

Η ΞΗΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΤΗΣ ΑΙΤΙΑ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

ΜΑΧΑΙΡΑΣ Π.*, ΚΟΛΥΒΑ-ΜΑΧΑΙΡΑ Φ.**

*Τομέας Μετεωρολογίας -Κλιματολογίας Α.Π.Θ., 540 06 Θεσ/νίκη

**Τομέας Στατιστικής και Επιχ. Έρευνας Α.Π.Θ., 540 06 Θεσ/νίκη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Χρησιμοποιούνται τα μηνιαία ύψη βροχής 21 σταθμών του ελληνικού χώρου της περιόδου 1950-1990, καθώς και το ημερολόγιο των τύπων κυκλοφορίας για την ίδια περίοδο. Υπολογίζονται τα μέσα εποχιακά και ετήσια ύψη βροχής, κατά σταθμό και για το σύνολο των σταθμών καθώς και οι αντίστοιχες τιμές των τυπικών αποκλίσεων. Καθορίζονται τα ξηρά έτη και οι ξηρές εποχές. Περιγράφεται το φαινόμενο της έντονης ξηρασίας της διετίας 1989 και 1990. Μελετάται η τάση των εποχιακών και των ετήσιων βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια της μελετούμενης περιόδου. Προκύπτει ότι υπάρχει μια έντονη τάση ελάττωσης των βροχοπτώσεων τόσο στις ετήσιες όσο και στις εποχιακές τιμές. Περιγράφονται οι σταθεροί τύποι κυκλοφορίας που επιβάλλουν την εποχιακή και τυχαία ξηρασία στον ελληνικό χώρο και δίνονται τα διαγράμματα συχνότητων αυτών κατά τη διάρκεια της μελετούμενης περιόδου. Υπάρχει μία τάση αύξησης συχνότητων των σταθερών τύπων τόσο σε ετήσια όσο και σε εποχιακή κλίμακα. Τέλος, η μελέτη των ανωμαλιών της ατμοσφαιρικής πίεσης για ολόκληρο το βόρειο ημισφαίριο δείχνει ότι, η ξηρασία στην Ελλάδα συνοδεύεται, κατά κανόνα, από θετικές ανωμαλίες της ατμοσφαιρικής πίεσης στη νότια Ευρώπη και τη Μεσόγειο.

ABSTRACT

The monthly totals of precipitation of 21 Greek stations for the period 1950-1990 as well as the calendar of classification of the types circulation are used. The mean and standard deviations of rainfall totals are calculated: 1) for every station and 2) for all stations. The dry years and seasons are defined. The phenomenon of intense drought for the biennial 1989-90 is described. The trend of seasonal and annual precipitation for the period under study is studied. There is an intense trend of decrease of precipitation for the annual and seasonal values as well. The stable types of circulation causing the seasonal and random drought in Greece and the diagrams of their frequency for the period under study are given. There is a trend of increase of the frequencies of the stable types of circulation in annual and seasonal scale. Finally, the study of the anomalies of the atmospheric pressure for the whole the northern hemisphere show that the drought in Greece, is accompanied, as a rule, by positive anomalies of the atmospheric pressure over the southern Europe and the Mediterranean.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ξηρασία είναι ένα σύνθετο φαινόμενο και η έννοιά της καθορίζεται με πολλούς τρόπους, ανάλογα με την ειδικότητα και τα επιστημονικά ενδιαφέροντα του συγγραφέα. Για τον Κλιματολόγο π.χ., ο οποίος μελετά το φαινόμενο στην πηγή του που είναι η ατμόσφαιρα, η Ξηρασία προέρχεται από μια μεγάλης διάρκειας απουσία βροχοπτώσεων, η οποία ανάλογα με την έντασή της είναι ικανή να διαταράξει βαθμιαία, τα διάφορα στάδια του υδρολογικού κύκλου.

Από Κλιματολογική άποψη το μέγεθος της απουσίας των βροχοπτώσεων επιτρέπει να εκτιμήσουμε το βαθμό έντασης της Ξηρασίας. Το έλλειμμα αυτό, κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης περιόδου, εκφράζεται πάντοτε σε σχέση με τις μέσες κανονικές τιμές βροχόπτωσης.

Η χώρα μας υφίσταται δύο είδη Ξηρασίας. Την εποχιακή κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και την τυχαία Ξηρασία η οποία μπορεί να εμφανιστεί σε οποιαδήποτε εποχή του έτους εκτός του καλοκαιριού, με διαφορετική διάρκεια και ένταση. Η εποχιακή Ξηρασία είναι εντονότερη στους παράκτιους και νησιωτικούς σταθμούς και κατά κανόνα αυξάνει από βόρεια προς τα νότια.

Η τυχαία Ξηρασία μπορεί να εμφανιστεί σε οποιαδήποτε μήνα ή εποχή της υγρής περιόδου (Οκτώβριος-Απρίλιος ή Μάιος) με οποιαδήποτε διάρκεια και οποιαδήποτε ένταση. Δεν έχει ακόμη διερευνηθεί αν παρουσιάζει κάποια περιοδικότητα κι αν τα πραγματικά αίτια επικράτησής της είναι πάντοτε τα ίδια.

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιούνται τα μηνιαία ύψη βροχής 21 σταθμών του ελληνικού χώρου για την περίοδο 1950-1990. Επίσης, χρησιμοποιείται το ημερολόγιο κατάταξης των ημερήσιων τύπων κυκλοφορίας για την ίδια περίοδο καθώς και τα στοιχεία του αρχείου CD ROM WORLD CLIMATIC DISC για ολόκληρο το βόρειο ημισφαίριο (στοιχεία ατμοσφαιρικής πίεσης επιφάνειας) διαθέσιμα σε κομβικά σημεία ανά 5° γεωγραφικού πλάτους και 10° γεωγραφικού μήκους (περίοδος 1950-1990).

Σε ένα πρώτο στάδιο υπολογίζονται τα μέσα εποχιακά ύψη βροχής κατά σταθμό και για το σύνολο των σταθμών, καθώς και οι αντίστοιχες τυπικές αποκλίσεις. Εντοπίζονται οι Ξηρές εποχές και τα Ξηρά έτη, γίνεται χαρτογράφηση αυτών και μελετώνται οι τάσεις των εποχιακών και των ετησίων υψών κατά τη διάρκεια της μελετούμενης περιόδου.

Σε ένα δεύτερο στάδιο μελετώνται οι εποχιακές και ετήσιες συχνότητες των τύπων κυκλοφορίας καθώς και τάσεις αυτών κατά τη διάρκεια της μελετούμενης περιόδου.

Τέλος, σε ένα τρίτο και τελευταίο στάδιο γίνεται η μελέτη των ανωμαλιών της ατμοσφαιρικής πίεσης για ολόκληρο το βόρειο ημισφαίριο για χαρακτηριστικά παραδείγματα Ξηρασίας.

2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΠΟΧΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΩΝ ΥΨΩΝ ΒΡΟΧΗΣ

Όπως αναφέρθηκε, από τα μηνιαία ύψη για κάθε σταθμό, υπολογίστηκαν τα εποχιακά και τα ετήσια ύψη. Αντίστοιχα, υπολογίστηκαν οι τυπικές αποκλίσεις. Ο καθορισμός των Ξηρών εποχών και ετών έγινε, συνδυάζοντας για κάθε σταθμό, τους μέ-
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

σους όρους με τις αντίστοιχες τυπικές αποκλίσεις. Ένα έτος είναι σχετικά ξηρό όταν η βροχόπτωση x_i είναι μικρότερη του ποσού $\bar{x} - \sigma$ ($\bar{x} = \sigma$ μέσος όρος, $\sigma = \eta$ τυπική απόκλιση), είναι ξηρό όταν η βροχόπτωσή του περιλαμβάνεται ανάμεσα στα ποσά $\bar{x} - \sigma > x_i > \bar{x} - 2\sigma$ ενώ τέλος, είναι πολύ ξηρό όταν η βροχόπτωσή του είναι μικρότερη του ποσού $\bar{x} - 2\sigma > x_i$ (Charre, 1977; Dorize, 1986; Μαχαίρας, 1992).

Όπως προκύπτει από το σχήμα 1α που αφορά στις ετήσιες βροχοπτώσεις τα ξηρότερα έτη της μελετούμενης περιόδου είναι, για το σύνολο σχεδόν των σταθμών, το 1989 και το 1990. Εξαίρεση αποτελεί για το 1989 ο σταθμός της Ρόδου και για το 1990 ο σταθμός των Κυθήρων των οποίων οι βροχοπτώσεις είναι περίπου γύρω από το μέσο όρο. Ξηρό επίσης έτος είναι το 1977 όπου εξαίρεση αυτή τη φορά αποτελούν οι σταθμοί της Σάμου και του Ηρακλείου. Πολύ ξηρά έτη σημειώθηκαν επίσης μεμονομένα σε ορισμένους σταθμούς, όπως το 1970 στη Λάρισα.

