

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΦΥΣΙΚΑ & ΑΚΡΑΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ»

της Κυριαννάκη Ιωάννας

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΛΕΚΚΑΣ

Χανιά 2006

Στους γονείς μου

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Καθηγητή κ. Εμμανουήλ Λέκκα για την πολύτιμη συνεργασία. Η καθοδήγηση και υποστήριξη σε επιστημονικό και ανθρώπινο επίπεδο κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας συνέβαλλαν σημαντικά στην ολοκλήρωση της.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα: «Φυσικά και Ακραία Καιρικά Φαινόμενα», έχει σαν σκοπό την κατανόηση, αλλά και την ακριβή έννοια του καιρού και του κλίματος, τα καιρικά φαινόμενα και τα αποτελέσματά τους που άλλοτε είναι ήπια και άλλοτε βίαια και ταυτόχρονα εκπληκτικά.

Αρχικά, αναλύονται οι έννοιες του καιρού και του κλίματος καθώς και ο ορισμός του ακραίου καιρικού φαινομένου.

Στη συνέχεια, γίνεται λόγος για φαινόμενα μεγάλης κλίμακας όπως το γνωστό σε όλους φαινόμενο του θερμοκηπίου και το φαινόμενο el Nino - la Niña που επηρεάζουν τον καιρό και το κλιματικό σύστημα του πλανήτη.

Έπειτα, περιγράφονται ακραία καιρικά φαινόμενα που εμφανίζονται στον πλανήτη, τα αίτια δημιουργίας τους καθώς και τα αποτελέσματά τους.

Τέλος, δίνονται προτάσεις και εξάγονται συμπεράσματα για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

	Σελίδα
1. Γενικά.....	7
1.1 Οι έννοιες του καιρού και του κλίματος.....	7
1.2 Κλιματολογικά στοιχεία και κλιματικοί παράγοντες.....	10
1.3 Κλιματικές θερμοκρασιακές παράμετροι.....	11
1.3.1 Ημερήσια και ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα.....	12
1.3.2 Ορισμός του ακραίου καιρικού φαινομένου.....	12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

2. Φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	16
2.1.1 Μηχανισμός του φαινομένου του θερμοκηπίου.....	16
2.1.2 Χρονολογικός πίνακας της ιστορίας του φαινομένου.....	20
2.1.3 Επιδράσεις του Φαινομένου του Θερμοκηπίου.....	21
2.1.3.1 Θερμοκρασία.....	21
2.1.3.2 Υετός.....	23
2.1.3.3 Ανύψωση της στάθμης της θάλασσας.....	24
2.1.4 Προτάσεις αντιμετώπισης προβλημάτων του Φαινομένου Θερμοκηπίου.....	26
2.1.5 Αντίθετη άποψη της εξέλιξης του φαινομένου του θερμοκηπίου.....	26
2.2 Όζον (O ₃).....	27
2.2.1 Τροποσφαιρικό όζον.....	28
2.2.2 Καταστροφή της Οζονόσφαιρας (Τρύπα Όζοντος).....	31
2.3 Φαινόμενο El Nino - La Niña.....	33
2.3.1 Κανονικές Συνθήκες.....	34
2.3.2 Συνθήκες El Nino.....	35
2.3.3 Συνθήκες La Niña.....	36
2.3.4 Επιπτώσεις El Nino και La Niña στη γη.....	37
2.3.5 Επιπτώσεις El Nino και La Niña στην Ελλάδα.....	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ ΑΚΡΑΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ

3.1. Καταιγίδες.....	40
3.1.1 Αίτια καταιγίδας.....	40
3.2. Τροπικοί Κυκλώνες.....	43
3.2.1 Τοπικές ονομασίες Τροπικών Κυκλώνων.....	44
3.2.2 Ανατομία ενός Τροπικού Κυκλώνα.....	45
3.2.3 Στάδια ανάπτυξης.....	46
3.2.4 Ο τυφώνας Katrina.....	48
3.3 Ανεμοστρόβιλος.....	49
3.4 Διαφορές Τυφώνων- Καταιγίδων – Ανεμοστρόβιλων.....	50

3.5	Ακραίες τιμές θερμοκρασίας.....	51
3.5.1	Ακραίες τιμές θερμοκρασίας στον Ελληνικό χώρο.....	52
3.6.	Παγετώνες.....	53
3.6.1	Τύποι Παγετώνων.....	54
3.6.2	Αίτια Δημιουργίας παγετώνων.....	54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

4.1	Πλημμύρες.....	56
4.1.2	Οι πλημμύρες και οι συνέπειές τους.....	57
4.1.3	Πλημμύρες στην Ευρώπη.....	58
4.1.4	Μεταβολή του κλίματος και πλημμύρες.....	59
4.2	Ξηρασία – Ερημοποίηση.....	60
4.3	Καύσωνας- θερμοπληξία.....	62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.	Κλιματική μεταβολή στην Ευρώπη.....	63
5.1.	Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε διεθνές επίπεδο.....	63
5.2	Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ευρώπη.....	65
5.3	Οι επιπτώσεις από την αλλαγή του κλίματος.....	67
5.3.1	Όξυνση των ακραίων καιρικών φαινομένων.....	67
5.3.2	Άνοδος της στάθμης της θάλασσας.....	67
5.3.3	Κίνδυνοι για την βιοποικιλότητα.....	68
5.3.4	Επιπτώσεις στην υγεία.....	68

Παράρτημα-Λεξικό Μετεωρολογικών όρων.....	70
Βιβλιογραφία.....	81

1. Γενικά

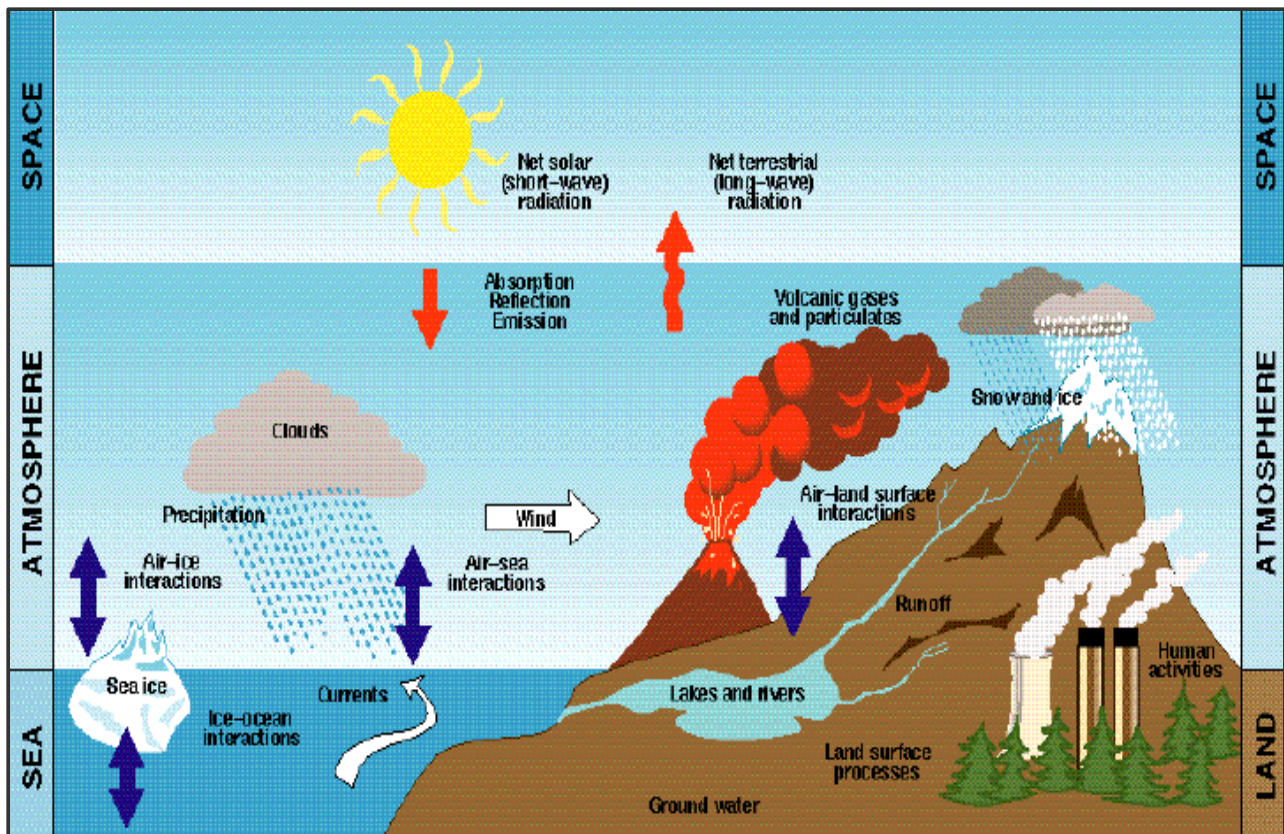
Τα τελευταία χρόνια, συνέπεια της αυξημένης ανθρώπινης δραστηριότητας για την απόκτηση υλικών αγαθών, έχει επέλθει μια σημαντική μεταβολή στις καιρικές και κλιματολογικές συνθήκες σε παγκόσμια αλλά και σε τοπική κλίμακα. Τα έκτακτα περιστατικά και γεγονότα, (πυρκαγιές, πλημμύρες, καύσωνες, ρύπανσης θαλασσών κ.λ.π) εμφανίζονται με μεγάλη συχνότητα και έχουν δυσμενή επίδραση στην ανθρώπινη διαβίωση. Ταυτόχρονα, προκαλούν επικίνδυνες καταστάσεις, για την ασφάλεια και την ευημερία των κατοίκων μιας χώρας απειλώντας ακόμη και τη ζωή των πλέον οργανωμένων κοινωνικών ομάδων ανά κόσμο.

Η διαπίστωση ότι ο άνθρωπος κινδυνεύει να πέσει θύμα των συνεπειών της προόδου του, αποτελεί μια καθημερινή πραγματικότητα. Η τεχνολογική εξέλιξη, η απρογραμμάτιστη επέμβαση στη φύση, οι νέες συνθήκες διαβίωσης, οι τρομοκρατικές ενέργειες και οι θεομηνίες, απειλούν μόνιμα την ανθρωπότητα με ανυπολόγιστες καταστροφές.

1.1 Οι έννοιες του καιρού και του κλίματος

Μια ολοκληρωμένη μελέτη της συμπεριφοράς της γης μπορεί να γίνει μόνο με την σωστή κατανόηση και αντίληψη των σχέσεων, των ενεργειακών ανταλλαγών και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των πέντε μεγάλων ενοτήτων οι οποίες συγκροτούν τμήμα του πλανήτη, το οποίο είναι ορατό ή αισθητό από τον άνθρωπο (**σχήμα 1**). Οι ενότητες αυτές περιλαμβάνουν:

- α) τη Λιθόσφαιρα, η οποία συνιστά το στερεο επιφανειακό στρώμα της Γης.
- β) την Υδρόσφαιρα, η οποία περιλαμβάνει όλες τις μικρές και μεγάλες υδάτινες επιφάνειες του πλανήτη.
- γ) την Ατμόσφαιρα, η οποία με τη μορφή ενός αερίου πέπλου περιβάλλει από τη επιφάνεια μέχρι ένα μεγάλο ύψος ολόκληρο τον πλανήτη. Αποτελείται από ένα πλήθος αερίων, τα οποία συμμετέχουν σ' αυτήν με αυστηρά καθορισμένες αναλογίες.
- δ) τη Βιόσφαιρα, η οποία συνιστάται από το σύνολο των φυτικών και ζωικών οργανισμών της γης.
- ε) τη Κρυόσφαιρα, η οποία περιλαμβάνει τους αιώνιους πάγους και τους παγετώνες.



Σχήμα 1: Παράγοντες του καιρού και του κλίματος

Η Μετεωρολογία είναι η επιστήμη η οποία μελετά την ατμόσφαιρα και τα φαινόμενα τα οποία συμβαίνουν μέσα σ' αυτήν. Πέρα από τον περιληπτικό αυτό ορισμό η Μετεωρολογία μπορεί με την ευρύτερη της έννοια να χαρακτηριστεί σαν η επιστήμη η οποία ασχολείται κατ' εξοχήν με την ατμόσφαιρα και έχει σαν ερευνητικό της στόχο τη μελέτη της δυναμικής της ατμόσφαιρας και τις επιδράσεις των δυναμικών αιτιών στην επιφάνεια της γης. Επιπλέον, ασχολείται με την μελέτη της Φυσικής της ατμόσφαιρας και της ατμοσφαιρικής Χημείας.

Η έννοια του καιρού μπορεί να αποδοθεί από ένα περιορισμένο αλλά πολύπλοκο συνδυασμό ατμοσφαιρικών φαινομένων τα οποία εκδηλώνονται σε έναν τόπο κατά τη διάρκεια μιας ημέρας, ή και για μικρότερο χρονικό διάστημα.

Μια τέτοια καιρική ποικιλία περιγράφεται καθημερινά από τα δελτία του καιρού, τα οποία παρουσιάζονται από τους τηλεοπτικούς και ραδιοφωνικούς σταθμούς. Οι καιρικές αυτές καταστάσεις συνδέονται άμεσα με τις συνθήκες που επικρατούν στην αέρια μάζα η οποία επηρεάζει την περιοχή και σχετίζεται επίσης άμεσα με τις καταστάσεις της θερμότητας, της υγρασίας και της κίνησης του αέρα. Συνθήκες οι οποίες εκδηλώνονται μέσα στην ίδια την αέρια μάζα και γίνονται αισθητές και στην επιφάνεια της γης, όπου κινείται ο άνθρωπος.

Αντικαθιστώντας την έννοια της ημέρας με πολύ μεγαλύτερες χρονικές περιόδους (μήνες, χρόνια, δεκαετίες) και αναλύοντας το τελικό και συνολικό αποτέλεσμα των διεργασιών των

ανταλλαγών της μάζας και της ενέργειας μεταξύ γης και ατμόσφαιρας - που αναφέρονται στις μεγάλες αυτές χρονικές περιόδους - οδηγούμαστε στη διαμόρφωση ενός κλιματικού καθεστώτος το οποίο χαρακτηρίζει την κάθε περιοχή του πλανήτη.

Επομένως με τον όρο κλίμα αποδίδεται πολύ καλά το τελικό αποτέλεσμα του συνόλου των ατμοσφαιρικών διεργασιών οι οποίες περικλείουν τη θερμότητα, την υγρασία και την κίνηση του αέρα σε συγκεκριμένες μεγάλες χρονικές περιόδους. Η επικρατούσα στο παρελθόν άποψη ότι το κλίμα είναι ο μέσος όρος των καιρικών συνθηκών (δηλαδή ο μέσος καιρός) θα πρέπει σήμερα να αναθεωρηθεί. Το κλίμα είναι κάτι πολύ παρά πάνω και πολύ περισσότερο σύνθετο από τον μέσο όρο. Είναι ανεξάρτητο από τις στιγμιαίες καιρικές καταστάσεις και επεκτείνει το πεδίο μελέτης σε περιπτώσεις εκδήλωσης ακραίων καταστάσεων, τάσεων μεταβολής των κλιματικών παραμέτρων, πιθανοτήτων εμφάνισης εξαιρετικών γεγονότων και άλλων φαινομένων, με την εφαρμογή σύγχρονων στατιστικών τεχνικών.

Η επιστήμη η οποία μελετά το κλίμα ονομάζεται Κλιματολογία και έχει σαν αντικειμενικό και κύριο στόχο να διερευνήσει την κανονική συμπεριφορά των ατμοσφαιρικών φαινομένων, να περιγράψει και να εξηγήσει τη φύση του κλίματος και τις μεταβολές του από τόπο σε τόπο και να προσδιορίσει τη σύνδεση αυτού με τα άλλα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος και με τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η κλιματολογία προκειμένου να ανταποκριθεί στους επιδιωκόμενους σκοπούς της -όπως και η Μετεωρολογία - βασίζεται κατά κύριο λόγο στη συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων, τα οποία προκύπτουν από ένα ευρύ και αξιόπιστο δίκτυο μετεωρολογικών και κλιματολογικών σταθμών. Μέχρι πρόσφατα, το μεγάλο εμπόδιο στην ανάπτυξη της κλιματολογίας αποτελούσε το περιορισμένο υλικό των μετρήσεων, είτε εξαιτίας του περιορισμένου αριθμού σταθμών είτε κυρίως εξαιτίας της αδυναμίας για την παγκόσμια διανομή των στοιχείων αυτών. Σήμερα, το πρόβλημα αυτό έχει αντιμετωπισθεί σε μεγάλο βαθμό καθότι:

- α) έχει αναπτυχθεί ένα σημαντικό παγκόσμιο δίκτυο σταθμών το οποίο αποτελείται από αρκετές χιλιάδες μετεωρολογικούς σταθμούς, οι οποίοι βέβαια παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη πυκνότητα τους στη Β. Αμερική και την Ευρώπη και
- β) ο Παγκόσμιος Οργανισμός Μετεωρολογίας (WMO) κατόρθωσε να συνδέσει πολλούς από τους σταθμούς αυτούς σε ένα διεθνές δίκτυο, το οποίο ανταλλάσσει πλήθος πληροφοριών αρκετές φορές την ημέρα και
- γ) η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών επιτρέπει την ταχεία επεξεργασία του μεγάλου πλήθους των μετεωρολογικών δεδομένων.

