



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

## Φυσικοί και Περιβαλλοντικοί Κίνδυνοι (Εργαστήριο)

Ενότητα 1 Χαλάζι

Δρ. Θεοχάρης Μενέλαος



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
επενδύει στην κοινωνία της γνώσης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
Πρόγραμμα για ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# 1. ΤΟ ΧΑΛΑΖΙ

## 1.1 Γενικά

Το χαλάζι αποτελεί ένα φυσικό περιβαλλοντικό κίνδυνο και μπορεί μέσα σε ελάχιστα λεπτά της ώρας να καταστρέψει στη γεωργία ολόκληρες παραγωγές. Επειδή η ανάγκη για καταπολέμηση των καταστροφικών συνεπειών του χαλαζιού στη γεωργική παραγωγή ήταν πάντα επιτακτική, προσπάθειες για την αντιμετώπιση του φαινομένου έγιναν πολύ πριν την επαρκή κατανόησή του.

Η πιθανότητα ύπαρξης παγοκρυστάλλων στο νέφος αυξάνεται καθώς μειώνεται η θερμοκρασία κάτω από τους  $0^{\circ}\text{C}$  με το ύψος. Έχει παρατηρηθεί ότι νέφη που έχουν κορυφές με θερμοκρασία από  $0$  έως  $-4^{\circ}\text{C}$ , αποτελούνται πλήρως από υδροσταγονίδια σε υπέρτηξη. Αντίθετα σε νέφη που έχουν κορυφές με θερμοκρασία  $-10^{\circ}\text{C}$  υπάρχει 50% πιθανότητα να ανιχνευτούν παγοκρυστάλλοι ενώ σε νέφη με θερμοκρασία  $-20^{\circ}\text{C}$  η πιθανότητα είναι πάνω από 95%.

Το χαλάζι χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και μελέτη εξαιτίας των καταστροφών που προκαλεί στη γεωργία και στην οικονομία γενικότερα (Σχήμα 1.1). Η χαλαζόπτωση είναι συνήθως μικρής διάρκειας, διαρκεί λίγα λεπτά της ώρας και σπανιότατα φτάνει τη μία ώρα, είναι φαινόμενο με αυστηρά τοπικό χαρακτήρα και παρακολουθεί την κίνηση του καταιγιδοφόρου νέφους.



Σχήμα 1.1 Κόκκοι χαλαζιού μεγάλης διαμέτρου

## 1.2 Γεωγραφική Κατανομή του Χαλαζιού στον Ελληνικό Χώρο

Από τον τρόπο δημιουργίας του χαλαζιού, η γεωγραφική κατανομή του στον πλανήτη θα αναμενόταν να παρουσίαζε τη μέγιστη και ελάχιστη τιμή της συχνότητας εμφάνισής του στις Ισημερινές περιοχές και στους πόλους αντίστοιχα. Όμως αυτό δε συμβαίνει. Η μέγιστη συχνότητα εμφάνισης του φαινομένου σημειώνεται στις περιοχές των μέσων γεωγραφικών πλατών, γιατί στις Ισημερινές περιοχές το χαλάζι λιώνει καθώς αυτό εγκαταλείπει το νέφος και δεν προλαβαίνει να φτάσει στο έδαφος.

Κατά την ψυχρή περίοδο στον Ελληνικό χώρο η δημιουργία του χαλαζιού ευνοείται ιδιαίτερα, όταν ψυχρές αέριες μάζες κινούμενες γενικά από δυτικές προς ανατολικές διευθύνσεις, περνούν πάνω από το Ιόνιο Πέλαγος και μετά τον εμπλουτισμό τους με υδρατμούς, δίνουν χαλάζι στο τόξο δυτικής Ελλάδας - Κρήτης.

Οι εκφορτισμένες πλέον από τους υδρατμούς αέριες μάζες αποκτούν, κατά κάποιο τρόπο ευστάθεια, η οποία διατηρείται κατά τη διέλευσή τους πάνω από την ηπειρωτική Ελλάδα με αποτέλεσμα να μη σημειώνονται έντονα φαινόμενα αστάθειας και χαλάζι εκεί. Στη συνέχεια, όταν αυτές φτάσουν στο Αιγαίο, συμβαίνει και πάλι εμπλουτισμός των ψυχρών αερίων μαζών με υδρατμούς, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα την αστάθεια τους και την πτώση χαλαζιού στο Ανατολικό Αιγαίο. Κάτι παρόμοιο συμβαίνει και με τις ψυχρές αέριες μάζες που κινούνται από βορρά προς νότο και δίνουν χαλάζι στο ανατολικό και κεντρικό Αιγαίο.