Το σχήμα 1β αφορά στις βροχοπτώσεις του χειμώνα ο οποίος περιλαμβάνει τους μήνες Ιανουάριο-Φεβρουάριο-Μάρτιο. Όπως προκύπτει από αυτό το σχήμα, οι χειμώνες των ετών 1989 και 1990 είναι οι ξηρότεροι όλων, ενώ επίσης ξηροί είναι και οι χειμώνες των ετών 1977, 1983, 1959, 1967.

Η ξηρότερη άνοιξη (Απρίλιος - Μάιος - Ιούνιος) παρουσιάζεται το 1985 και ακολουθεί η άνοιξη του 1977 (σχήμα 1γ).

Το φθινόπωρο τέλος, (Οκτώβριος - Νοέμβριος - Δεκέμβριος, σχήμα 1δ), παρουσιάζεται ξηρότερο τα έτη 1989 και 1984 και ακολουθούν οι βροχοπτώσεις του φθινοπώρου των ετών 1971 και 1977.

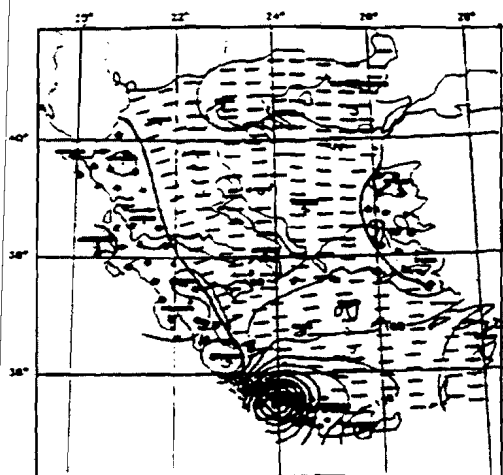
2.1. Το παράδειγμα της ξηρασίας 1989 και 1990.

Ενώ στον ελληνικό χώρο η βροχόπτωση του φθινοπώρου 1988 κυμάνθηκε περίπου γύρω από το μέσο όρο, με έντονες βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις κατά τη διάρκεια του δεύτερου δεκαήμερου του Δεκεμβρίου, μπορούμε να πούμε ότι η μακρά περίοδος ξηρασίας που γνώρισε η χώρας μας άρχισε από το τρίτο δεκαήμερο του Δεκεμβρίου. Πραγματικά, στο μεγαλύτερο μέρος των ελληνικών σταθμών οι βροχοπτώσεις υπήρξαν πρακτικά ανύπαρκτες μέχρι το τέλος του Φεβρουαρίου. Οι βροχοπτώσεις του Μαρτίου, σχεδόν γύρω από το μέσο όρο, δεν άλλαξαν τον ξηρό ή πολύ ξηρό χαρακτήρα του πρώτου τριμήνου της χρονιάς (σχήμα 2α). Αυτός ο χαρακτήρας είναι πιο τονισμένος στα δυτικά και στα ανατολικά του ελληνικού χώρου.

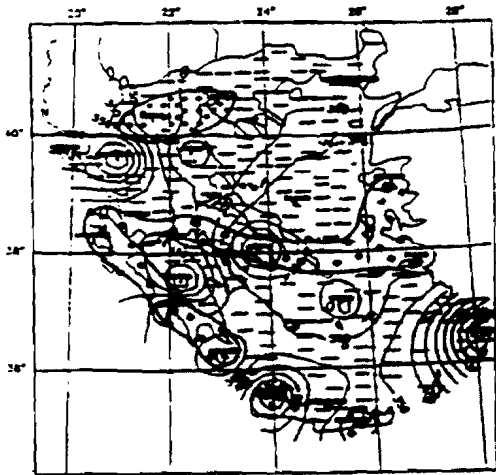
Κατά τη διάρκεια της επόμενης εποχής (άνοιξη 1989) οι βροχοπτώσεις είτε βρίσκονται κοντά στις κανονικές τιμές (στα δυτικά και στα βόρεια της χώρας) είτε κάτω από αυτές (στο υπόλοιπο της χώρας). Ο ελλειμματικός χαρακτήρας των βροχοπτώσεων είναι περισσότερο τονισμένος στους νοτιότερους σταθμούς.

Κατά τη διάρκεια της φθινοπώρου, με εξαίρεση μερικούς νοτιότερους σταθμούς, το έλλειμμα βροχοπτώσεων είναι περισσότερο τονισμένο από ότι την άνοιξη, ιδιαίτερα κατά μήκος των ακτών και των νήσων του Ιονίου. Ιδιαίτερα, το αθροιστικό αποτέλεσμα που προέρχεται από ένα χειμώνα ελλειμματικό από μία άνοιξη σχετικά ελλειμ-

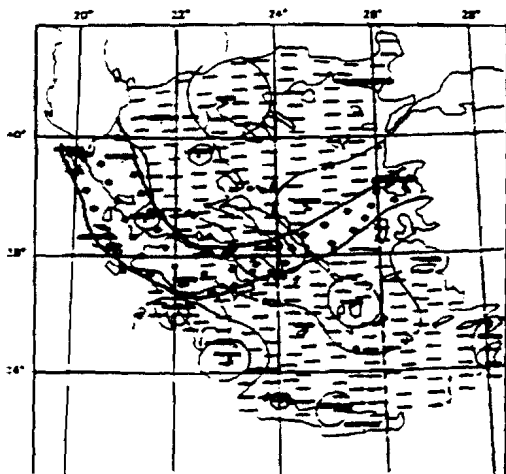
ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1989



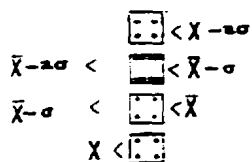
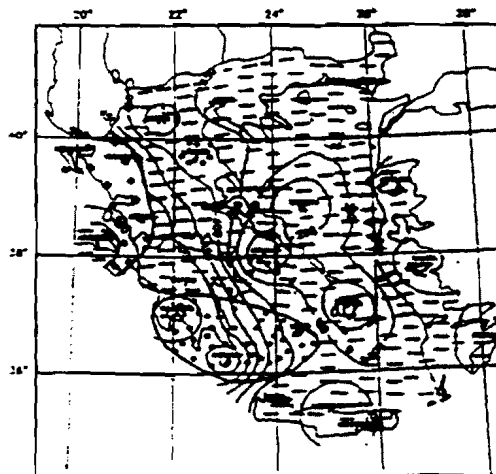
ΕΤΟΣ 1989



ΧΕΙΜΩΝΑΣ 1990



ΕΤΟΣ 1990



Σχ. 2. Γεωγραφική κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια των ετών και των χειμώνων 1989 και 1990.

ματική και από ένα φθινόπωρο ελλειμματικό διαμόρφωσαν μια εξαιρετική Ξηρή χρονιά (σχήμα 2β). Από την εξέταση αυτού του σχήματος το οποίο δίνει την γεωγραφική κατανομή των ετησίων βροχοπτώσεων καθώς και το συνδυασμό τους με τις τυπικές αποκλίσεις προκύπτει ότι, υπάρχουν πολύ μικρές διαφορές ανάμεσα στις βροχοπτώσεις των διαφορετικών ελληνικών περιοχών. Ο βροχερότερος σταθμός είναι εκείνος της Ρόδου (αποτελεί μια εξαίρεση) ενώ οι Ξηρότεροι σταθμοί είναι εκείνοι που βρίσκονται στα νοτιοδυτικά και στο κέντρο του ελληνικού χώρου.

Οι βροχομετρικές συνθήκες του επόμενου (1990) επέτειναν ακόμη περισσότερο το μεγάλο έλλειμμα της προηγούμενης χρονιάς. Το σχήμα 2γ που δίνει την κατανομή των βροχοπτώσεων της περιόδου Ιανουάριος - Μάρτιος 1990, καθώς επίσης και τις σχέσεις αυτών με τις τυπικές αποκλίσεις, δείχνει τον έντονα Ξηρό χαρακτήρα αυτής της εποχής. Βλέπουμε ότι ολόκληρος ο ελληνικός χώρος υφίσταται ένα βροχομετρικό έλλειμμα περισσότερο έντονο από ότι, κατά τη διάρκεια του προηγούμενου χειμώνα. Πραγματικά, οι βροχοπτώσεις του τριμήνου Ιανουάριος - Μάρτιος δεν ξεπερνούν τα 80 χιλιοστά ενώ ο μήνας Μάρτιος είναι επίσης ένας Ξηρός μήνας, διότι οι ασθενείς βροχές δεν άρχισαν παρά από τις αρχές Απριλίου.

