF	50 Ετη	9.3	10.3	12.2	12.7	13.9					15.4						
22. PA	50 Ετη	10.9	12.4	15.3	18.7	20.5	23.2				36.9						
23. PY	50 Ετη	10.7	13.3	15.3	17.1	17.9			27.5								
24. SF	50 Ετη	8.83	11.2	14.4													
25. SH	50 Ετη	9.1	10.3	12.1	15.5	16.8	19.9							23.7			
26. SR	50 Ετη		11				15.5										
27. TP	50 Ετη	10.2	13.2	14.4		18					32.5						
28. TR	50 Ετη	9.16	12.1	15.3	20.9			26.7			31.5						
29. TS	50 Ετη	9.33	11.8			15.9										30.3	
30. XA	50 Ετη	10.6	14.4	15.8		21				25.8							

ΠΙΝΑΚΑΣ 6ζ : Αθροιστικές Εντάσεις Ξηρασίας (ΣΖ) κατά Διάρκεια για Περίοδο Επανεμφάνισης 100 Ετών και για όλους τους Σταθμούς

Μετεωρ. Σταθμοί	Περίοδος Επανεμφ.	Διάρκεια Ξηρασίας (μήνες)															
		3 μήνες	4 μήνες	5 μήνες	6 μήνες	7 μήνες	8 μήνες	9 μήνες	10 μήνες	11 μήνες	12 μήνες	13 μήνες	14 μήνες	16 μήνες			
1. AL	100 Ετη	11.3	14.2	16.8		20											
2. AN	100 Ετη	9.53	11.3	12.9		16.6			21.4								
3. AR	100 Ετη	12.1	13.7		17.4											34.5	
4. BL	100 Ετη	9.79	13.6		17.9			18.3									
5. CR	100 Ετη	11.7	13.3	15.7		21.8						31.5					
6. EL	100 Ετη	9.49	11.9	12.9	14.3						17.6						
7. FL	100 Ετη		12.9			23.1				35.5							
8. HR	100 Ετη	10.5	12.2	14.6		19.2					34.4						
9. IO	100 Ετη	11.1	13.2		18.9					22.3							
10. KM	100 Ετη		12.9		13.4					19.4							
11. KS	100 Ετη	12.1	15.8	18.1		22.1						30.5					
12. KV	100 Ετη	11.9	15.1		16.7						24.8						
13. KZ	100 Ετη	10.7	14.2		20.3			26.3									
14. LF	100 Ετη	11.5	13.7	13.8	14.3	16.6											
15. LM	100 Ετη	11	13.3			16.9		18.9					19.4				
16. LR	100 Ετη	9.59	11.3					14.2									
17. ML	100 Ετη	12.8	14.4	16.1	16.3							20.5					
18. MY	100 Ετη	11.4	14.5	17	19.6	21							28.1				
19. MT	100 Ετη	13.9	16.3	20.8	24.4	30.1	38.8		43.6				58.9				
20. NA	100 Ετη	11.9	14.4	16.5	18.1	20.5											
21. NF	100 Ετη	10.3	11.2	13.3	13.7	14.9				16.4							
22. PA	100 Ετη	12.3	13.8	17	20.7	22.4	25.5			41.2							
23. PY	100 Ετη	12	14.8	17.1	18.8	19.4			30								
24. SF	100 Ετη	9.74	12.3	15.8													
25. SH	100 Ετη	10.1	11.3	13.4	17.1	18.3	21.8						25.5				
26. SR	100 Ετη		12.2				16.9										
27. TP	100 Ετη	11.4	14.7	15.7		19.5											
28. TR	100 Ετη	10.1	13.4	17	23.2			29.2			35.6						
29. TS	100 Ετη	10.2	12.9			17.4					34.3					33.3	
30. XA	100 Ετη	11.9	16	17.5		23.4				28.1							

Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται για περιόδους επανεμφάνισης 5,10,20,30,50 και 100 ετών, αντίστοιχα τελικά προκύπτουν 42 χάρτες ισοξηρικών καμπύλων, όπως αναφέρθηκε κάθε ένας έχει διαφορετική περίοδο επανεμφάνισης και διάρκεια ξηρασίας, είναι δηλαδή συνδιασμοί 6 διαρκειών και 7 περιόδων επανεμφάνισης).

Βήμα 3. Καθορισμός των ορίων του χάρτη Ελλάδος. Τα όρια του χάρτη καθορίζονται γνωρίζοντας ότι το κάτω αριστερό άκρο του είναι η τομή του 20ου μεσημβρινού και 35ου παραλλήλου και σύμφωνα με τις εξισώσεις (εξίσωση (5.1 και 5.2)) μετατροπής οι καρτεσιανές συντεταγμένες του είναι (0,0). Ομοίως το άνω δεξιό άκρο του χάρτη έχει αντίστοιχα καρτεσιανές συντεταγμένες (888.9 , 748.8), δεδομένου ότι οι γεωγραφικές συντεταγμένες του είναι $28^{\circ} 00'$ (γεωγραφικό μήκος) και $41^{\circ} 44'$ (γεωγραφικό πλάτος). Στο Σχήμα 4 απεικονίζεται ο χάρτης της Ελλάδος με τις θέσεις των 30 μετεωρολογικών σταθμών.

Βήμα 4. Ο καθένας από τους 42 χάρτες ισοξηρικών καμπυλών τίθεται πάνω στο υπόβαθρο των ορίων του χάρτη και έτσι προκύπτει ένας χάρτης στον οποίο, απεικονίζεται η αυτογραφία της Ελλάδος με τις ισοξηρικές καμπύλες . Οι χάρτες αυτοί παρουσιάζονται στο Παράρτημα 5.

5.2 Επισημάνσεις.

Με βάση την ανάλυση που έχει προηγηθεί μπορούν να εξαχθούν επισημάνσεις για διάφορες περιοχές της Ελλάδος. Συγκεκριμένα οι εξεταζόμενες περιοχές είναι η Κεντρική, Βόρεια, Νότια, Δυτική και Ανατολική Ελλάδα, αντίστοιχα η ταξινόμηση των 30 σταθμών στις παραπάνω περιοχές δεν πραγματοποιείται με βάση τη διοικητική διαίρεση της Ηπειρωτικής Ελλάδας, αλλά με βάση τη χωροταξική κατανομή όλης της χώρας συμπεριλαμβανομένων και των νησιών. Στον Πίνακα 7 ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες οι αθροιστικές εντάσεις ξηρασίας (ΣΖ) ανα γεωγραφικό διαμέρισμα.

Στην Κεντρική Ελλάδα συνήθως παρατηρούνται χαμηλές και μέσες εντάσεις του φαινομένου της ξηρασίας και μόνο στο σταθμό των Τρικάλων παρατηρούνται εξαιρετικά ακραίες εντάσεις ξηρασίας. Ακόμη στους σταθμούς των Τρικάλων και Βόλου

παρατηρούνται χαμηλές, μέσες αλλά και μεγάλες εντάσεις. Στη Βόρεια Ελλάδα συχνότερα εμφανίζονται χαμηλές και μέσες εντάσεις. Για τους σταθμούς όμως της Καβάλας και της Κοζάνης παρατηρούνται αρκετά μεγάλες εντάσεις, όπως και εξαιρετικά ακραίες εντάσεις στους σταθμούς της Αλεξανδρούπολης, Φλώρινας και Θεσσαλονίκης.

Στη Νότια Ελλάδα παρατηρούνται συνήθως χαμηλές και μέσες εντάσεις, ενώ παρατηρούνται εξαιρετικά ακραίες εντάσεις δεν συνοδεύονται από εμφάνιση μεγάλων εντάσεων και αντίστροφα, εκτός από το σταθμό της Μεθώνης, όπου εμφανίζονται όλες οι εντάσεις. Στην Ανατολική Ελλάδα παρατηρούνται χαμηλές, μέσες και μεγάλες εντάσεις, εκτός του σταθμού της Λήμνου όπου έχουμε μόνο χαμηλές και μέσες. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι στην Ανατολική Ελλάδα δεν παρατηρούνται εξαιρετικά ακραίες εντάσεις. Τέλος, στη Δυτική Ελλάδα συνήθως παρατηρούνται εντάσεις που κυμαίνονται σε χαμηλά και μέσα επίπεδα, ενώ στα Ιωάννινα και Κέρκυρα εμφανίζονται και μεγάλες εντάσεις. Όταν παρατηρούνται εξαιρετικά ακραίες εντάσεις δεν υπάρχουν μεγάλες πλην της Κέρκυρας, όπου υπάρχουν και μεγάλες εντάσεις. Πρέπει να σημειωθεί ότι η εμφάνιση μεγάλων και ακραίων εντάσεων σ' ένα ποσοστό οφείλεται στις ομαδοποιήσεις που έγιναν στις μεγάλες διάρκειες ξηρασίας.

Πίνακας 7 : Παρατηρούμενες κατηγορίες εντάσεων για τους 30 μελετούμενους σταθμούς ανά γεωγραφική περιοχή

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΧΑΜΗΛΕΣ	ΜΕΣΕΣ	ΜΕΓΑΛΕΣ	ΕΞ. ΑΚΡΑΙΕΣ
α. Β.ΕΛΛΑΔΑ				
AL	+	+		+
KV	+	+	+	
KZ	+	+	+	
KM	+	+		
TS	+	+		+
SF	+	+		
SR	+	+		
FL	+	+		+
β. Κ.ΕΛΛΑΔΑ				
BL	+	+	+	
LR	+	+		
TR	+	+	+	+
EL	+	+		
NF	+	+		
NA	+	+		
γ. Ν.ΕΛΛΑΔΑ				
AN	+	+	+	
IR	+	+		+
SA	+	+	+	
TP	+	+		+
SH	+	+	+	
MU	+	+	+	+
ML	+	+		
δ. Δ.ΕΛΛΑΔΑ				
KR	+	+	+	+
LF	+	+		
RX	+	+		
IO	+	+	+	
PA	+	+		+
PY	+	+		+
ε. Α.ΕΛΛΑΔΑ				
MT	+	+	+	
KO	+	+	+	
LM	+	+		

Στον Πίνακα 8 απεικονίζεται ο βαθμός διαφοροποίησης της αθροιστικής έντασης ξηρασίας (ΣΖ) σε ομάδες διαρκειών αναφωγραφικό διαμέρισμα. Στην Κεντρική Ελλάδα συνήθως παρατηρούνται έντονες διαφοροποιήσεις, ως προς το ρυθμό αύξησης της έντασης σε μέσες διάρκειες εκτός του σταθμού της Λάρισας που το φαινόμενο παρατηρείται σε μικρές διάρκειες. Μικρές διαφοροποιήσεις παρατηρούνται στις μικρές διάρκειες. Κάποια ομαλοποίηση της αύξησης του ρυθμού της έντασης πραγματοποιείται στη διάρκεια των 6 μηνών. Στη Βόρεια Ελλάδα στους σταθμούς Κοζάνης και Αλεξανδρούπολης η εντονότερη διαφοροποίηση του ρυθμού αύξησης της έντασης παρατηρείται στις μεγάλες διάρκειες, αντίθετα με τους σταθμούς της Καβάλας και Θεσσαλονίκης, όπου η διαφοροποίηση παρατηρείται στις μικρές διάρκειες.

Στη Νότια Ελλάδα η πιο έντονη διαφοροποίηση του ρυθμού αύξησης της έντασης παρατηρείται στις μέσες διάρκειες, εκτός του σταθμού Ηρακλείου και Τρίπολης όπου το φαινόμενο παρατηρείται στις μεγάλες διάρκειες. Επιπλέον στους σταθμούς της Μεθώνης και Σητείας επαναλαμβάνεται δύο φορές έντονη διαφοροποίηση ανάμεσα στις διάρκειες. Ακόμα για μεν τη Μεθώνη διαφοροποίηση παρατηρείται στις μέσες και μεγάλες διάρκειες, για δε τη Τρίπολη εντοπίζεται στις μέσες διάρκειες. Στην Ανατολική Ελλάδα η εντονότερη διαφοροποίηση του ρυθμού αύξησης της έντασης παρατηρείται στις μέσες διάρκειες πλην του σταθμού της Κώ όπου στις μικρές διάρκειες υπάρχει έντονη διαφοροποίηση. Τέλος, στη Δυτική Ελλάδα μεγαλύτερη διαφοροποίηση του ρυθμού αύξησης της έντασης παρατηρείται στις μέσες διάρκειες, εκτός του σταθμού της Αράξου, του Πύργου και της Πάτρας όπου το φαινόμενο αυτό παρατηρείται στις μεγάλες διάρκειες. Σημειωτέον ότι στους σταθμούς της Λευκάδας και Πάτρας, παρατηρείται δύο φορές το φαινόμενο ανάμεσα στις διάρκειες, ενώ για το σταθμό της Λευκάδας στις μέσες διάρκειες, και για το σταθμό της Πάτρας στις μέσες και μεγάλες διάρκειες.

Πίνακας 8 : Βαθμός διαφοροποίησης της αθροιστικής έντασης Ήφρασίας (ΣΖ) σε ομάδες διαρκειών

ΒΑΘΜΟΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣ. ΑΘΡ. ΕΝΤ. ΉΦΡΑΣΙΑΣ (ΣΖ)			
ΣΤΑΘΜΟΣ	ΜΙΚΡΗ ΔΙΑΦΟΡ.	ΕΝΤΟΝΗ ΔΙΑΦΟΡ.	ΣΧ.ΟΜΑΛΟΠ.

α. Β.ΕΛΛΑΔΑ

AL	5-7	7-12	3-5
KY	6-12	3-4	4-6
KZ	3-8	8-12	3-4
KM	6-11	-	4-6
TS	4-7	3-4	7-16
SF	3-5	-	-
SR	3-5	-	-
FL	4-11	-	-

β. Κ.ΕΛΛΑΔΑ

BL	3-4 & 8-12	4-6	6-8
LR	4-8	3-4	-
TR	3-5	5-6	6-12
EL	3-5 & 6-12	5-6	-
NF	3-4	4-5 & 6-7	7-11
NA	3-5	6-7	5-6

γ. Ν.ΕΛΛΑΔΑ

AN	7-10	5-7	3-5
IR	3-4	7-12	4-7
SA	3-5	5-7	7-11
TP	3-4	7-12	4-7
SH	8-14	5-6 & 7-8	3-4
MU	8-10	5-8 & 10-14	3-5
ML	6-13 & 3-4	4-5	5-6

δ. Δ.ΕΛΛΑΔΑ

KR	7-13 & 3-5	5-7	-
LF	5-6	3-4 & 6-7	4-5
RX	3-6	6-16	-
IO	3-4	4-6	6-11
PA	3-5	5-6 & 8-11	6-8
PY	3-6	7-10	6-7

ε. Α.ΕΛΛΑΔΑ

MT	3-5	5-6	6-14
KO	3-4 & 7-13	3-4	4-7
LM	3-4	4-5	6-14

Οι χάρτες προσδίδουν μια πρόσθετη προγνωστική ικανότητα για τη μελέτη ακραίων φαινομένων. Και από τη παρατήρηση ομάδων χαρτών με κοινή περίοδο επανεμφάνισης (π.χ. 2,5,10,...,100 ετών) διαπιστώθηκε ότι παρουσιάζεται περίπου η ίδια μορφή σχημάτων κατά κοινή περίοδο εμφάνισης με χαμηλές εντάσεις. Αυξανόμενων όμως των διαρκειών για όλες τις ομάδες χαρτών, παρατηρείται αύξηση της έντασης που ναι μεν είναι αναμενόμενη αλλά σε μικρότερο ποσοστό.

Για την ομάδα των χαρτών με κοινή περίοδο επανεμφάνισης 2 ετών παρατηρήθηκε ότι στις μικρές διάρκειες (4,5,6 μηνών) ο βαθμός διαφοροποίησης της έντασης είναι ισχυρός στις πεδινές περιοχές της Ελλάδος (Θεσσαλονίκης - Θεσσαλίας). Αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι στις πεδιάδες αυτές έχουμε πύκνωση των καμπυλών, που δηλώνει απότομη αυξομείωση της έντασης του φαινομένου σε μικρή σχετικά χωρική απόσταση. Αντίθετα πάνω από τις ορεινές περιοχές της Ελλάδος δεν παρατηρείται αυτή η ισχυρή βαθμίδα διαφοροποίησης, γεγονός που είναι αναμενόμενο διότι τα βουνά είναι δέκτες περισσότερων βροχοπτώσεων από ότι οι πεδιάδες. Στη μεγάλη όμως διάρκεια των 12 μηνών δεν παρατηρείται κάποια τέτοια διαφοροποίηση δεδομένου ότι το φαινόμενο της ξηρασίας είναι σπανιότερο.

Επίσης, στις μικρές διάρκειες παρατηρείται και σαφή διαφοροποίηση της έντασης μεταξύ του ανατολικού και δυτικού τμήματος του νησιού της Κρήτης, όπου το φαινόμενο μεταβάλλεται απότομα μεταξύ αυτών των δύο τμημάτων. Ακόμη γι' αυτή την ομάδα χαρτών το φαινόμενο δεν διαφοροποιείται χωρικά στις διάφορες διάρκειες ως προς την ένταση ούτε από δυτική διεύθυνση προς ανατολική, αλλά ούτε από βόρεια προς νότια. Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο διότι η περίοδος επανεμφάνισης είναι μικρή (2 ετών). Πλην της διάρκειας των 12 μηνών όπου φαίνεται ότι έχουμε μια σχετική διαφοροποίηση με διεύθυνση από δύση προς ανατολή

Στην ομάδα χαρτών με κοινή περίοδο επανεμφάνισης 5 ετών, παρατηρείται για όλες τις διάρκειες, εκτός εκείνης των τριών μηνών, έντονη διαφοροποίηση της έντασης πάνω από τις πεδιάδες, αλλά και εντατικοποίηση του φαινομένου στην ανατολική νησιώτικη Ελλάδα. Η συνεχιζόμενη εμφάνιση του φαινομένου της ξηρασίας που εκφράζεται μη όλο και μεγαλύτερες διάρκειες έχει ως αποτέλεσμα πιο σαφή διαφοροποίηση της έντασης κατά τη διεύθυνση από τη

δυτική προς την ανατολική Ελλάδα. Αντίθετα δεν παρατηρείται κάτι ανάλογο κατά τη διεύθυνση από βόρεια προς τη νότια Ελλάδα. Επίσης, παρατηρείται διαφοροποίηση μεταξύ ανατολικού και δυτικού τμήματος της Κρήτης και σ' αυτή την ομάδα χαρτών, και για διάρκειες 4,5,6 μηνών, αντίστοιχα.

Για τις ομάδες χαρτών με κοινή περίοδο επανεμφάνισης 10,20,30,50 και 100 ετών, αντίστοιχα παρατηρείται κάτι ανάλογο μ' αυτή των 5 ετών. Σημειωτέον ότι, στις διάρκειες 6,7 και 12 μηνών παρουσιάζεται πιο έντονη η διαφοροποίηση μεταξύ δυτικής και ανατολικής νησιώτικης Ελλάδος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1 Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή έχουν αναπτυχθεί οι σχέσεις έντασης-διάρκειας-συχνότητας ξηρασίας υπό μορφή καμπύλων και χαρτών για 30 εξεταζόμενους σταθμούς της Ελλάδος. Καθώς η ξηρασία αποτελεί ακραίο φαινόμενο, δηλαδή χαρακτηρίζεται από ασυνήθιστα υψηλές εντάσεις (ΣΖ), χρησιμοποιείται η κατανομή ακραίων τιμών τύπου I (Gumbel) για να προσδιορίσει τη σχέση μεταξύ της έντασης και της πιθανότητας εμφάνισης κάποιου επεισοδίου ξηρασίας με συγκεκριμένη διάρκεια. Τα αποτελέσματα έδειξαν μια πολύ ικανοποιητική και αποδεκτή προσαρμογή της κατανομής Gumbel σε όλες τις εξετασθείσες διάρκειες ξηρασίας. Ακόμα, οι τελικές καμπύλες έντασης-διάρκειας-συχνότητας είναι οι αναμενόμενες και για αυξανόμενες συχνότητες αντιστοιχούν αυξανόμενες τιμές έντασης ξηρασίας που τείνουν ασυμπτωτικές ως προς τον άξονα των x .

Όλοι οι σταθμοί της χώρας δεν έχουν το ίδιο σχήμα εμφάνισης ξηρασιών. Αυτό αποδεικνύει ότι υπάρχει μικρότερη ή μεγαλύτερη χωρική μεταβλητότητα του φαινομένου της ξηρασίας στις διάφορες περιοχές της χώρας. Επιβάλλεται έτσι η μελέτη του φαινομένου σε υποπεριοχές της χώρας, που να περιλαμβάνουν σταθμούς που βρίσκονται γεωγραφικά κοντά ο ένας στον άλλον. Η ανάλυση όμως έδειξε ότι σε όλες τις υποπεριοχές αυτές ορισμένοι σταθμοί δεν ακολουθούσαν το γενικότερο σχήμα εμφάνισης ξηρασιών της κάθε υποπεριοχής. Το γεγονός αυτό εμφανίζεται κυρίως στις μεγάλες και ιδιαίτερα σε εξαιρετικά μεγάλες διάρκειες ξηρασίας.

Δεν υπάρχουν κοινές διάρκειες έντονης διαφοροποίησης για τις διάφορες υποπεριοχές της χώρας. Το γεγονός αυτό δηλώνει ότι η έξαρση του φαινομένου της ξηρασίας είναι μάλλον ευκαιριακό χαρακτηριστικό των σταθμών. Αντίθετα παρατηρούνται κοινές διάρκειες ομαλοποίησης του φαινομένου, η δε ομαλοποίηση αυτή δεν διαφοροποιείται απο δυτικά προς ανατολικά. Αντίθετα κατά τη διεύθυνση βορά προς νότο υπάρχει σχετικά μικρή διαφοροποίηση, που

σημαίνει ότι η ομαλοποίηση βρίσκεται σε άμεση εξάρτηση από το γεωγραφικό πλάτος.

Παρατηρήθηκε ότι στις μικρές διάρκειες όπως 4,5,6 μηνών η βαθμίδα διαφοροποίησης της έντασης είναι ισχυρή στις πεδινές περιοχές της Ελλάδος (Θεσσαλονίκης - Θεσσαλίας), ενώ πάνω από τις ορεινές περιοχές της Ελλάδος δεν παρατηρείται αυτή η ισχυρή βαθμίδα διαφοροποίησης. Ακόμα στις μικρές διάρκειες παρατηρείται και σαφής διαφοροποίηση της έντασης μεταξύ του ανατολικού και δυτικού τμήματος του νησιού της Κρήτης. Η συνεχιζόμενη εμφάνιση του φαινομένου της ξηρασίας που εκφράζεται με όλο και μεγαλύτερες διάρκειες έχει ως αποτέλεσμα πιο σαφή διαφοροποίηση της έντασης κατά τη διεύθυνση από τη δυτική προς την ανατολική Ελλάδα. Αντίθετα με την ομαλοποίηση που παρατηρείται κατά τη διεύθυνση από τη δυτική προς τη ανατολική Ελλάδα.

Τα παραπάνω συμπεράσματα συμβάλλουν στη μελέτη του φαινομένου της ξηρασίας και βοηθούν στην καλύτερη αγροκλιματική σχεδίαση, όπως στην αποφυγή εγκατάστασης ευαίσθητων φυτοκαλλιεργειών σε περιοχές που πλήττονται από ξηρασία.

5.2. Προτάσεις.

Οι φυσικοί περιβαλλοντικοί κίνδυνοι και καταστροφές, καθώς και οι επιπτώσεις τους στη γεωργία και σε πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες αποτελούν σήμερα αντικείμενο έρευνας κάθε πολιτισμένης κοινωνίας. Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι διαφαινόμενες κλιματικές μεταβολές αναμένεται να επιτείνουν το πρόβλημα, ώστε να θεωρείται απαραίτητο να ενισχυθεί η δυνατότητα πρόγνωσης και παρακολούθησης φυσικών κινδύνων με συντονισμένη ερευνητική δραστηριότητα.

Απο την εργασία αυτή μπορούν να προταθούν :

1. Το φαινόμενο της ξηρασίας να εξετασθεί και με τη χρησιμοποίηση και άλλων στατιστικών κατανομών η κατανομή ακραίων τιμών τύπου III (Log Pearson).
2. Να γίνει προσαρμογή της μεθόδου Palmer στα ελληνικά δεδομένα. Αναφέρεται χαρακτηριστικά ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής με κάποια άλλη μέθοδο εκτός αυτής του Thornthwaite, που εφαρμόζεται μέχρι σήμερα όπως έχει προταθεί και από άλλες έρευνες (Doorembos

and Prouit, 1977; Alley, 1984 and 1985; Karl, 1986; Louie, 1986; Dalezios, 1988).

3. Να εξετασθεί η ενδεχόμενα καλύτερη περιοχική εκτίμηση του φαινομένου της ξηρασίας, με την προσθήκη περισσότερων μετεωρολογικών σταθμών.

4. Να μελετηθούν αναλυτικά οι επιπτώσεις της ξηρασίας για συγκεκριμένες καλλιέργειες στις μελετούμενες περιοχές αυτής της εργασίας.

5. Αξιοποίηση των χαρτών για καλύτερη αγροκλιματική σχεδίαση και επιλογή των κατάλληλων καλλιεργειών για τις διάφορες περιοχές της Ελλάδος.

6. Ανάπτυξη αντίστοιχης μεθοδολογίας σχέσεων έντασης-διάρκειας-συχνότητας υγρών περιόδων (θετικών τιμών) της μεθόδου Palmer (PDSI).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alley, W. M., 1984: The Palmer Drought Severity Index: limitation and assumptions. *J. Climate Appl. Meteor.*, 23, 1100-1109.
2. Alley, W. M., 1985: The Palmer Drought Severity Index as a measure of hydrological drought. *Water Res. Bull.*, 21, 105-114.
3. Μπαλαφούτης, Χ., 1988: Το ισοζύγιο ύδατος στον Ελλαδικό χώρο, Επιστημονική Επετηρίδα του τμήματος Γεωλογίας, τόμος 1, παράρτημα 3, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονοκής, Θεσσαλονική.
4. Bell, F.C., 1969 : Generalized Rainfall-Duration-Frequency Relationships. *J. of Hydraulics Division, Proc. ASCE*, HY1, pp 311-327.
5. Burnash, R.J., Ferral, L., 1973: Generalized hydrologic modeling. A key to Drought analysis. *Water Res. Publ.*, Fort Collins, Colo., 503-514.
6. Christodoulou, M., Dalezios, N. R., 1988: Rainfall characteristics and cloud climatology for rain enhancement in northern Greece. Intern. Symp./Workshop on Weather Modif., OGA 1-4 Aug., Thessaloniki, Greece
7. Δαλέζιος, Ν.Ρ., 1975: Εηρασίες και Μέθοδοι Υπολογισμού. Παρουσιάστηκε στο Σεμινάριο Μετεωρολογίας και Γεωργίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 1-6 Δεκ.
8. Dalezios, N. R., 1988: The Palmer Drought Severity Index (PDSI) for rain enhancement in northern Greece. Intern. Symp./Workshop on Weather Modif., OGA, 1-4 Aug., Thessaloniki Greece.
9. Dalezios, N. R., Christodoulou, M., 1989: Feasibility of rain enhancement for northern Greece. *Proceedings, 5th WMO Scient. Conf. On Weather Modif. And Applied Cloud Physics*, Beijing, China, WMO, May 8-12, 325-328.
10. Dalezios, N. R., 1989: Pre-Investigative study of precipitation Enhancement Potential for Northern Greece. Final Rept. M88-388, Intera Technologies Ltd., 178p.
11. Dalezios, N.R. (ed.), 1994: Contribution to the Final Report for COST Program, European Union/DG XII/B, Climate and

- Agroclimatic Variability in Central and Southeastern Europe., 111p.
12. Demarée, G. and Sneyers, R., 1986: The intensity-duration-frequency curves of the annual maximum rainfall at Uccle, Brussels. Third Intern. Conf. on Statist. Climatology, Vienna, pp 163-168.
 13. Doorendos, J., and W. O. Pruitt, 1977. Crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No24, 144p.
 14. Farago T., 1989: Extreme value analysis and some problems of applications in meteorology. Meteorological Studies No. 64. Hungarian Meteor. Service , 33 pp.
 15. Faragó T. and R.W. Katz, 1990: Extremes and design values in climatology. WMO, Geneva, TD-No. 386.
 16. Farazulis, G.N., Krauss, T. W., Dalezios, N.R., 1988: Rain experiments in northern Greece: a case study. Int. Symp./Workshop on Weather Modif., OGA, 1-4 Aug., Thessaloniki, Greece.
 17. Jenkinson, 1955: The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological elements. Quart. J. Roy. Met. Soc. 81, 158-171.
 18. Jenkinson 1969.: Statistics of extremes. In: "Estimation of maximum floods", WMO Techn. Note 98., 183-257.
 19. Galambos, J. 1978: The asymptotic theory of extreme order statistics. Wiley, N.Y. 352 pp.
 20. Glantz, M. H., 1987. Drought in Africa. Scientific American, 256 (6) 34-40.
 21. Giles, B.D., Flocas, A.A., 1990: Diurnal rainfall variations at Thessaloniki, Greece. *Theor. Appl. Climatol.*, 41, 221-225.
 22. Gumbel E.J., 1942: On the frequency distribution of extreme values in meteorological data. Bull. Amer. Meteor. Soc. 23, 3., 96-105.
 23. Gumbel E.J., 1958: Statistics of extremes. Columbia Univ. Press, N.Y.
 24. Gumbel, E.J. 1960: Statistics of Extremes. Columbia University Press, New York.
 25. Hosking, J.R.M., 1985: Maximum-likelihood estimation of the parameters of the generalized extreme-value distribution. Royal Statist. Soc. 34, pp 301-310.

26. Howell, W.E., Grant, L. O., 1973: The role of weather modification in Drought relief. Water Res. Publ., Fort Collins, Colo., 551-560
27. Karacostas, T. S., Ganniaris - Papageorgiou, C., 1985: The effects of mountainous topography upon the convective clouds development during the National Hail Suppression Program in Greece. Zbornik No11, Meteoroloskih I Hidroloskih Radova, 55-58.
28. Karl, T. T., and R. W. Knight, 1985: Atlas of Monthly Palmer Drought Severity Indices (1931-1983) for the contiguous United States. Historical Climatology Series 3-11. U. S. National Climatic Data Center, 319p.
29. Karl, T. R., 1986: The sensitivity of the Palmer Drought Severity Index and Palmer's Z-index to their calibration coefficients including potential evapotranspiration. *J. Climate Appl. Meteor.*, 25, 77-86.
30. Καρράς, Γ., 1973: Κλιματική ταξινόμηση της Ελλάδος κατά Thornthwaite. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
31. Kochtubajda, B., Issaac, G.A., 1986: A summertime cloud climatology of central and southern Alberta. Interim Report, Alberta Research Council, 12 pp.
32. Louie, P. Y. T., 1986: An Operational Palmer Drought Severity Index Program for Canadian Synoptic Stations. Proceedings, Canadian Hydrology Symposium (CHS:86), Regina, Sask., 3-6 June, NSERC, 101-112.
33. Palmer, W. C., 1965: Meteorological Drought. Research Paper No 45, U.S Weather Bureau, Washington, D.C., Feb., 58pp.
34. Παπαζαφειρίου, Ζ., 1989: Πειραματική εφαρμογή νέων μεθόδων άρδευσης. Αναφορά προόδου στο Υπουργείο Γεωργίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ 95.
35. Prout, N., Dalezios N., Manore M., Tracey J., Brown R., Walker G., 1986: Agricultural Drought : precipitation deficiency and NOAA AVHRR Indices Comparisons. Proceedings, Canadian Hydrology Symposium (CHS:86), Regina, Sask., 3-6 June, NSERC, 91-100.
36. Reich, B. ,1965: Estimating flood peaks from small south African catchments. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, 3, pp 231-253.
37. Shaw, E.M., 1988: Hydrology in practice. 2nd Ed., Chapman & Hall, pp 539, Ch 10.

- 38.Tabony,R.C., 1983:Extreme value analysis in meteorology. Meteor. Magazine, 112, pp 77-98.
- 39.Thornthwaite, W.C., 1948: An approach toward a rational classifications of climate. *Geogr.Rev.*,38, 55-94.
- 40.Thornthwaite, W.C., Mather, J.R., 1957: Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Publications in Climatology, John Hopkins Univ., Vol. 10.
- 41.Τζουμάκη, Σ., 1991 “Περίοδοι Ξηρασίας στη Βόρεια Ελλάδα”. Διπλωματική εργασία για το μεταπτυχιακό ενδεικτικό μετεωρολογίας. Αθήνα.
- 42.Τσακίρης, Γ., 1995 “Υδατικοί Πόροι, Ι. Τεχνική Υδρολογία”. Αθήνα.
- 43.Ψωϊνός, Δ.Π., 1992 “Εφαρμοσμένη Στατιστική, έκδοση 3”. Θεσσαλονίκη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Π1. Αποτελέσματα Υπολογισμού Ξηρασίας

Π2. Διαγράμματα Προσαρμογής Κατανομής Gumbel

Π3. Διαγράμματα Κατανομής Gumbel

Π4. Διαγράμματα Σχέσεων Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας

Π5. Χάρτες Ελλάδος Ισοξηρικών Καμπύλων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Π1.

Αποτελέσματα Υπολογισμού Ξηρασίας

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ (AL) : ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 3 ΜΗΝΩΝ

YEAR	DATA	ORDERED	RANK	PROB.	RET. PERIOD
3001	7.58	7.58	1	.026	39.000
3002	7.55	7.55	2	.051	19.500
3003	7.34	7.34	3	.077	13.000
3004	7.03	7.03	4	.103	9.750
3005	6.69	6.69	5	.128	7.800
3006	6.63	6.63	6	.154	6.500
3007	6.56	6.56	7	.179	5.571
3008	6.02	6.02	8	.205	4.875
3009	5.73	5.73	9	.231	4.333
3010	5.66	5.66	10	.256	3.900
3011	5.55	5.55	11	.282	3.545
3012	5.45	5.45	12	.308	3.250
3001	5.40	5.40	13	.333	3.000
3002	5.27	5.27	14	.359	2.786
3003	5.11	5.11	15	.385	2.600
3004	5.04	5.04	16	.410	2.438
3005	4.90	4.90	17	.436	2.294
3006	4.76	4.76	18	.462	2.167
3007	4.54	4.54	19	.487	2.053
3008	4.44	4.44	20	.513	1.950
3009	4.35	4.35	21	.538	1.857
3010	4.28	4.28	22	.564	1.773
3011	4.06	4.06	23	.590	1.696
3012	3.94	3.94	24	.615	1.625
3001	3.90	3.90	25	.641	1.560
3002	3.81	3.81	26	.667	1.500
3003	3.79	3.79	27	.692	1.444
3004	3.33	3.33	28	.718	1.393
3005	3.25	3.25	29	.744	1.345
3006	3.18	3.18	30	.769	1.300
3007	3.10	3.10	31	.795	1.258
3008	2.99	2.99	32	.821	1.219
3009	2.94	2.94	33	.846	1.182
3010	2.77	2.77	34	.872	1.147
3011	2.49	2.49	35	.897	1.114
3012	2.37	2.37	36	.923	1.083
3001	1.81	1.81	37	.949	1.054
3002	.56	.56	38	.974	1.026

S A M P L E S T A T I S T I C S

MEAN = 4.5834
 STANDARD DEVIATION = 1.6736
 COEFFICIENT of SKEWNESS = -.0631
 COEFFICIENT of KURTOSIS = 2.9104

S A M P L E S T A T I S T I C S (LOGS)

MEAN = 1.4336
 STANDARD DEVIATION = .4848
 COEFFICIENT of SKEWNESS = -2.0315
 COEFFICIENT of KURTOSIS = 10.2393

SAMPLE MIN = 1.
 SAMPLE MAX = 8.
 N = 38

N O R M A L D I S T R I B U T I O N

PARAMETERS ARE XBAR = 4.58 AND SIGMA = 1.67
 PARAMETERS FOR GUMBEL I A = .612609 U = 4.
 PARAMETERS FOR LOGNORMAL M = 1.4336 S = .4848
 NO MOMENT SOLUTION FOR THREE PARAMETER LOGNORMAL
 PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MOMENTS A = -.4924 B = .96
 NO MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION FOR LOG PEARSON III

RETURN PERIOD	GUMBEL I		LOGNORMAL		THREE PARAMETER LOGNORMAL		LQ MAX. LIKELY
	DROUGHT ESTIMATE	ST.ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE	ST.ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE	ST.ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE
2.000	4.35		4.19		.00		.00
3.000	5.23		5.17		.00		.00
4.000	5.79		5.82		.00		.00
5.000	6.20		6.31		.00		.00
6.000	6.53	7.84	6.70	9.53	.00	.00	.00
7.000	6.81	7.97	7.04	9.85	.00	.00	.00
8.000	7.04	8.07	7.33	10.10	.00	.00	.00
9.000	7.25	8.16	7.58	10.40	.00	.00	.00
10.000	7.43	8.24	7.81	10.60	.00	.00	.00
11.000	7.59	8.31	8.01	10.80	.00	.00	.00
12.000	7.74	8.37	8.25	11.10	.00	.00	.00
13.000	7.88	8.43	8.37	11.20	.00	.00	.00
14.000	8.00	8.48	8.53	11.30	.00	.00	.00
15.000	8.12	8.52	8.68	11.50	.00	.00	.00
16.000	8.23	8.56	8.82	11.60	.00	.00	.00
17.000	8.33	8.60	8.95	11.70	.00	.00	.00
18.000	8.43	8.64	9.08	11.80	.00	.00	.00
19.000	8.52	8.67	9.20	12.00	.00	.00	.00
20.000	8.60	8.70	9.31	12.10	.00	.00	.00
21.000	8.69	8.73	9.42	12.20	.00	.00	.00
22.000	8.76	8.76	9.52	12.30	.00	.00	.00
23.000	8.84	8.79	9.61	12.30	.00	.00	.00
24.000	8.91	8.81	9.71	12.40	.00	.00	.00
25.000	8.98	8.84	9.80	12.50	.00	.00	.00
26.000	9.04	8.86	9.89	12.60	.00	.00	.00
27.000	9.10	8.88	9.97	12.70	.00	.00	.00
28.000	9.16	8.90	10.00	12.70	.00	.00	.00
29.000	9.22	8.92	10.10	12.80	.00	.00	.00
30.000	9.28	8.94	10.20	12.90	.00	.00	.00
31.000	9.33	8.96	10.30	12.90	.00	.00	.00
32.000	9.39	8.97	10.30	13.00	.00	.00	.00
33.000	9.44	8.99	10.40	13.10	.00	.00	.00
34.000	9.49	9.01	10.50	13.10	.00	.00	.00
35.000	9.54	9.02	10.50	13.20	.00	.00	.00
36.000	9.58	9.04	10.60	13.20	.00	.00	.00
37.000	9.63	9.05	10.70	13.30	.00	.00	.00
38.000	9.67	9.06	10.70	13.30	.00	.00	.00
39.000	9.71	9.08	10.80	13.40	.00	.00	.00
40.000	9.76	9.09	10.80	13.40	.00	.00	.00
41.000	9.80	9.10	10.90	13.50	.00	.00	.00
42.000	9.84	9.11	11.00	13.50	.00	.00	.00
43.000	9.88	9.13	11.00	13.60	.00	.00	.00
44.000	9.91	9.14	11.10	13.60	.00	.00	.00
45.000	9.95	9.15	11.10	13.70	.00	.00	.00
46.000	9.99	9.16	11.20	13.70	.00	.00	.00
47.000	10.00	9.17	11.20	13.80	.00	.00	.00
48.000	10.10	9.18	11.30	13.80	.00	.00	.00
49.000	10.10	9.19	11.30	13.80	.00	.00	.00
50.000	10.10	9.20	11.40	13.90	.00	.00	.00
51.000	10.20	9.21	11.40	13.90	.00	.00	.00
52.000	10.20	9.22	11.40	13.90	.00	.00	.00
53.000	10.20	9.23	11.50	14.00	.00	.00	.00
54.000	10.30	9.24	11.50	14.00	.00	.00	.00
55.000	10.30	9.24	11.60	14.10	.00	.00	.00
56.000	10.30	9.25	11.60	14.10	.00	.00	.00
57.000	10.30	9.26	11.70	14.10	.00	.00	.00
58.000	10.40	9.27	11.70	14.10	.00	.00	.00
59.000	10.40	9.28	11.70	14.20	.00	.00	.00

60.000	10.40	9.28	11.80	14.20	.00	.00	.00
61.000	10.50	9.29	11.80	14.20	.00	.00	.00
62.000	10.50	9.30	11.80	14.30	.00	.00	.00
63.000	10.50	9.31	11.90	14.30	.00	.00	.00
64.000	10.50	9.31	11.90	14.30	.00	.00	.00
65.000	10.60	9.32	12.00	14.40	.00	.00	.00
66.000	10.60	9.33	12.00	14.40	.00	.00	.00
67.000	10.60	9.33	12.00	14.40	.00	.00	.00
68.000	10.60	9.34	12.10	14.40	.00	.00	.00
69.000	10.70	9.35	12.10	14.50	.00	.00	.00
70.000	10.70	9.35	12.10	14.50	.00	.00	.00
71.000	10.70	9.36	12.20	14.50	.00	.00	.00
72.000	10.70	9.37	12.20	14.50	.00	.00	.00
73.000	10.70	9.37	12.20	14.60	.00	.00	.00
74.000	10.80	9.38	12.20	14.60	.00	.00	.00
75.000	10.80	9.38	12.30	14.60	.00	.00	.00
76.000	10.80	9.39	12.30	14.60	.00	.00	.00
77.000	10.80	9.39	12.30	14.70	.00	.00	.00
78.000	10.90	9.40	12.40	14.70	.00	.00	.00
79.000	10.90	9.40	12.40	14.70	.00	.00	.00
80.000	10.90	9.41	12.40	14.70	.00	.00	.00
81.000	10.90	9.42	12.50	14.80	.00	.00	.00
82.000	10.90	9.42	12.50	14.80	.00	.00	.00
83.000	11.00	9.43	12.50	14.80	.00	.00	.00
84.000	11.00	9.43	12.50	14.80	.00	.00	.00
85.000	11.00	9.44	12.60	14.80	.00	.00	.00
86.000	11.00	9.44	12.60	14.90	.00	.00	.00
87.000	11.00	9.45	12.60	14.90	.00	.00	.00
88.000	11.10	9.45	12.70	14.90	.00	.00	.00
89.000	11.10	9.45	12.70	14.90	.00	.00	.00
90.000	11.10	9.46	12.70	14.90	.00	.00	.00
91.000	11.10	9.46	12.70	15.00	.00	.00	.00
92.000	11.10	9.47	12.80	15.00	.00	.00	.00
93.000	11.10	9.47	12.80	15.00	.00	.00	.00
94.000	11.20	9.48	12.80	15.00	.00	.00	.00
95.000	11.20	9.48	12.80	15.00	.00	.00	.00
96.000	11.20	9.49	12.90	15.10	.00	.00	.00
97.000	11.20	9.49	12.90	15.10	.00	.00	.00
98.000	11.20	9.49	12.90	15.10	.00	.00	.00
99.000	11.20	9.50	12.90	15.10	.00	.00	.00
100.000	11.30	9.50	13.00	15.10	.00	.00	.00

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ (AL) : ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 4 ΜΗΝΩΝ

YEAR	DATA	ORDERED	RANK	PROB.	RET. PERIOD
4001	10.02	10.02	1	.033	30.000
4002	9.55	9.55	2	.067	15.000
4003	9.39	9.39	3	.100	10.000
4004	8.95	8.95	4	.133	7.500
4005	8.79	8.79	5	.167	6.000
4006	8.34	8.34	6	.200	5.000
4007	8.29	8.29	7	.233	4.286
4008	7.56	7.56	8	.267	3.750
4009	7.22	7.22	9	.300	3.333
4010	6.89	6.89	10	.333	3.000
4011	6.81	6.81	11	.367	2.727
4012	6.71	6.71	12	.400	2.500
4001	6.45	6.45	13	.433	2.308
4002	6.43	6.43	14	.467	2.143
4003	6.41	6.41	15	.500	2.000
4004	6.31	6.31	16	.533	1.875
4005	6.00	6.00	17	.567	1.765
4006	5.43	5.43	18	.600	1.667
4007	5.31	5.31	19	.633	1.579
4008	5.02	5.02	20	.667	1.500
4009	4.88	4.88	21	.700	1.429
4010	4.74	4.74	22	.733	1.364
4011	4.62	4.62	23	.767	1.304
4012	4.54	4.54	24	.800	1.250
4001	4.39	4.39	25	.833	1.200
4002	3.98	3.98	26	.867	1.154
4003	3.88	3.88	27	.900	1.111
4004	2.77	2.77	28	.933	1.071
4005	1.89	1.89	29	.967	1.034

S A M P L E S T A T I S T I C S

MEAN = 6.2610
 STANDARD DEVIATION = 2.0628
 COEFFICIENT of SKEWNESS = -.0050
 COEFFICIENT of KURTOSIS = 2.8334

S A M P L E S T A T I S T I C S (LOGS)

MEAN = 1.7725
 STANDARD DEVIATION = .3793
 COEFFICIENT of SKEWNESS = -1.0419
 COEFFICIENT of KURTOSIS = 4.9938

SAMPLE MIN = 2.
 SAMPLE MAX = 10.
 N = 29

N O R M A L D I S T R I B U T I O N

PARAMETERS ARE XBAR = 6.26 AND SIGMA = 2.06
 PARAMETERS FOR GUMBEL I A = .514382 U = 5.
 PARAMETERS FOR LOGNORMAL M = 1.7725 S = .3793
 NO MOMENT SOLUTION FOR THREE PARAMETER LOGNORMAL
 PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MOMENTS A = -.1976 B = .36
 PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MAXIMUM LIKELIHOOD A = -.2682
 DISTRIBUTION STATISTICS MEAN = 1.7725 S.D. = .3974 C.S

GUMBEL I		LOGNORMAL			THREE PARAMETER LOGNORMAL		MAX. LIK
RETURN PERIOD	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE
2.000	5.96		5.89		.00		6.41
3.000	7.00		6.93		.00		7.36
4.000	7.67		7.60		.00		7.87
5.000	8.17		8.10		.00		8.19
6.000	8.56	8.16	8.49	8.53	.00	.00	8.42
7.000	8.88	8.32	8.82	8.83	.00	.00	8.60
8.000	9.16	8.46	9.11	9.08	.00	.00	8.74
9.000	9.41	8.57	9.35	9.30	.00	.00	8.85
10.000	9.62	8.67	9.57	9.51	.00	.00	8.95
11.000	9.82	8.76	9.77	9.69	.00	.00	9.03
12.000	10.00	8.84	10.00	9.90	.00	.00	9.12
13.000	10.20	8.91	10.10	10.00	.00	.00	9.16
14.000	10.30	8.97	10.30	10.10	.00	.00	9.22
15.000	10.40	9.03	10.40	10.30	.00	.00	9.27
16.000	10.60	9.08	10.50	10.40	.00	.00	9.31
17.000	10.70	9.13	10.70	10.50	.00	.00	9.35
18.000	10.80	9.18	10.80	10.60	.00	.00	9.39
19.000	10.90	9.22	10.90	10.70	.00	.00	9.43
20.000	11.00	9.26	11.00	10.80	.00	.00	9.46
21.000	11.10	9.30	11.10	10.90	.00	.00	9.49
22.000	11.20	9.33	11.20	11.00	.00	.00	9.51
23.000	11.30	9.37	11.30	11.10	.00	.00	9.54
24.000	11.40	9.40	11.40	11.10	.00	.00	9.56
25.000	11.50	9.43	11.40	11.20	.00	.00	9.59
26.000	11.50	9.46	11.50	11.30	.00	.00	9.61
27.000	11.60	9.49	11.60	11.30	.00	.00	9.63
28.000	11.70	9.51	11.70	11.40	.00	.00	9.65
29.000	11.80	9.54	11.70	11.50	.00	.00	9.67
30.000	11.80	9.56	11.80	11.50	.00	.00	9.68
31.000	11.90	9.58	11.90	11.60	.00	.00	9.70
32.000	12.00	9.60	11.90	11.60	.00	.00	9.71
33.000	12.00	9.62	12.00	11.70	.00	.00	9.73
34.000	12.10	9.65	12.10	11.80	.00	.00	9.74
35.000	12.10	9.66	12.10	11.80	.00	.00	9.76
36.000	12.20	9.68	12.20	11.90	.00	.00	9.77
37.000	12.20	9.70	12.20	11.90	.00	.00	9.78
38.000	12.30	9.72	12.30	11.90	.00	.00	9.79
39.000	12.30	9.74	12.30	12.00	.00	.00	9.81
40.000	12.40	9.75	12.40	12.00	.00	.00	9.82
41.000	12.40	9.77	12.40	12.10	.00	.00	9.83
42.000	12.50	9.78	12.50	12.10	.00	.00	9.84
43.000	12.50	9.80	12.50	12.20	.00	.00	9.85
44.000	12.60	9.81	12.60	12.20	.00	.00	9.86
45.000	12.60	9.83	12.60	12.20	.00	.00	9.87
46.000	12.70	9.84	12.70	12.30	.00	.00	9.87
47.000	12.70	9.85	12.70	12.30	.00	.00	9.88
48.000	12.80	9.87	12.70	12.40	.00	.00	9.89
49.000	12.80	9.88	12.80	12.40	.00	.00	9.90
50.000	12.80	9.89	12.80	12.40	.00	.00	9.91
51.000	12.90	9.90	12.90	12.50	.00	.00	9.91
52.000	12.90	9.92	12.90	12.50	.00	.00	9.92
53.000	12.90	9.93	12.90	12.50	.00	.00	9.93
54.000	13.00	9.94	13.00	12.60	.00	.00	9.94
55.000	13.00	9.95	13.00	12.60	.00	.00	9.94
56.000	13.10	9.96	13.10	12.60	.00	.00	9.95
57.000	13.10	9.97	13.10	12.60	.00	.00	9.96
58.000	13.10	9.98	13.10	12.70	.00	.00	9.96
59.000	13.20	9.99	13.20	12.70	.00	.00	9.97
60.000	13.20	10.00	13.20	12.70	.00	.00	9.97

61.000	13.20	10.00	13.20	12.80	.00	.00	9.98
62.000	13.30	10.00	13.30	12.80	.00	.00	9.99
63.000	13.30	10.00	13.30	12.80	.00	.00	9.99
64.000	13.30	10.00	13.30	12.80	.00	.00	10.00
65.000	13.30	10.00	13.40	12.90	.00	.00	10.00
66.000	13.40	10.10	13.40	12.90	.00	.00	10.00
67.000	13.40	10.10	13.40	12.90	.00	.00	10.00
68.000	13.40	10.10	13.40	12.90	.00	.00	10.00
69.000	13.50	10.10	13.50	13.00	.00	.00	10.00
70.000	13.50	10.10	13.50	13.00	.00	.00	10.00
71.000	13.50	10.10	13.50	13.00	.00	.00	10.00
72.000	13.60	10.10	13.60	13.00	.00	.00	10.00
73.000	13.60	10.10	13.60	13.10	.00	.00	10.00
74.000	13.60	10.10	13.60	13.10	.00	.00	10.00
75.000	13.60	10.10	13.60	13.10	.00	.00	10.00
76.000	13.70	10.10	13.70	13.10	.00	.00	10.10
77.000	13.70	10.10	13.70	13.10	.00	.00	10.10
78.000	13.70	10.10	13.70	13.20	.00	.00	10.10
79.000	13.70	10.20	13.70	13.20	.00	.00	10.10
80.000	13.80	10.20	13.80	13.20	.00	.00	10.10
81.000	13.80	10.20	13.80	13.20	.00	.00	10.10
82.000	13.80	10.20	13.80	13.20	.00	.00	10.10
83.000	13.80	10.20	13.80	13.30	.00	.00	10.10
84.000	13.90	10.20	13.90	13.30	.00	.00	10.10
85.000	13.90	10.20	13.90	13.30	.00	.00	10.10
86.000	13.90	10.20	13.90	13.30	.00	.00	10.10
87.000	13.90	10.20	13.90	13.30	.00	.00	10.10
88.000	13.90	10.20	14.00	13.40	.00	.00	10.10
89.000	14.00	10.20	14.00	13.40	.00	.00	10.10
90.000	14.00	10.20	14.00	13.40	.00	.00	10.10
91.000	14.00	10.20	14.00	13.40	.00	.00	10.10
92.000	14.00	10.20	14.10	13.40	.00	.00	10.10
93.000	14.10	10.20	14.10	13.40	.00	.00	10.10
94.000	14.10	10.20	14.10	13.50	.00	.00	10.10
95.000	14.10	10.30	14.10	13.50	.00	.00	10.10
96.000	14.10	10.30	14.10	13.50	.00	.00	10.10
97.000	14.10	10.30	14.20	13.50	.00	.00	10.10
98.000	14.20	10.30	14.20	13.50	.00	.00	10.10
99.000	14.20	10.30	14.20	13.50	.00	.00	10.10
100.000	14.20	10.30	14.20	13.60	.00	.00	10.10

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ (AL) : ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΡΑΞΙΑΣ 5 ΜΗΝΩΝ

YEAR	DATA	ORDERED	RANK	PROB.	RET. PERIOD
5001	12.65	12.65	1	.045	22.000
5002	11.05	11.05	2	.091	11.000
5003	10.90	10.90	3	.136	7.333
5004	10.86	10.86	4	.182	5.500
5005	10.11	10.11	5	.227	4.400
5006	9.55	9.55	6	.273	3.667
5007	9.36	9.36	7	.318	3.143
5008	8.25	8.25	8	.364	2.750
5009	8.12	8.12	9	.409	2.444
5010	7.82	7.82	10	.455	2.200
5011	7.64	7.64	11	.500	2.000
5012	7.35	7.35	12	.545	1.833
5001	7.09	7.09	13	.591	1.692
5002	6.80	6.80	14	.636	1.571
5003	6.21	6.21	15	.682	1.467
5004	6.15	6.15	16	.727	1.375
5005	5.48	5.48	17	.773	1.294
5006	5.08	5.08	18	.818	1.222
5007	4.86	4.86	19	.864	1.158
5008	4.58	4.58	20	.909	1.100
5009	3.09	3.09	21	.955	1.048

S A M P L E S T A T I S T I C S

MEAN = 7.7619
STANDARD DEVIATION = 2.5013
COEFFICIENT of SKEWNESS = .1303
COEFFICIENT of KURTOSIS = 2.8757

S A M P L E S T A T I S T I C S (LOGS)

MEAN = 1.9945
STANDARD DEVIATION = .3508
COEFFICIENT of SKEWNESS = -.6358
COEFFICIENT of KURTOSIS = 3.7951

SAMPLE MIN = 3.
SAMPLE MAX = 13.
N = 21

N O R M A L D I S T R I B U T I O N

PARAMETERS ARE XBAR = 7.76 AND SIGMA = 2.50
PARAMETERS FOR GUMBEL I A = .447691 U = 7.
PARAMETERS FOR LOGNORMAL M = 1.9945 S = .3508
NO MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION FOR THREE PARAMETER LOGNORMAL
PARAMETERS FOR THREE PARAMETER LOG NORMAL BY MOMENTS A = -.4985E

S T A T I S T I C S O F L O G (X - A)

MEAN = 4.0529
STANDARD DEVIATION = .0434
COEFFICIENT of SKEWNESS = .0463
COEFFICIENT of KURTOSIS = 2.8780
PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MOMENTS A = -.1115 B = .98
NO MAXIMUM LIKELIHOOD SOLUTION FOR LOG PEARSON III

RETURN PERIOD	GUMBEL I		LOGNORMAL		THREE PARAMETER LOGNORMAL		MAX. LIK
	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	
2.000	7.38		7.35		7.71		.00
3.000	8.58		8.55		8.79		.00
4.000	9.34		9.31		9.42		.00
5.000	9.91		9.87		9.85		.00
6.000	10.40	9.10	10.30	9.28	10.20	6.77	.00
7.000	10.70	9.30	10.70	9.59	10.40	6.86	.00
8.000	11.10	9.46	11.00	9.87	10.70	6.98	.00
9.000	11.30	9.60	11.30	10.10	10.80	7.09	.00
10.000	11.60	9.73	11.50	10.30	11.00	7.21	.00
11.000	11.80	9.83	11.70	10.50	11.10	7.33	.00
12.000	12.00	9.93	12.00	10.80	11.30	7.49	.00
13.000	12.20	10.00	12.10	10.90	11.40	7.57	.00
14.000	12.40	10.10	12.30	11.00	11.50	7.68	.00
15.000	12.50	10.20	12.40	11.20	11.60	7.78	.00
16.000	12.70	10.20	12.60	11.30	11.70	7.89	.00
17.000	12.80	10.30	12.70	11.40	11.80	7.98	.00
18.000	13.00	10.30	12.90	11.50	11.80	8.08	.00
19.000	13.10	10.40	13.00	11.60	11.90	8.17	.00
20.000	13.20	10.40	13.10	11.70	12.00	8.26	.00
21.000	13.30	10.50	13.20	11.80	12.00	8.35	.00
22.000	13.40	10.50	13.30	11.90	12.10	8.43	.00
23.000	13.50	10.60	13.40	12.00	12.10	8.51	.00
24.000	13.60	10.60	13.50	12.10	12.20	8.59	.00
25.000	13.70	10.70	13.60	12.20	12.30	8.66	.00
26.000	13.80	10.70	13.70	12.30	12.30	8.74	.00
27.000	13.90	10.70	13.80	12.30	12.30	8.81	.00
28.000	14.00	10.80	13.80	12.40	12.40	8.87	.00
29.000	14.00	10.80	13.90	12.50	12.40	8.94	.00
30.000	14.10	10.80	14.00	12.50	12.50	9.01	.00
31.000	14.20	10.80	14.10	12.60	12.50	9.07	.00
32.000	14.30	10.90	14.10	12.70	12.60	9.13	.00
33.000	14.30	10.90	14.20	12.70	12.60	9.19	.00
34.000	14.40	10.90	14.30	12.80	12.60	9.25	.00
35.000	14.50	10.90	14.30	12.80	12.70	9.31	.00
36.000	14.50	11.00	14.40	12.90	12.70	9.36	.00
37.000	14.60	11.00	14.40	12.90	12.70	9.41	.00
38.000	14.70	11.00	14.50	13.00	12.80	9.47	.00
39.000	14.70	11.00	14.60	13.00	12.80	9.52	.00
40.000	14.80	11.10	14.60	13.10	12.80	9.57	.00
41.000	14.80	11.10	14.70	13.10	12.80	9.62	.00
42.000	14.90	11.10	14.70	13.20	12.90	9.67	.00
43.000	14.90	11.10	14.80	13.20	12.90	9.72	.00
44.000	15.00	11.10	14.80	13.30	12.90	9.77	.00
45.000	15.00	11.10	14.90	13.30	13.00	9.81	.00
46.000	15.10	11.20	14.90	13.30	13.00	9.85	.00
47.000	15.10	11.20	15.00	13.40	13.00	9.90	.00
48.000	15.20	11.20	15.00	13.40	13.00	9.94	.00
49.000	15.20	11.20	15.10	13.50	13.10	9.98	.00
50.000	15.30	11.20	15.10	13.50	13.10	10.00	.00
51.000	15.30	11.20	15.20	13.50	13.10	10.10	.00
52.000	15.40	11.30	15.20	13.60	13.10	10.10	.00
53.000	15.40	11.30	15.20	13.60	13.10	10.10	.00
54.000	15.40	11.30	15.30	13.60	13.20	10.20	.00
55.000	15.50	11.30	15.30	13.70	13.20	10.20	.00
56.000	15.50	11.30	15.40	13.70	13.20	10.30	.00
57.000	15.60	11.30	15.40	13.70	13.20	10.30	.00
58.000	15.60	11.30	15.40	13.80	13.20	10.30	.00
59.000	15.60	11.30	15.50	13.80	13.30	10.40	.00

60.000	15.70	11.40	15.50	13.80	13.30	10.40	.00
61.000	15.70	11.40	15.50	13.90	13.30	10.40	.00
62.000	15.80	11.40	15.60	13.90	13.30	10.50	.00
63.000	15.80	11.40	15.60	13.90	13.30	10.50	.00
64.000	15.80	11.40	15.60	14.00	13.30	10.50	.00
65.000	15.90	11.40	15.70	14.00	13.40	10.60	.00
66.000	15.90	11.40	15.70	14.00	13.40	10.60	.00
67.000	15.90	11.40	15.70	14.00	13.40	10.60	.00
68.000	16.00	11.40	15.80	14.10	13.40	10.70	.00
69.000	16.00	11.50	15.80	14.10	13.40	10.70	.00
70.000	16.00	11.50	15.80	14.10	13.40	10.70	.00
71.000	16.10	11.50	15.90	14.10	13.50	10.70	.00
72.000	16.10	11.50	15.90	14.20	13.50	10.80	.00
73.000	16.10	11.50	15.90	14.20	13.50	10.80	.00
74.000	16.20	11.50	16.00	14.20	13.50	10.80	.00
75.000	16.20	11.50	16.00	14.20	13.50	10.90	.00
76.000	16.20	11.50	16.00	14.30	13.50	10.90	.00
77.000	16.20	11.50	16.00	14.30	13.50	10.90	.00
78.000	16.30	11.50	16.10	14.30	13.60	10.90	.00
79.000	16.30	11.50	16.10	14.30	13.60	11.00	.00
80.000	16.30	11.60	16.10	14.30	13.60	11.00	.00
81.000	16.40	11.60	16.20	14.40	13.60	11.00	.00
82.000	16.40	11.60	16.20	14.40	13.60	11.00	.00
83.000	16.40	11.60	16.20	14.40	13.60	11.10	.00
84.000	16.40	11.60	16.20	14.40	13.60	11.10	.00
85.000	16.50	11.60	16.30	14.50	13.70	11.10	.00
86.000	16.50	11.60	16.30	14.50	13.70	11.10	.00
87.000	16.50	11.60	16.30	14.50	13.70	11.20	.00
88.000	16.50	11.60	16.30	14.50	13.70	11.20	.00
89.000	16.60	11.60	16.40	14.50	13.70	11.20	.00
90.000	16.60	11.60	16.40	14.60	13.70	11.20	.00
91.000	16.60	11.60	16.40	14.60	13.70	11.30	.00
92.000	16.60	11.60	16.40	14.60	13.70	11.30	.00
93.000	16.70	11.70	16.50	14.60	13.70	11.30	.00
94.000	16.70	11.70	16.50	14.60	13.80	11.30	.00
95.000	16.70	11.70	16.50	14.60	13.80	11.40	.00
96.000	16.70	11.70	16.50	14.70	13.80	11.40	.00
97.000	16.80	11.70	16.60	14.70	13.80	11.40	.00
98.000	16.80	11.70	16.60	14.70	13.80	11.40	.00
99.000	16.80	11.70	16.60	14.70	13.80	11.40	.00
100.000	16.80	11.70	16.60	14.70	13.80	11.50	.00

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ (AL) : ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΞΗΡΑΣΙΑΣ 6-7 ΜΗΝΩΝ

YEAR	DATA	ORDERED	RANK	PROB.	RET. PERIOD
6001	15.24	15.24	1	.043	23.000
6002	13.26	13.26	2	.087	11.500
6003	12.70	12.70	3	.130	7.667
6004	12.40	12.40	4	.174	5.750
6005	11.91	11.91	5	.217	4.600
6006	11.58	11.58	6	.261	3.833
6007	11.39	11.39	7	.304	3.286
6008	11.15	11.15	8	.348	2.875
6009	11.04	11.04	9	.391	2.556
6010	10.99	10.99	10	.435	2.300
6011	10.72	10.72	11	.478	2.091
6012	9.86	9.86	12	.522	1.917
6001	9.63	9.63	13	.565	1.769
6002	8.44	8.44	14	.609	1.643
6003	8.18	8.18	15	.652	1.533
6004	6.75	6.75	16	.696	1.438
6005	6.71	6.71	17	.739	1.353
6006	6.21	6.21	18	.783	1.278
6007	6.11	6.11	19	.826	1.211
6008	5.70	5.70	20	.870	1.150
6009	5.45	5.45	21	.913	1.095
6010	5.38	5.38	22	.957	1.045

S A M P L E S T A T I S T I C S

MEAN = 9.5818
 STANDARD DEVIATION = 2.8998
 COEFFICIENT of SKEWNESS = -.0272
 COEFFICIENT of KURTOSIS = 2.4036

S A M P L E S T A T I S T I C S (LOGS)

MEAN = 2.2121
 STANDARD DEVIATION = .3242
 COEFFICIENT of SKEWNESS = -.3899
 COEFFICIENT of KURTOSIS = 2.2310

SAMPLE MIN = 5.
 SAMPLE MAX = 15.
 N = 22

N O R M A L D I S T R I B U T I O N

PARAMETERS ARE XBAR = 9.58 AND SIGMA = 2.90
 PARAMETERS FOR GUMBEL I A = .390186 U = 8.
 PARAMETERS FOR LOGNORMAL M = 2.2121 S = .3242
 NO MOMENT SOLUTION FOR THREE PARAMETER LOGNORMAL
 PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MOMENTS A = -.0632 B = .26
 PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MAXIMUM LIKELIHOOD A = -.0025
 DISTRIBUTION STATISTICS MEAN = 2.2121 S.D. = .3160 C.S

RETURN PERIOD	GUMBEL I		LOGNORMAL		THREE PARAMETER LOGNORMAL		MAX. LIK
	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	
2.000	9.10		9.13		.00		9.14
3.000	10.50		10.50		.00		10.50
4.000	11.40		11.40		.00		11.30
5.000	12.00		12.00		.00		11.90
6.000	12.50	8.44	12.50	8.37	.00	.00	12.40
7.000	13.00	8.64	12.90	8.66	.00	.00	12.80
8.000	13.30	8.80	13.30	8.91	.00	.00	13.10
9.000	13.60	8.94	13.60	9.13	.00	.00	13.40
10.000	13.90	9.07	13.80	9.33	.00	.00	13.70
11.000	14.20	9.17	14.10	9.51	.00	.00	13.90
12.000	14.40	9.27	14.40	9.71	.00	.00	14.20
13.000	14.60	9.36	14.50	9.82	.00	.00	14.30
14.000	14.80	9.44	14.70	9.95	.00	.00	14.50
15.000	15.00	9.51	14.90	10.10	.00	.00	14.70
16.000	15.20	9.57	15.00	10.20	.00	.00	14.80
17.000	15.30	9.64	15.20	10.30	.00	.00	15.00
18.000	15.50	9.69	15.30	10.40	.00	.00	15.10
19.000	15.60	9.74	15.40	10.50	.00	.00	15.20
20.000	15.80	9.79	15.60	10.60	.00	.00	15.30
21.000	15.90	9.84	15.70	10.70	.00	.00	15.50
22.000	16.00	9.88	15.80	10.80	.00	.00	15.60
23.000	16.10	9.93	15.90	10.90	.00	.00	15.70
24.000	16.30	9.97	16.00	10.90	.00	.00	15.80
25.000	16.40	10.00	16.10	11.00	.00	.00	15.90
26.000	16.50	10.00	16.20	11.10	.00	.00	15.90
27.000	16.60	10.10	16.30	11.10	.00	.00	16.00
28.000	16.70	10.10	16.40	11.20	.00	.00	16.10
29.000	16.80	10.10	16.50	11.30	.00	.00	16.20
30.000	16.80	10.20	16.60	11.30	.00	.00	16.30
31.000	16.90	10.20	16.60	11.40	.00	.00	16.40
32.000	17.00	10.20	16.70	11.40	.00	.00	16.40
33.000	17.10	10.20	16.80	11.50	.00	.00	16.50
34.000	17.20	10.30	16.90	11.50	.00	.00	16.60
35.000	17.20	10.30	16.90	11.60	.00	.00	16.60
36.000	17.30	10.30	17.00	11.60	.00	.00	16.70
37.000	17.40	10.30	17.10	11.70	.00	.00	16.80
38.000	17.50	10.40	17.10	11.70	.00	.00	16.80
39.000	17.50	10.40	17.20	11.80	.00	.00	16.90
40.000	17.60	10.40	17.20	11.80	.00	.00	16.90
41.000	17.70	10.40	17.30	11.90	.00	.00	17.00
42.000	17.70	10.40	17.40	11.90	.00	.00	17.00
43.000	17.80	10.50	17.40	11.90	.00	.00	17.10
44.000	17.80	10.50	17.50	12.00	.00	.00	17.10
45.000	17.90	10.50	17.50	12.00	.00	.00	17.20
46.000	17.90	10.50	17.60	12.00	.00	.00	17.20
47.000	18.00	10.50	17.60	12.10	.00	.00	17.30
48.000	18.10	10.50	17.70	12.10	.00	.00	17.30
49.000	18.10	10.60	17.70	12.20	.00	.00	17.40
50.000	18.20	10.60	17.80	12.20	.00	.00	17.40
51.000	18.20	10.60	17.80	12.20	.00	.00	17.50
52.000	18.30	10.60	17.90	12.30	.00	.00	17.50
53.000	18.30	10.60	17.90	12.30	.00	.00	17.60
54.000	18.40	10.60	18.00	12.30	.00	.00	17.60
55.000	18.40	10.70	18.00	12.30	.00	.00	17.70
56.000	18.50	10.70	18.10	12.40	.00	.00	17.70
57.000	18.50	10.70	18.10	12.40	.00	.00	17.70
58.000	18.50	10.70	18.10	12.40	.00	.00	17.80
59.000	18.60	10.70	18.20	12.50	.00	.00	17.80
60.000	18.60	10.70	18.20	12.50	.00	.00	17.80

61.000	18.70	10.70	18.30	12.50	.00	.00	17.90
62.000	18.70	10.70	18.30	12.50	.00	.00	17.90
63.000	18.80	10.80	18.30	12.60	.00	.00	18.00
64.000	18.80	10.80	18.40	12.60	.00	.00	18.00
65.000	18.80	10.80	18.40	12.60	.00	.00	18.00
66.000	18.90	10.80	18.40	12.60	.00	.00	18.10
67.000	18.90	10.80	18.50	12.70	.00	.00	18.10
68.000	19.00	10.80	18.50	12.70	.00	.00	18.10
69.000	19.00	10.80	18.50	12.70	.00	.00	18.20
70.000	19.00	10.80	18.60	12.70	.00	.00	18.20
71.000	19.10	10.80	18.60	12.80	.00	.00	18.20
72.000	19.10	10.80	18.60	12.80	.00	.00	18.20
73.000	19.10	10.90	18.70	12.80	.00	.00	18.30
74.000	19.20	10.90	18.70	12.80	.00	.00	18.30
75.000	19.20	10.90	18.70	12.80	.00	.00	18.30
76.000	19.20	10.90	18.80	12.90	.00	.00	18.40
77.000	19.30	10.90	18.80	12.90	.00	.00	18.40
78.000	19.30	10.90	18.80	12.90	.00	.00	18.40
79.000	19.30	10.90	18.90	12.90	.00	.00	18.50
80.000	19.40	10.90	18.90	12.90	.00	.00	18.50
81.000	19.40	10.90	18.90	13.00	.00	.00	18.50
82.000	19.40	10.90	18.90	13.00	.00	.00	18.50
83.000	19.50	10.90	19.00	13.00	.00	.00	18.60
84.000	19.50	11.00	19.00	13.00	.00	.00	18.60
85.000	19.50	11.00	19.00	13.00	.00	.00	18.60
86.000	19.60	11.00	19.10	13.10	.00	.00	18.60
87.000	19.60	11.00	19.10	13.10	.00	.00	18.70
88.000	19.60	11.00	19.10	13.10	.00	.00	18.70
89.000	19.70	11.00	19.10	13.10	.00	.00	18.70
90.000	19.70	11.00	19.20	13.10	.00	.00	18.70
91.000	19.70	11.00	19.20	13.20	.00	.00	18.80
92.000	19.70	11.00	19.20	13.20	.00	.00	18.80
93.000	19.80	11.00	19.20	13.20	.00	.00	18.80
94.000	19.80	11.00	19.30	13.20	.00	.00	18.80
95.000	19.80	11.00	19.30	13.20	.00	.00	18.90
96.000	19.90	11.00	19.30	13.20	.00	.00	18.90
97.000	19.90	11.00	19.40	13.30	.00	.00	18.90
98.000	19.90	11.10	19.40	13.30	.00	.00	18.90
99.000	19.90	11.10	19.40	13.30	.00	.00	19.00
100.000	20.00	11.10	19.40	13.30	.00	.00	19.00

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ (AL) : ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΠΡΑΞΙΑΣ 8-12 ΜΗΝΩΝ

YEAR	DATA	ORDERED	RANK	PROB.	RET. PERIOD
8001	24.84	24.84	1	.038	26.000
8002	23.81	23.81	2	.077	13.000
8003	23.43	23.43	3	.115	8.667
8004	22.49	22.49	4	.154	6.500
8005	22.28	22.28	5	.192	5.200
8006	20.87	20.87	6	.231	4.333
8007	20.78	20.78	7	.269	3.714
8008	18.80	18.80	8	.308	3.250
8009	18.63	18.63	9	.346	2.889
8010	18.03	18.03	10	.385	2.600
8011	17.94	17.94	11	.423	2.364
8012	17.61	17.61	12	.462	2.167
8001	17.45	17.45	13	.500	2.000
8002	17.39	17.39	14	.538	1.857
8003	15.60	15.60	15	.577	1.733
8004	15.25	15.25	16	.615	1.625
8005	13.87	13.87	17	.654	1.529
8006	13.70	13.70	18	.692	1.444
8007	13.64	13.64	19	.731	1.368
8008	13.29	13.29	20	.769	1.300
8009	13.12	13.12	21	.808	1.238
8010	11.83	11.83	22	.846	1.182
8011	11.47	11.47	23	.885	1.130
8012	8.01	8.01	24	.923	1.083
8001	6.82	6.82	25	.962	1.040

S A M P L E S T A T I S T I C S

MEAN = 16.8380
STANDARD DEVIATION = 4.7957
COEFFICIENT of SKEWNESS = -.2225
COEFFICIENT of KURTOSIS = 2.9373

S A M P L E S T A T I S T I C S (LOGS)

MEAN = 2.7780
STANDARD DEVIATION = .3237
COEFFICIENT of SKEWNESS = -1.0051
COEFFICIENT of KURTOSIS = 4.4792

SAMPLE MIN = 7.