Στη διάρκεια της θερμής περιόδου πάνω από την ξηρά δημιουργούνται έντονες ανοδικές κινήσεις (λόγω της έντονης θέρμανσης του εδάφους), με αποτέλεσμα τη επικράτηση έντονης θερμικής ατμοσφαιρικής αστάθειας, η οποία προκαλεί καταιγίδες που συνοδεύονται από χαλάζι.

Στον Ελληνικό χώρο επίσης η συχνότητα εμφάνισης του φαινομένου του χαλαζιού είναι μεγαλύτερη κατά το χειμώνα από την αντίστοιχη κατά την Άνοιξη. Ιδιαίτερα παρατηρήθηκε ότι οι μέσες τιμές του αριθμού ημερών χαλαζιού κατά το χειμώνα είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες της Άνοιξης στους σταθμούς της Ν. Ελλάδας και γενικά σ' όλους τους νησιώτικους σταθμούς, ενώ το αντίθετο συμβαίνει στη Β. Ελλάδα και στα ορεινά.

Κατά τους τρεις καλοκαιρινούς μήνες, καθώς και κατά το Μάιο και Σεπτέμβριο, οι μεγαλύτερες τιμές της συχνότητας εμφάνισης του χαλαζιού σημειώνονται. κυρίως στην ηπειρωτική Ελλάδα, ενώ κατά τους υπόλοιπους μήνες οι

μεγαλύτερες τιμές της συχνότητάς του εμφανίζονται, κυρίως στα νησιωτικά και παραλιακά τμήματα της χώρας.

Εξάλλου, σ' όλη σχεδόν τη χώρα, ο μέσος αριθμός ημερών χαλαζιού του χειμώνα υπερέχει του αντίστοιχου Φθινοπώρου. Το χαλάζι εμφανίζει ετήσιο μέγιστο συχνότητας στη Β. Ελλάδα και ελάχιστο στις Κυκλάδες. Οι μεγαλύτερες τιμές του μέσου ετήσιου αριθμού χαλαζιού σημειώνονται στην Κέρκυρα (8,2 ημέρες), στον Πλάτανο (7,7 ημέρες) και στη Μεθώνη (5,9 ημέρες).

Ειδικότερα αναλύοντας κατά μήνα τα διαθέσιμα στοιχεία ασφάλισης γεωργικής παραγωγής του ΕΛ.Γ.Α. που καλύπτουν ορισμένες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας και συγκεκριμένα τις περιοχές κεντρικής και ανατολικής Μακεδονίας, καθώς και της Θεσσαλίας και Φθιώτιδας την περίοδο 1976 - 83, προκύπτουν τα ακόλουθα στοιχεία:

Οι μήνες Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος είναι οι πιο χαλαζόπληκτοι μήνες του έτους. Το ποσοστό του αριθμού των χαλαζοπτώσεων φαίνεται στον Πίνακα 1.1. Οι μήνες Απρίλιος και Σεπτέμβριος αν και χαρακτηρίζονται από αρκετές, από πλευράς αριθμού, χαλαζοπτώσεις (Πίνακας 1.2), οι επιπτώσεις τους στις γεωργικές καλλιέργειες είναι ουσιαστικά ασήμαντες. Ο Ιούνιος και ο Ιούλιος είναι οι μήνες με τις μεγαλύτερες ζημιές στις γεωργικές καλλιέργειες από το χαλάζι.

**Πίνακας 1.1** Το ποσοστό του αριθμού των χαλαζοπτώσεων μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο.

Περιοχή	Ποσοστό αριθμού χαλαζοπτώσεων
Κεντρ. & Ανατ. Μακεδονία	78,1 %
Θεσσαλία & Φθιώτιδα	82,3 %
Ημαθία - Πέλλα	82,5 %
Σέρρες	86,3 %
Καρδίτσα	89,7 %

**Πίνακας 1.2** Το ποσοστό του αριθμού των χαλαζοπτώσεων τους μήνες Απρίλιο και Σεπτέμβριο

Περιοχή	Ποσοστό αριθμού χαλαζοπτώσεων
Κεντρ. & Ανατ. Μακεδονία	13,2 %
Θεσσαλία & Φθιώτιδα	14,3 %
Ημαθία - Πέλλα	12,1 %
Σέρρες	9,4 %
Καρδίτσα	19,4 %