Η πολύ ανώμαλη εξέλιξη του καιρού κατά τη διάρκεια του χειμώνα είχε πολύ δυσμενείς επιπτώσεις στο ισοζύγιο ύδατος, γιατί η χρησιμοποίηση από τη βλάστηση των υδατικών αποθεμάτων του καλλιεργήσιμου εδάφους είχε σαν αποτέλεσμα τη γρήγορη εξάντλησή τους. Για το λόγο αυτό η άρδευση των καλλιεργιών άρχισε πολύ νωρίς (μέσα Μαρτίου - αρχές Απριλίου) ακόμη και των καλλιεργειών που συνήθως δεν αρδεύονται, όπως τα σιτηρά. Αυτή η κατάσταση οδήγησε σε μια έντονη κατανάλωση των υπογείων υδάτων των οποίων η στάθμη έπεσε γρήγορα. Πριν από το τέλος του καλοκαιριού εκεί όπου υπήρχαν θερινές αρδεύσεις καλλιέργειας καταναλώθηκε όχι μόνο η διαθέσιμη ποσότητα ύδατος, αλλά και τα μόνιμα αποθέματα ύδατος, γεγονός που οδήγησε σε ορισμένες περιπτώσεις, στην εισαγωγή υφάλμυρων υδάτων, και στην καταστροφή των καλλιεργειών.

Η κατάσταση σε πόσιμο νερό δεν ήταν καλύτερη. Εάν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 1989, υπήρξαν, στις μεγάλες πόλεις συνεχείς διακοπές του πόσιμου νερού, κατά τη διάρκεια του 1990 η κατάσταση ήταν δραματική τόσο στην Αθήνα όσο και στη Θεσ/νίκη. Ειδικότερα για την πρωτεύουσα, από τα μέσα Ιουλίου σύμφωνα με τους υπολογισμούς, η ποσότητα ύδατος που υπήρχε στους ταμιευτήρες αρκούσε μέχρι τα τέλη Οκτωβρίου για να εξασφαλίσει την ύδρευση των κατοικιών και των διαμερισμάτων.

Ευτυχώς, οι βροχές του φθινοπώρου που άρχισαν από την αρχή του Οκτωβρίου, ανακούφισαν μερικώς την κατάσταση. Πραγματικά, το φθινόπωρο του 1990 υπήρξε συνολικά βροχερό καθώς και ο επόμενος χειμώνας. Παρόλα αυτά, η κατάσταση σε υδατικούς πόρους παραμένει ακόμη προβληματική στη χώρα μας. Η στάθμη στους φυσικούς και τεχνητούς ταμιευτήρες είναι πολύ χαμηλά, δεκάδες μέτρα κάτω από την συνηθισμένη στάθμη τους, πριν από την Ξηρασία των ετών 1989 και 1990.

2.2. Τάση μεταβολής των ετησίων και εποχιακών βροχοπτώσεων στον ελληνικό χώρο.

Για τη μελέτη της τάσης των εποχιακών και ετησίων βροχοπτώσεων υπολογίστηκαν οι μέσες κατ' έτος τιμές για ένα ορισμένο αριθμό σταθμών. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 18 σταθμοί, εκείνοι οι οποίοι παρουσιάζουν βροχοπτώσεις για το σύνολο της μελετούμενης περιόδου. Εξαιρέθηκαν οι σταθμοί Νάξος, Ιεράπετρα και Καλαμάτα οι οποίοι παρουσιάζουν κενά παρατηρήσεων στην αρχή της μελετούμενης περιόδου.

Είναι ευνόητο ότι ο αριθμός των σταθμών, η γεωγραφική τους κατανομή και κυρίως η μέθοδος υπολογισμού των μέσων όρων δεν είναι επιστημονικά απόλυτα παραδεκτή ώστε να μπορεί κανείς να ισχυριστεί ότι τα αποτελέσματα των υπολογισμών μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικά για τις μέσες βροχοπτώσεις του ελληνικού χώρου. Παρόλα αυτά νομίζουμε ότι δίνουν μια καλή εικόνα των μέσων ετησίων και εποχιακών βροχοπτώσεων της χώρας μας και επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη των τάσεων κατά τη διάρκεια της μελετούμενης περιόδου.

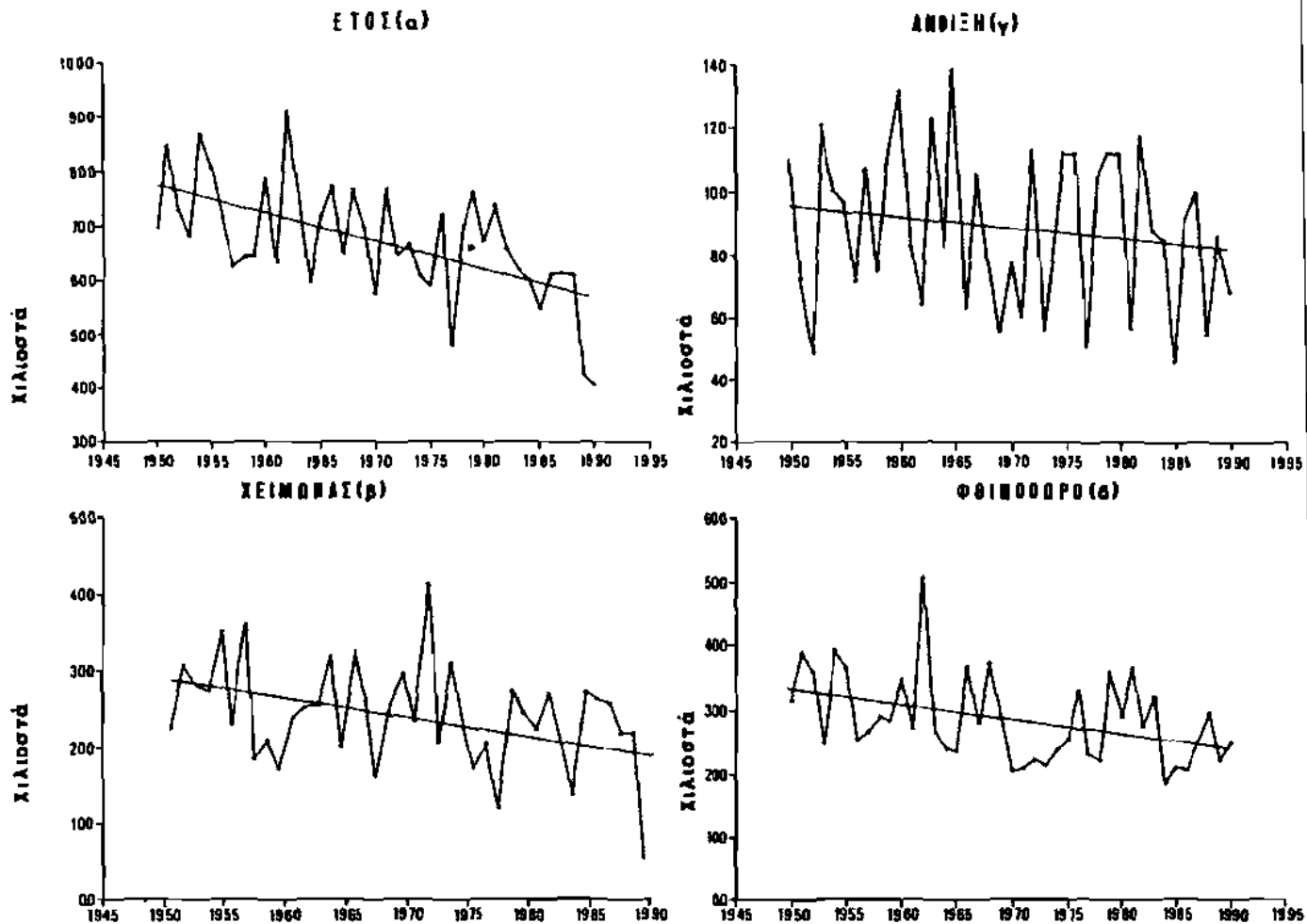
2.3. Ετήσιες βροχοπτώσεις (σχήμα 3α)

Το μέγιστο βροχόπτωσης παρουσιάζεται το 1962 ενώ το ελάχιστο το 1990. Πολύ ξηρές χρονιές είναι επίσης το 1989 και 1977. Η τάση μεταβολής των ετησίων βροχοπτώσεων είναι έντονα πτωτική. Για τη μελετούμενη περίοδο υπάρχει, κατά μέσο όρο, μια ελάττωση ίση με 190 χιλιοστά περίπου, ποσό που αντιστοιχεί σε 50 χιλιοστά ελάττωσης ανά δεκαετία.

