

ΧΑΛΑΖΟΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΙΓΙΔΕΣ ΘΕΡΜΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ¹

Κ.Α. ΠΑΓΩΝΗΣ², Φ.Ι.ΚΑΝΔΥΛΗΣ³

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα μελέτη εξετάζονται οι χαλαζοφόρες καταιγίδες της θερμής περιόδου του έτους (Μάιος - Σεπτέμβριος) στον Ελληνικό χώρο κατά την περίοδο 1961-1990. Το κλιματικό δίκτυο που χρησιμοποιήθηκε περιλαμβάνει 50 σταθμούς της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) με κοινή περίοδο λειτουργίας την προαναφερθείσα 30ετία. Μελετήθηκε η επίδραση του υψομέτρου και των γεωγραφικών συντεταγμένων στην πιθανότητα εκδήλωσης χαλαζόπτωσης με τη χρήση γραμμικού μοντέλου παλινδρόμησης (Fisher, 1958). Οι ισοπληθείς καμπύλες χαράχτηκαν με την μέθοδο Kriging (Olea, 1987) ενώ επιχειρήθηκε, τέλος, ομαδοποίηση των σταθμών με την μέθοδο της Cluster Analysis (Kalkstein, 1987).

ABSTRACT

In this paper hailstorm's frequencies of the thermal annual period are investigated and analysed in Hellas area. The meteorological station's net, which was used, consists of 50 stations and the time series extend from 1961-1990. It was attempted a classification of the meteorological stations, using the method of Cluster Analysis. Finally it was examined the influence of altitude and geographic coordinates on the probability values of hailstorm's frequencies using linear models of regression analysis.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: Υετός, Καταιγίδα, Αριθμός ημερών, Ανάλυση σε ομάδες, Χαλάζι
KEY WORDS: Precipitation, Thunderstorm, Number of days, Hailstorm, Cluster Analysis.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Συχνά στην ατμόσφαιρα εμφανίζονται ιδιαίτερα ισχυρές κατακόρυφες θερμοβαθμίδες οι οποίες σε συνδυασμό με την ύπαρξη μεγάλων ποσοτήτων υδρατμών οδηγούν στην εκδήλωση καταιγιδιόφρου δραστηριότητας. Τα συνοδευόμενα καιρικά φαινόμενα είναι ιδιαίτερα έντονα όπως χαλαζόπτωση, διαλείπουσες βροχοπτώσεις, κτλ. ενώ το πλέον εντυπωσιακό χαρακτηριστικό είναι η ισχυρή ηλεκτρική διέγερση της ατμόσφαιρας (Wallace & Hobbs, 1977), και η εξ επαγωγής ηλεκτροστατική πόλωση των αντιστοιχών τμημάτων της γήινης επιφάνειας, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ισχυρών ηλεκτρικών εκκενώσεων. Οι καταιγίδες που εκδηλώνονται κατά την θερμή περίοδο του έτους (Μάιος έως και Σεπτέμβριος), είναι τοπικά φαινόμενα μικρής έκτασης και οφείλονται συνήθως στην υπερθέρμανση του εδάφους (που καθιστά ασταθή τα παρεδάφια αέρια στρώματα) λόγω της έντονης και παρατεταμένης ηλιακής ακτινοβολίας. Η χαλαζοφόρος δραστηριότητα, η οποία συχνά συνοδεύει τις θερμικές καταιγίδες είναι φαινόμενο αυστηρά τοπικό (Καραπιπέρης, 1967), διαρκεί συνήθως λίγα λεπτά και σπάνια έως μία ώρα ενώ προκαλεί σημαντικές καταστροφές στις αγροτικές καλλιέργειες κατά την περίοδο αυτή (W.M.O., 1972). Πρόσφατες μελέτες (Τσαγκαλίδης, 1996) έχουν δείξει ότι στην Κεντρική Μακεδονία εκδηλώνεται χαλαζόπτωση όταν το ύψος της μηδενικής θερμοκρασίας του υγρού θερμομέτρου κυμαίνεται από 1,9 - 3,2 Km.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το συγκροτηθέν δίκτυο για την εξέταση των συχνοτήτων χαλαζόπτωσης στην Ελλάδα αποτελείται από 50 σταθμούς της Ε.Μ.Υ., των οποίων η γεωγραφική κατανομή φαίνεται στον χάρτη 1. Στον πίνακα I αναγράφεται η ακριβής θέση και το υψόμετρο κάθε σταθμού, ο μέσος αριθμός περιπτώσεων, θερμής περιόδου, εκδήλωσης καταιγίδας και χαλαζόπτωσης, καθώς επίσης και η πιθανότητα εκδήλωσης χαλαζόπτωσης υπό την συνθήκη ότι καταγράφεται καταιγίδα.