SAMPLE MAX = 25.

N = 25

N O R M A L D I S T R I B U T I O N

PARAMETERS ARE XBAR = 16.84 AND SIGMA = 4.80
PARAMETERS FOR GUMBEL I A = .213567 U = 14.
PARAMETERS FOR LOGNORMAL M = 2.7780 S = .3237
NO MOMENT SOLUTION FOR THREE PARAMETER LOGNORMAL
PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MOMENTS A = -.1627 B = .39
PARAMETERS FOR LOG PEARSON III BY MAXIMUM LIKELIHOOD A = -.2629
DISTRIBUTION STATISTICS MEAN = 2.7780 S.D. = .3479 C.S

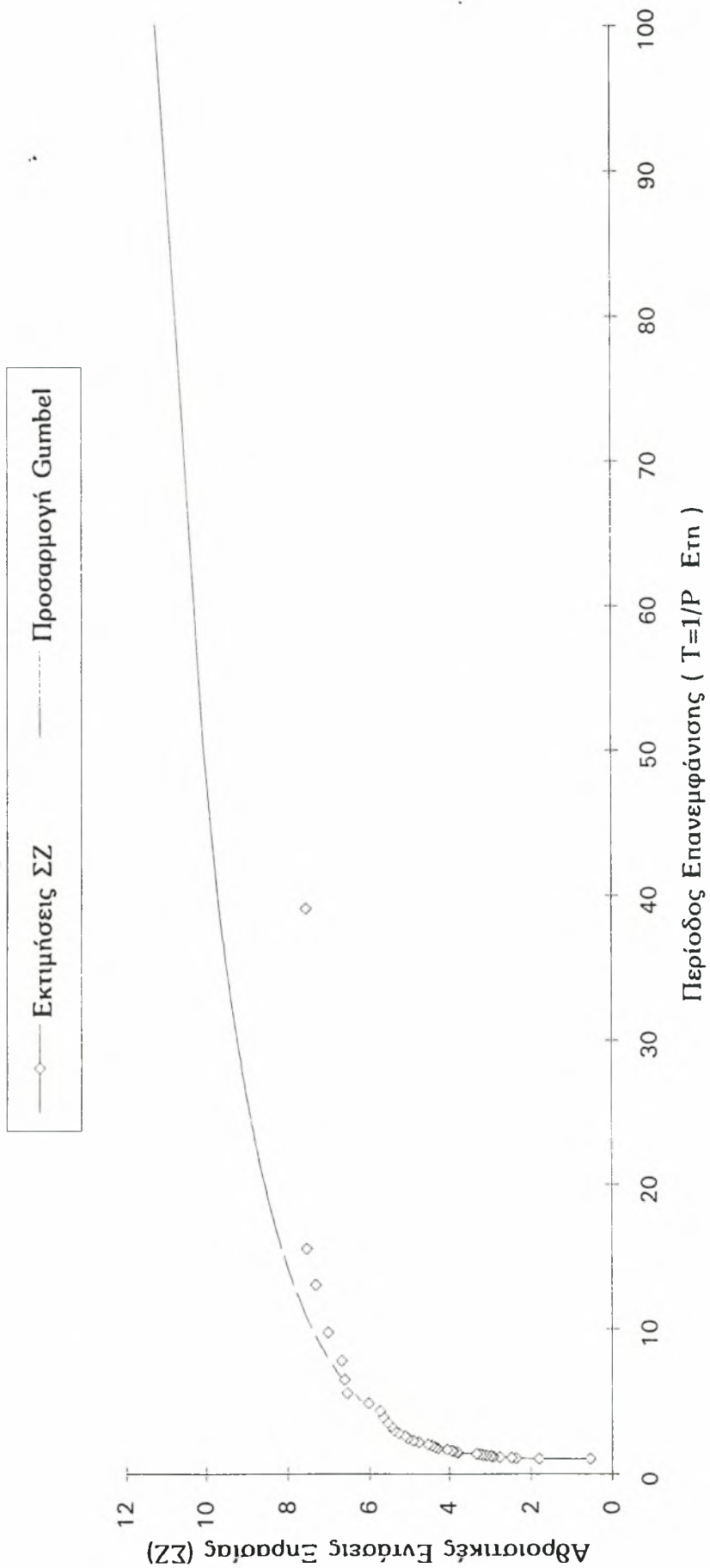
RETURN PERIOD	GUMBEL I		LOGNORMAL		THREE PARAMETER LOGNORMAL		MAX. LIK ESTIMATE
	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	DROUGHT ESTIMATE	ST. ERROR PERCENT	
2.000	16.20		16.10		.00		17.50
3.000	18.70		18.50		.00		19.60
4.000	20.30		20.00		.00		20.70
5.000	21.50		21.10		.00		21.40
6.000	22.40	8.08	22.00	7.84	.00	.00	21.90
7.000	23.20	8.27	22.70	8.11	.00	.00	22.20
8.000	23.90	8.42	23.30	8.35	.00	.00	22.50
9.000	24.50	8.55	23.90	8.55	.00	.00	22.70
10.000	25.00	8.66	24.40	8.74	.00	.00	22.90
11.000	25.50	8.77	24.80	8.90	.00	.00	23.10
12.000	25.90	8.85	25.30	9.10	.00	.00	23.30
13.000	26.30	8.94	25.50	9.20	.00	.00	23.30
14.000	26.60	9.01	25.90	9.32	.00	.00	23.40
15.000	27.00	9.07	26.20	9.44	.00	.00	23.50
16.000	27.30	9.14	26.40	9.55	.00	.00	23.60
17.000	27.60	9.19	26.70	9.66	.00	.00	23.70
18.000	27.80	9.25	26.90	9.75	.00	.00	23.80
19.000	28.10	9.29	27.20	9.84	.00	.00	23.80
20.000	28.40	9.34	27.40	9.93	.00	.00	23.90
21.000	28.60	9.38	27.60	10.00	.00	.00	23.90
22.000	28.80	9.42	27.80	10.10	.00	.00	24.00
23.000	29.00	9.46	28.00	10.20	.00	.00	24.00
24.000	29.20	9.50	28.20	10.20	.00	.00	24.10
25.000	29.40	9.53	28.40	10.30	.00	.00	24.10
26.000	29.60	9.57	28.50	10.40	.00	.00	24.10
27.000	29.80	9.60	28.70	10.40	.00	.00	24.20
28.000	30.00	9.63	28.80	10.50	.00	.00	24.20
29.000	30.10	9.66	29.00	10.50	.00	.00	24.20
30.000	30.30	9.68	29.10	10.60	.00	.00	24.30
31.000	30.50	9.71	29.30	10.70	.00	.00	24.30
32.000	30.60	9.73	29.40	10.70	.00	.00	24.30
33.000	30.70	9.76	29.50	10.80	.00	.00	24.30
34.000	30.90	9.78	29.70	10.80	.00	.00	24.40
35.000	31.00	9.80	29.80	10.90	.00	.00	24.40
36.000	31.20	9.83	29.90	10.90	.00	.00	24.40
37.000	31.30	9.85	30.00	10.90	.00	.00	24.40
38.000	31.40	9.87	30.10	11.00	.00	.00	24.50
39.000	31.50	9.89	30.20	11.00	.00	.00	24.50
40.000	31.70	9.91	30.30	11.10	.00	.00	24.50
41.000	31.80	9.92	30.40	11.10	.00	.00	24.50
42.000	31.90	9.94	30.60	11.10	.00	.00	24.50
43.000	32.00	9.96	30.60	11.20	.00	.00	24.50
44.000	32.10	9.98	30.80	11.20	.00	.00	24.60
45.000	32.20	9.99	30.80	11.30	.00	.00	24.60
46.000	32.30	10.00	30.90	11.30	.00	.00	24.60
47.000	32.40	10.00	31.00	11.30	.00	.00	24.60
48.000	32.50	10.00	31.10	11.40	.00	.00	24.60
49.000	32.60	10.10	31.20	11.40	.00	.00	24.60
50.000	32.70	10.10	31.30	11.40	.00	.00	24.60
51.000	32.80	10.10	31.40	11.40	.00	.00	24.70
52.000	32.90	10.10	31.40	11.50	.00	.00	24.70
53.000	33.00	10.10	31.50	11.50	.00	.00	24.70
54.000	33.10	10.10	31.60	11.50	.00	.00	24.70
55.000	33.20	10.10	31.70	11.60	.00	.00	24.70
56.000	33.30	10.10	31.80	11.60	.00	.00	24.70
57.000	33.30	10.20	31.80	11.60	.00	.00	24.70
58.000	33.40	10.20	31.90	11.60	.00	.00	24.70
59.000	33.50	10.20	32.00	11.70	.00	.00	24.70
60.000	33.60	10.20	32.00	11.70	.00	.00	24.70

61.000	33.70	10.20	32.10	11.70	.00	.00	24.80
62.000	33.70	10.20	32.20	11.80	.00	.00	24.80
63.000	33.80	10.20	32.20	11.80	.00	.00	24.80
64.000	33.90	10.20	32.30	11.80	.00	.00	24.80
65.000	34.00	10.20	32.40	11.80	.00	.00	24.80
66.000	34.00	10.30	32.40	11.80	.00	.00	24.80
67.000	34.10	10.30	32.50	11.90	.00	.00	24.80
68.000	34.20	10.30	32.60	11.90	.00	.00	24.80
69.000	34.20	10.30	32.60	11.90	.00	.00	24.80
70.000	34.30	10.30	32.70	11.90	.00	.00	24.80
71.000	34.40	10.30	32.70	12.00	.00	.00	24.80
72.000	34.40	10.30	32.80	12.00	.00	.00	24.80
73.000	34.50	10.30	32.90	12.00	.00	.00	24.90
74.000	34.60	10.30	32.90	12.00	.00	.00	24.90
75.000	34.60	10.30	33.00	12.00	.00	.00	24.90
76.000	34.70	10.30	33.00	12.10	.00	.00	24.90
77.000	34.80	10.40	33.10	12.10	.00	.00	24.90
78.000	34.80	10.40	33.10	12.10	.00	.00	24.90
79.000	34.90	10.40	33.20	12.10	.00	.00	24.90
80.000	34.90	10.40	33.20	12.10	.00	.00	24.90
81.000	35.00	10.40	33.30	12.10	.00	.00	24.90
82.000	35.10	10.40	33.30	12.20	.00	.00	24.90
83.000	35.10	10.40	33.40	12.20	.00	.00	24.90
84.000	35.20	10.40	33.40	12.20	.00	.00	24.90
85.000	35.20	10.40	33.50	12.20	.00	.00	24.90
86.000	35.30	10.40	33.50	12.20	.00	.00	24.90
87.000	35.30	10.40	33.60	12.30	.00	.00	24.90
88.000	35.40	10.40	33.60	12.30	.00	.00	24.90
89.000	35.40	10.40	33.70	12.30	.00	.00	24.90
90.000	35.50	10.50	33.70	12.30	.00	.00	24.90
91.000	35.50	10.50	33.80	12.30	.00	.00	25.00
92.000	35.60	10.50	33.80	12.30	.00	.00	25.00
93.000	35.60	10.50	33.90	12.40	.00	.00	25.00
94.000	35.70	10.50	33.90	12.40	.00	.00	25.00
95.000	35.70	10.50	34.00	12.40	.00	.00	25.00
96.000	35.80	10.50	34.00	12.40	.00	.00	25.00
97.000	35.80	10.50	34.00	12.40	.00	.00	25.00
98.000	35.90	10.50	34.10	12.40	.00	.00	25.00
99.000	35.90	10.50	34.10	12.50	.00	.00	25.00
100.000	36.00	10.50	34.20	12.50	.00	.00	25.00

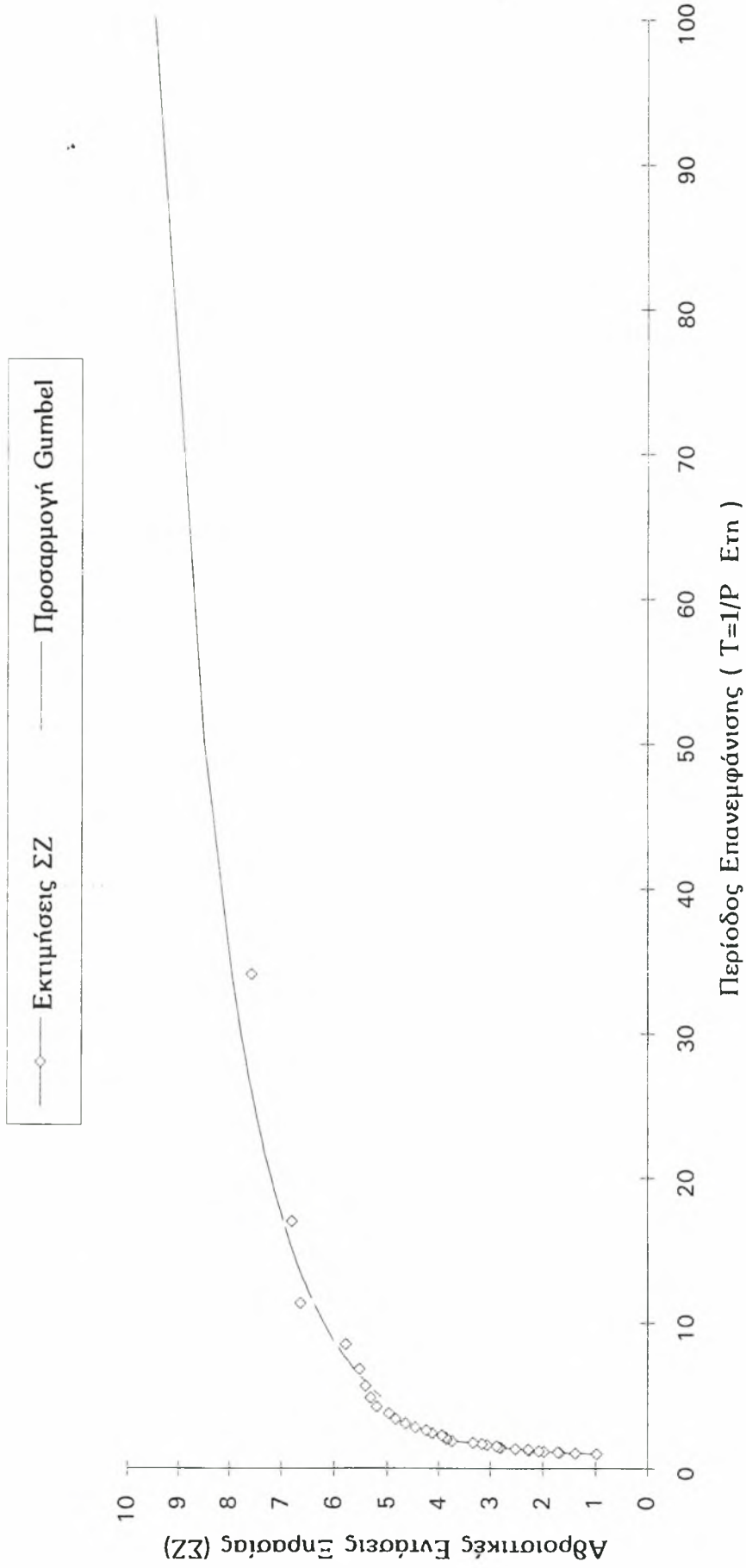
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Π2.

Διαγράμματα Κατανομής Προσαρμογής
Gumbel

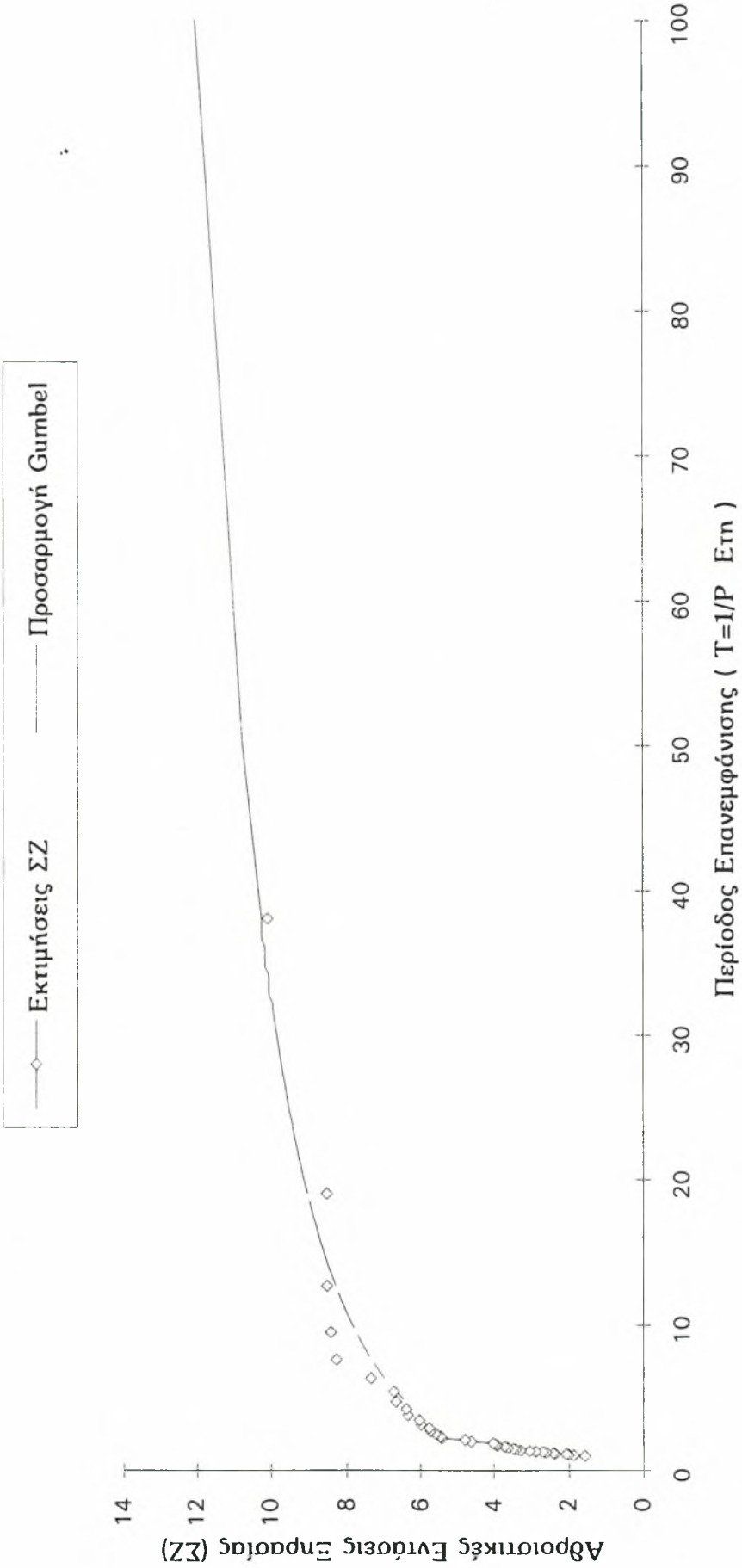
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ (AL) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



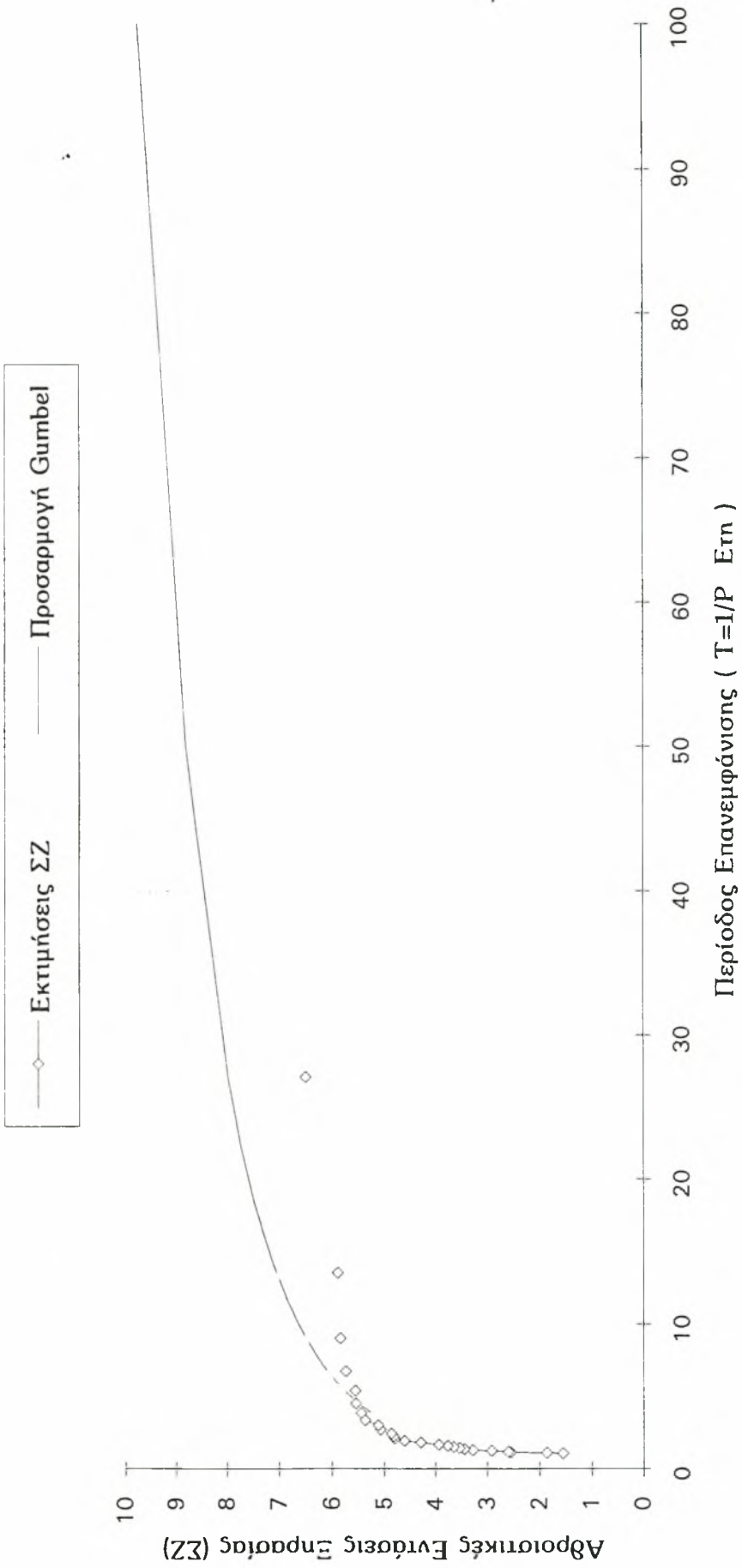
ΑΝΩΓΕΙΑ (ΑΝ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



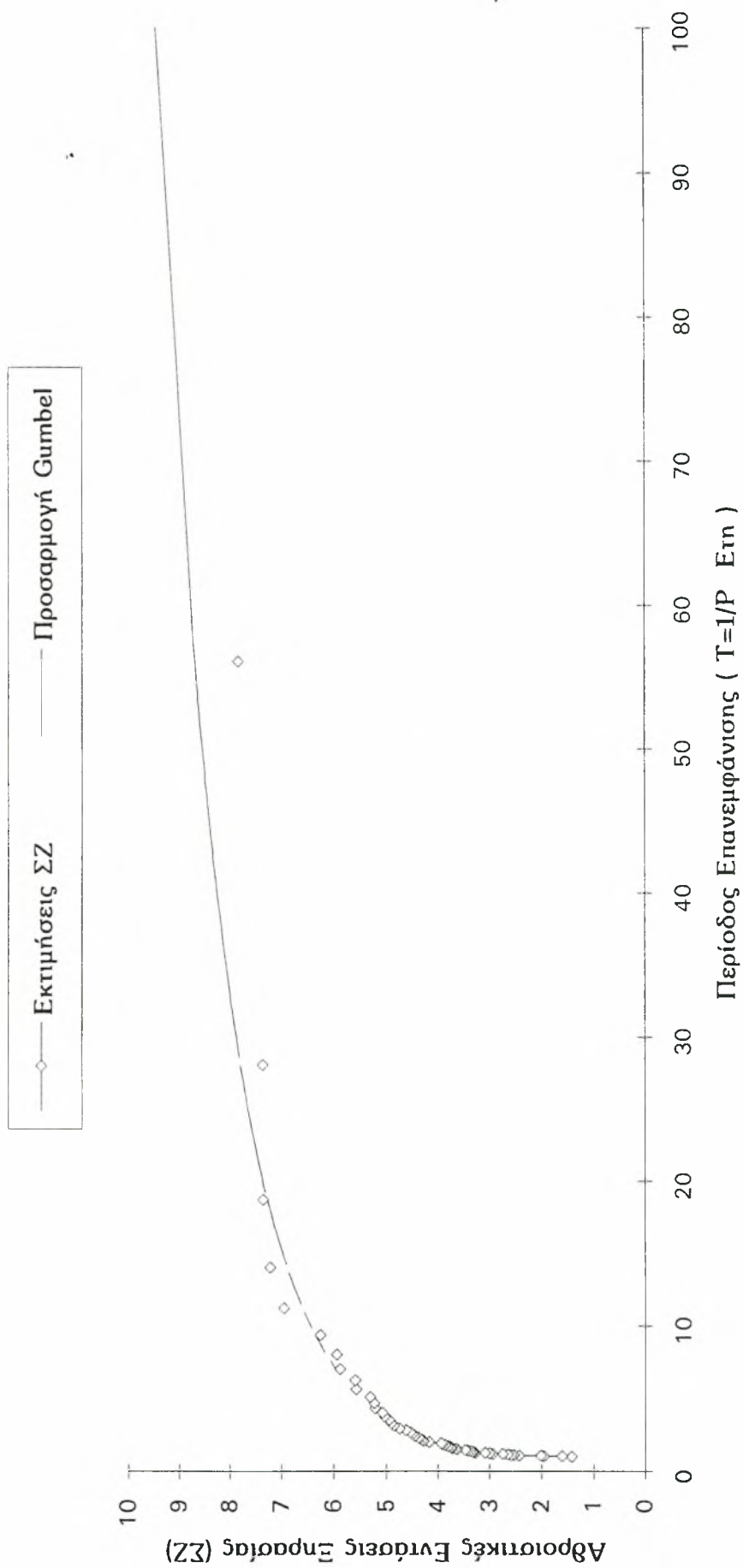
ΑΡΑΞΟΣ (RX) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



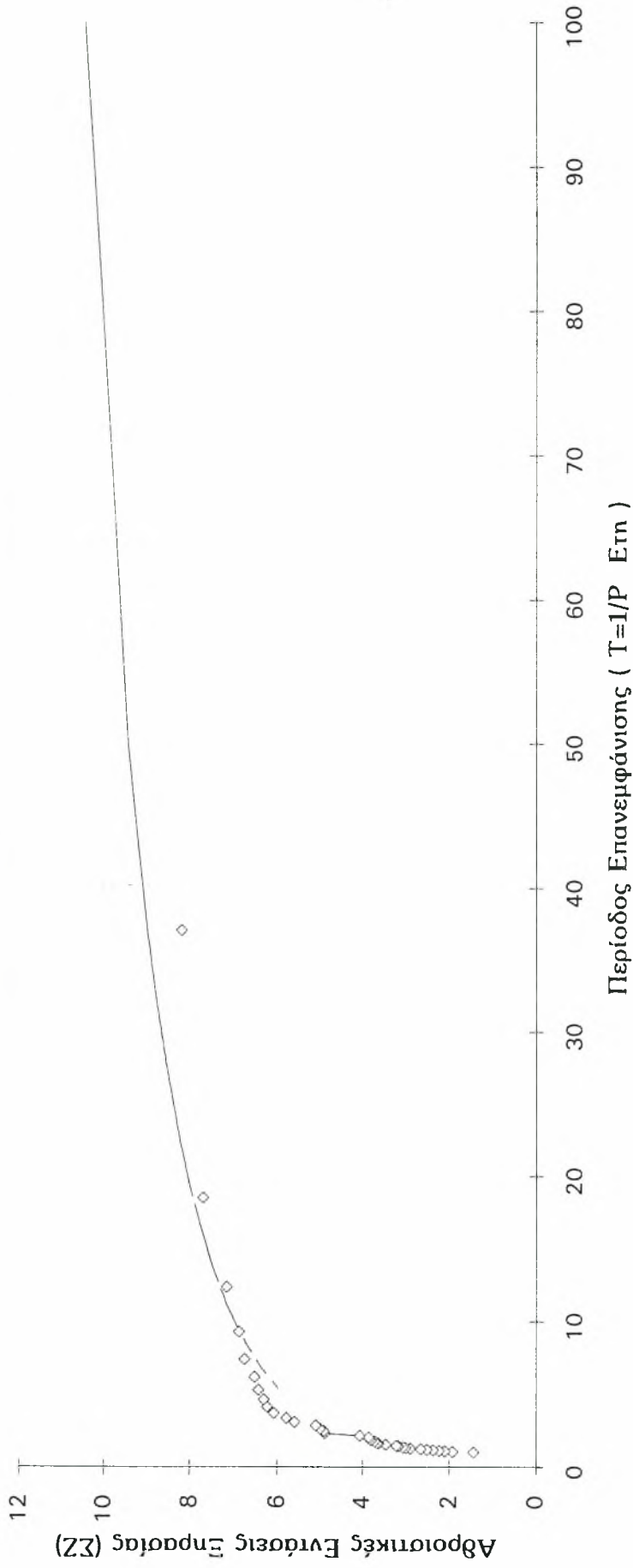
ΒΟΛΟΣ (BL) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



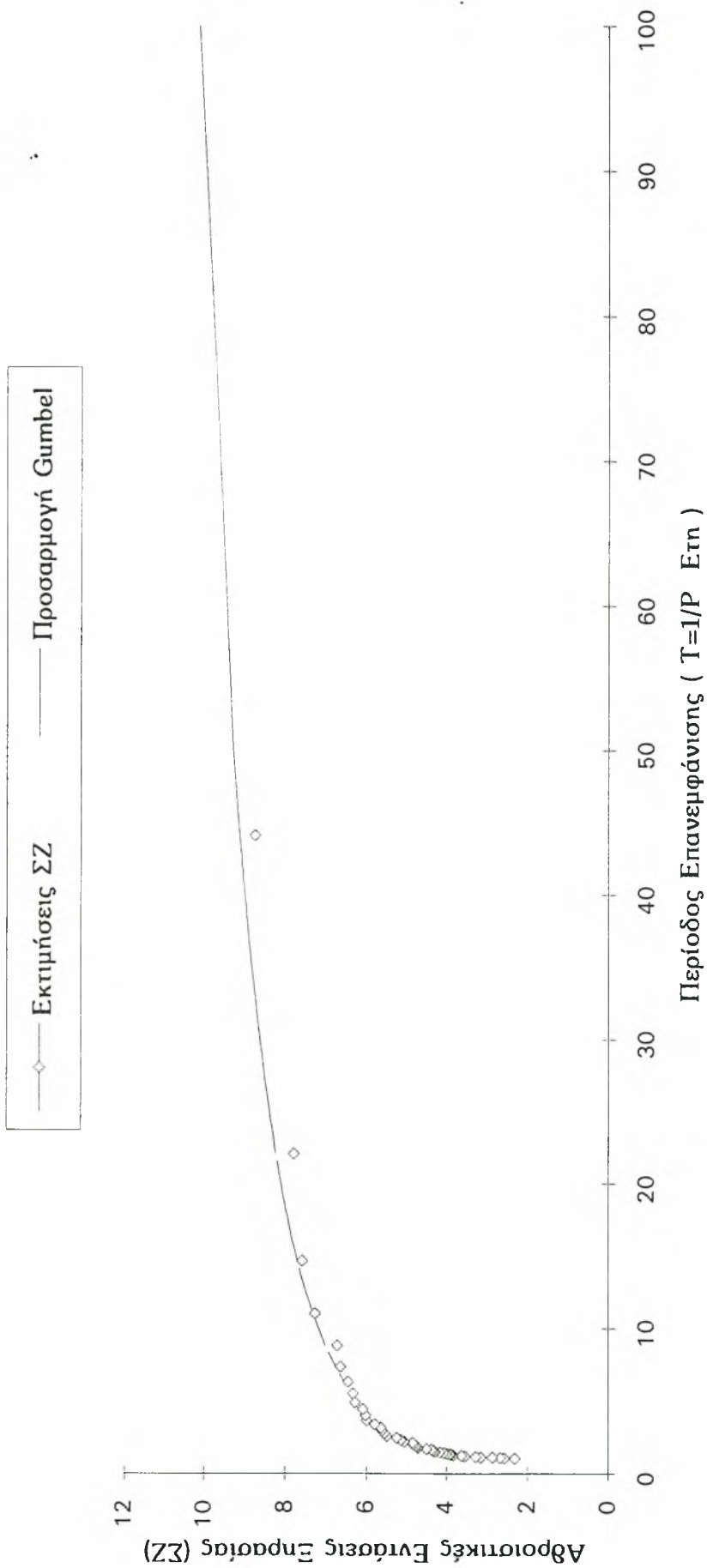
ΕΛΛΗΝΙΚΟ (ΕΛ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



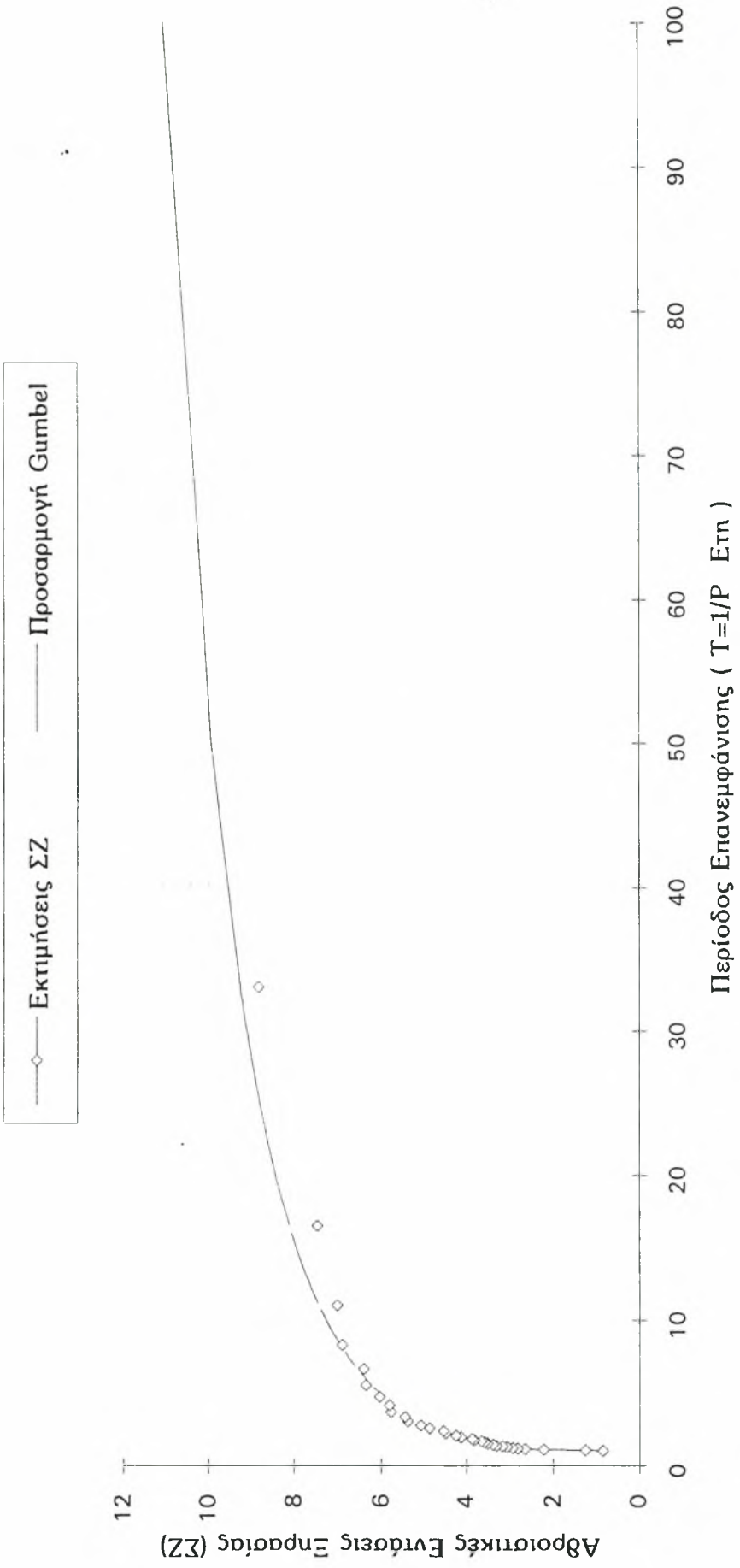
ΙΙΡΑΚΛΕΙΟ (ΙΙΡ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



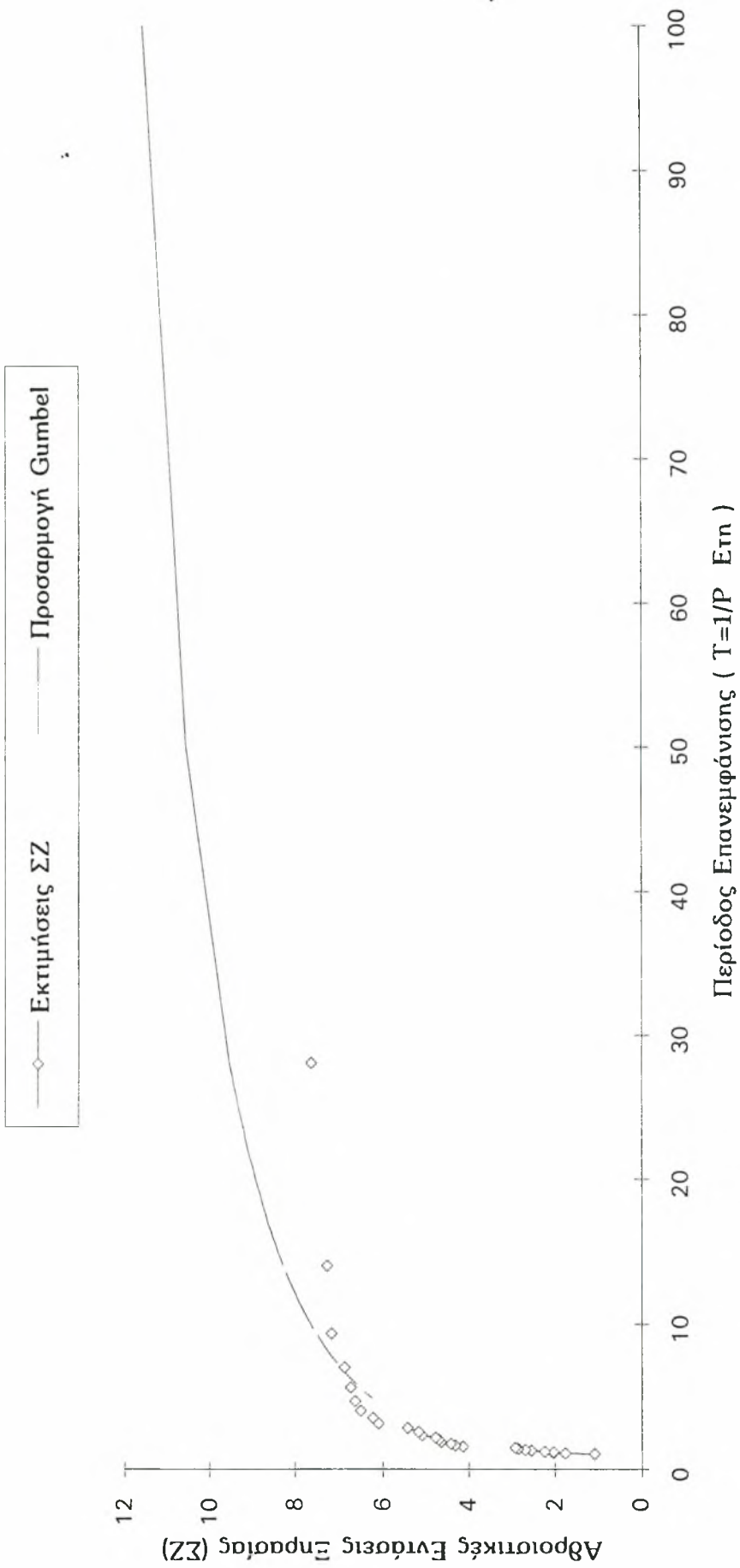
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ (TS) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



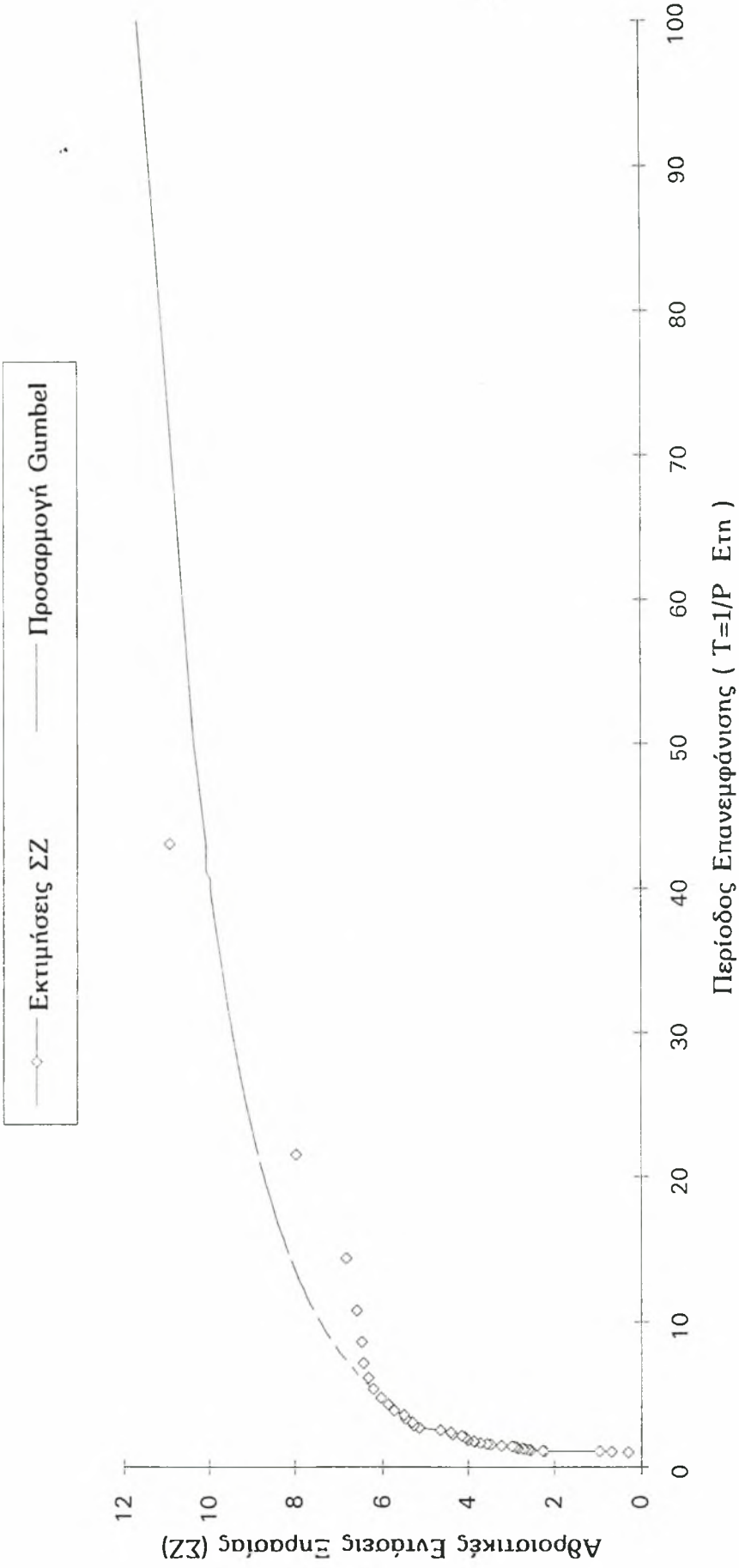
ΙΩΑΝΝΙΝΑ (ΙΟ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



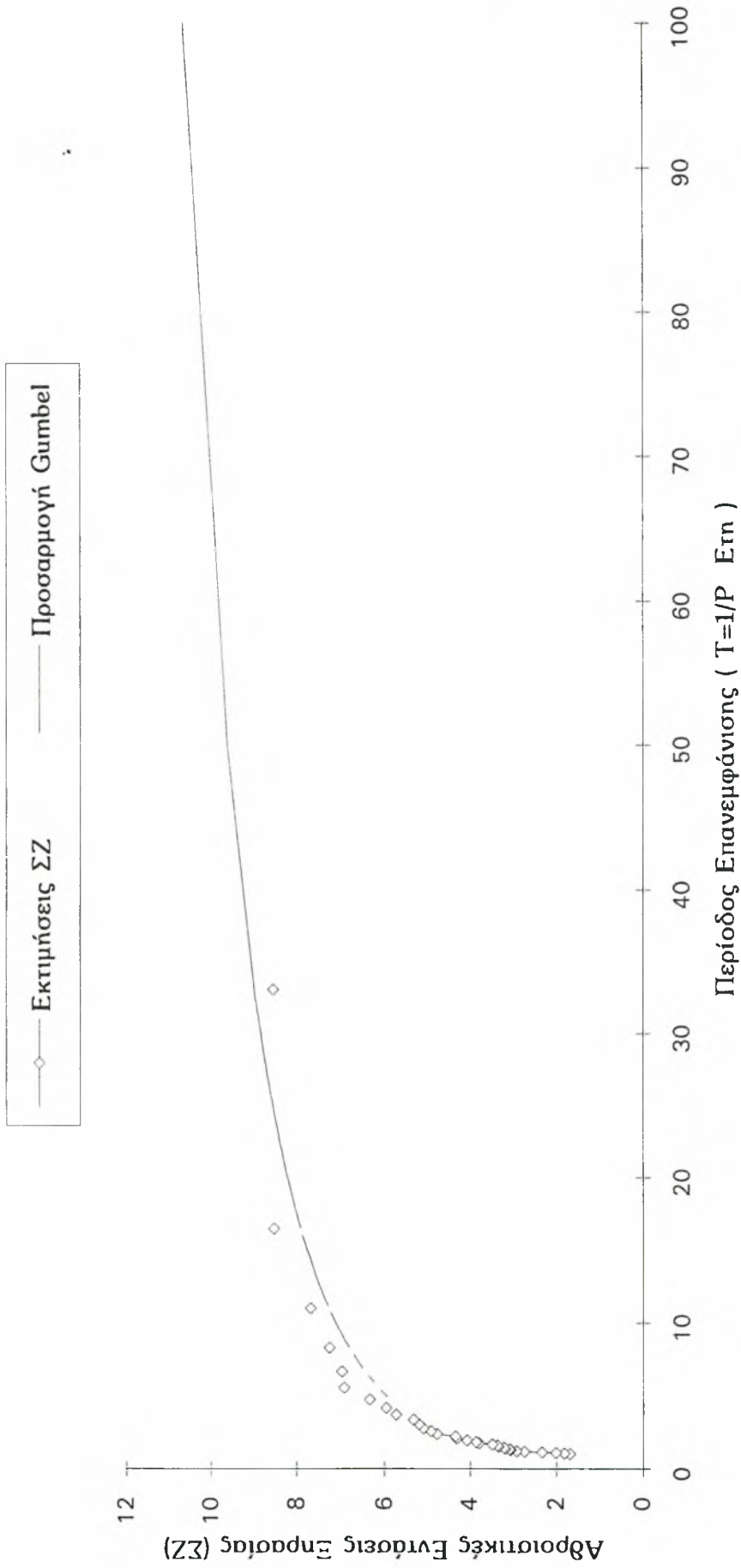
ΚΑΒΑΛΑ (ΚΥ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



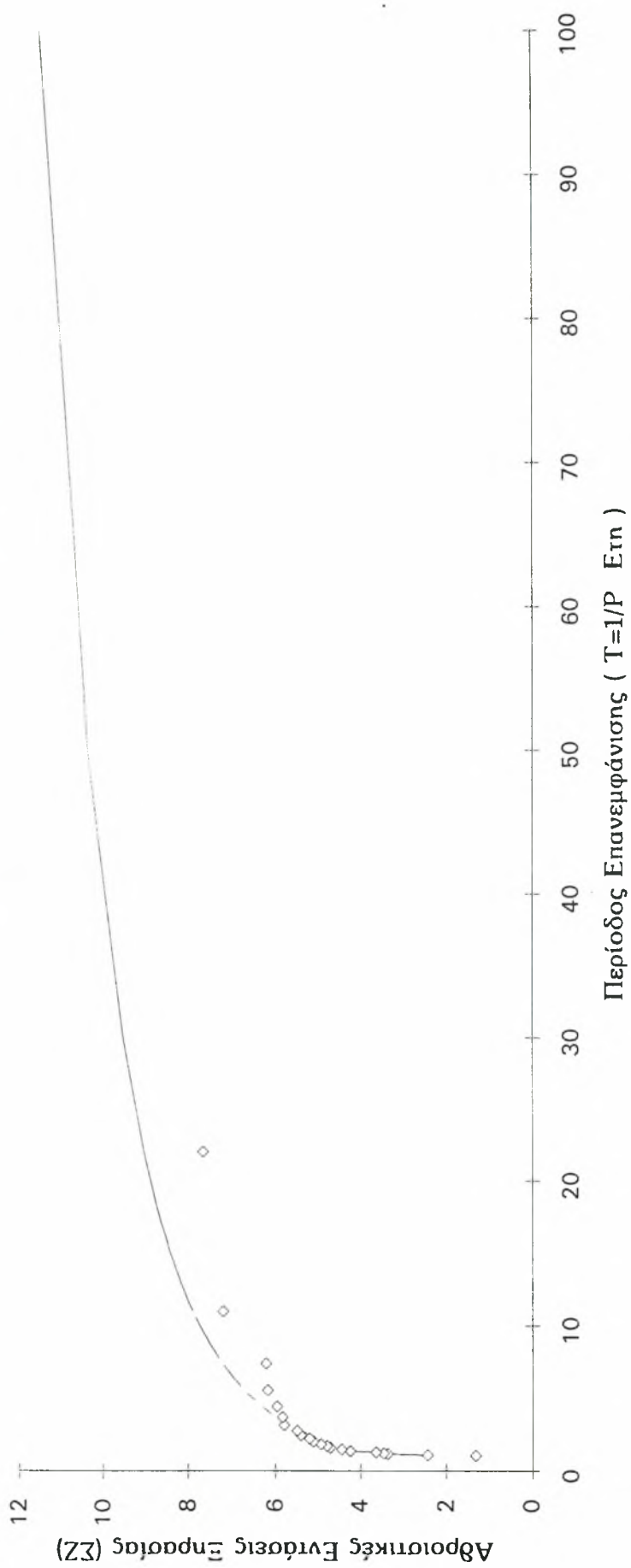
ΚΕΡΚΥΡΑ (ΚΡ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



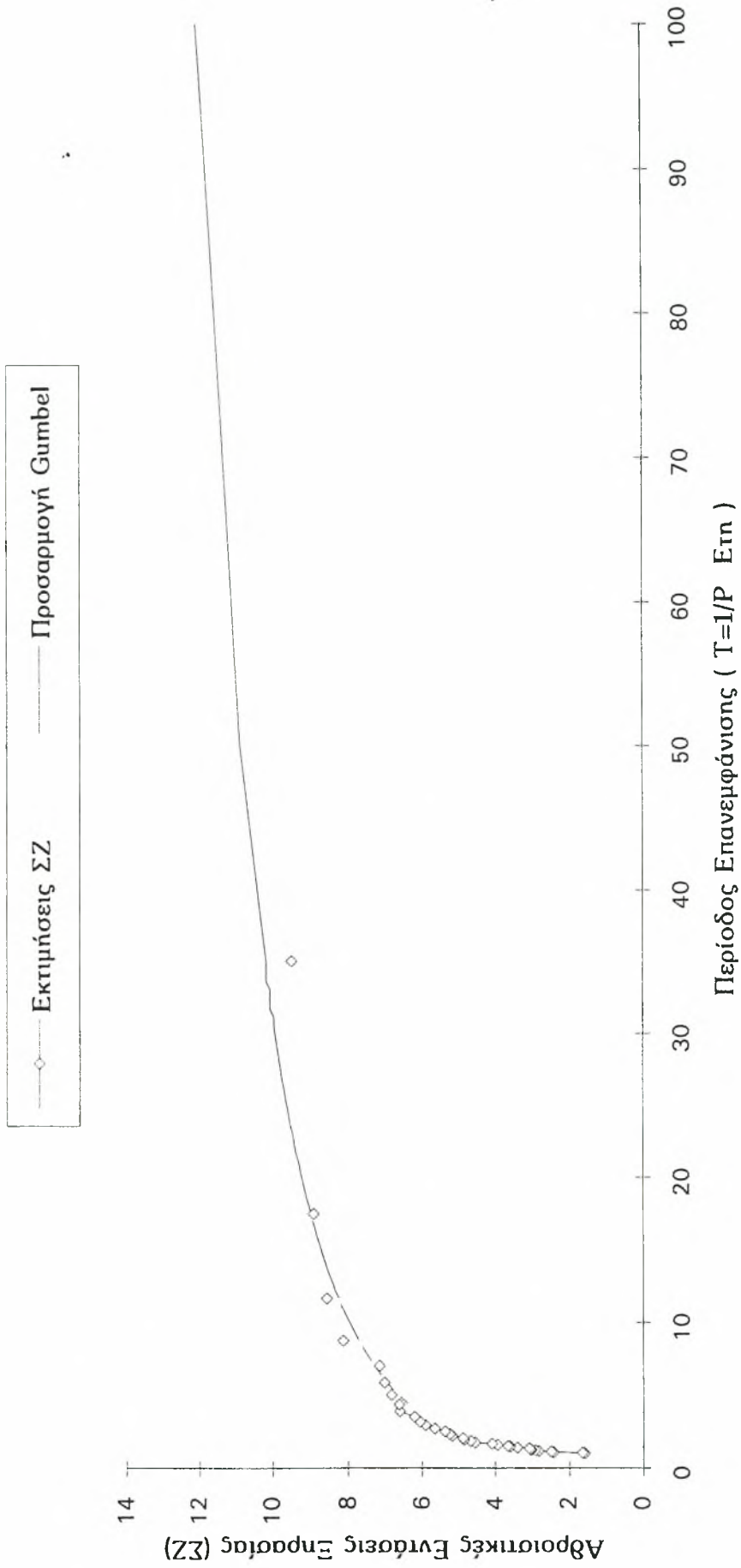
ΚΟΖΑΝΗ (ΚΖ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



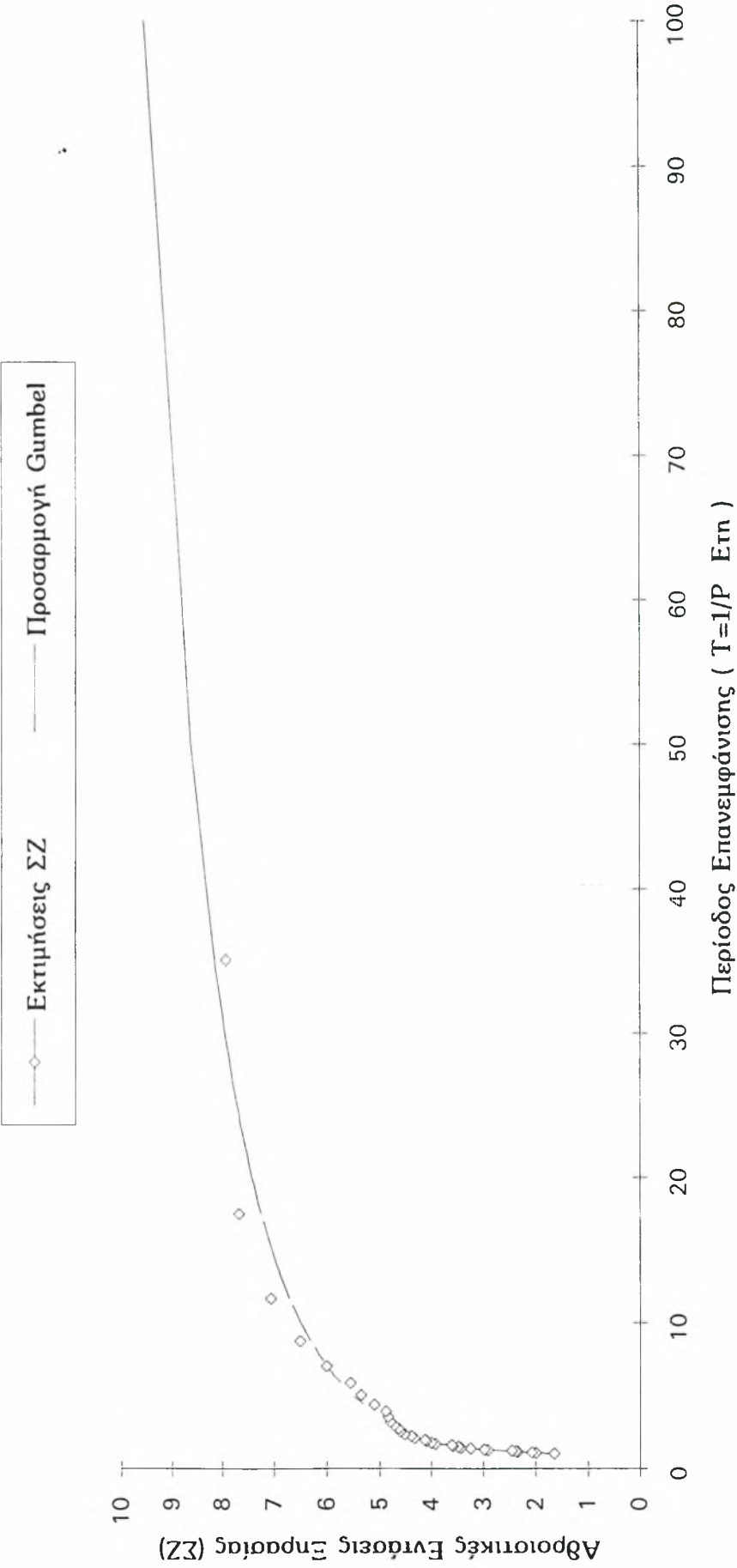
ΚΟΜΟΤΗΝΗ (ΚΜ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



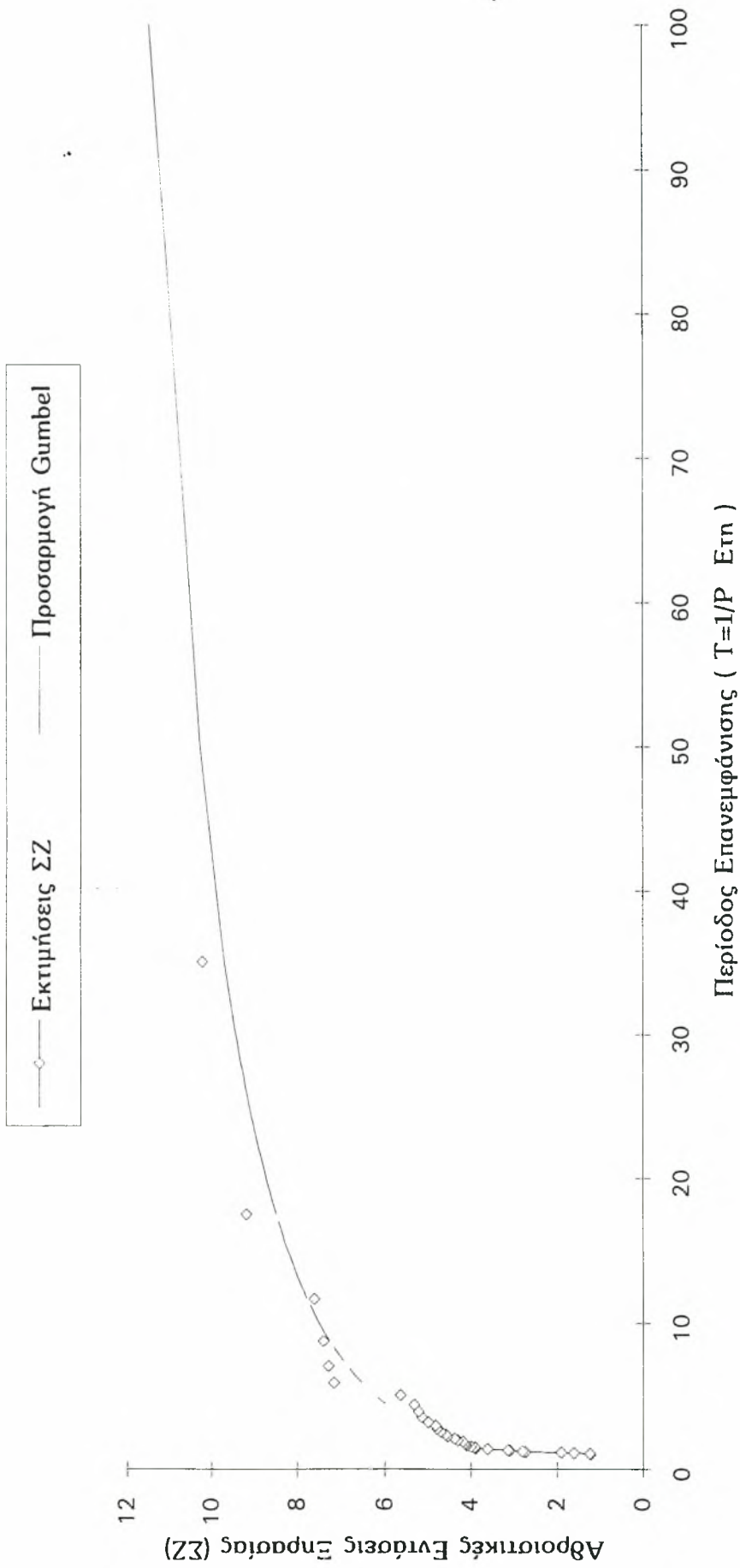
ΚΩΣ (ΚΟ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