Χειμώνας (Ιανουάριος, Φεβρουάριος, Μάρτιος, σχήμα 3β). Το μέγιστο βροχόπτωσης παρουσιάζεται το 1971 ενώ το ελάχιστο το 1990. Πολύ ξηροί χειμώνες είναι επίσης το 1989 και 1977 γεγονός που μπορεί να σημαίνει ότι ένας ξηρός χειμώνας έχει σαν αποτέλεσμα, κατά κανόνα, ένα ξηρό έτος. Η τάση μεταβολής όπως και στις ετήσιες βροχοπτώσεις είναι πτωτική. Υπάρχει κατά μέσο όρο, μια ελάττωση από την αρχή μέχρι το τέλος της μελετούμενης περιόδου ίση με 80 χιλιοστά περίπου, δηλαδή ελάττωση ίση με 20 χιλιοστά ανά δεκαετία.

Ανοιξη (Απρίλιος - Μάιος - Ιούνιος, σχήμα 3γ). Το μέγιστο βροχόπτωσης παρουσιάζεται το 1965 ενώ το ελάχιστο το 1985. Η τάση μεταβολής είναι όπως και στον χειμώνα πτωτική, η ένταση όμως της πτώσης είναι ασθενέστερη. Η ελάττωση, κατά μέσο όρο, από την αρχή μέχρι το τέλος της περιόδου είναι ίση με 13 χιλιοστά περίπου.

Φθινόπωρο (Οκτώβριος - Νοέμβριος - Δεκέμβριος, σχήμα 3δ). Το μέγιστο βροχόπτωσης παρουσιάζεται το 1962 ενώ το ελάχιστο το 1970. Το φθινόπωρο του έτους 1989 είναι επίσης ξηρό, όχι όμως τόσο ξηρό όπως ο αντίστοιχος χειμώνας. Η τάση μεταβολής είναι και πάλι πτωτική. Η ελάττωση σε απόλυτους αριθμούς είναι ίδια με εκείνη του χειμώνα: 80 χιλιοστά για το σύνολο της περιόδου, δηλαδή ίση με 20 χιλιο-



Σχ 3. Τάση των ετήσιων βροχοπτώσεων και των ετήσιων βροχοπτώσεων ανά εποχή της περιόδου 1950 - 1990.

στά ανά δεκαετία. Η σχετική όμως μεταβολή (%) είναι χαμηλότερη εκείνης του χειμώνα γιατί τα φθινόπωρο δέχεται συναλικά περισσότερες βροχοπτώσεις από ότι ο χειμώνας.

3. ΤΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΑΙΤΙΑ ΤΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ

Η Ξηρασία στην Ελλάδα κυρίως εξαρτάται:

- Από την επίδραση του αντικυκλώνα του Ατλαντικού στην επιφάνεια και καθ' ύψος.
- Από την επίδραση των ηπειρωτικών αντικυκλώνων της Σκανδιναβίας, της Κεντρικής Ευρώπης και της Σιβηρίας, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.
- Από την επίδραση των ηπείρων της Ασίας και της Αφρικής, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου.

3.1. Μελέτη των τύπων κυκλοφορίας στον ελληνικό χώρο.

Οι τύποι κυκλοφορίας που καθορίζουν την εποχιακή ξηρασία κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου ανήκουν κατά κύριο λόγο σε τρεις κατηγορίες (Maheras, 1983a, 1983b, 1989, 1992).

α. Αντικυκλωνικοί τύποι (Α) της κεντρικής Ευρώπης, του Ατλαντικού, της Βαλκανικής και της Μεσογείου (σχήμα 4). Όπως προκύπτει από τον πίνακα 1 η συχνότητα των αντικυκλωνικών αυτών τύπων κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια του διμήνου Ιούλιος - Αύγουστος παυ είναι το ξηρότερο του έτους είναι κατά μέσο όρο 22,5% τον Ιούλιο και 28,1% τον Αύγουστο.

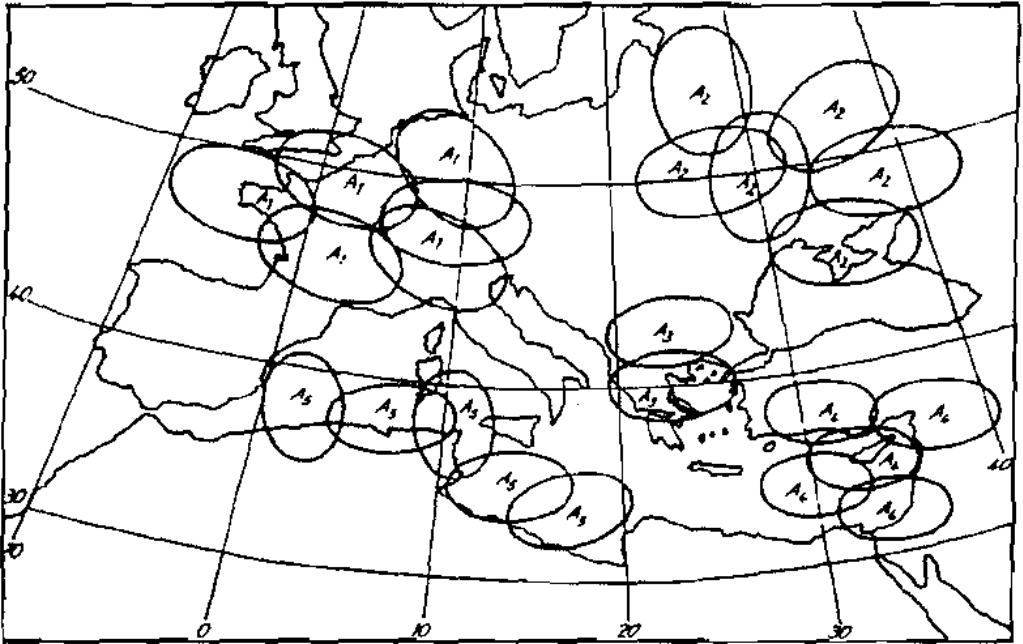
β. Ο Ξηρός υφειακός τύπος (Dsec). Η ελληνική περιοχή στην επιφάνεια, καλύπτεται από το θερμικό χαμηλό της ΝΑ Ασίας, το οποίο επεκτείνεται προς τα δυτικά και καλύπτει ολόκληρη την ανατολική Μεσόγειο. Καθ' ύψος το θερμικό χαμηλό καλύπτεται από υψηλές πιέσεις δυναμικής προέλευσης.

γ. Ο τύπος κυκλοφορίας με ασθενή ή μηδενική βοραβαθμίδα (Mb). Ο τύπος αυτός κυκλοφορίας χαρακτηρίζει όλες τις συνοπτικές καταστάσεις όπου η βοραβαθμίδα στην επιφάνεια, πάνω από τον ελληνικό χώρο, είναι πολύ ασθενής ή μηδενική. Με άλλα λόγια, κανένα κέντρο δράσης (αντικυκλωνικό ή υφειακό) δεν επιδρά στον καιρό της χώρας μας. Η πίεση, στην επιφάνεια, είναι ελαφρά αντικυκλωνική, ενώ καθ' ύψος, ολόκληρη η ανατολική Μεσόγειος και η Βαλκανική καλύπτονται από μία υπατροπική δυναμική αντικυκλωνική ράχη που ευνοεί τις έντονες καθαδικές κινήσεις του αέρα, που λαμβάνουν χώρα στην χαμηλή και μέση τροπόσφαιρα υπεύθυνη για την ξηρασία στη χώρα μας.