1: " THERMAL ANNUAL HAILSTORMS IN HELLAS "

2: K.A. PAGONIS, Hellenic Pedagogical Institute, Mesogion str. 396, Athens 153 41

3: F.J.KANDILIS, Lab of Climatology, Univ. of Athens, Univ. Campus-Ilisia 157 84

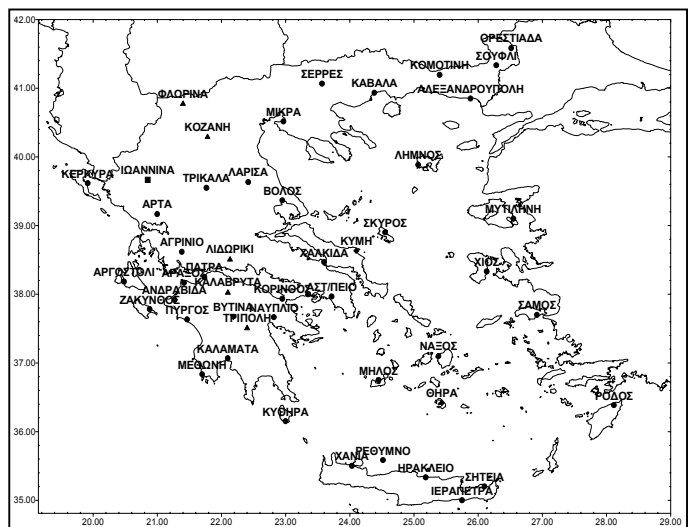
Πίνακας Ι. Μητρώο των σταθμών του κλιματικού δικτύου

α/α	ΣΤΑΘΜΟΣ	Γ.Μήκος λ ^ο	Γ.Πλάτος φ ^ο	Υψόμετρο h (m)	Μέση συχνότητα καταιγίδων θερμής περιόδου	Μέση συχνότητα χαλαζόπτωσης θερμής περιόδου	Πιθανότητα P (%)
1	ΑΓΡΙΝΙΟ	21 ^ο 23'	38 ^ο 37'	46	17.0	0.8	4.7
2	ΔΕΛΕ/ΠΟΛΗ	25 ^ο 53'	40 ^ο 51'	3	15.2	0.4	2.4
3	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	21 ^ο 16'	37 ^ο 55'	99	6.7	0.1	1.0
4	ΑΡΑΞΟΣ	21 ^ο 25'	38 ^ο 10'	14	8.0	0.0	0.4
5	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	20 ^ο 29'	38 ^ο 11'	2	5.3	0.3	5.7
6	ΑΡΤΑ	21 ^ο 00'	39 ^ο 10'	39	4.1	0.3	6.5
7	ΑΣΤΕΡ/ΠΕΙΟ	23 ^ο 43'	37 ^ο 58'	107	4.9	0.4	7.4
8	ΒΟΛΟΣ	22 ^ο 57'	39 ^ο 22'	3	6.0	0.1	2.2
9	ΒΥΤΙΝΑ	22 ^ο 11'	37 ^ο 40'	1012	8.1	0.7	8.2
10	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	23 ^ο 45'	37 ^ο 54'	10	7.2	0.1	1.4
11	ΖΑΚΥΝΘΟΣ	20 ^ο 53'	37 ^ο 47'	3	5.2	0.1	1.9
12	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	25 ^ο 11'	35 ^ο 20'	38	4.0	0.3	6.7
13	ΘΗΡΑ	25 ^ο 26'	36 ^ο 25'	213	1.0	0.0	0.0
14	ΤΕΡΑΠΕΤΡΑ	25 ^ο 45'	35 ^ο 00'	16	1.8	0.0	1.9
15	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	20 ^ο 51'	39 ^ο 40'	483	22.1	0.9	4.1
16	ΚΑΒΑΛΑ	24 ^ο 23'	40 ^ο 56'	60	11.8	0.1	1.1
17	ΚΑΛΑΒΡΥΤΑ	22 ^ο 06'	38 ^ο 02'	731	18.7	0.4	2.0
18	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	22 ^ο 06'	37 ^ο 04'	6	8.1	0.3	4.1
19	ΚΕΡΚΥΡΑ	19 ^ο 55'	39 ^ο 37'	2	13.3	0.5	3.5
20	ΚΟΖΑΝΗ	21 ^ο 47'	40 ^ο 18'	625	23.9	0.4	1.5
21	ΚΟΜΟΤΙΝΗ	25 ^ο 24'	41 ^ο 07'	30	9.3	0.3	2.9
22	ΚΟΡΙΝΘΟΣ	22 ^ο 57'	37 ^ο 56'	4	4.2	0.1	1.6
23	ΚΥΘΗΡΑ	23 ^ο 00'	36 ^ο 09'	167	1.7	0.1	7.7
24	ΚΥΜΗ	24 ^ο 06'	38 ^ο 38'	222	2.2	0.1	4.6
25	ΛΑΡΓΑ	22 ^ο 25'	39 ^ο 38'	73	21.1	0.3	1.6
26	ΛΗΜΝΟΣ	25 ^ο 04'	39 ^ο 53'	13	8.2	0.3	3.3
27	ΛΙΔΩΡΙΚΙ	22 ^ο 08'	38 ^ο 31'	600	5.9	0.1	1.7
28	ΜΕΓΑΡΑ	23 ^ο 21'	38 ^ο 00'	36	2.0	0.2	8.2
29	ΜΕΘΟΝΗ	21 ^ο 42'	36 ^ο 50'	33	8.4	0.2	2.0
30	ΜΗΛΟΣ	24 ^ο 27'	36 ^ο 45'	182	1.7	0.0	2.0
31	ΜΙΚΡΑ	22 ^ο 58'	40 ^ο 31'	4	25.2	0.3	1.1
32	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	26 ^ο 33'	39 ^ο 06'	2	6.8	0.1	1.5
33	ΝΑΞΟΣ	25 ^ο 23'	37 ^ο 06'	9	2.6	0.1	3.8
34	ΝΑΥΠΛΙΟ	22 ^ο 49'	27 ^ο 24'	2	7.4	0.0	0.5
35	ΟΡΕΣΤΙΑΔΑ	26 ^ο 31'	41 ^ο 35'	43	7.8	0.5	6.0
36	ΠΑΤΡΑ	21 ^ο 44'	38 ^ο 15'	1	2.5	0.2	8.0
37	ΠΥΡΓΟΣ	21 ^ο 28'	37 ^ο 38'	12	3.6	0.3	7.3
38	ΡΕΘΥΜΝΟ	24 ^ο 31'	35 ^ο 21'	7	1.6	0.0	2.1
39	ΡΟΔΟΣ	28 ^ο 07'	36 ^ο 23'	35	3.6	0.0	0.9
40	ΣΑΜΟΣ	26 ^ο 55'	37 ^ο 42'	48	3.8	0.0	0.9
41	ΣΕΡΡΕΣ	23 ^ο 34'	41 ^ο 04'	32	14.9	0.3	1.8
42	ΣΗΤΕΙΑ	26 ^ο 06'	35 ^ο 12'	25	2.2	0.0	1.5
43	ΣΚΥΡΟΣ	24 ^ο 33'	38 ^ο 54'	4	6.5	0.1	2.1
44	ΣΟΥΦΛΙ	26 ^ο 17'	41 ^ο 12'	15	8.6	0.2	2.7
45	ΤΡΙΚΑΛΑ	21 ^ο 46'	39 ^ο 33'	112	15.6	0.5	3.0
46	ΤΡΙΠΟΛΗ	22 ^ο 24'	37 ^ο 31'	661	18.9	0.5	2.7
47	ΦΛΟΡΙΝΑ	21 ^ο 24'	40 ^ο 47'	650	12.8	0.6	4.4
48	ΧΑΛΚΙΔΑ	23 ^ο 36'	38 ^ο 28'	4	2.3	0.1	2.9
49	ΧΑΝΙΑ	24 ^ο 02'	35 ^ο 30'	62	1.6	0.0	2.1
50	ΧΙΟΣ	26 ^ο 08'	38 ^ο 20'	3	2.5	0.1	2.7