Επιπλέον σήμερα έχει ανοίξει ένα καινούριο κεφάλαιο στην ανάπτυξη της κλιματολογίας που βασίζεται στην πληθώρα των πληροφοριών που παρέχονται από τους μετεωρολογικούς δορυφόρους.

Το ουσιαστικότερο όμως πρόβλημα που σχετίζεται με τα δεδομένα είναι η αξιοπιστία τους, θέμα το οποίο απασχολεί σοβαρά όλους τους ερευνητές, οι οποίοι ασχολούνται με το κλιματικό γίνεσθαι του πλανήτη, από το παρελθόν μέχρι σήμερα.

1.2 Κλιματολογικά στοιχεία και κλιματικοί παράγοντες

Η αριθμητική έκφραση του καιρού σε έναν τόπο πραγματοποιείται μέσα από ένα συνδυασμό μετεωρολογικών παραμέτρων, οι οποίες σχετίζονται με τις συνθήκες της πίεσης, της θερμοκρασίας, της υγρασίας, της νέφωσης, της βροχόπτωσης, των ανέμων κ.λ.π, και τα στοιχεία αυτά μετρούνται σε μια συγκεκριμένη ώρα της ημέρας, σε έναν τόπο και εξαρτώνται άμεσα από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται ταυτόχρονα σε όλο τον πλανήτη χρησιμοποιώντας το παγκόσμιο σύστημα μέτρησης χρόνου, το γνωστό Universal Time Coordinated (UTC), με σημείο αναφοράς τον πρώτο μεσημβρινό του Greenwich. Μεταβιβάζονται άμεσα μέσω ενός σύγχρονου τηλεπικοινωνιακού δικτύου, το οποίο εποπτεύεται από τον WMO, σε όλα τα εθνικά μετεωρολογικά κέντρα (π.χ. EMY).

Τα δεδομένα αυτά ονομάζονται μετεωρολογικά στοιχεία ή στοιχεία καιρού. Οι μέσες τιμές των μετεωρολογικών στοιχείων, για μεγάλες χρονικές περιόδους και οι σχετικές στατιστικές παράμετροι που τα χαρακτηρίζουν, απαρτίζουν τα αντίστοιχα κλιματολογικά στοιχεία. Επομένως, για κάθε μετεωρολογικό στοιχείο θα αντιστοιχεί και ένα κλιματολογικό στοιχείο. Το αντίθετο όμως δεν ισχύει. Έτσι, υπάρχουν κλιματολογικά στοιχεία, όπως είναι το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος, για το οποίο δεν υπάρχει αντίστοιχο μετεωρολογικό στοιχείο.

Η χρονική διάρκεια των καταγραφών, η οποία απαιτείται για να χαρακτηριστούν τα κλιματολογικά στοιχεία αντιπροσωπευτικά του κλίματος μιας περιοχής, ποικίλει ανάλογα με το είδος του στοιχείου και το ανάγλυφο της μελετούμενης περιοχής. Προκειμένου να υπάρχει μια κοινή κατά το δυνατόν αντιμετώπιση του προβλήματος από την κοινότητα των κλιματολόγων, ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO) έχει καθορίσει το όριο μιας συνεχούς τριακονταετίας, σαν τη σωστή περίοδο καταγραφών. Οι καταγραφές των 30 συνεχών ετών αντιπροσωπεύουν ένα μέγεθος που είναι γνωστό σαν κανονική κλιματική περίοδος. Σήμερα η κανονική κλιματική περίοδος όλων των κλιματολογικών παραμέτρων αναφέρεται στην τριακονταετία 1961-1990 και με τις μέσες τιμές αυτής συγκρίνεται η κάθε μεταβολή του οποιοδήποτε κλιματολογικού στοιχείου, βέβαια πολύ σύντομα η περίοδος αυτή θα αντικατασταθεί από την τριακονταετία 1971-2000. Η ίδια τριακονταετία χρησιμοποιείται και για τη σύνταξη και κατασκευή των κλιματικών χαρτών που ενδιαφέρουν πλήθος επιστημονικών ερευνητών.

Η μελέτη των κλιματολογικών στοιχείων στην ετήσια, την εποχική ή τη μηνιαία πορεία τους, αποκαλύπτει ότι αυτά παρουσιάζουν ορισμένες διακυμάνσεις εξαιτίας της επίδρασης ενός πλήθους αιτίων, τα οποία χαρακτηρίζονται ως παράγοντες του καιρού και του κλίματος.

1.3 Κλιματικές θερμοκρασιακές παράμετροι

Στην Κλιματολογία είναι χρήσιμα και επιθυμητά πολλά είδη θερμοκρασιακών παραμέτρων. Οι τιμές αυτών καταγράφονται σε τακτά χρονικά διαστήματα της ημέρας και αποτελούν τα αρχεία των μετρήσεων κάθε σταθμού. Στην Ελλάδα από τα επίσημα αρχεία που τηρούνται προκύπτει ότι οι καταγραφές της θερμοκρασίας έχουν αρχίσει το έτος 1858, από το Αστεροσκοπείο Αθηνών, ενώ στην υπόλοιπη Ελλάδα οι καταγραφές αρχίζουν πολύ αργότερα. Στον Ευρωπαϊκό χώρο και ιδιαίτερα στη Μεγάλη Βρετανία, τη Γαλλία και τη Γερμανία τα αρχεία τους ξεκινούν από τον 18ο αιώνα (Βερολίνο 1701). Χρονοσειρές μιας τόσο μεγάλης διάρκειας καθιστούν δυνατή τη μελέτη και ανάλυση των κλιματικών μεταβολών μιας περιοχής.

Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας που καλύπτουν μια συνεχή τριακονταετία δίνουν μέσους όρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν τις κανονικές κλιματικές συνθήκες ενός τόπου. Αναφέρθηκε και προηγουμένως ότι σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Μετεωρολογίας (World Meteorological Organization) ορίζεται σαν κανονική κλιματική περίοδος ο μέσος όρος των τιμών της θερμοκρασίας της τριακονταετίας 1961-1990, με τον οποίο και συγκρίνονται οι θερμοκρασίες των προηγούμενων ή των πρόσφατων ετών για να διαπιστωθεί η πλανητική θέρμανση ή ψύξη.

Η τιμή της θερμοκρασίας η οποία χρησιμοποιείται πολύ συχνά είναι αυτή που εκφράζει τη θερμοκρασία της μιας ημέρας, η οποία ονομάζεται ημερήσια θερμοκρασία ενός τόπου. Αυτή μπορεί να υπολογιστεί με τους εξής τρόπους:

(1) ως μέσος όρος της μεγαλύτερης (μέγιστης) και της μικρότερης (ελάχιστης) θερμοκρασίας του 24ώρου ($(MAX+MIN)/2$).

(2) Από τις ωριαίες μετρήσεις κάθε 24ώρου. Οι 24 ξεχωριστές τιμές της θερμοκρασίας του αέρα, αθροίζονται και διαιρούνται με το 24 δίνοντας έτσι μια πιο αξιόπιστη τιμή της ημερήσιας θερμοκρασίας.

(3) Από διαφόρους συνδυασμούς κάποιων μετρήσεων της ημέρας. Συνηθέστερο τρόπο υπολογισμού της ημερήσιας θερμοκρασίας αποτελεί ο προσδιορισμός του μέσου όρου των παρατηρήσεων των ωρών 06.00, 12.00, και 18.00 UTC.

Μια άλλη πολύ χρήσιμη κλιματική παράμετρος της θερμοκρασίας είναι η μηνιαία θερμοκρασία, η οποία εκφράζει το μέσο όρο των ημερήσιων θερμοκρασιών κάθε μήνα. Ακόμη χρησιμότερη είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η οποία είναι το προϊόν του μέσου όρου των μηνιαίων θερμοκρασιών

για κάθε μήνα του έτους για μια μεγάλη χρονική περίοδο. Τέλος, αντίστοιχες παράμετροι για την μέση θερμοκρασία αποτελούν η ετήσια θερμοκρασία και η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα.

Επειδή για κάθε ημέρα σημειώνεται μια μέγιστη και μια ελάχιστη τιμή της θερμοκρασίας, θα υπάρχουν και οι αντίστοιχες παράμετροι και εκφράσεις για τις ακραίες αυτές τιμές. Έτσι, θα έχουμε τις έννοιες: ημερήσια μέγιστη ή ελάχιστη, μέση μηνιαία μέγιστη ή μέση μηνιαία ελάχιστη θερμοκρασία κ.ο.κ. Για τις ακραίες τιμές χρησιμοποιούνται οι εκφράσεις

- απόλυτα μέγιστη και
- απόλυτα ελάχιστη τιμή της θερμοκρασίας.

1.3.1 Ημερήσια και ετήσια μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα

Το ποσό της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται η επιφάνεια του εδάφους εξαρτάται, κατά κύριο λόγο, από το ύψος του ήλιου. Επιπλέον, σε μια ανέφελη ημέρα, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας παρουσιάζει απλή κύμανση με μέγιστο κατά την μεσουράνηση του ήλιου.

Ανάλογη ημερήσια μεταβολή παρουσιάζει και η θερμοκρασία του αέρα, με την διαφορά ότι το μέγιστο της θερμοκρασίας του αέρα συμβαίνει λίγο αργότερα από το μέγιστο της ηλιακής ακτινοβολίας. Έτσι κατά την διάρκεια μιας κανονικής ημέρας η θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει απλή κύμανση με μέγιστο 1 - 2 ώρες μετά την μεσουράνηση του ήλιου και ελάχιστο λίγα λεπτά μετά την ανατολή του.

Αλλά και κατά την διάρκεια του έτους η θερμοκρασία του αέρα εξαρτάται κατά κύριο λόγο από το ύψος του ήλιου και από την διάρκεια της ημέρας. Είναι γνωστό όμως ότι το ύψος του ήλιου και η διάρκεια της ημέρας μεταβάλλονται με το γεωγραφικό πλάτος.

1.3.2 Ορισμός του ακραίου καιρικού φαινομένου

Έχει μπει πια στη ζωή μας ο όρος «ακραίο καιρικό φαινόμενο». Στο μυαλό μας έρχονται οι καταστροφές που ακολουθούν, πλημμύρες, κρύα, βροχές το χειμώνα, και ζέστες, ξηρασία, πυρκαγιές το καλοκαίρι.

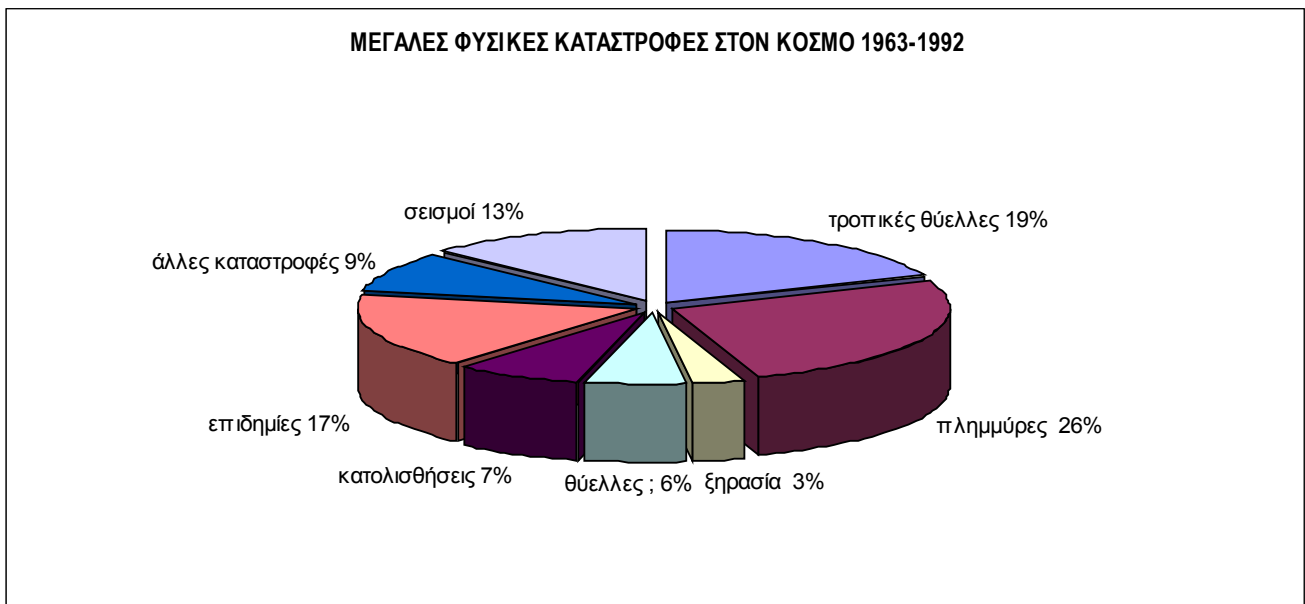
Στην ενότητα αυτή, μας ενδιαφέρει να προσεγγίσουμε τον όρο «ακραία» και να δούμε τα αποτελέσματά τους που συχνά είναι καταστροφικά. Θα αναλύσουμε καιρικά φαινόμενα και θα καταλήξουμε στο πως αυτά μπορεί να θεωρηθούν ακραία, ανάλογα τη διάρκεια ή την έντασή τους.

Ένα καιρικό φαινόμενο χαρακτηρίζεται ως ακραίο είτε από την ένταση του, είτε από την διάρκεια του ή και από την συχνότητα επανεμφάνισης του.

Η σχέση ένταση - διάρκεια - συχνότητα χαρακτηρίζουν ένα εκδηλωθέν ακραίο καιρικό φαινόμενο το οποίο είναι δυνατό με την σειρά του να προκαλέσει μια εκτεταμένη φυσική καταστροφή. Γενικά μεγάλης κλίμακας ακραία καιρικά φαινόμενα δεν λαμβάνουν χώρα τόσο συχνά ώστε να θεωρούνται ως τα σημαντικότερα, ενώ τα ακραία καιρικά φαινόμενα μικρής κλίμακας είναι συχνότερα , προκαλώντας καταστροφές σε μικρές περιοχές του πλανήτη. Οι συνέπειες ενός ακραίου καιρικού φαινομένου υπολογίζονται από την σχέση της έντασης του συγκεκριμένου φαινομένου με τη συχνότητα επανεμφάνισης του στην ίδια περιοχή.

Αντικειμενικά είναι πολύ δύσκολο να οριστεί μία τιμή μεγέθους πάνω από την οποία ένα καιρικό φαινόμενο θα μπορεί να χαρακτηρίζεται ως ακραίο και αυτό γιατί στο χαρακτηρισμό ενός φαινομένου ως ακραίο συνηγορούν πολύ παράγοντες. Σε πολλές περιπτώσεις ο χαρακτηρισμός ενός καιρικού φαινομένου ως ακραίο είναι αποτέλεσμα των καταστροφών ή ακόμη και των θανάτων που προκάλεσε σε μία περιοχή.

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες αναπτύσσονται πολλές θεωρίες οι οποίες υποστηρίζουν ότι η φυσική μεταβλητότητα του κλίματος συχνά οδηγεί σε ακραία καιρικά φαινόμενα και καταστροφές (σχήμα 2). Σε χρονική κλίμακα ημερών, μηνών ή ακόμα και ετών, μπορεί να εμφανίζονται κύματα καύσωνα, πλημμύρες, έντονες καταιγίδες και άλλα ακραία φαινόμενα λόγω της φυσικής διακύμανσης του καιρού και του κλίματος. Ένα ακραίο καιρικό φαινόμενο αποτελεί μια κατάσταση που απέχει σημαντικά από την κανονική - φυσιολογική μορφή του κλιματικού συστήματος, ανεξάρτητα από την πραγματική επίδραση στη ζωή ή στην οικολογία της Γης.



σχήμα 2. Μεγάλες φυσικές καταστροφές στον κόσμο 1963-1992

Σύμφωνα με δεδομένα και παρατηρήσεις, πολλές περιοχές του κόσμου τις τελευταίες δεκαετίες έχουν υποστεί ακραία καιρικά φαινόμενα που ξεπερνούν τα φυσιολογικά όρια εμφάνισης. Παράδειγμα, αποτελούν τα καλοκαιρινά κύματα καύσωνα που εμφανίστηκαν το 1995

στην Κέντρο-Δυτική περιοχή των ΗΠΑ και την Ινδία. Περισσότεροι από 700 άνθρωποι πέθαναν από θερμοπληξία στις ΗΠΑ, ενώ στην Ινδία 500 άνθρωποι πέθαναν όταν οι θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν τον Ιούνιο 1995 άγγιζαν τους 50°C. Νωρίτερα το χρόνο αυτό, οι πλημμύρες που παρατηρήθηκαν στην Ολλανδία προκάλεσαν καταστροφή πολλών περιοχών. Ας σημειωθούν και ακόμα πιο πρόσφατα, οι πλημμύρες του Αυγούστου 2002 στην Γερμανία καθώς και οι συχνές βροχοπτώσεις του Σεπτεμβρίου 2002 στην Ελλάδα, φαινόμενα τα οποία είχαν χρόνια να παρατηρηθούν, καθώς και οι καύσωνες μεγάλης έντασης και διάρκειας στη Δυτική Ευρώπη το καλοκαίρι του 2003.