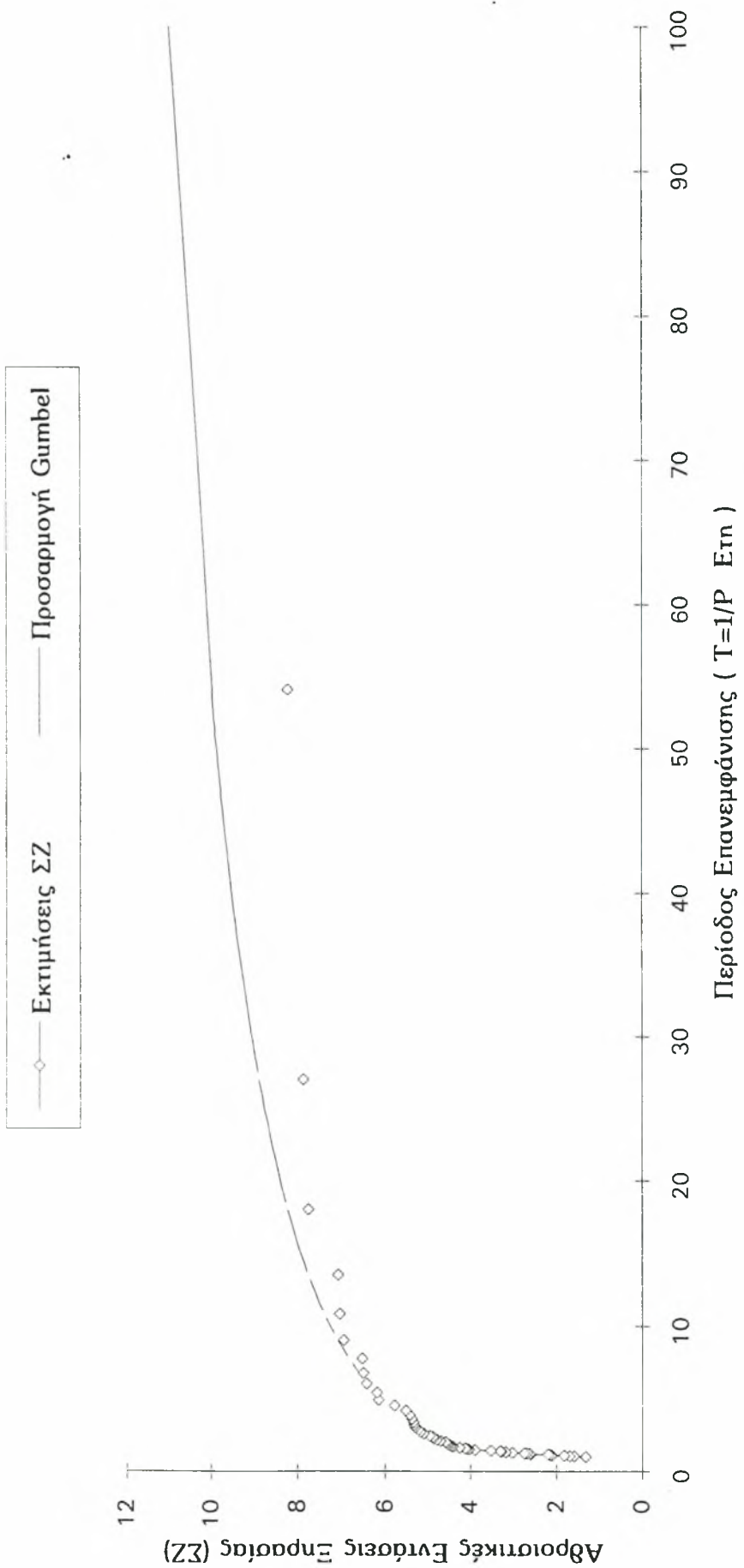
ΛΑΡΙΣΑ (LR) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



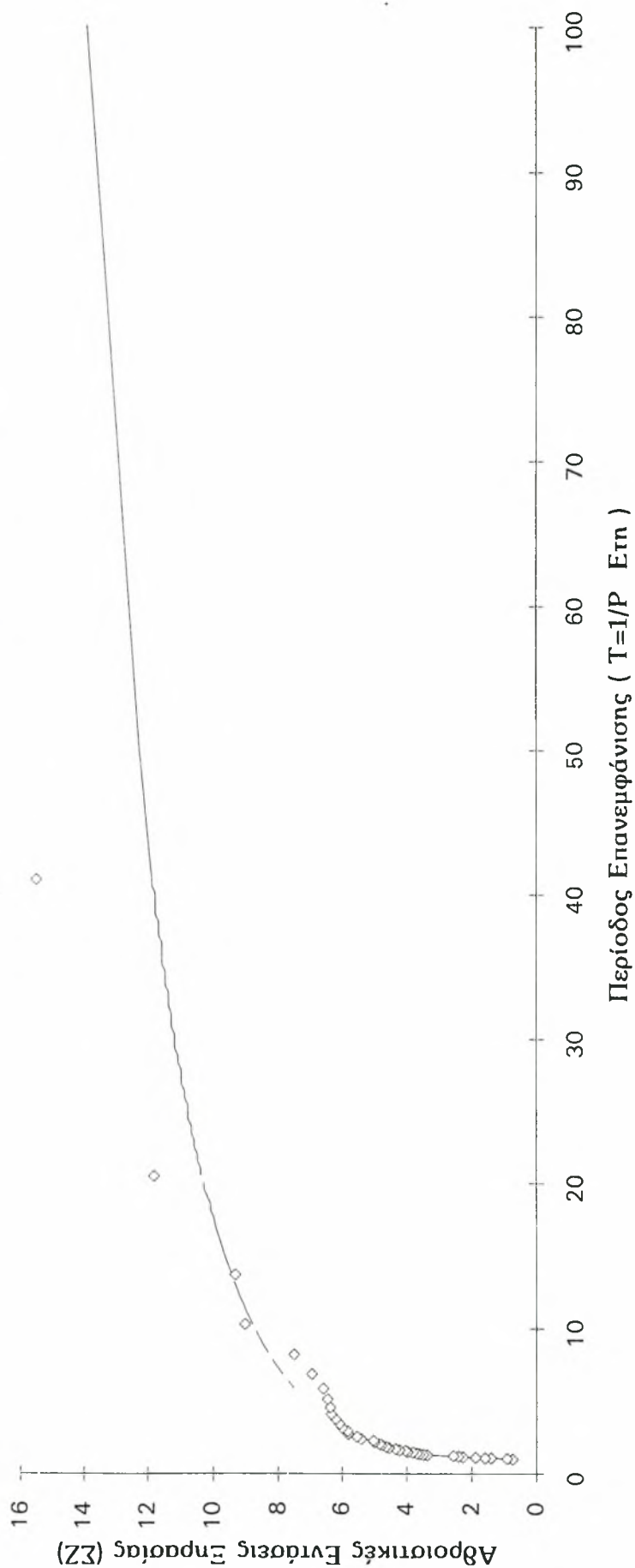
ΛΕΥΚΑΔΑ (LF) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



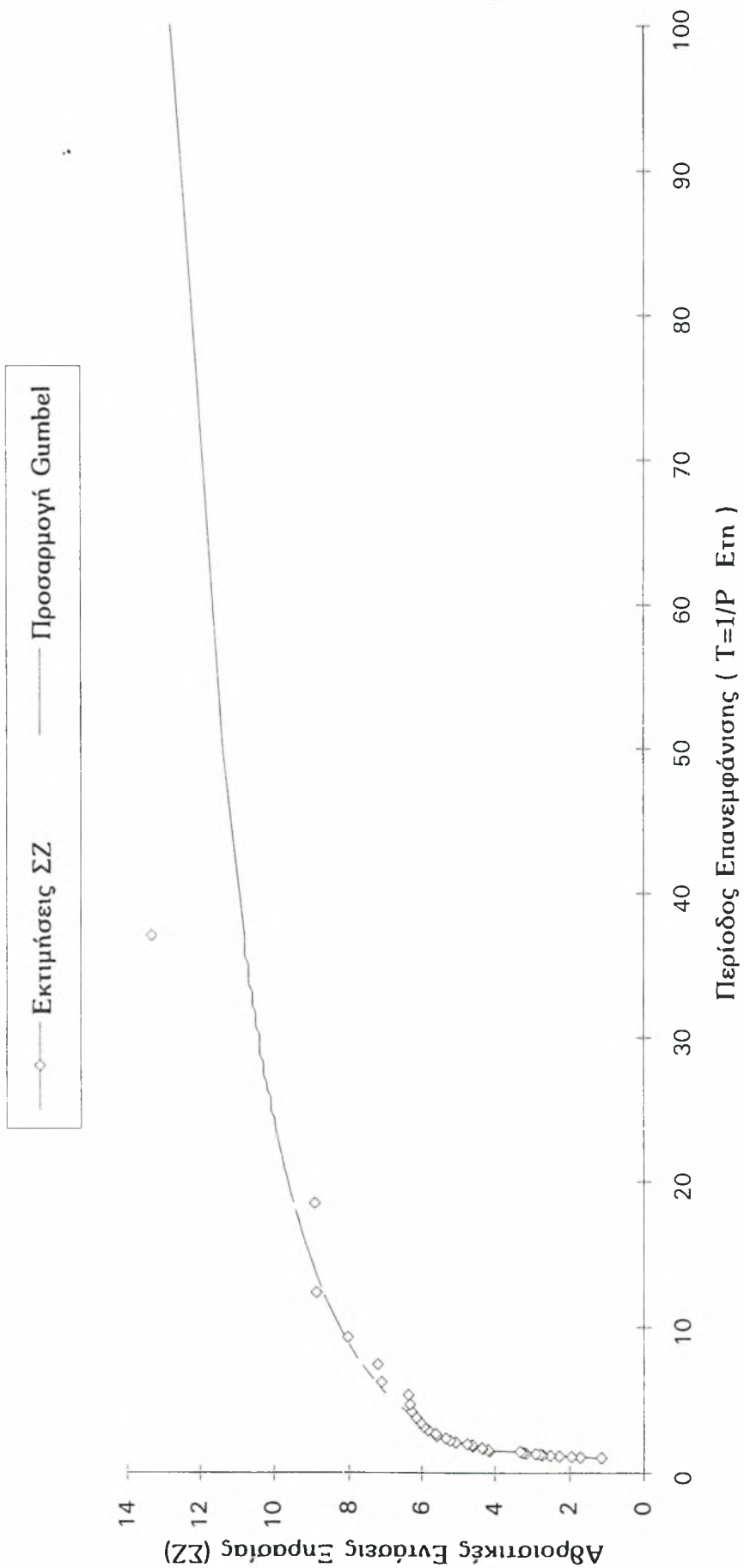
ΛΗΜΝΟΣ (LM) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



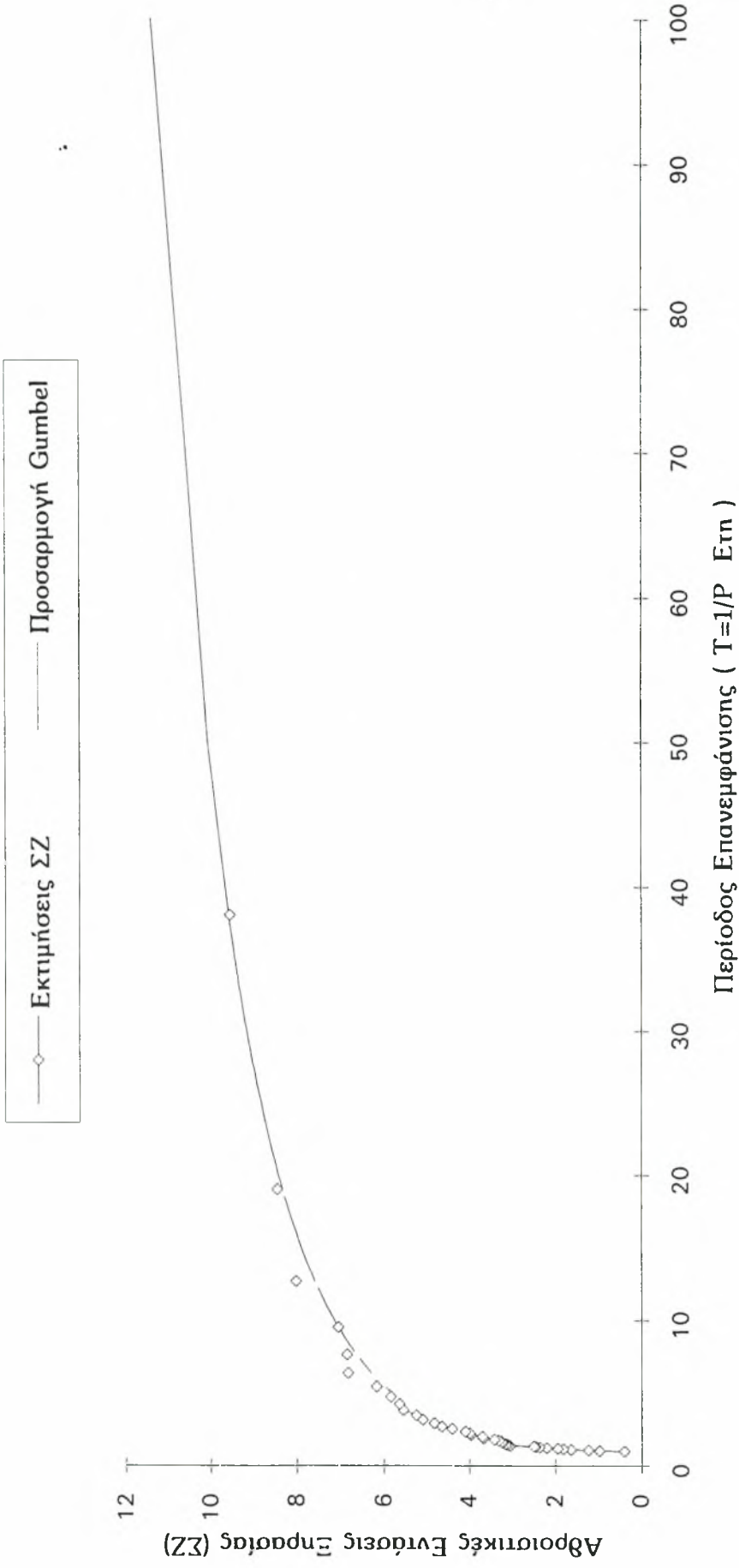
ΜΕΘΩΝΗ (ΜΥ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



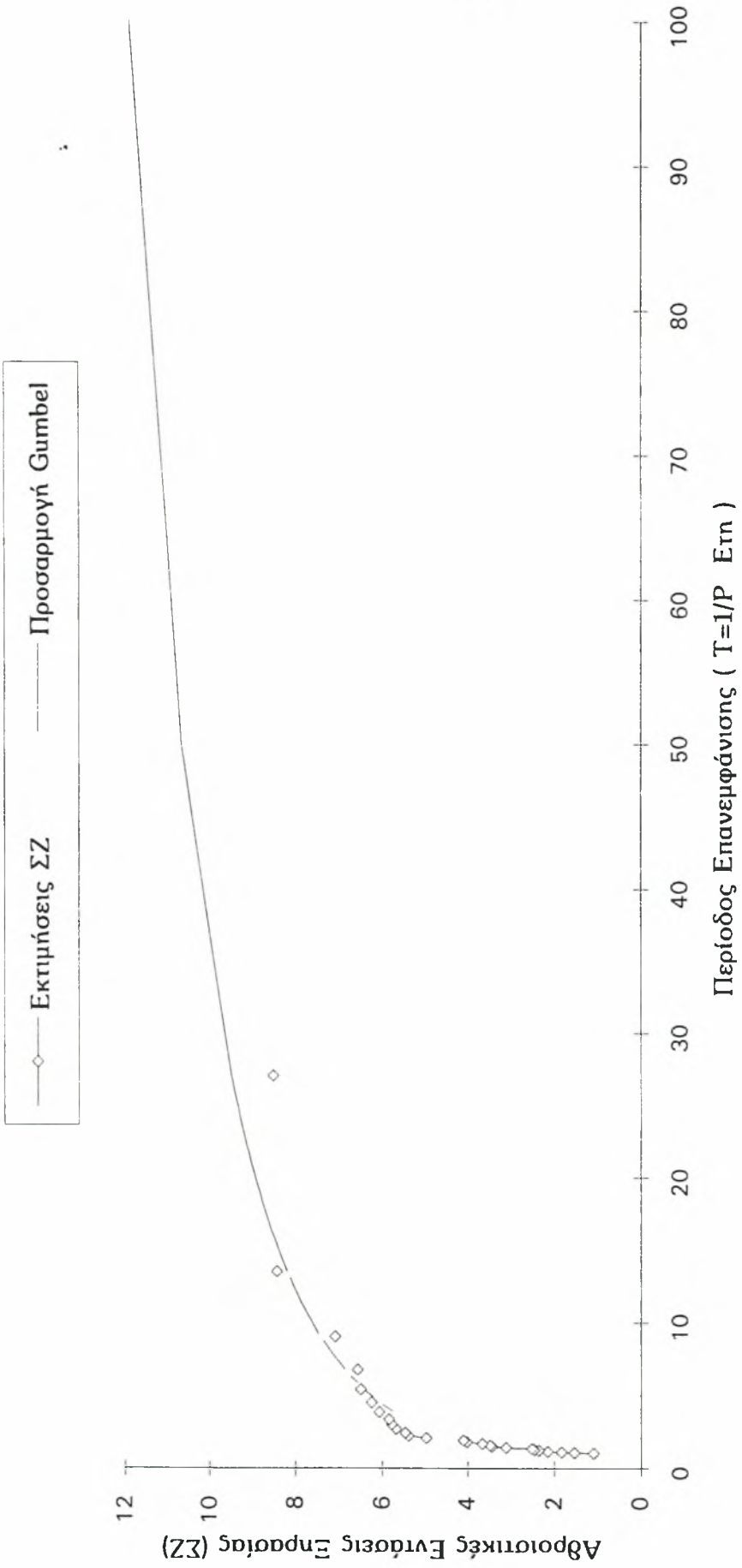
ΜΗΛΟΣ (ML) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



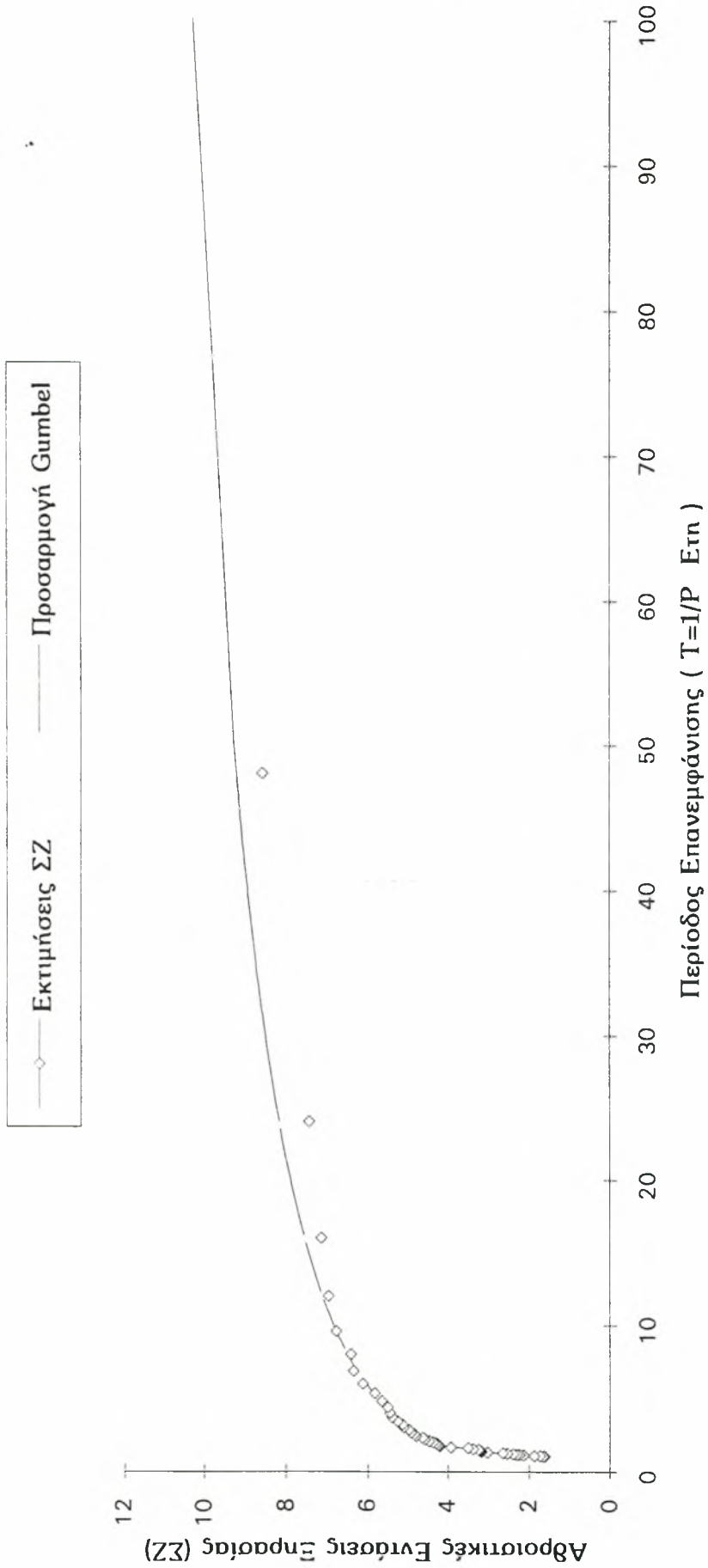
ΜΥΤΙΛΗΝΗ (ΜΤ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



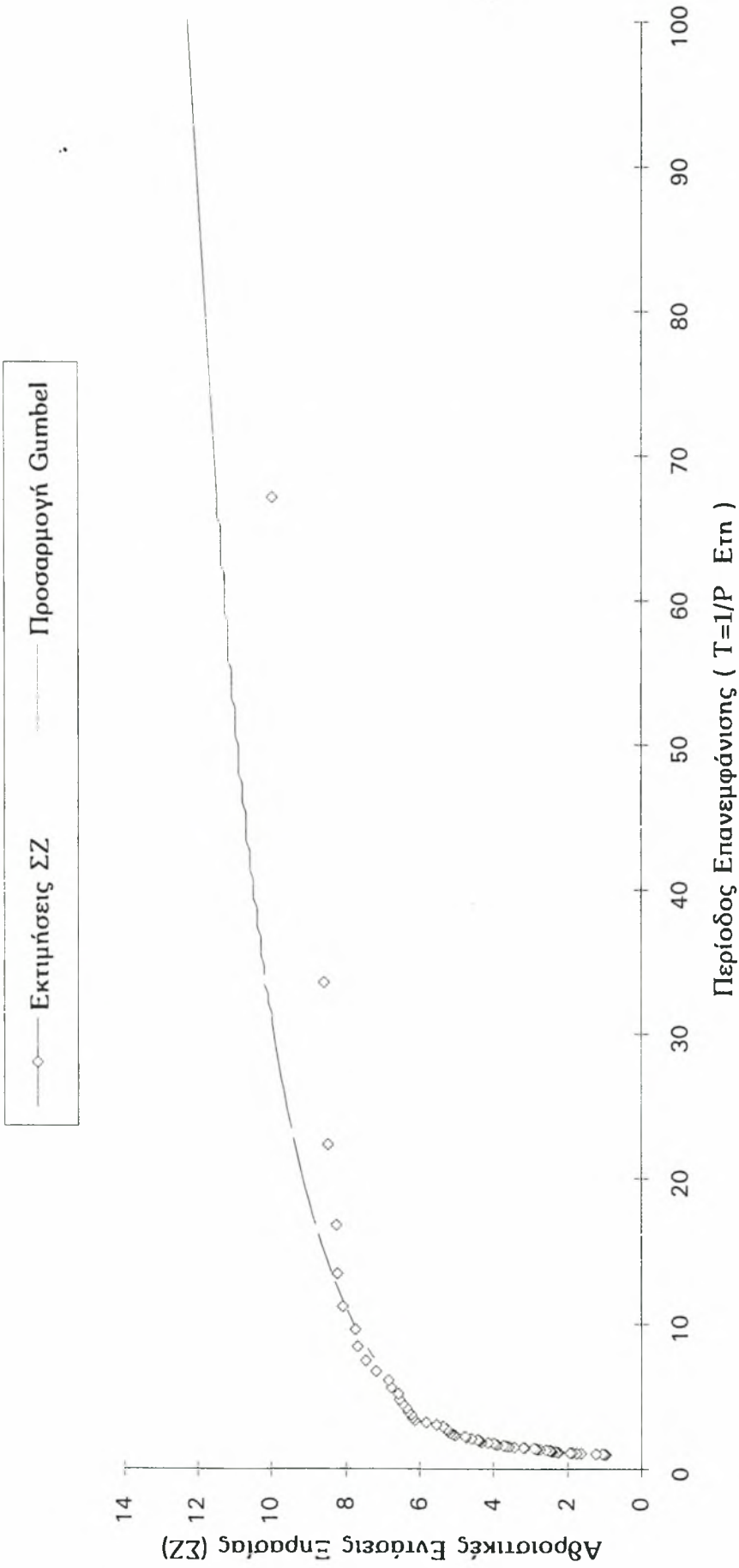
ΝΑΥΠΛΙΟ (ΝΑ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



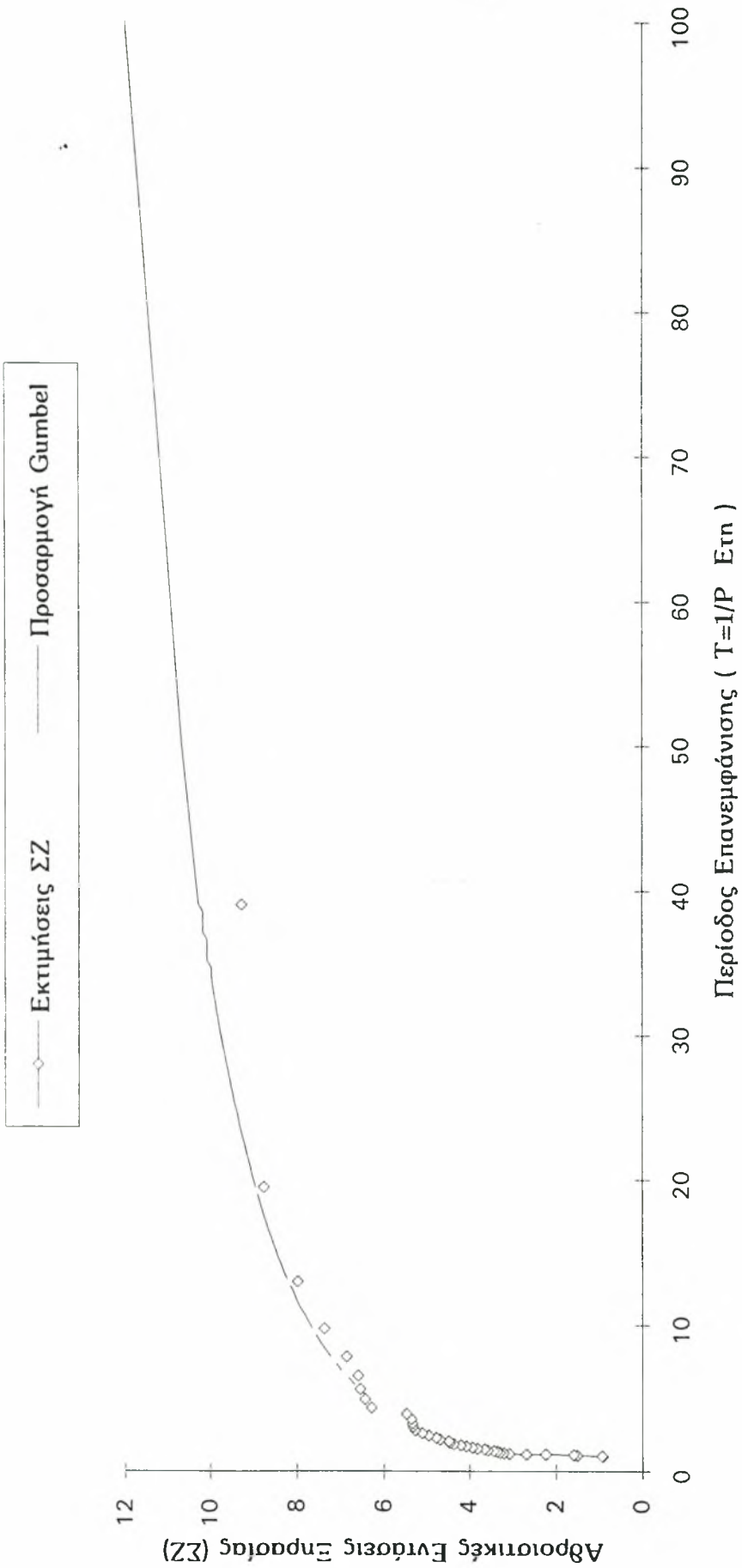
ΝΕΑ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ (ΝΦ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



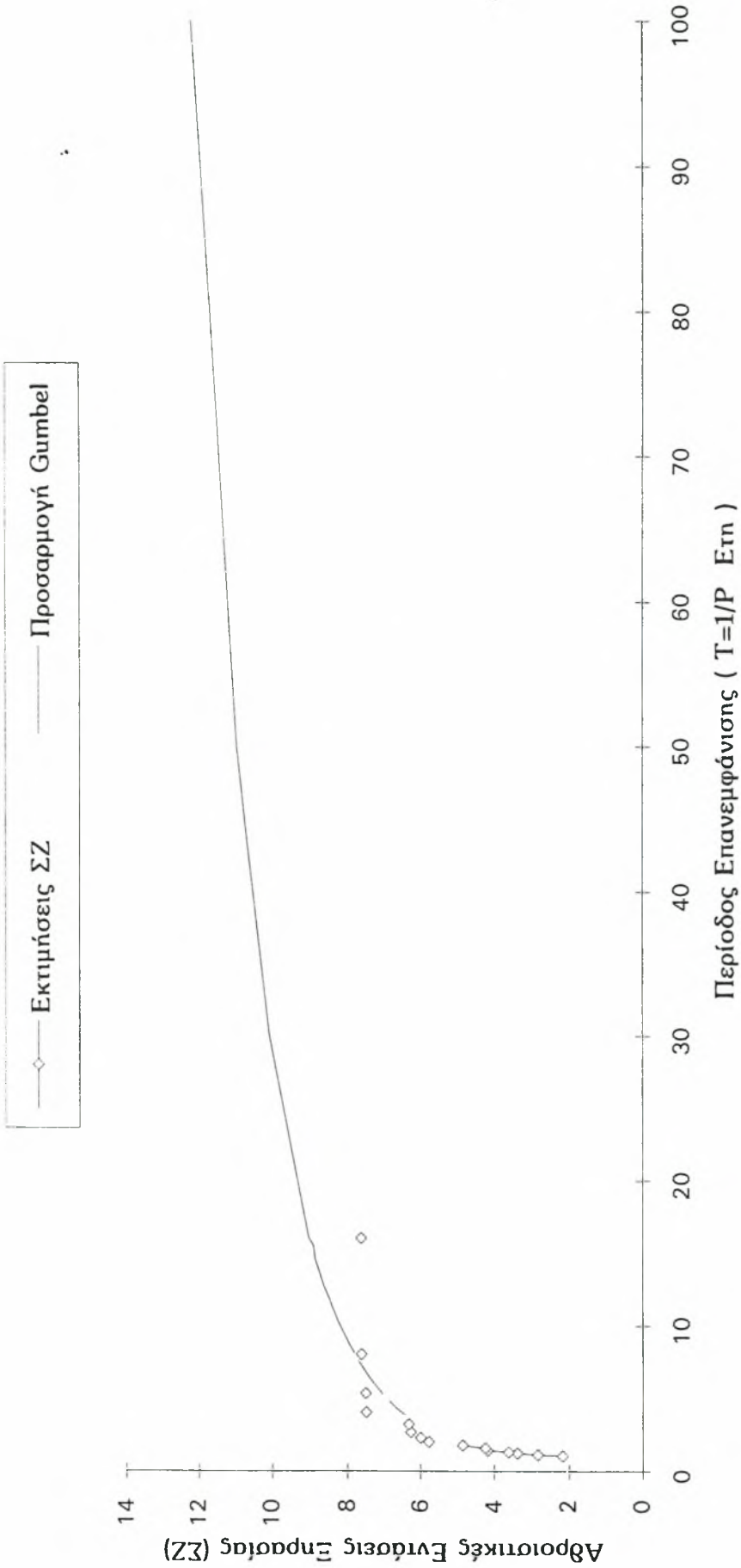
ΠΑΤΡΑ (ΡΑ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



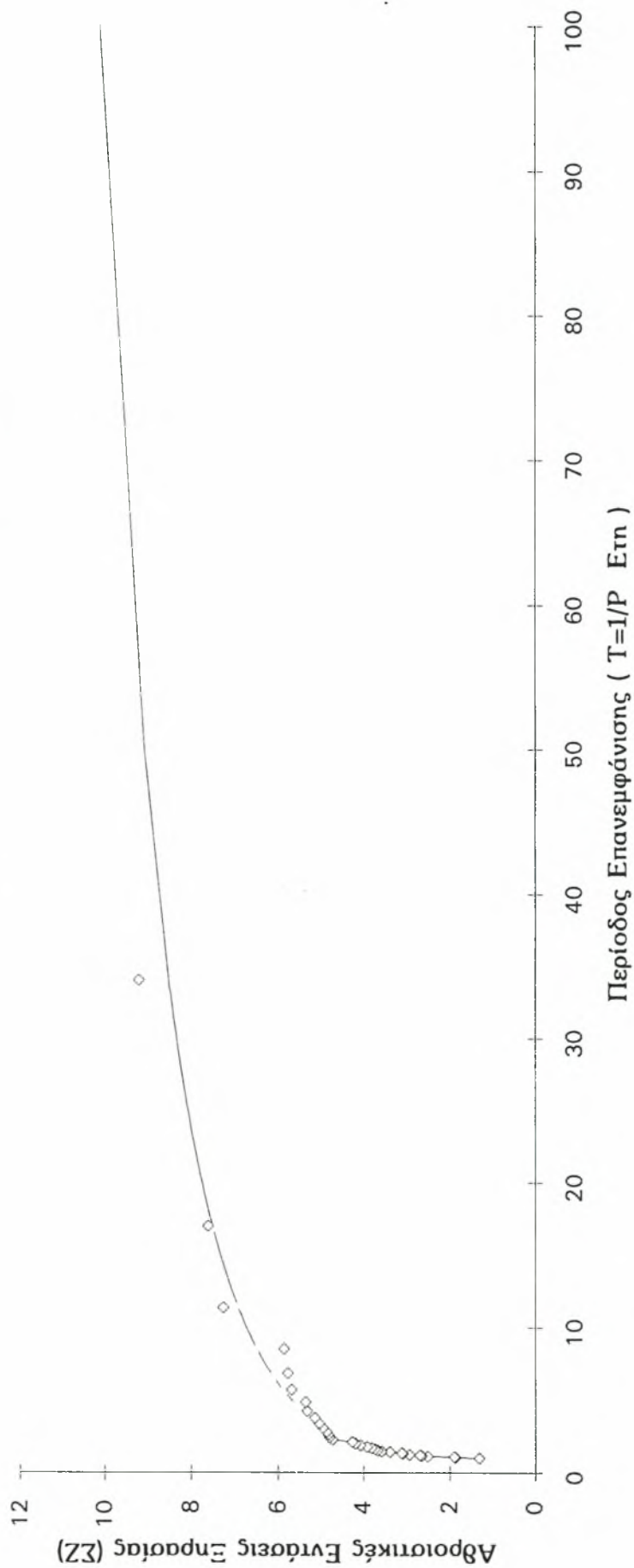
ΠΥΡΓΟΣ (ΡΥ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



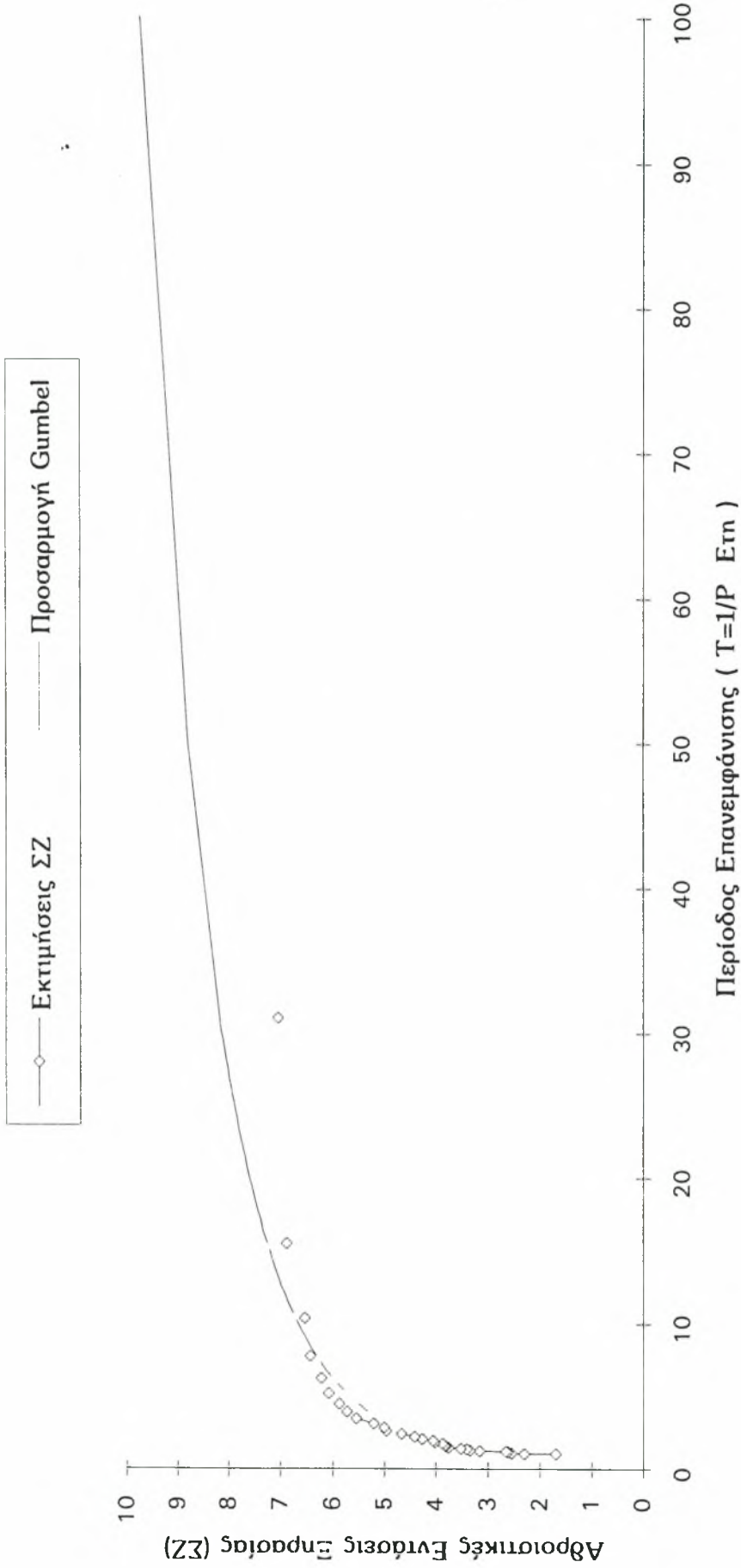
ΣΕΡΡΕΣ (SR) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



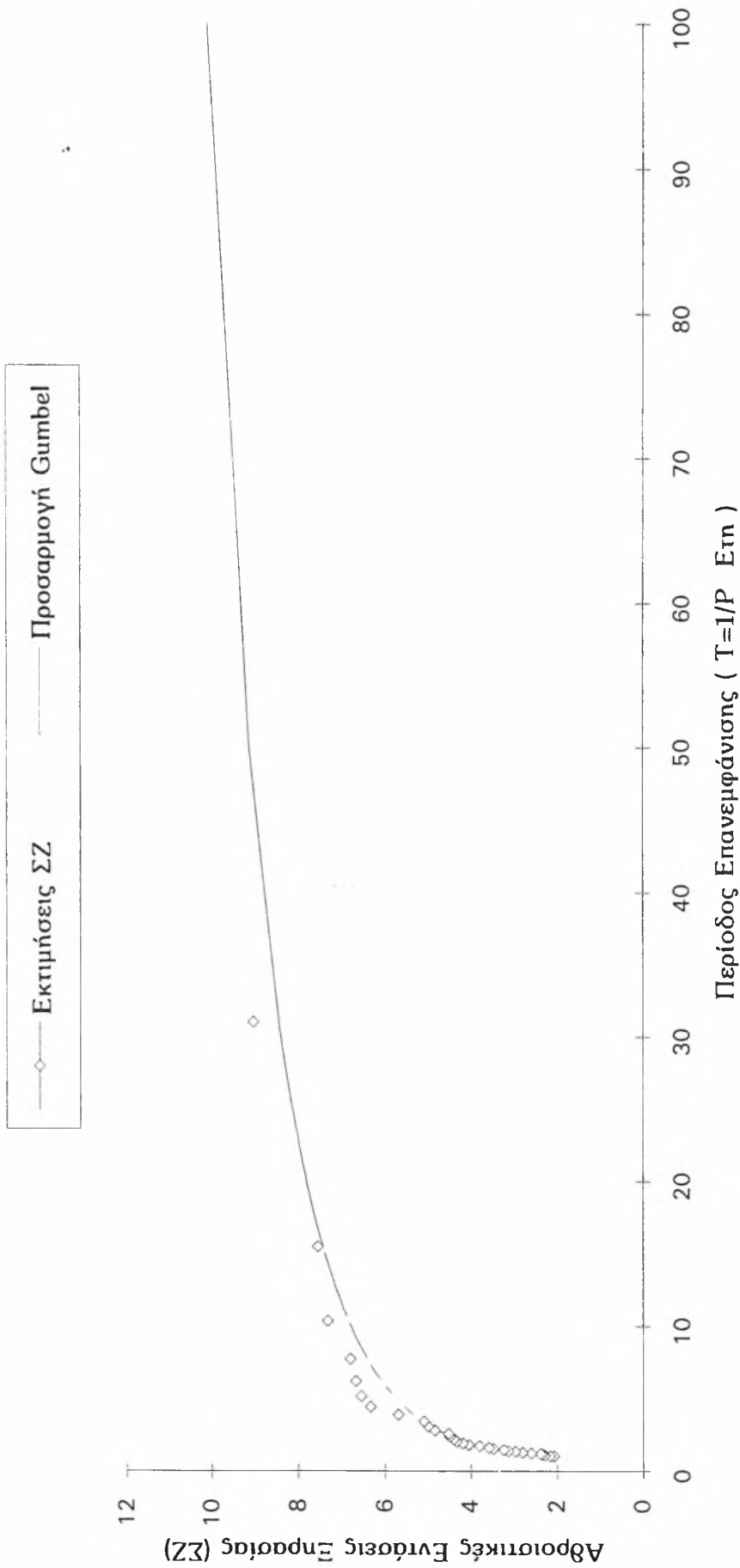
ΣΗΤΕΙΑ (SH) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



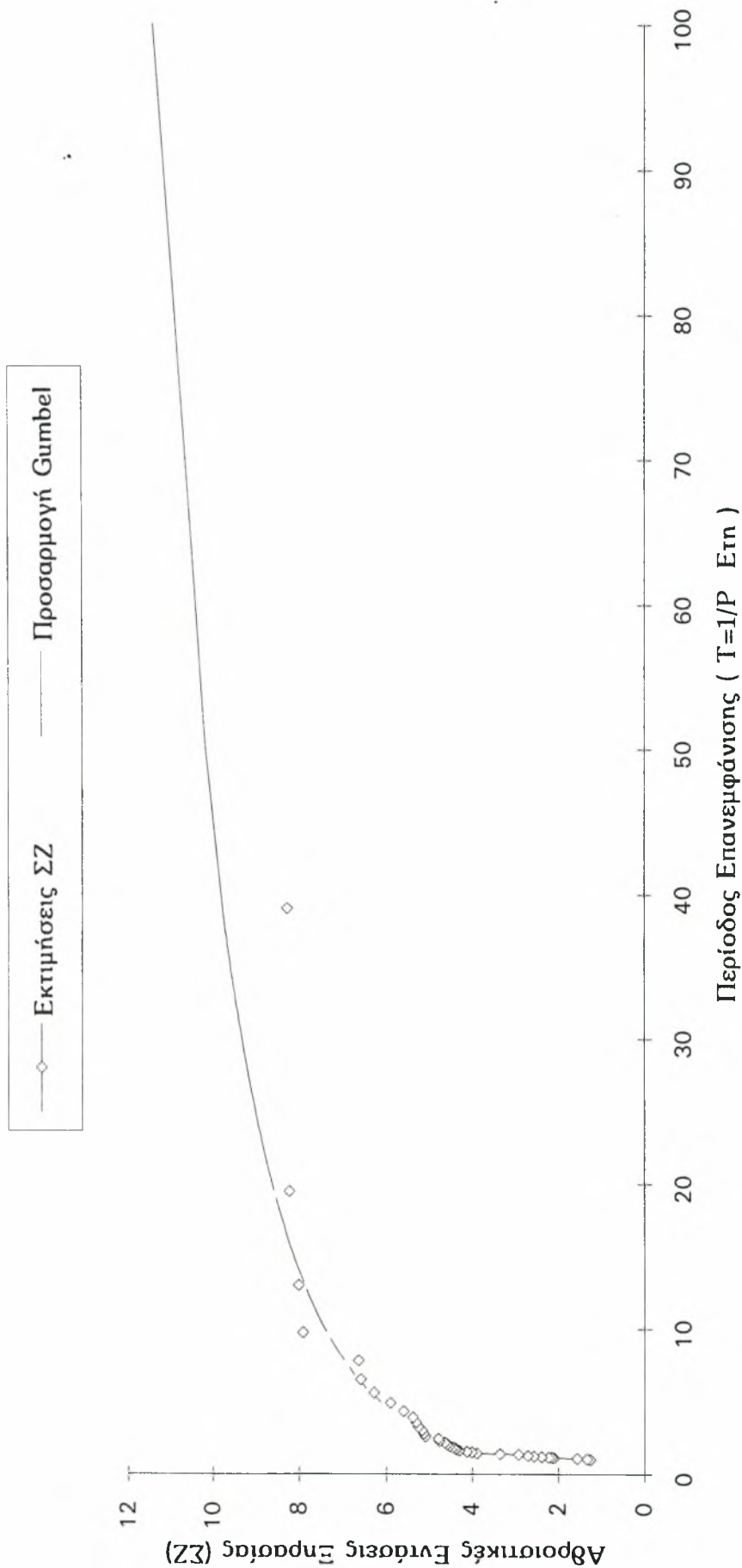
ΣΟΥΦΛΙ (SF) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



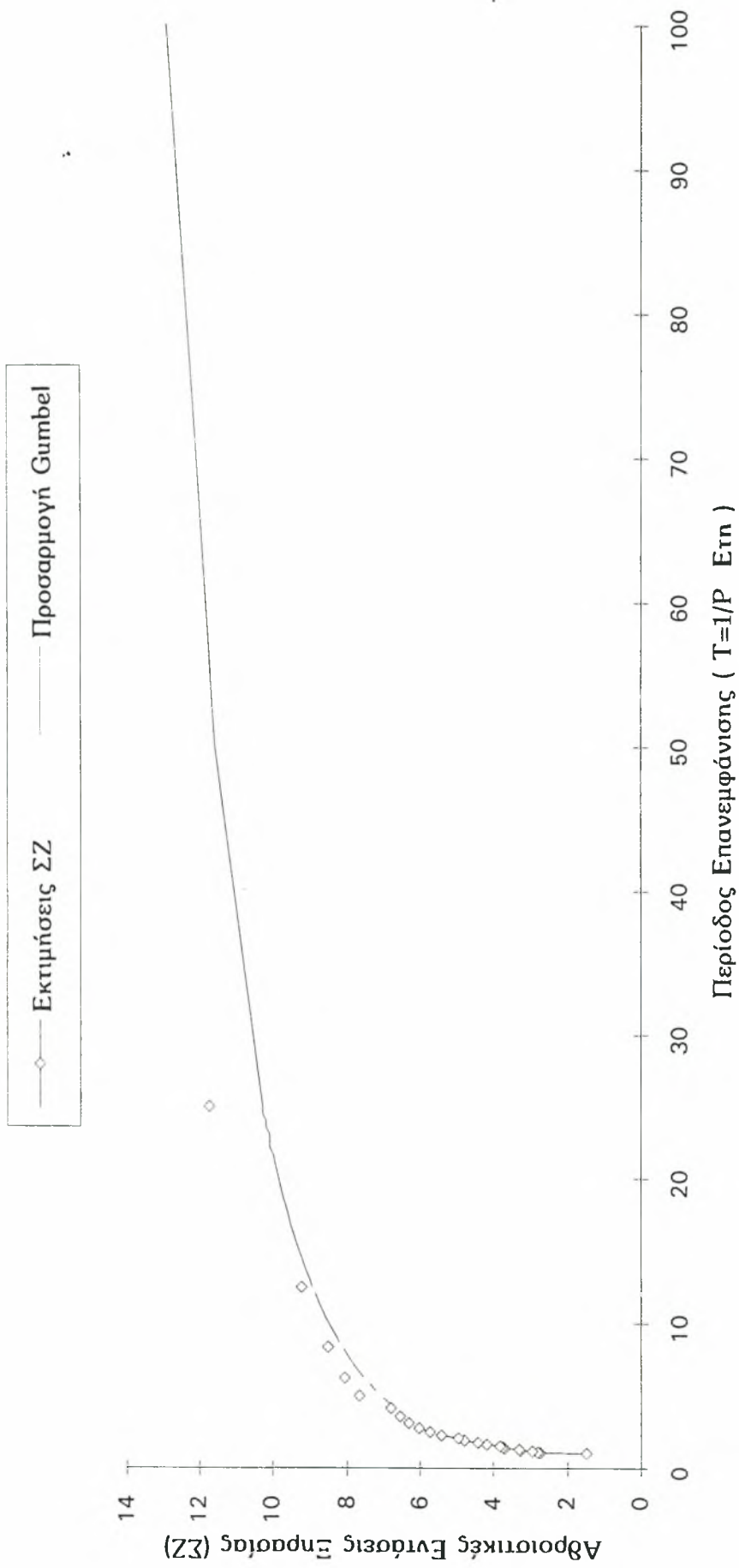
ΤΡΙΚΑΛΑ (TR) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



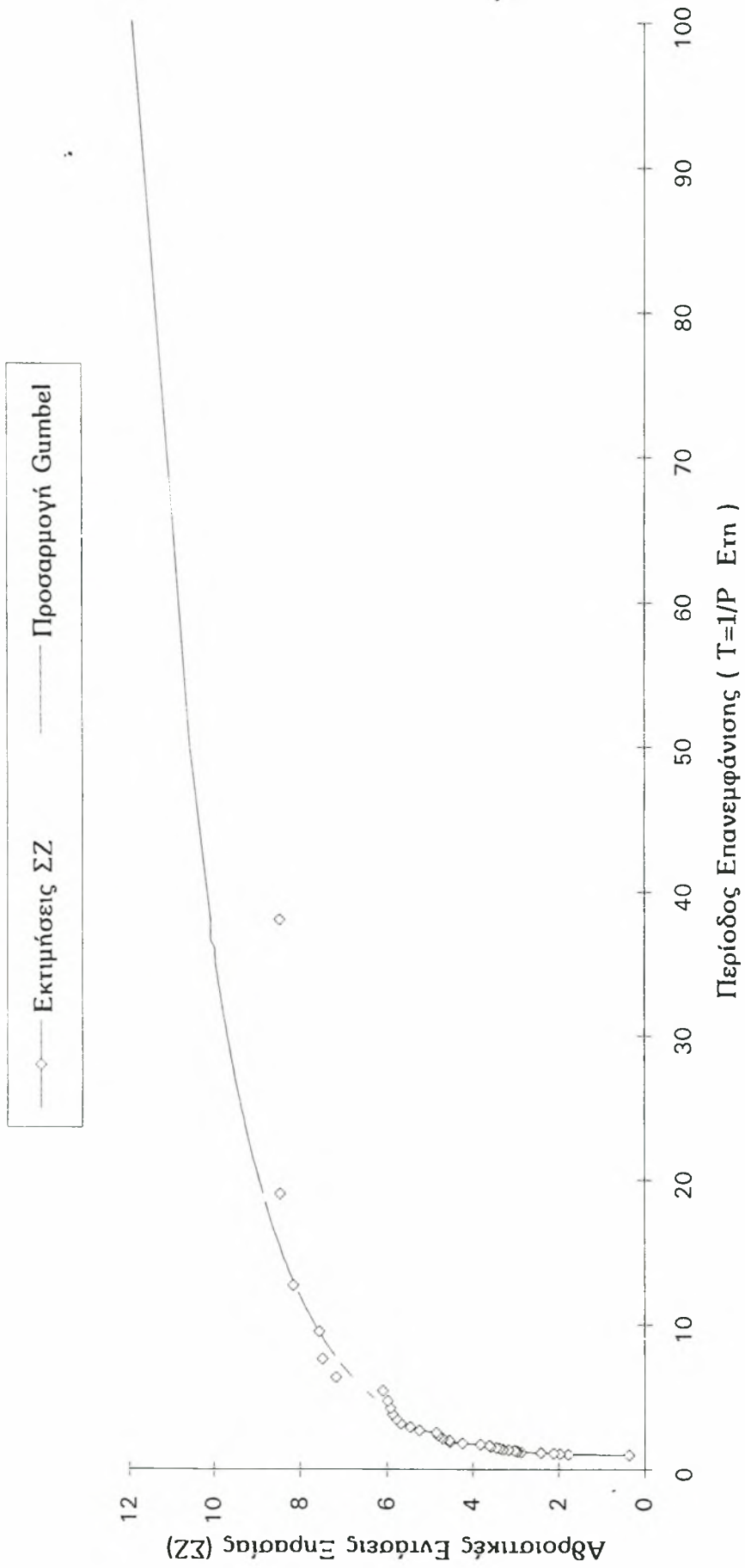
ΤΡΙΠΟΛΗ (ΤΡ) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



ΦΛΩΡΙΝΑ (FL) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



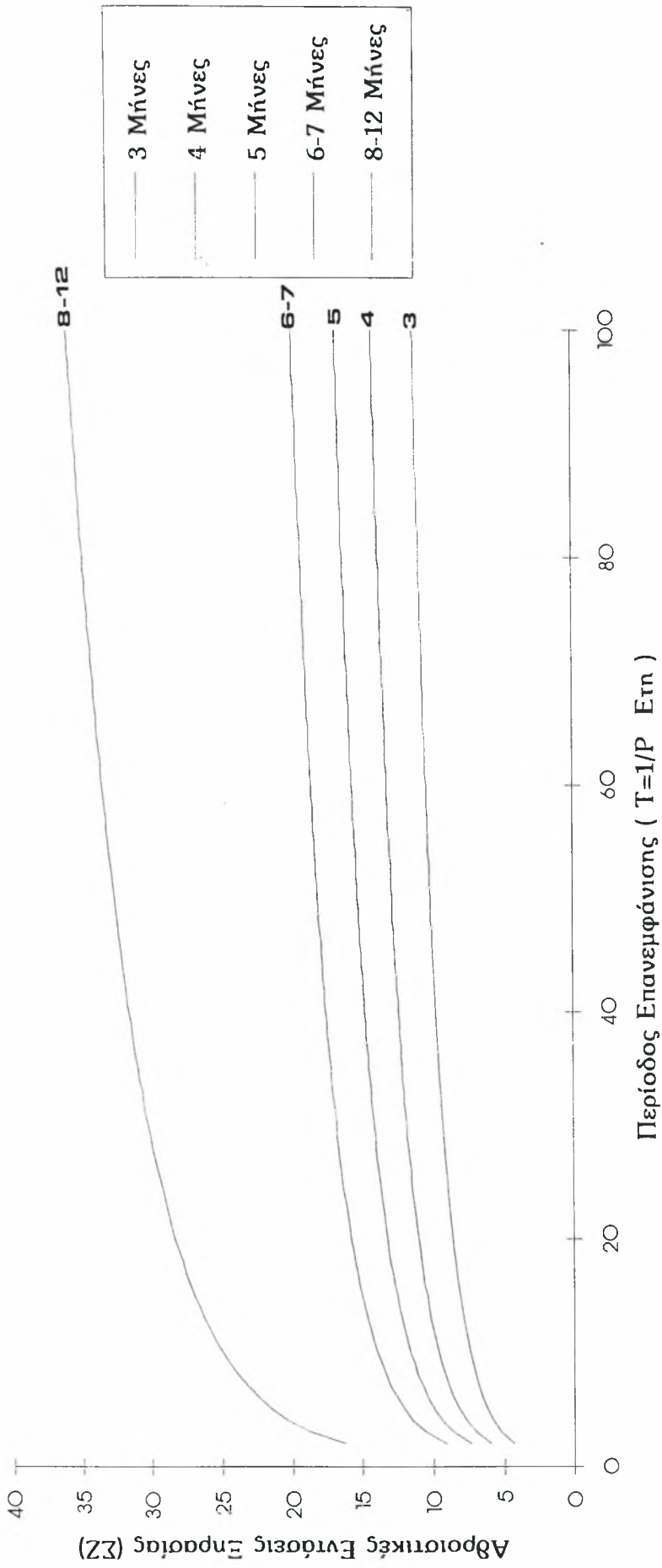
ΧΑΝΙΑ (SA) : Προσαρμογή Κατανομής Gumbel για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών



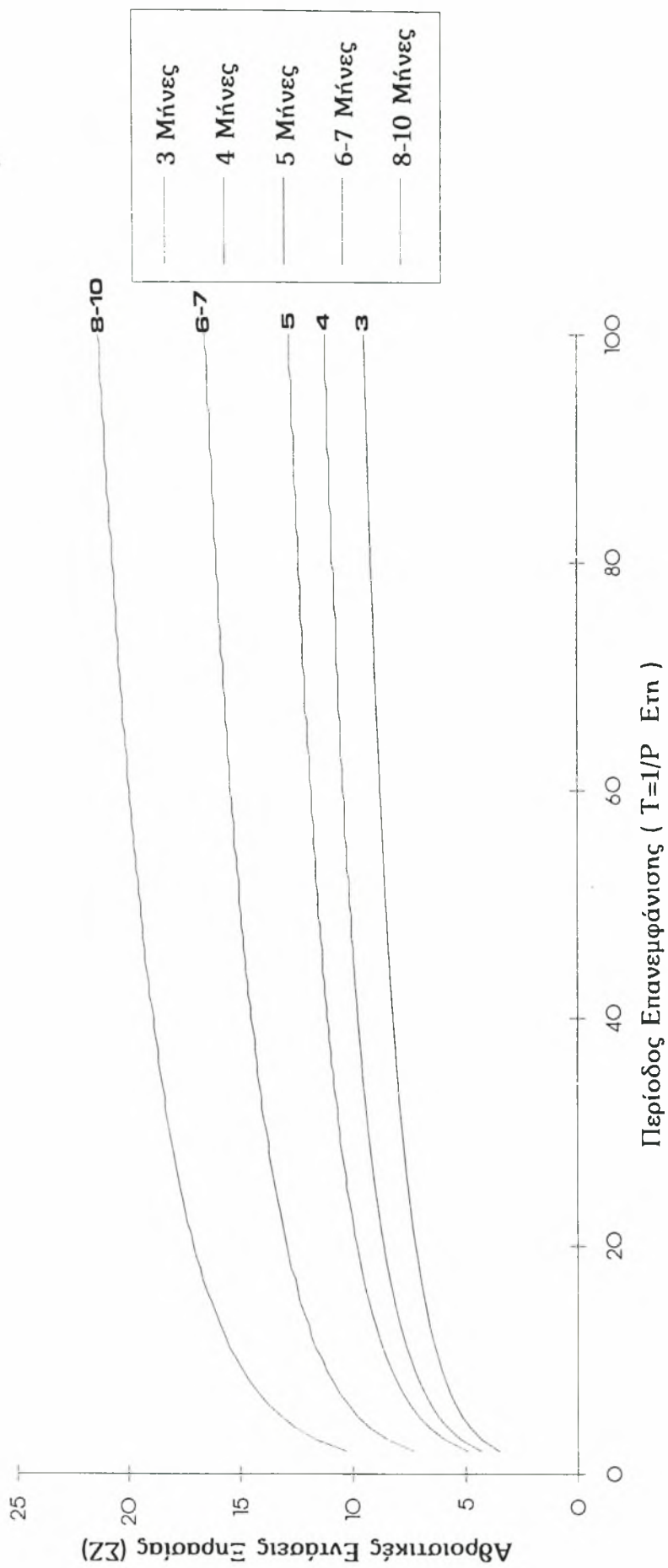
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Π3.