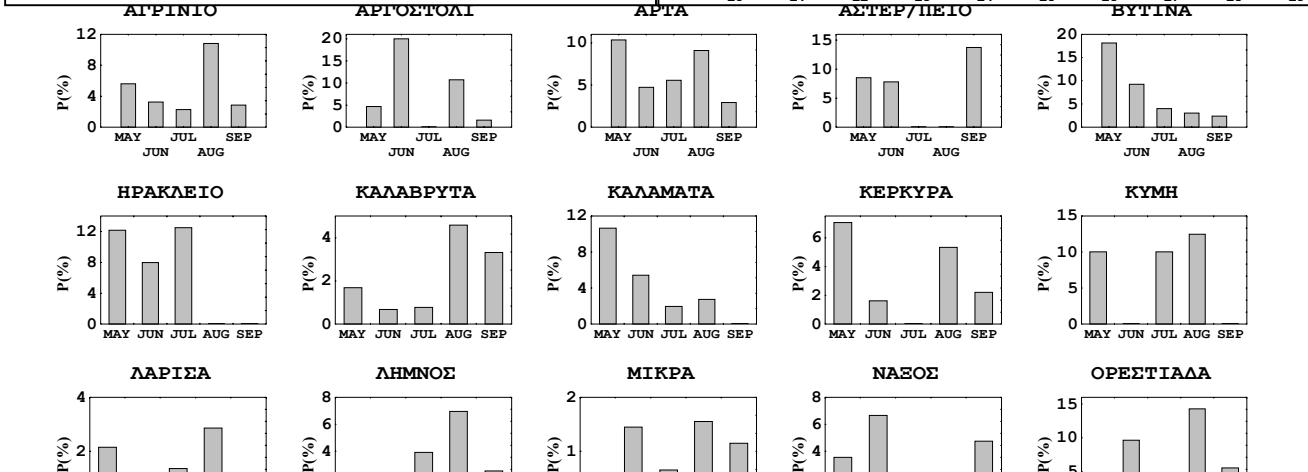
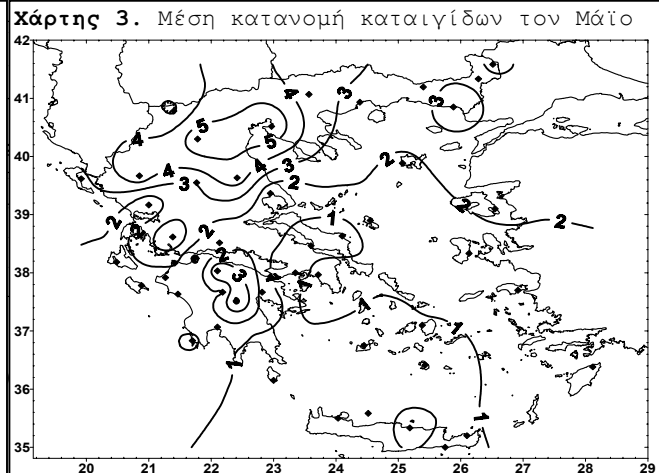
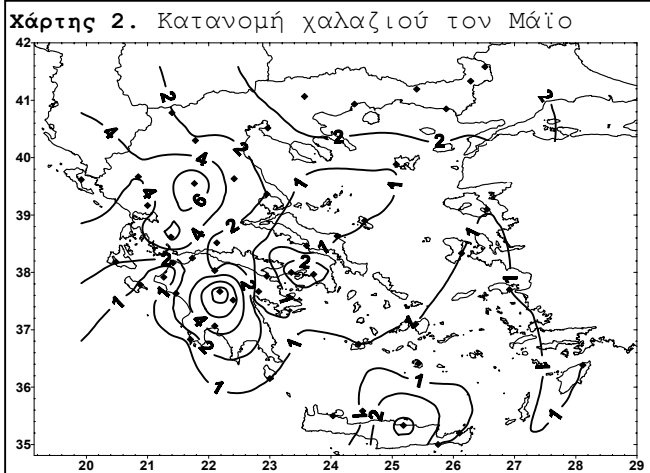
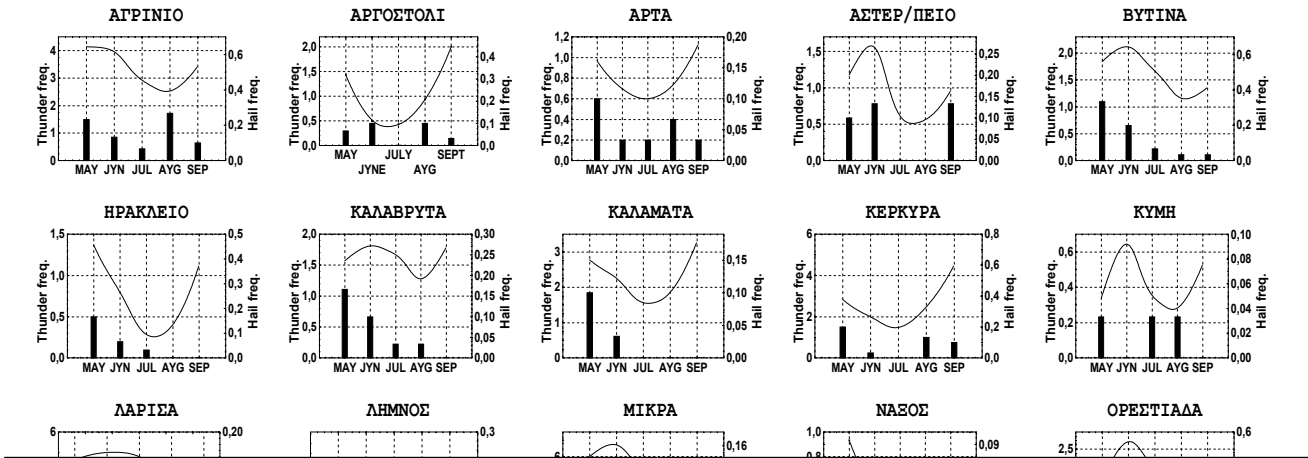
Χάρτης 1. Γεωγραφική θέση των σταθμών του κλιματικού δικτύου