Στους παρακάτω πίνακες (πίνακας 1 και 2) παρουσιάζονται 5 ακραία καιρικά φαινόμενα της περιόδου 1970-2001 που παρουσίασαν το μεγαλύτερο οικονομικό κόστος και 5 επίσης ακραία καιρικά φαινόμενα με τα περισσότερα θύματα.

Σειρά	Θύματα	Κόστος ασφάλισης	Ημερομηνία	Καιρικό Συμβάν	Χώρα
1	38	20.185	23.08.1992	Τυφώνας Andrew	Η.Π.Α , Μπαχάμες
2	51	7.338	27.09.1991	Τυφώνας Mireille	Ιαπωνία
3	95	6.221	25.01.1990	Καταιγίδα (Winterstorm) Daria	Γαλλία , Ηνωμένο Βασίλειο
4	80	6.164	25.12.1999	Καταιγίδα (Winterstorm) Lothar	Γαλλία , Ελβετία
5	61	5.990	15.09.1989	Τυφώνας Hugo	Πουέρτο Ρίκο, Η.Π.Α

Πίνακας 1: Τα 5 ακραία καιρικά φαινόμενα της περιόδου 1970-2001 που παρουσίασαν το μεγαλύτερο οικονομικό κόστος στις ανεπτυγμένες χώρες

Σειρά	Θύματα	Κόστος ασφάλισης	Ημερομηνία	Καιρικό Συμβάν	Χώρα
1	1000	75	25.08.2005	Τυφώνας Katrina	Νέα Ορλεάνη
1	300.000	N/a	14.11.1970	Καταιγίδα και Πλημμύρα	Μπαγκλαντές
2	138.000	3	29.04.1991	Τροπικός Κυκλώνας Gorgy	Μπαγκλαντές
3	15.000	106	29.10.1999	Κυκλώνας 05B	Ινδία (Orissa) Μπαγκλαντές
4	15.000	N/a	01.09.1978	Πλημμύρα επακόλουθη μουσώνα	Βόρεια Ινδία
N/A: Νεκροί και Αγνοούμενοι					
Σε δολάρια Η.Π.Α, σε τιμές 2001					

Πίνακας 2: Τα 5 ακραία καιρικά φαινόμενα της περιόδου 1978-2005 που παρουσίασαν το μεγαλύτερο οικονομικό κόστος στις αναπτυσσόμενες χώρες

Όπως φαίνεται το μεγαλύτερο κόστος από τα ακραία καιρικά φαινόμενα παρατηρήθηκε σε ανεπτυγμένες χώρες, ενώ τα περισσότερα θύματα σε αναπτυσσόμενες χώρες. Επίσης μεγάλο οικονομικό κόστος δε συμβαδίζει απαραίτητα με πολλά θύματα από τα ακραία καιρικά φαινόμενα.

Στο μέλλον υποστηρίζεται ότι μια πιθανολογούμενη επιβεβαίωση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής θα επηρεάσει σημαντικά τη συχνότητα, το εύρος και την τοποθεσία εκδήλωσης των ακραίων καιρικών φαινομένων.

Γενικά αναμένονται περισσότερα κύματα καύσωνα και λιγότερες περιόδους παγετώνων, καθώς και βροχοπτώσεις που θα οδηγήσουν σε αυξημένες πλημμύρες σε πολλές περιοχές.

Παρόλα αυτά, τα ακραία καιρικά φαινόμενα διαρκούν για σχετικά μικρό χρονικό διάστημα και είναι συνήθως τοπικής κλίμακας, το οποίο φέρει σε δύσκολη θέση τους επιστήμονες να προβλέψουν με ακρίβεια πως αυτά σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Ειδικότερα σύμφωνα με το IPCC, δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα που να προσδιορίζουν αν έχουν παρατηρηθεί επίμονες και συνεχείς αλλαγές στην κλιματική μεταβλητότητα ή στα ακραία καιρικά φαινόμενα κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα. Συμπεραίνεται ότι έχουν εμφανιστεί τοπικές τάσεις, οι οποίες μερικές από αυτές τις αλλαγές έχουν τάση προς μεγαλύτερη μεταβλητότητα ενώ άλλες προς μικρότερη. Σε κάθε περίπτωση, η αυξανόμενη ανθρώπινη ευαισθησία στην εκδήλωση ακραίων καιρικών φαινομένων σε συνδυασμό με τις αβεβαιότητες της κλιματικής αλλαγής, αποτελεί σημαντική πηγή ανησυχίας.

Απαιτείται συνεπώς η επιστημονική μελέτη να είναι συνεχής, μιας και τα στοιχεία που υπάρχουν, δεν μπορούν να αποδείξουν την σχέση μεταξύ κλιματικής αλλαγής και ακραίων καιρικών φαινομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟΝ ΚΑΙΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

2. Φαινόμενο του θερμοκηπίου

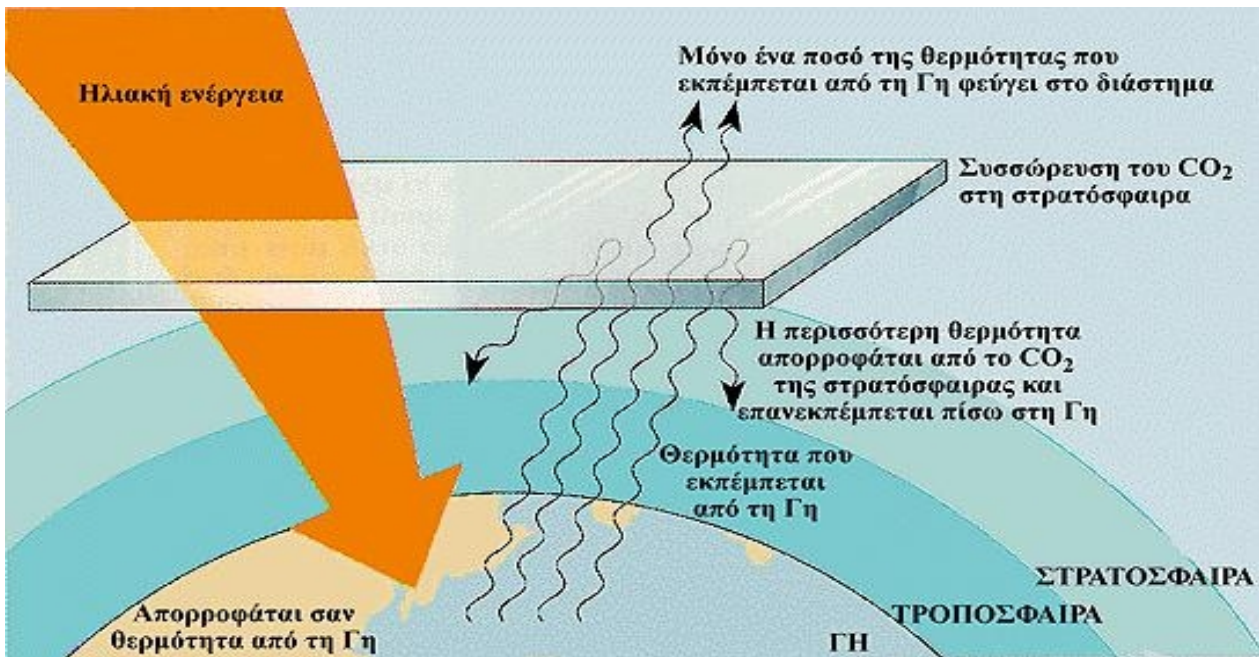
Ένα μάλλον παρεξηγημένο φυσικό φαινόμενο είναι το γνωστό σε όλους Φαινόμενο Θερμοκηπίου, πού τόσο έχει απασχολήσει τα τελευταία χρόνια, επιστήμονες αλλά και την κοινή γνώμη γενικότερα.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία. Η λειτουργία του είναι αναγκαία προκειμένου η Γη να διατηρείται ζεστή, ώστε να υπάρχει ζωή και ανάπτυξη. Δίχως αυτό, η Γη θα ήταν κρύα με μέση θερμοκρασία περίπου $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, και δεν θα μπορούσε να υπάρξει ζωή τουλάχιστον όπως τη ξέρουμε σήμερα. Η μέση θερμοκρασία της Γης διατηρείται στο επίπεδο των $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, χάρις στο φαινόμενο αυτό.

Όμως τα τελευταία χρόνια λέγοντας φαινόμενο Θερμοκηπίου δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

2.1.1 Μηχανισμός του φαινομένου του θερμοκηπίου

Η Γη δέχεται όλη την αρχική της ενέργεια ως ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος από τον ήλιο. Μέρος αυτής της ακτινοβολίας κατακρατείται από την Γη ενώ το υπόλοιπο επιστρέφει στο διάστημα. Όπως φαίνεται στο **σχήμα 3** μόνο το 51% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται από την επιφάνεια της Γης. Από το υπόλοιπο 49%, το 4% ανακλάται από την επιφάνεια και επιστρέφει προς το διάστημα, το 26 % ανακλάται πίσω από τα νέφη και τα σωματίδια της ατμόσφαιρας και το 19 % απορροφάται από τα ατμοσφαιρικά αέρια, σωματίδια και νέφη.

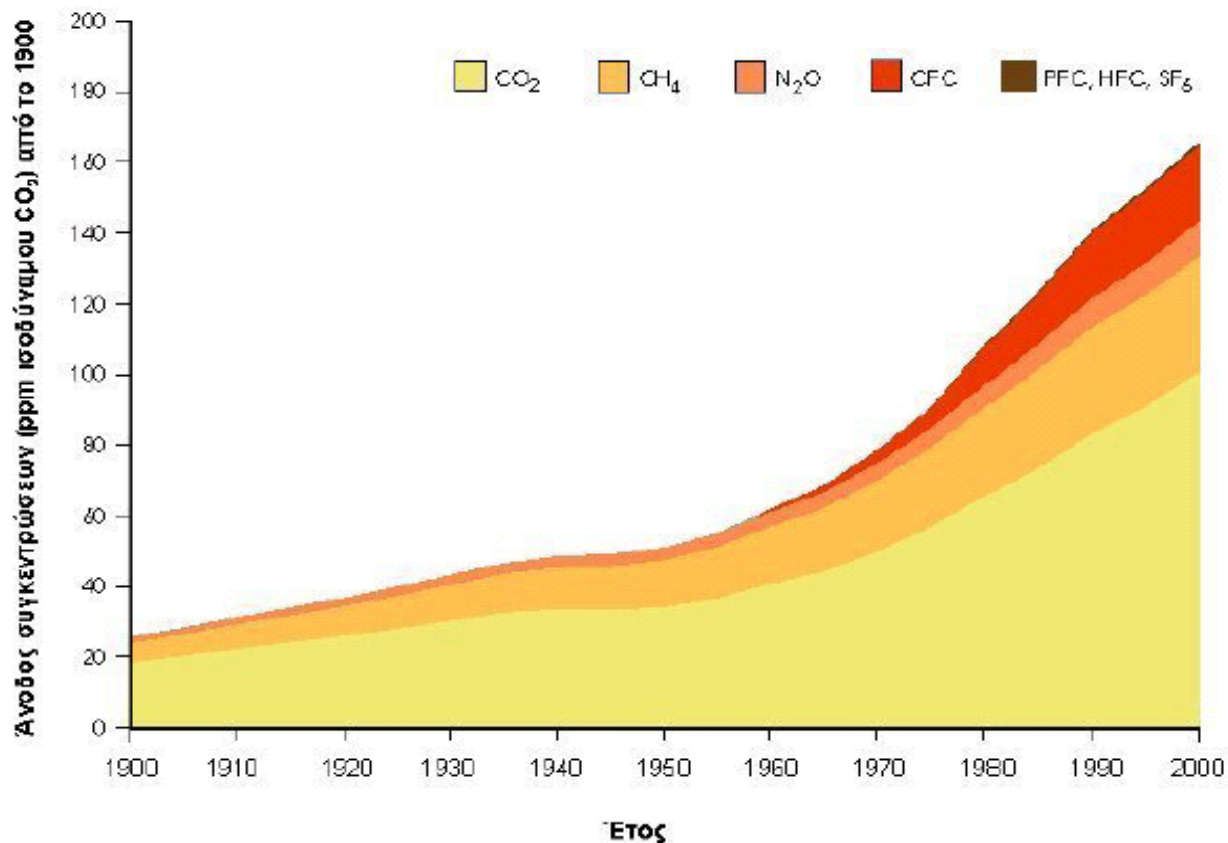


Σχήμα 3: Μηχανισμός φαινομένου θερμοκηπίου

Η Γη καθώς θερμαίνεται μετατρέπεται σε πομπή ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος (υπέρυθρη), αφού, σύμφωνα με τον νόμο Stefan-Boltzman κάθε σώμα εκπέμπει ακτινοβολία ανάλογη με την θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται. Από αυτή την ακτινοβολία ένα μέρος διαφεύγει στο διάστημα, ενώ το μεγαλύτερο μέρος απορροφάται από τα γνωστά πλέον σε όλους «αέρια θερμοκηπίου» της ατμόσφαιρας, τα οποία έχουν φυσική προέλευση. Τα αέρια αυτά καθώς θερμαίνονται αρχίζουν και αυτά να εκπέμπουν προς κάθε κατεύθυνση υπέρυθη ακτινοβολία, αλλά το 90% οδηγείται στο έδαφος, το οποίο θερμαίνεται ακόμη πιο πολύ, ενισχύεται η υπέρυθη ακτινοβολία του και το φαινόμενο επαναλαμβάνεται συνεχώς.

Τα κυριότερα από τα αέρια του θερμοκηπίου είναι:

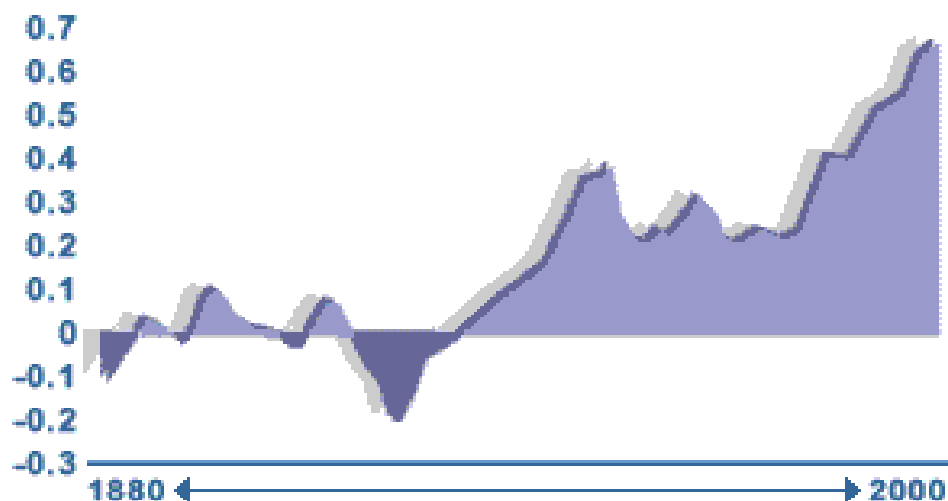
- οι υδρατμοί (H₂O),
- το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂),
- το μεθάνιο (CH₄),
- το υποξείδιο του αζώτου (N₂O),
- το τροποσφαιρικό όζον (O₃).
- Οι χλωροφθοράνθρακες CFC's



Διάγραμμα 1 : Άνοδος των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου από το 1900

Ο κίνδυνος για τον πλανήτη δεν προκύπτει από την ύπαρξη του φαινομένου του θερμοκηπίου αλλά από την πιθανή ενίσχυση του. Πράγματι οι μετρήσεις δείχνουν ότι τα παραπάνω αέρια έχουν αυξηθεί κατά πολύ στην ατμόσφαιρα, (**διάγραμμα 1**) λόγω ανθρωπογενών δράσεων ιδιαίτερα με την αύξηση των καυσαερίων που διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Αποτέλεσμα αυτού είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου να είναι εντονότερο και να εμφανίζεται ο κίνδυνος αύξησης της μέσης τιμής της θερμοκρασίας της γης, με ανυπολόγιστες συνέπειες για τη ζωή του πλανήτη (**σχήμα 4**). Πάντως το θέμα είναι πιο πολύπλοκο από αυτή την πρώτη προσέγγιση. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας θα αυξήσει την εξάτμιση και κατ' επέκταση της νεφώσεις πράγμα που θα ανέστελλε την διαδικασία υπερθέρμανσης. Σίγουρα πάντως η διαταραχή της ατμοσφαιρικής ισορροπίας θα επιφέρει κλιματικές αλλαγές με συνέπειες στη ζωή των οργανισμών του πλανήτη.