Διαγράμματα Κατανομής Gumbel

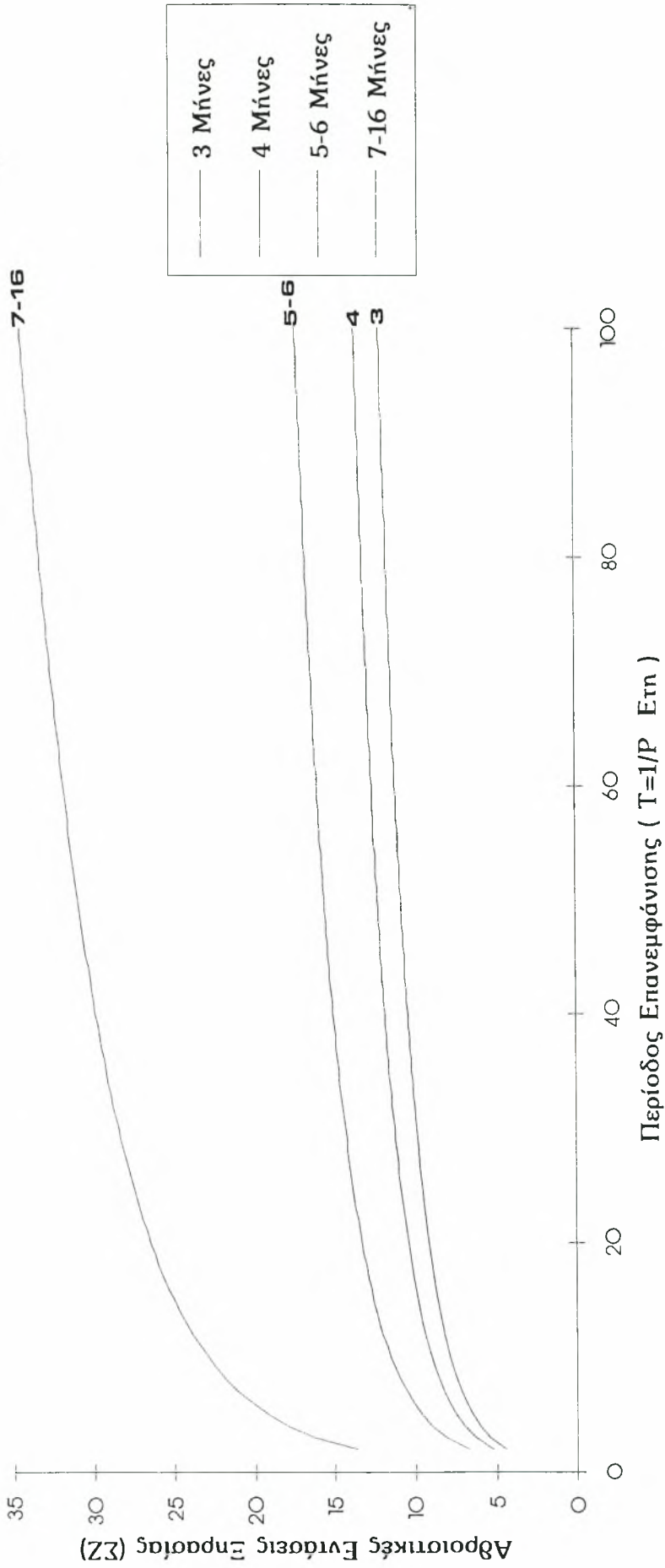
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ (AL) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



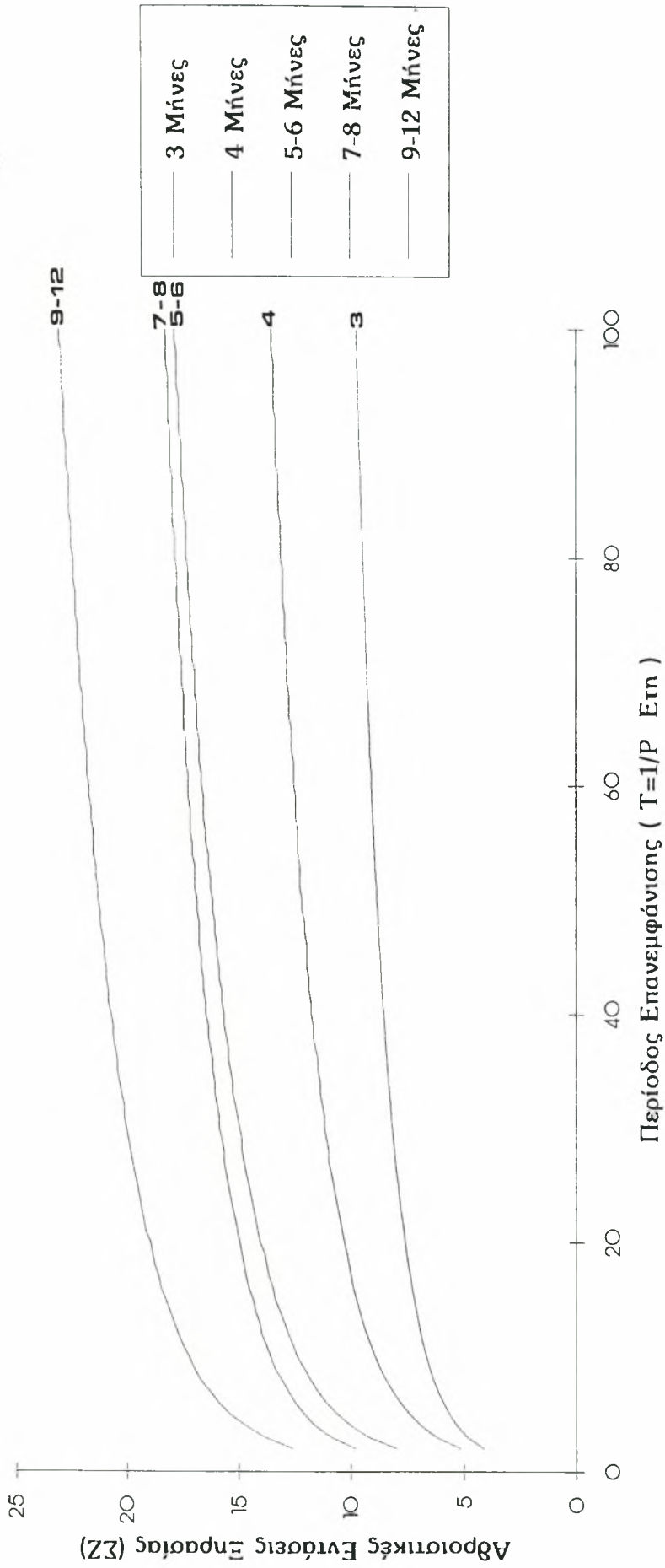
ΑΝΩΓΕΙΑ (ΑΝ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



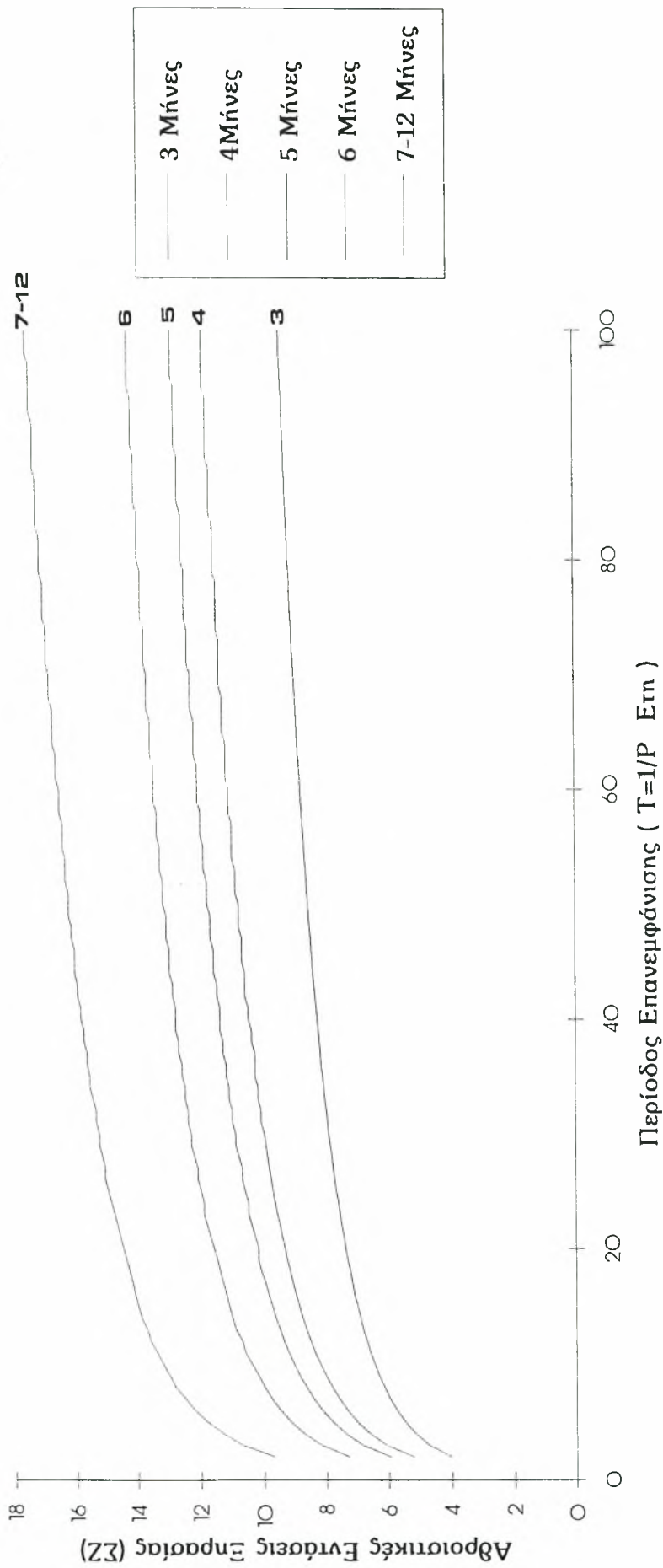
ΑΡΑΞΟΣ (RX) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



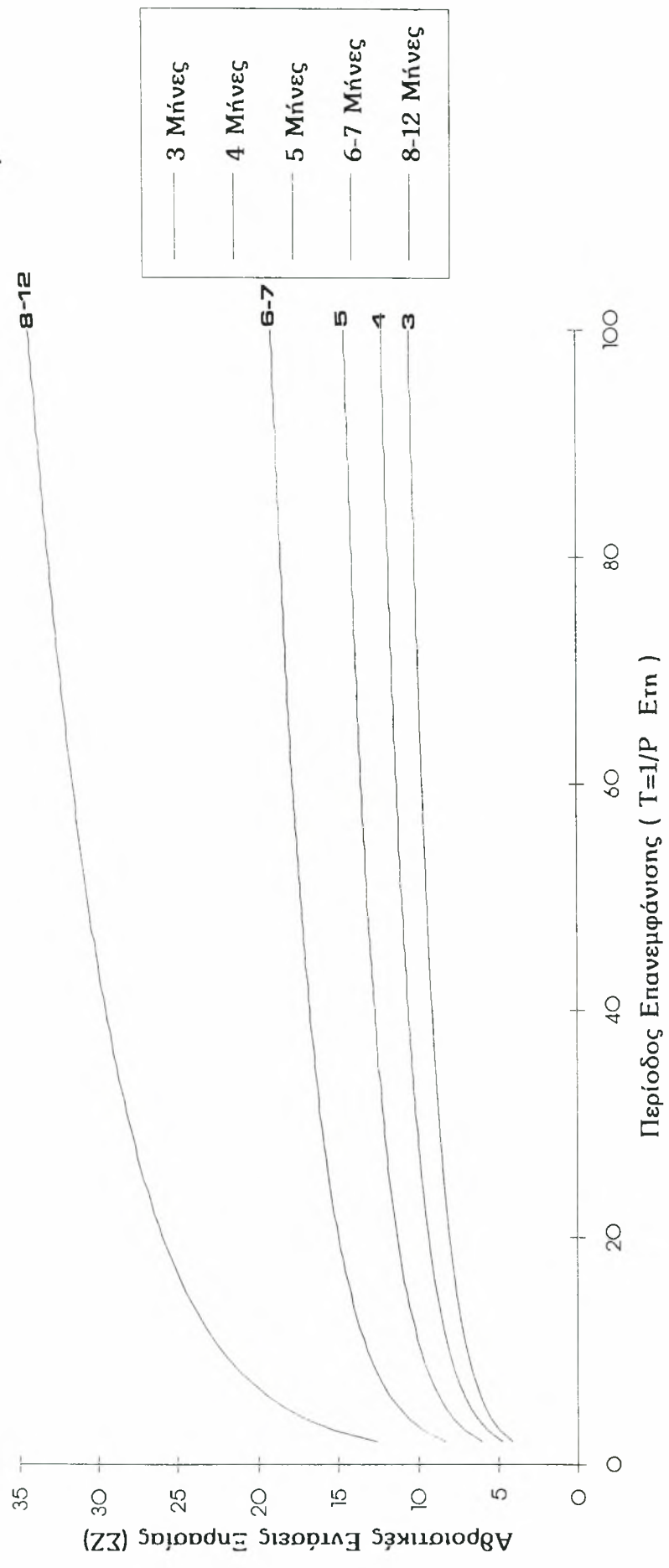
ΒΟΛΟΣ (BL) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



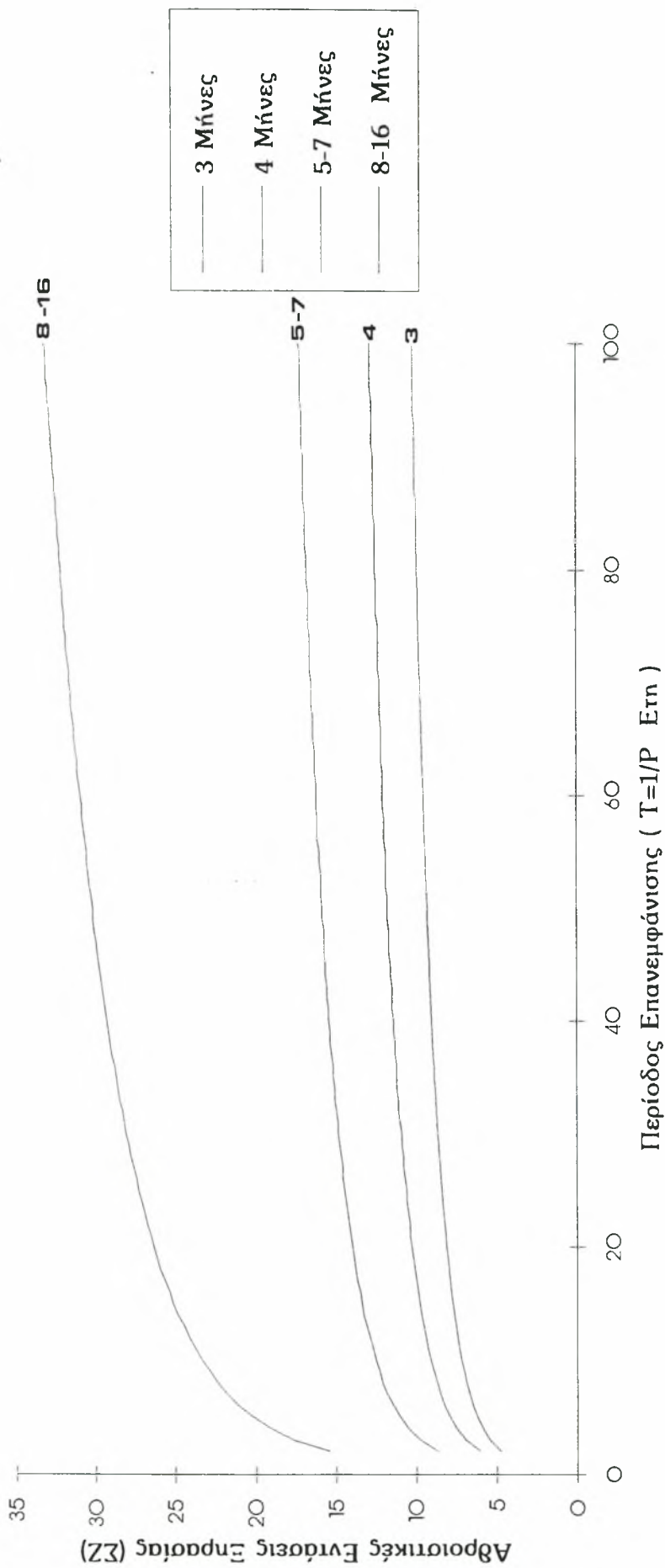
ΕΛΛΗΝΙΚΟ (ΕΛ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



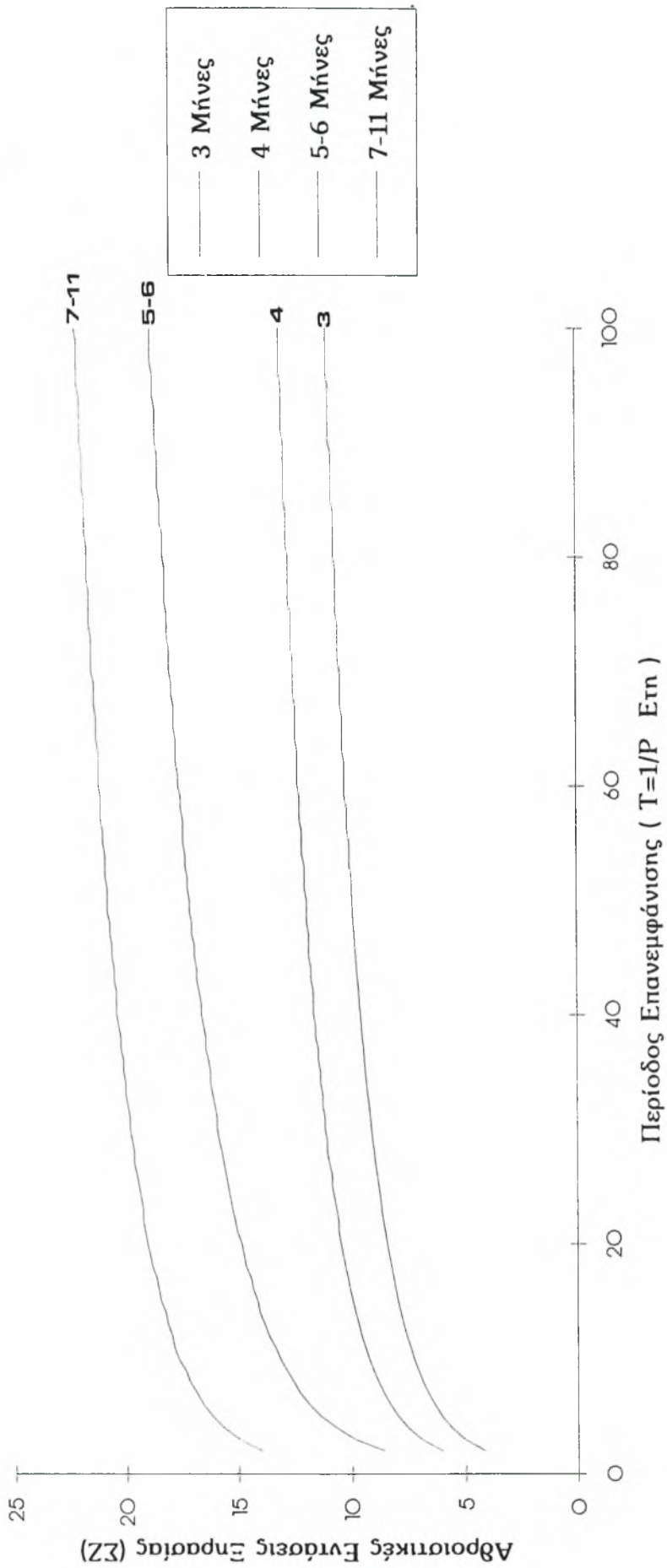
ΗΡΑΚΛΕΙΟ (IR) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



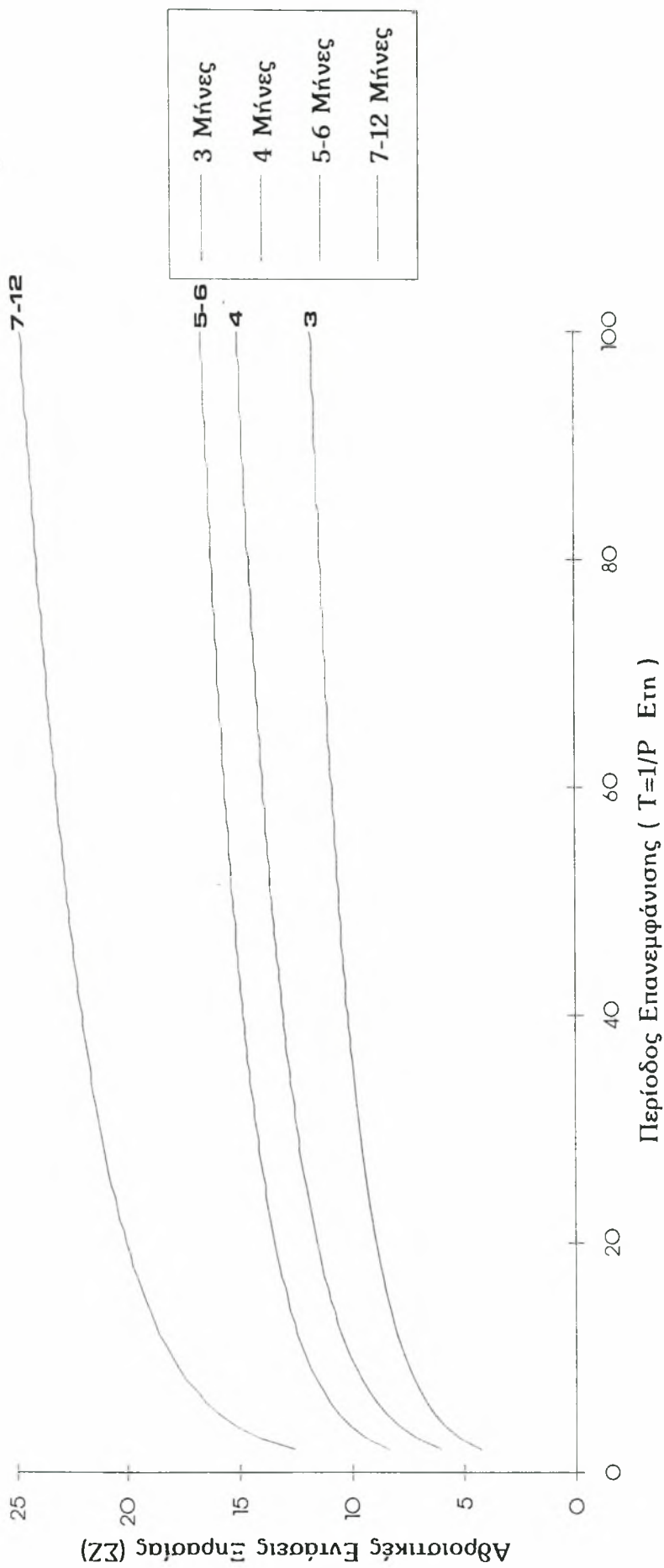
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ (TS) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σέ Μήνες)



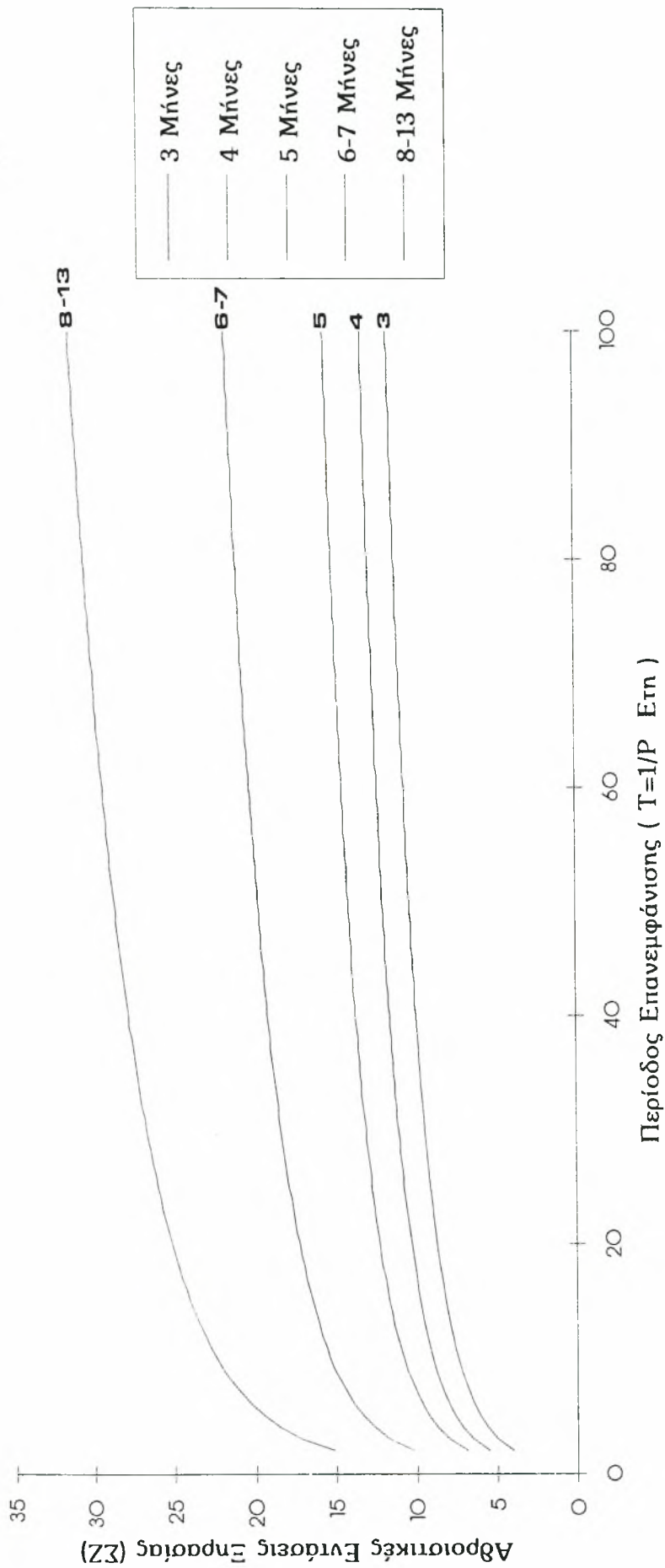
ΙΣΑΝΝΙΝΑ (ΙΟ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



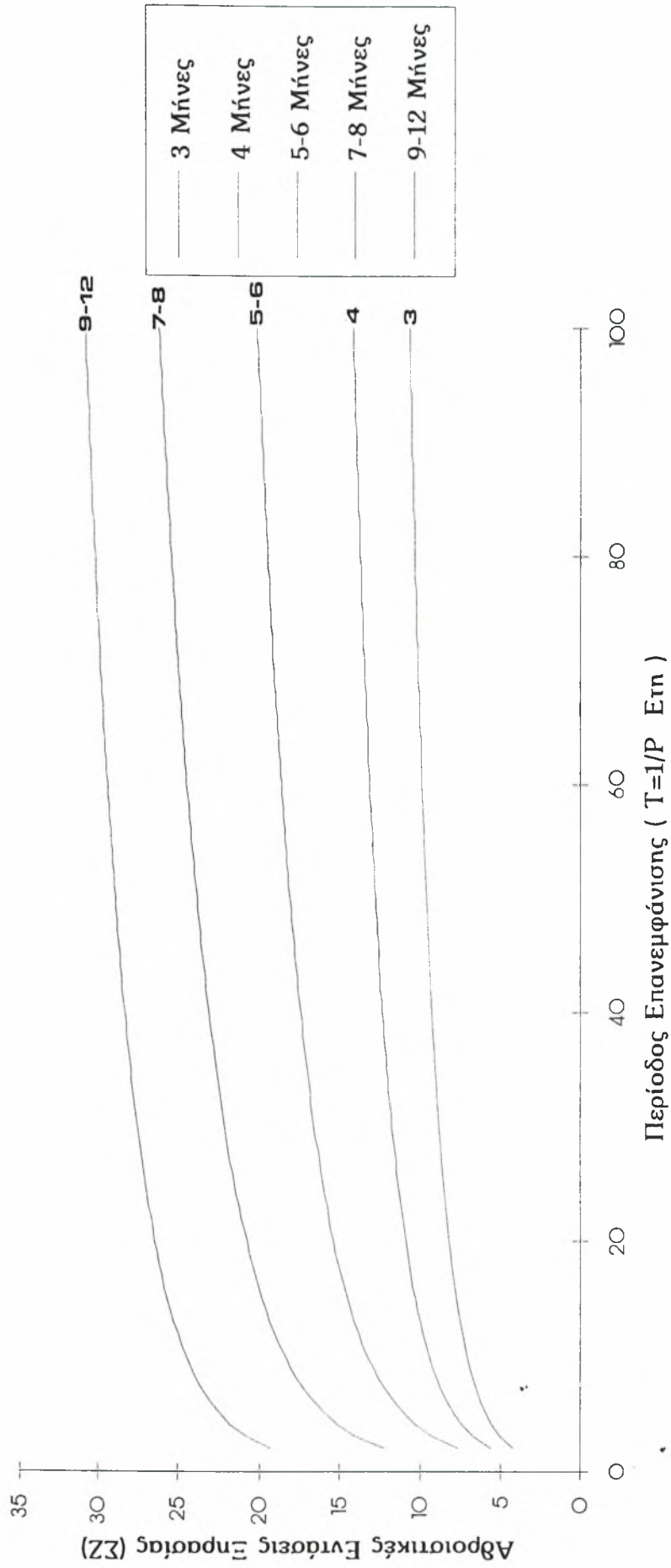
ΚΑΒΑΛΑ (ΚΥ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



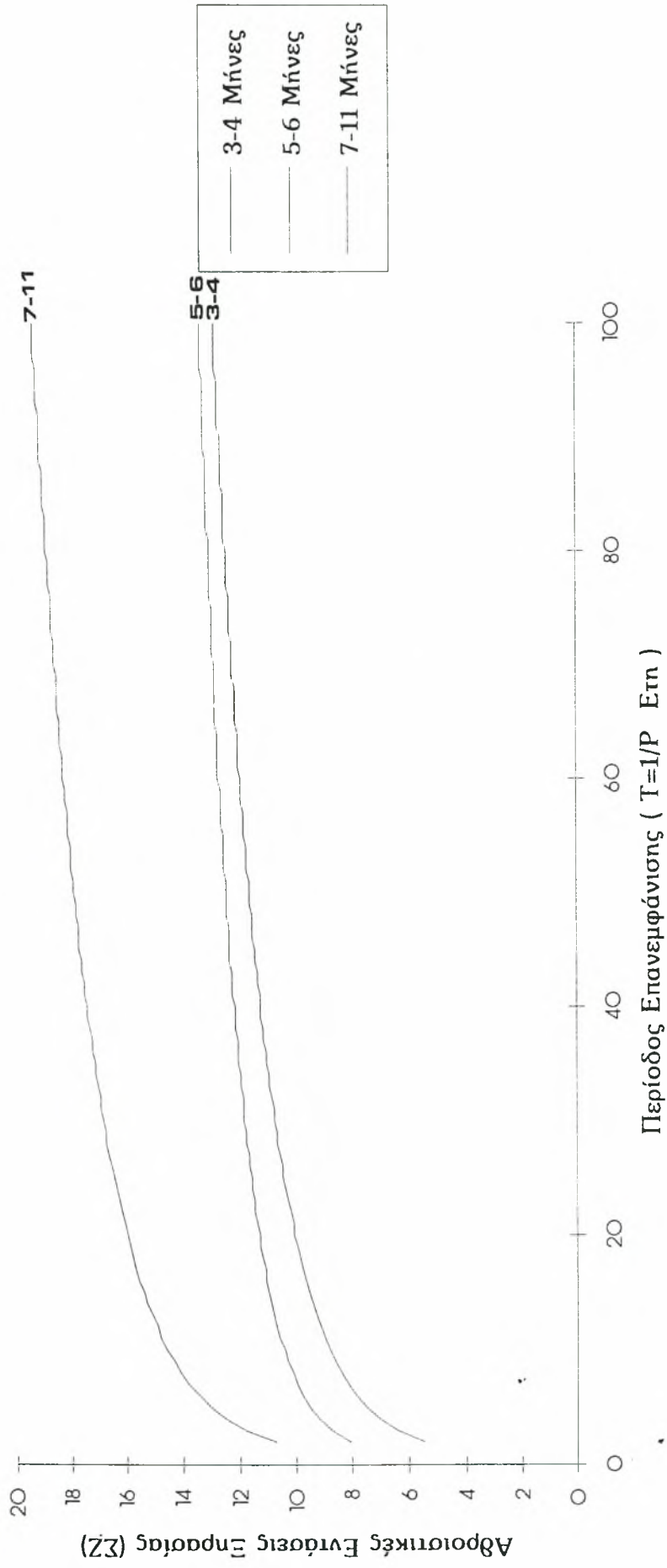
ΚΕΡΚΥΡΑ (ΚΡ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



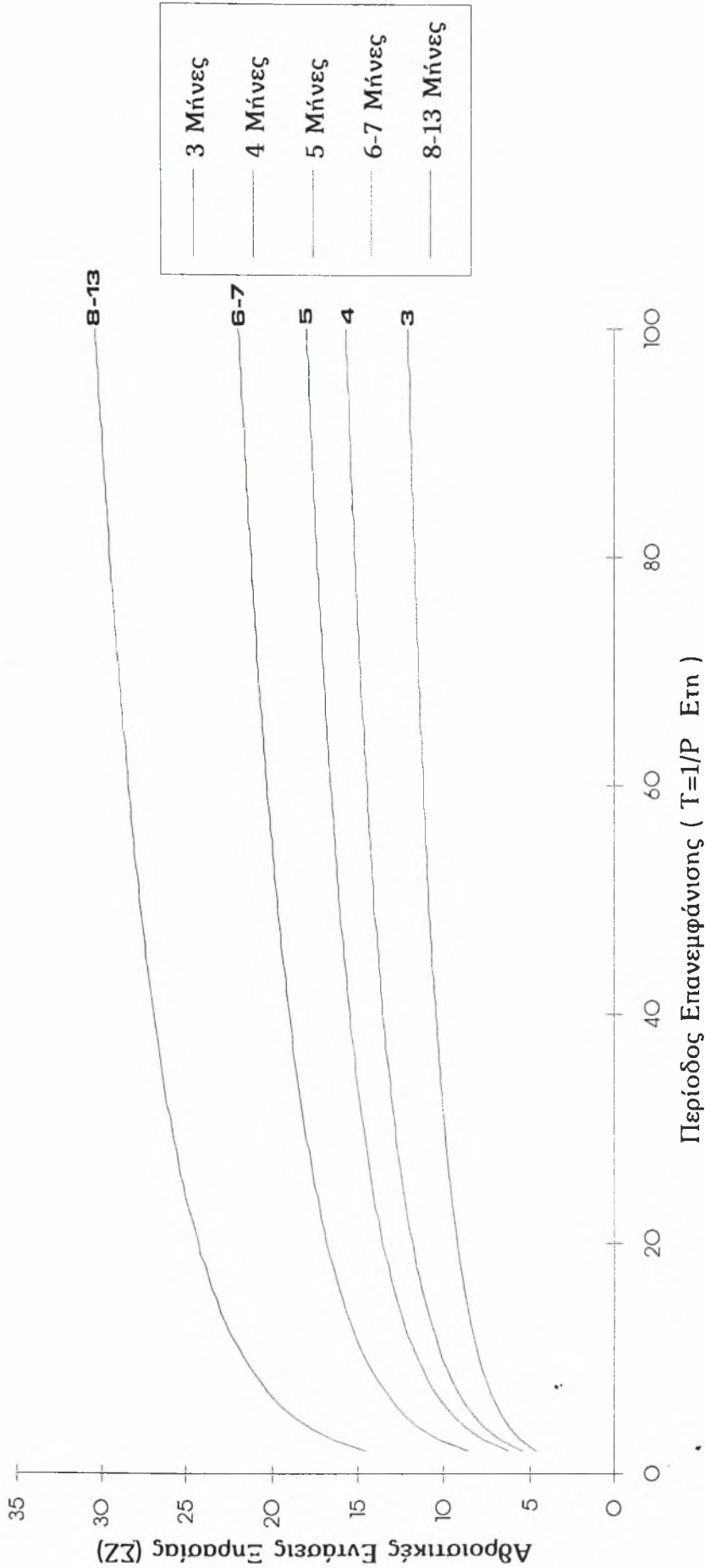
ΚΟΖΑΝΗ (ΚΖ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



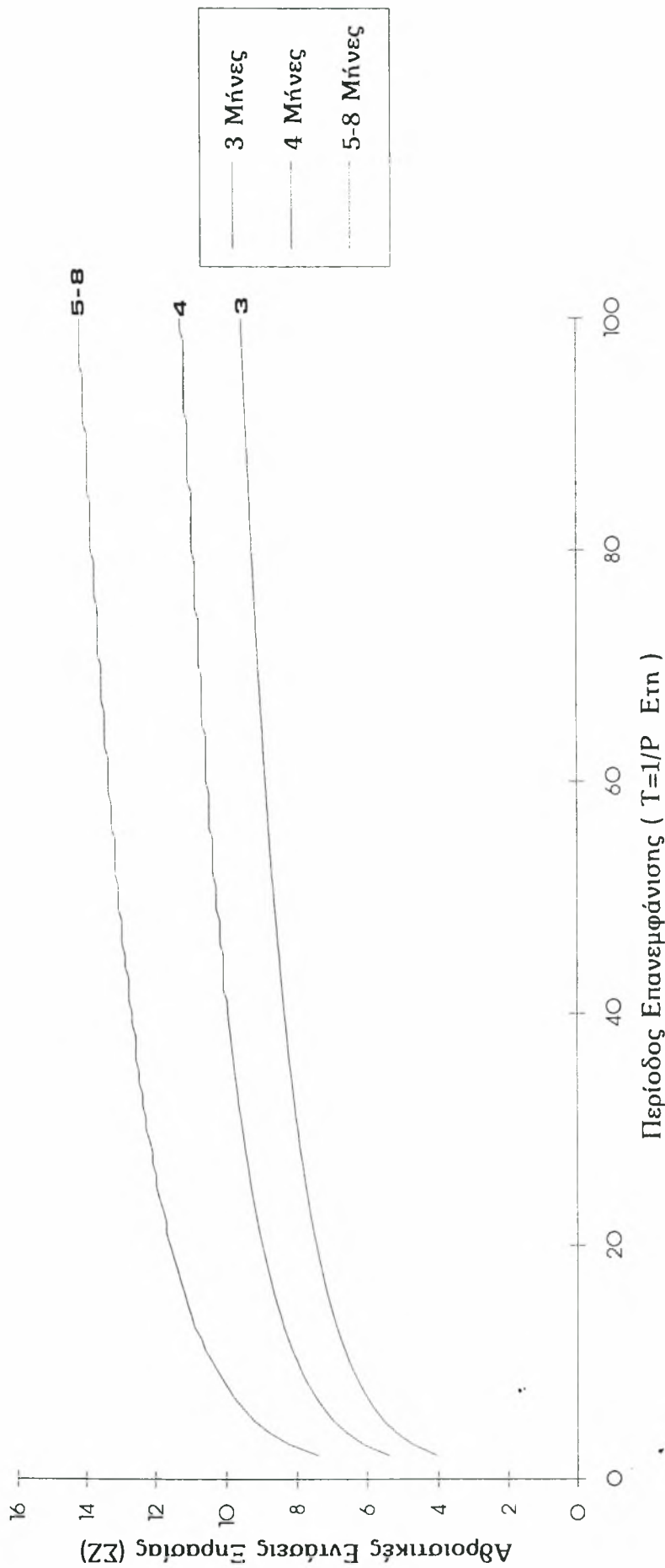
ΚΟΜΟΤΗΝΗ (ΚΜ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



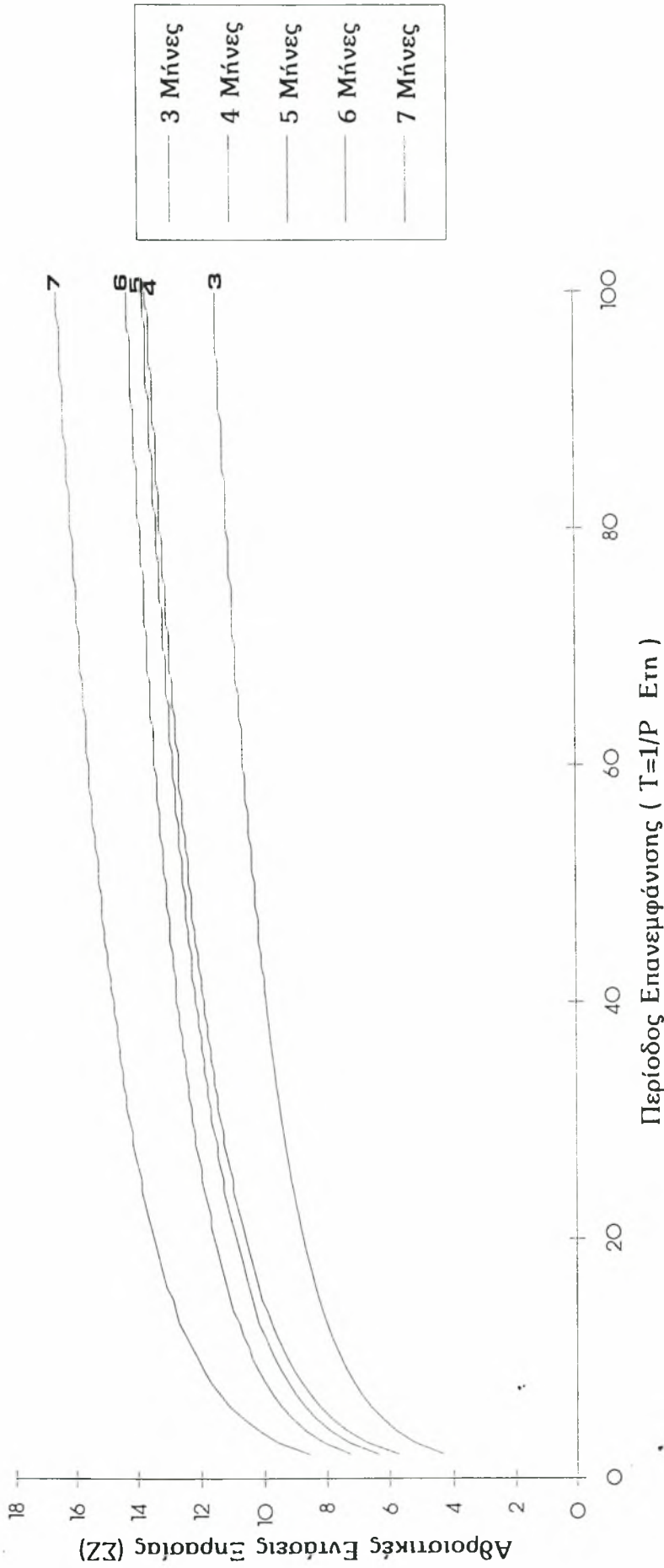
ΚΩΣ (ΚΟ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



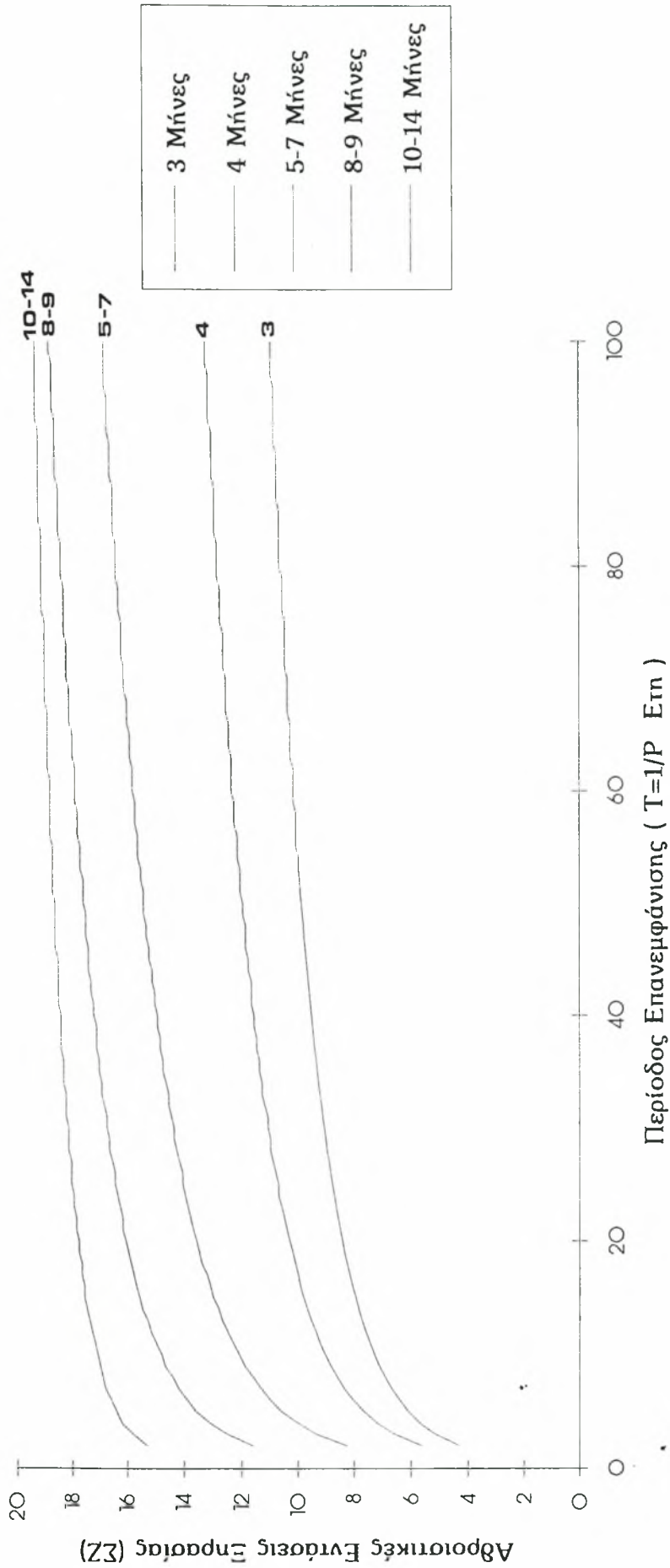
ΛΑΡΙΣΑ (LR) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



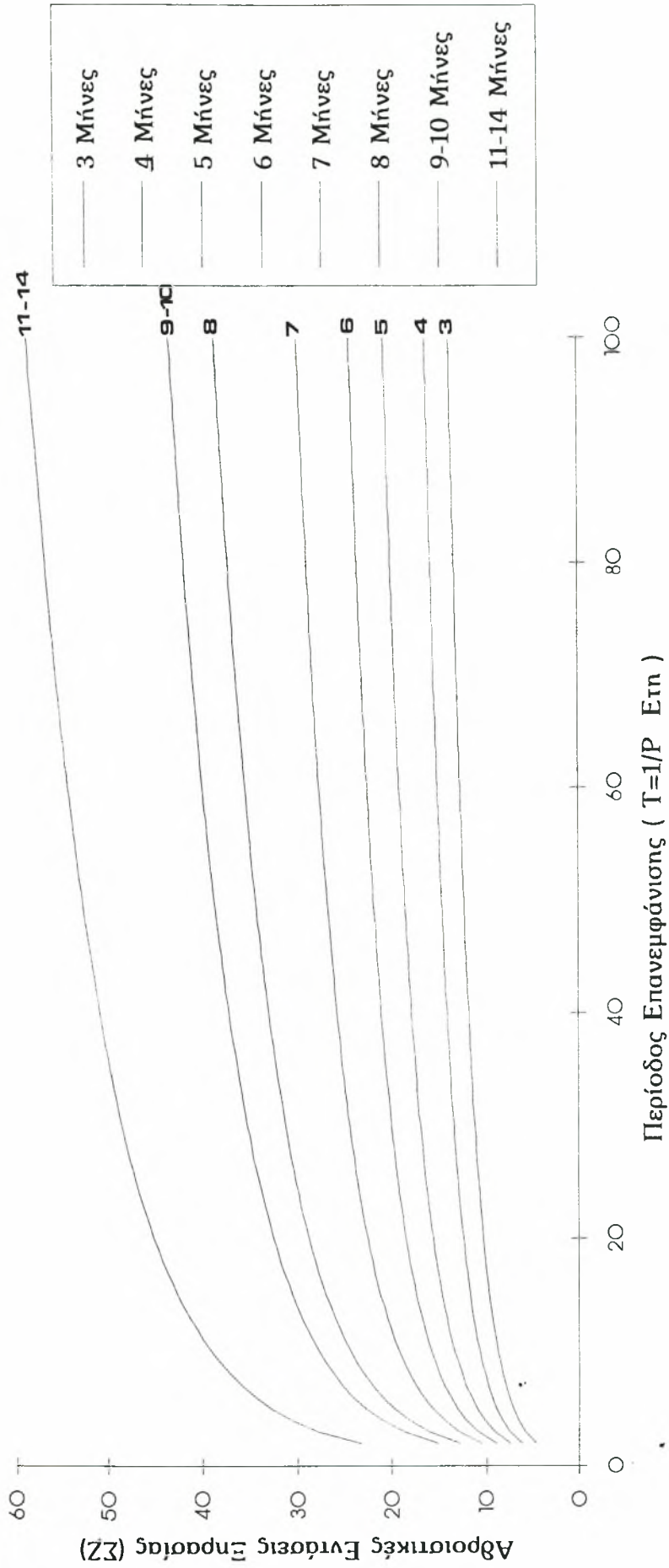
ΛΕΥΚΑΔΑ (LF) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



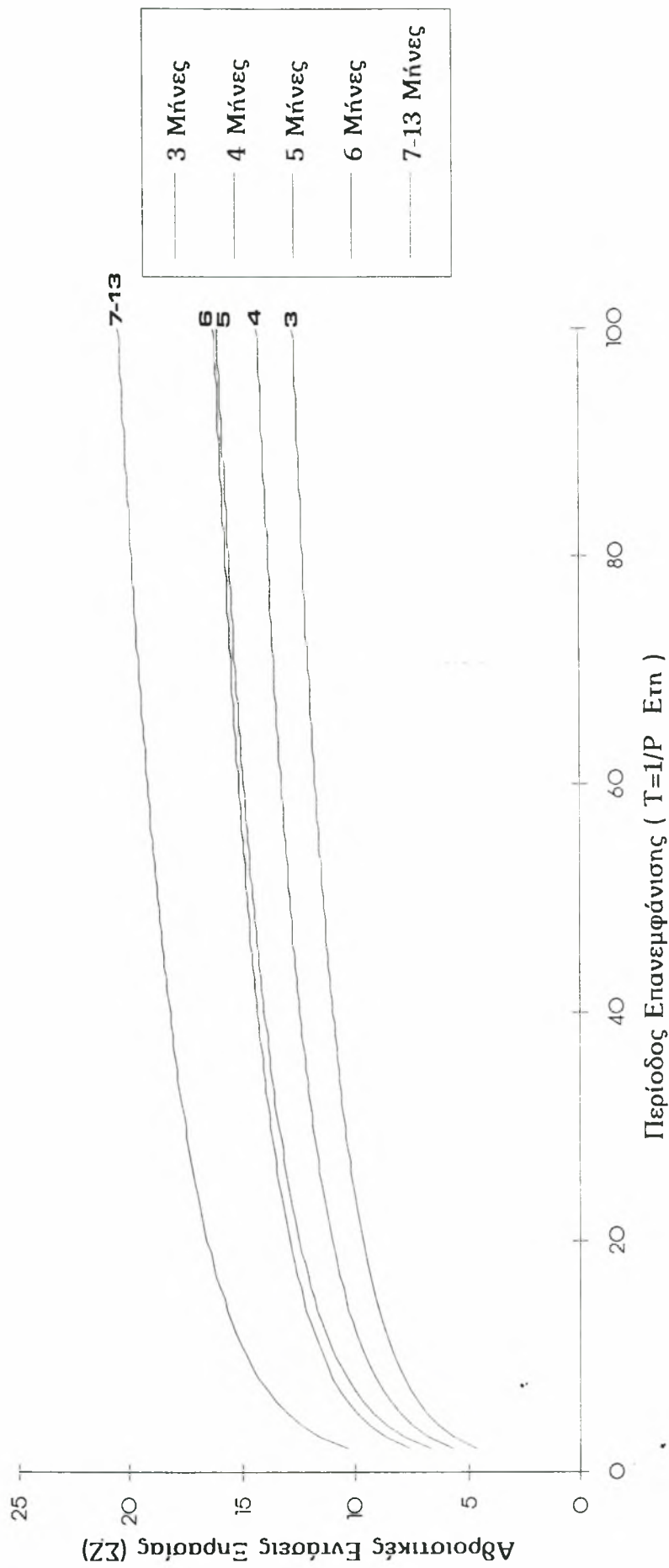
ΛΗΜΝΟΣ (LM): Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



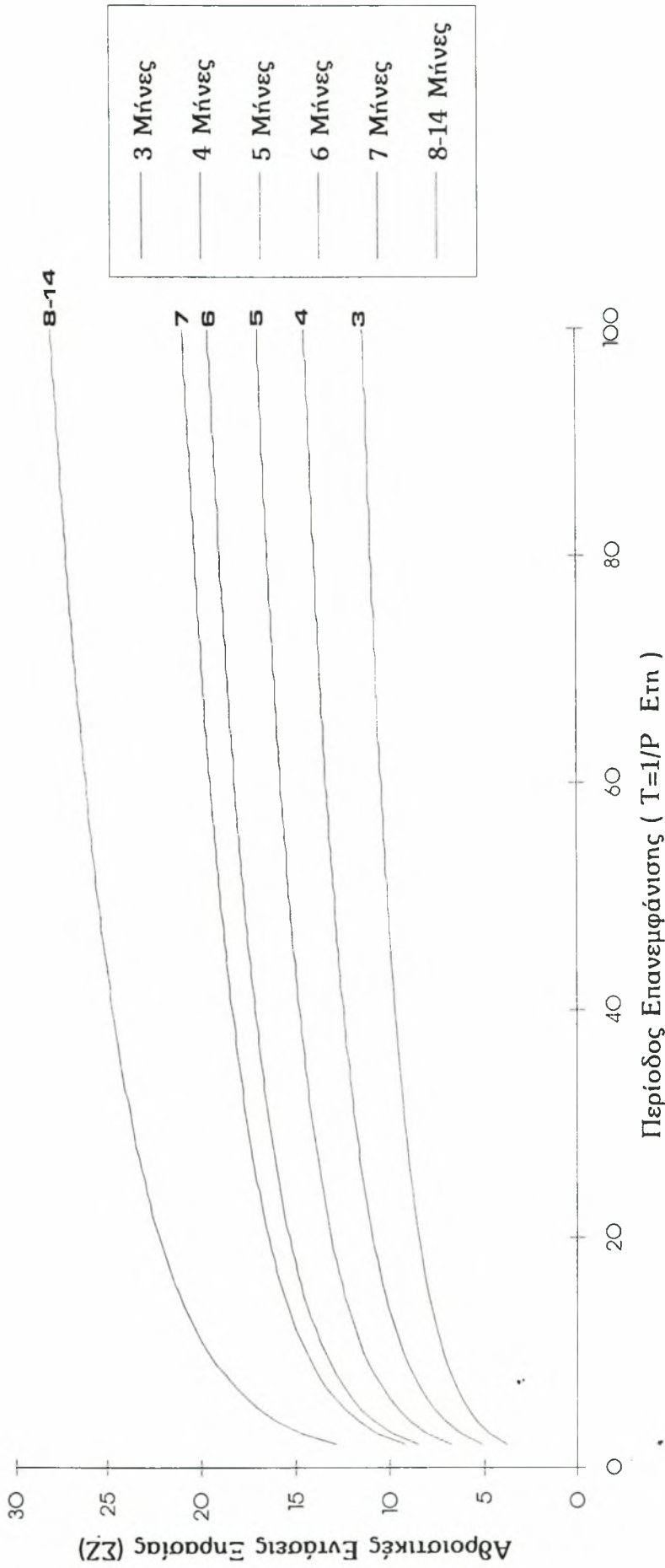
ΜΕΘΩΝΗ (ΜΥ): Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



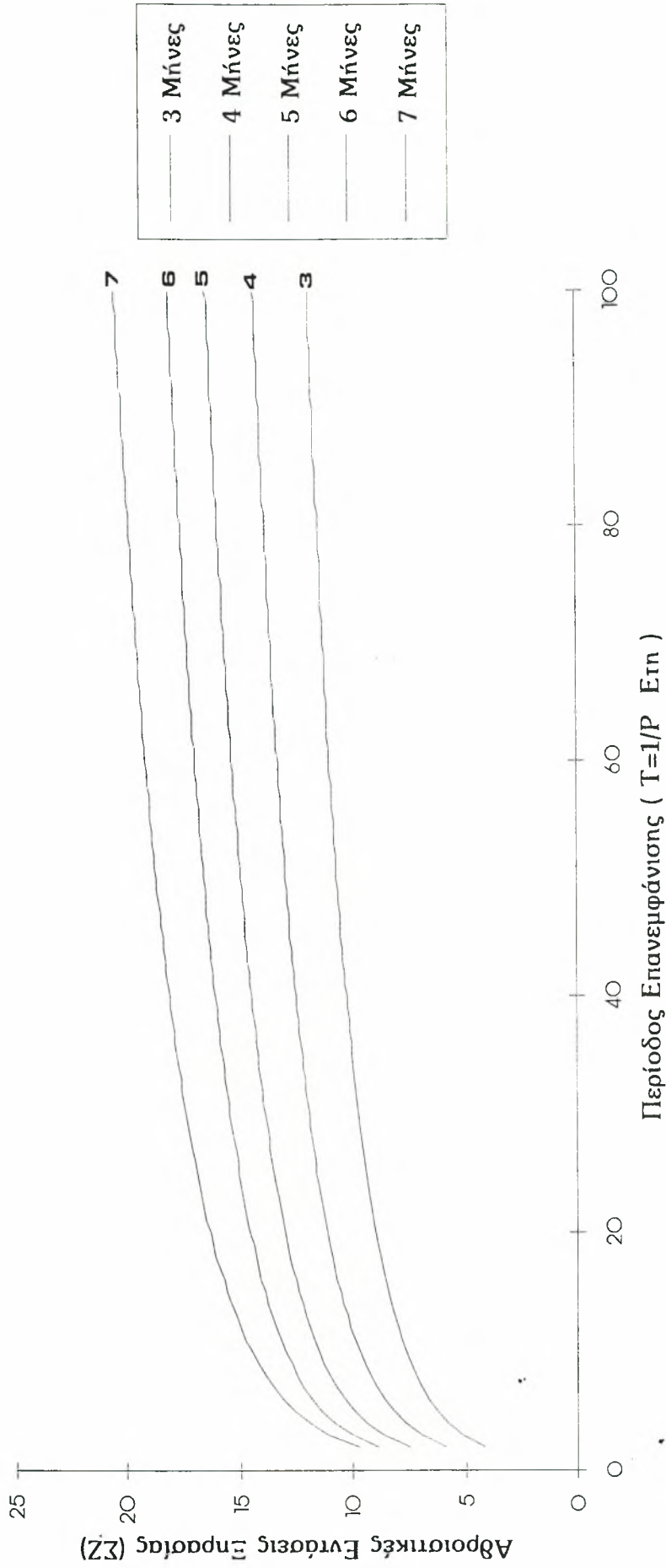
ΜΗΛΟΣ (ML) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



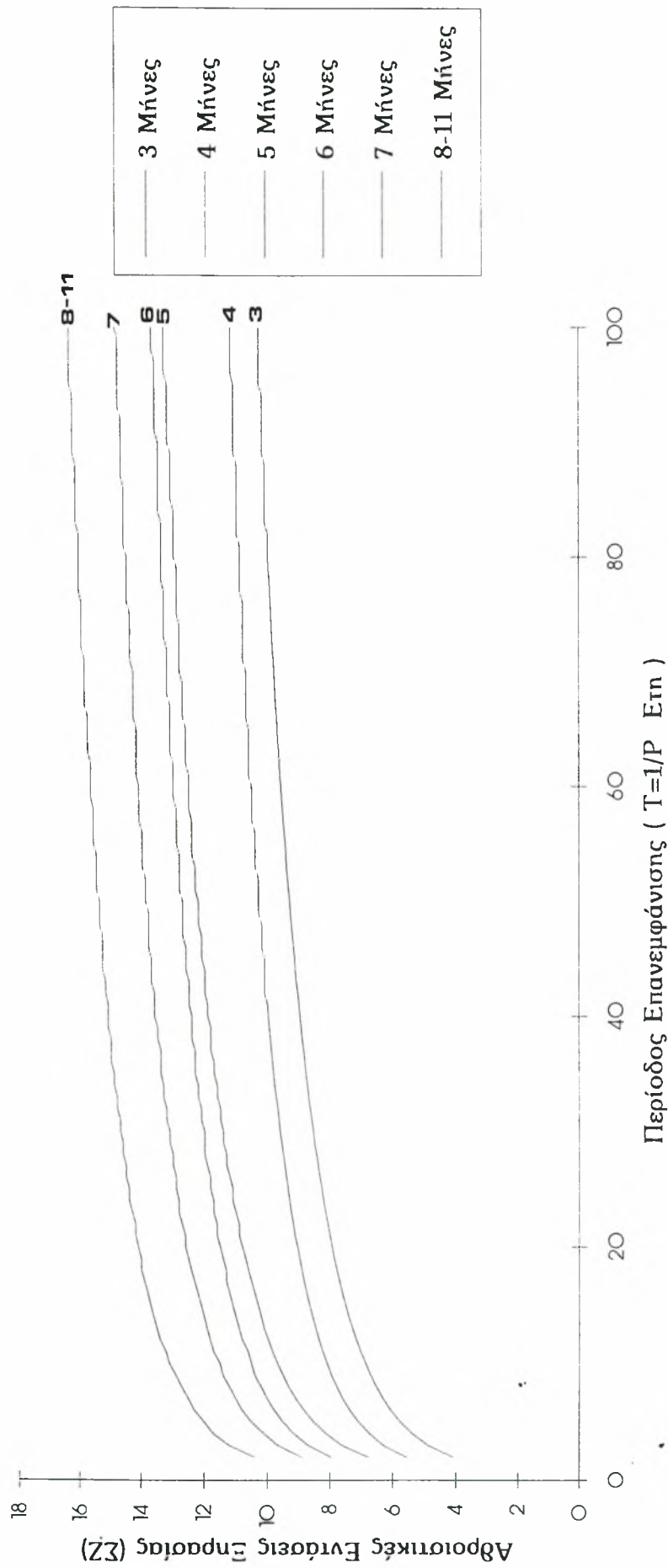
ΜΥΤΙΛΗΝΗ (ΜΤ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



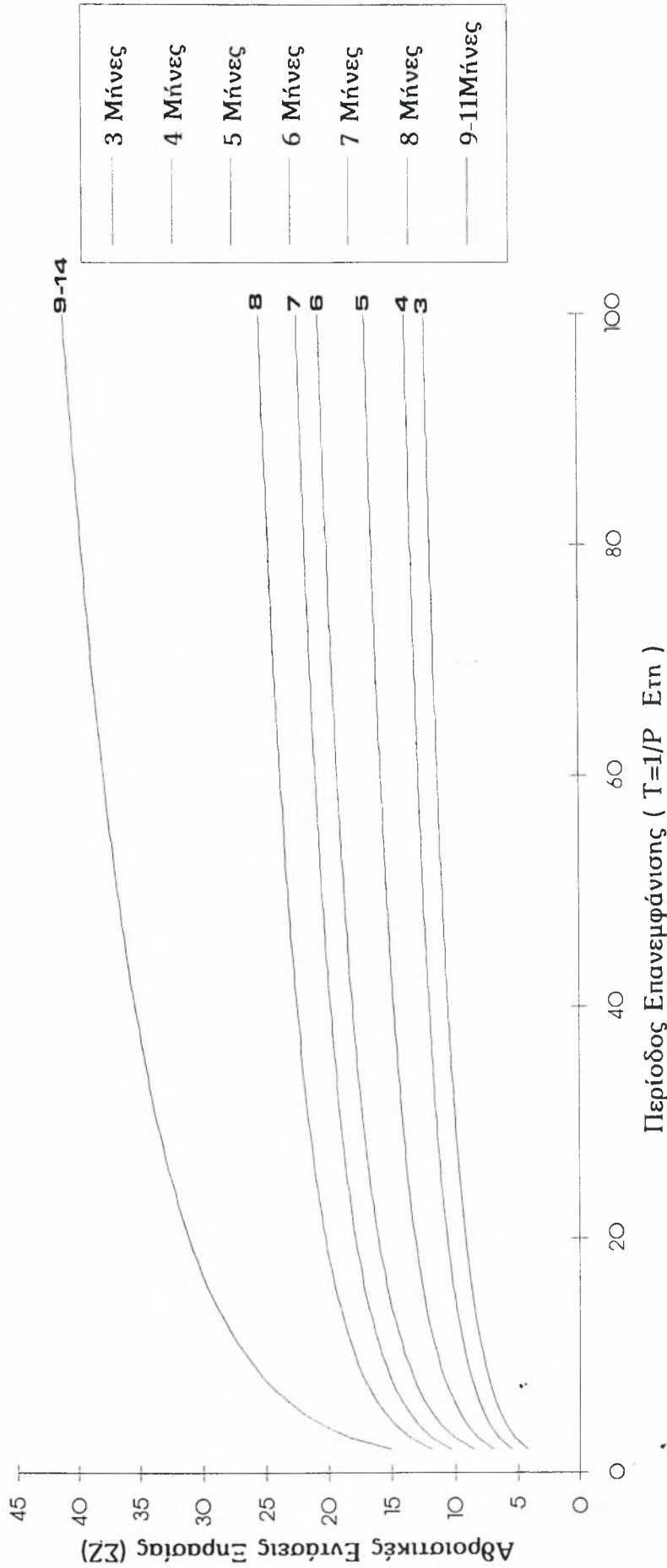
ΝΑΥΠΛΙΟ (ΝΑ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



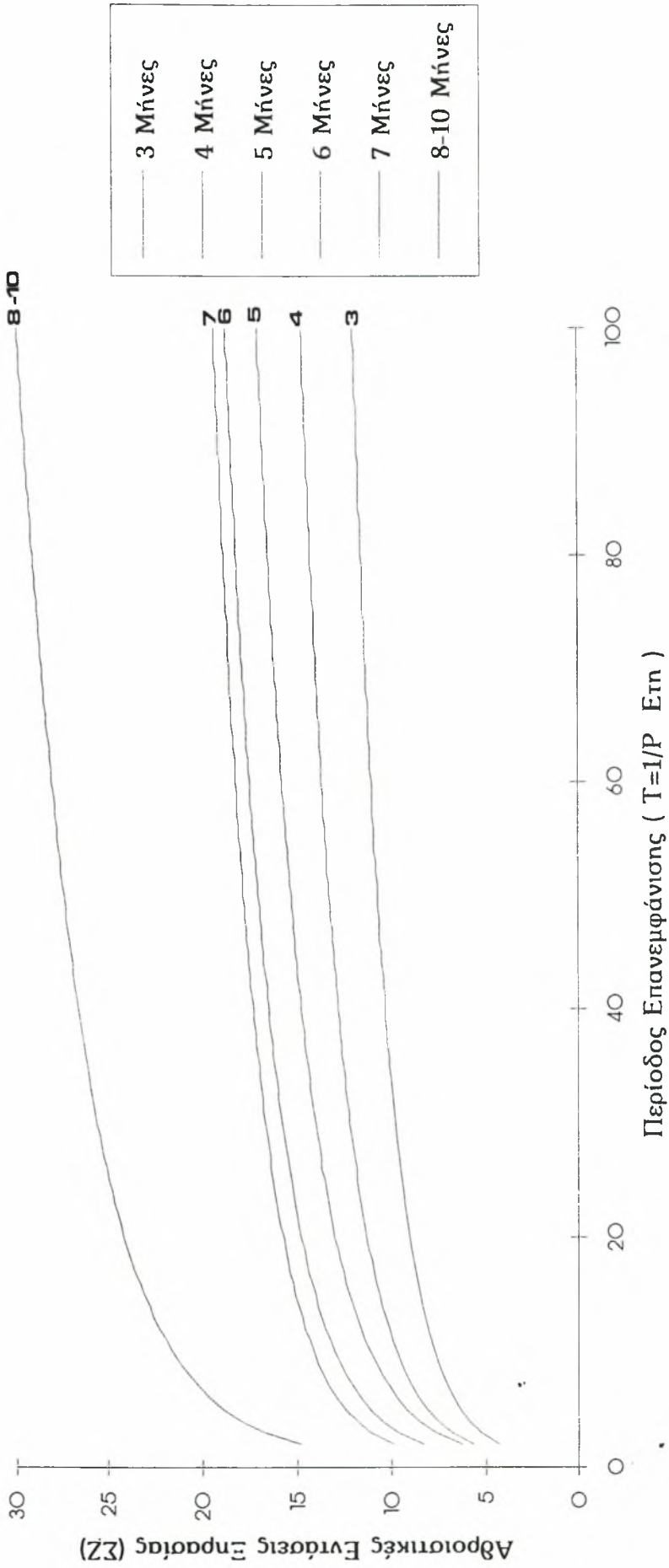
ΝΕΑ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ (ΝΦ): Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



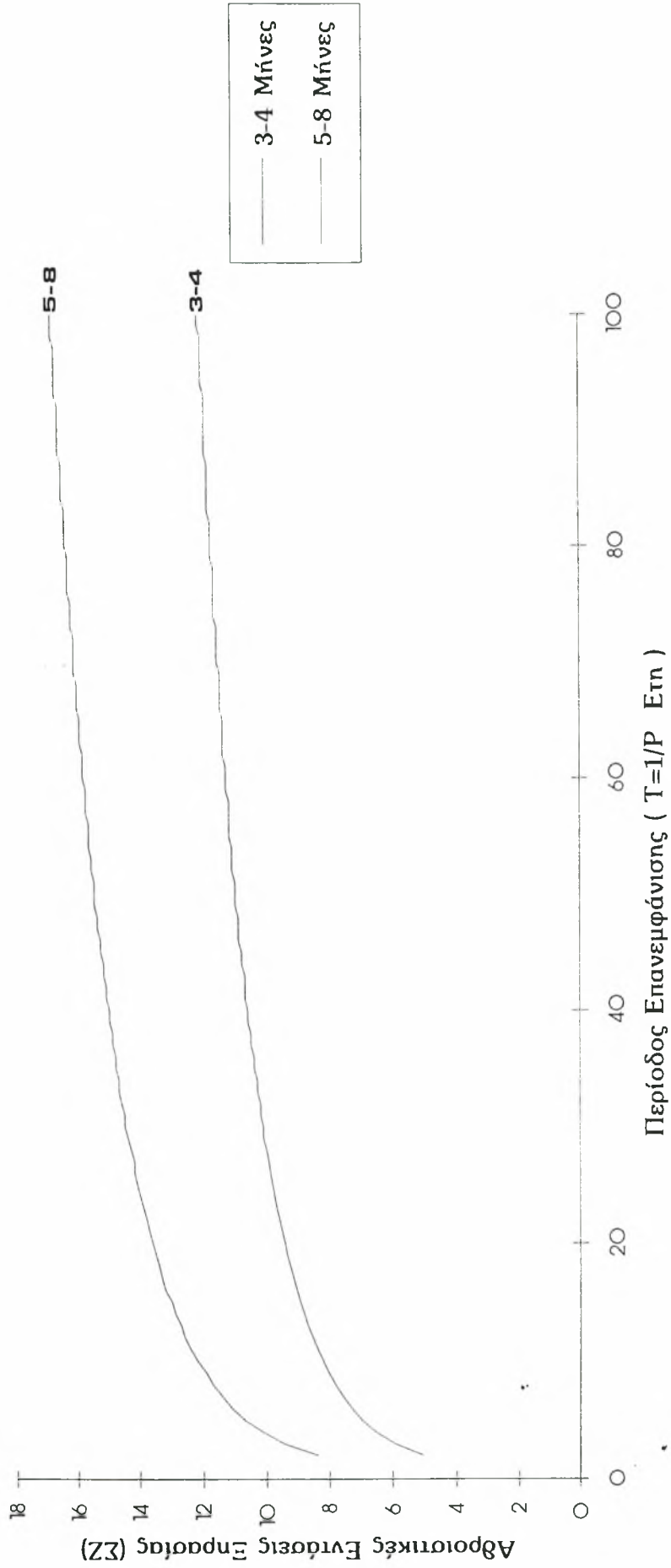
ΠΑΤΡΑ (ΡΑ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