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Στα διαγράμματα του σχ.1 απεικονίζονται οι μέσες μηνιαίες συχνότητες του αριθμού ημερών χαλάζης (ραβδόγραμμα) και του αριθμού ημερών καταιγίδας (πολυωνυμική προσαρμογή) για ορισμένους σταθμούς του δικτύου σε κοινά (double Y) διαγράμματα. Στο σχ.2 απεικονίζεται για τους αντίστοιχους σταθμούς του δικτύου η πιθανότητα P(%) εκδήλωσης χαλαζόπτωσης κατά την διάρκεια καταιγίδας για κάθε μήνα της θερμής περιόδου. Η μελέτη της χωρικής κατανομής των καταιγίδων, της χαλαζόπτωσης και της πιθανότητας εκδήλωσης χαλαζόπτωσης κατά τους μήνες της θερμής περιόδου (Μάιος-Σεπτέμβριος) και συνολικά για τη θερμή περίοδο, απεικονίζεται στους χάρτες 2 έως 17.

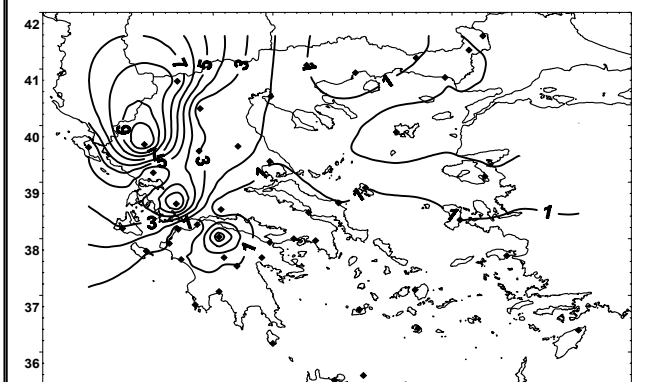


Σχήμα 1. Μέση μηνιαία πορεία των συχνοτήτων χαλάζης (ραβδόγραμμα) - καταιγίδας (γραμμή) κατά τη θερμή περίοδο των ετών 1961-1990