Η άνοδος της θερμοκρασίας



Σχήμα 4 : Απεικόνιση της άνοδου της θερμοκρασίας λόγω φαινομένου του θερμοκηπίου

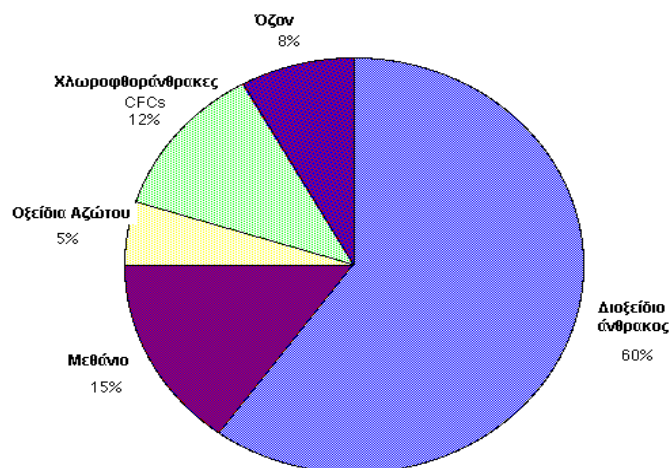
Τα τελευταία χρόνια οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αυτοκίνητα κ.ά.) έχουν αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας (αέρια θερμοκηπίου) με αποτέλεσμα την αύξηση της απορροφούμενης ακτινοβολίας και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή. Υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,5 έως 0,6°C από το 1880, λόγω της έξαρσης του φαινομένου και μέχρι το έτος 2100, εάν δεν ληφθούν μέτρα, η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι από 1,5 έως 4,5°C.

Στον **πίνακα 3** που ακολουθεί εμφανίζονται τα αέρια που συμμετέχουν ενεργά στο Φαινόμενο Θερμοκηπίου, οι συγκεντρώσεις τους στην ατμόσφαιρα σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) ή μέρη ανά δισεκατομμύριο (ppb - μονάδα μέτρησης που αναφέρεται στη συγκέντρωση της δραστικής ουσίας σε δισεκατομμυριοστά του όγκου του εξεταζόμενου προϊόντος) κατά το έτος 1750 και σήμερα, καθώς και η προέλευσή τους, φυσική ή ανθρωπογενής.

Αέρια Θερμοκηπίου	Συγκέντρωση το 1750	Συγκέντρωση σήμερα	Ποσοστό μεταβολής	Προέλευση
Διοξείδιο του άνθρακα	280 ppm	360 ppm	29 %	Οργανική αποσύνθεση, Πυρκαγιές, Ηφαίστεια, Καύσιμα Αποδασώσεις, κ.λ.π.
Μεθάνιο	0.70 ppm	1.70 ppm	143 %	Υγρότοποι, Οργανική αποσύνθεση, Τερμίτες, Φυσικό αέριο, Καύση βιομάζας, Ρυζοκαλλιέργειες, Σκουπιδότοποι
Οξείδια αζώτου	280 ppb	310 ppb	11 %	Δάση, Λιβάδια, Ωκεανοί, Απορρίμματα, Καλλιέργειες, Λιπάσματα; Καύση Βιομάζας, Καύσιμα
χλωροφθοράνθρακες (CFCs)	0	900 ppt	-	Ψυγεία, Ψεκασμοί, Αεριοθούμενα, Απορρυπαντικά
Όζον	Άγνωστο	Ποικίλει	-	Δράση ηλιακής ακτινοβολίας επί μορίων Οξυγόνου και τεχνητή παραγωγή διά μέσου της φωτοχημικής αιθαλομίχλης

Πίνακας 3 : Αέρια που συμμετέχουν ενεργά στο Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

Στο **παρακάτω διάγραμμα 2** φαίνεται η συμμετοχή των ρύπων με ανθρωπογενή προέλευση στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.



Διάγραμμα 2 : Συμμετοχή των ανθρωπογενών ρύπων στο Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

2.1.2 Χρονολογικός πίνακας της ιστορίας του φαινομένου

Χρονολογικά γεγονότα του φαινομένου θερμοκηπίου

1824 - Ο Ζοζέφ Φουριέ θέτει το θέμα του ρόλου που παίζει η ατμόσφαιρα της Γης στη θερμοκρασία του πλανήτη, καθώς και της επιπτώσεις της βιομηχανίας στο κλίμα.

1896 - Ο Σουηδός Σβάντε Αρρένιους υποστηρίζει ότι η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζεται από τα αέρια που συγκρατούν τη θερμότητα.

1941 - Ο Σέρβος Μιλουτίν Μιλάνκοβιτς υποστηρίζει ότι η μεταβολή της τροχιάς της Γης, μας φέρνει κάθε 40.000 χρόνια την εποχή των παγετώνων.

1957 - Ο Τσαρλς Ντέιβιντ Κίλινγκ μετράει την συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, από ένα παρατηρητήριο στη Χαβάη. Σε περίοδο έξι ετών, φαίνεται καθαρά η αύξηση της συγκέντρωσης του ποσοστού του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

1980 - Ο Σουηδός Μπερτ Μπολίν διαπιστώνει πως η θερμοκρασία της Γης αυξάνεται εδώ και ένα αιώνα.

1988 - Ο ΟΗΕ και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Μετεωρολογίας συστήνουν την Διακυβερνητική Ομάδα Ειδικών για την εξέλιξη του κλίματος (IPCC).

1992 - Στη σύνοδο του Ρίο 167 κράτη υπογράφουν τη μη δεσμευτική συνθήκη-πλαίσιο για τις κλιματικές αλλαγές.

1997 - Στο Κιότο της Ιαπωνίας 38 βιομηχανικές χώρες δεσμεύονται να μειώσουν ως το 2010 τις εκπομπές αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 5.2% (μέσος όρος) σε σχέση με το 1990. Το πρωτόκολλο αυτό δεν έχει επικυρωθεί.

2001 - Στη Βόννη της Γερμανίας, γίνεται το πρώτο βήμα για την επικύρωση του πρωτοκόλλου του Κιότου, χωρίς τη συμμετοχή των ΗΠΑ, αλλά με την συμμετοχή της Ιαπωνίας, Ρωσίας, των χωρών της ΕΕ, συνολικά 178 χώρες.

2.1.3 Επιδράσεις του Φαινομένου του Θερμοκηπίου

Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου αποτελεί βασικό παράγοντα απειλής πρόκλησης εκτεταμένων κλιματικών αλλαγών. Είναι σημαντικό να αναγνωρίσει κανείς ότι, παρόλο που η

μικρή αύξηση στη μέση θερμοκρασία της Γης λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου μπορεί να θεωρείται μικρής σημασίας, από την άλλη πλευρά μπορεί να κινητοποιήσει πολλές αλλαγές που θα μπορούσαν να επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις ιδίως στο κλίμα μιας περιοχής, αλλά και στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Υποστηρίζεται ότι ακόμη και αν υπήρχε τρόπος να σταματήσουν σήμερα όλες οι εκπομπές των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, οι πιθανές αλλαγές στο κλίμα καθώς και οι επιπτώσεις από αυτές δε θα σταματήσουν.

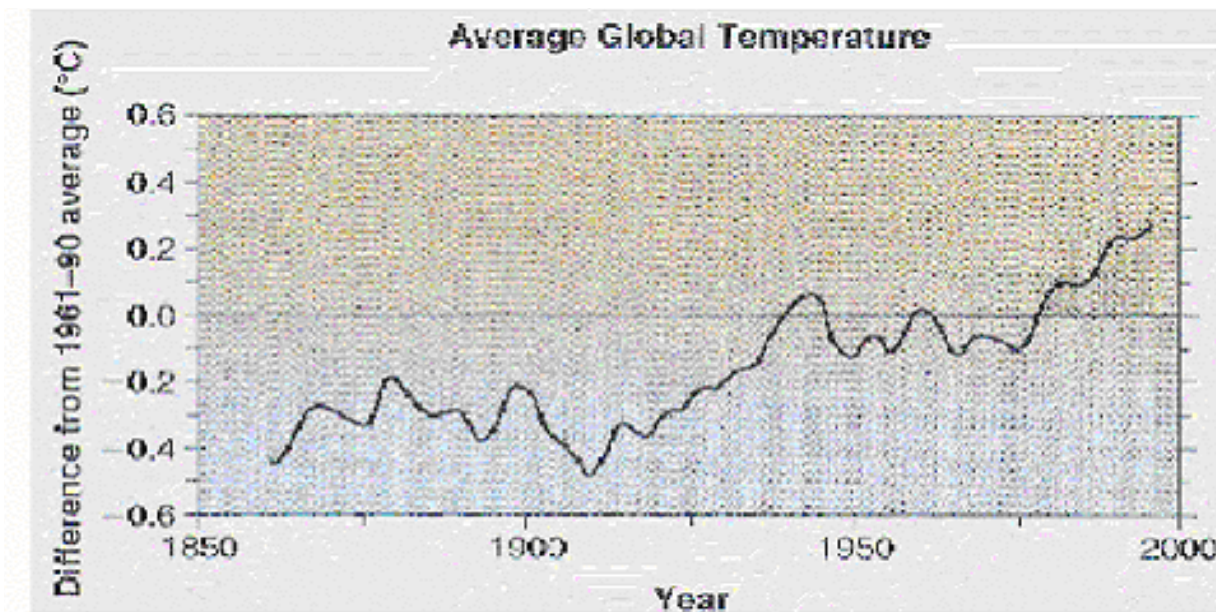
Στις παρακάτω υποενότητες αναφέρονται οι αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής τόσο στο φυσικό όσο και στο ανθρωπογενές περιβάλλον, σύμφωνα με απόψεις και επιστημονικά δεδομένα που έχουν διατυπωθεί.

2.1.3.1 Θερμοκρασία

Η εμφάνιση της κλιματικής αλλαγής γίνεται αντιληπτή κατά κύριο λόγο από την αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία αποτελεί και το βασικό παράγοντα πρόκλησης των υπολοίπων αρνητικών επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής. Η παγκόσμια ατμοσφαιρική θερμοκρασία είναι αποτέλεσμα της ανταγωνιστικής δράσης των παραγόντων που προκαλούν θέρμανση και ψύξη της επιφάνειας της Γης. Το τελικό αποτέλεσμα σαφώς και διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Επίσης η ανταγωνιστική δράση των παραπάνω παραγόντων επιφέρει αβεβαιότητα στις προβλέψεις για το τι πρόκειται να συμβεί στο μέλλον καθώς η ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα συνεχίζει να αυξάνεται.

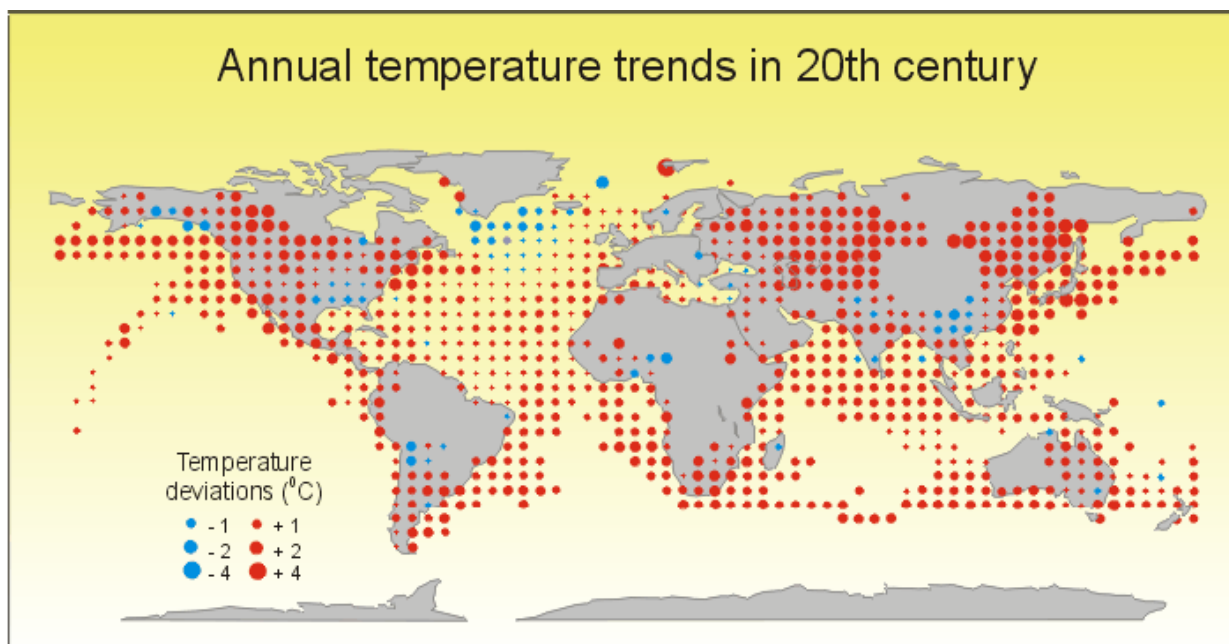
Όπως φαίνεται και στο παρακάτω **διάγραμμα 4** η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,3-0,6°C, α ν και υπάρχει μεγάλη διακύμανση.

Σύμφωνα με έκθεση του IPCC η μέση παγκόσμια θερμοκρασία (υπολογίζεται ως η μέση θερμοκρασία της ατμόσφαιρας κοντά στην επιφάνεια τόσο της ξηράς όσο και της θάλασσας) έχει αυξηθεί από το 1861. Κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα η αύξηση ήταν περίπου 0.6°C. **(σχήμα 5)** Η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη κατά 0,15°C σε σχέση με τις εκτιμήσεις της 2ης Έκθεσης (SAR) του IPCC για τη χρονική περίοδο μέχρι το 1994 εξαιτίας των υψηλών παρατηρούμενων θερμοκρασιών τα χρόνια 1995-2000 αλλά και των βελτιωμένων μεθόδων επεξεργασίας των δεδομένων. Βέβαια θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει μεγάλη διακύμανση κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα αλλά η τάση αύξησης είναι σαφής. Επιπλέον υποστηρίζεται ότι σε παγκόσμιο επίπεδο η δεκαετία 1990 ήταν η θερμότερη του 20^{ου} αιώνα.



Διάγραμμα 4 : Αλλαγή της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας.

Όπως φαίνεται και στο **σχήμα 5** η αύξηση της θερμοκρασίας παγκοσμίως τον 20ο αιώνα είναι εμφανής. Οι αναλύσεις των δεδομένων αποδεικνύουν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας στο βόρειο ημισφαίριο για τον 20ο αιώνα πιθανόν να ήταν η μεγαλύτερη σε σχέση με τους προηγούμενους αιώνες για τα τελευταία 1000 χρόνια. Το ίδιο ισχύει και για την δεκαετία 1990.



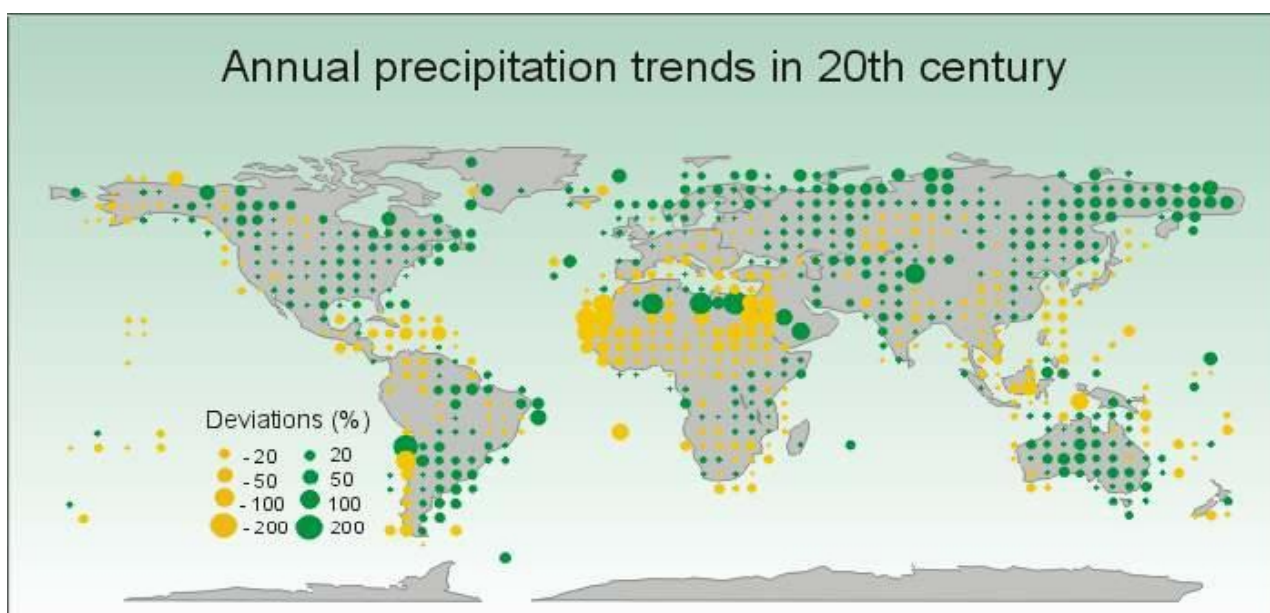
Σχήμα 5 : Μεταβολή της θερμοκρασίας κατά των 20^ο αιώνα

Επίσης αξ σημειωθεί ότι η μέση θερμοκρασία της Γης επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως η ερημοποίηση, αποψίλωση του εδάφους, οι οποίοι επιδρούν στην κλιματική αλλαγή.

Μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γης μπορεί να επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην ξηρά. Ένα προφανές συμπέρασμα είναι ότι θα υπάρχουν περισσότερες «θερμές» και λιγότερες «ψυχρές» μέρες. Αυτό θα μπορούσε να έχει διαφορετικές επιπτώσεις σε διαφορετικές περιοχές. Περισσότερες θερμές μέρες σε περιοχές με ήδη υψηλές θερμοκρασίες θα μπορούσε να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα επιβίωσης στα φυτά, ζώα, ακόμη και στους ανθρώπους. Εύκρατα κλίματα μπορούν να εξαπλωθούν προς βόρεια, ενώ περιοχές με ήδη εύκρατο κλίμα να αποκτήσουν θερμά και ξηρά κλίματα.

2.1.3.2 Υετός

Ένα άλλο σημαντικό αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής είναι η μεταβολή των ιδιοτήτων των κατακρημνίσεων που επικρατούν σε μια περιοχή. Για παράδειγμα η συχνότητα των βροχοπτώσεων μπορεί να μεταβληθεί, οι ξηρασίες μπορεί να έχουν μεγαλύτερη ένταση, ενώ η παρατεταμένη βροχόπτωση μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα



σχήμα 6 Ποσά υετού κατά την περίοδο του 20^{ου} αιώνα

Από το παραπάνω **σχήμα 6** διαπιστώνεται ότι ο υετός στην περιοχή του Ισημερινού έχει μειωθεί σημαντικά τον 20ο αιώνα. Παρόλα αυτά για τις υπόλοιπες ηπειρωτικές περιοχές, ιδιαίτερα στα μεσαία και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη τόσο του Βορείου και του Νοτίου ημισφαιρίου, συμπεραίνεται ότι ο υετός έχει αυξηθεί για τον 20^ο αιώνα. Σύμφωνα με έκθεση του IPCC, είναι πιθανόν ο υετός να έχει αυξηθεί κατά 0,5 ως και 1% ανά δεκαετία του 20ου αιώνα στα μεσαία και

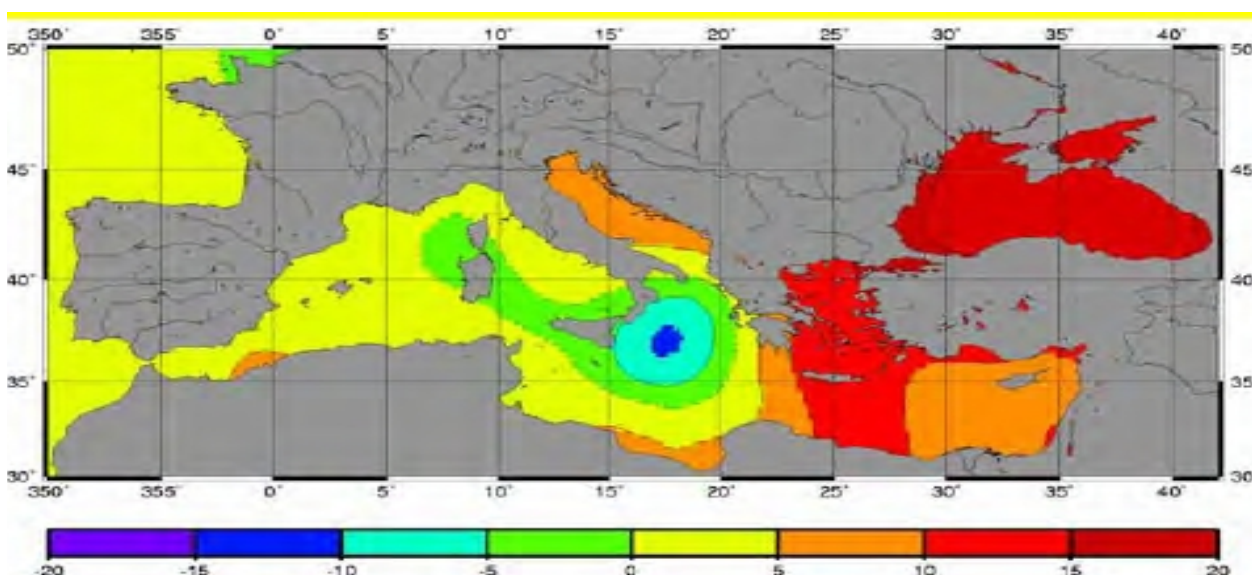
μεγάλα γεωγραφικά πλάτη του Βορείου ημισφαιρίου. Αντίθετα εκτιμάται ότι οι βροχοπτώσεις έχουν μειωθεί κατά περίπου 0.3% ανά δεκαετία του 20ου στις ηπειρωτικές υποτροπικές περιοχές του βορείου ημισφαιρίου, όπως διαπιστώνεται από το **σχήμα 6**. Δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την τάση του νετού στους ωκεανούς.

Επίσης αναφέρεται ότι στα μεσαία και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη του βόρειου ημισφαιρίου στο δεύτερο μισό του 20ου αιώνα παρατηρήθηκε αύξηση κατά 2 ως 4% στη συχνότητα εμφάνισης εντόνων βροχοπτώσεων. Η αύξηση αυτή αποδίδεται σε διάφορους λόγους, όπως αλλαγές στην ατμοσφαιρική υγρασία, στις μεγάλης διάρκειας καταιγίδες κτλ. Εξάλλου αξιωματικά σημειωθεί ότι σε μερικές περιοχές της Ασίας και της Αφρικής η συχνότητα και η ένταση εμφάνισης ξηρασίας έχει σημειώσει αύξηση τις τελευταίες δεκαετίες.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι μέχρι τώρα δεν έχει παρατηρηθεί σαφής τάση μεταβολής στις βροχοπτώσεις. Παρόλα αυτά, υποθέτοντας ότι ο πλανήτης θα θερμανθεί κατά 1-3,5°C για τα επόμενα 100 χρόνια, τα κλιματικά μοντέλα υπολογίζουν ότι τα φαινόμενα της εξάτμισης και του νετού θα ενταθούν. Επίσης αναμένεται οι βροχοπτώσεις και οι χιονοπτώσεις να αυξηθούν σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Με τη σειρά τους οι έντονες και συνεχείς βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις μπορούν να επηρεάσουν τόσο το φυσικό περιβάλλον (οικοσυστήματα, στάθμη της θάλασσας), όσο και το ανθρωπογενές (κοινωνία, οικονομία).

2.1.3.3 Ανύψωση της στάθμης της θάλασσας



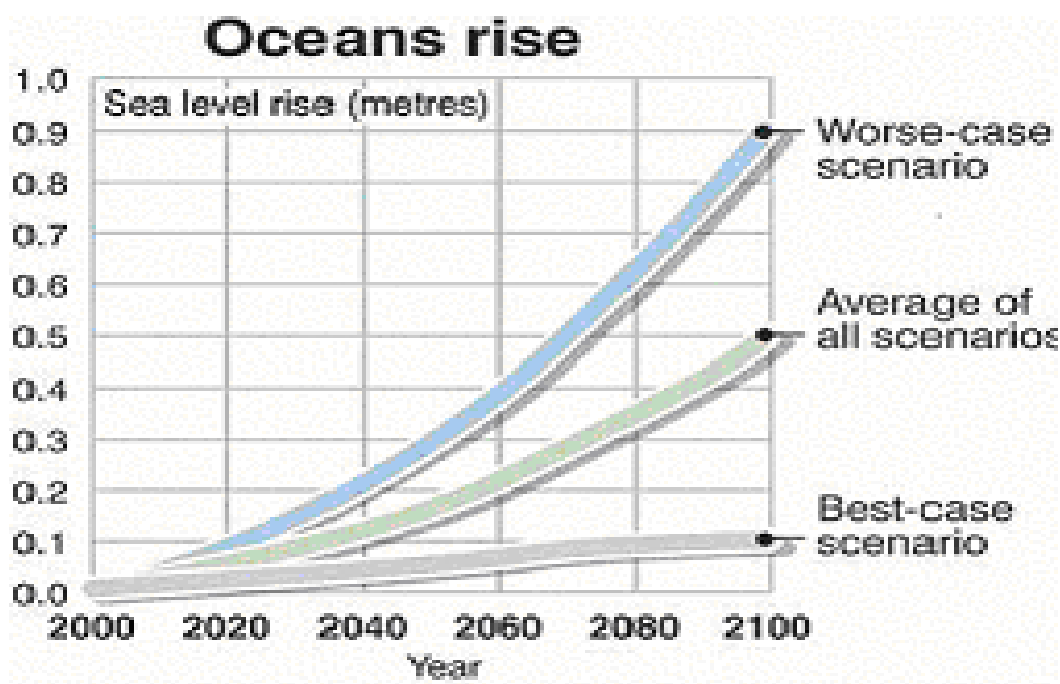
Σχήμα 7 : Απεικόνιση της στάθμης της θάλασσας

Η στάθμη της θάλασσας λόγω της κλιματικής αλλαγής θα ανέλθει για δύο λόγους.

Πρώτον, εξαιτίας των υψηλότερων θερμοκρασιών, το νερό που είναι αποθηκευμένο στους πάγους θα λιώσει, προσθέτοντας επιπλέον νερό στους ωκεανούς. Δεύτερον, η αύξηση της

θερμοκρασίας, ως γνωστόν προκαλεί αύξηση του όγκου του νερού, επιβάλλοντας στο νερό των ωκεανών κατά τον ίδιο τρόπο να καταλαμβάνει περισσότερο χώρο, προκαλώντας περαιτέρω ανύψωση της στάθμης της θάλασσας. Αυτό μπορεί να επιφέρει πλημμύρες σε διάφορες παράκτιες περιοχές μέχρι και πλήρη και μόνιμη κάλυψη αυτών. Επίσης αναμένεται ότι η μορφολογία της ξηράς θα μεταβληθεί σε μερικές νησιωτικές χώρες, όπως το Μπαγκλαντές, λόγω της ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας.

Η μέση παγκόσμια στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί από 10 ως 25cm τα τελευταία 100 χρόνια. Είναι πιθανόν ότι αυτή η αύξηση σχετίζεται με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας από το 1860.



Διάγραμμα 5 : Πιθανολογούμενη αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας

Από τα κλιματικά μοντέλα έχει υπολογιστεί ότι η μέση στάθμη της θάλασσας μπορεί να αυξηθεί περίπου κατά 15 ως 95cm μέχρι το έτος 2100 (**διάγραμμα 5**).

Η αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας αναμένεται 2 ως 5 φορές μεγαλύτερη από την παρατηρούμενη τα τελευταία 100 χρόνια. Το ποσοστό, το εύρος και η κατεύθυνση της αύξησης της μέσης στάθμης της θάλασσας θα διαφέρει από περιοχή σε περιοχή και θα εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά της παράκτιας περιοχής, τις αλλαγές στα ρεύματα των ωκεανών, από τις διαφορές των χαρακτηριστικών των παλιρροιών, της πυκνότητας της θάλασσας και των κατακόρυφων μετακινήσεων της ξηράς. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι η στάθμη της θάλασσας αναμένεται να συνεχίζει να αυξάνεται για τους επόμενους αιώνες, ακόμα και όταν οι ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες σταθεροποιηθούν.

Η αναμενόμενη αύξηση της στάθμης της θάλασσας αναμένεται να πλήξει τις παράκτιες ζώνες, τις πιο ευάλωτες περιοχές και ειδικότερα τις αναπτυσσόμενες χώρες, επιφέροντας σημαντική απώλεια της ξηράς.

Επίσης, σημαντική θα είναι η επιδείνωση που θα παρατηρηθεί στην επέκταση της διάβρωσης των παρακτίων περιοχών και στην εμφάνιση πλημμύρων.

2.1.4 Προτάσεις αντιμετώπισης προβλημάτων του φαινομένου του θερμοκηπίου

Το Φαινόμενο του θερμοκηπίου που ενισχύεται συνεχώς και η καταστροφή του όζοντος, δημιουργούν παγκόσμια προβλήματα τα οποία μπορούν να περιοριστούν, αν όλα τα κράτη συνεργαστούν. Ακόμα και τότε δεν θα υπάρξουν εύκολες λύσεις ειδικά στον έλεγχο του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η ρίζα του προβλήματος βρίσκεται στον διαχωρισμό μεταξύ πλουσίων και φτωχών κρατών. Στις πλούσιες χώρες το υψηλό κόστος ζωής εξαρτάται από τη βιομηχανία και από την έτοιμη παροχή ενέργειας, που συντελούν και τα δύο στη μόλυνση του περιβάλλοντος. Φυσικά τα φτωχότερα κράτη θέλουν να απολαμβάνουν και αυτά το ίδιο επίπεδο ζωής με τα πλουσιότερα, αλλά αυτό θα οδηγούσε στην αύξηση της μόλυνσης. Μια λύση για τα πλουσιότερα κράτη είναι η μείωση των ενεργειακών τους απαιτήσεων.

Ταυτόχρονα πρέπει να δημιουργήσουμε εναλλακτικές πηγές ενέργειας (αιολική κ.α.) οι οποίες δεν θα μολύνουν την ατμόσφαιρα και να ρυθμίσουμε τις βιομηχανίες μας, ώστε να μειωθεί η μόλυνση που δημιουργούν. Αλλά όλα αυτά θα είναι μάταια αν τα προληπτικά μέτρα δεν χρησιμοποιηθούν κατάλληλα προκειμένου να ελεγχθεί η τεράστια αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού. Αυτό το θέμα είναι ζωτικής σημασίας για τις φτωχότερες χώρες, οι οποίες έχουν λιγότερο πλουτοπαραγωγικές πηγές ώστε να φροντίζουν τον πληθυσμό και το περιβάλλον τους. Αν εξακολουθήσουμε να αγνοούμε τις προειδοποιήσεις του περιβάλλοντος, δεν θα μπορέσουμε να αποφύγουμε μια κλιματολογική κρίση και τότε θα είναι πολύ αργά.

2.1.5 Αντίθετη άποψη της εξέλιξης του φαινομένου του θερμοκηπίου

Πολλά χρόνια μετά και ύστερα απ' όσα έχουν ανακοινωθεί για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, οι προβλέψεις των υπολογιστών θεωρούνται σε μεγάλο βαθμό λάθος. Αμερικάνικη μελέτη υποστηρίζει ότι οι φόβοι για το φαινόμενο του θερμοκηπίου διαψεύστηκαν. Αναφέρει μάλιστα ότι η πραγματική άνοδος της θερμοκρασίας κυμαίνεται στους 0,03 βαθμούς Κελσίου, σε αντίθεση με τους 0,13 έως 0,35 που αναμενόταν από τις προβλέψεις. Τα πυρά των αντιρρήσεων συγκεντρώνονται από τον καθηγητή της Ατμοσφαιρικής Φυσικής John Cristy και τον συνεργάτη του Justin Hnilo σε 14 προγνωστικά μοντέλα, που αναπτύχθηκαν σε υπολογιστικά συστήματα από το 1979 έως και το 1989. Από μελέτες λοιπόν, υποστηρίζουν διαπιστώνεται ότι τα συστήματα

αντιμετώπισαν το ζήτημα με τέτοιο τρόπο μέσα από την γενικότερη αδυναμία να προσδιορίσουν την πραγματική έκταση του προβλήματος. Επικαλούνται μάλιστα και την συνεισφορά των δορυφορικών μετρήσεων, για να καταλήξουν στο γενικό συμπέρασμα ότι πολύ απέχει η «ημέρα της Κρίσεως» με όλα τα συνεπακόλουθα, από ότι έχει συμβεί στην πραγματικότητα, όπως αποδεικνύεται και στην ελάχιστη άνοδο της θερμοκρασίας.

Ίσως να είναι ενδεικτικό ότι η περισσότερο ακριβής πρόβλεψη με την βοήθεια των υπολογιστών αναφερόταν σε άνοδο της θερμοκρασίας κατά τέσσερις φορές υψηλότερη από ότι υπολόγιζαν, ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις που γινόταν λόγος για αύξηση έως και δέκα φορές. Πρόκειται δηλαδή, αν βέβαια ευσταθούν όλα αυτά για ένα τεράστιο λάθος εκτίμησης, καθώς η επιστήμη παρασύρθηκε από τις χρησιμοποιημένες μεθόδους, αναμένοντας πολύ χειρότερη εξέλιξη σε ορισμένα ατμοσφαιρικά φαινόμενα, από εκείνη που πραγματικά καταγράφεται σήμερα. Και αν όντως συμβαίνει αυτό, τότε δεν μιλάμε μόνο για την αθέλητη παραπλάνηση που έγινε, αλλά και για την γενικότερη στάση που κλίθηκαν να υιοθετήσουν ακόμα και κυβερνήσεις.

Ωστόσο ό,τι και να συνέβη, υπάρχει κάτι που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Πρόκειται για το φαινόμενο της «μόνωσης» αν μπορεί να το προσδιορίσει κανείς έτσι, που προκαλείται από τα νέφη των ηφαιστειακών εκρήξεων. Διότι, ενώ αυτά εγκλωβίζουν τη θερμότητα, την ίδια στιγμή εμποδίζουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας.