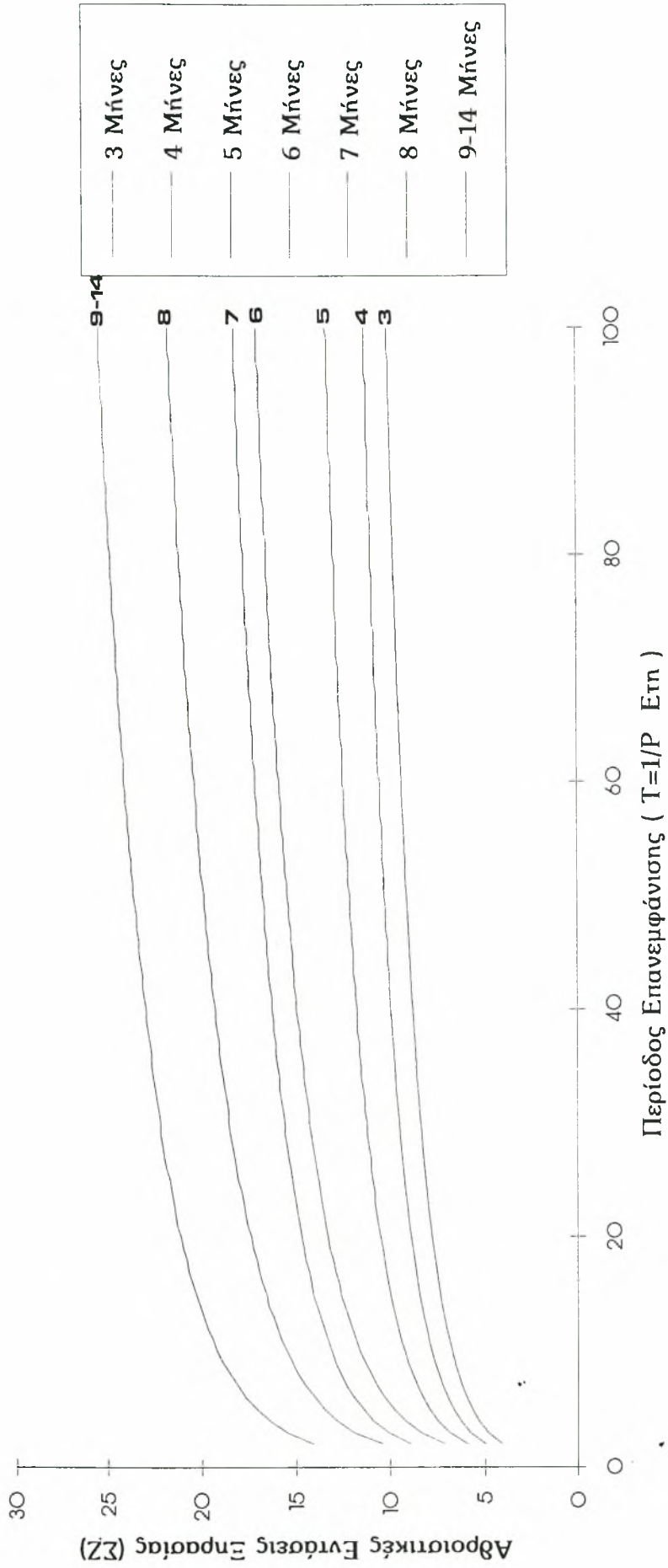
ΠΥΡΓΟΣ (ΡΥ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



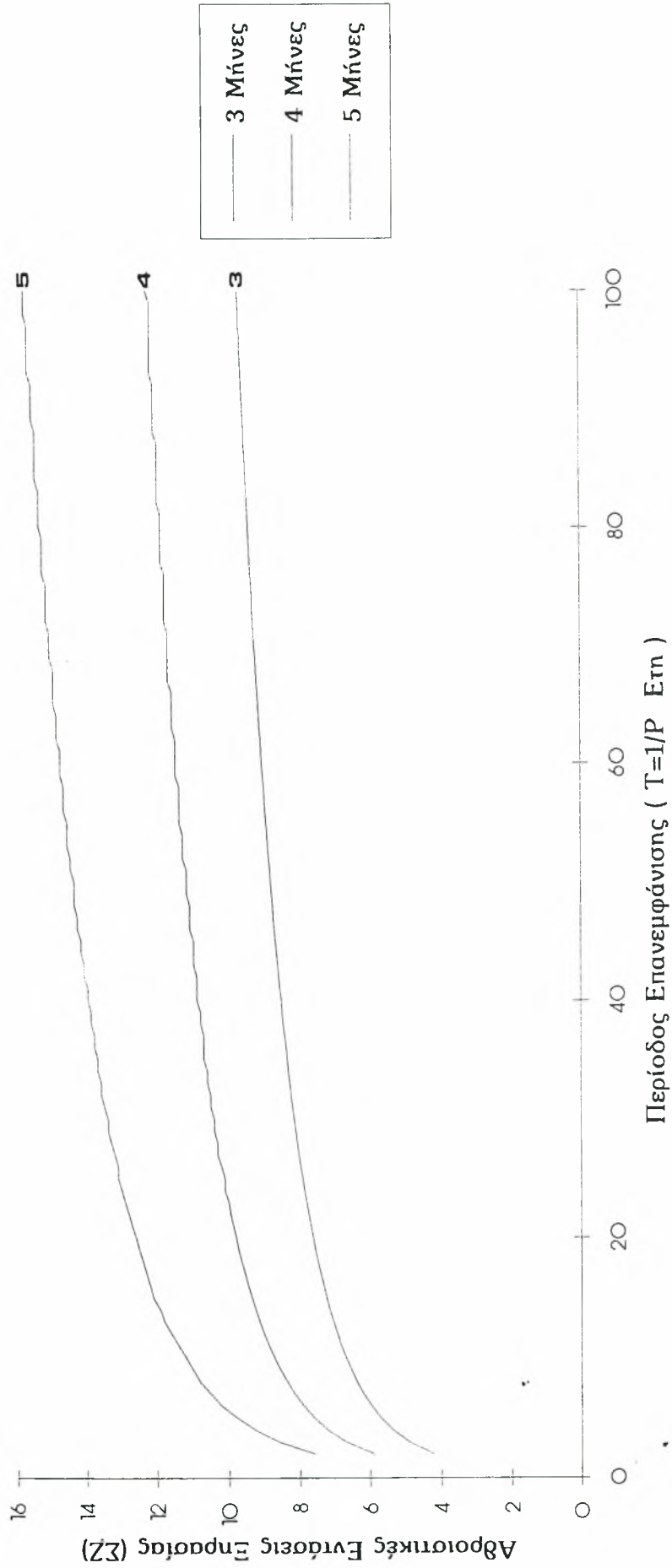
ΣΕΡΡΕΣ (SR) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



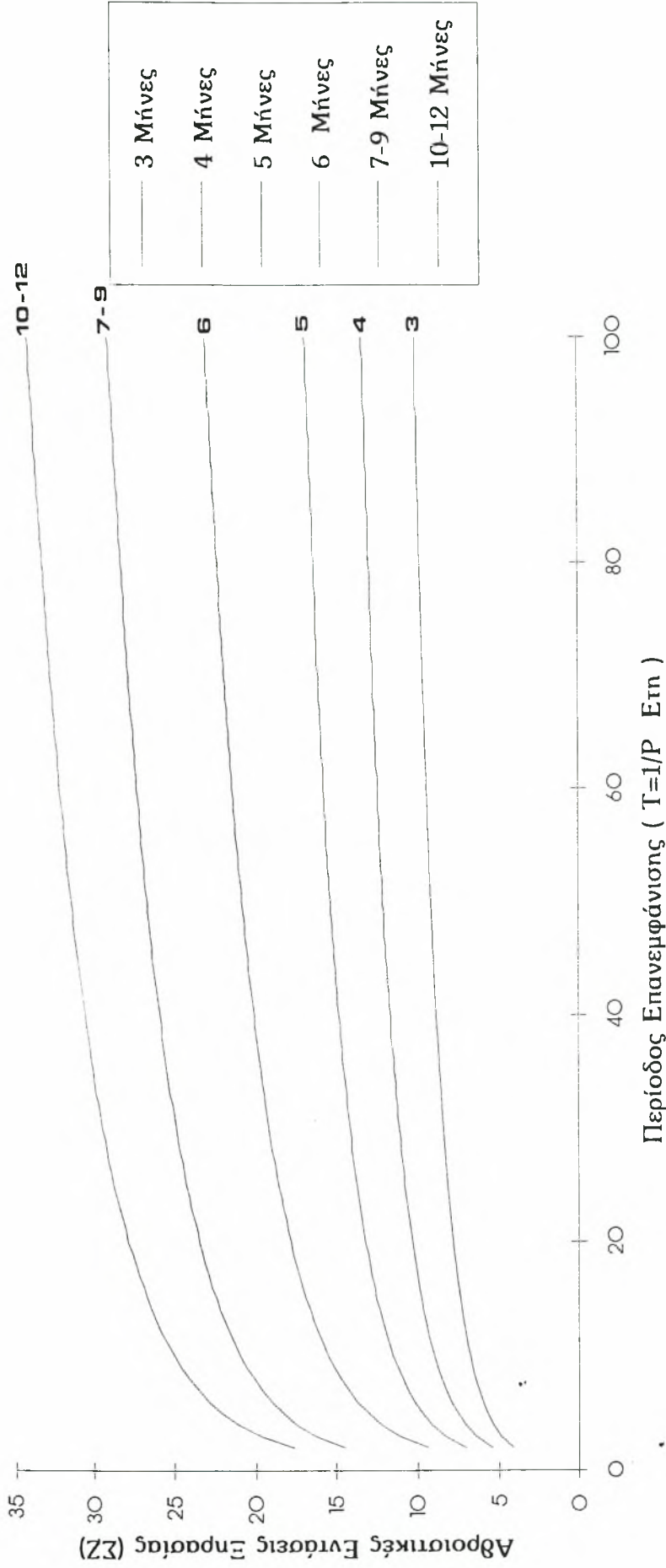
ΣΗΤΕΙΑ (SH) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



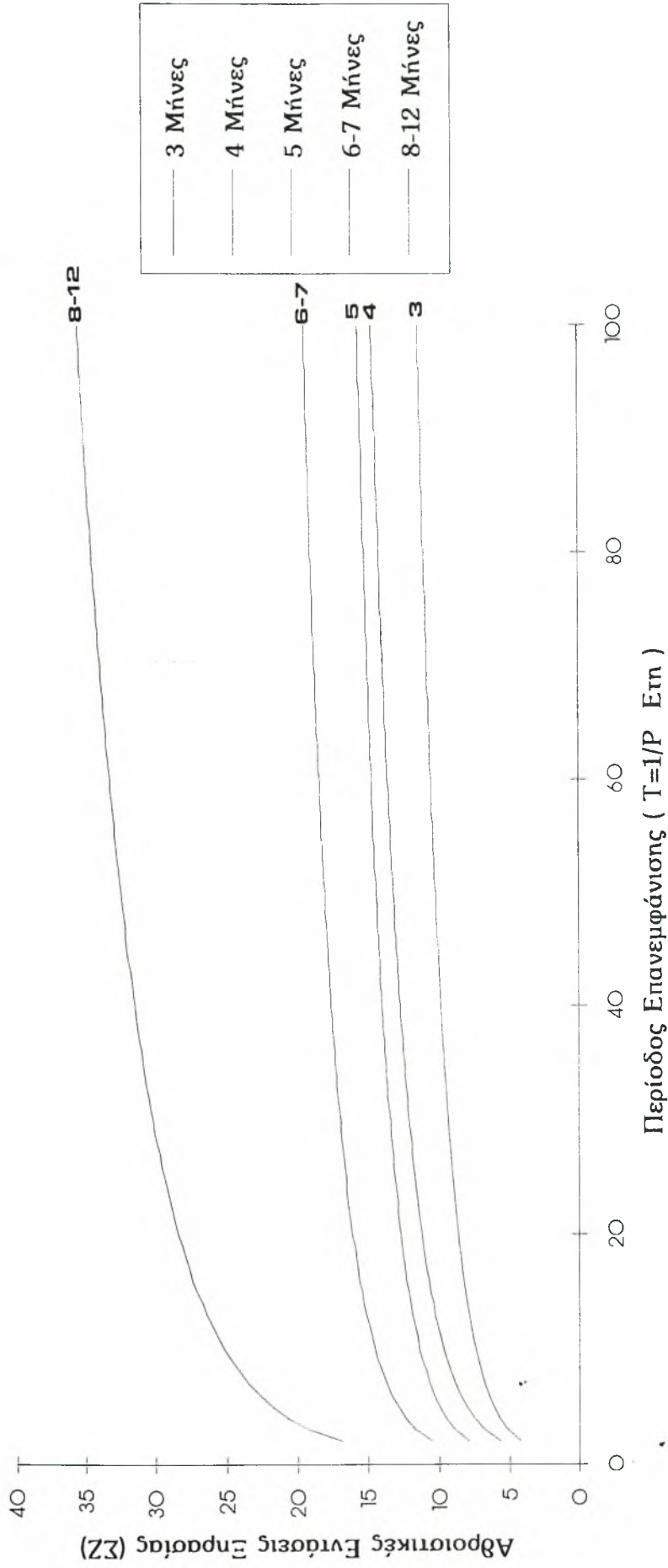
ΣΟΥΦΛΙ (SF) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



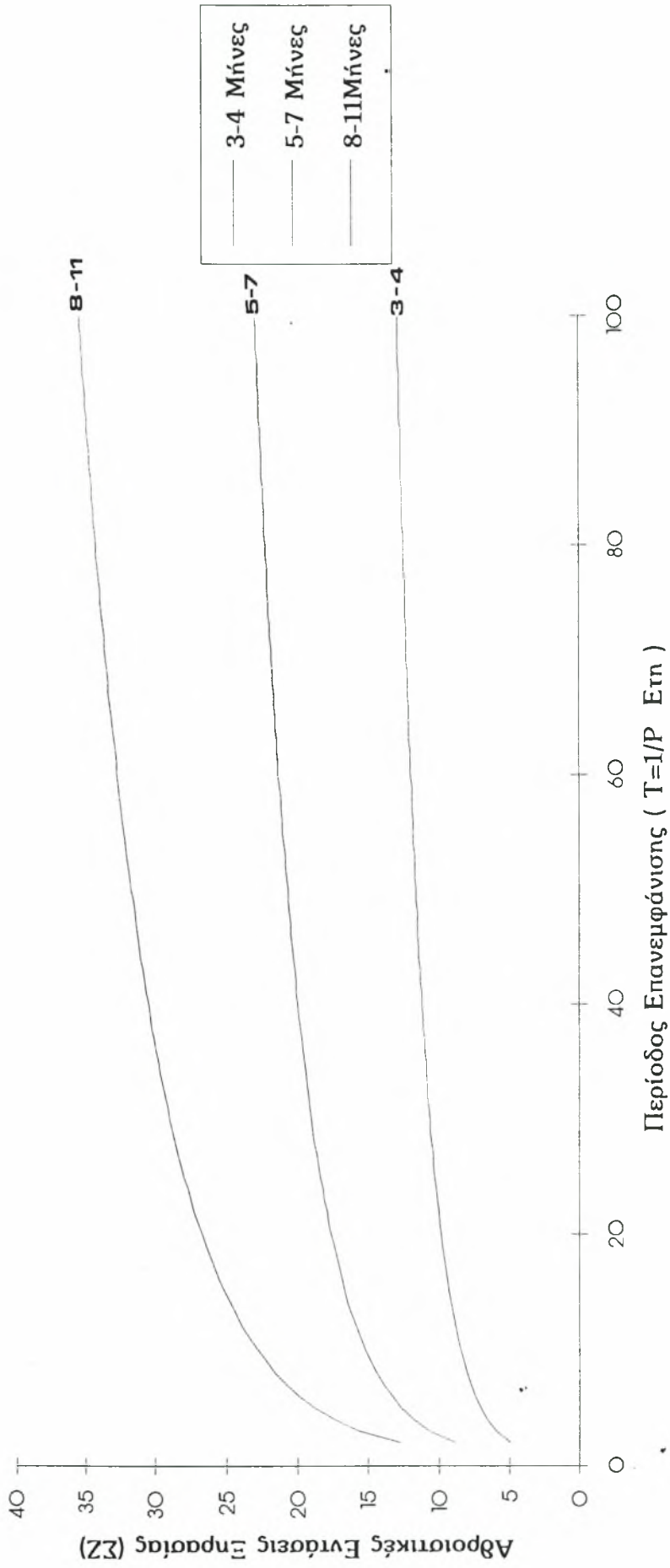
ΤΡΙΚΑΛΑ (TR) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



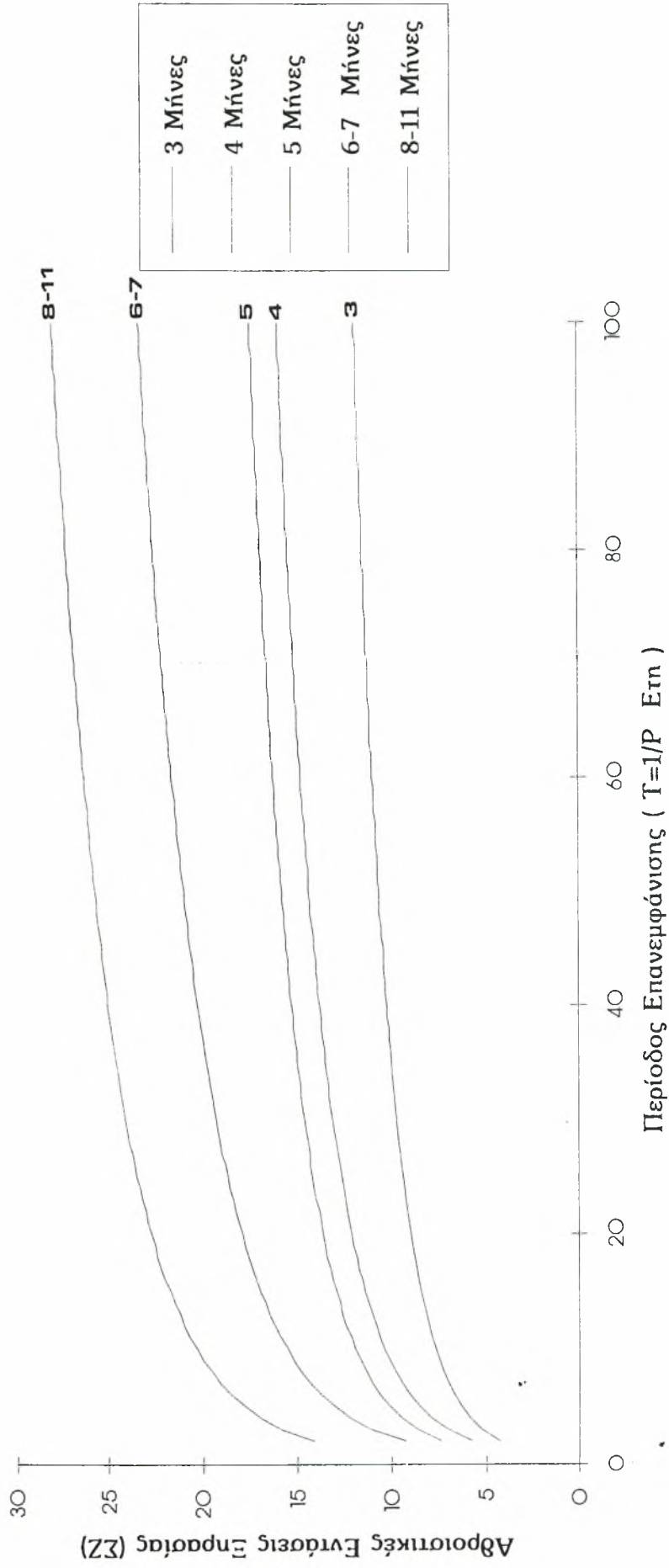
ΤΡΙΠΟΛΗ (ΤΡ) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



ΦΛΩΡΙΝΑ (FL) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σε Μήνες)



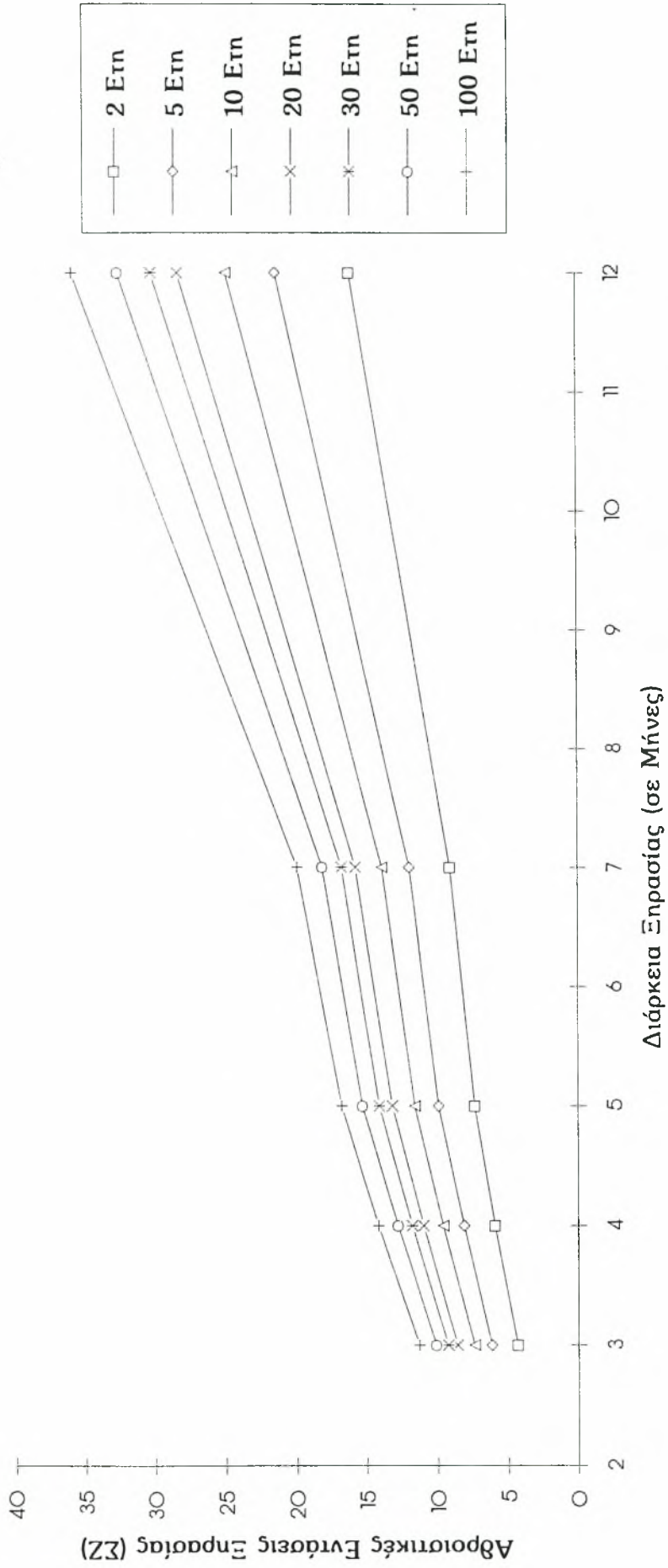
ΧΑΝΙΑ (SA) : Διάγραμμα Κατανομής Gumbel Διαφόρων Διαρκειών Ξηρασίας (σέ Μήνες)



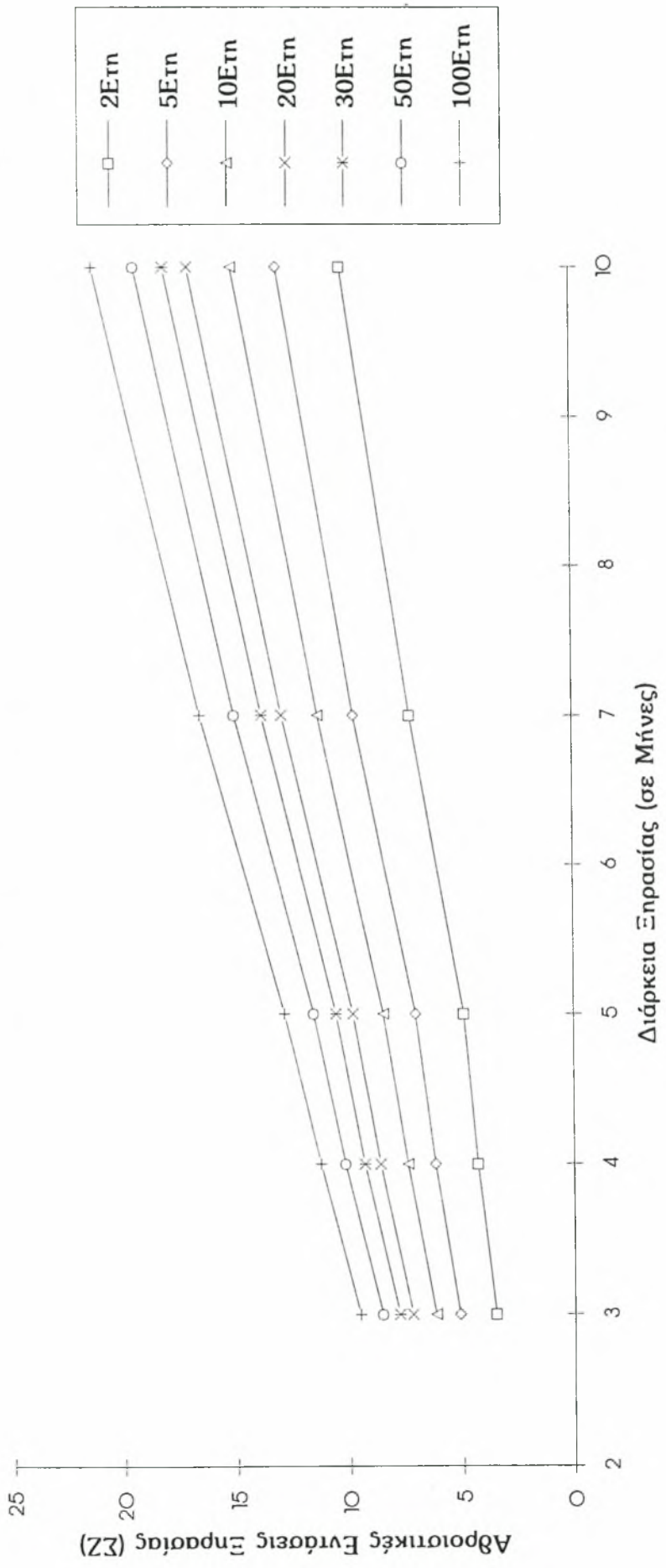
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Π4.

Διαγράμματα Σχέσεων Εντασης-Διάρκειας-
Συχνότητας Ξηρασίας

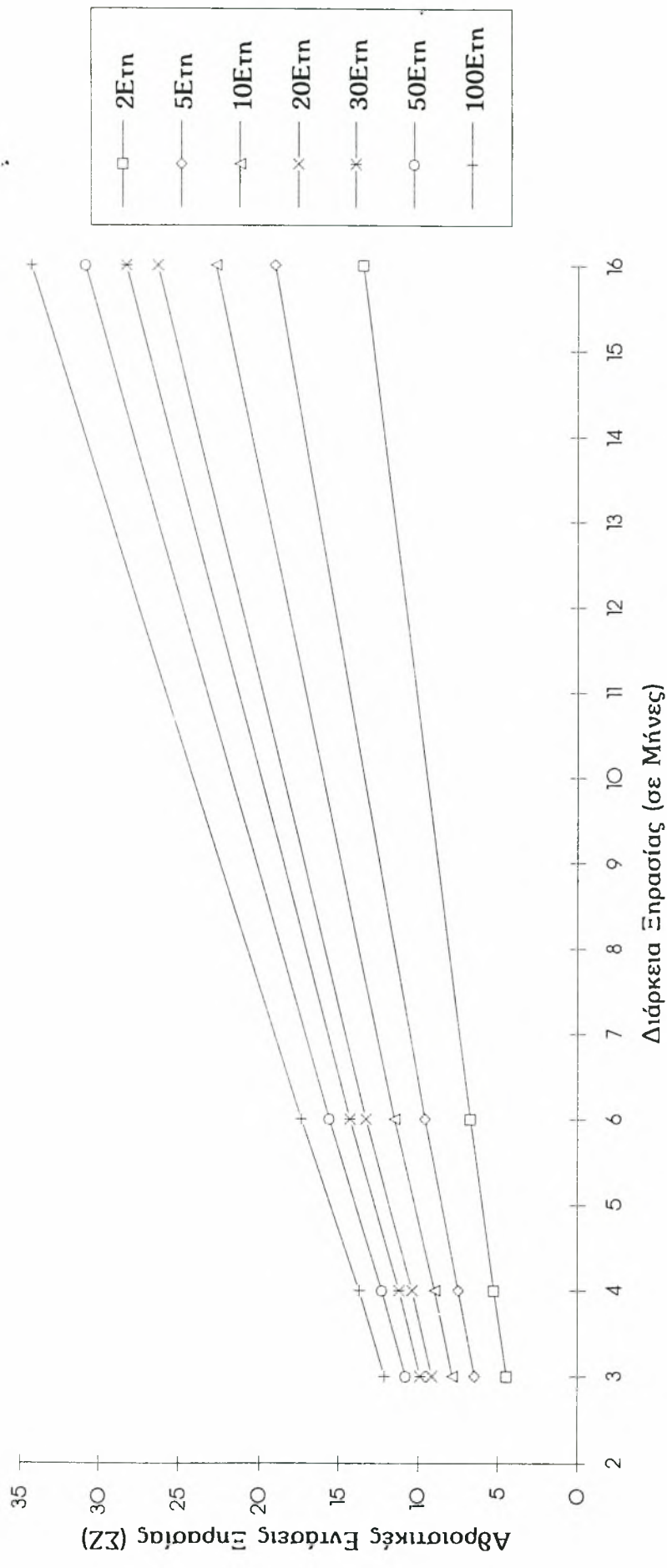
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ (AL) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)



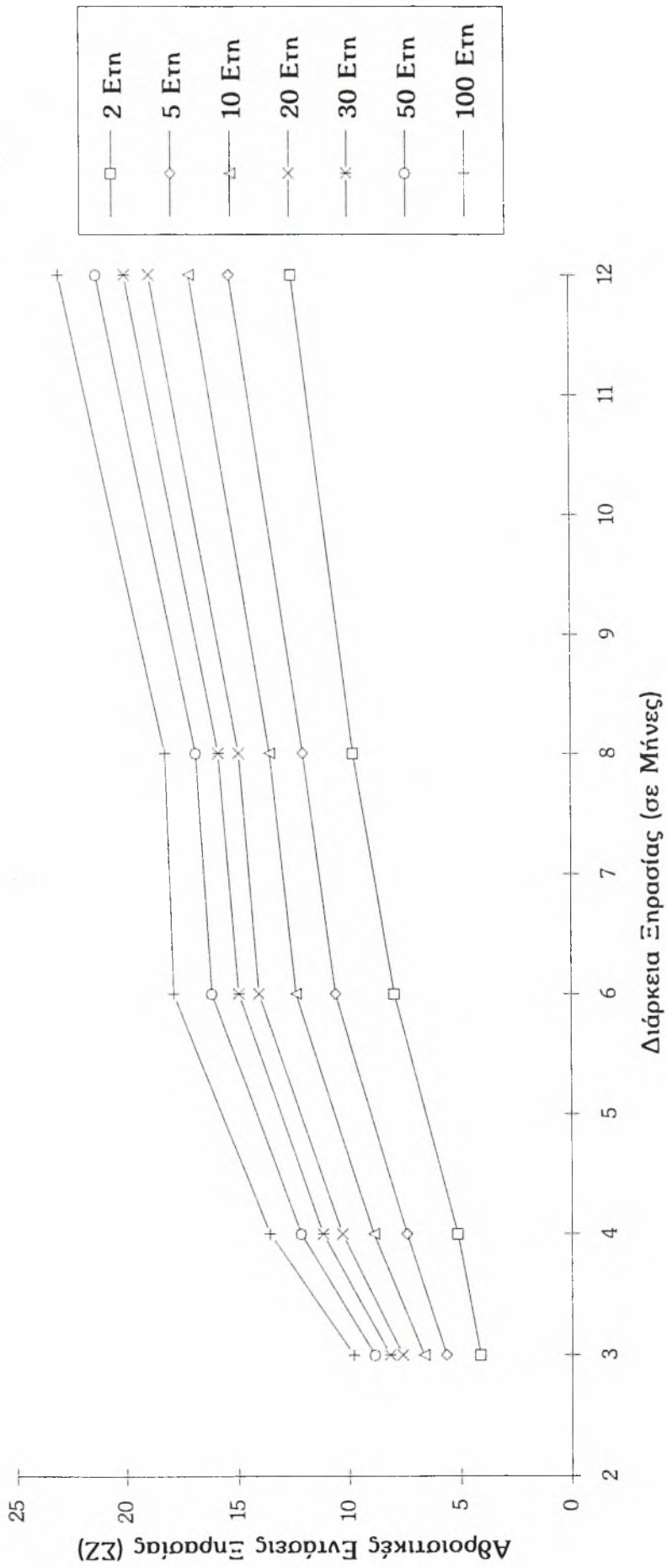
ΑΝΩΓΕΙΑ (ΑΝ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)



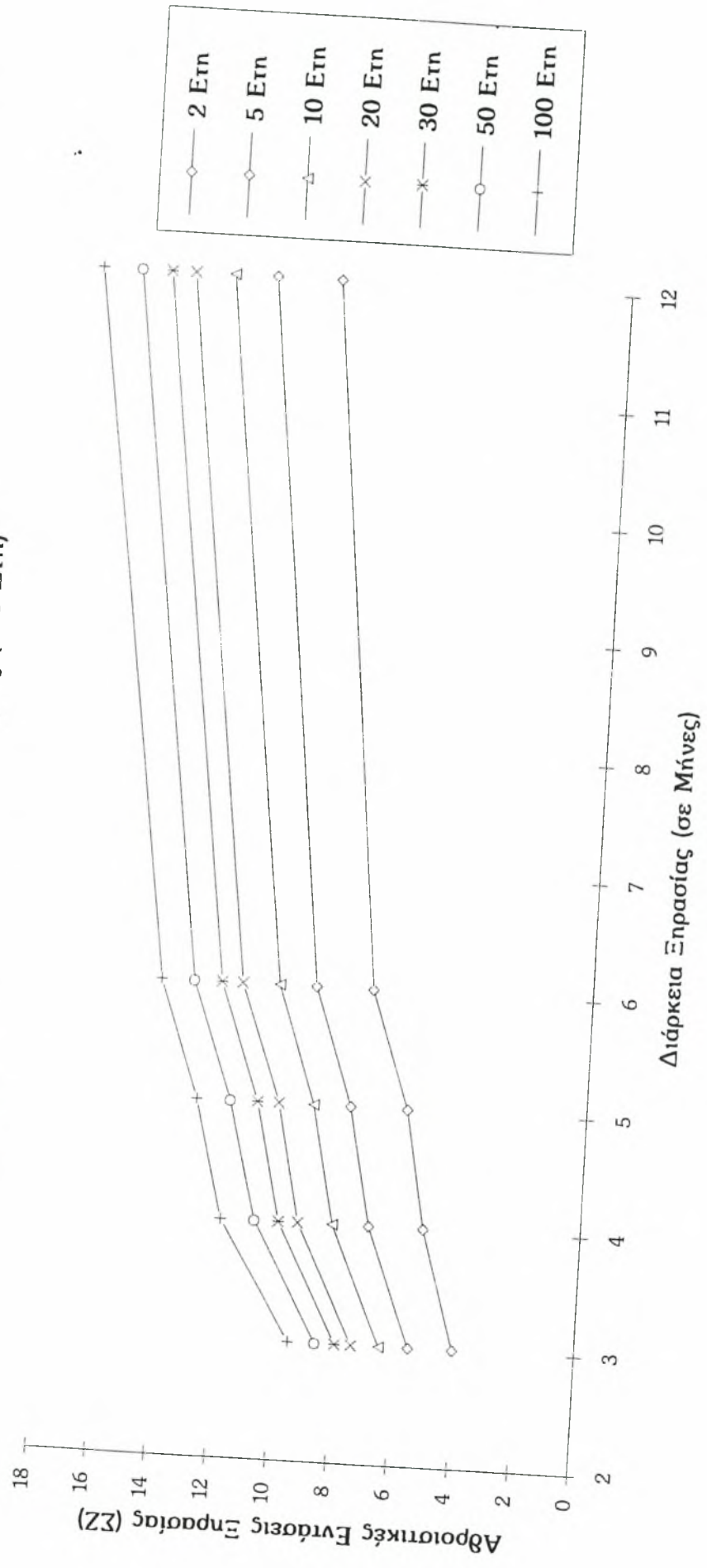
ΑΡΑΞΟΣ (RX) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



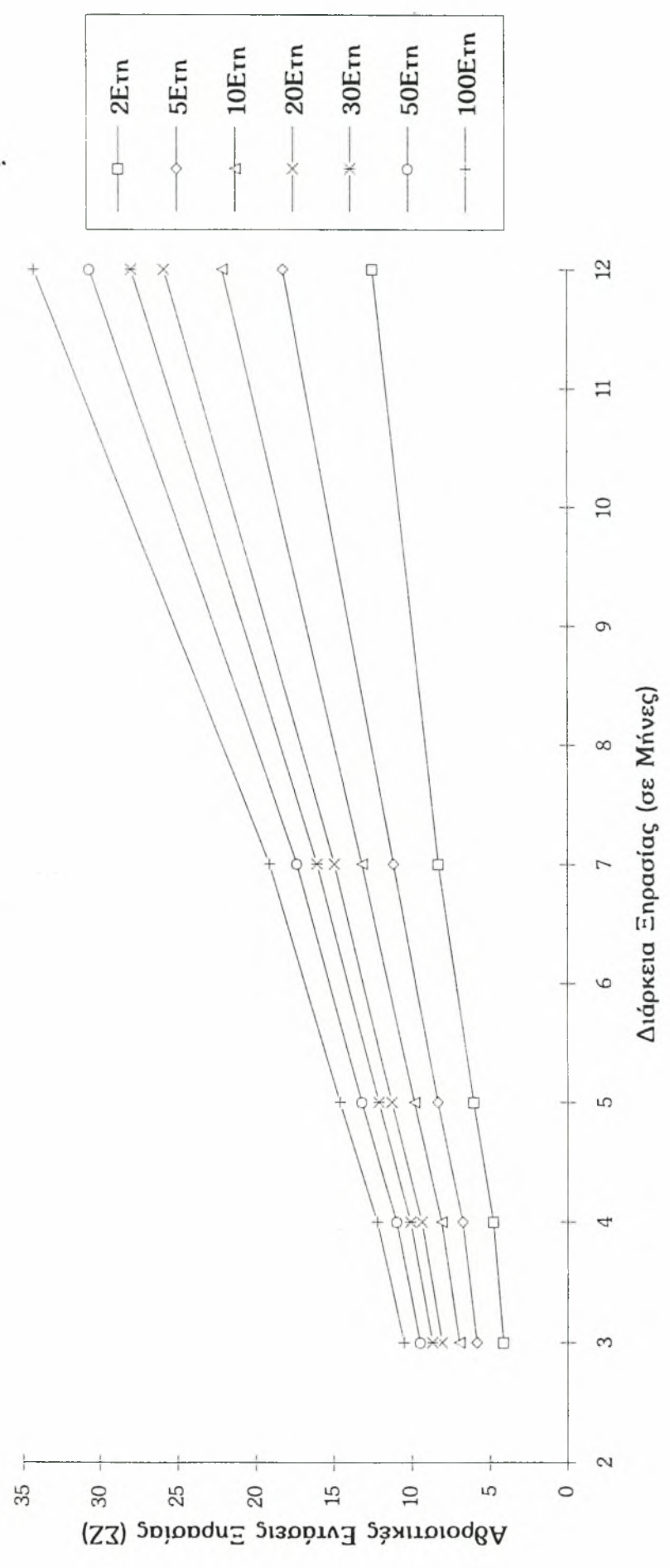
ΒΟΛΟΣ (BL) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



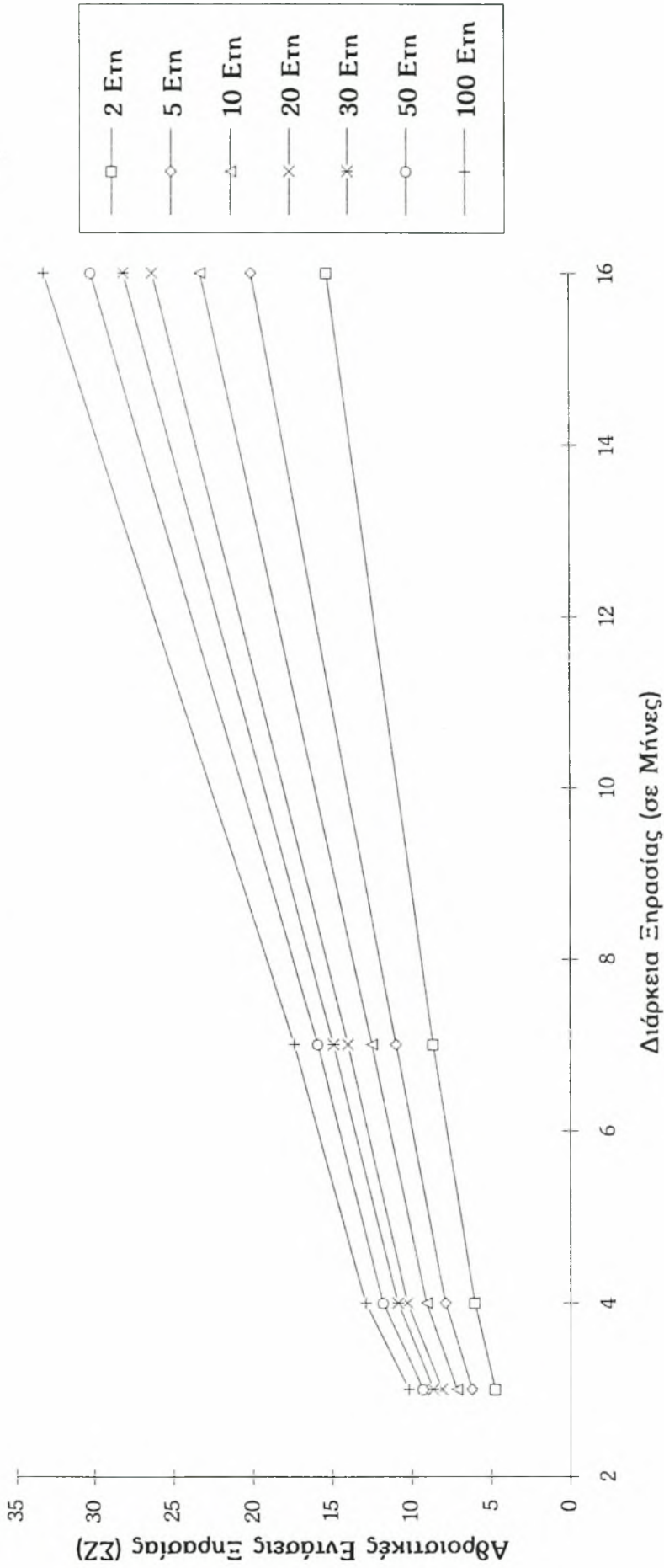
ΕΛΛΗΝΙΚΟ (ΕΛ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καρπούλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)



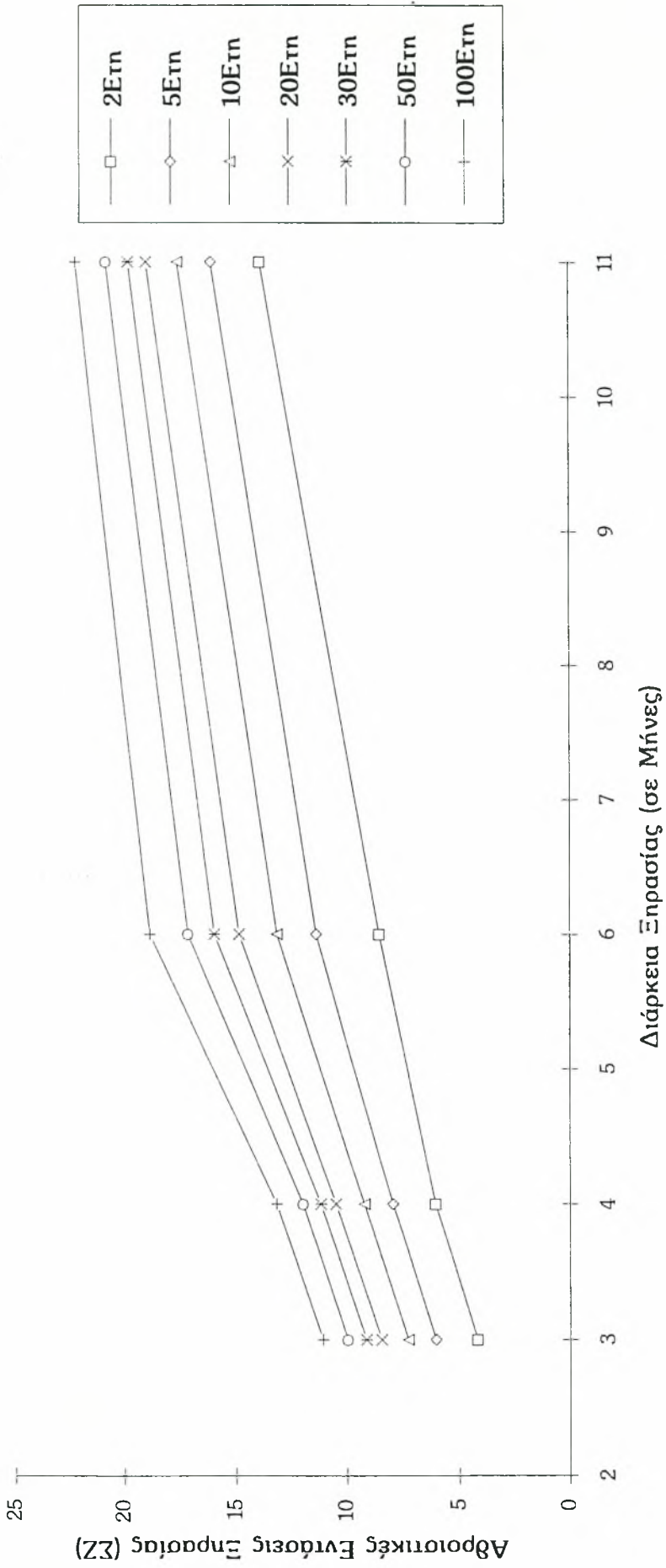
ΗΡΑΚΛΕΙΟ (ΙΡ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



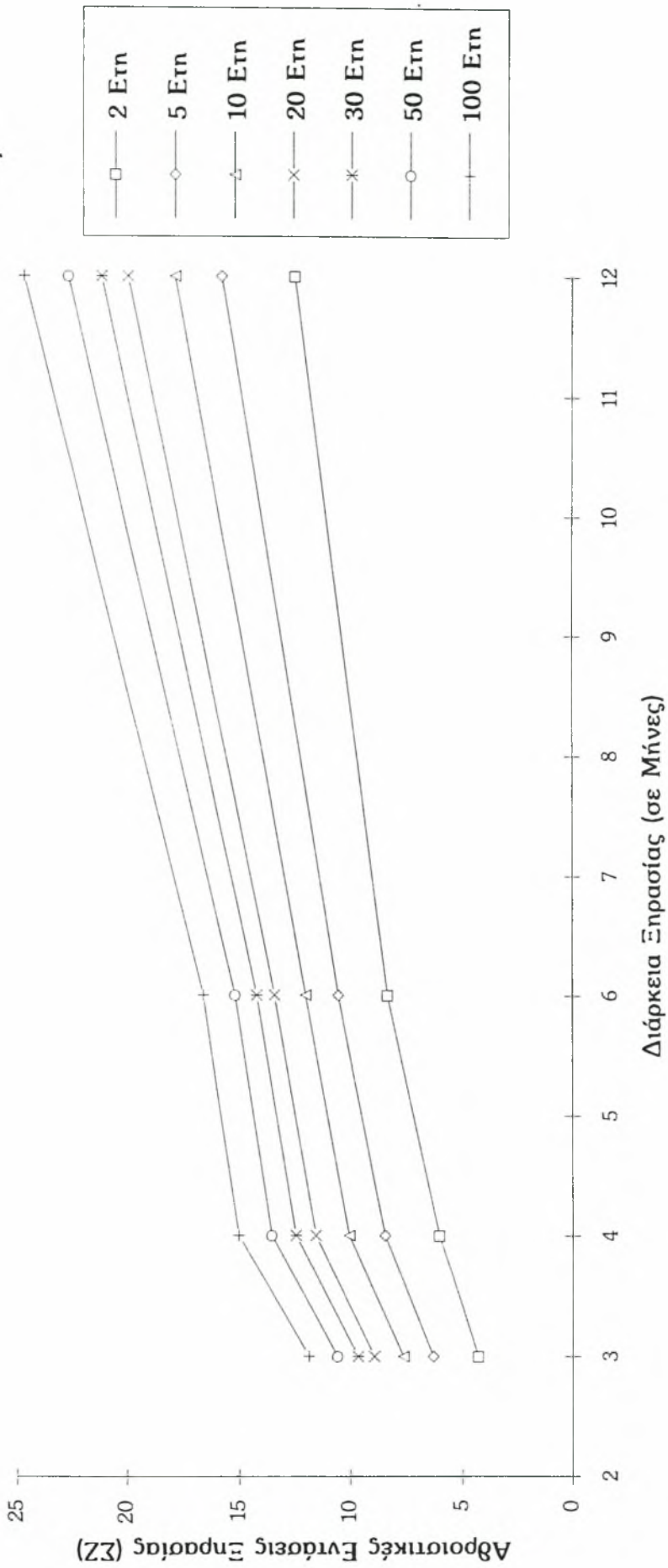
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ (TS) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



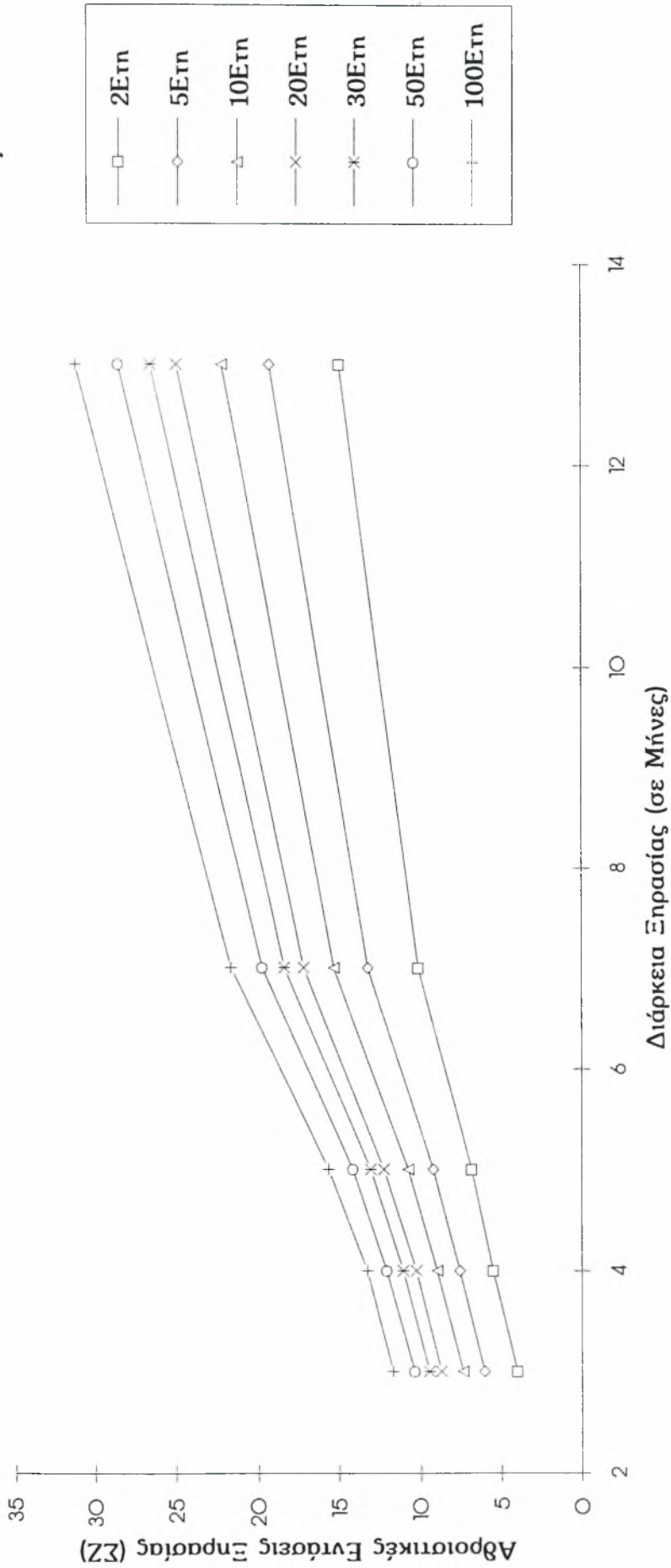
ΙΩΑΝΝΙΝΑ (ΙΟ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καρπούλες
 Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)



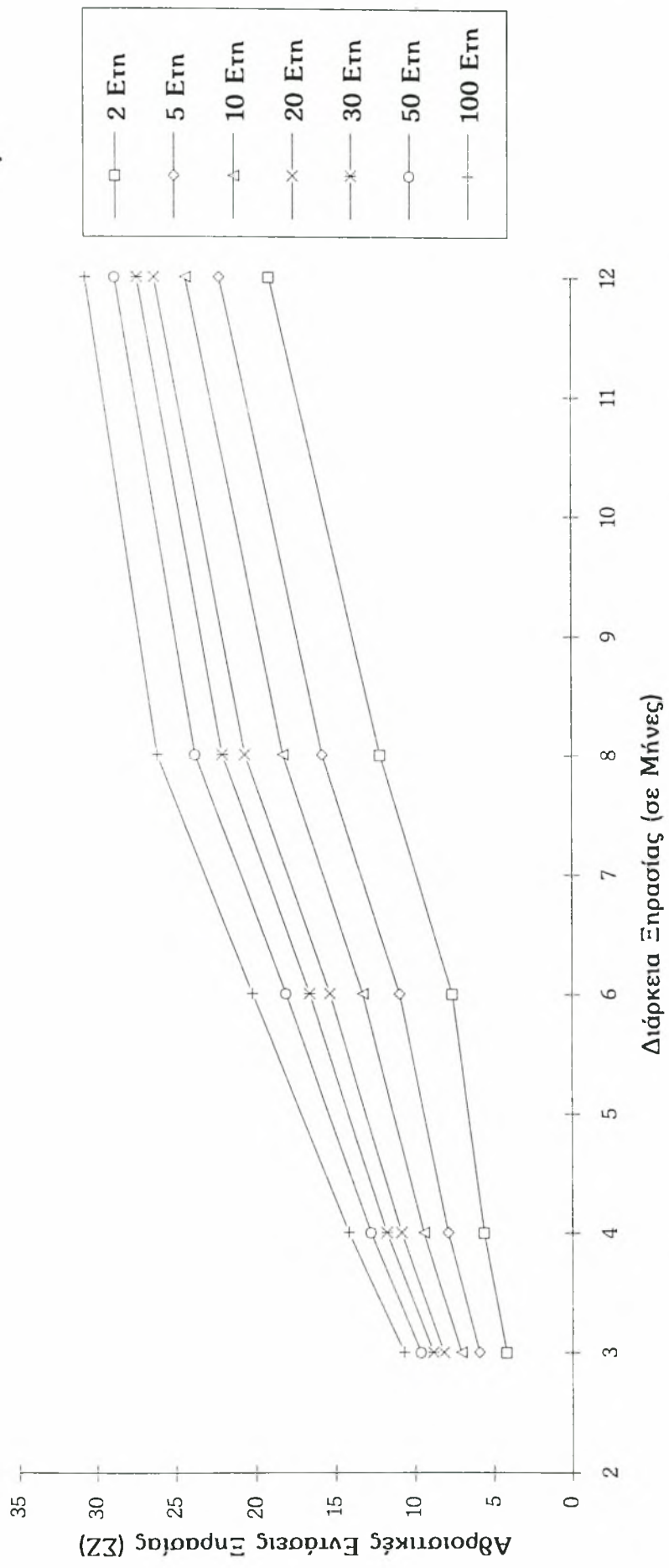
ΚΑΒΑΛΑ (ΚΥ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)



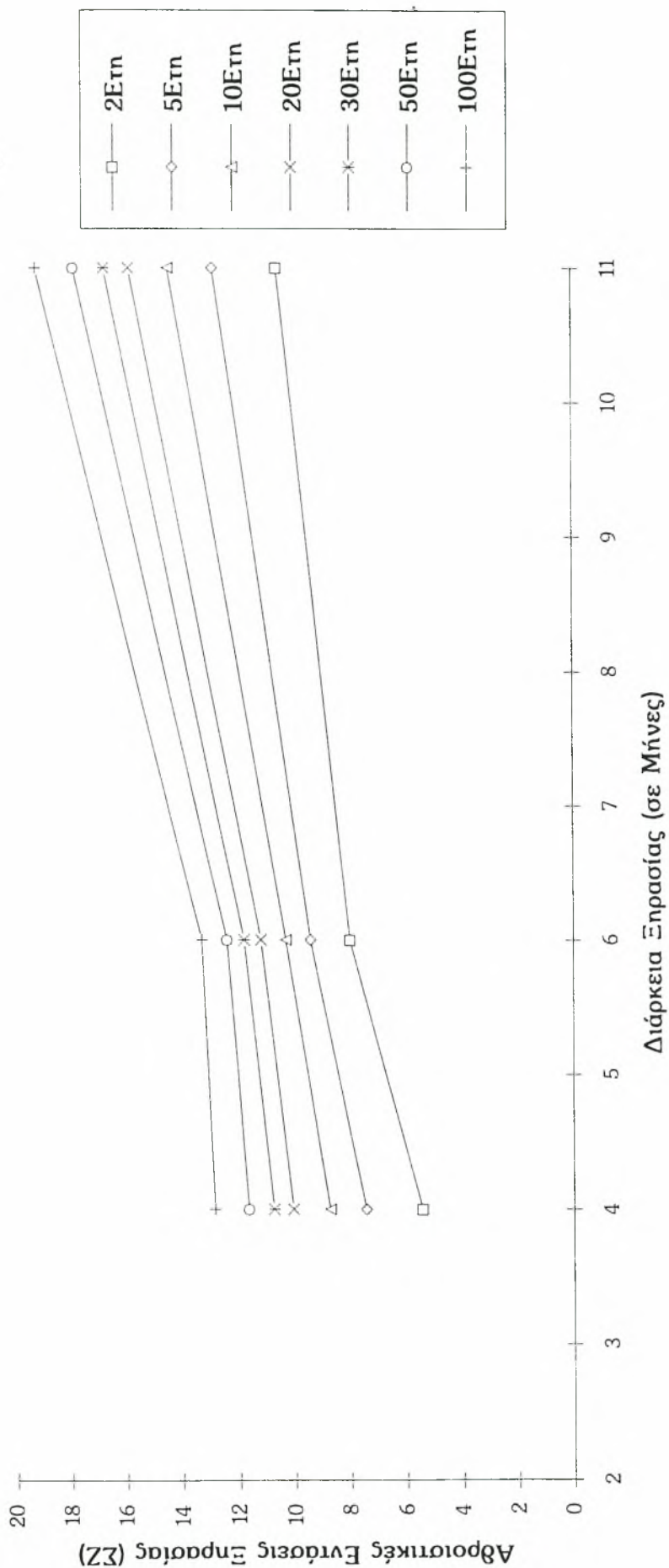
ΚΕΡΚΥΡΑ (ΚΡ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



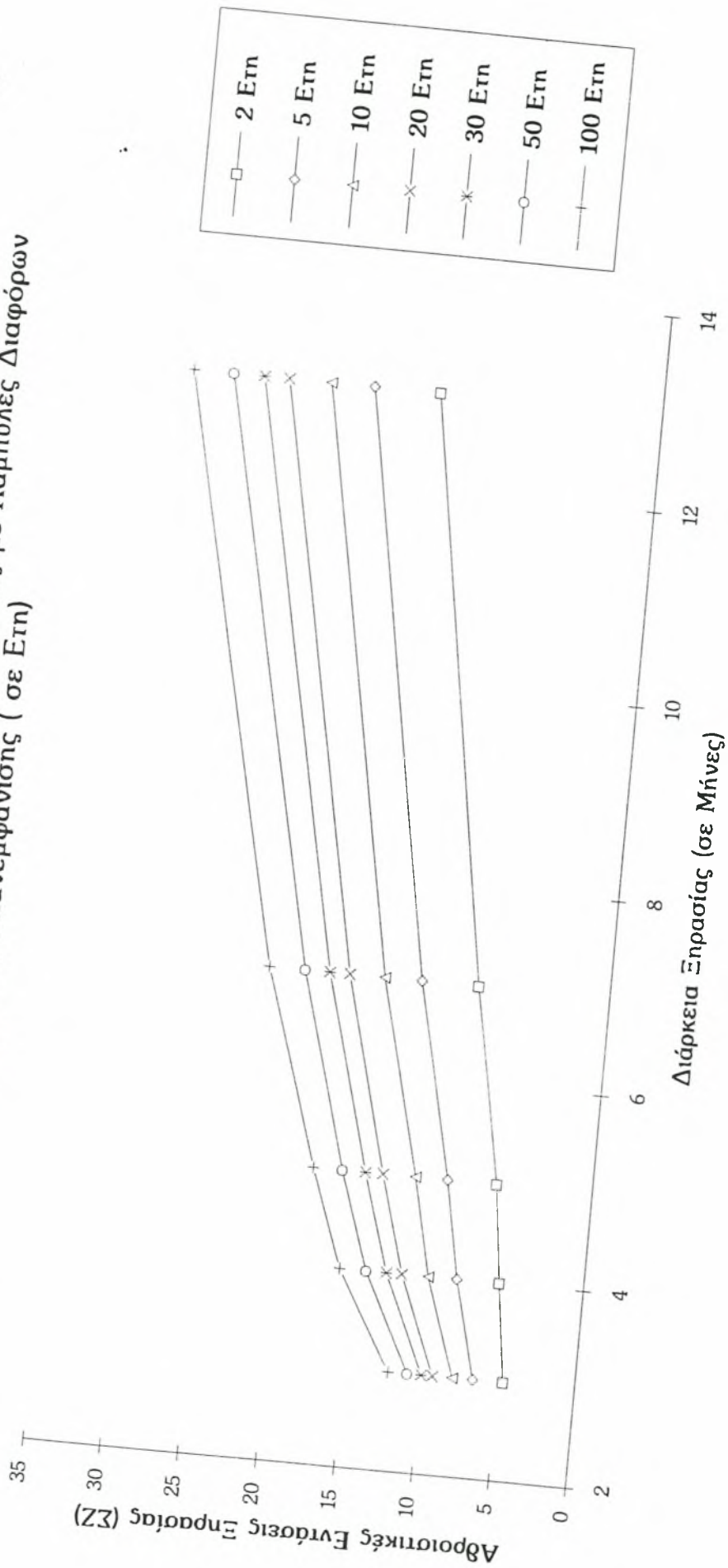
ΚΟΖΑΝΗ (ΚΖ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)



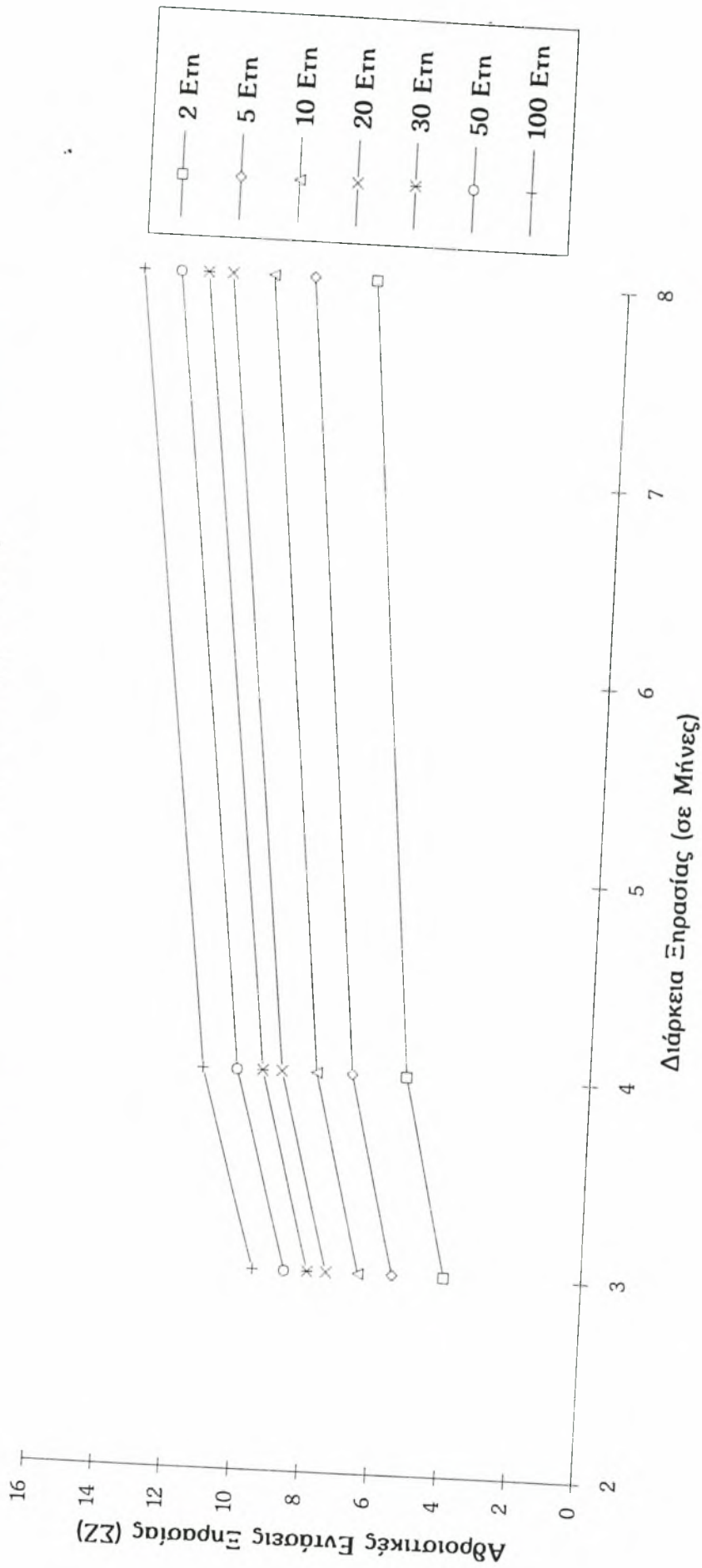
ΚΟΜΟΤΗΝΗ (ΚΜ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)