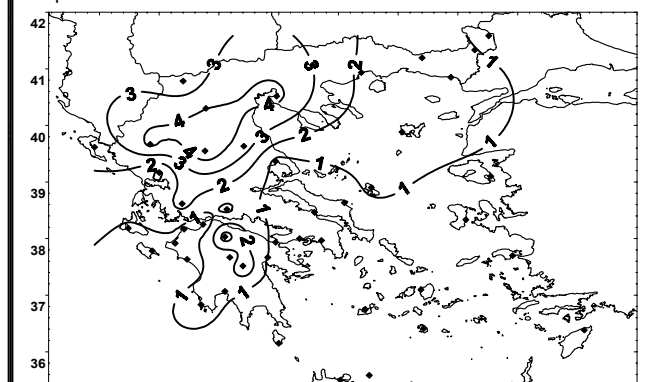
Χάρτης 6. Κατανομή χαλαζιού τον Ιούλιο

Χάρτης 8. Κατανομή χαλαζιού τον Αύγουστο

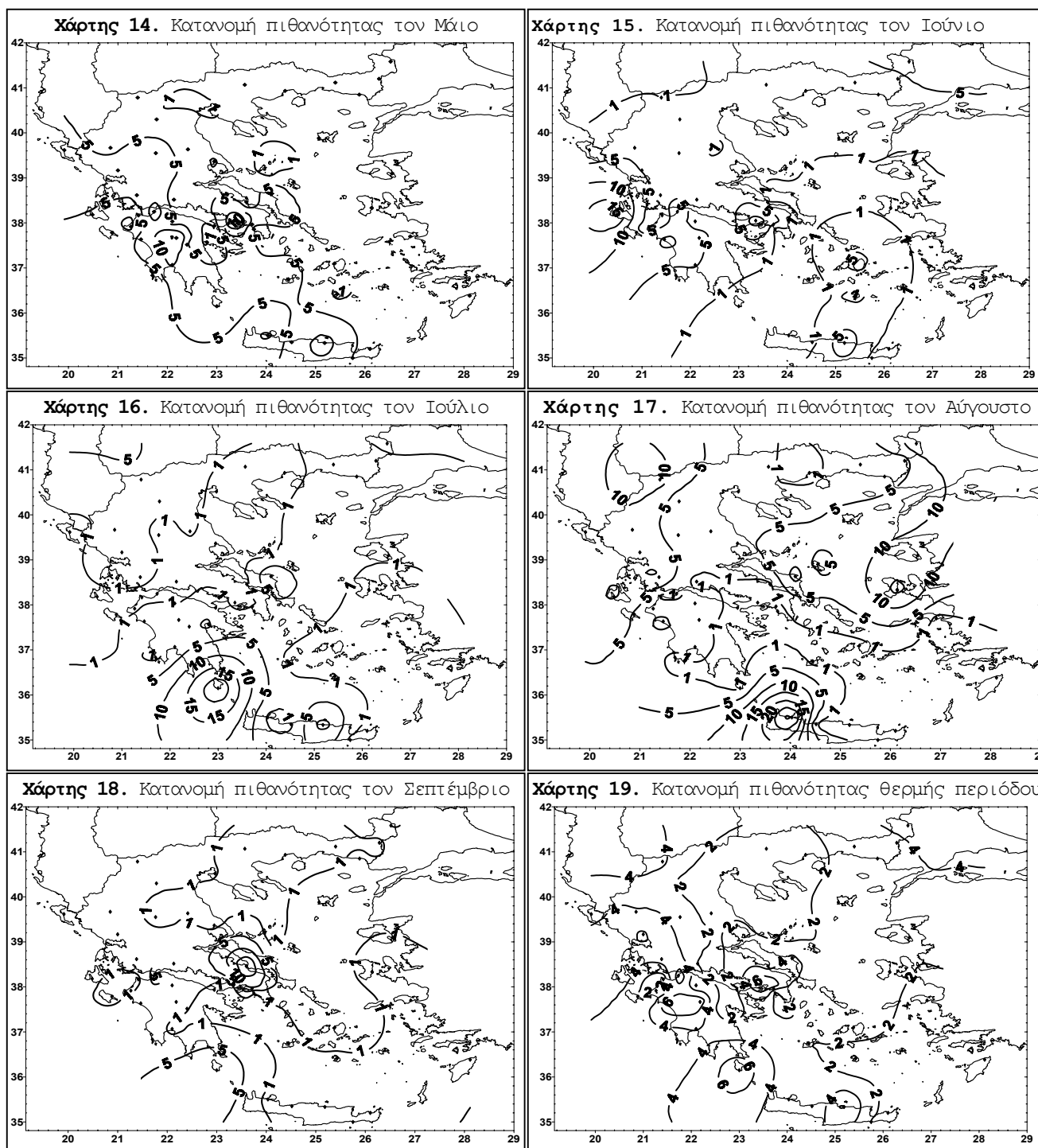


Χάρτης 7. Μέση κατανομή καταιγίδων τον Ιούλιο

Χάρτης 9. Μέση κατανομή καταιγίδων τον Αύγουστο



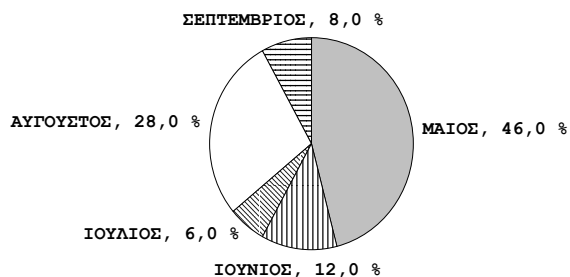
και στη συχνότητα των καταιγίδων στην ηπειρωτική χώρα, ενώ στο Ν Αιγαίο και την Κρήτη παρουσιάζεται αισθητή αύξηση (χάρ.11). Η χωρική κατανομή της **πιθανότητας χαλαζόπτωσης** κατά την εκδήλωση θερμικής καταιγίδας παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά (χάρ.14-19):



Τον Μάιο υψηλές τιμές πιθανότητας καταγράφονται κυρίως στις ανατολικές παράκτιες περιοχές της χώρας και στη Β Κρήτη, ενώ τα μέγιστα ($P > 10\%$) εντοπίζονται στην κεντρική ορεινή Πελοπόννησο. Τον Ιούνιο η εικόνα τροποποιείται σημαντικά παρουσιάζοντας μια γενική μείωση σε όλη τη χώρα και μετατόπιση των περιοχών μέγιστης πιθανότητας προς τα νησιά του Ιονίου όπου οι μέγιστες τιμές πιθανότητας υπερβαίνουν το 15%. Τροποποίηση της εικόνας καταγράφεται και τον Ιούλιο με σημαντική διαφοροποίηση στη διάταξη των ισοπληθών οι οποίες πλέον καλύπτουν τις νότιες περιοχές της Πελοποννήσου και ταυτόχρονα οι μέγιστες τιμές πιθανότητας υπερβαίνουν το 20%. Τον Αύγουστο τα μέγιστα καταγράφονται στη ΒΔ Κρήτη με τιμές άνω του 25%,