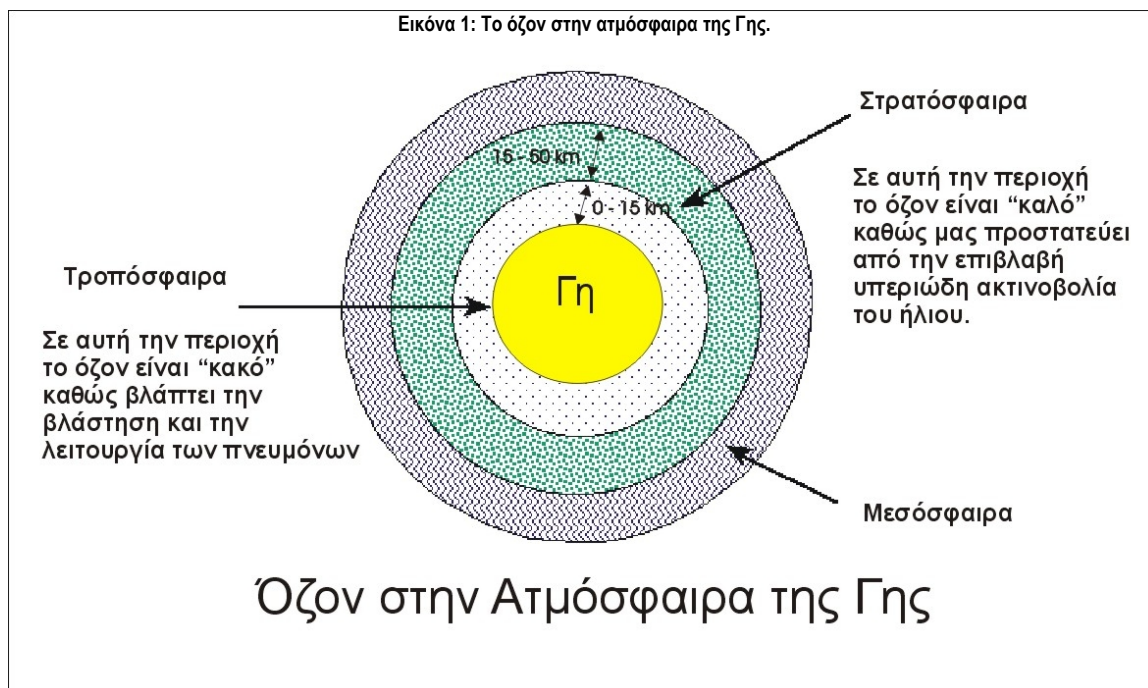
Ανοίγει επομένως ένα τεράστιο ζήτημα καθώς πρέπει να απαντηθεί - και να τεκμηριωθεί - πως γίνεται να χρησιμοποιούμε καύσιμα, επομένως να προκαλούμε εκπομπές καυσαερίων και αυτές να μην συμβάλουν στην ουσιαστική άνοδο της θερμοκρασίας.

Ως τελική απάντηση μάλλον θα μεσολαβήσουν πολλές μελέτες. Το σίγουρο είναι ότι οι δραματικές προβλέψεις της προηγούμενης δεκαετίας δεν επιβεβαιώθηκαν σε ότι αφορά την δριμύτητα τους. Εκείνο που πρέπει να ληφθεί υπόψη, υποστηρίζει ο dr. Patrick Green, από τους αρχαιότερους της εκστρατείας αλλαγής του κλίματος της « Οργάνωσης Φίλων της Γης» είναι ότι σήμερα τα μοντέλα εκτίμησης για την πορεία του φαινομένου από την αύξηση της θερμοκρασίας σε παγκόσμια κλίμακα θεωρούνται πολύ ακριβή.

2.2 Όζον (O₃)

Το όζον (O₃) παράγεται από το οξυγόνο το οποίο διασπάται από την ηλιακή [ακτινοβολία](#). Σχηματίζει ένα λεπτό στρώμα γύρω από την επιφάνεια της Γης, στο ύψος των 25km, στην περιοχή της [στρατόσφαιρας](#). Η σημασία του για τη ζωή στον πλανήτη μας είναι τεράστια γιατί το όζον απορροφά την, επικίνδυνη για άνθρωπο, υπεριώδη ακτινοβολία. Αν δεν υπήρχε το όζον θα πεθαίναμε από καρκίνο του δέρματος.

Αξίζει να τονίσουμε ότι όζον υπάρχει κ50αι στην τροπόσφαιρα, το τροποσφαιρικό όζον. Αλλά αυτό το όζον είναι βλαβερό για τον άνθρωπο (είναι καυστικό) και θεωρείται αέριος ρύπος.



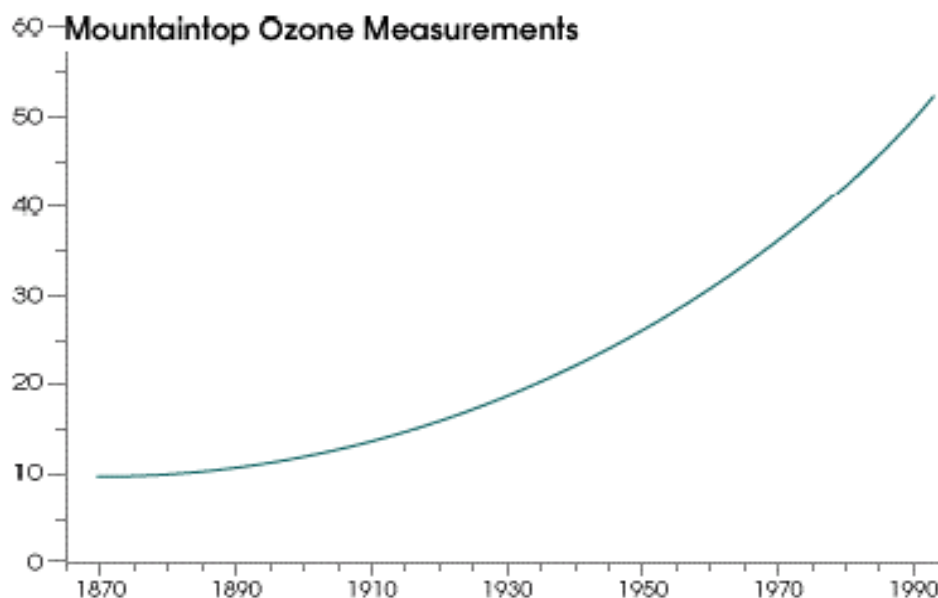
2.2.1 Τροποσφαιρικό όζον

Το όζον της τροπόσφαιρας έχει δύο πηγές προέλευσης: την *φωτοχημική παραγωγή* στην τροπόσφαιρα και την στρατόσφαιρα. Η δεύτερη πηγή προέλευσης θεωρείται αρχικά σαν η μοναδική πηγή του όζοντος στην ατμόσφαιρα. επιπλέον, το όζον παίζει σημαντικότατο ρόλο στη φωτοχημεία της τροπόσφαιρας, αφού είναι η βασική πηγή των υδροξειδίων OH^- (μέσω της φωτοδιάσπασης του όζοντος σε $\text{O}(^1\text{D})$ και αντίδραση του $\text{O}(^1\text{D})$ με τους υδρατμούς) τα οποία και καθορίζουν τη διάρκεια ζωής πολλών ρύπων (πχ. CO , CH_4 , HCs) στην ατμόσφαιρα:



Στο **διάγραμμα 3** παρουσιάζεται η μακροχρόνια αυξητική μεταβολή της συγκέντρωσης (σε ppbv) του τροποσφαιρικού όζοντος του ατμοσφαιρικού υποβάθρου (μετρήσεις σε κορυφές βουνών) από το 1870 έως το έτος 1990. Είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσει κανείς ότι τα επίπεδα όζοντος το 1870 (πριν από τη βιομηχανική επανάσταση) ήταν της τάξης των 10 ppbv, ήδη το 1990 ήταν γύρω στα 50-60 ppbv. Ο παρατηρούμενος λοιπόν ρυθμός αύξησης του τροποσφαιρικού όζοντος είναι της

τάξης του 1-2% το χρόνο. Αυτό σημαίνει την εμφάνιση πολυάριθμων προβλημάτων στην ανθρώπινη υγεία και την βιόσφαιρα, γενικότερα.

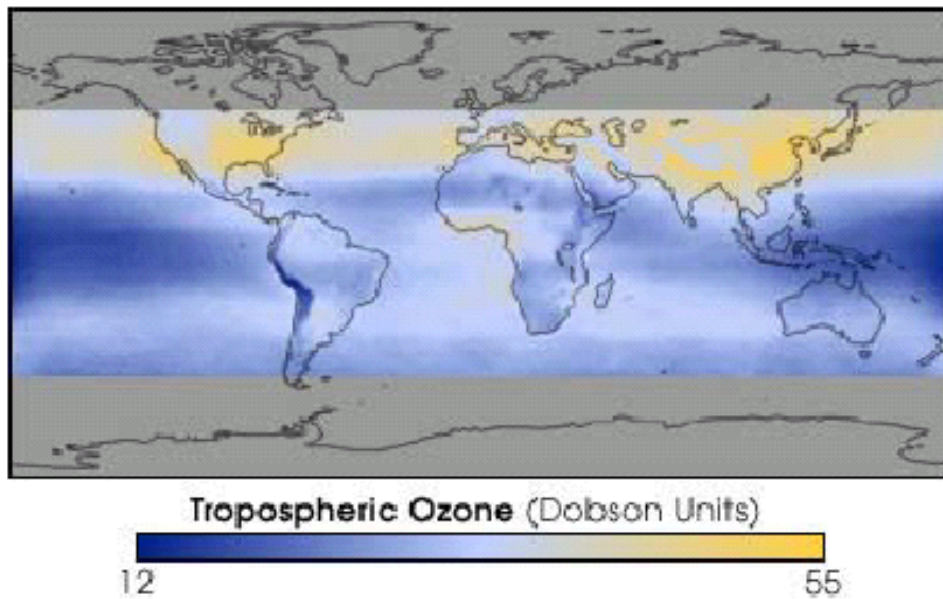


Διάγραμμα 3 : Η μεταβολή της συγκέντρωσης (σε ppbv) του τροποσφαιρικού όζοντος του ατμοσφαιρικού υποβάθρου από το 1870 έως το έτος 1990.

Στην **εικόνα 2** παρουσιάζεται η κατανομή του τροποσφαιρικού όζοντος σε μονάδες Dobson (DU) για την περίοδο Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου για τα έτη 1997-2000, όπως υπολογίστηκε από δορυφορικές παρατηρήσεις (Fishman, 2002). Παρατηρούμε ότι έχουμε υψηλότερα επίπεδα όζοντος στο Β. Ημισφαίριο (κυρίως λόγω της φωτοχημικής ρύπανσης) σε αντίθεση με το Ν. Ημισφαίριο (όπου παρατηρούμε μεγάλες συγκεντρώσεις στους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο).

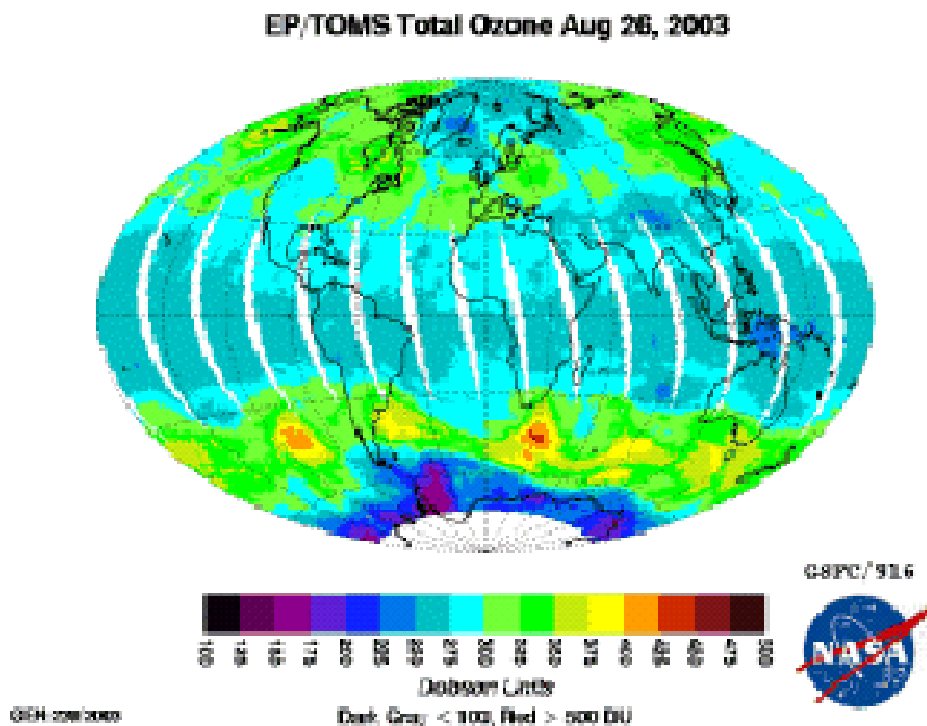
Παρατηρούμε επίσης μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων όζοντος από τη Β. Αμερική και την Ασία, που οφείλεται σε ανθρωπογενή δραστηριότητα.

Παρατηρείται επίσης ότι σε περιοχές όπου παρατηρείται καύση τροπικών δασών (Βραζιλία, Κονγκό, κλπ.) η συγκέντρωση του όζοντος υπερβαίνει τα 50 ppbv και αγγίζει τα 70-80 ppbv, που αντιστοιχούν σε αστικές περιοχές με αυξημένη ατμοσφαιρική ρύπανση. Είναι πάντως γεγονός ότι οι διάφορες πυρκαγιές δασών ή αγροτικών περιοχών συμβάλλουν κατά πολύ στην παρατηρούμενη αύξηση των επιπέδων του τροποσφαιρικού όζοντος σε παγκόσμιο επίπεδο, δεδομένου ότι ο χρόνος ζωής του O_3 στην τροπόσφαιρα κυμαίνεται από μερικές ημέρες σε μερικές εβδομάδες, και έτσι το όζον μπορεί να μεταφερθεί εύκολα από ήπειρο σε ήπειρο.



Εικόνα 2 : Κατανομή του τροποσφαιρικού όζοντος σε μονάδες Dobson (DU) για την περίοδο Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου για τα έτη 1997-2000 (Fishman, 2002).

Στην **εικόνα 3** παρουσιάζεται η ολική στήλη του όζοντος όπως καταγράφηκε από τον δορυφόρο TOMS της NASA στις 26/08/03, πάνω από την γη. Παρατηρούμε την έναρξη της καταστροφής του όζοντος πάνω από την Ανταρκτική, όπου παρατηρούνται τιμές ολικής στήλης O₃ της τάξης των 170-220 D.U., αντί των φυσιολογικών (250-350 D.U.).



Εικόνα 3 : Η ολική στήλη του όζοντος όπως καταγράφηκε από τον δορυφόρο TOMS της NASA

2.2.2 Καταστροφή της Οζονόσφαιρας (Τρύπα του Όζοντος)

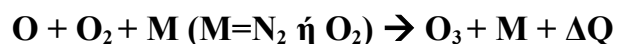
Το στρατοσφαιρικό όζον εκτείνεται κυρίως, από τα 15 έως περίπου τα 34-40 χλμ. πάνω από τη ΜΣΘ. Η συγκέντρωση της κατακόρυφης κατανομής του στην στρατόσφαιρα παρουσιάζει ένα τοπικό μέγιστο περίπου γύρω στα 20 με 26 χλμ., ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή του χρόνου. Επίσης, το όζον ευρίσκεται σε μικρότερες συγκεντρώσεις στην περιοχή από 40 έως 50 χλμ., όπως επιβεβαιώθηκε από δορυφορικές μετρήσεις και μετρήσεις τηλεπισκόπισης lidar. Το πάχος του στρώματος του όζοντος είναι μεταβλητό και εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος, τις μετεωρολογικές συνθήκες και παρουσιάζει εποχιακή διακύμανση.

Το στρώμα του στρατοσφαιρικού όζοντος πιστεύεται ότι δημιουργήθηκε πριν από περίπου 3 δισεκατομμύρια χρόνια, μέσω διαδικασίας φωτοσύνθεσης, με βάση το οξυγόνο της ατμόσφαιρας το οποίο φωτολύεται από την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία με μήκος κύματος $\lambda < 240 \text{ nm}$ (το O_2 απορροφά την ακτινοβολία με $\lambda < 240 \text{ nm}$). Αυτό οδηγεί στη δημιουργία ατόμων οξυγόνου σύμφωνα με την αντίδραση:

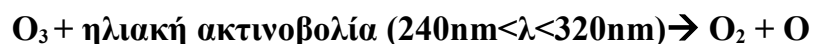


Η διαδικασία αυτή θα κατέστρεφε μακροχρόνια το οξυγόνο της ατμόσφαιρας, αλλά έχουμε διατήρηση του ισοζυγίου του οξυγόνου, γιατί καθώς το οξυγόνο παράγεται στην επιφάνεια της γης από την βιόσφαιρα (χλωρίδα και πανίδα) διαχέεται, εντός δεκαετίας, κατακόρυφα προς τα επάνω.