### 1.3 Μέθοδοι αντιμετώπισης του φαινομένου

Η καταστρεπτικότητα του φαινομένου κάθε φορά ποικίλλει και σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να φτάσει έως και την ολική καταστροφή της γεωργικής παραγωγής. Η καταστρεπτικότητα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

#### **A) Τα χαρακτηριστικά της χαλαζόπτωσης όπως:**

- η διάρκεια της χαλαζόπτωσης
- η πυκνότητα της χαλαζόπτωσης
- η οριζόντια συνιστώσα του ανέμου κατά τη χαλαζόπτωση

#### **B) Τα χαρακτηριστικά των χαλαζοκόκκων όπως:**

- η μάζα του χαλαζοκόκκου (διάμετρος, κινητική ενέργεια)
- το σχήμα του χαλαζοκόκκου
- η σκληρότητα του χαλαζοκόκκου

#### **Γ) Τα χαρακτηριστικά του φυτού όπως :**

- το είδος του φυτού
- το στάδιο ανάπτυξης
- η σφριγηλότητα του φυτού.

Οι κυριότερες μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί για την αντιμετώπιση του φαινομένου περιλαμβάνουν τις ακόλουθες μεθόδους:

#### 1.3.1 Σπορά νεφών

##### 1.3.1.1 Σπορά νεφών με τη χρήση αεροσκαφών

Η σπορά νεφών με αεροσκάφη (Σχήμα 1.2) γίνεται συνήθως με AgI (Ιωδιούχο Άργυρο) ή ξηρό πάγο και βασίζεται στη θεωρία του αυξημένου ανταγωνισμού.

Με τον ψεκάσμο παρατηρείται είσοδος μεγάλου αριθμού πυρήνων συμπύκνωσης (τεχνητοί κρυσταλλικοί πυρήνες) στο νέφος. Με την είσοδο μεγάλου αριθμού πυρήνων συμπύκνωσης στην κατάλληλη θερμοκρασία δημιουργείται μεγαλύτερος αριθμός παγοκρυστάλλων από τον φυσιολογικό. Οι παγοκρυστάλλοι συναγωνίζονται για το διαθέσιμο υπέρψυγρο νερό.

Στόχος αυτής της διαδικασίας είναι η δημιουργία έντονου συναγωνισμού για την εξασφάλιση του περιορισμένου διαθέσιμου υπερψυγμένου υδρατμού σε υγρή κατάσταση, με αποτέλεσμα τα έμβρυα του χαλαζιού να είναι περισσότερα σε ποσότητα αλλά μικρότερα σε μέγεθος και ενέργεια.



Σχήμα 1.2 Χρήση αεροσκαφών για τη σπορά νεφών

### 1.3.1.2 Σπορά με χρήση πυραύλων

Διεξαγόταν και διεξάγεται στις χώρες του πρώην ανατολικού συνασπισμού Γεωργία, Μολδαβία, Ρωσία, Ουκρανία, Βουλγαρία και πρώην Γιουγκοσλαβία. Χρησιμοποιούνται δύο τύποι πυραύλων ο τύπος Allison για την πρώην Σοβιετική ένωση και ο τύπος Oblako για την πρώην Γιουγκοσλαβία. Η εκτόξευση γίνεται από επίγειες εξέδρες κατόπιν εντολής Radar καιρού (Σχήμα 1.3 και 1.4). Από κάποιο σημείο της τροχιάς αρχίζει η καύση του υλικού σποράς και η διάχυση του στο νέφος. Μετά το τέλος της καύσης ανοίγει αλεξίπτωτο για την ομαλή πτώση του εναπομείναντος μεταλλικού φορέα.



Σχήμα 1.3 Επίγειες εγκαταστάσεις Radar



Σχήμα 1.4 Μετεωρολογικό Ραντάρ Θεσσαλονίκης

#### 1.4 Αντιχαλαζικά κανόνια ηχοβολής

Η καταπολέμηση με τη χρήση ηχητικών κυμάτων ξεκινά από τα Μεσαιωνικά μοναστήρια όπου υπήρχε η δοξασία ότι οι συνεχείς κωδωνοκρουσίες είναι σε θέση να αποτρέψουν την καταστροφή των αμπελιών από το χαλάζι (Moran and Morgan 1991). Σήμερα στην Ελλάδα όπως και σε άλλες περιοχές του κόσμου υπάρχουν εγκατεστημένες συσκευές παραγωγής κρουστικών ηχητικών κυμάτων για την προστασία από το χαλάζι.