ενώ ασθενή δευτερεύοντα μέγιστα εμφανίζονται και σε άλλες περιοχές της χώρας. Τον Σεπτέμβριο οι τιμές της πιθανότητας μειώνονται σε όλη τη χώρα και οι μέγιστες τιμές καταγράφονται στα κεντρικά ανατολικά τμήματα της χώρας. Συνολικά για τη θερμή περίοδο η πιθανότητα καταγράφει μέγιστες τιμές στην κεντρική και νότια Πελοπόννησο και ελάχιστες στη Β Ελλάδα και τα νησιά του Αιγαίου. Η μελέτη της κατανομής πιθανότητας στους μήνες της θερμής περιόδου, όπως προκύπτει από τα διαγράμματα του σχ.2, έδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα: Ο Μάιος παρουσιάζει, στο 46% του συνόλου των σταθμών του δικτύου, την μέγιστη πιθανότητα εκδήλωσης χαλαζόπτωσης, και ακολουθεί ο Αύγουστος (28% του συνόλου των σταθμών του δικτύου). Η ελάχιστη τιμή καταγράφεται τον Ιούλιο (6%) και Σεπτέμβριο (8%).

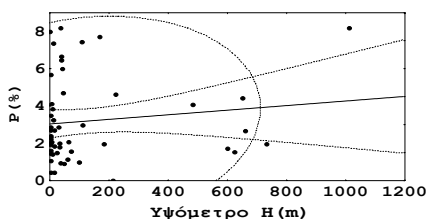
Σχήμα 3. Ποσοστιαία κατανομή της πιθανότητας χαλαζόπτωσης τη θερμή περίοδο



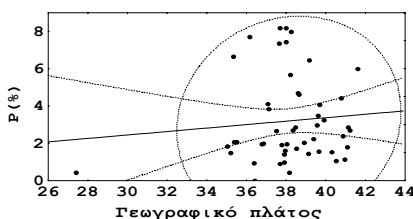
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