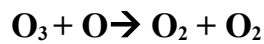
Ακολουθώς, τα άτομα του οξυγόνου επανασυνδέονται με μόρια οξυγόνου και παράγουν μόρια όζοντος μέσω της εξώθερμης αντίδρασης:



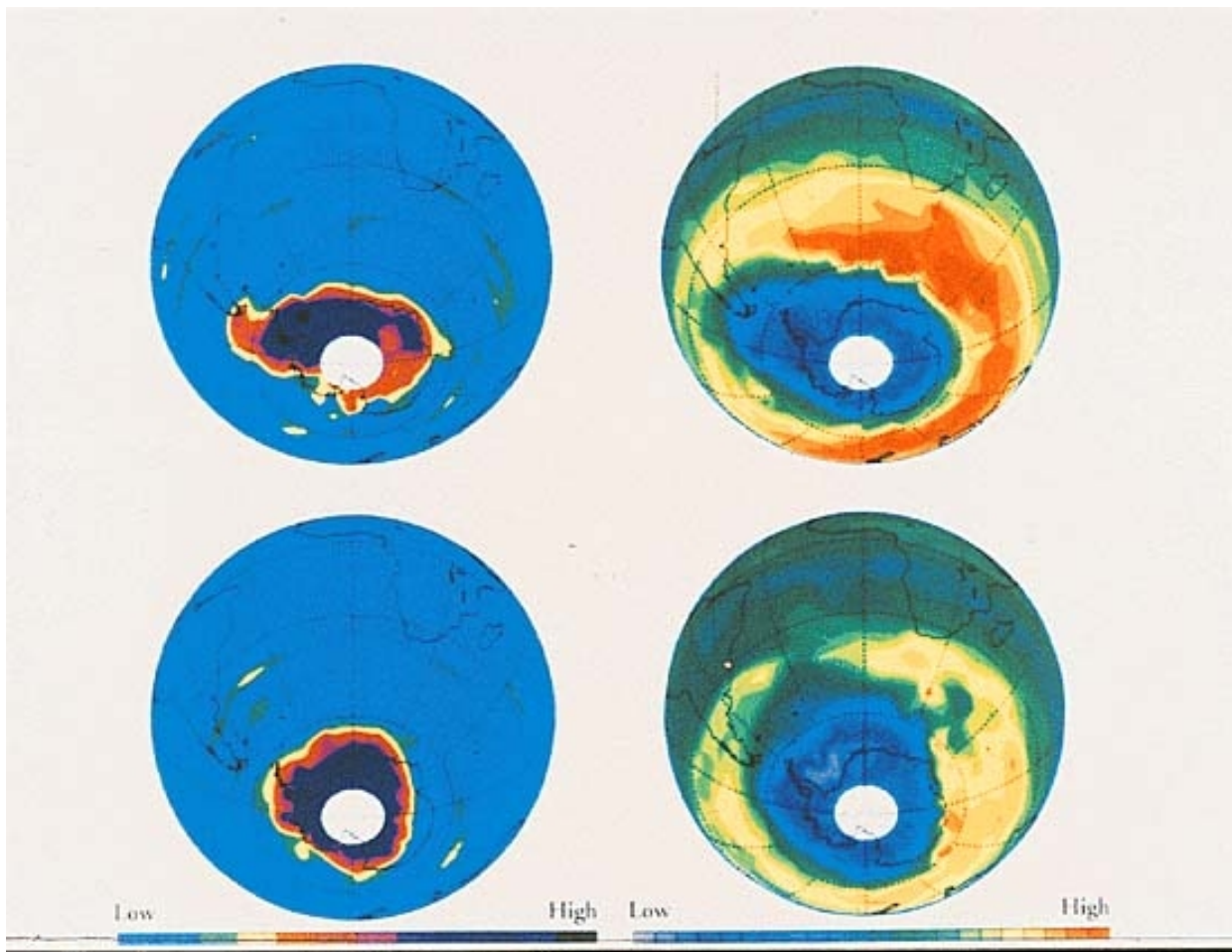
Τα μόρια του όζοντος στη συνέχεια, απορροφούν την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία με $\lambda < 320 \text{ nm}$, και καταστρέφονται, οπότε έχουμε:



Επομένως, έχουμε διατήρηση (ισοζύγιο) στην παρουσία ατομικού οξυγόνου και όζοντος στην περιοχή από 20-80 χλμ. ύψος. Η εκπομπή ποσοτήτων θερμότητας λοιπόν είναι υπεύθυνη για την θέρμανση της στρατόσφαιρας, όπως προαναφέρθηκε. Επιπλέον, το ατομικό οξυγόνο που παράγεται από την αντίδραση αντιδρά με το O_3 οδηγώντας στην καταστροφή του:



Επιπλέον των παραπάνω αντιδράσεων υπάρχουν και άλλοι μηχανισμοί που ευθύνονται για την καταλυτική καταστροφή του όζοντος στη στρατόσφαιρα, παίζουν επομένως σημαντικό ρόλο στο ισοζύγιο του στρατοσφαιρικού όζοντος, όπως ανακαλύφθηκε από τους Crutzen, Molina και Rowand στις αρχές της δεκαετίας του '70. Τα αέρια αυτά, που παίζουν το ρόλο *καταλύτη*, είναι σε ατομική μορφή: Cl, Br, F, και το I, προερχόμενα από την φωτοδιάσπαση των BrO, ClO, FO, IO αντίστοιχα, τα οποία με τη σειρά τους προέρχονται από τη φωτοδιάσπαση στη στρατόσφαιρα των αερίων CFC-11 (CCl₃F), CFC-12 (CCl₂F₂), HCl, ClONO₂, Halons (Halon-1211, δηλ. CBrClF₂), βρωμιούχο μεθύλιο (CH₃Br), τετραχλωράνθρακας (CCl₄), κλπ.



Εικόνα 4 : Απεικόνιση της τρύπας του Όζοντος, Πηγή: Επιστήμη και Ζωή

Η τρύπα του όζοντος πάνω από την Ανταρκτική, όπως απεικονίζεται σε υπολογιστή, με βάση τα στοιχεία που έστειλε ο περιβαλλοντικός δορυφόρος UARS τον Σεπτέμβριο του 1991 (πάνω) και του 1992 (κάτω), εκτελώντας μετρήσεις με διερευνητή μικροκυμάτων (Microwave Limb Sounder). Στην αριστερή πλευρά απεικονίζεται, και για τις δύο περιόδους, η συγκέντρωση της ρίζας ClO που σχηματίζεται κατά τη διάσπαση του όζοντος, ενώ αντίστοιχα στη δεξιά πλευρά η συγκέντρωση του όζοντος. Η απεικόνιση γίνεται με βάση αντίστοιχες χρωματικές κλίμακες που φαίνονται στο κάτω μέρος της εικόνας.

Από το 1982 παρατηρείται στη στρατόσφαιρα μείωση του όζοντος, αρχικά στο Νότιο και Βόρειο Πόλο και μετέπειτα και στα μέσα γεωγραφικά πλάτη. Σήμερα, η περιοχή του Ν. Πόλου που καλύπτεται από την τρύπα του όζοντος (**εικόνα 4**) είναι της τάξης των 25.000.000 km², δηλ. διπλάσια από την ήπειρο της Ανταρκτικής. Η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος (γνωστή και σαν ‘τρύπα του όζοντος’) οφείλεται, όπως προείπαμε, στις καταλυτικές αντιδράσεις κατά τις οποίες φωτοδιασπώνται χλωριούχες, βρωμιούχες και φθοριούχες ενώσεις (χρησιμοποιούμενες στη χημική βιομηχανία και στα κλιματιστικά μηχανήματα) σε συνθήκες πολύ χαμηλών θερμοκρασιών (-80 έως -90oC) και με την παρουσία πολικών στρατοσφαιρικών νεφών (Polar Stratospheric Clouds: PSCs), οδηγούν στην απότομη καταλυτική καταστροφή του όζοντος. Τα PSCs δημιουργούνται όταν η θερμοκρασία του αέρα στους Πόλους πέσει κάτω από -78 oC και είναι αυτά που επηρεάζουν τη συγκέντρωση των αερίων που περιέχουν χλωριούχες και βρωμιούχες ενώσεις (πχ. η μετατροπή των ClONO₂ και HCl σε ClO γίνεται επάνω στην επιφάνεια των PSCs τα οποία εγκλωβίζουν υδρατμούς και ενώσεις του αζώτου, πχ. HNO₃).

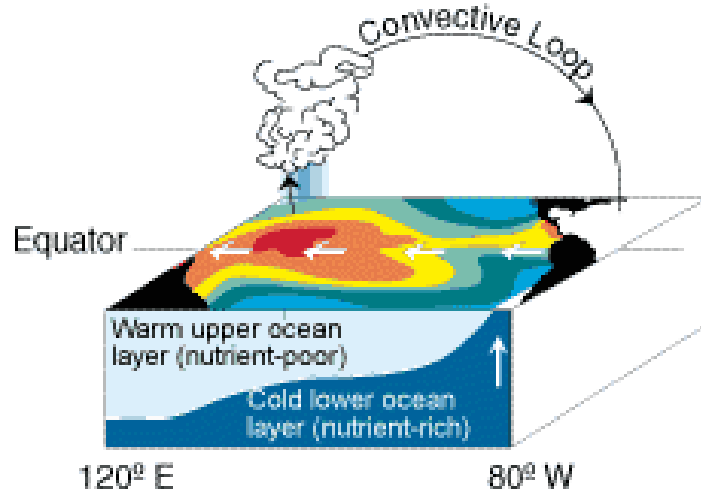
Όταν οι παγοκρύσταλλοι των PSCs αυξάνουν σε βάρος, καταπίπτουν, αφήνοντας έτσι ελεύθερο το πεδίο στις δραστικές ενώσεις του χλωρίου (ClO), οι οποίες διαφορετικά θα ήταν ακίνδυνες για το O₃ (πχ. θα σχηματιζόταν το σταθερό μόριο ClONO₂).

Αξίζει, να σημειωθεί ότι ο χρόνος ζωής των αερίων που καταστρέφουν καταλυτικά το O₃ κυμαίνεται από μερικά χρόνια (HCFCs) σε 100 χρόνια (CFC-12), επομένως, το πρόβλημα της καταστροφής του στρατοσφαιρικού όζοντος (εμφάνιση λοιπόν της «τρύπας του όζοντος») θα ταλανίζει την ανθρωπότητα για τουλάχιστον μερικές δεκάδες χρόνια ακόμα.

2.3 Φαινόμενο El Nino - La Niña

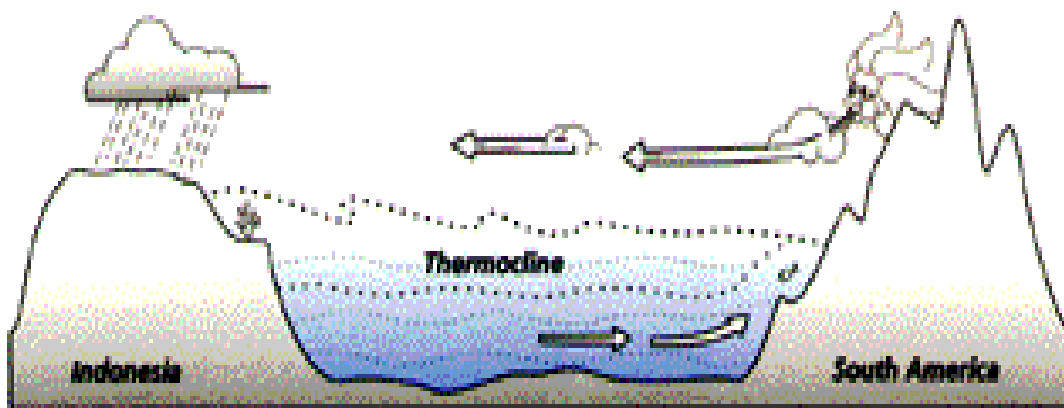
Για να κατανοήσει κανείς τις επιπτώσεις στην εκδήλωση έντονων καιρικών φαινομένων από την εμφάνιση του El Nino και του La Niña, θα πρέπει να συγκρίνει τις κανονικές συνθήκες της περιοχής του Ειρηνικού με τις συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια εκδήλωσης των φαινομένων.

2.3.1 Κανονικές Συνθήκες εμφάνισης του φαινομένου



Σχήμα 8 : Οι αληγείς άνεμοι διατηρούν την ισορροπία του θερμού δυτικού Ειρηνικού με το ψυχρό ανατολικό. Ο ήλιος θερμαίνει το νερό ανατολικά.

Σε γενικές γραμμές, το νερό στην επιφάνεια των ωκεανών είναι θερμότερο απ' ότι στο βυθό γιατί θερμαίνεται από τον ήλιο. Στον Ειρηνικό Ωκεανό, οι άνεμοι γενικά φυσούν με ανατολική διεύθυνση. Οι άνεμοι αυτοί τείνουν να σπρώχνουν την επιφάνεια του νερού επίσης προς τα δυτικά. Καθώς το νερό κινείται δυτικά θερμαίνεται ακόμα περισσότερο γιατί εκτίθεται περισσότερο στον ήλιο.



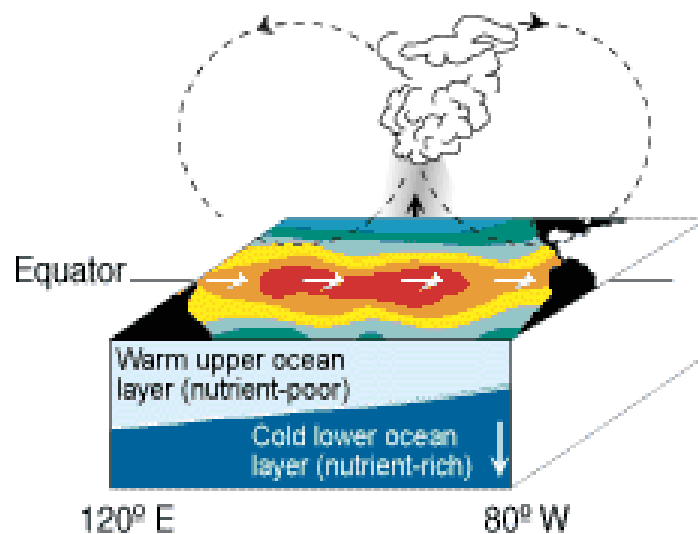
Σχήμα 9 : Ετήσιοι άνεμοι φυσούν από τα Ανατολικά κατά μήκος του Ισημερινού, σπρώχνοντας θερμό αέρα στον Ειρηνικό Ωκεανό.

Στο μεταξύ, στον Ειρηνικό κατά μήκος των ακτών της Νότιας Αμερικής εκδηλώνεται μία μετακίνηση βαθύτερων ψυχρότερων υδάτινων μαζών από το βυθό του ωκεανού προς την επιφάνεια, μακριά από την ακτή (Upwelling). Το νερό ψυχραίνει τον υπερκείμενο ατμοσφαιρικό αέρα, ο οποίος γίνεται πιο πυκνός και βαρύνοντας να μετακινηθεί ανοδικά και να παράγει σύννεφα και βροχή. Παρόλα αυτά, στο Δυτικό Ειρηνικό ο αέρας θερμαίνεται από το νερό κάτω απ'

αυτόν και αυξάνει την άνωση της χαμηλότερης ατμόσφαιρας αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα βροχής. Γι' αυτό οι έντονες βροχοπτώσεις αποτελούν συχνό φαινόμενο κοντά στην Ινδονησία, ενώ στο Περού επικρατεί σχετική ανομβρία.

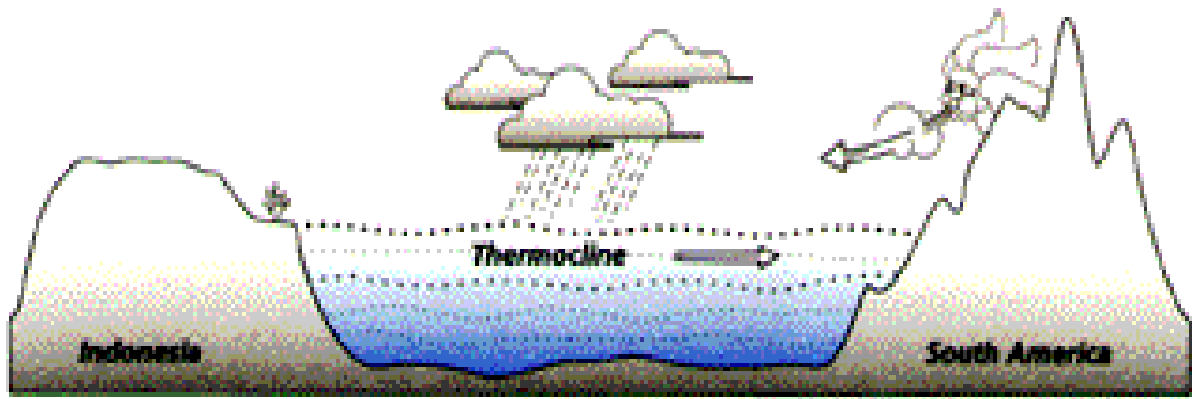
Το El Niño διαρκεί κανονικά για ένα έτος. Κατόπιν, η αναζωπύρωση των συνηθισμένων ανέμων ωθεί τα θερμά ύδατα επιφάνειας πίσω πέρα από τον Ειρηνικό. Κρύο νερό ανυψώνεται από τα ωκεάνια βάθη για να αντικαταστήσει το θερμό, διαμορφώνοντας έτσι την υπογραφή La Niña: μια ζώνη του ψυχρού ύδατος κοντά τις δυτικές αμερικανικές ακτές. Ο,τιδήποτε ακραίο κάνει το El Niño, το La Niña κάνει το αντίθετο. Οι πλημμύρες γίνονται ξηρασίες. Ο κρύος καιρός γίνεται θερμός. Οι εναλλαγές μεταξύ του La Niña και του El Niño είναι ένα κανονικό μέρος του κύκλου της ζωής του Ειρηνικού ωκεανού. Υπάρχουν παρόμοιες ταλαντώσεις και σε άλλους ωκεανούς -- όπως για παράδειγμα η ταλάντωση Βόρειου Ατλαντικού, η οποία έχει επιπτώσεις στον καιρό στη Νέα Αγγλία και την Βόρεια Ευρώπη. Εντούτοις, το La Niña και το El Niño είναι περισσότερο γνωστά λόγω εμπλοκής του φαινομένου αυτού στα πιθανολογούμενα αίτια πρόκλησης των κλιματικών αλλαγών στον πλανήτη.