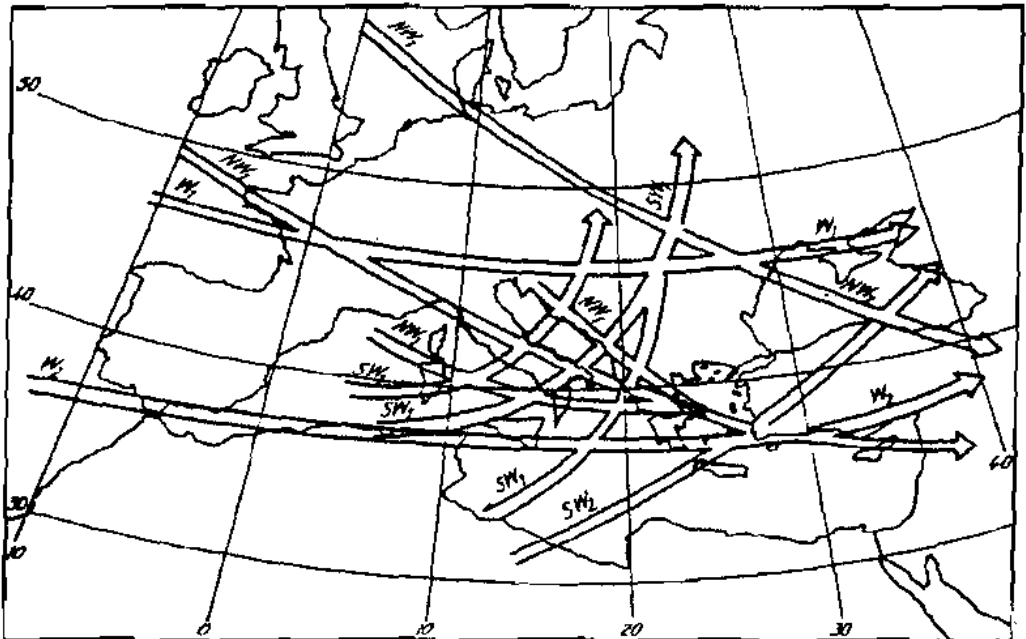
Υπάρχουν ακόμη, τρεις τύποι κυκλοφορίας οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν βροχοπτώσεις κυρίως στη βόρεια ηπειρωτική Ελλάδα ενώ στην υπόλοιπη χώρα επικρατεί ξηρασία.

α. Ο τύπος κυκλοφορίας της ψυχρής λίμνης (Dor). Ο καιρός κατά κύριο λόγο, εξαρτάται από την ένταση, την έκταση και τη θέση κατά γεωγραφικό πλάτος

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



Σχήμα 4. Συνήθη κέντρα Αντικυκλωνικών Τύπων Κυκλοφορίας.



Σχήμα 5. Τροχιές υφέσεων στη Μεσόγειο και στη νότια Ευρώπη.

και μήκος του ψυχρού αέρα που εμφανίζεται με τη μορφή μιας ψυχρής λίμνης.

β. Ο τύπος κυκλοφορίας NW2. Οι λίγες βροχοπτώσεις που προκαλούνται στο βόρειο-ηπειρωτικό ελλαδικό χώρο οφείλονται στη διέλευση ενός ψυχρού μετώπου που επηρεάζει τη χώρα μας μόνο με τα νότια κρασπεδά του (σχήμα 5).

γ. Ο Μικτός τύπος κυκλοφορίας M11. Πρόκειται για το μικτό τύπο ο οποίος προκαλεί τους ισχυρούς ΒΔ ανέμους στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, λόγω καναλισμού των αερίων μαζών κατά μήκος της κοιλάδας του Αξιού. Στον υπόλοιπο βόρειο ελλαδικό χώρο όπου δεν προκαλείται καναλισμός είναι δυνατόν να σημειωθούν ορισμένες βροχοπτώσεις, λόγω αστάθειας, ενώ στην υπόλοιπη χώρα επικρατεί Ξηρασία.

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

Συχνότητες (%) των τύπων κυκλοφορίας Ιουλίου-Αυγούστου (περίοδος 1950-1990) υπεύθυνων για την εποχιακή θερινή Ξηρασία στον ελλαδικό χώρο.

	Αντιξ. Τύποι	Dsec	Mb	Σύνολο A+Dsec+Mb	Dor	NW2	M11	Σύνολο A+Dsec+Mb+Dor+NW2+M11
Ιούλιος	22.5	27.3	15.0	64.8	8.4	13.9	13.9	91.1
Αύγουστος	28.1	25.8	16.2	70.1	7.9	9.7	9.7	89.7

Από τον πίνακα Ι προκύπτει ότι η συχνότητα της πρώτης κατηγορίας των τύπων κυκλοφορίας ανέρχεται στο 64.8% και 70.1% κατά τους Ιούλιο και Αύγουστο αντίστοιχα, ενώ η συχνότητα όλων των τύπων κυκλοφορίας που καθορίζουν συνολικά ή μερικά εποχιακή Ξηρασία ανέρχεται στο 91.1% και 89.7% κατά τους Ιούλιο και Αύγουστο αντίστοιχα.

Οι τύποι κυκλοφορίας που καθορίζουν την τυχαία Ξηρασία ανήκουν, κατά κύριο λόγο, σε δύο κατηγορίες.

α. Αντικυκλώνικοί τύποι της κεντρικής Ευρώπης, της Σκανδιναβίας, της ανατολικής Ευρώπης, του Ατλαντικού, της Βαλκανικής και της Μεσογείου. Εδώ θα μπορούσαν επίσης να υπαχθούν και οι τύποι κυκλοφορίας με ασθενή ή μηδενική βαροβαθμίδα (Mb).

β. Υψεισικοί τύποι των οποίων οι τροχιές βρίσκονται μακριά του ελληνικού χώρου και επηρεάζουν την χώρα μας μόνο με τα νότια ή ανατολικά κρασπεδά τους. Σ' αυτήν την κατηγορία υπάγονται οι τύποι W1 (για την κεντρική και νότια Ελλάδα), NW2 για την δυτική, κεντρική και νότια Ελλάδα και SW1 (για την νότια και κυρίως νότια-ανατολική Ελλάδα, Maheiras, 1983a, 1983b, 1988, 1992).

Κυρίως όμως, η Ξηρασία επικρατεί όταν απουσιάζουν από τον ελληνικό χώρο οι τύποι κυκλοφορίας NW1 (σχήμα 5) που προκαλούν βροχοπτώσεις σε ολόκληρη την χώρα μας (Maheiras, 1983a, 1983b), τύποι M2 που προκαλούν βροχοπτώσεις κυρίως

στη νότια Ελλάδα (Maheras, 1983a, 1983b), οι τύποι SW1 που προκαλούν κυρίως βροχοπτώσεις στη δυτική και ΒΔ Ελλάδα και τέλος, οι τύποι SW2 που προκαλούν τις βροχοπτώσεις της άνοιξης σε ολόκληρο τον ελληνικό χώρο (Καρούλιας, 1975; Maheras, 1983a, 1983b).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ

Συχνότητες τύπων κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια του διμήνου Ιαν. Φεβρ. 1989 και του τριμήνου Ιαν. - Φεβρ. - Μάρτιος 1990.

τύποι περιόδου	Αντικ	MB	W1+SW1+NW2	NW1	Σύνολο ημερών
Ι.Φ. 1989	43	8	6	2	59
Ι.Φ.Μ. 1990	58	14	17	2	91

Τα αίτια της ξηρασίας του 1989 δε διαφέρουν σημαντικά από εκείνα του 1990. Όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα η ξηρασία του 1989 είχε διάρκεια δύο μήνες (Ιανουάριος - Φεβρουάριος) και οι βροχοπτώσεις που σημειώθηκαν ήταν ελάχιστες σε ολόκληρο τον ελληνικό χώρο, ενώ το 1990 είχε διάρκεια τρεις μήνες (Ιανουάριος - Φεβρουάριος - Μάρτιος) και οι βροχοπτώσεις ήταν σχεδόν ανύπαρκτες σε ολόκληρη τη χώρα μας. Από τον πίνακα ΙΙ προκύπτει ότι κατά τη διάρκεια του διμήνου Ι.Φ. του 1989 σε ένα σύνολο 59 ημερών, ελληνική περιοχή καλύφθηκε για 43 ημέρες από αντικυκλωνικούς τύπους κυκλοφορίας, για 8 ημέρες από ομαλό βαρομετρικό πεδίο, για 6 ημέρες από υφειακούς τύπους των οποίων το κέντρο βρίσκεται μακριά από τη χώρα μας και μόνο 2 ημέρες από τον τύπο NW1.

Κατά τη διάρκεια του τριμήνου Ι.Φ.Μ. του 1990 σε ένα σύνολο 91 ημερών, οι αντικυκλωνικοί τύποι εμφανίστηκαν 58 ημέρες, τα ομαλά βαρομετρικά πεδία 14 ημέρες, οι υφειακοί τύποι W1+SW1+NW2 17 ημέρες και ο τύπος NW1 μόνο 2 ημέρες. Τα αίτια λοιπόν της μεγάλης ξηρασίας είναι προφανή: Μεγάλη αυχρότητα αντικυκλωνικών τύπων και σχεδόν παντελή απουσία υφειακών τύπων κυκλοφορίας που προκαλούν έντονες βροχοπτώσεις.