Εξετάστηκε η επίδραση των γεωγραφικών συντεταγμένων και του υψόμετρου στις τιμές της πιθανότητας P(%) χαλαζόπτωσης με τη χρήση των απλών γραμμικών μοντέλων παλινδρόμησης (σχ.4-6). Βρέθηκε ότι η επίδραση του γεωγραφικού μήκους είναι αρνητική και η πλέον ισχυρή. Με το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος διαπιστώνεται

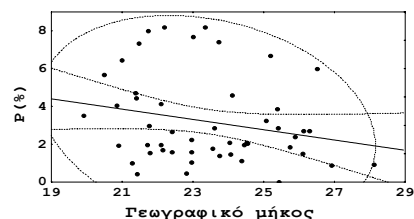
Σχήμα 4. Πιθανότητα-Υψόμετρο
 $P=3+0,001H$, $r=0,13$



Σχήμα 5. Πιθανότητα-Γ.πλάτος
 $P=-0,3+0,1φ$, $r=0,1$



Σχήμα 6. Πιθανότητα-Γ.μήκος
 $P=9,6-0,27λ$, $r=-0,23$



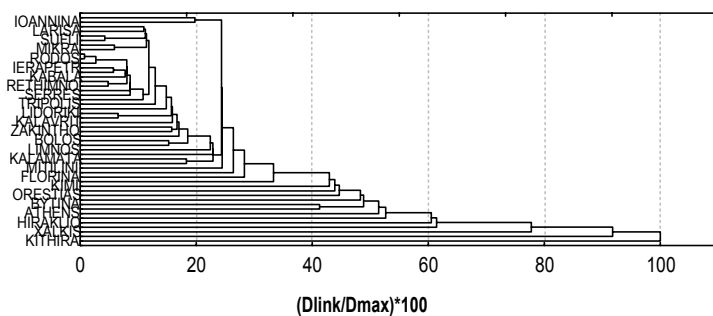
λίαν ασθενής θετική συσχέτιση.

CLUSTER ANALYSIS

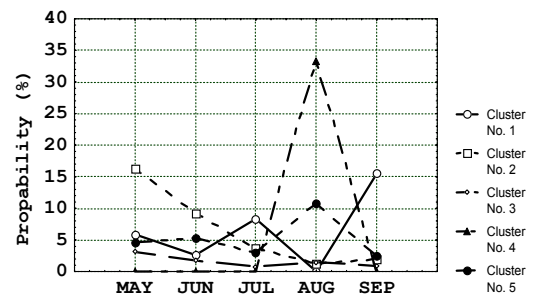
Στην παρούσα ενότητα γίνεται χρήση της μεθόδου Cluster Analysis (Kalkstein, 1987) με σκοπό την ομαδοποίηση των σταθμών του δικτύου, σε ομογενείς, κατά το δυνατόν, κλάσεις. Η τεχνική ομαδοποίησης που χρησιμοποιήθηκε είναι η "Ιεραρχική" η οποία χρησιμοποιεί την Ευκλείδεια απόσταση στις κανονικοποιημένες τιμές των μετρήσεων, ενώ ως κριτήριο ομαδοποίησης, χρησιμοποιήθηκε η "complete linkage". Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης, οι 50 σταθμοί του δικτύου ομαδοποιούνται σε 5 κλάσεις (clusters), οι οποίες περιλαμβάνουν τους σταθμούς που αναγράφονται στον πίνακα II. Ο έλεγχος της μεθόδου έγινε με το κριτήριο F-test, στο δένδρογραμμα του σχ.7 φαίνεται αναλυτικά η πορεία του αλγόριθμου ομαδοποίησης και στο σχ.8 απεικονίζεται η μέση πιθανότητα για κάθε ομάδα. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν 3 σταθμοί με υψηλές τιμές πιθανότητας (15%-20%). Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει 5 σταθμούς με τιμές πιθανότητας οι οποίες παρουσιάζουν μείωση από τον Μάιο προς το Σεπτέμβριο. Η τρίτη ομάδα περιλαμβάνει την πλειοψηφία των σταθμών του δικτύου (30 σταθμοί δηλαδή το 60% του συνόλου), με κύριο χαρακτηριστικό τις μικρές τιμές πιθανότητας (έως 7%). Στην ομάδα αυτή ανήκουν κυρίως παράκτιοι και νησιωτικοί σταθμοί καθώς και 3 ηπειρωτικοί (Καλάβρυτα, Κοζάνη, Τρίπολη) με εξαιρετικά χαμηλές τιμές πιθανότητας. Η τέταρτη ομάδα περιλαμβάνει ένα σταθμό, τα Χανιά, στον οποίο καταγράφεται μέγιστη τιμή πιθανότητας (35%) κατά τον Αύγουστο. Η πέμπτη ομάδα περιλαμβάνει 11 σταθμούς πιθανότητας 10%-20% με κύριο χαρακτηριστικό την καταγραφή μέγιστης πιθανότητας κατά τον Αύγουστο στους 9 από τους 11 σταθμούς.