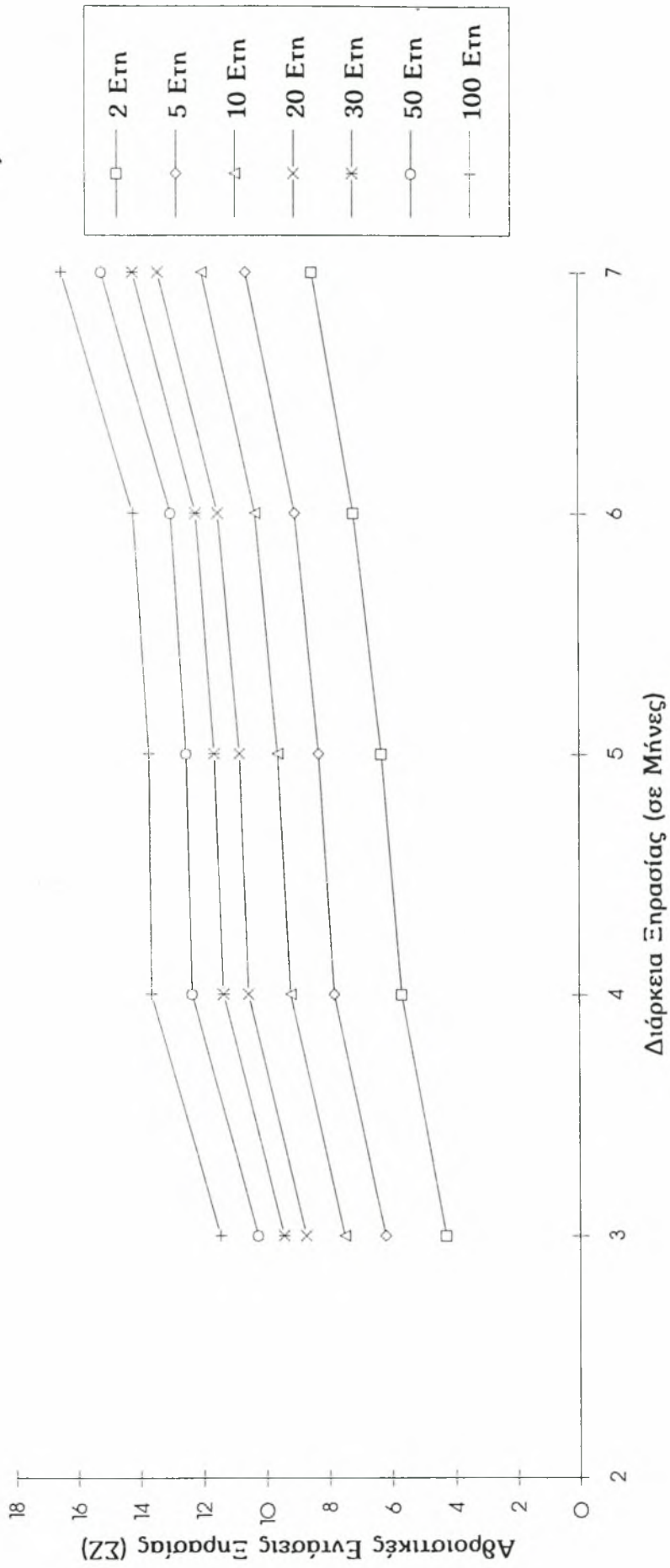
ΚΩΣ (ΚΟ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



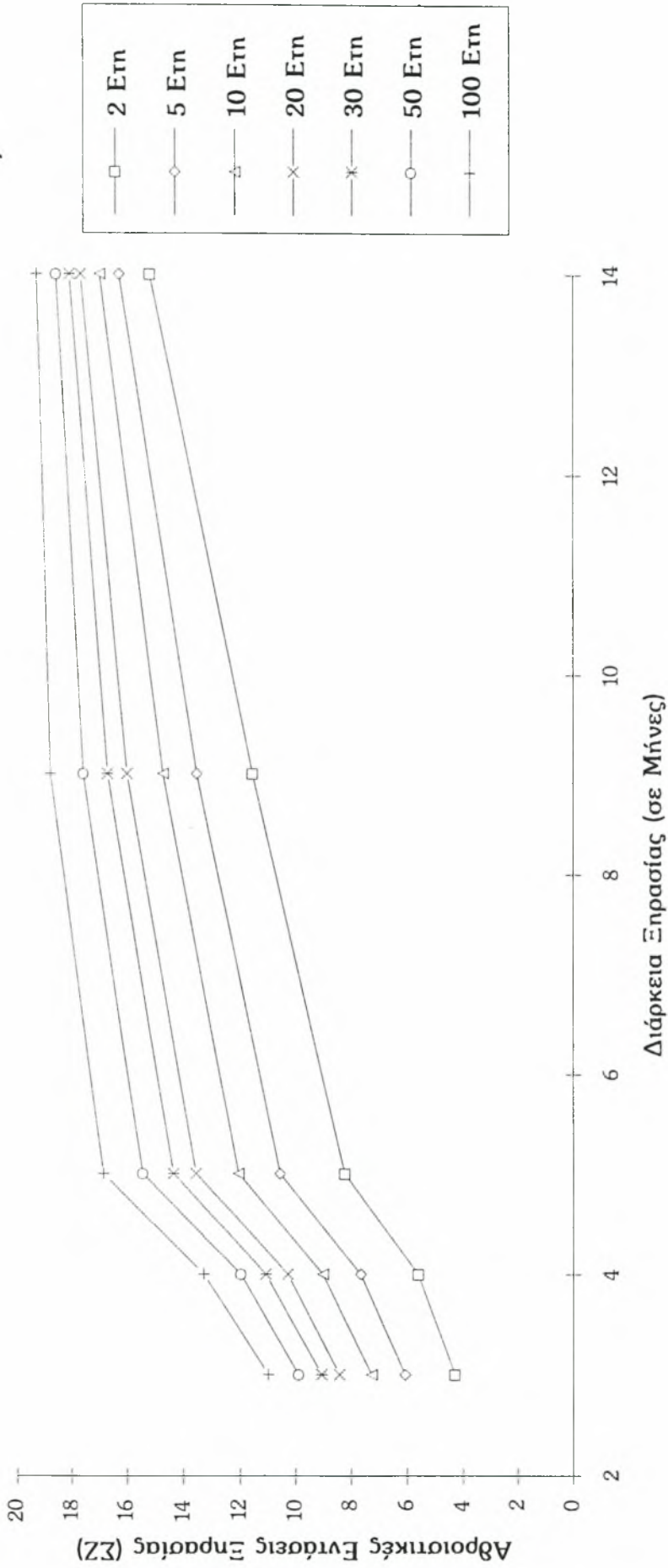
ΛΑΡΙΣΑ (LR) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



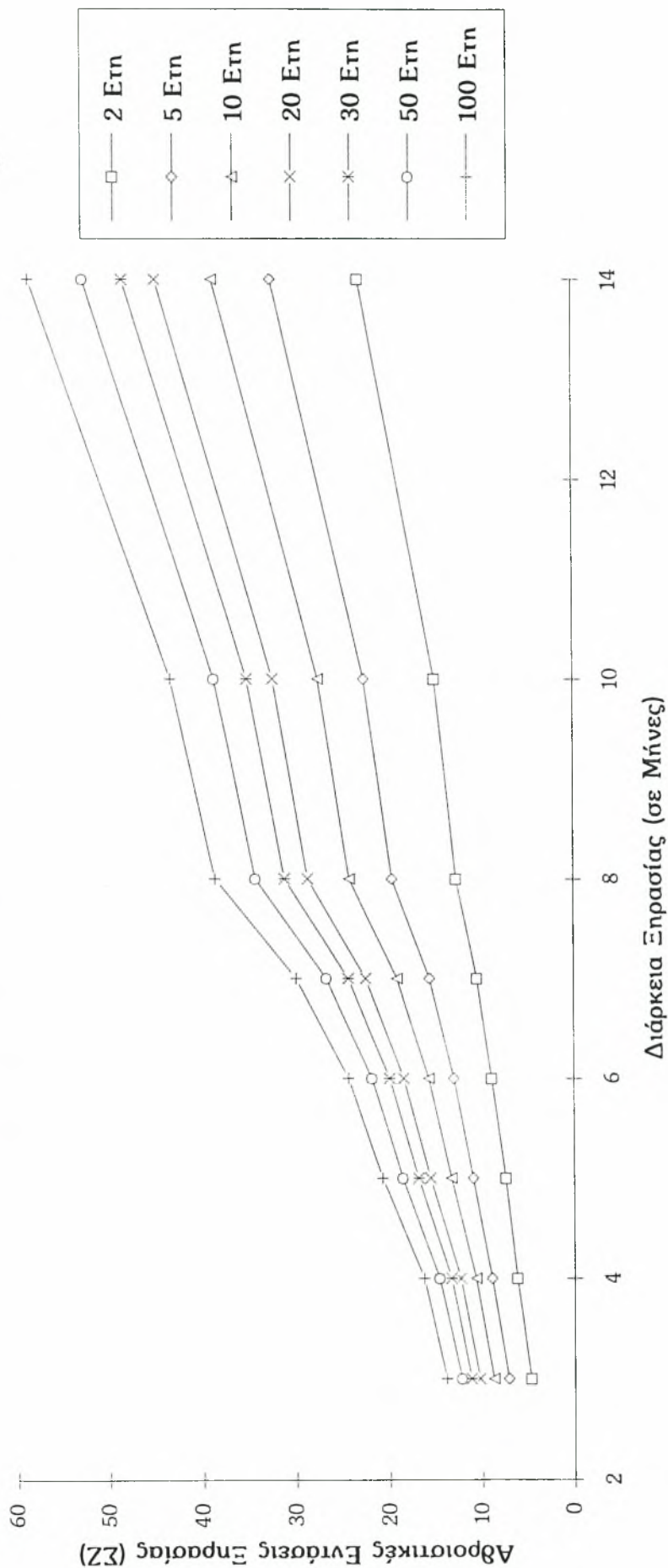
ΛΕΥΚΑΔΑ (LF) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



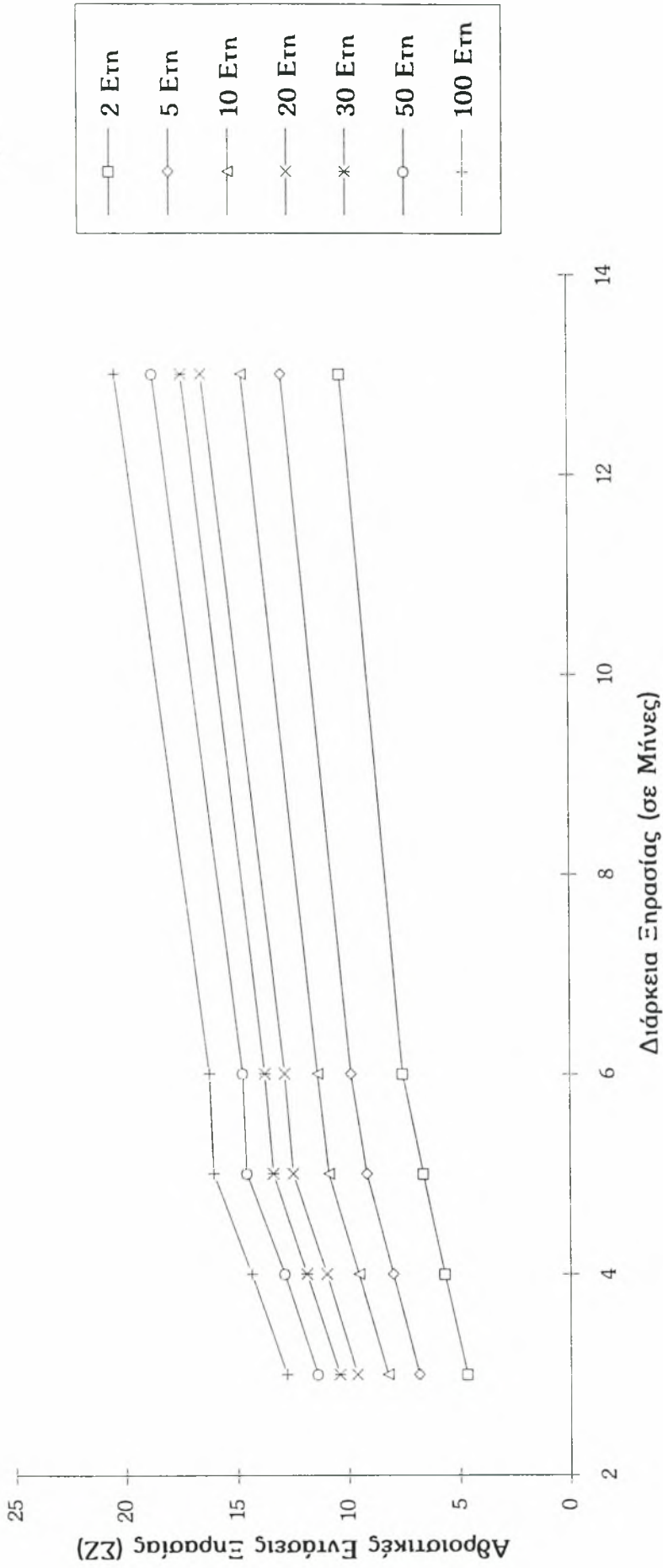
ΛΗΜΝΟΣ (LM) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



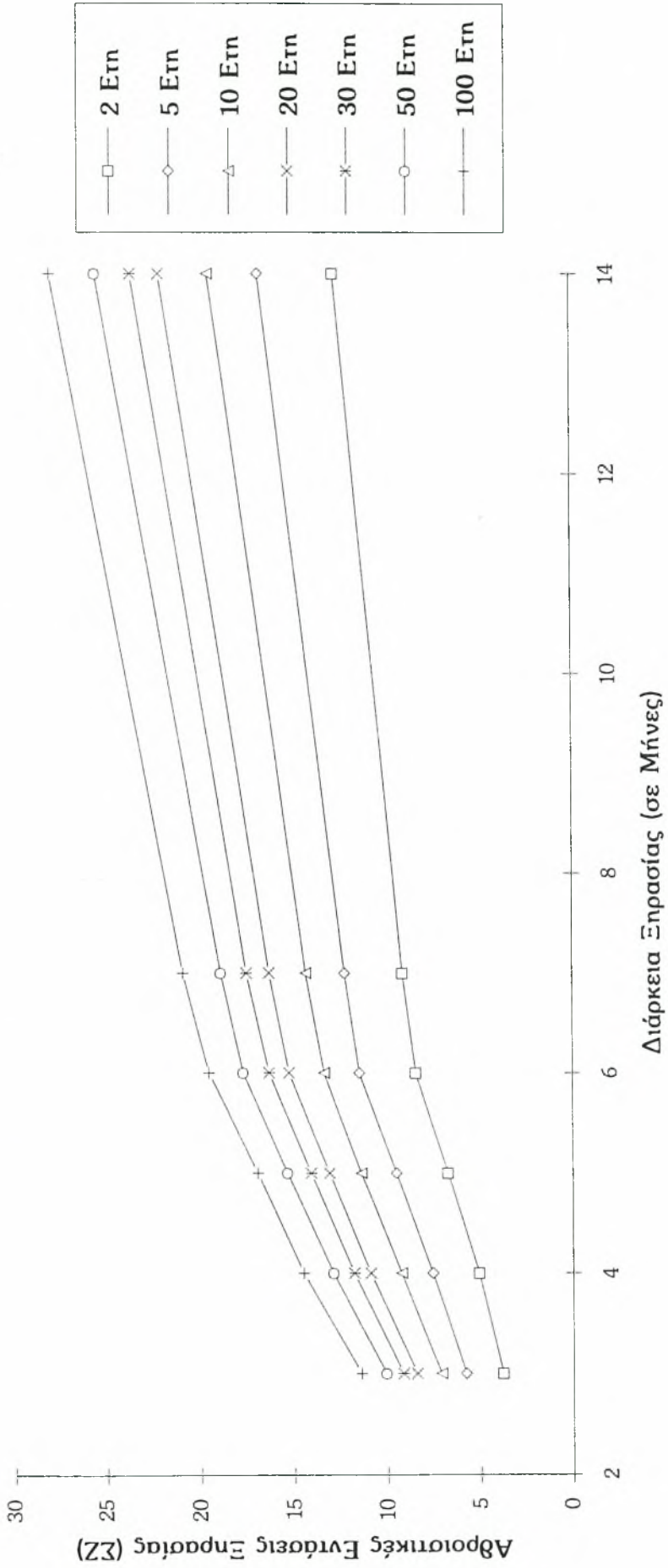
ΜΕΘΩΝΗ (ΜΥ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



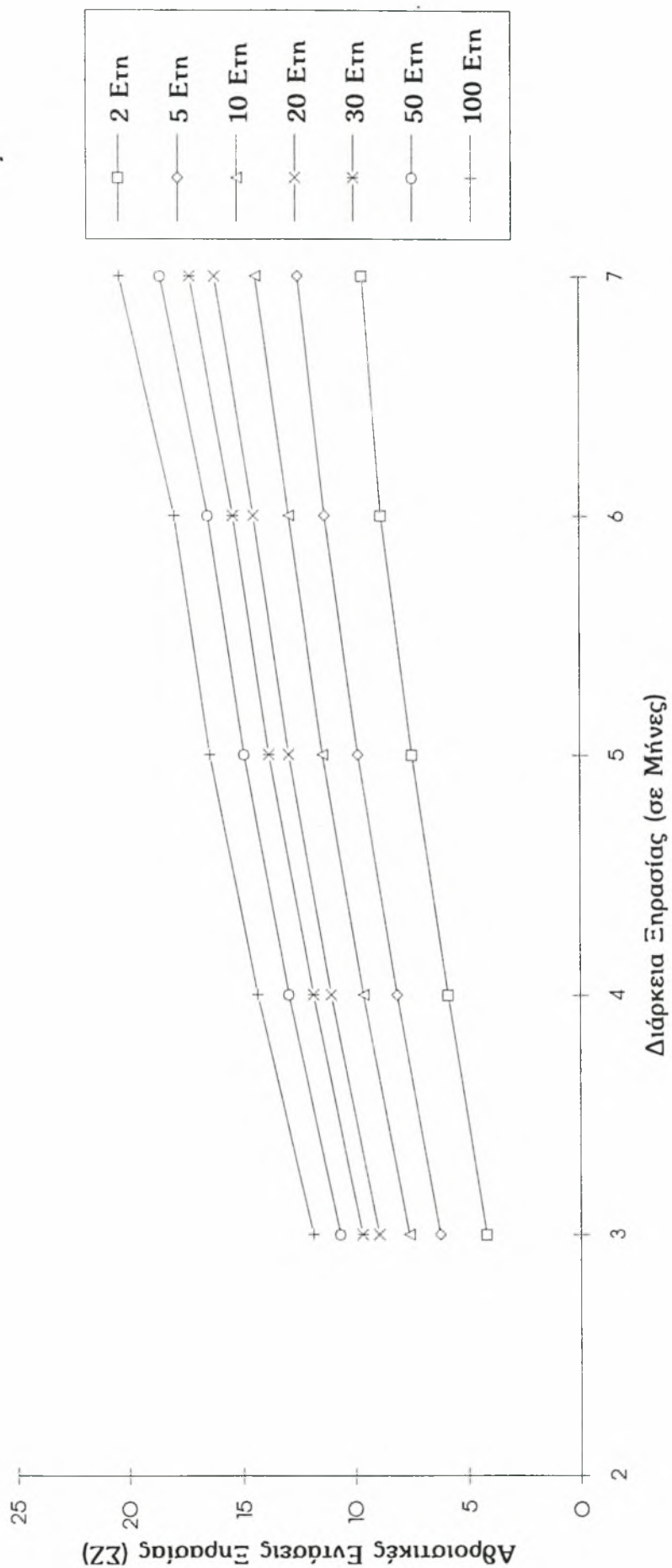
ΜΗΛΟΣ (ML) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



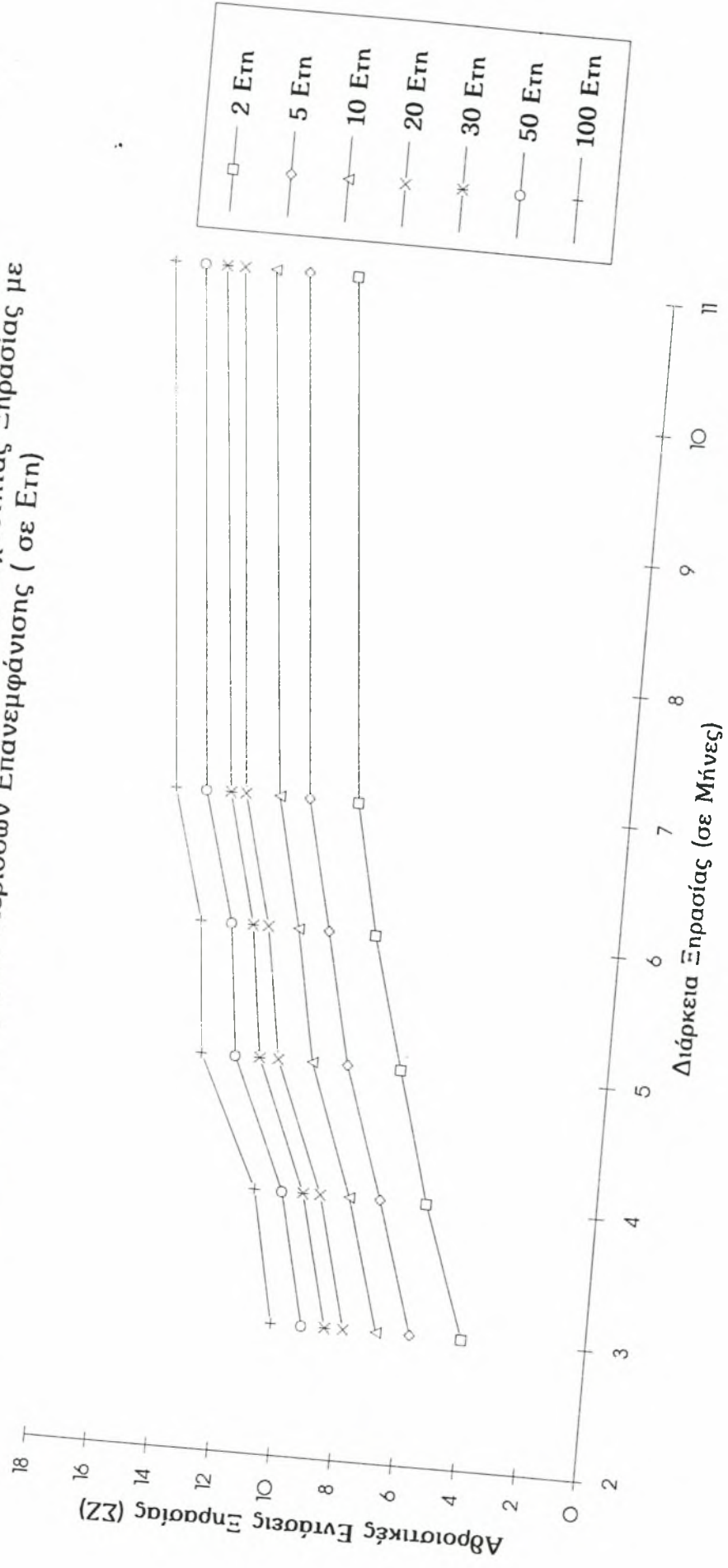
ΜΥΤΙΛΗΝΗ (ΜΤ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



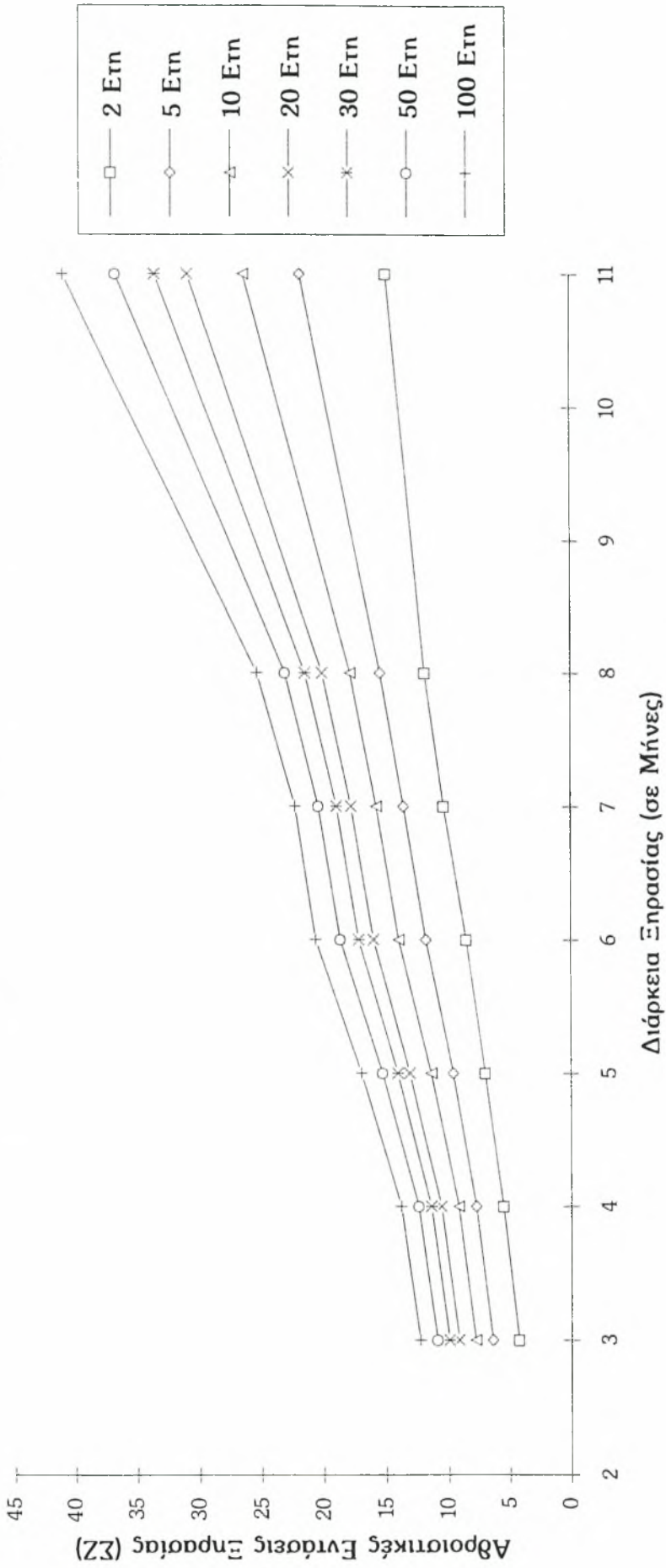
ΝΑΥΠΛΙΟ (ΝΑ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)



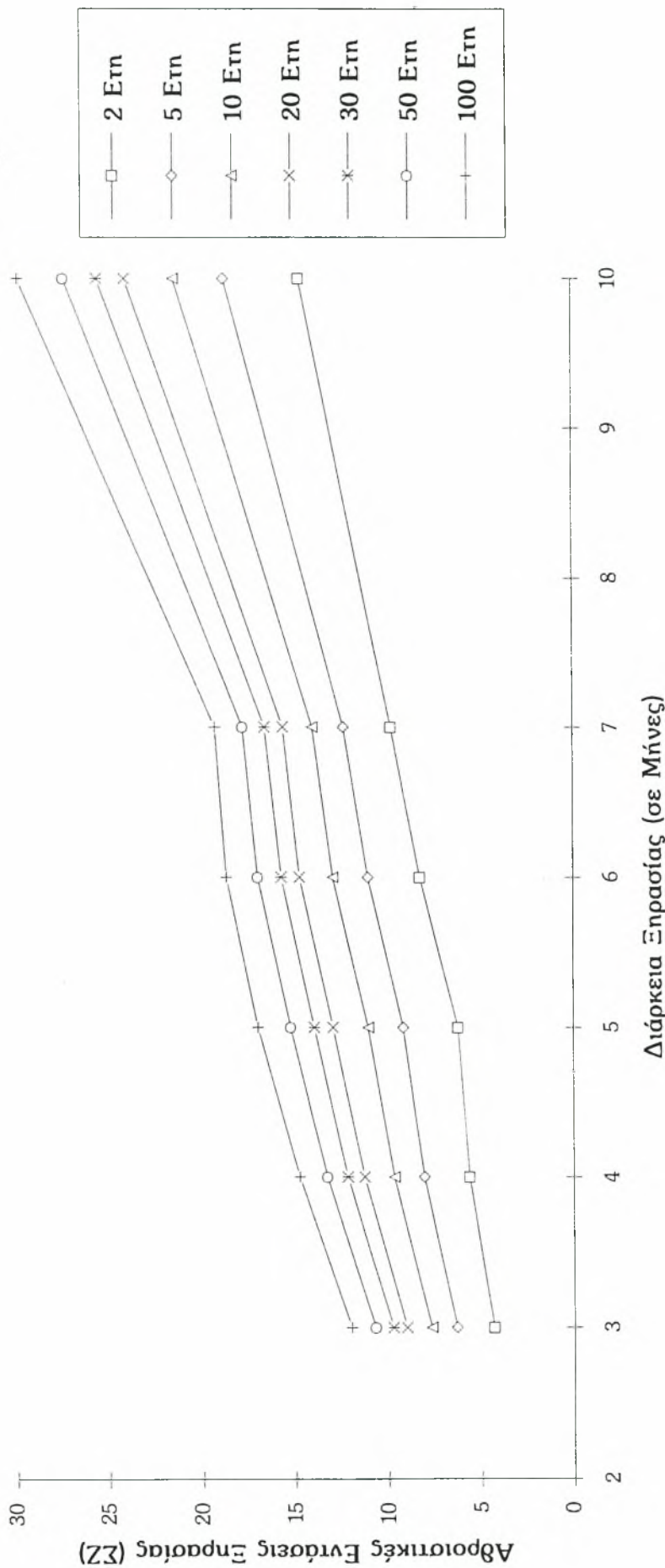
ΝΕΑ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑ (NF) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



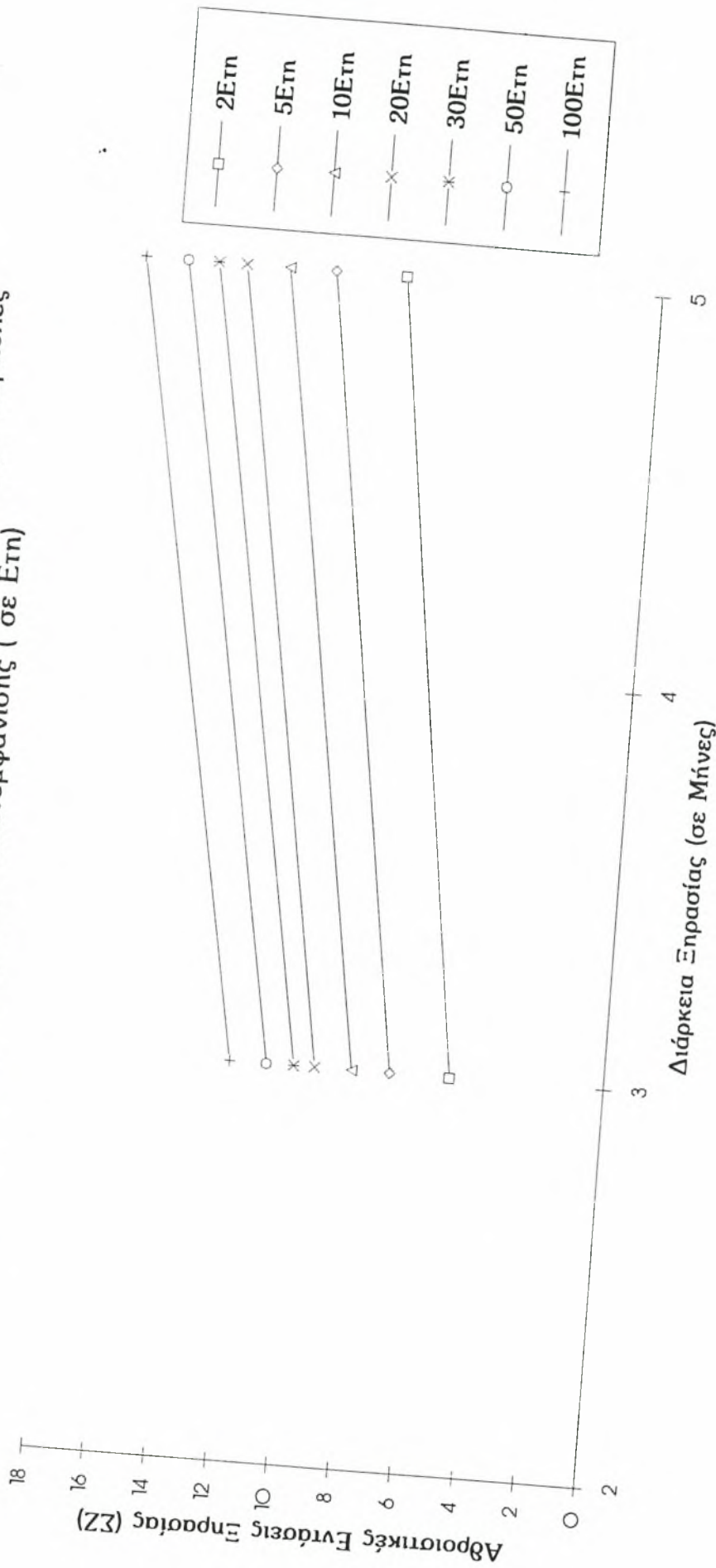
ΠΑΤΡΑ (ΡΑ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



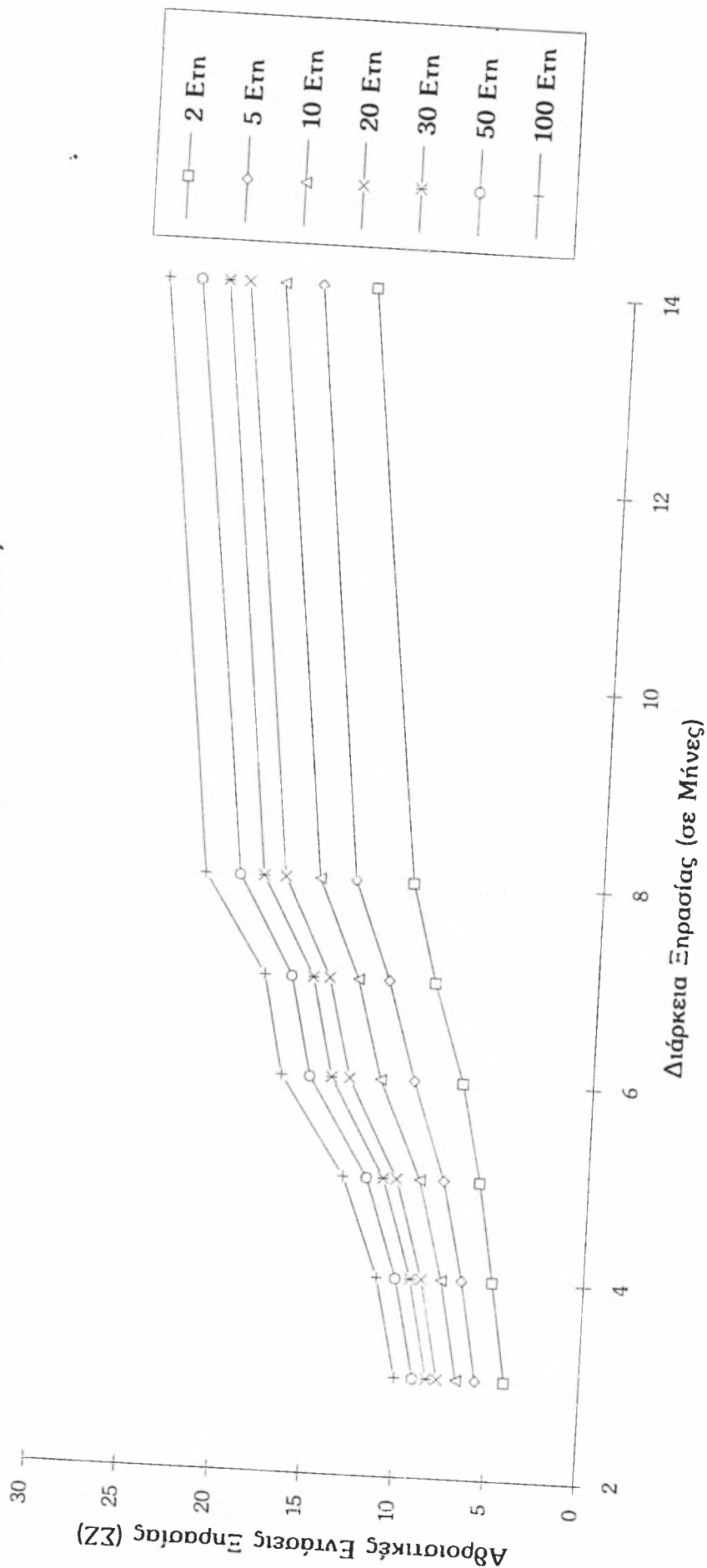
ΠΥΡΓΟΣ (ΡΥ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



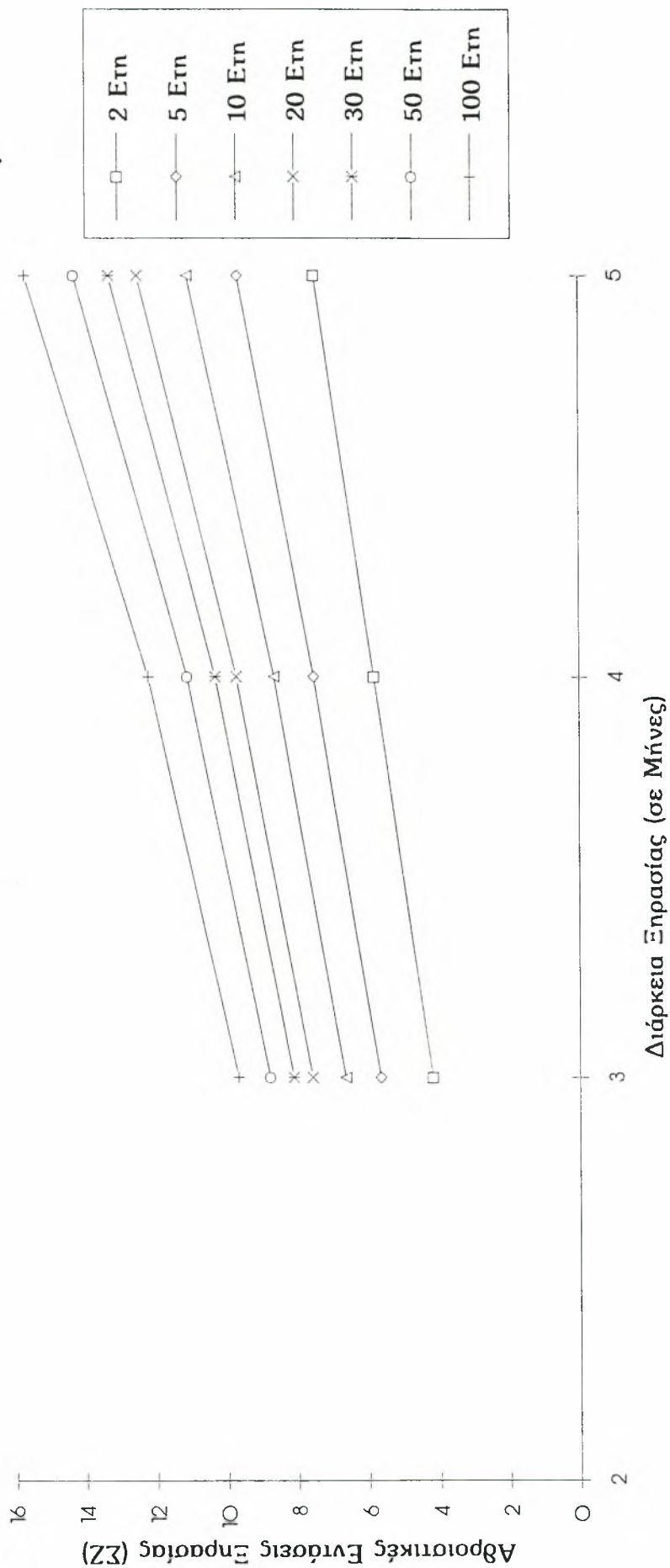
ΣΕΡΡΕΣ (SR): Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



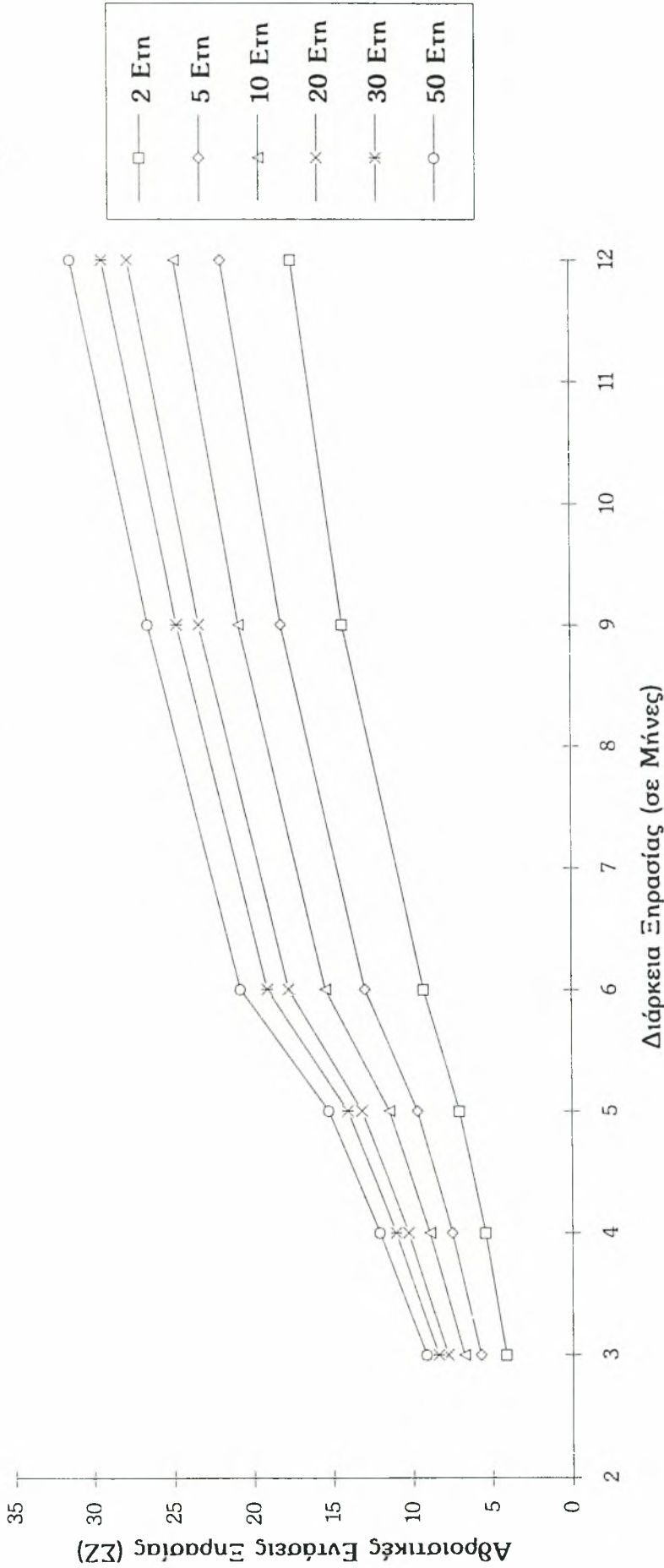
ΣΗΤΕΙΑ (SH) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)



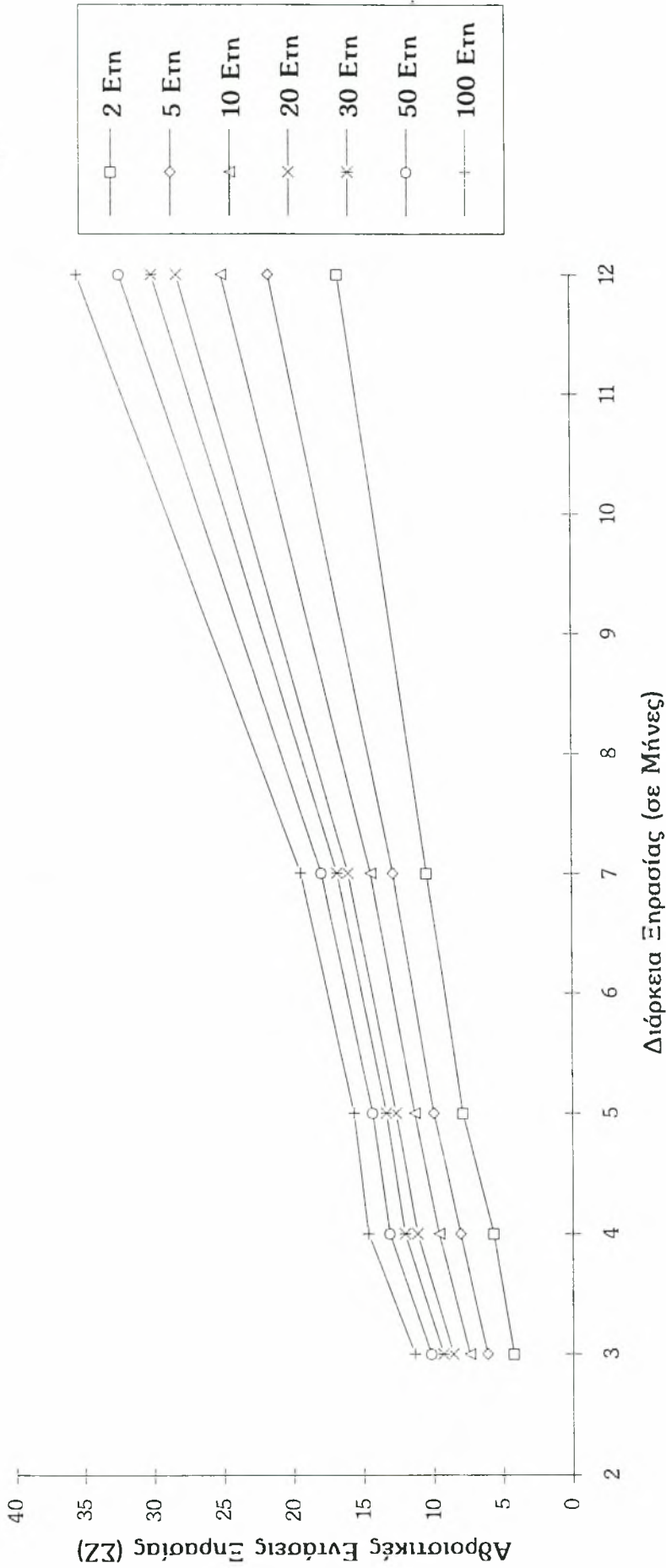
ΣΟΥΦΛΙ (SF) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



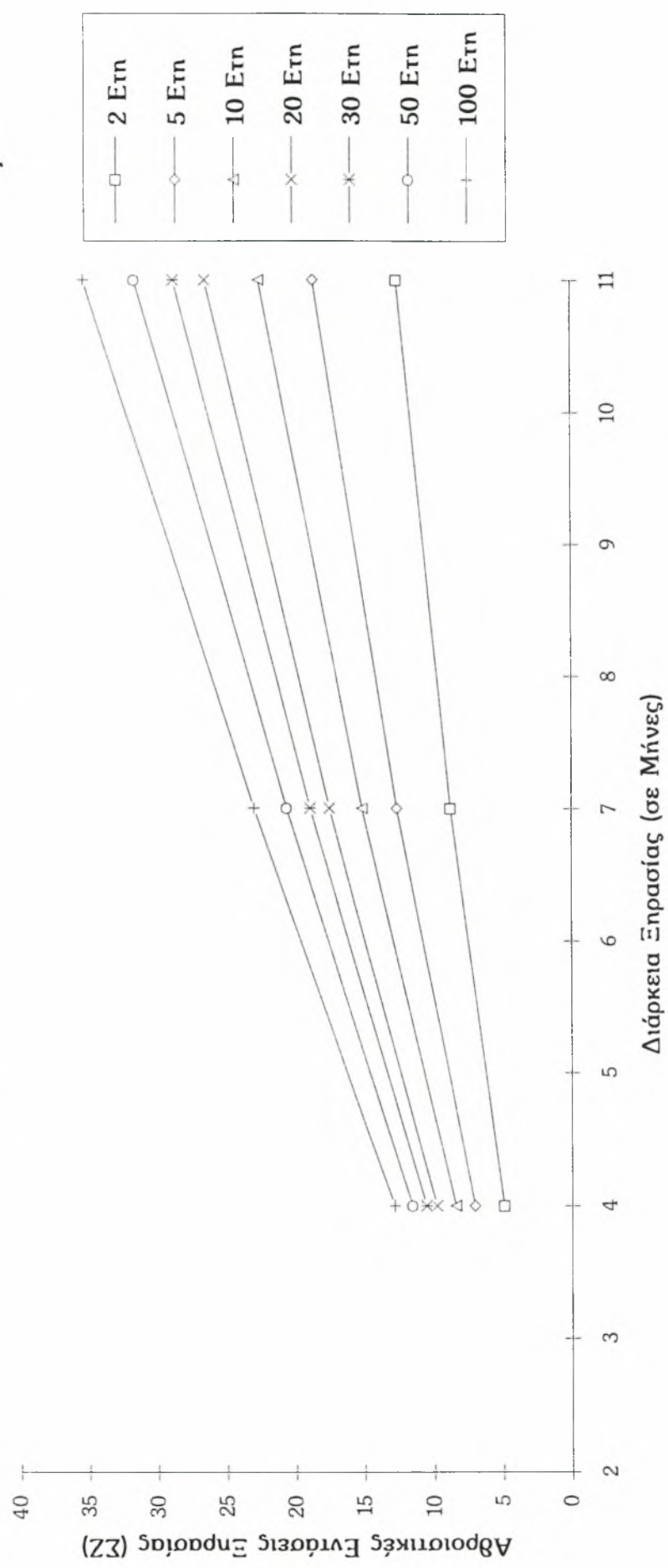
ΤΡΙΚΑΛΑ (TR) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)



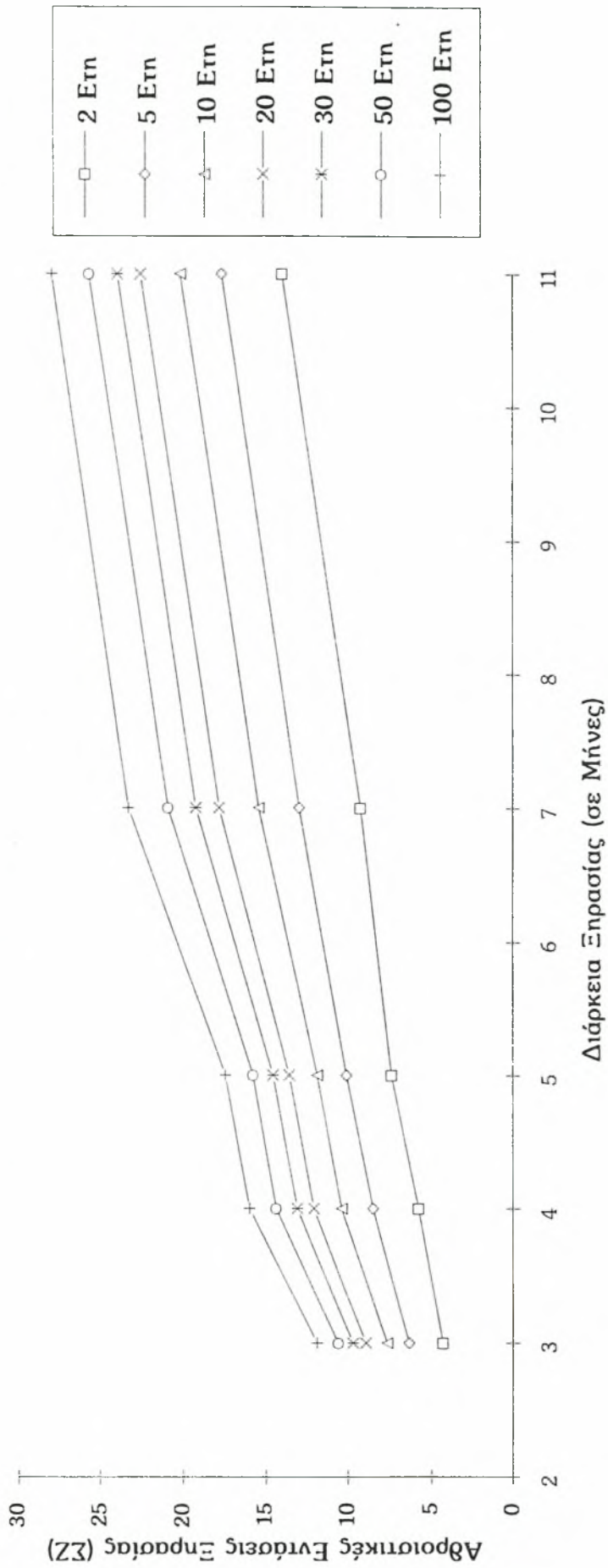
ΤΡΙΠΟΛΗ (ΤΡ) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)



ΦΛΩΡΙΝΑ (FL) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καρπούλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Ετη)

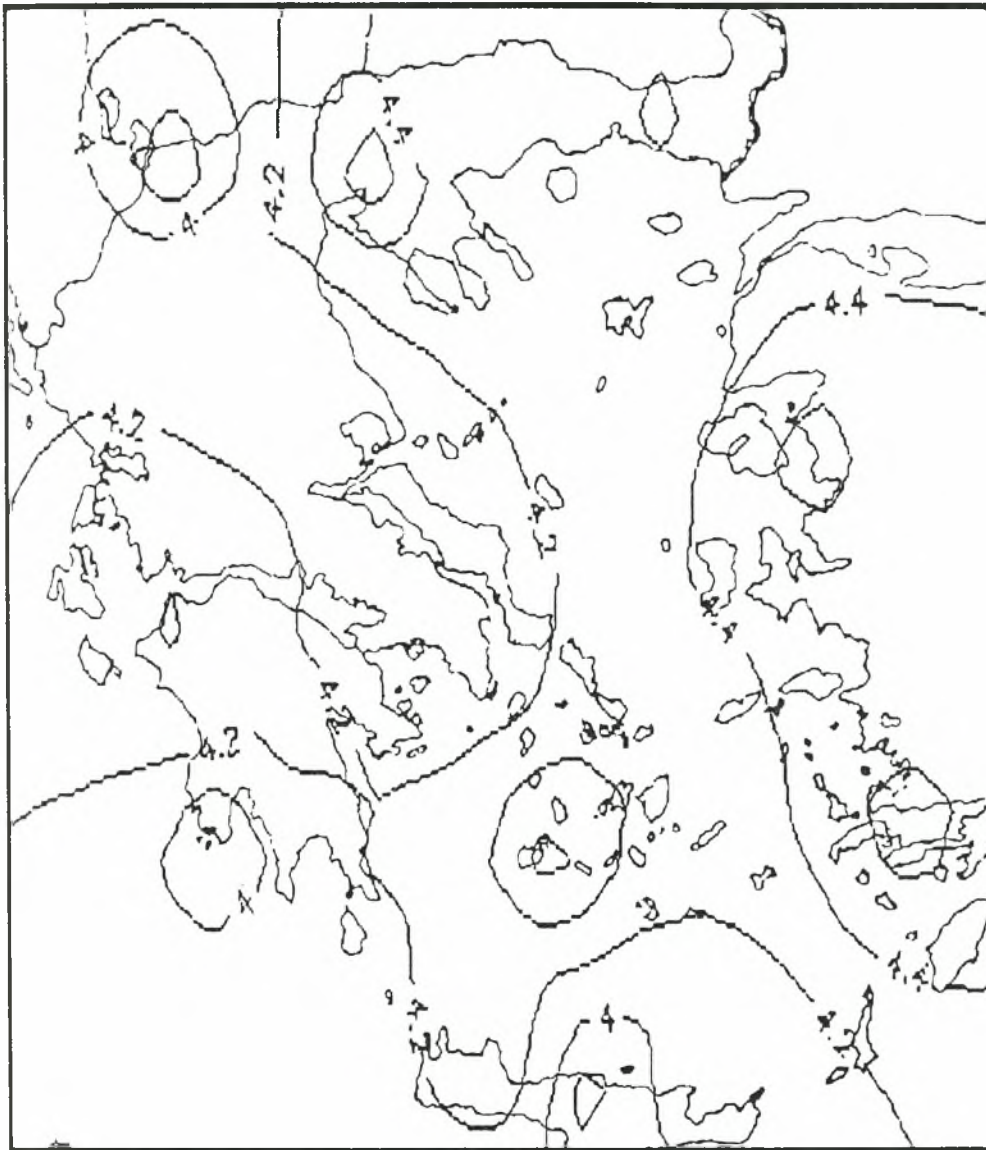


ΧΑΝΙΑ (SA) : Διάγραμμα Εντασης-Διάρκειας-Συχνότητας Ξηρασίας με Καμπύλες Διαφόρων Περιόδων Επανεμφάνισης (σε Έτη)

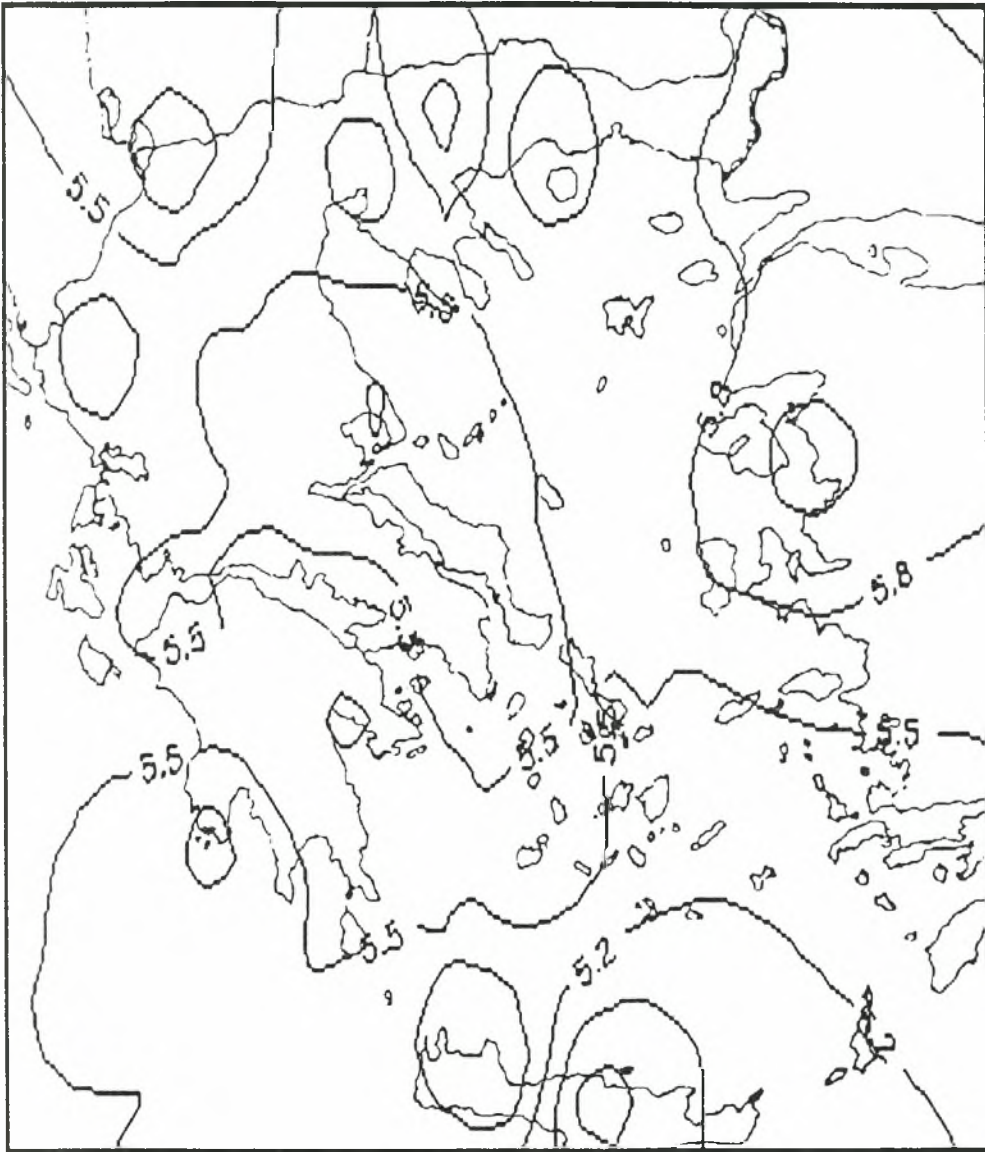


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Π5.