**Σχήμα 1.5** Αντιχλαζιακό κανόνι ηχοβολής

Οι προϋποθέσεις για επιστημονική αντιμετώπιση του προβλήματος της χαλαζικής προστασίας με τη χρήση κανονιών ηχοβολής φαίνεται να υπάρχουν σήμερα στη χώρα μας. Είναι γνωστό ότι τα απαραίτητα μέσα για τη σχεδίαση ενός προγράμματος αξιολόγησης υπάρχουν ήδη στα πλαίσια του ΕΛ.Γ.Α. Το ίδιο ισχύει και για εξειδικευμένο προσωπικό με την ενδεχόμενη συνεργασία ενός ή δύο ακόμη ειδικών επιστημόνων στα θέματα της ακουστικής και της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων. Το γεγονός αυτό αποτελεί σημαντική ευκαιρία για απόκτηση τεχνογνωσίας σε έναν τομέα με διεθνές ενδιαφέρον. Υπό ορισμένες συνθήκες η τεχνογνωσία αυτή μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη μιας εγχώριας τεχνολογίας με πολλαπλά οφέλη.



## ***Προτεινόμενη Βιβλιογραφία***

Αναγνωστοπούλου Χ., 2003: *Συμβολή στη μελέτη της ξηρασίας στον Ελληνικό χώρο, Διδακτορική διατριβή*, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Μετεωρολογίας - Κλιματολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 222.

Βορίσης Δ., 2001: Η καταστολή των δασικών πυρκαγιών. Αρχηγείο Πυροσβεστικού Σώματος, Διεύθυνση IV – Τμήμα Β, Χορηγός εκτύπωσης, Τυπογραφεία ΦΟΙΝΙΞ Α.Ε.

Γιαννόπουλος, Σ., 2005: Μαθήματα Τεχνικής Υδρολογίας, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Εκδόσεις Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 155.

Γκιόκας, Ε., 2009: Κατάρτιση μεθοδολογικού πλαισίου για την εκπόνηση χαρτών πλημμύρας, Μεταπτυχιακή διατριβή, Ε.Μ.Π., Αθήνα, σελ. 114.

Δαλέζιος, Ρ., Ν., 1999: Σημειώσεις Φυσικών Περιβαλλοντικών Κινδύνων, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής & Ζωικής Παραγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 290.

Δαμιανάκης, Ε., Σαμπαθανάκης, Ι., 2008: Ο παγετός και τα μέτρα ενεργητικής και παθητικής προστασίας του σε οπωρώνα και αμπελώνα στο Ν. Ηρακλείου, Σ.Τ.Ε.Γ. ΑΤΕΙ Κρήτης, σελ. 33.

Ε.Ο.Π. (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος), 2005: Μεταβολή του κλίματος και υπερχειλίση ποταμών στην Ευρώπη. ΕΕΑ Briefing No. 01.

Καιλίδης Δ., 1990: Δασικές Πυρκαγιές, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ.

Καρακώστας, Θ. Σ., 1998: Σημειώσεις Φυσικής των Νεφών και Τροποποίησης Καιρού. Α.Π.Θ., Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη, σελ. 108.

Κατσούλης, Β.Δ. και Λ.Ν. Καραπιέρης, 1981: Συχνότητα εκδήλωσης και κατανομής της χαλάζης στην Ελλάδα. Δελτίον Ελληνικής Μετεωρολογικής Εταιρείας, 6, σελ. 44-58.

Κουτσογιάννης Δ., και Ξανθόπουλος Θ., 1999: Τεχνική Υδρολογία, Έκδοση 3, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1999.

Κωτούλας Δ., 2001: Διευθετήσεις χειμαρρικών ρευμάτων. Μέρος Ι, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 681.

Λέκκας, Ε., 2009: Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές - Εκπαιδευτικό υλικό κατάρτισης στελεχών τοπικής αυτοδιοίκησης, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Μαχαίρας, Π., 1992: Αίτια και μετεωρολογικά χαρακτηριστικά της ξηρασίας στον ελληνικό χώρο, Πρακτικά Συμποσίου «Λειψυδρία και Πλημμύρες», Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Θεσσαλονίκη, 17-18 Μαρτίου 1992, σελ. 159-169.

## Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Μενέλαος Θεοχάρης  
Φυσικοί και Περιβαλλοντικοί Κίνδυνοι (Εργαστήριο)

<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG117/>

## Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξεργασία: Χρήστος Μυριούνης  
Άρτα 2015