Τόσο το 1989 όσο και το 1990 οι αντικυκλώνες που επικράτησαν είχαν στη με-γάλη τους πλειοψηφία Ατλαντική προέλευση και κατά κανόνα ζωνική κυκλοφορία καθ' ύψος. Οι αέριες μάζες που κάλυψαν την ελληνική περιοχή ήταν κατά κανόνα σχετικά θερμές και γι' αυτό οι θερμοκρασίες που διαμορφώθηκαν, ιδιαίτερα κατά τον Φεβρουάριο 1989 και Φεβρουάριο - Μάρτιο 1990 ήταν υψηλότερες του μέσου όρου. Οι Ιανουάριοι 1989 και 1990 αποτελούν μερική εξαίρεση γιατί οι θερμοκρασίες που διαμορφώθηκαν βρίσκονται γύρω από το μέσο όρο. Το κυριώτερο αίτιο αποτελεί τόσο το 1989 όσο και το 1990, η κάθοδος αντικυκλώνων στα ανατολικά της Σκανδιναβίας με ψυχρές αέριες μάζες, μεσημβρινής κυκλοφορίας και επομένως διαμόρφωση χαμηλότερων θερμοκρασιών.

3.2. Τάση μεταβολής συχνοτήτων των τύπων κυκλοφορίας.

Όπως είναι ευνόητο, οι συχνότητες των τύπων κυκλοφορίας παρουσιάζουν μεταβολές στις συχνότητές τους, από χρονιά σε χρονιά, τόσο σε ετήσια όσο και σε εποχιακή κλίμακα. Οι μεταβολές αυτές έχουν άμεση επίδραση στο ποσό των βροχοπτώσεων. Μια αύξηση π.χ. συχνοτήτων των αντικυκλωνικών τύπων κατά τη διάρκεια μιας εποχής έχει σαν αποτέλεσμα την ελάττωση των βροχοπτώσεων σ' αυτήν την εποχή, ενώ αντίθετα αύξηση συχνοτήτων των υφαιστικών τύπων κυκλοφορίας έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των βροχοπτώσεων.

Για την μελέτη της τάσης των συχνοτήτων των τύπων κυκλοφορίας υπολογίστηκαν, σε ετήσια και εποχιακή κλίμακα, οι κατ' έτος συχνότητες όλων των τύπων κυκλοφορίας για την περίοδο 1950-1990. Επειδή το αποτέλεσμα των αντικυκλωνικών τύπων, του MB τύπου και του Dsec τύπου εκφράζεται στον κοινό με τον ίδιο τρόπο (επικράτηση ανομβρίας) για το λόγο αυτό οι συχνότητες όλων των σταθερών τύπων δίνονται αθροιστικά στο ίδιο διάγραμμα (σχήμα 6).

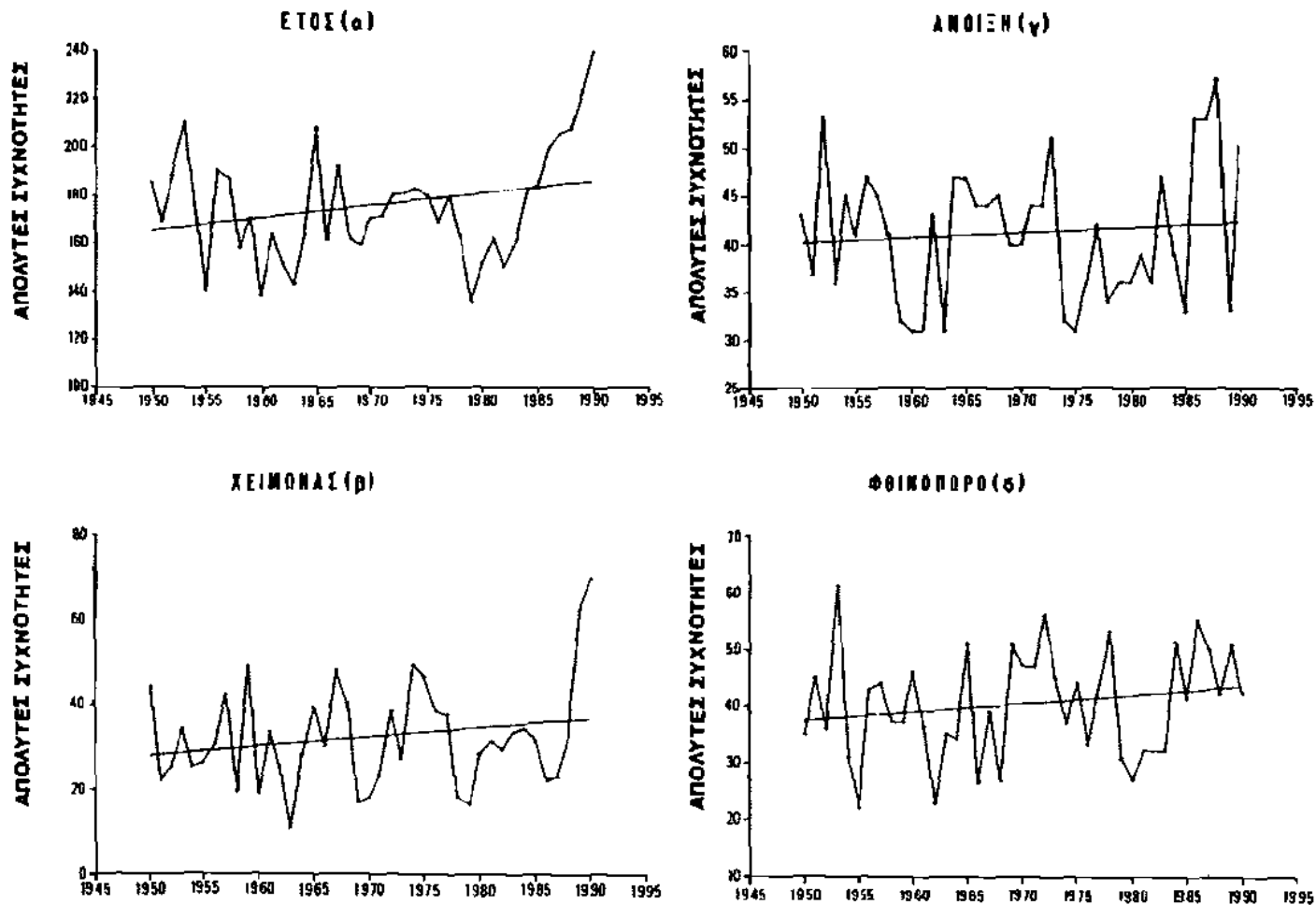
Όπως προκύπτει από το σχήμα 6α, σε ετήσια κλίμακα, υπάρχουν δυο περίοδοι σημαντικής ελάττωσης συχνοτήτων των σταθερών τύπων κυκλοφορίας και δυο περίοδοι σημαντικής αύξησης αυτών.

Η πρώτη περίοδος ελάττωσης βρίσκεται ονάμεσα στα έτη 1958 και 1964 και η δεύτερη περίοδος ονάμεσα στα έτη 1977 και 1983. Η πρώτη περίοδος αύξησης συχνοτήτων βρίσκεται στην αρχή της περιόδου, από το 1950 μέχρι το 1957 (εκτός του 1955) ενώ η δεύτερη περίοδος αύξησης πολύ περισσότερο έντονη και σταθερή βρίσκεται στο τέλος της περιόδου, από το 1985 μέχρι το 1990. Η τελευταία αυτή περίοδος αντιστοιχεί, ακριβώς, με την περίοδο σημαντικής ελάττωσης των βροχοπτώσεων στον ελληνικό χώρο.

Η τάση συχνοτήτων των σταθερών τύπων κυκλοφορίας παρουσιάζει ανοδική πορεία κατά τη διάρκεια της μελετούμενης περιόδου. Η τάση αύξησης συχνοτήτων, κατά μέσο όρο, είναι 20 μονάδες που σημαίνει ότι, για την μελετούμενη περίοδο υπάρχει μια τάση αύξησης κατά 1 μονάδα ανά δύο χρόνια στις απόλυτες συχνότητες των σταθερών τύπων κυκλοφορίας.