Πίνακας ΙΙ. Ομαδοποίηση των σταθμών με βάση την πιθανότητα χαλαζόπτωσης.								
Members (4) of Cluster No 1				Members (4) of Cluster No 2				
Station	ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙ	ΚΥΘΗΡΑ	ΧΑΛΚΙΔΑ	ΒΥΤΙΝ	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	ΜΕΓΑΡΑ	ΠΑΤΡΑ
Distance	4.6	7.9	5.5	1.2	4.4	3.2	4.7	2.9
Members (30) of Cluster No 3				Members (11) of Cluster				
Station	Dist.	Station	Dist.	Station	Dist.	Station	Dist.	
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	1.2	ΚΟΖΑΝΗ	0.9	ΡΟΛΟΣ	1.3	ΑΓΡΙΝΙΟ	1.0	
ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	1.9	ΚΟΜΟΤΗΝ	1.2	ΣΑΜΟΣ	1.2	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	6.7	
ΑΡΑΞΟΣ	1.3	ΚΟΡΙΝΘΟ	2.4	ΣΕΡΡΕΣ	0.8	ΑΡΤΑ	2.8	
ΒΟΛΟΣ	1.8	ΛΑΡΙΣΑ	0.9	ΣΗΤΕΙΑ	1.2	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	1.3	
ΕΛΛΗΝΙΚΟ	1.5	ΛΙΔΩΡΙΚ	1.3	ΣΚΥΡΟΣ	1.8	ΚΥΜΗ	4.7	
ΖΑΚΥΝΘΟΣ	1.8	ΜΕΘΩΝΗ	1.5	ΣΟΥΦΛΙ	1.2	ΛΗΜΝΟΣ	2.6	
ΘΗΡΑ	1.8	ΜΗΛΟΣ	1.8	ΤΡΙΚΑΛΑ	2.7	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	3.2	
ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	1.4	ΜΙΚΡΑ	1.2	ΤΡΙΠΟΛΗ	1.2	ΟΡΕΣΤΙΑΔΑ	3.1	
ΚΑΒΑΛΑ	0.9	ΝΑΞΟΣ	2.9			ΠΥΡΓΟΣ	4.0	
ΚΑΛΑΒΡΥΤΑ	1.9	ΝΑΥΠΛΙΟ	1.6			ΦΛΩΡΙΝΑ	2.6	
ΚΕΡΚΥΡΑ	2.6	ΡΕΘΥΜΝΟ	2.1			ΧΙΟΣ	4.0	
Members (1) of Cluster No 4: ΧΑΝΙΑ								

Σχήμα 7. Δενδροδιάγραμμα Ομαδοποίησης
Single Linkage - Euclidean distances



Σχήμα 8. Μέση Πιθανότητα P(%)



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι τιμές πιθανότητας εκδήλωσης χαλαζόπτωσης κατά τη διάρκεια θερμικής καταιγίδας κατανέμονται γεωγραφικά ώστε να εμφανίζουν μέγιστα στις Δ παράκτιες περιοχές της χώρας και στην κεντρική Πελοπόννησο, ενώ τα ελάχιστα καταγράφονται στη βόρεια Ελλάδα και τα νησιά του Αιγαίου.

Από του μήνες της θερμής περιόδου ο Μάιος εμφανίζει τη μεγαλύτερη συχνότητα μέγιστης πιθανότητας χαλαζόπτωσης και ακολουθεί ο Αύγουστος.

Η επίδραση των γεωγραφικών συντεταγμένων και του υψομέτρου στις τιμές της πιθανότητας εκδήλωσης χαλαζόπτωσης κατά τη διάρκεια θερμικής καταιγίδας είναι ασθενέστατη. Ποιοτικά διαπιστώνεται αυξητική τάση με το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος, ενώ με το γεωγραφικό μήκος σημειώνεται αρνητική συσχέτιση.

Η εφαρμογή της Cluster analysis ανέδειξε 5 ομάδες σταθμών εκ των οποίων η 3^η ομάδα περιλαμβάνει το 60% του συνόλου αυτών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ζαμπάκας, Ι., (1981). Γενική Κλιματολογία, Αθήνα.
- [2] Καραπιπέρης, Λ.Ν., (1967). Περιγραφική Μετεωρολογία, Αθήνα
- [3] Τσαγκαλίδης, Ε., 1966, «Ύψος της μηδενικής θερμοκρασίας του Υγρού Θερμομέτρου και συσχέτισή του με την εμφάνιση ή μη χαλαζιού στο έδαφος». Γ' Πανελλήνιο Συνέδριο Μετεωρολογίας. Αθήνα
- [4] Fisher, R., (1958). Statistical methods for research workers, USA.
- [5] Kalkstein J., (1987). «An evaluation of three clustering procedures for use in synoptic climatological classification». JCAM 26 pp 717-730.
- [6] Olea, R.A., (1974). «Optimal contour mapping using Universal Kriging», Journal of Geophysical Research, Vol.79
- [7] Statistical Package for Social Sciences, (1994) User-Guide. USA.
- [8] Wallace, J., Hobbs, P., (1977). «Atmospheric science», Univ. of Washington, USA
- [9] W.M.O., (1972). Agricultural Meteorology, No 310, Geneva

[10]W.M.O., (1966). Climatic change. No 195,T.P.100, Geneva.