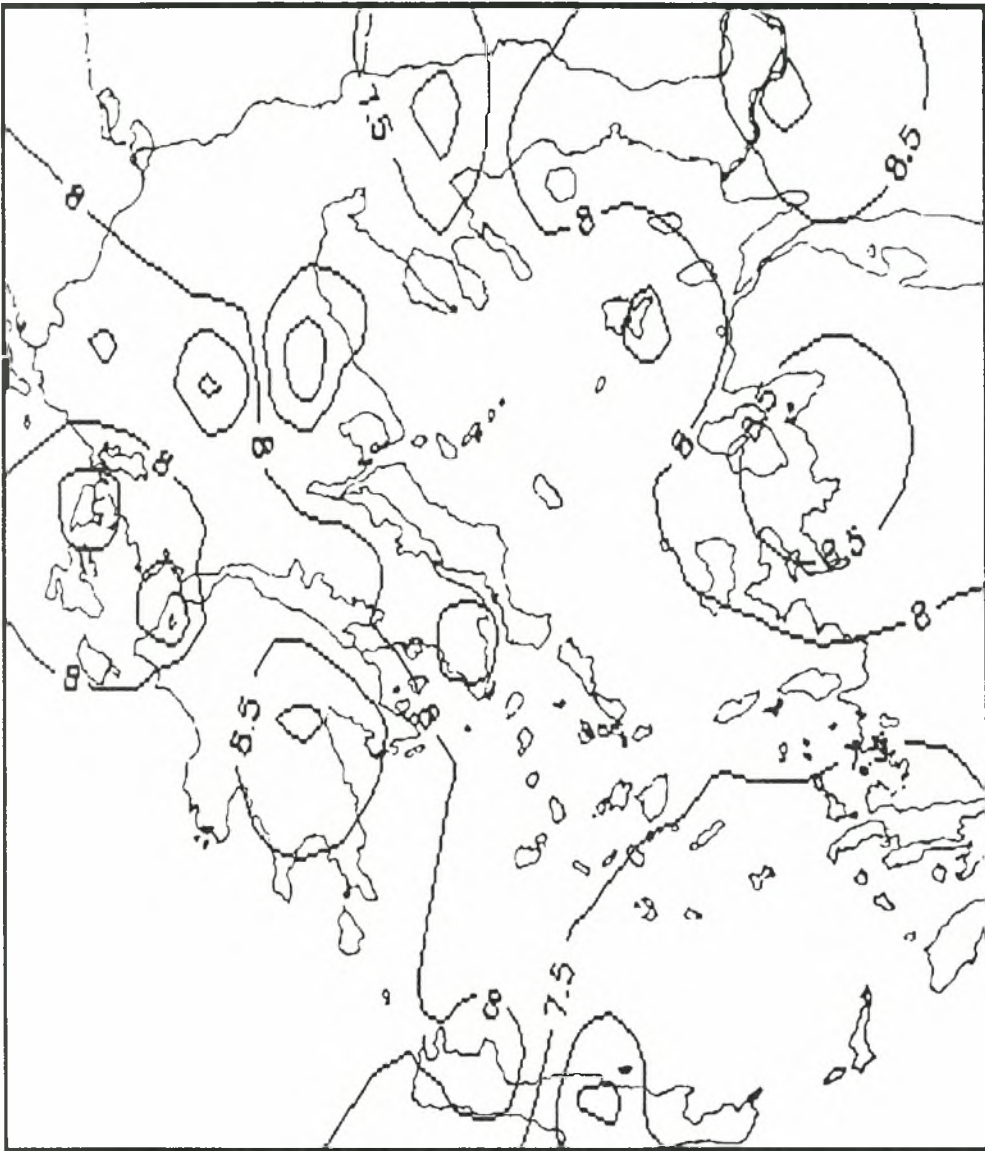
Χάρτες Ελλάδος Ισοζηρικών Καμπυλών



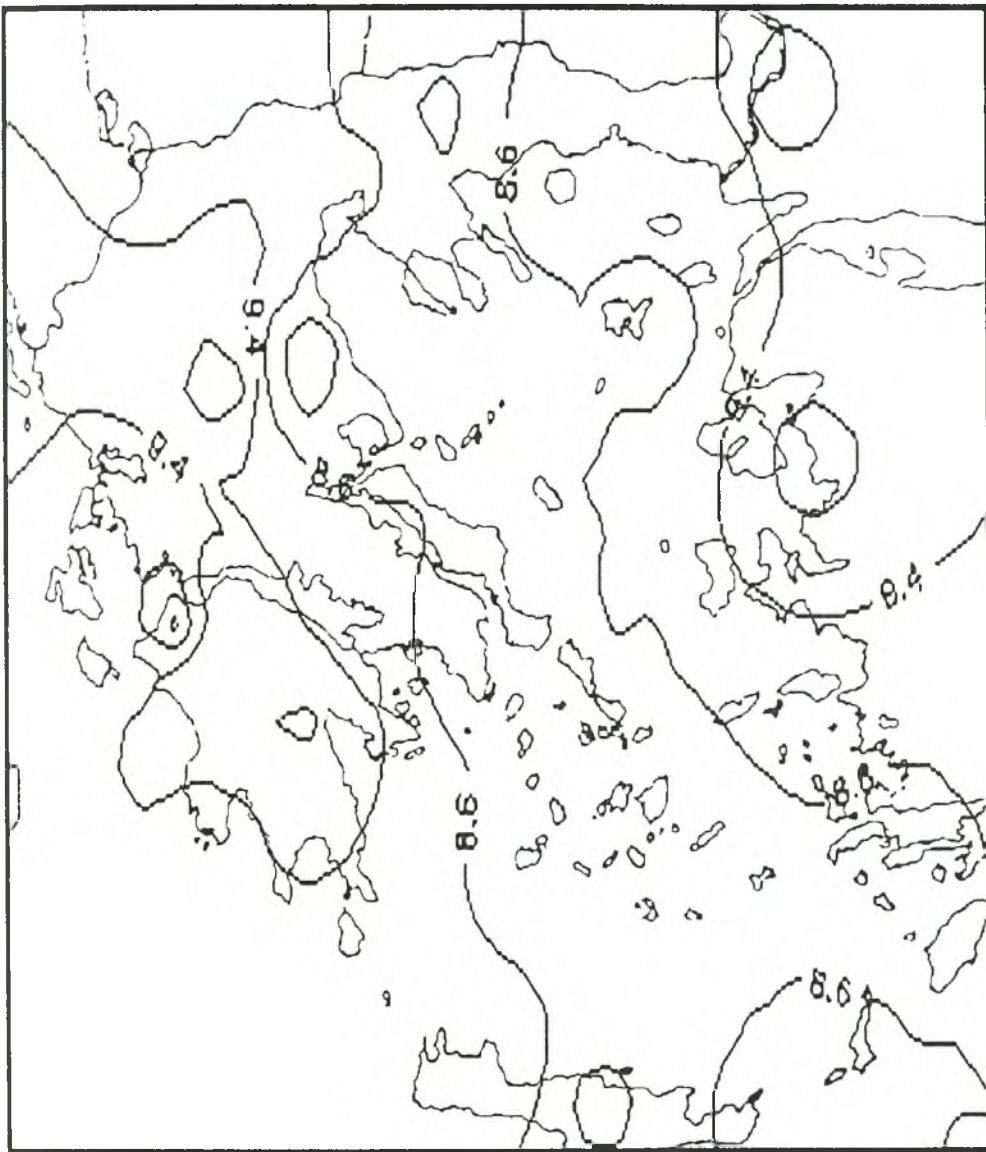
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών και Περίοδο Εμφάνισης 2 Ετών



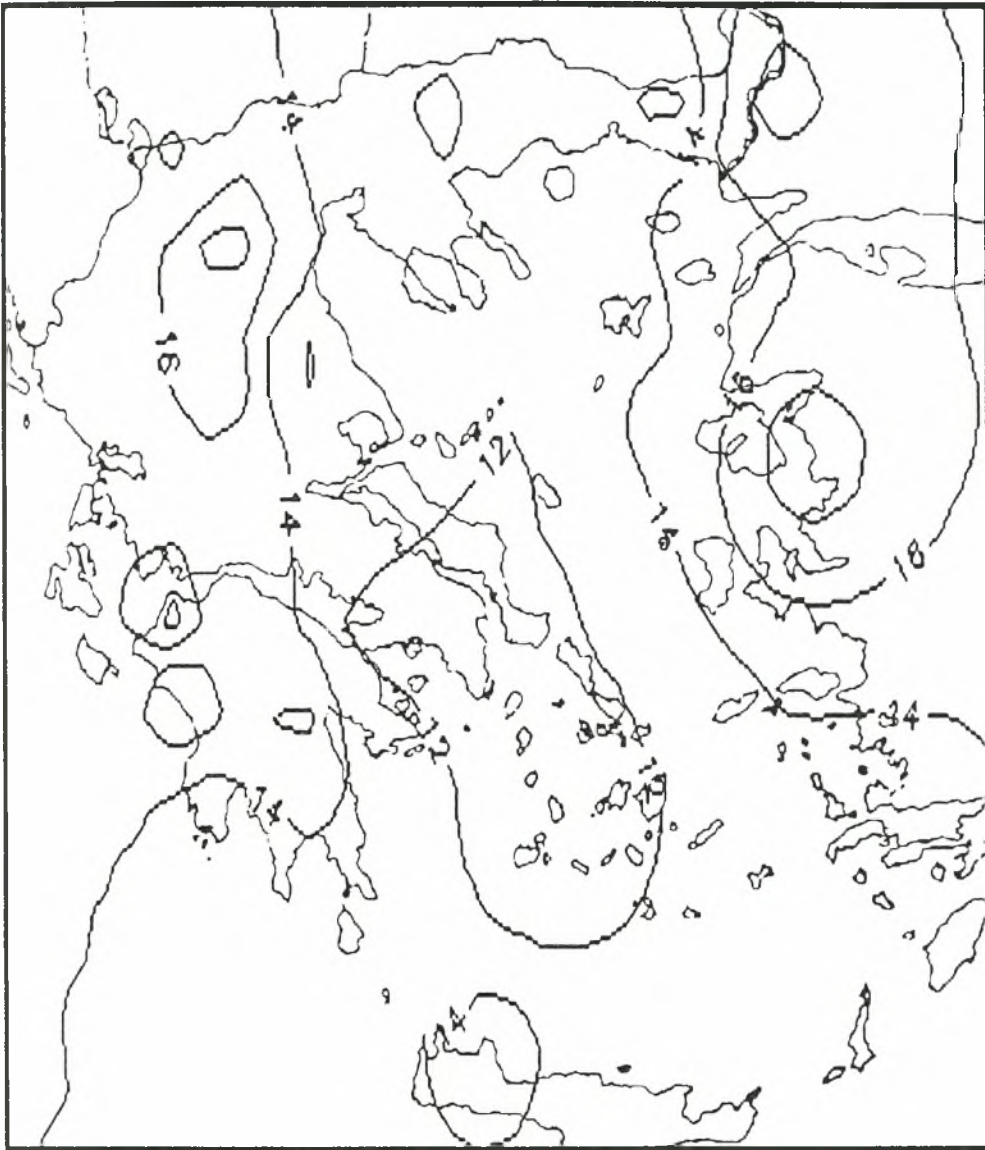
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 4 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 2 Ετών



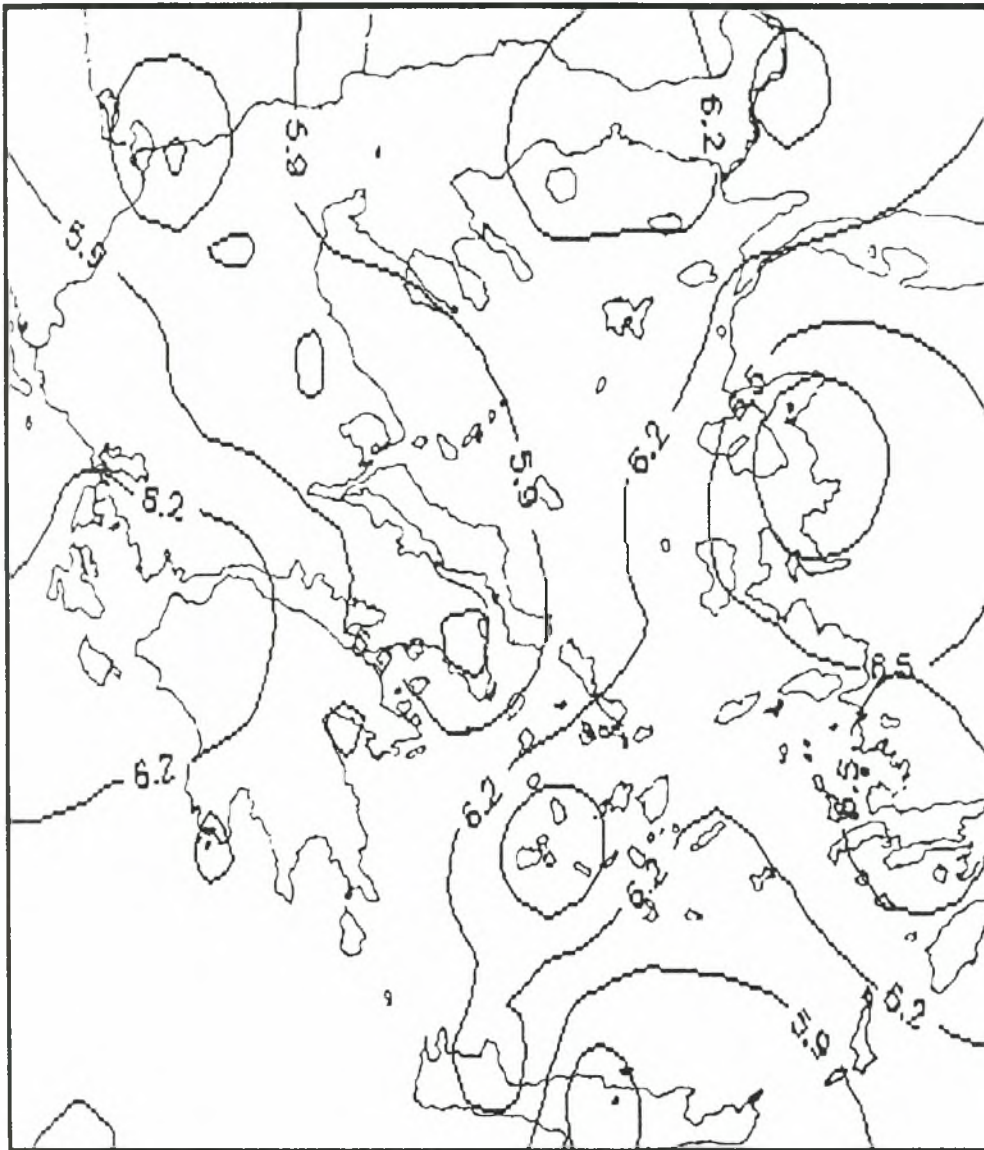
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 6 Μηνών και Περίοδο Εμφάνισης 2 Ετών



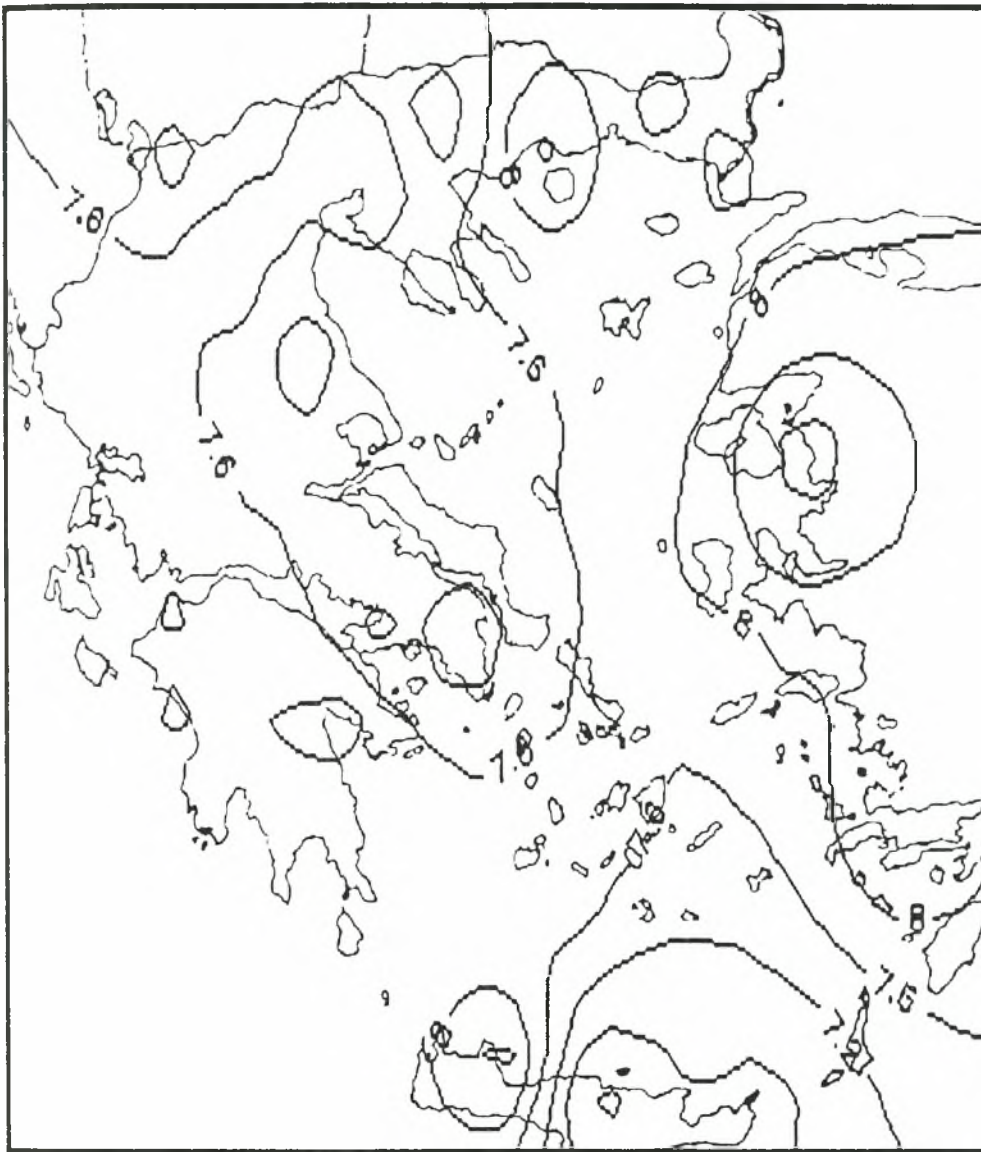
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 7 Μηνών και Περίοδο Εηανεμφάνισης 2 Ετών



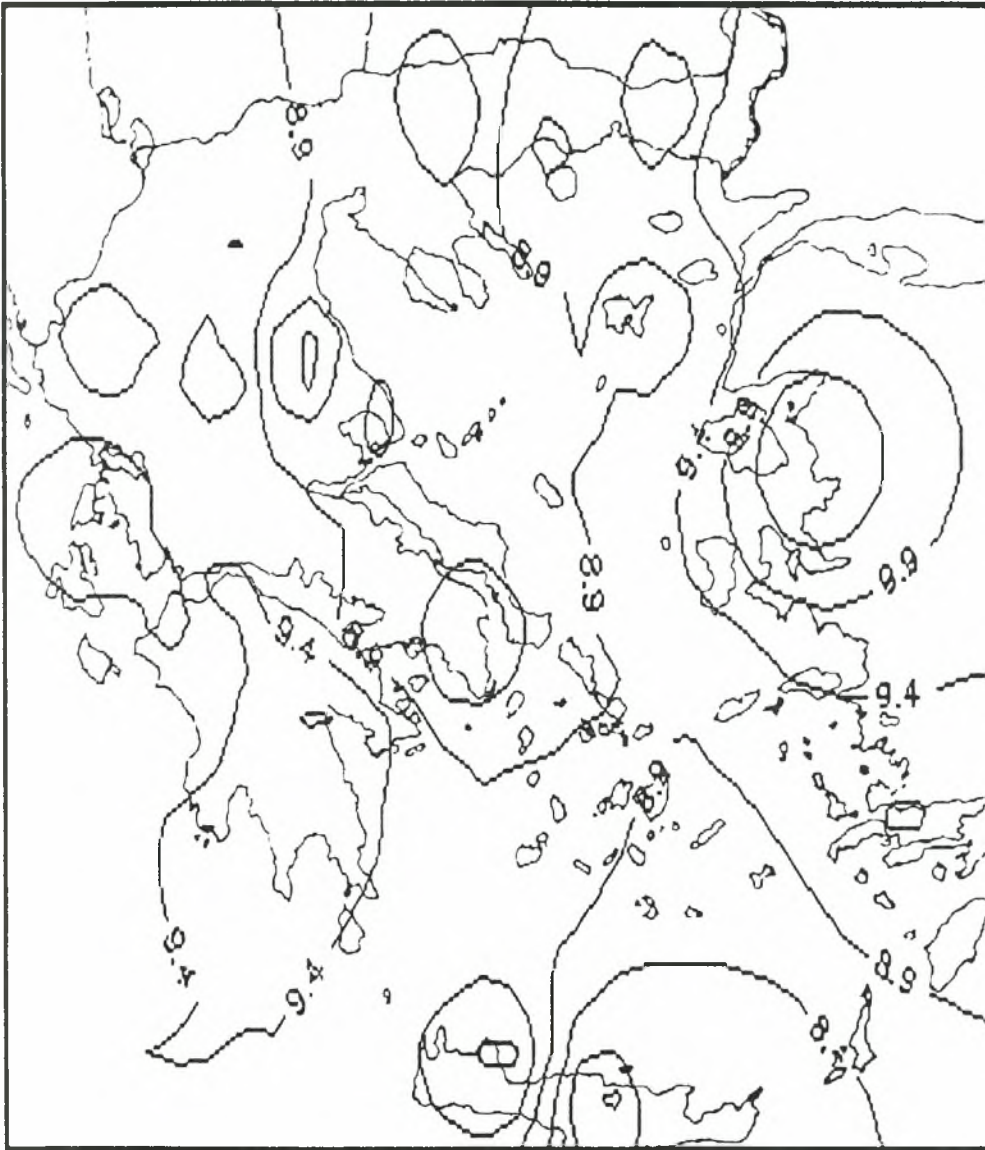
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 12 Μηνών και Περίοδο Εηανεμφάνισης 2 Ετών



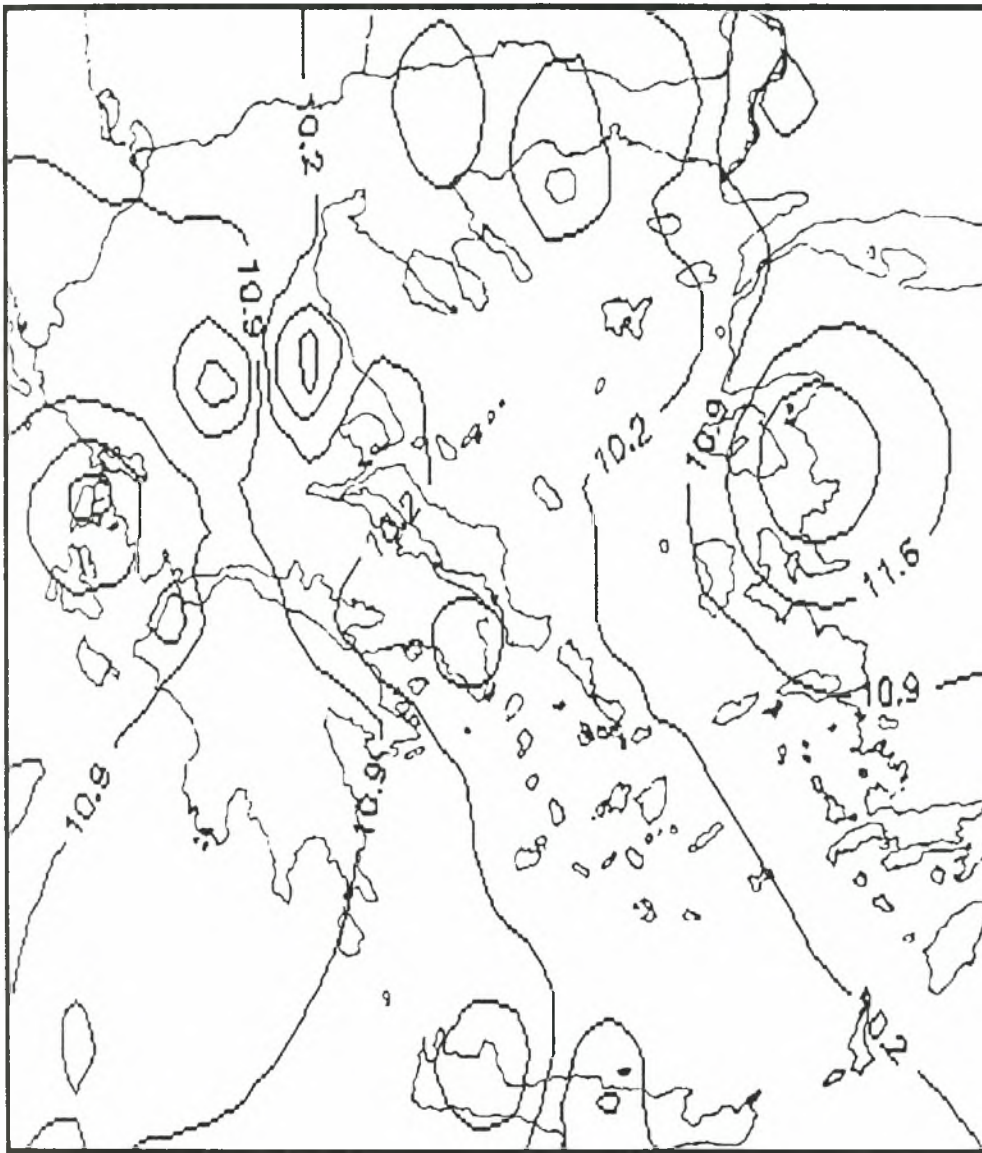
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 5 Ετών



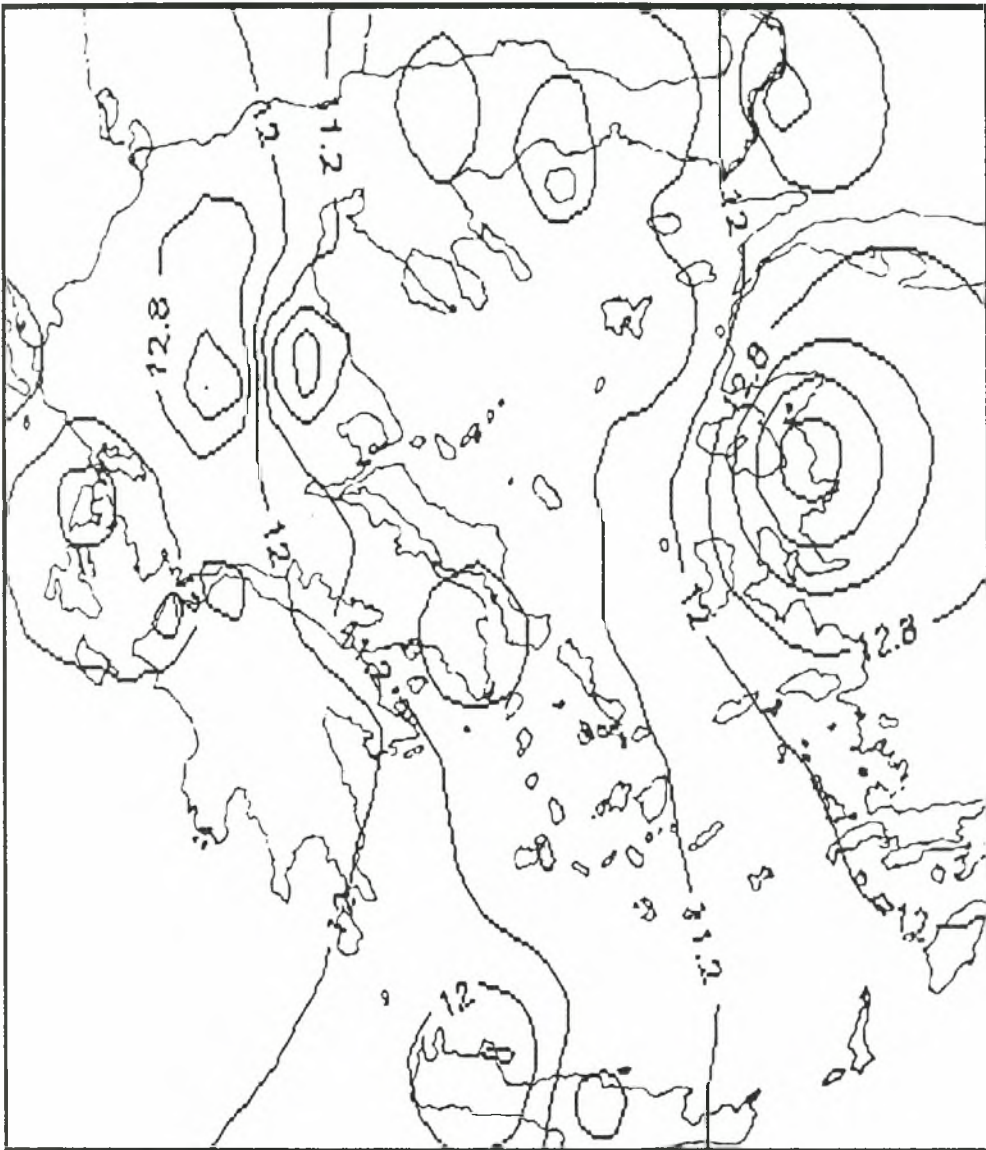
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 4 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 5 Ετών



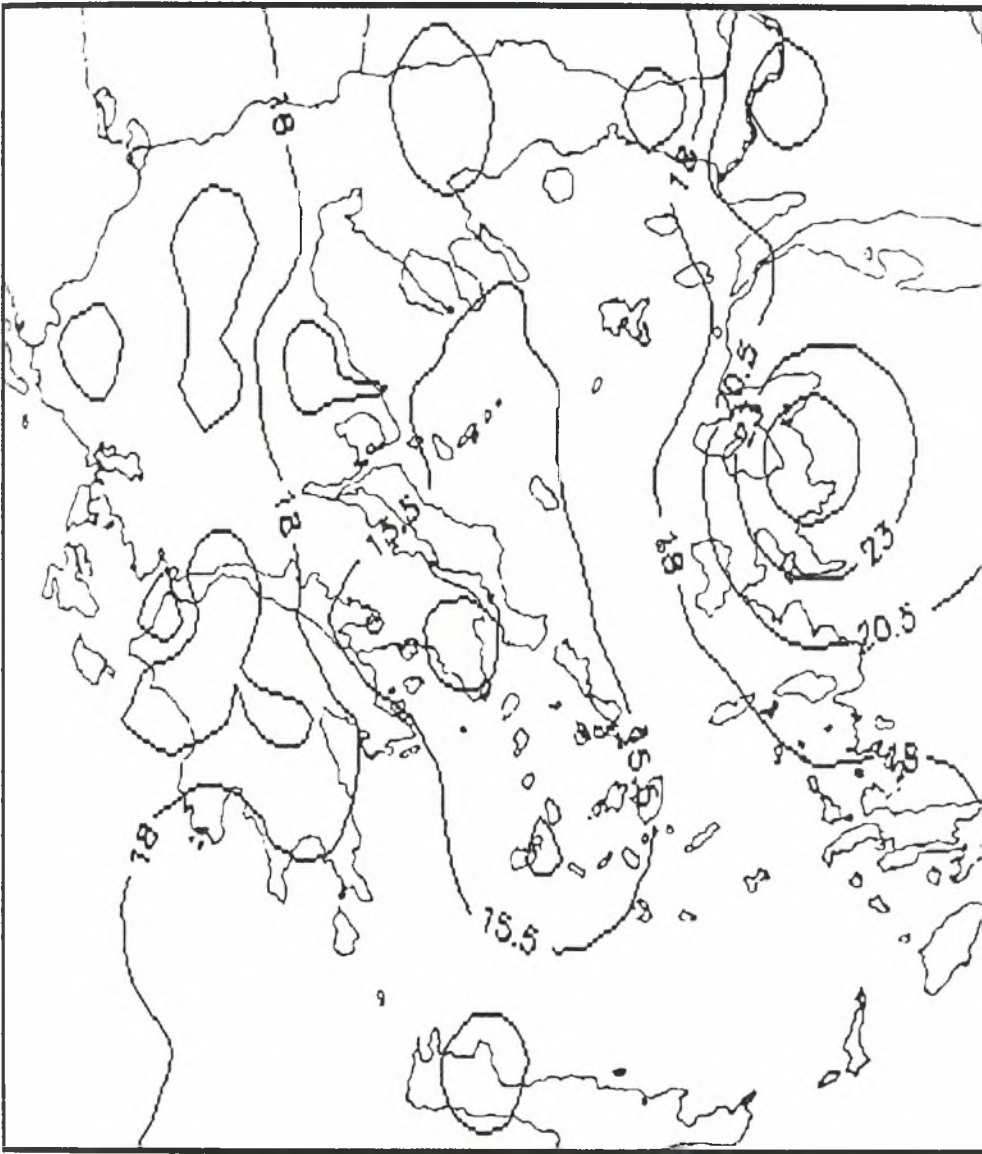
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 5 Μηνών και Περίοδο Εηνεμφάνισης 5 Ετών



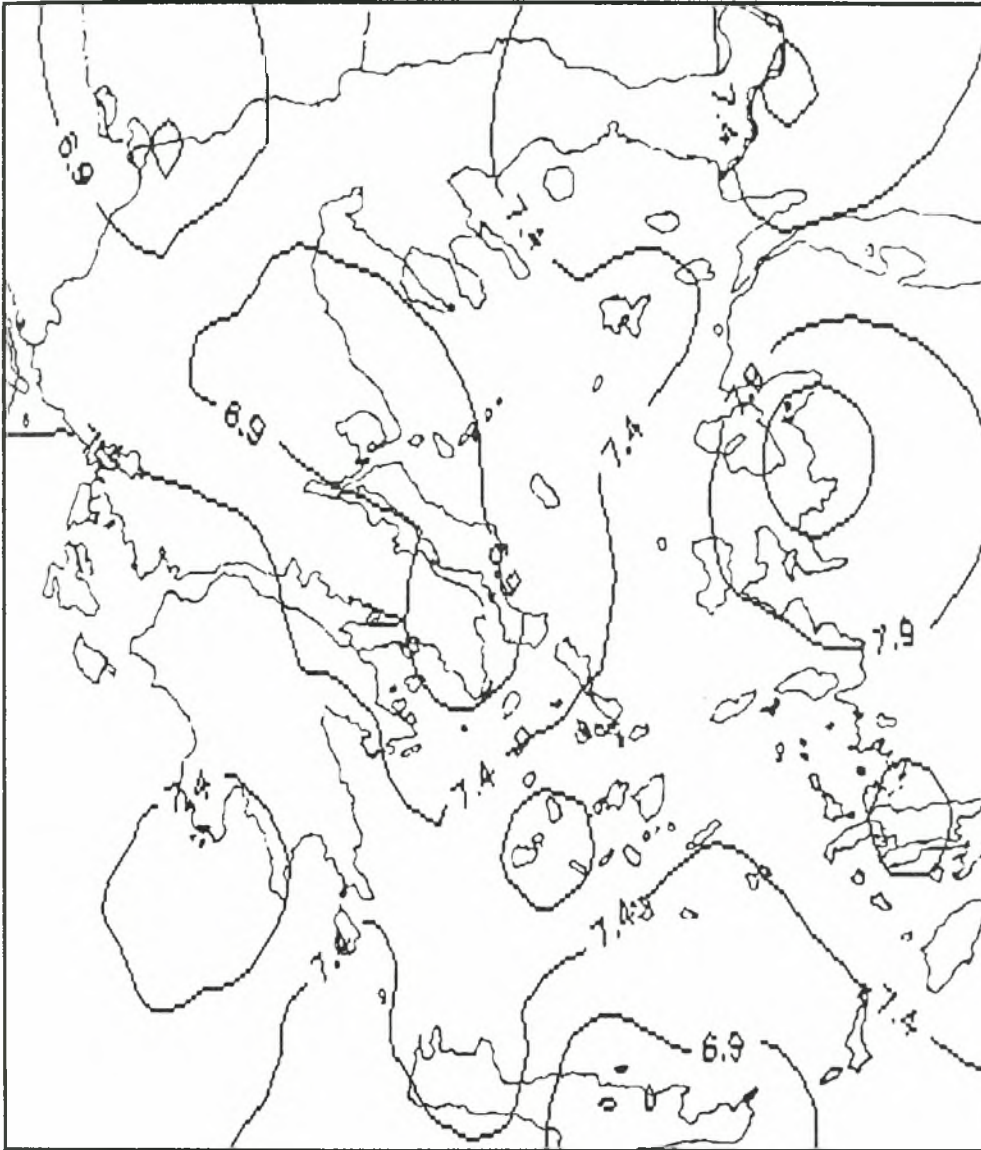
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 6 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 5 Ετών



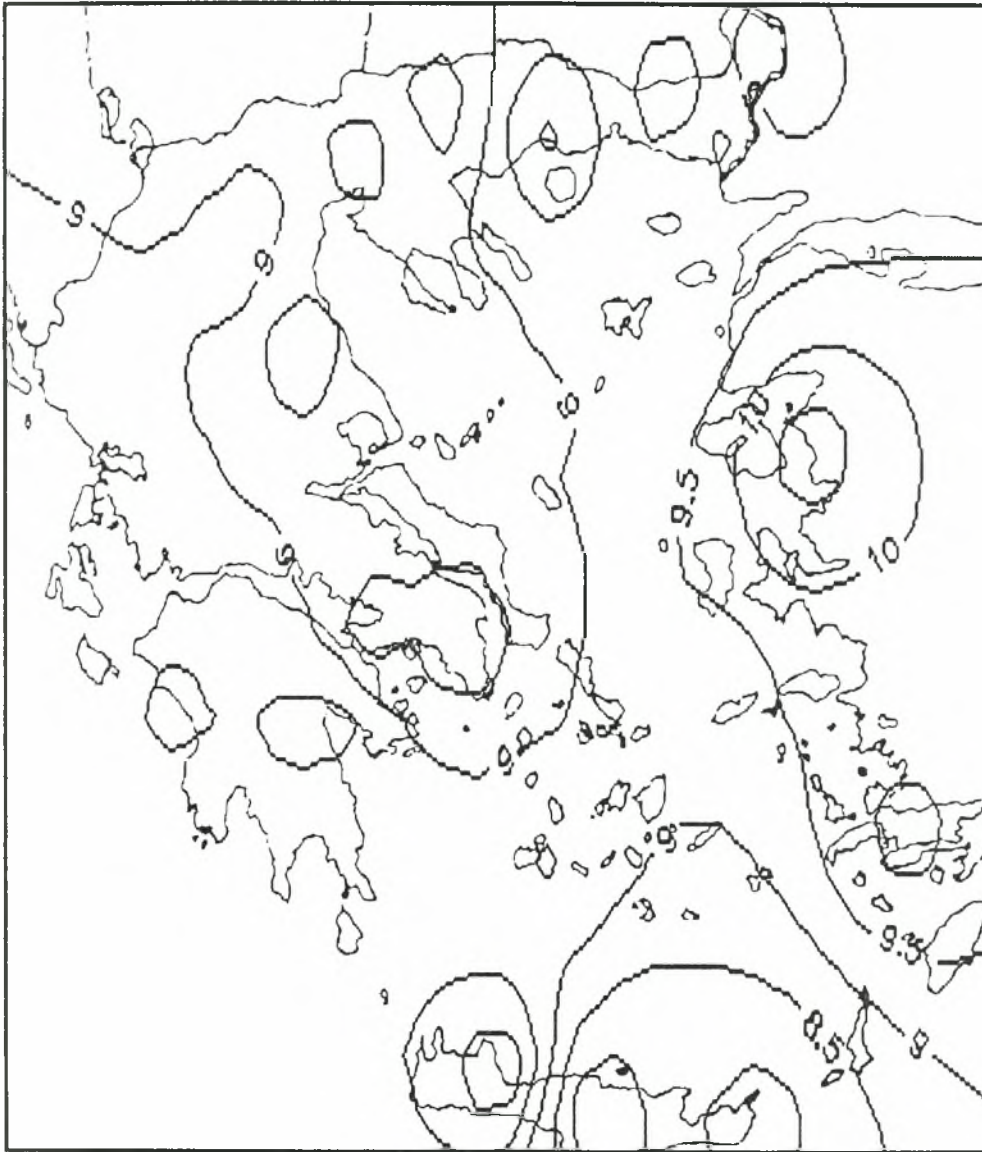
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 7 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 5 Ετών



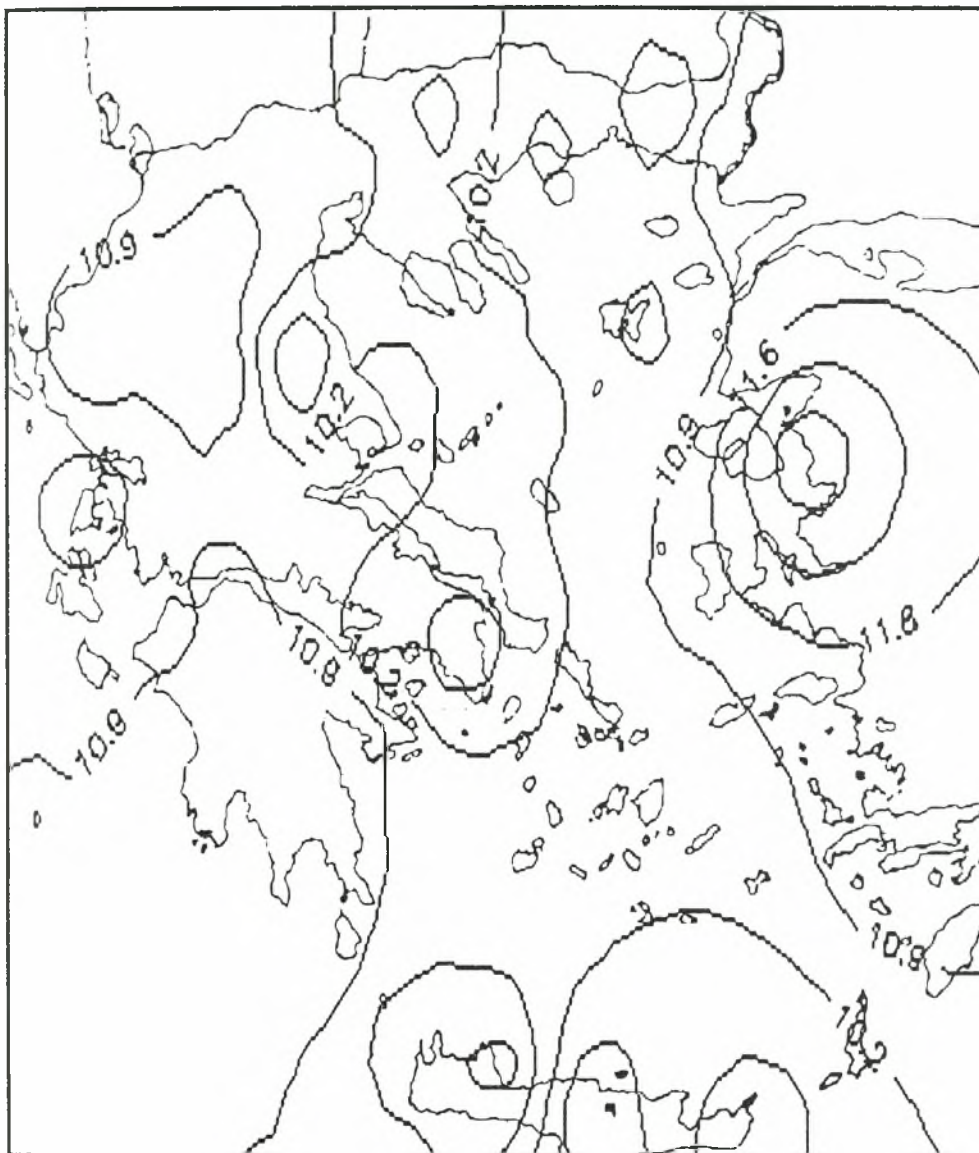
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 12 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 5 Ετών



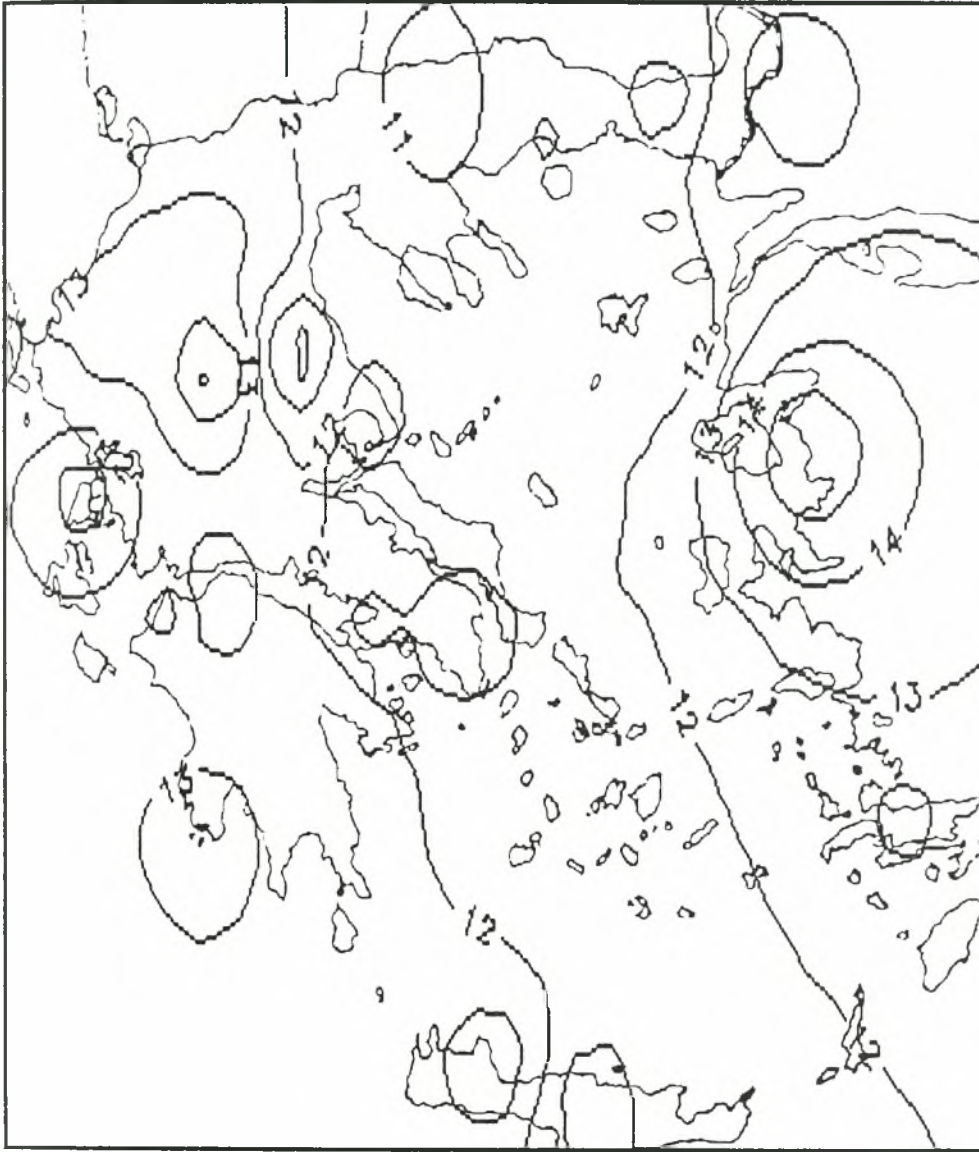
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 10 Ετών



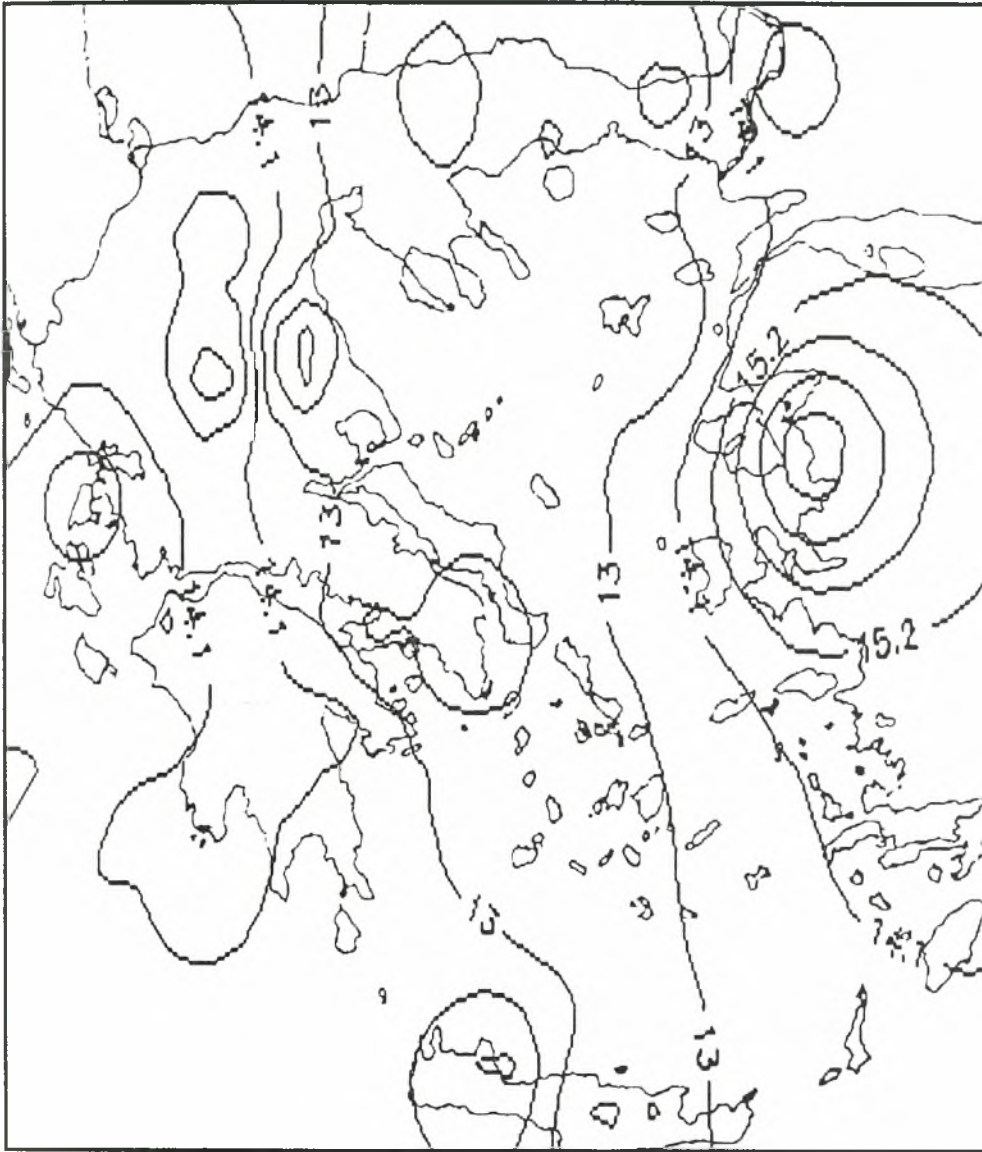
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 4 Μηνών και Περίοδο Εμφάνισης 10 Ετών



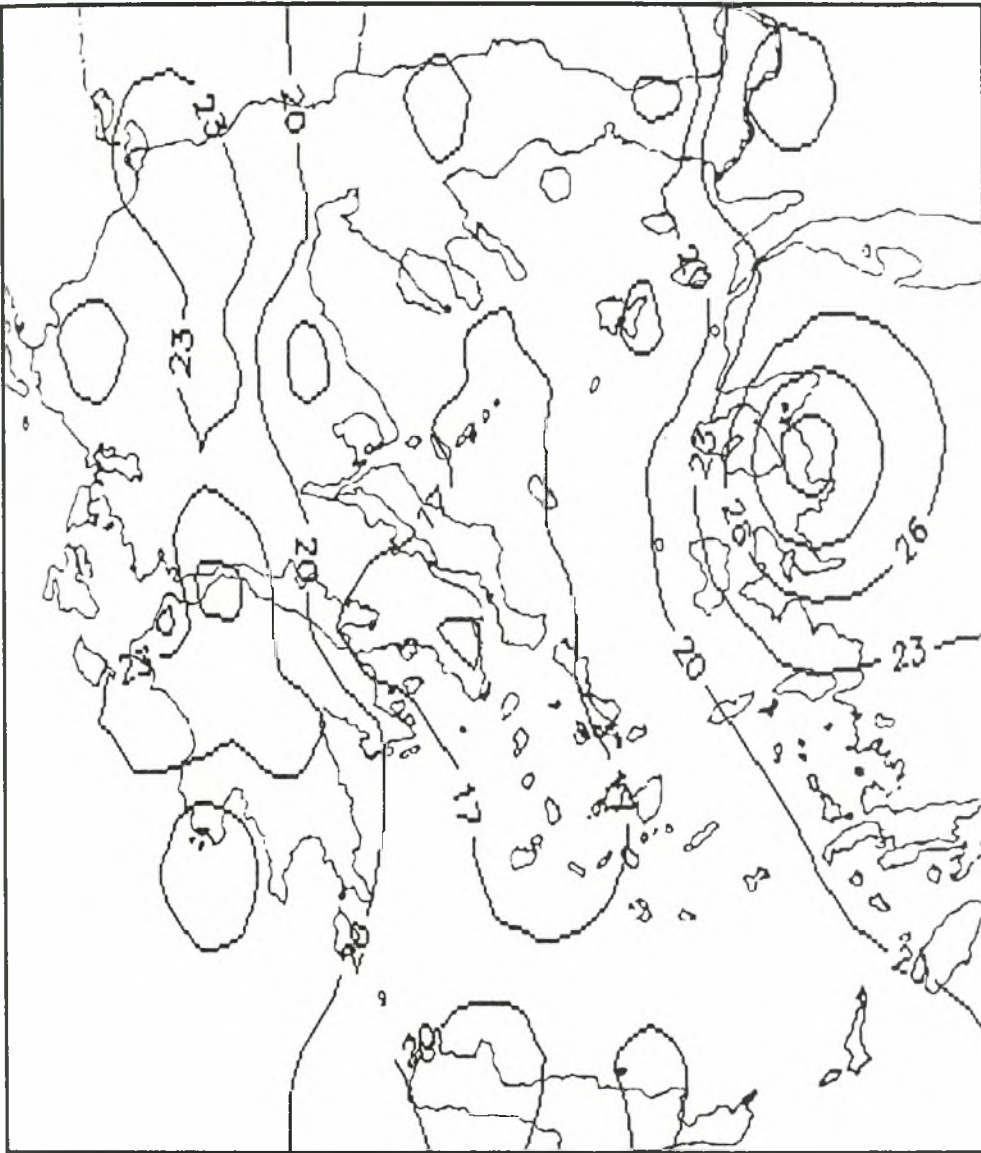
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 5 Μηνών και Περίοδο Εξανεμόφάνισης 10 Ετών



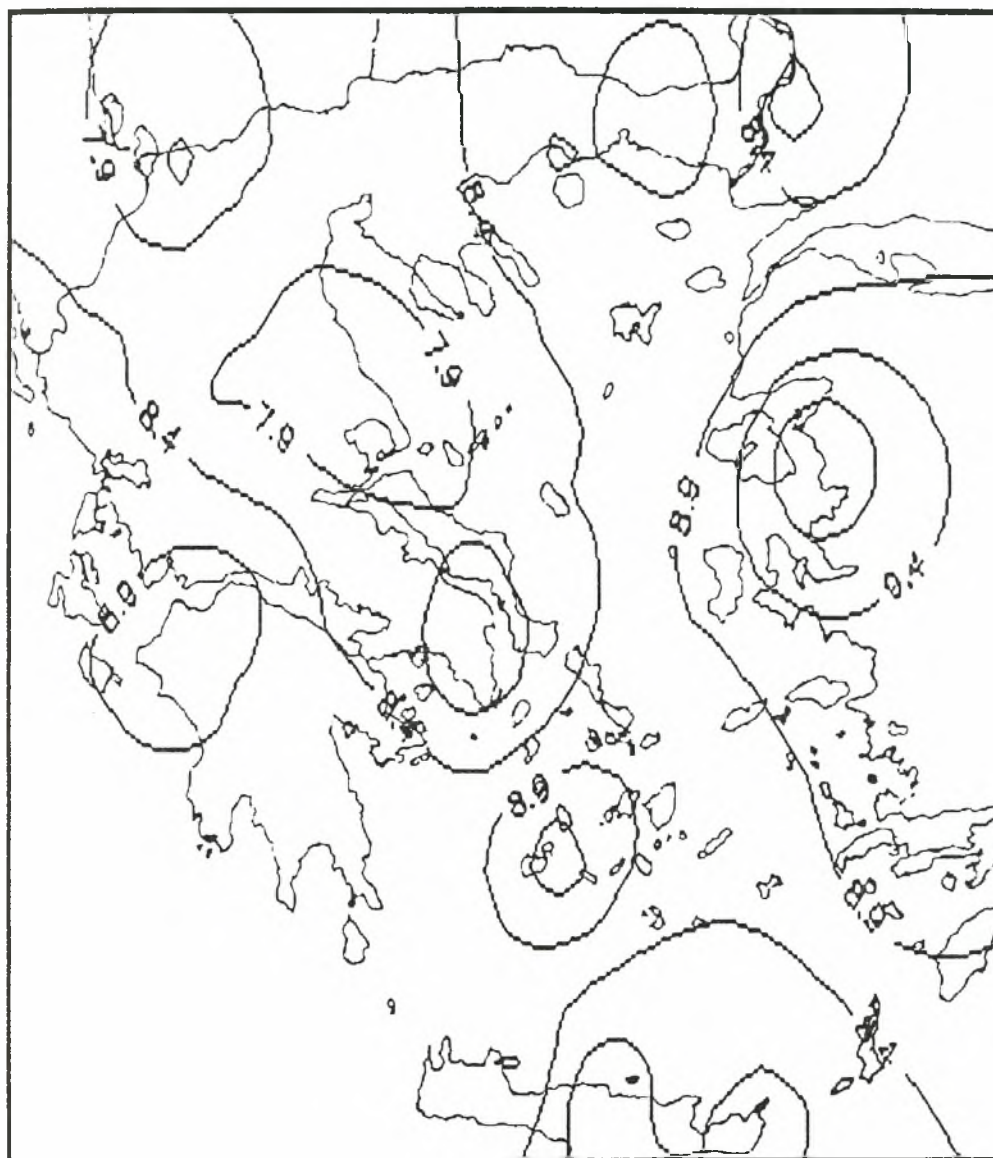
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 6 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 10 Ετών



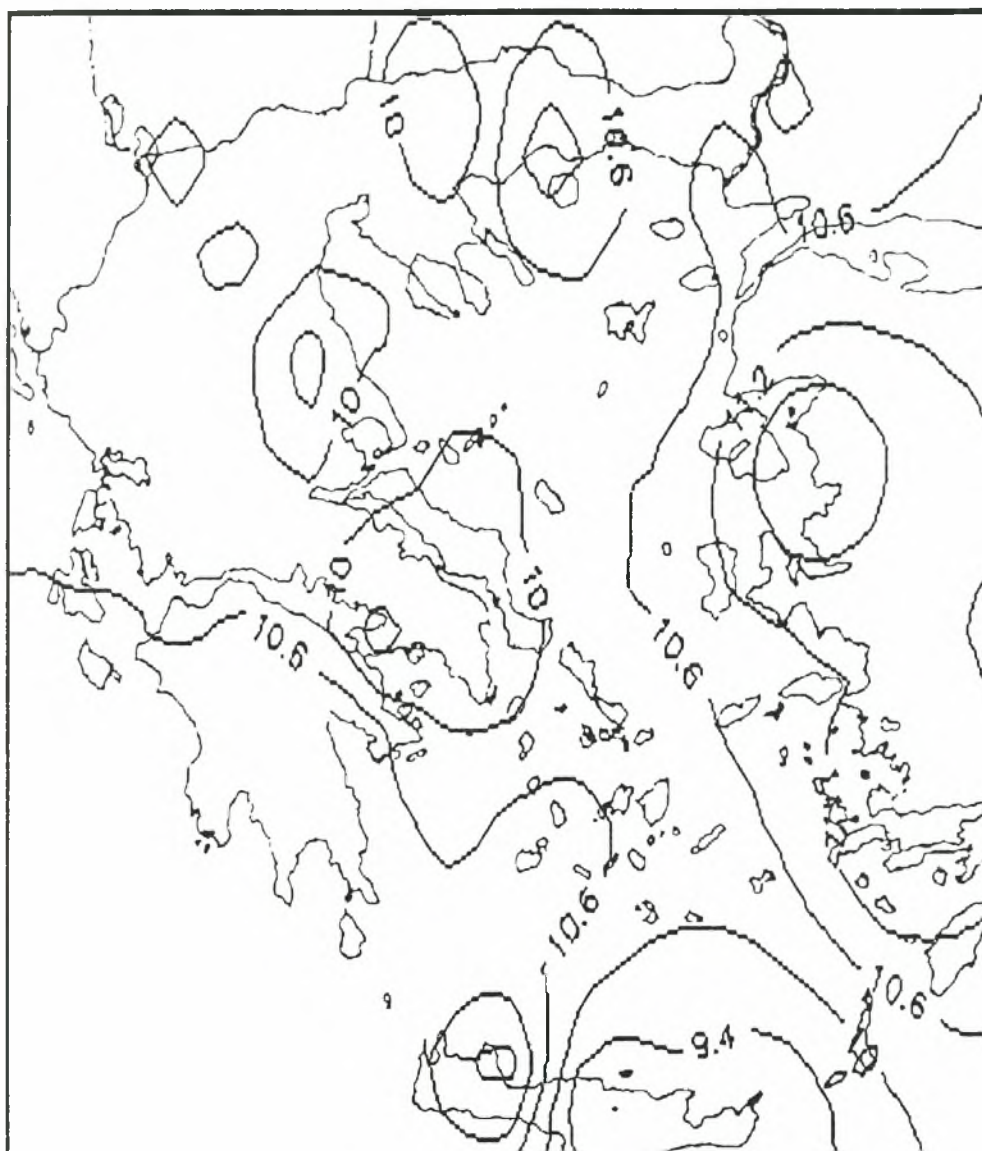
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 7 Μηνών και Περίοδο Εημεφάνισης 10 Ετών



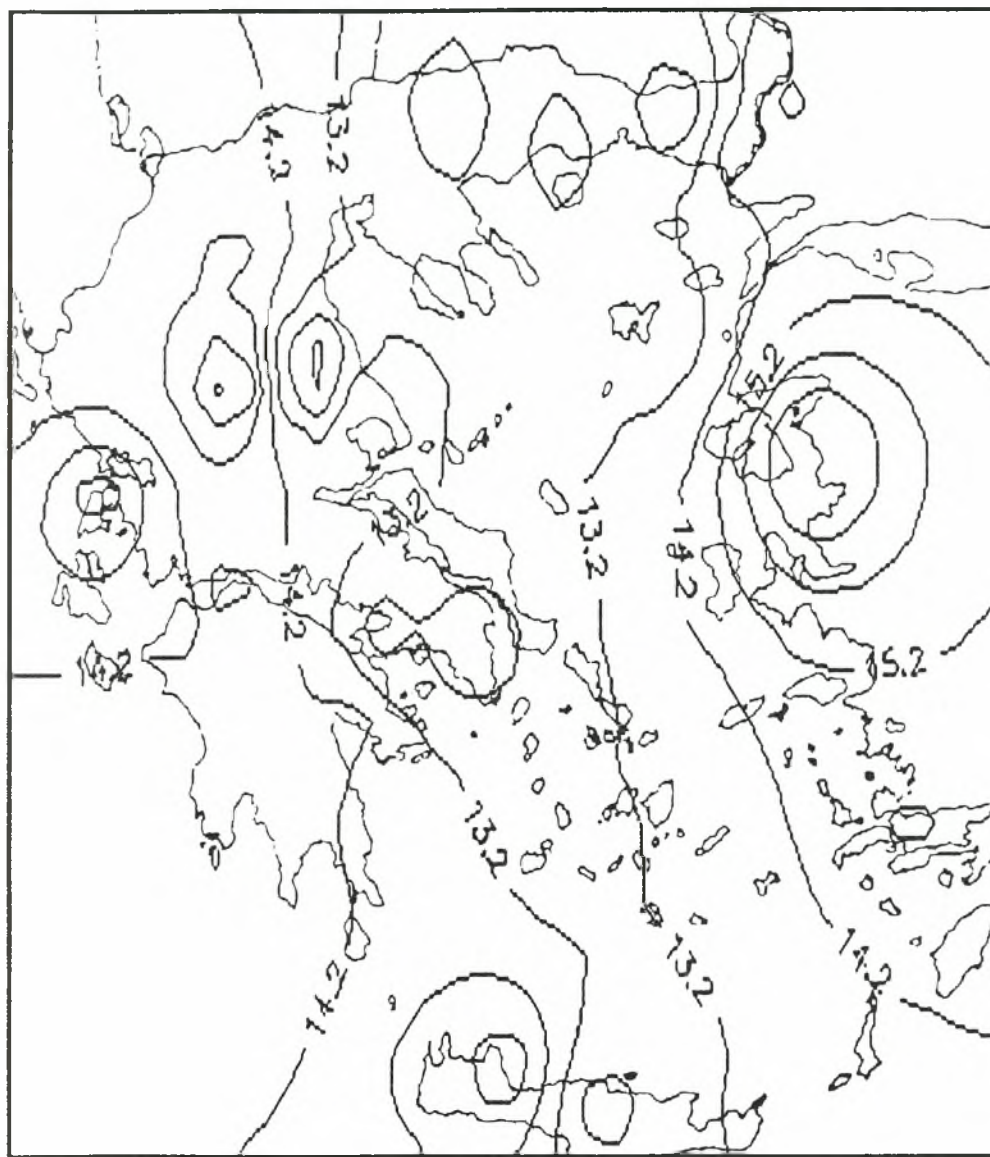
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 12 Μηνών και Περίοδο Ήλιανημφάνισης 10 Ετών



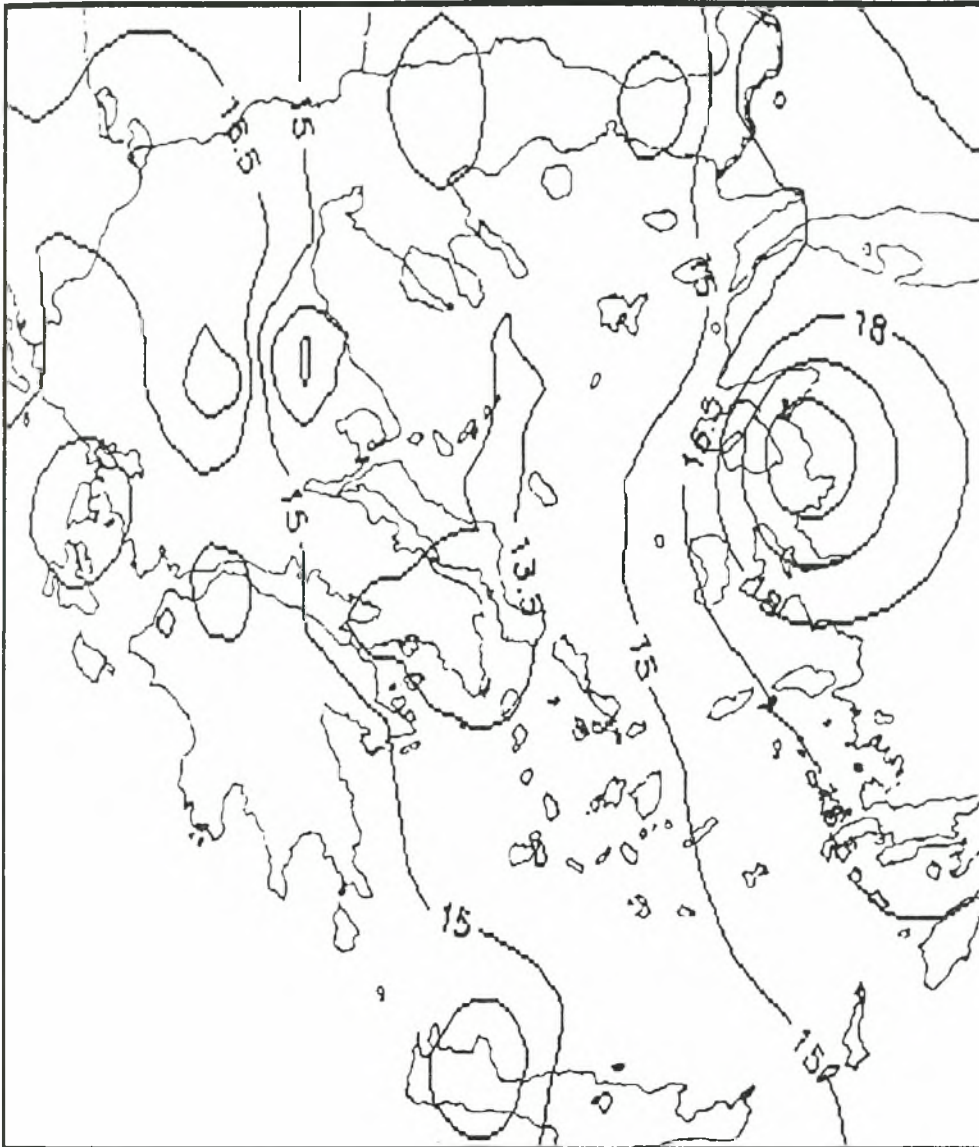
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 20 Ετών



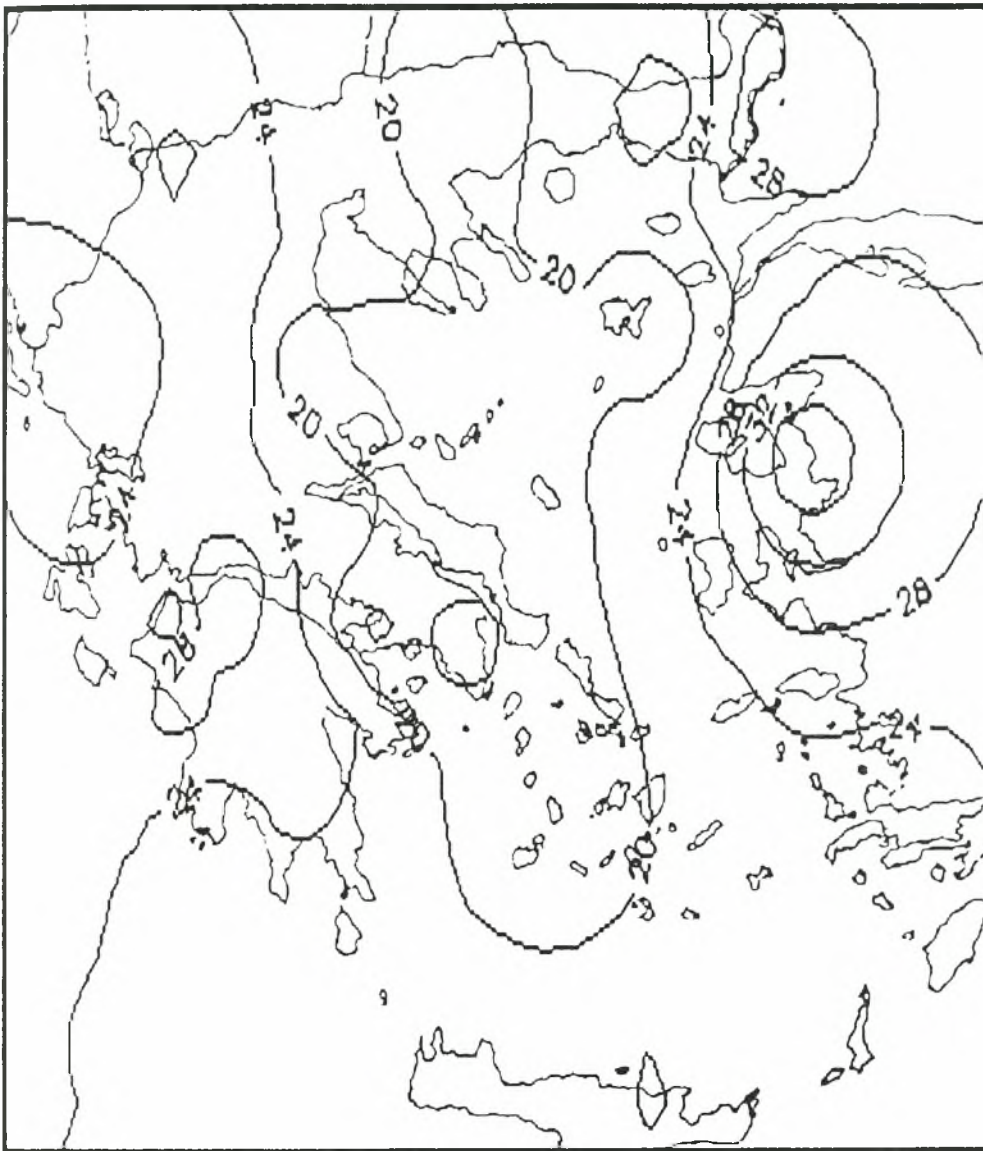
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 4 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 20 Ετών