Εάν γίνει μια σύγκριση του σχήματος 6α με το σχήμα 3ο προκύπτει ότι η τάση των βροχοπτώσεων είναι αντίστροφη εκείνης των συχνοτήτων των σταθερών τύπων κυκλοφορίας. Από την ίδια σύγκριση επίσης προκύπτει ότι η σημαντική ελάττωση των βροχοπτώσεων κατά διάρκεια της τελευταίας εφταετίας οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στη σημαντική αύξηση συχνοτήτων των σταθερών τύπων κυκλοφορίας της ίδιας περιόδου.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα (σχήμα 6β), όπως και στις ετήσιες συχνότητες, υπάρχουν περίοδοι σημαντικής ελάττωσης συχνοτήτων των σταθερών τύπων, καθώς και περίοδοι, σημαντικής αύξησης συχνοτήτων με μέγιστο το τελευταίο έτος της υπό μελέτη περιόδου (1990). Το ελάχιστο συχνοτήτων εμφανίζεται το 1963. Η γενική τάση είναι αυξητική όπως και τις ετήσιες συχνότητες, γεγονός που φαίνεται να ερμηνεύει



Σχ 6. Τάση των ετήσιων και εποχιακών συχνοτήτων των σταθερών τύπων κυκλοφορίας στον Ελλαδικό χώρο κατά τη διάρκεια της Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστους - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ. 1950-1996

τη σημαντική μείωση των βροχοπτώσεων της χειμερινής περιόδου.

Κατά τη διάρκεια της άνοιξης (σχήμα 6γ) ή από έτος σε έτος μεταβλητότητα συχνοτήτων των σταθερών τύπων κυκλοφορίας είναι πολύ σημαντική. Το μέγιστο συχνοτήτων σημειώνεται το 1988 ενώ το ελάχιστο περισσότερες φορές. Όπως και στον χειμώνα, η γενική τάση είναι ανοδική.

Οι σταθεροί τύποι κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου (σχήμα 6δ) παρουσιάζουν μεγαλύτερες συνολικά συχνότητες από ότι κατά τη διάρκεια των άλλων εποχών, με εξαίρεση το καλοκαίρι. Το μέγιστο συχνοτήτων παρατηρείται το 1953 ενώ το ελάχιστο δυο χρόνια αργότερα, το 1955. Όπως θα το περίμενε κανείς και στο φθινόπωρο η γενική τάση είναι αυξητική.

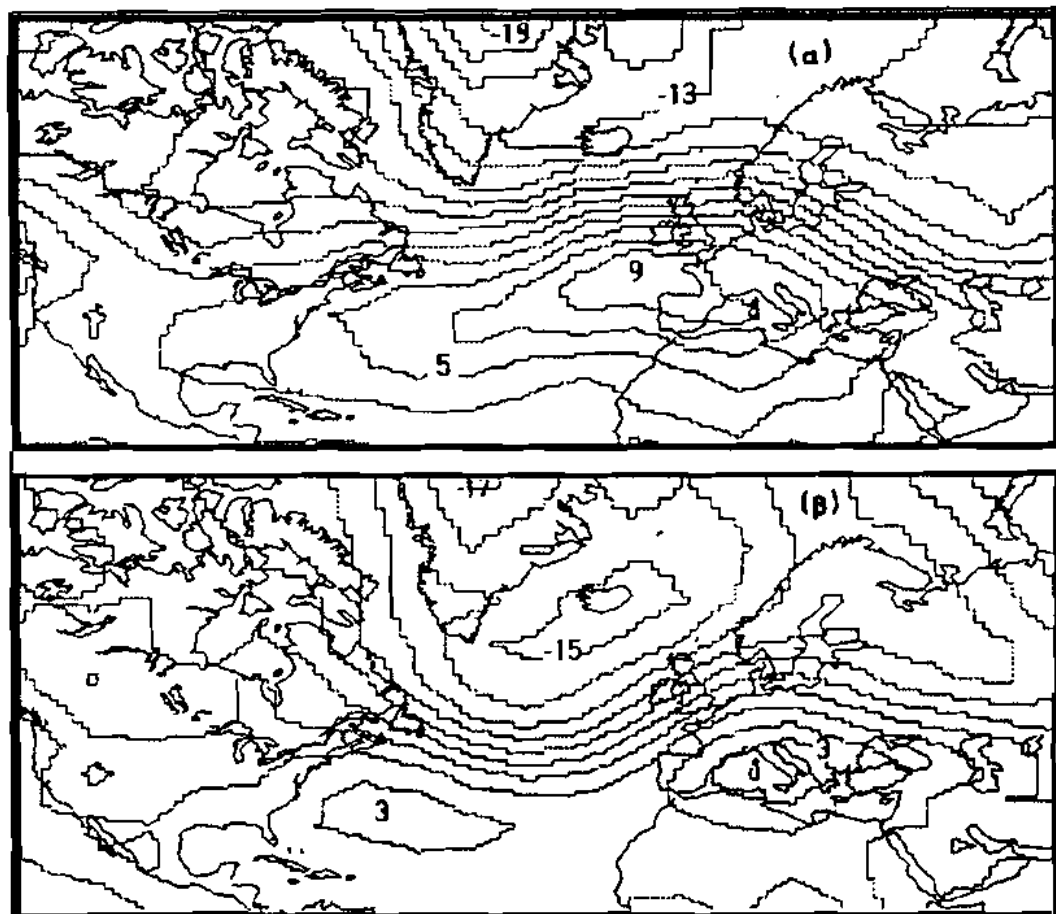
3.3. Ανωμαλίες της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων.

Η δυνατότητα για ανάλυση και πρόβλεψη του καιρού και του κλίματος εξαρτάται από τον καθορισμό και τη διερεύνηση φυσικών φαινομένων όπως είναι η κατανομή της ατμοσφαιρικής πίεσης, και από αυτήν προκύπτουσα κυκλοφορία της ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια μιας εποχής ή και μακρότερης εμμονής, όπως π.χ. είναι μια περίοδος ξηρασίας. Σύμφωνα με τις απόψεις πολλών επιστημόνων (Davis, 1976; Μεταξάς et al., 1992) αν είναι δυνατόν να προβλεφθεί ή να καθοριστεί με τη βοήθεια της εμμονής ή με κάποια άλλη μέθοδο η γενική κυκλοφορία, τότε είναι δυνατόν να ανακαλυφθούν και να ερμηνευτούν οι διάφορες μορφές του καιρού και του κλίματος.

Για κάθε έτος το οποίο χαρακτηρίζεται σαν ξηρό καθώς και για κάθε εποχή (χειμώνας, άνοιξη, φθινόπωρο) που χαρακτηρίζεται σαν ξηρή κατασκευάστηκαν οι χάρτες των ανωμαλιών της ατμοσφαιρικής πίεσης για ολόκληρο το βόρειο ημισφαίριο. Στην παρούσα εργασία, για λόγους έλλειψης χώρου παρατίθενται και περιγράφονται δυο μόνο χαρακτηριστικές περιπτώσεις ξηρασίας του χειμώνα 1989 και του χειμώνα 1990.

Κοτά τη διάρκεια του χειμώνα 1989 (σχήμα 7α) θετικές ανωμαλίες καλύπτουν την περιοχή του ανατολικού Ατλαντικού, τη δυτική και νότια Ευρώπη και τη Μεσόγειο. Βορειότερα έντονες αρνητικές ανωμαλίες κολύπτουν όλες τις βόρειες χώρες και βόρειες θάλασσες με κέντρο τη Γροιλανδία. Το Ισλανδικό χαμηλό επομένως είναι κατά πολύ βαθύτερο από ότι συνήθως και επεκτείνεται προς τα νότια και νότια-ανατολικά. Ο συνδυασμός των δυο αυτών ανωμαλιών, θετικών στα νότια και αρνητικών στα βόρεια προκάλεσε ισχυρούς δυτικούς - νοτιοδυτικούς ανέμους πάνω από το βόρειο και βορειοανατολικό Ατλαντικό και τη ΒΔ Ευρώπη και επομένως ισχυρή θερμική μεταφορά πάνω από το μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης, κυρίως στη βόρεια Ευρώπη και στη δυτική Μεσόγειο. Στην ανατολική Μεσόγειο και στη μέση Ανατολή επικράτησαν ψυχρές αέριες μάζες.

Η κατανομή αυτή των ανωμαλιών δείχνει ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα 1989 στο χώρο του βόρειου Ατλαντικού και της Ευρώπης επικράτησαν συνθήκες δυτικής κυκλοφορίας με υφέσεις που κυκλοφορούσαν σε γεωγραφικό πλάτη βορειότερα των



Σχήμα 7. Ανωμαλίες της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια (hpa) κατά τη διάρκεια (α) του χειμώνα 1989 και (β) του χειμώνα 1990.

50°, επιβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στις νοτιότερες περιοχές και ιδιαίτερα στην νότια Ευρώπη και στη Μεσόγειο συνθήκες έντονης ξηρασίας. Εξάλλου στα ίδια αποτελέσματα καταλήγουν και ο Μεταξάς με τους συνεργάτες του (1992).

Η κατανομή των ανωμαλιών της ατμοσφαιρικής πίεσης, κατά τη διάρκεια του χειμώνα 1990 δε διαφέρει σημαντικά από εκείνη του προηγούμενου χειμώνα. Βρίσκουμε και πάλι τις θετικές ανωμαλίες στην περιοχή του ανατολικού Ατλαντικού και τη Μεσόγειο και τις αρνητικές ανωμαλίες βορειότερα στην περιοχή της Γροιλανδίας και της Ισλανδίας. Η διαφορά σε σχέση με τον χειμώνα του 1989 έγκειται στο γεγονός ότι οι αρνητικές ανωμαλίες στο βόρειο Ατλαντικό επεκτείνονται περισσότερο προς τα νότια και ΝΔ ενώ οι θετικές ανωμαλίες είναι ασθενέστερες. Η κατανομή αυτή των κέντρων δράσης είχε σαν αποτέλεσμα την επικράτηση έντονου δυτικού - νότιου - Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Θεόφραστος - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

δυτικού ρεύματος πάνω από τη νότια Ευρώπη και τη Μεσόγειο που επεκτάθηκε πολύ περισσότερο προς τα ανατολικά από ότι το 1989. Σ' αυτή την περίπτωση υψηλές θερμοκρασίες σημειώθηκαν όχι μόνο στη νότια Ευρώπη και τη Μεσόγειο αλλά και στην ανατολική Ευρώπη και τη Σιβηρία (Parker and Jones, 1990). Η απουσία δε των υφέσεων από την Μεσόγειο είχε σαν αποτέλεσμα την επικράτηση απόλυτης σχεδόν ξηρασίας στην νότια Ευρώπη και στη Μεσόγειο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πρόβλημα της έλλειψης του νερού στη χώρα μας είναι έντονα κατά τη διάρκεια των 10 τελευταίων χρόνων. Όπως προκύπτει, υπάρχει μια έντονη μείωση των βροχοπτώσεων σε ολόκληρη τη χώρα ίση με 200 χιλιοστά περίπου κατά τη διάρκεια των τελευταίων 40 ετών. Παρόλο που η ελάττωση αυτή των βροχοπτώσεων είναι αισθητή σε όλες τις εποχές, ο χειμώνας είναι εκείνη η εποχή που υφίσταται την εντονότερη μείωση. Είναι επίσης η εποχή στην οποία εμφανίζονται τα πιο ακραία φαινόμενα ξηρασίας.

Η ξηρασία του 1989 και του 1990 μπορούν να χαρακτηριστούν, αντικειμενικά, σαν εξαιρετικό φαινόμενο από τη διάρκειά της και την έντασή της, που επιπλέον, συνδέεται από μια σημαντική διαταραχή του εποχιακού κύκλου των βραχο-πτώσεων.

Μπορούμε να αποδώσουμε τις αιτίες αυτής της ξηρασίας τόσο στην δυτική κυκλοφορία με υψηλές τιμές του ζωνικού δείκτη όσο και στην μεσημβρινή κυκλοφορία. Σε κάθε περίπτωση τα χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια της περιόδου της ξηρασίας είναι διπλά:

- Εμφάνιση έντονων θετικών ανωμαλιών στην νότια Ευρώπη και τη Μεσόγειο με επικράτηση ισχυρών αντικυκλώνων στις αντίστοιχες περιοχές.
- Ανώμαλα μεγάλη διάρκεια (εμμονή) αυτών των θετικών ανωμαλιών.

Μια λογική ερώτηση που θα μπορούσε κανείς να υποβάλει είναι η ακόλουθη: Η ξηρασία που γνώρισε η χώρα μας αποτελεί ένα κλιματικά δυστύχημα ή μπορεί να οφείλεται σε μια κλιματική τάση με μόνιμο χαρακτήρα; Η ερώτηση είναι πιο κατάλληλη και πιο επίκαιρη από τα γεγονότα ότι και άλλες περιοχές, όπως η δυτική και κεντρική Ευρώπη υφίστανται ταυτόχρονα με τη χώρα μας παρόμοια ξηρασία και ακόμη η ξηρασία επανεμφανίστηκε στη χώρα μας κατά τη διάρκεια του προηγούμενου χειμώνα (1992) και του παρόντα χειμώνα (1993) με τα ίδια περίπου χαρακτηριστικά και την ίδια περίπου ένταση με εκείνα του 1989 και του 1990.

Κατ' αρχάς θα πρέπει να σημειωθεί ότι τόσο η τάση ελάττωσης των ετήσιων και εποχιακών βροχοπτώσεων όσο και η τάση αύξησης συχνότητων των σταθερών τύπων κυκλοφορίας δείχνουν ότι πραγματικά η χώρα μας υφίσταται μια σημαντική μείωση των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια των τελευταίων 40 ετών. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι τα προγνωστικά μοντέλα (GISS και GFDL, Brazdil, 1992) βασισμένα στην επίδραση του θερμοκηπίου (διπλή ποσότητα CO₂ στην ατμόσφαιρα) δίνουν για

την ανατολική Μεσόγειο μια μικρή αύξηση των ετησίων βροχοπτώσεων με αύξηση των χειμερινών βροχοπτώσεων και ελάττωση των θερινών. Τα φαινόμενα ξηρασίας που υφίσταται η χώρα μας βρίσκονται στην αντίθετη κατεύθυνση. Το ίδιο συμβαίνει σ' ότι αφορά στις θερμοκρασίες.

Η ερώτηση λοιπόν που τέθηκε δεν μπορεί να απαντηθεί με βεβαιότητα. Πι-στεύ-ουμε όμως ότι παρόλη την τάση ελάττωσης των βροχοπτώσεων στη χώρα μας, τα ακραία φαινόμενα ξηρασίας του 1989 και 1990 καθώς και τα πιο πρόσφατα το 1992 και 1993 είναι κλιματικά δυστυχήματα που συνέβησαν τα τελευταία χρόνια με μεγάλη συχνότητα και μεγάλη ένταση και δεν εντάσσονται σε μια μόνιμη κλιματική αλλαγή στη χώρα μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BRAZDIL R., 1992: Fluctuations of Atmospheric Precipitation in Europe. *Geojournal*, 27, 3, 275-291.
- CHARRE J., 1977: A Propos de Sécheresse. *Revue de Géographie de Lyon* Vol. 52, 215-226.
- DAVIS R.E., 1976: Predictability of sea surface temperature and sea level pressure anomalies over the north Pacific Ocean. *J. Phys. Oceanogr.*, 6, 249-266.
- DORIZE J., 1976: Analyse comparée de la dynamique des sécheresses aux latitudes moyennes et dans les régions tropicales. *C.R. Congrès accidents climatiques*, 1-4.
- ΚΑΡΟΥΛΙΑΣ Α., 1975: Οι Σαχαριανές υφέσεις. Διδακτορική διατριβή, σελ. 115 Θεσ/νίκη.
- MAHERAS P., 1983a: Climatologie de la mer Egée et de ses marges continentales. Thèse de Doctorat d'Etat. *Atelier de Reproduction de Thèses de Lille III*, p. 783.
- MAHERAS P., 1983b: Les types de temps depressionnaires perturbés au-dessus de la mer Egée. *Riv. Meteor. Aeron.*, XLIII, n° 1/2, 13-22.
- MAHERAS P., 1988: The synoptic Weather Types and Objective Delimitation on the Winter Period in Greece. *Weather*, 43, 40-45.
- MAHERAS P., 1989: Delimitation of the Summer-Dry Period in Greece According to the Frequency of Weather-Types. *Theor. Appl. Climatol.* 39, 171-176.
- ΜΑΧΑΪΡΑΣ Π., 1992: Αίτια και μετεωρολογικά χαρακτηριστικά της ξηρασίας στον ελληνικό χώρο. Συμπόσιο Λειψυδρία και Πλημμύρες, υπό δημοσίευση.
- ΜΕΤΑΞΑΣ Δ., ΜΠΑΡΤΖΩΚΑΣ Α., ΡΕΠΑΠΗΣ Χ., ΔΑΛΕΖΙΟΣ Ν., 1992: Η Ατμοσφαιρική Κυκλοφορία και η θερμοκρασία επιφάνειας θαλάσσης κατά τους υγρούς και ξηρούς χειμώνες στην Ελλάδα. *Πρακτικά 1ου Παν. Συν. Μετ-Κλιμ. Φυσ. Ατμ.*, 11-17.
- PARKER D.E., and JONES P.D., 1991: Global warmth in 1990. *Weather*, 46, n° 10 302-311.