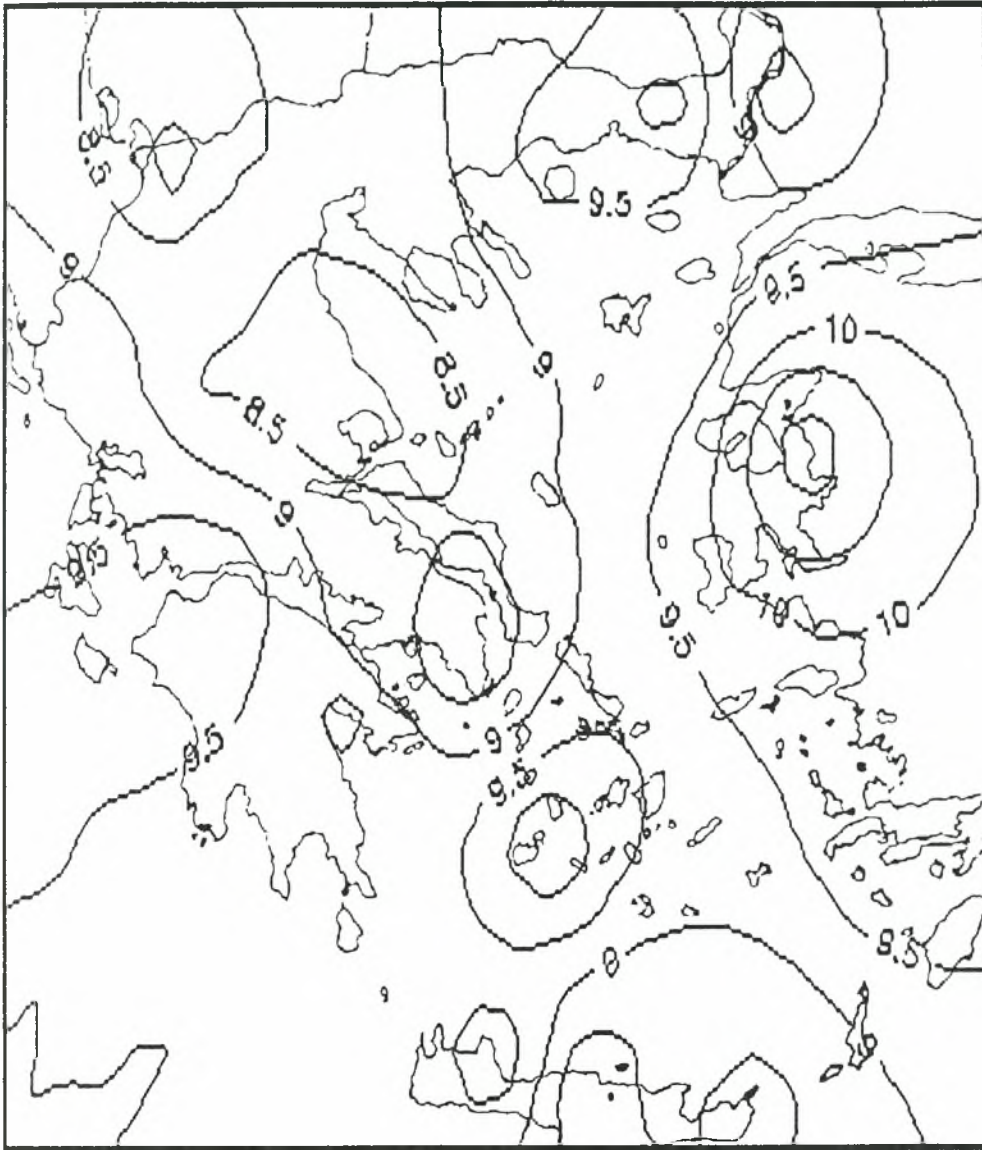
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 6 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 20 Ετών



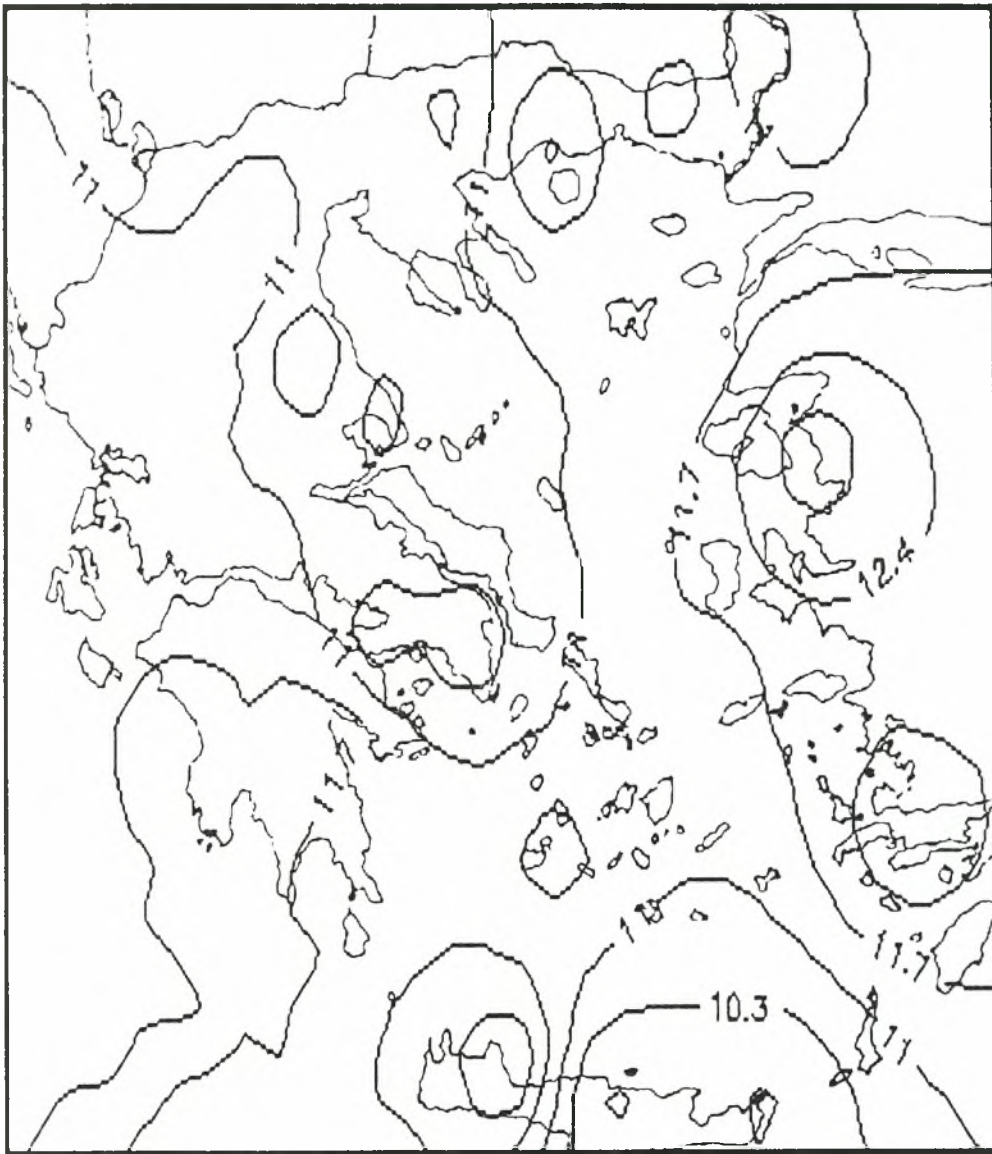
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 7 Μηνών και Περίοδο Εμφάνισης 20 Ετών



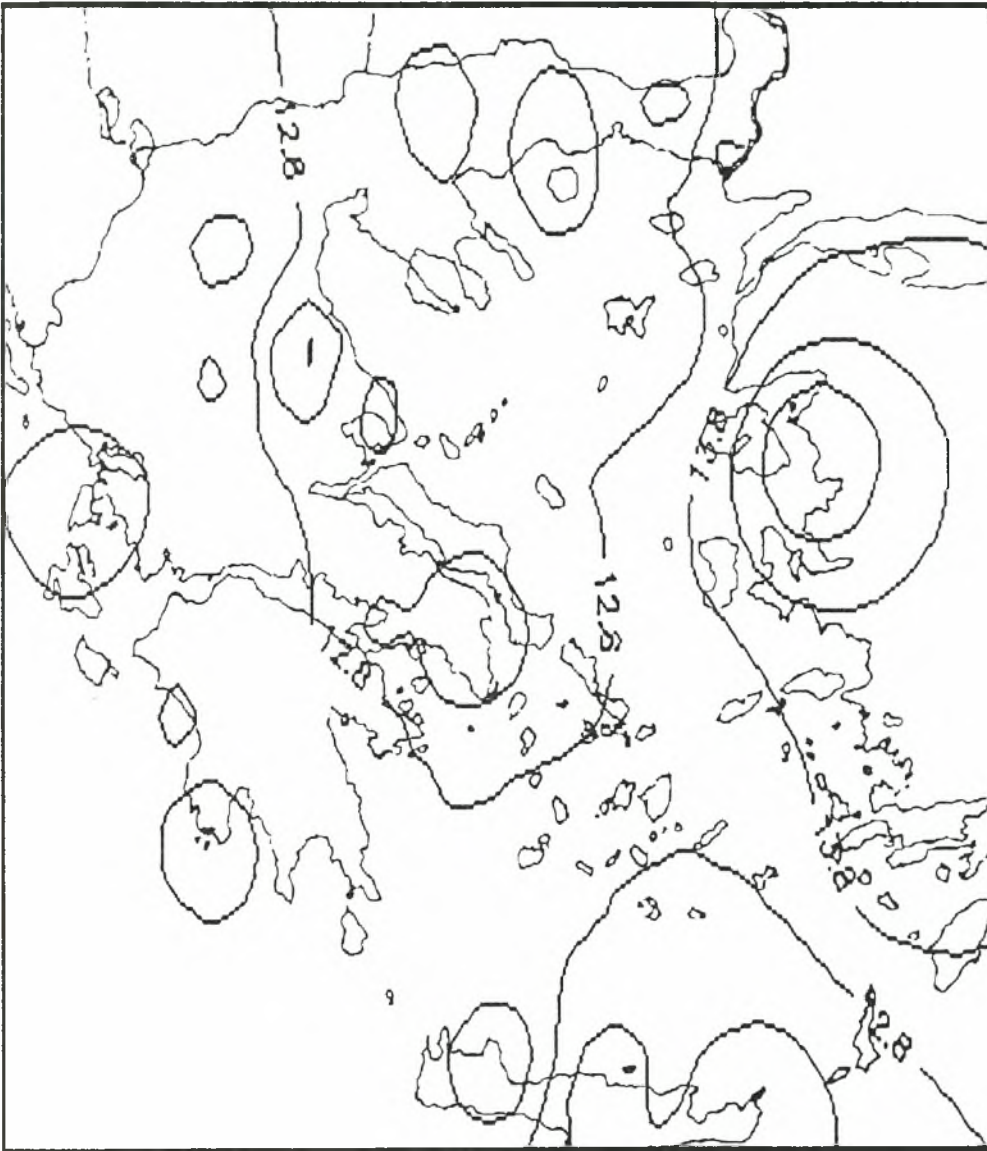
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 12 Μηνών και Περίοδο Εηνεμφάνισης 20 Ετών



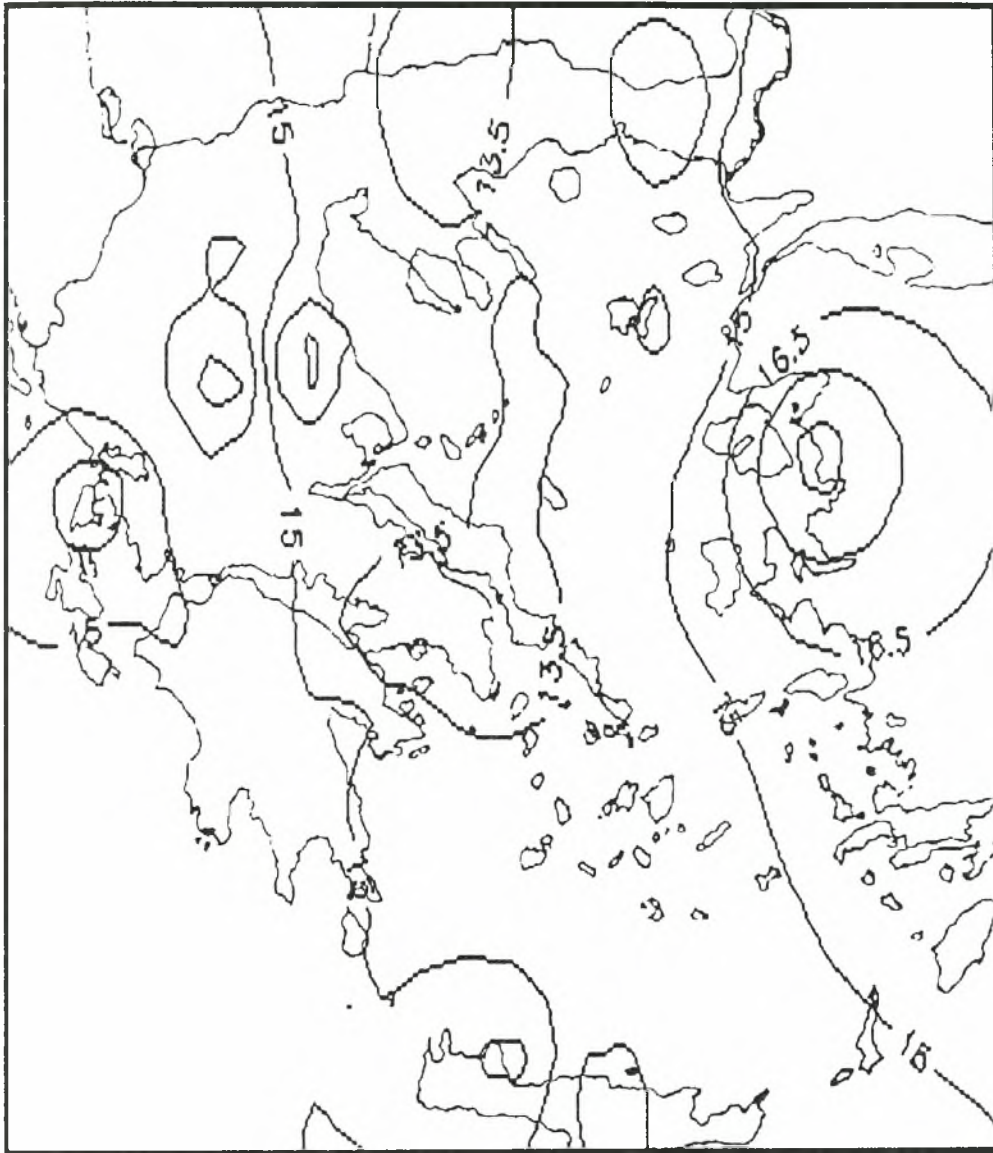
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 30 Ετών



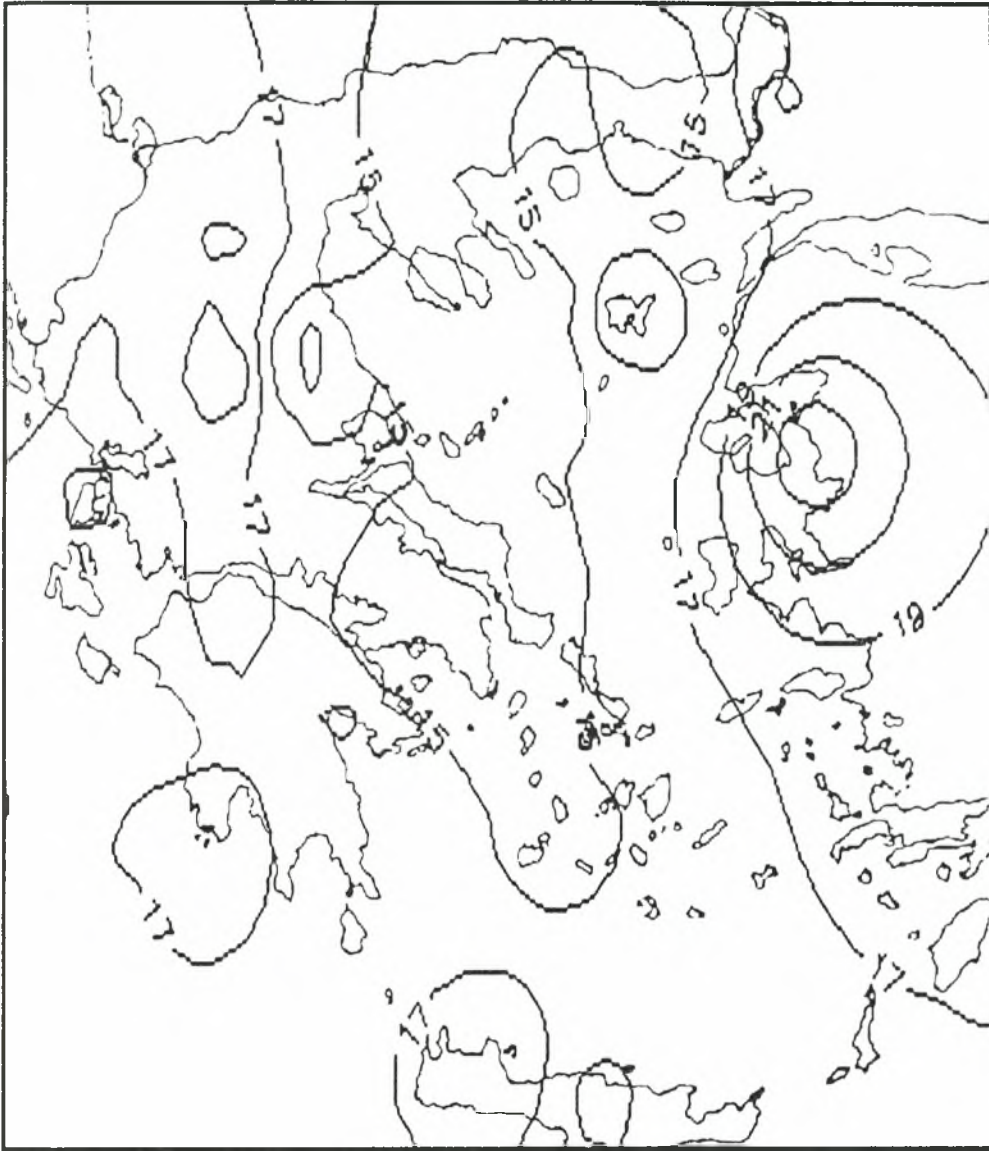
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 4 Μηνών και Περίοδο Εηνεμφάνισης 30 Ετών



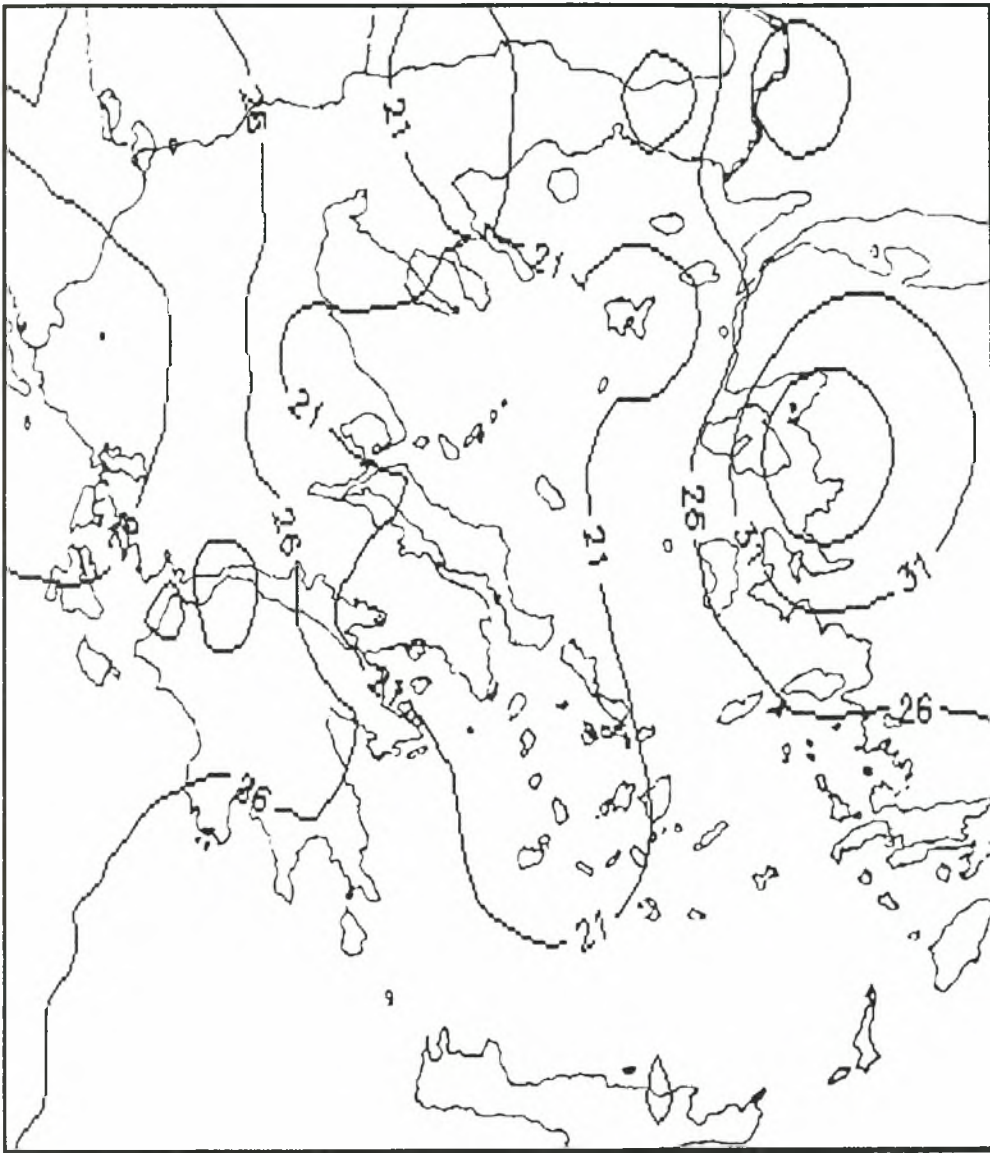
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 5 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 30 Ετών



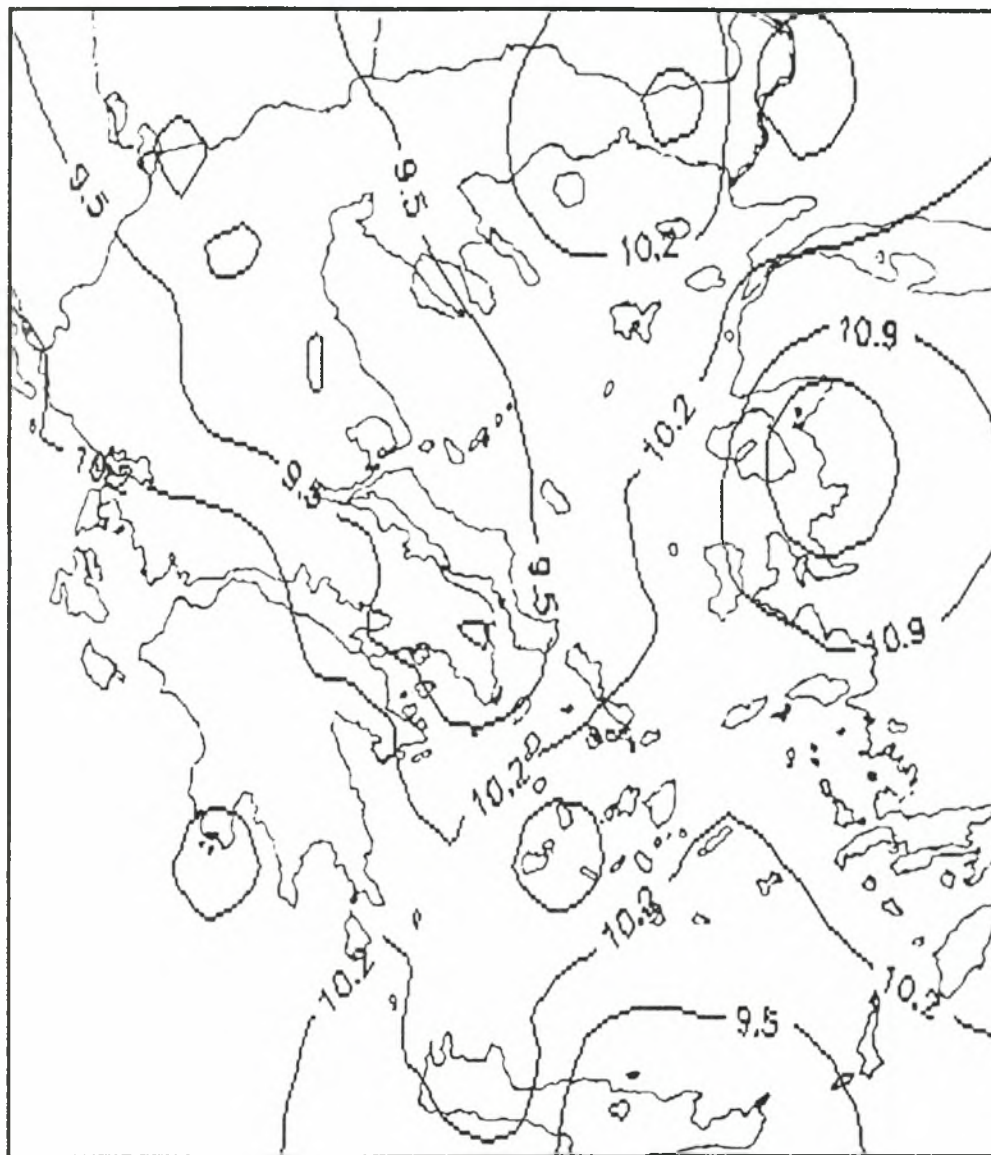
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 6 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 30 Ετών



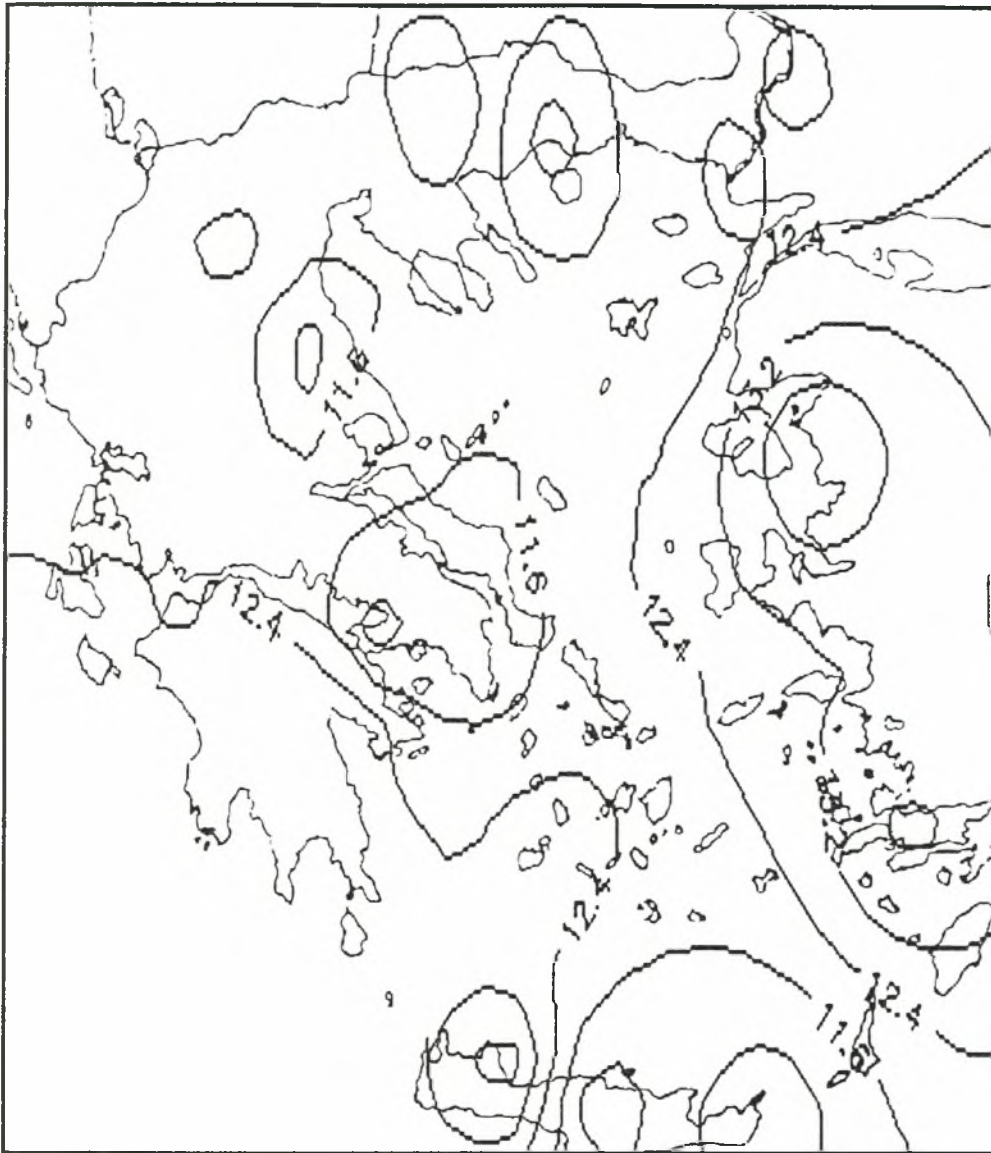
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 7 Μηνών και Περίοδο Εηνεμφάνισης 30 Ετών



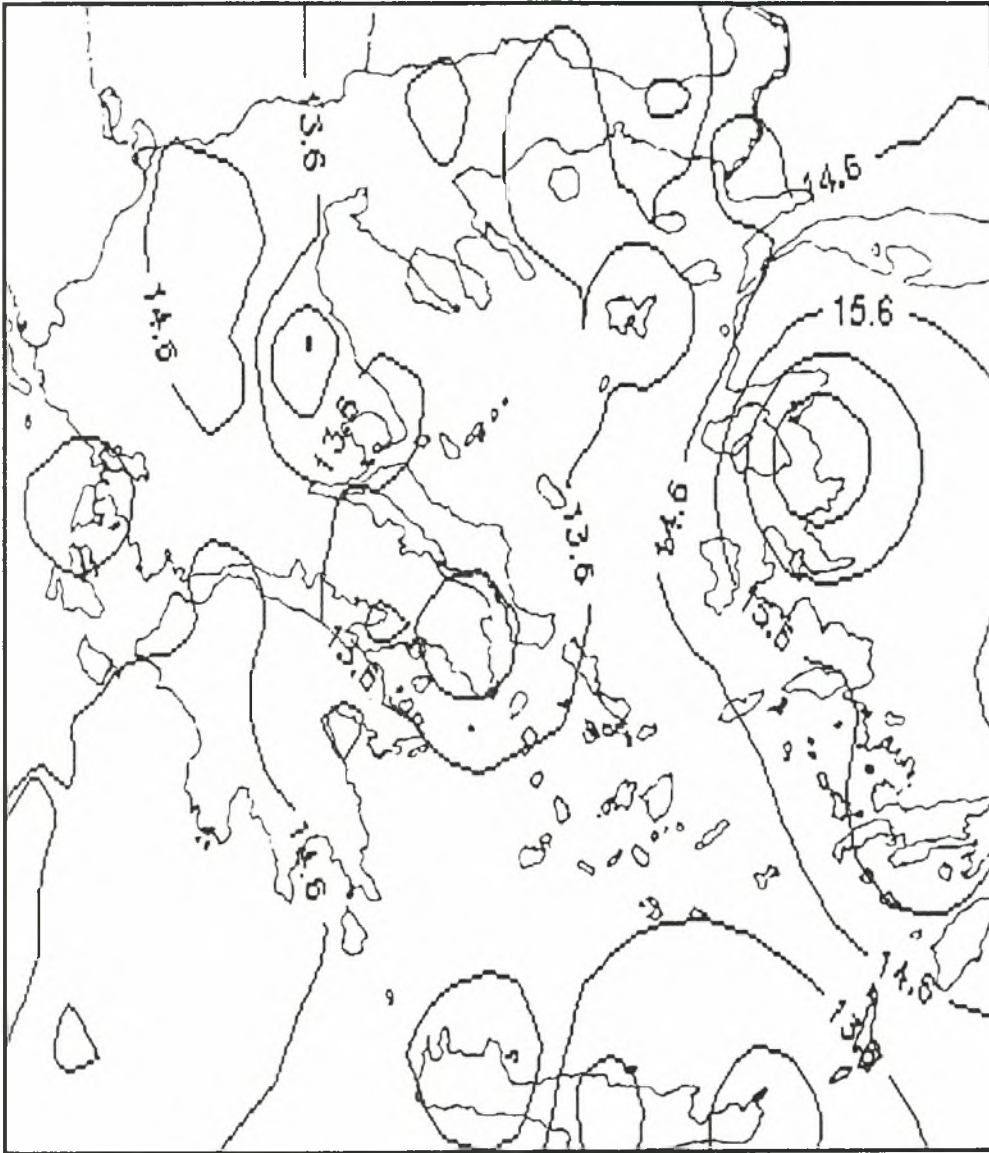
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 12 Μηνών και Περίοδο Εμφάνισης 30 Ετών



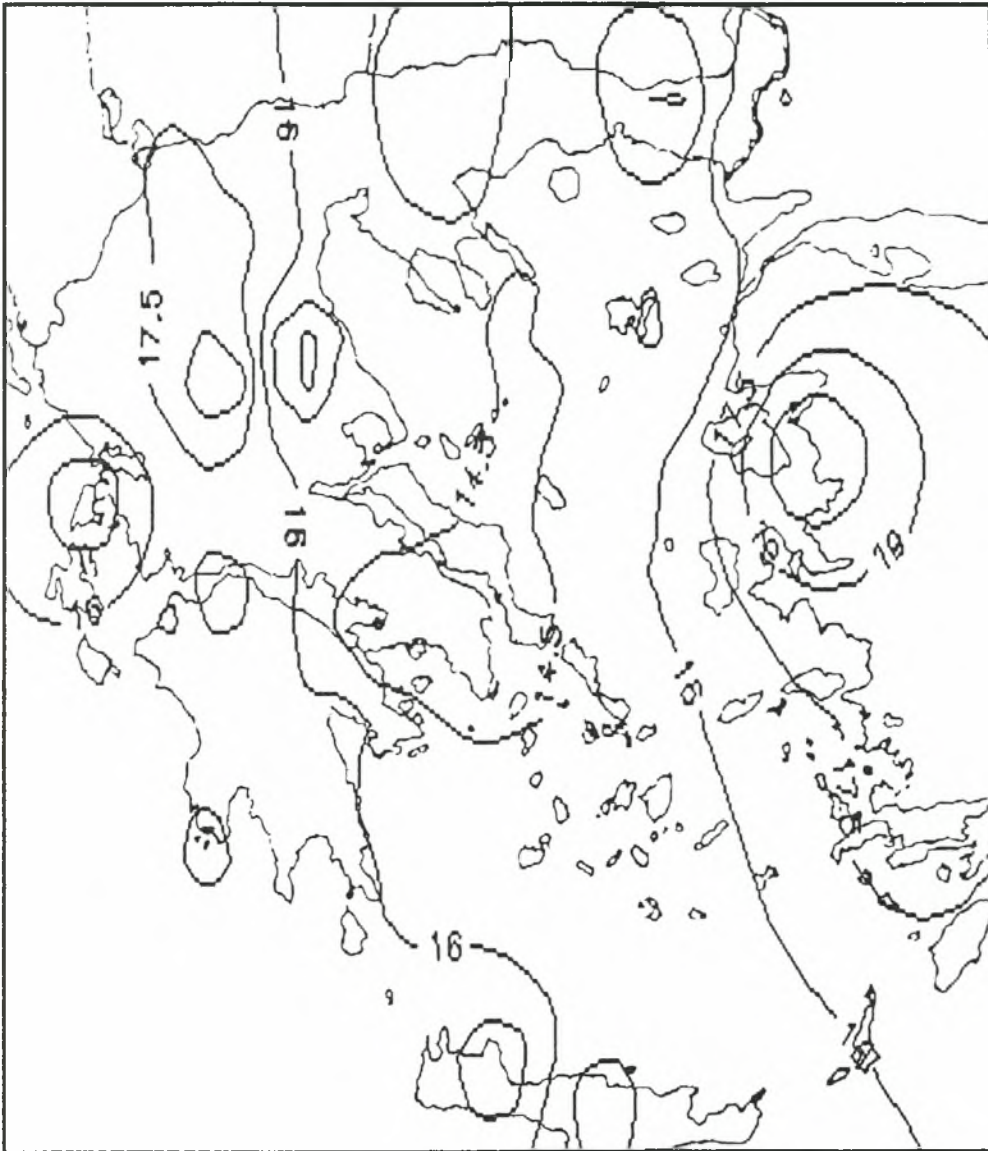
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών και Περίοδο Εηνεμφάνισης 50 Ετών



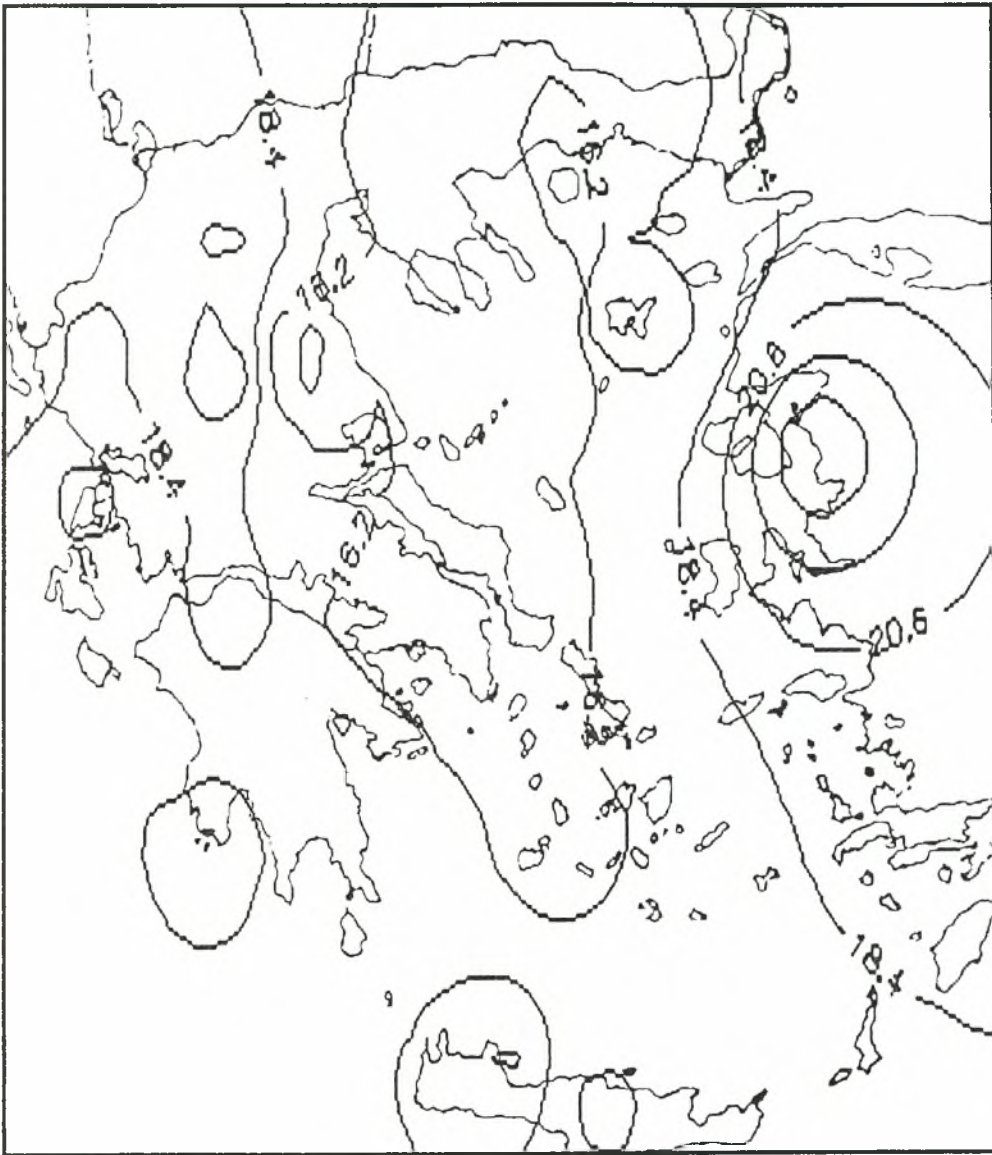
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 4 Μηνών και Περίοδο Εξηνεμφάνισης 50 Ετών



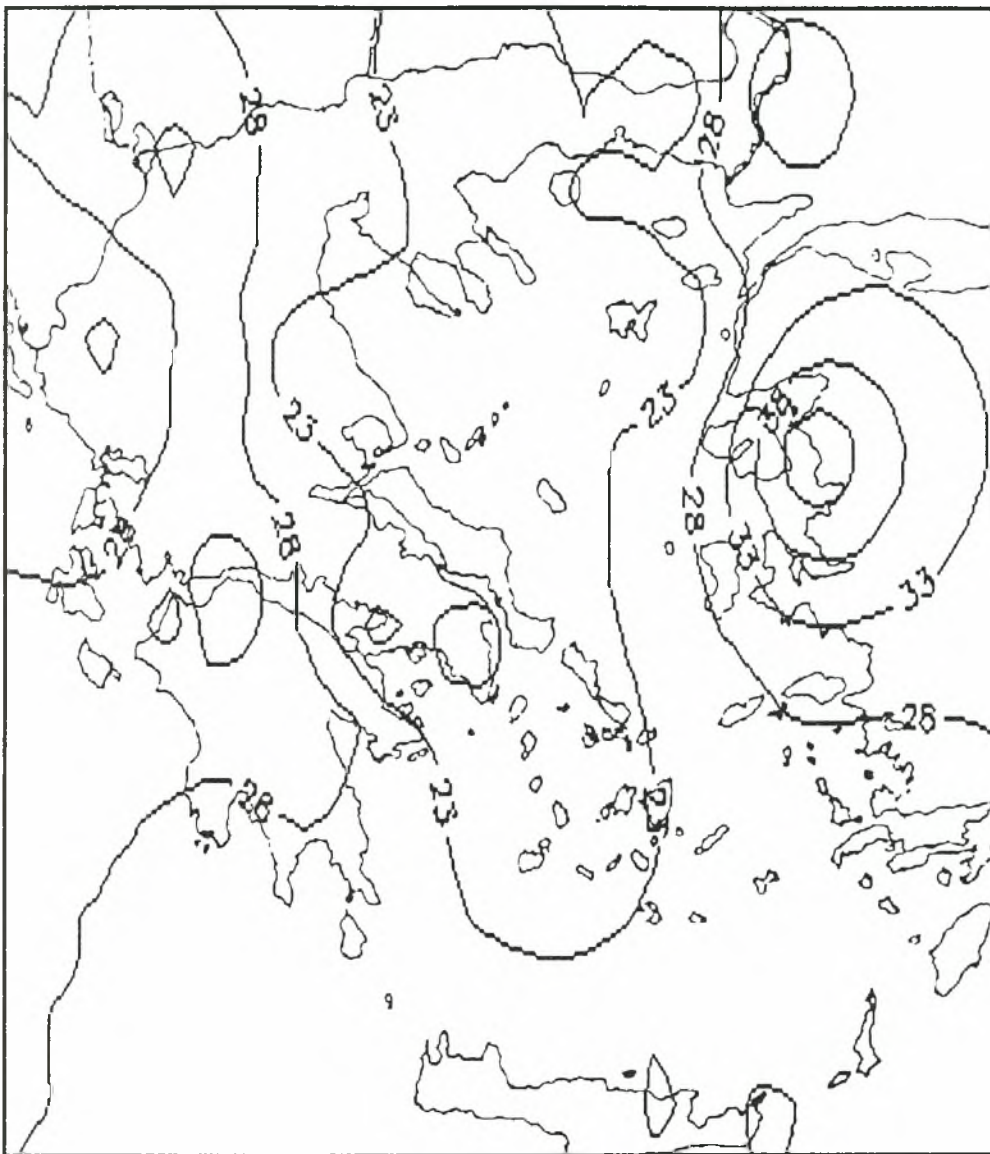
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 5 Μηνών και Περίοδο Εμφάνισης 50 Ετών



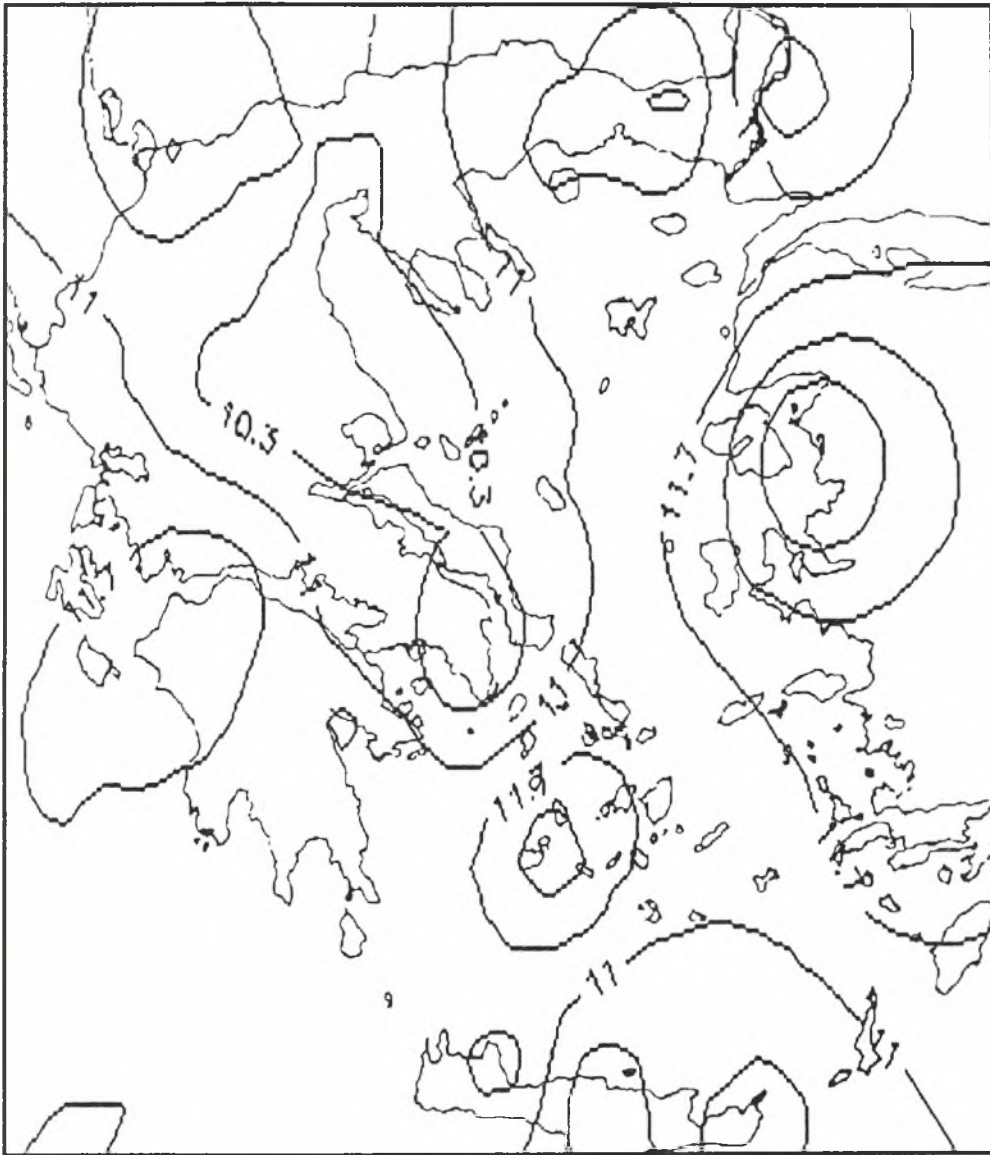
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 6 Μηνών και Περίοδο Εμφάνισης 50 Ετών



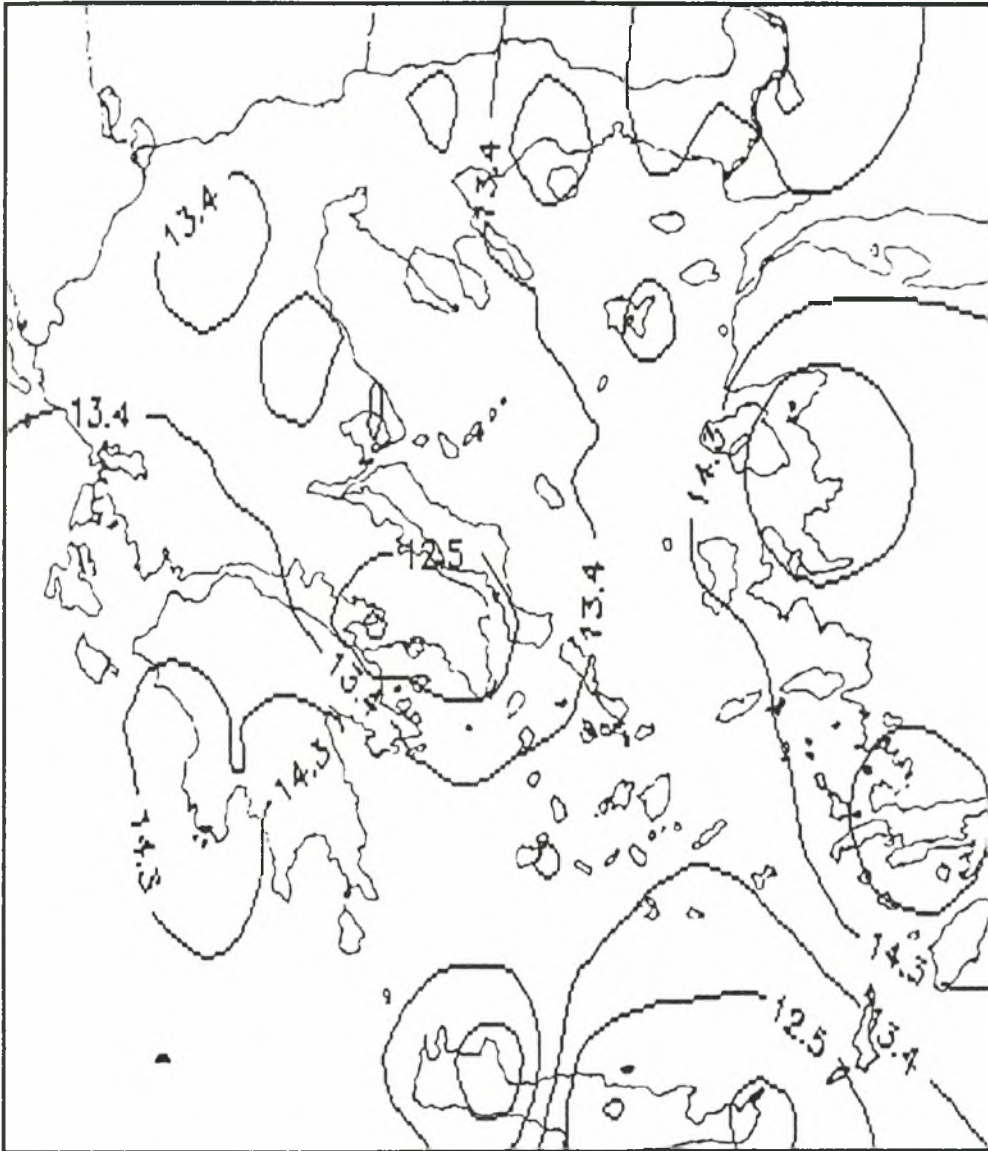
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 7 Μηνών και Περίοδο Εμφάνισης 50 Ετών



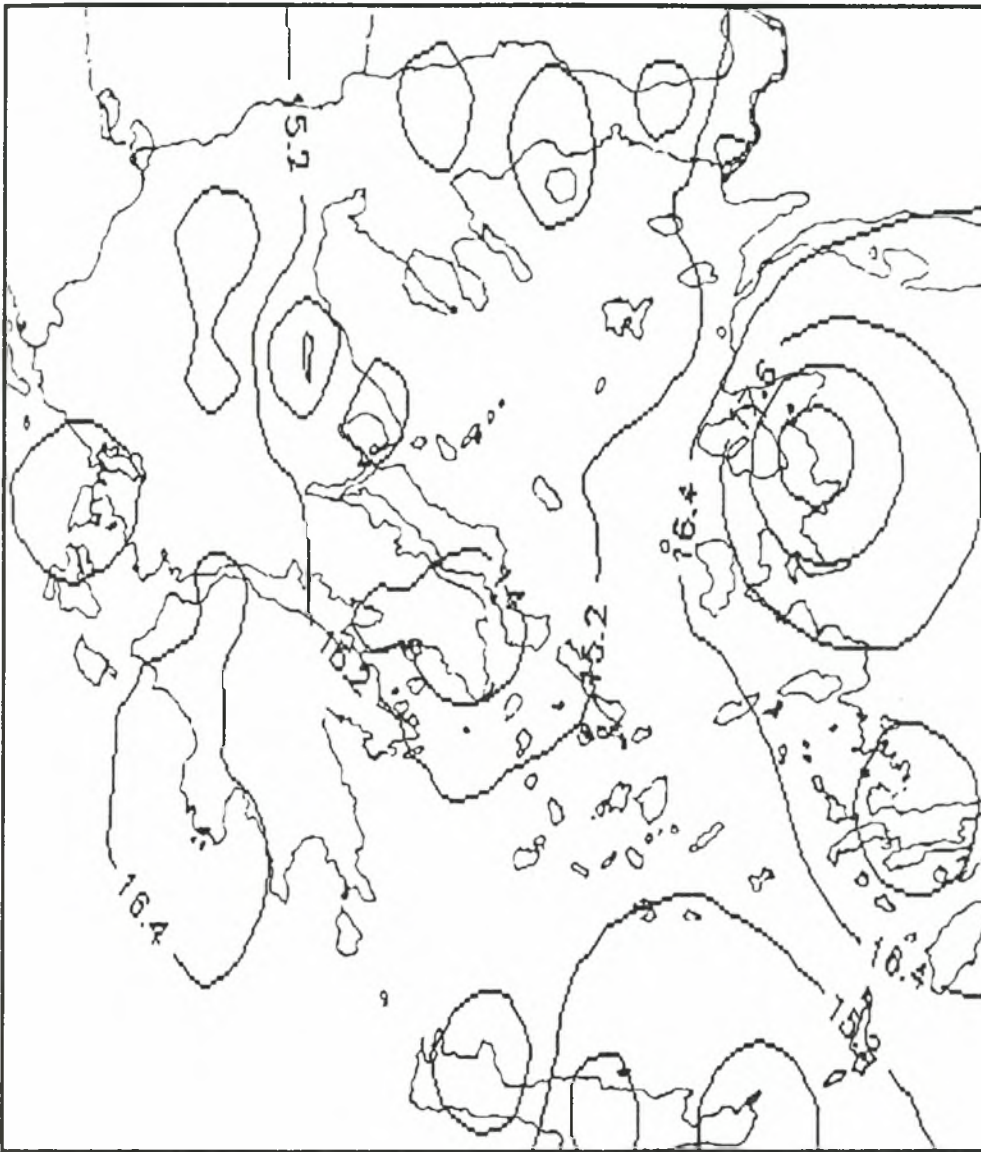
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 12 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 50 Ετών



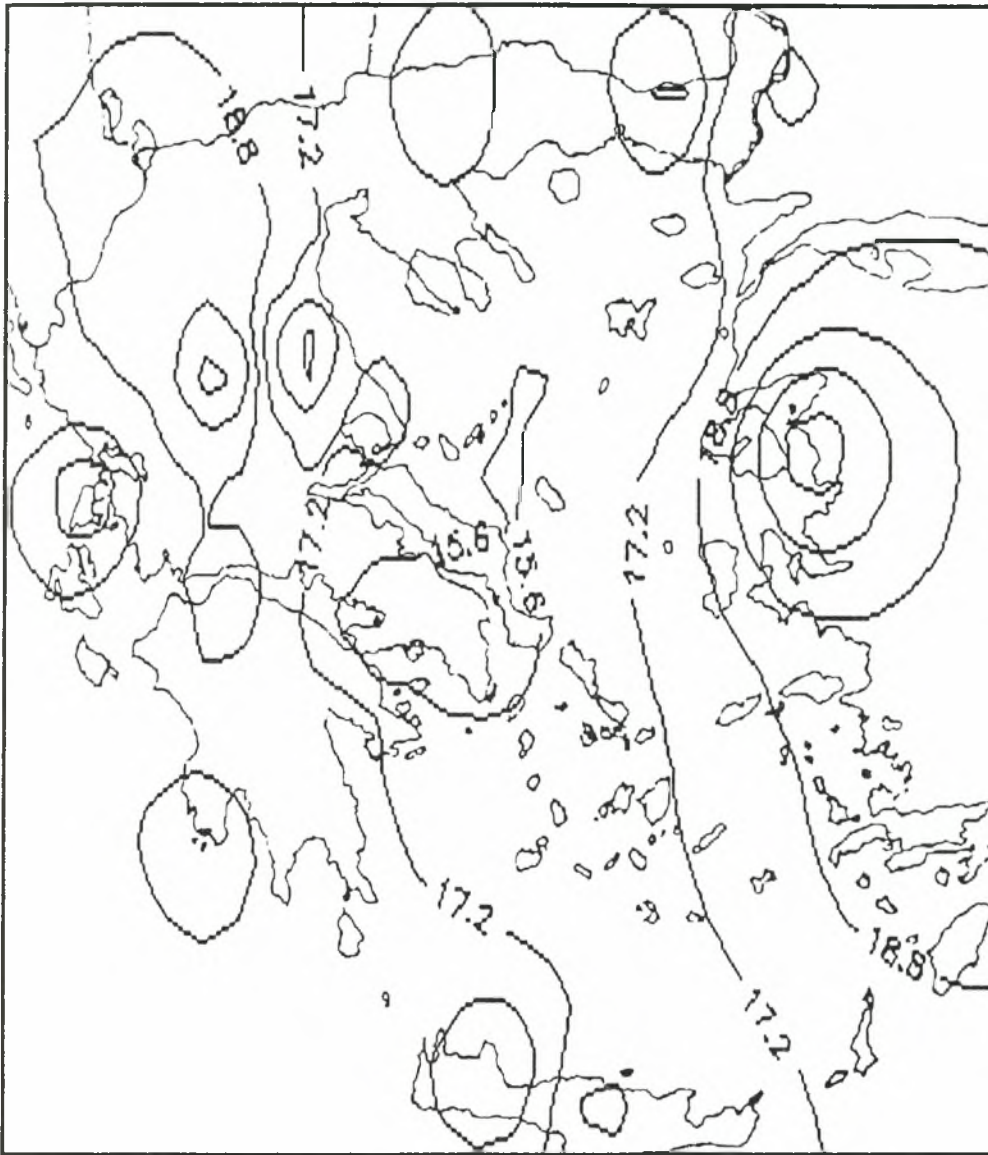
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 3 Μηνών και Περίοδο Εμφάνισης 100 Ετών



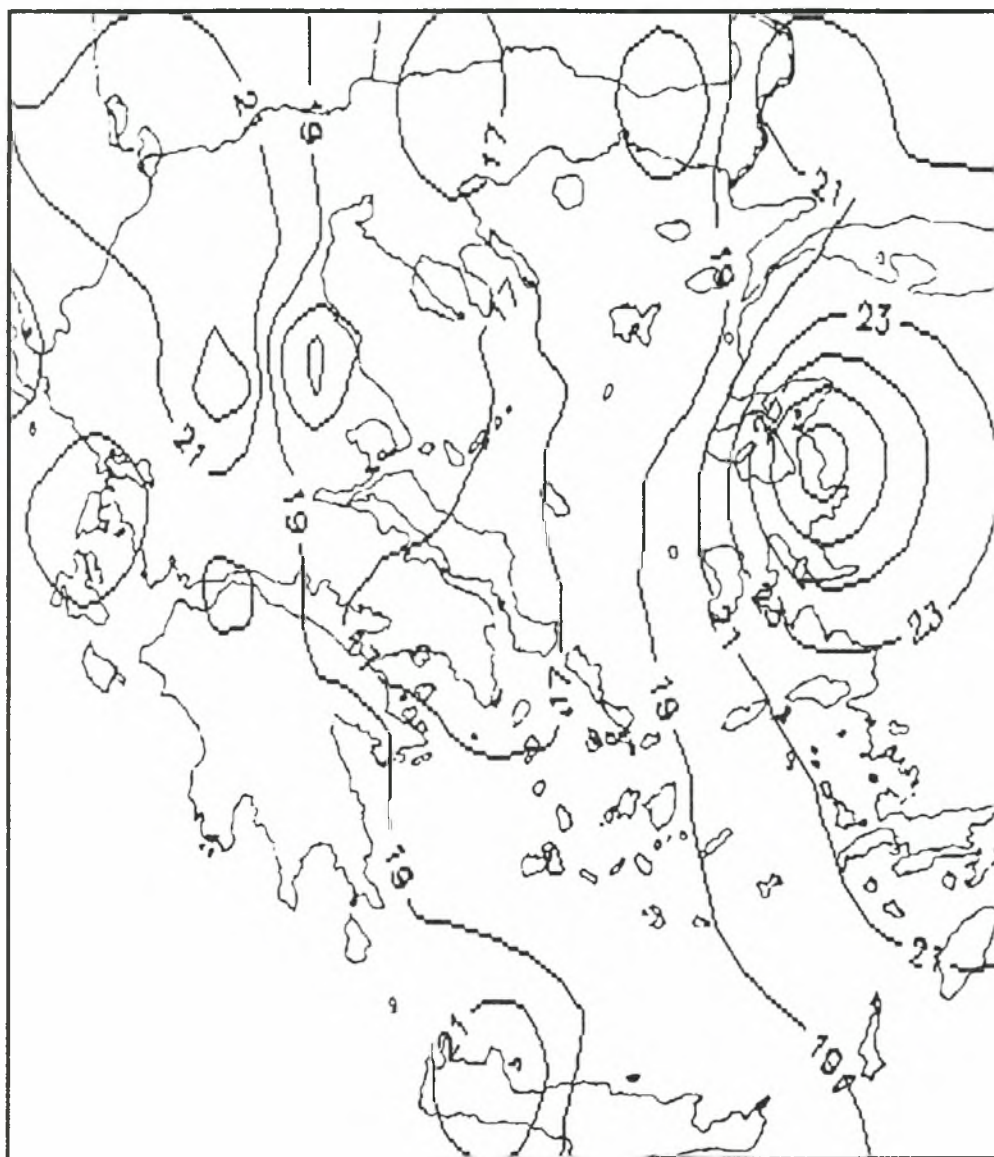
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 4 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 100 Ετών



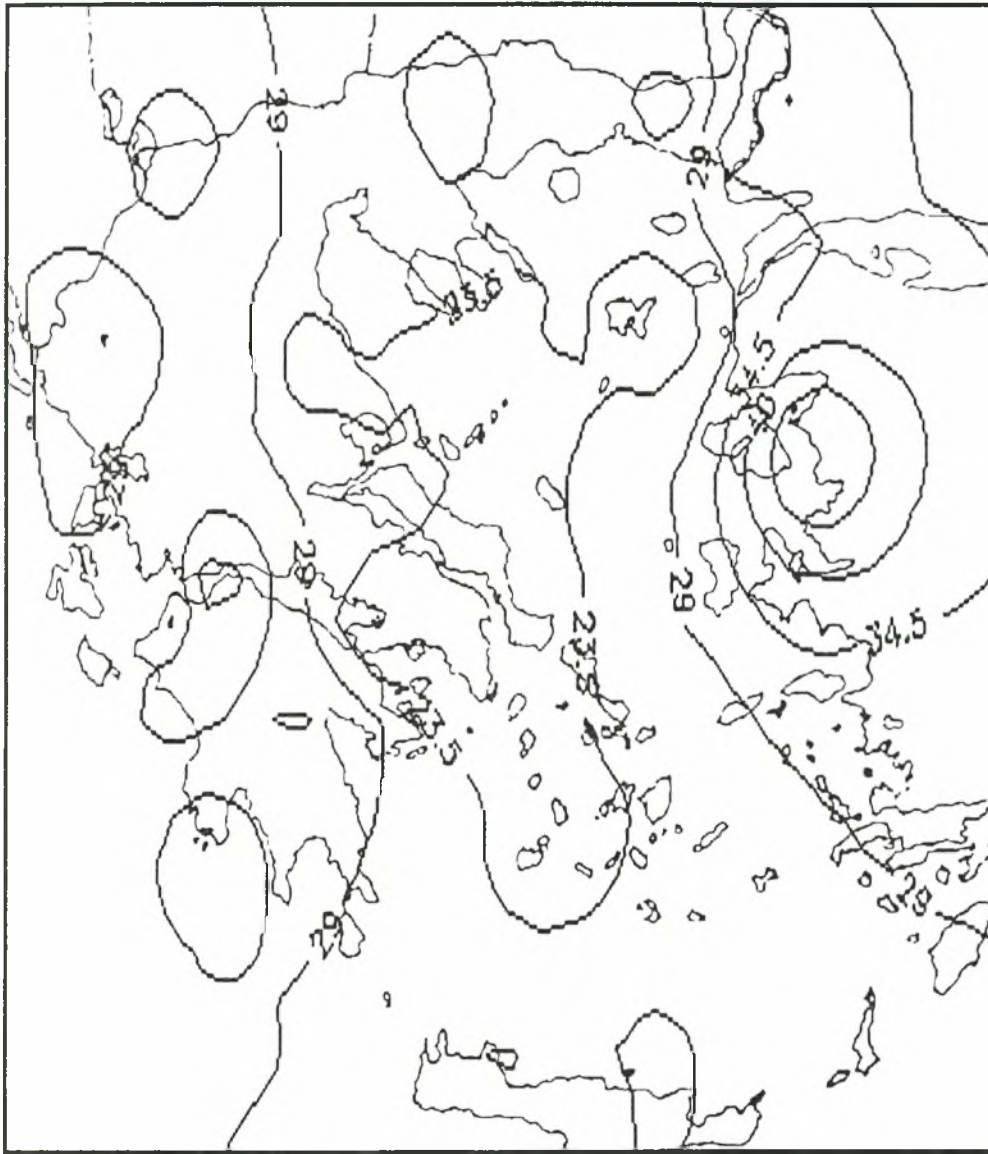
Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 5 Μηνών και Περίοδο Εφανεμόνισης 100 Ετών



Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 6 Μηνών και Περίοδο Εηνεμφάνισης 100 Ετών



Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 7 Μηνών και Περίοδο Επανεμφάνισης 100 Ετών



Χάρτης Ελλάδος Αθροιστικών Εντάσεων Ξηρασίας (ΣΖ : αρνητικές) για Διάρκεια Ξηρασίας 12 Μηνών και Περίοδο Ειανεμφάνισης 100 Ετών