2.3.2. Συνθήκες El Niño



Σχήμα 10 : Με την εξασθένηση των ανατολικών αληγών ανέμων , θερμά ύδατα από τον δυτικό Ειρηνικό μετακινούνται ανατολικά.

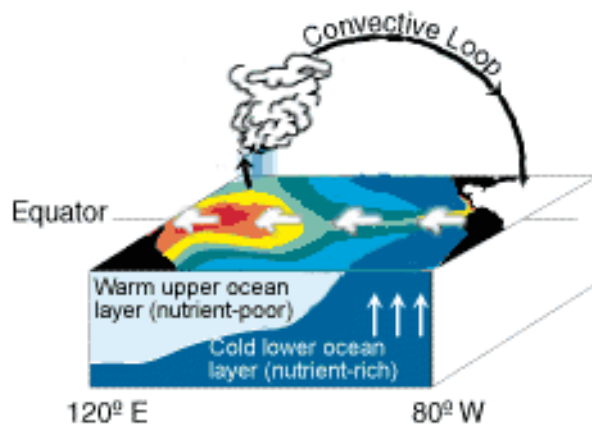
Το φαινόμενο El Niño εκδηλώνεται όταν ασθενείς μάζες ετησίων ανέμων (οι οποίοι μερικές φορές αντιστρέφουν ακόμα και την διεύθυνση) επιτρέπουν σε θερμότερες υδάτινες μάζες από τον Δυτικό Ειρηνικό να μετακινηθούν προς τα ανατολικά (σχήμα 11).



Σχήμα 11 : Η εκδήλωση του φαινομένου El Nino προέρχεται από ασθενείς ετήσιους ανέμους στο Δυτικό Ειρηνικό Ωκεανό κοντά στην Ινδονησία που επιτρέπουν σε μάζες θερμού νερού να κατευθυνθεί προς τη Νότια Αμερική

Αυτό κάνει επίπεδη τη στάθμη της θάλασσας, δημιουργεί θερμή υδάτινη επιφάνεια έξω από τις ακτές της Νότιας Αμερικής, και αυξάνει τη θερμοκρασία των υδάτων στον Ανατολικό Ειρηνικό. Το θερμότερο νερό αναγκάζει την θερμότητα και την υγρασία να αυξηθεί στον ωκεανό από τον Ισημερινό μέχρι και το Περού, με συνέπεια τις συχνότερες θύελλες και τις χειμαρρώδεις βροχοπτώσεις πέρα από αυτές τις κανονικά ξηρές χώρες.

2.3.3. Συνθήκες *La Niña*



Σχήμα 12 : εκδήλωση του φαινομένου λόγω της αύξησης της εντάσεως της κυκλοφορίας του αέρα

Κάτω από κανονικές συνθήκες, ο άνεμος κινείται δυτικά, φέρνοντας το θερμό επιφανειακό νερό στην Ινδονησία και την Αυστραλία και επιτρέποντας τη μετακίνηση του ψυχρού νερού κατά μήκος της νότιας αμερικανικής ακτής. Για λόγους όχι ακόμα πλήρως κατανοητούς, περιοδικά αυτοί οι άνεμοι ενισχύονται, αυξάνοντας το ποσό ψυχρού ύδατος προς την ακτή της Νότιας Αμερικής και μειώνοντας τις θερμοκρασίες της επιφάνειας της θάλασσας.

Ισχυροί αληγεείς άνεμοι ωθούν τα θερμά επιφανειακά ύδατα προς την Ασία. Έτσι τα ψυχρότερα ρεύματα στις ακτές της Αμερικής αναδύονται στην επιφάνεια. Οι θρεπτικές ουσίες πληθαίνουν, αλλά οι υδρατμοί μειώνονται μαζί και οι νεφώσεις και οι βροχές.

Το αυξανόμενο ποσό ψυχρού ύδατος προς την ακτή της Νότιας Αμερικής, προκαλεί αύξηση στη συγκέντρωση νεφών προς τη Νοτιοανατολική Ασία, με συνέπεια το κλίμα να εμφανίζεται πιο υγρό από τις κανονικές συνθήκες στην Ινδονησία κατά τη διάρκεια του χειμώνα στο βόρειο ημισφαίριο.

Οι αλλαγές στον τροπικό Ειρηνικό συνοδεύονται από τις μεγάλες διαμορφώσεις του αέριου ρεύματος μέσα στα μέσα γεωγραφικά πλάτη, που μετατοπίζουν το σημείο στο οποίο το ρεύμα διασχίζει κανονικά τη Βόρεια Αμερική. Οι γενικές αλλαγές στην ατμόσφαιρα οδηγούν στις ανωμαλίες θερμοκρασίας και πτώση της θερμοκρασίας στη Βόρεια Αμερική που μπορεί να διαρκέσει πολλούς μήνες.

2.3.4. Επιπτώσεις *El Nino* και *La Niña* στη γη

Ότι συμβαίνει στον ωκεανό επηρεάζει και την ατμόσφαιρα. Οι τροπικές καταιγίδες τροφοδοτούνται από ζεστό και γεμάτο υγρασία αέρα πάνω από τους ωκεανούς. Όσο θερμότερος είναι ο αέρας, τόσο εντονότερες και μεγαλύτερες είναι οι καταιγίδες. Καθώς οι θερμότερες υδάτινες μάζες του Ειρηνικού εξαπλώνονται προς τα ανατολικά, κινούνται μαζί τους και οι μεγαλύτερες καταιγίδες. Αν κοιτάξουμε ένα χάρτη, θα δούμε πως ξαφνικά, νησιά όπως η Ταϊτή, τροπικοί παράδεισοι υπό κανονικές συνθήκες να πλήττονται από μεγάλο αριθμό καταιγίδων.

Τα αποτελέσματα του *El Nino* μπορούν να φανούν σε όλο τον κόσμο. Σε μερικά μέρη του κόσμου, το *El Nino* προκαλεί τις έντονες βροχοπτώσεις και τις πλημμύρες. Σε άλλα μέρη του κόσμου, η ξηρασία και ο λιμός εμφανίζονται ως αποτέλεσμα *El Nino*. Στον ωκεανό, οι μεταναστεύσεις ψαριών οφείλονται στις ωκεάνιες αλλαγές θερμοκρασίας που προκαλούνται από το *El Nino*.

Τα νέφη και οι καταιγίδες που συνδέονται με θερμά ωκεάνια ύδατα μετατοπίζονται επίσης προς τα ανατολικά. Έτσι, οι βροχές που κανονικά θα έπεφταν πάνω από τα τροπικά δάση της Ινδονησίας αρχίζουν να πέφτουν πάνω από τις έρημους του Περού. Έτσι, στην Ινδονησία προκαλούνται πυρκαγιές ενώ στο Δυτικό Περού πλημμύρες. Επιπλέον, η ατμόσφαιρα της Γης ανταποκρίνεται στη θέρμανση που προκαλεί το *El Nino* επηρεάζοντας σημαντικά τον καιρό ακόμα και πιο μακριά από τον Ισημερινό.

Στον Ισημερινό, οι πλημμύρες και οι καθιζήσεις εδάφους οδηγούν στους θανάτους και στις καταστροφές ιδιοκτησίας. Το *Atacama*, που είναι γνωστό για το ξηρό κλίμα του, λαμβάνει ένα

μεγαλύτερο ποσό βροχοπτώσεων από το κανονικό. Το Σαντιάγο τον Ιούνιο, είχε πολλαπλές πλημμύρες ως αποτέλεσμα των βαριών βροχοπτώσεων και το χιόνι στα βουνά των Άνδεων.

Σε αντίθεση, το πρόβλημα της λειψυδρίας συνδέεται άμεσα με το φαινόμενο της ξηρασίας. Η ξηρασία είναι ένα σύνθετο φαινόμενο που χαρακτηρίζεται από την παρατεταμένη απουσία ή τη σημαντική μείωση των βροχοπτώσεων σε μια περιοχή για μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα. Η ξηρασία επηρεάζει άμεσα τα αποθέματα νερού και έχει επιπτώσεις στις αγροτικές και υδρολογικές δραστηριότητες. Η ξηρασία αποτελεί μια συνιστώσα της κλιματικής μεταβλητότητας, συνδέεται πολλές φορές με το φαινόμενο El Niño, και μπορεί να παρατηρηθεί σε όλα τα σημεία του πλανήτη. Εμφανίζει όμως μεγαλύτερη συχνότητα στις άνυδρες περιοχές, με σημαντικές κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις λόγω της επίδρασης στην υποβάθμιση του εδάφους, στις καλλιεργούμενες εκτάσεις και στις εθνικές οικονομίες των χωρών που πλήττει.

Το φαινόμενο El Niño επηρεάζει τον καιρό σε διάφορες μέρη του κόσμου. Στις ανατολικές ακτές της Νότιας Αφρικής, συχνά επικρατούν συνθήκες ξηρασίας. Σε χώρες όπως η Ζιμπάμπουε, οι επιπτώσεις της ξηρασίας (εικόνα 5) μπορεί να είναι ολέθριες. Οι περιπτώσεις ξηρασίας που προκαλούνται από το El Niño μπορούν να αναμένονται για το δυτικό Ειρηνικό, τη βορειοανατολική Βραζιλία και τη νοτιοανατολική Αφρική.



Εικόνα 5 : Ξηρασία εδάφους στη Ζιμπάμπουε

2.3.5 Επιπτώσεις El Niño και La Niña στην Ελλάδα

Μπορεί κάποιος να ισχυριστεί πως το φαινόμενο αυτό έχει επίδραση σε περιοχές πολύ μακριά από την Ελλάδα. Αλλά υπάρχουν όμως ενδείξεις για επιπτώσεις του El Niño τόσο στην

Ευρώπη, όσο και στην Ελλάδα. Έτσι τα θερμά επεισόδια συνοδεύονται από ελάττωση της ατμοσφαιρικής πίεσης στις περιοχές από τη Βόρεια θάλασσα μέχρι την Κασπία, με αντίστοιχη αύξηση της ατμοσφαιρικής πίεσης στη Νοτιοανατολική Μεσόγειο την Άνοιξη.

Όπως προκύπτει από στοιχεία, όταν έχουμε εμφάνιση ισχυρού El Nino, την άνοιξη στην Ελλάδα η μέση θερμοκρασία του αέρα ανεβαίνει και η περιοχή της Μεσογείου, έχει πιο πολλές βροχοπτώσεις. Στο Αιγαίο πέλαγος, λένε οι μετεωρολόγοι μας, τα μελέμια αναμένονται με μικρότερη συχνότητα και με μικρότερη ένταση λόγω της επίδρασης της Νότιας κύμανσης στα βαρομετρικά πεδία του Ιράκ και της Ινδίας. Μετά το τέλος του επεισοδίου, επικρατούν ισχυρότεροι και συχνότεροι ετησίες.

Έτσι η μείωση των ετησίων ανέμων ή μελεμιών ενίσχυσε παροδικά το νέφος πάνω από την πρωτεύουσα στην αρχή του El Nino. Αντίθετα, η ενίσχυση τους το καλοκαίρι του 1998 είχε σαν αποτέλεσμα την εξάπλωση καταστροφικών πυρκαγιών στο λιγιστό πράσινο της Αθήνας.

Με εξαίρεση τις αλλαγές στη συχνότητα και ένταση στα μελέμια, το El Nino συνέβαλε στην εμφάνιση ηπιότερου χειμώνα και άνοιξης στην Ελλάδα και μάλιστα συνοδεύτηκε από αύξηση του στρώματος του όζοντος, παρέχοντας έτσι μεγαλύτερη προστασία από τις UV ακτίνες του Ήλιου. Έτσι στην Ελλάδα δεν σχετίστηκε η εμφάνιση του με καταστροφικές συνέπειες όπως σε άλλες χώρες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΑΚΡΑΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, στην ενότητα 1.3.2, αναλύσαμε τον όρο ακραίο καιρικό φαινόμενο. Στο κεφάλαιο αυτό, θα δούμε αναλυτικά ορισμένα από αυτά, όπως οι καταιγίδα, οι τυφώνες (typhoon, hurricanes), οι ανεμοστρόβιλοι, οι καύσωνες κ.ά.

3.1. Καταιγίδες

Είναι γνωστό ότι οι καταιγίδες είναι ένα από τα πιο εντυπωσιακά φυσικά φαινόμενα. Η φύση σε μια καταιγίδα αλλάζει εντελώς χαρακτήρα και γίνεται άγρια και βίαιη. Η καταιγίδα μπορεί να οριστεί ως εξής:

Το φαινόμενο εκείνο το οποίο παράγεται από σύννεφα κατακόρυφης ανάπτυξης (Cumulonimbus) και συνοδεύεται πάντα από αστραπή και βροντή.(Glossary, 1959).

Επίσης, η καταιγίδα είναι ένα νέφος κατακόρυφης ανάπτυξης που ξεκινάει σαν cumulus το οποίο συνεχώς μεγαλώνει περνώντας από το ένα στάδιο στο άλλο, cumulus congestus (ογκώδες), cumulus calvus (καραφλό) και cumulonimbus ή σωρειτομελανίας, ο οποίος στο ώριμο πια στάδιο, καλείται ως καταιγίδα.

3.1.1. Αίτια δημιουργίας καταιγίδων

Ας εξετάσουμε λοιπόν πρώτα τα αίτια δημιουργίας μιας καταιγίδας, και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες ευνοείται η ανάπτυξή τους.

Τα βασικά στοιχεία που ευνοούν τη δημιουργία των καταιγίδων είναι η ύπαρξη ατμοσφαιρικής αστάθειας και υγρασίας στην ατμόσφαιρα. Η υγρασία της ατμόσφαιρας είναι το στοιχείο που βοηθά στη αποβολή της λανθάνουσας ή άδηλης θερμότητας (latent heat). Καθώς το νέφος δημιουργείται, οι υδρατμοί φτάνοντας στο σημείο δρόσου συμπυκνώνονται και από αέρια μορφή μετατρέπονται σε υγρή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αποβολή ενέργειας υπό μορφή θερμότητας, και έτσι υπάρχει ώθηση του αέρα ψηλά. Με τον τρόπο αυτό, η καταιγίδα αρχίζει να αναπτύσσεται.

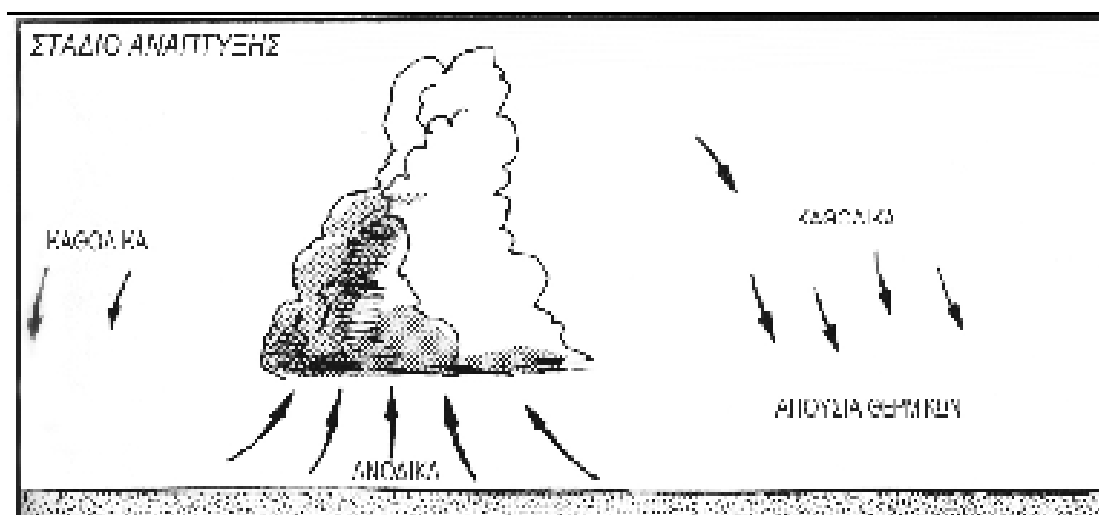
Έχοντας τα δύο βασικά στοιχεία – την αστάθεια και την υγρασία – χρειάζεται ένας μηχανισμός ανύψωσης (triggering mechanism) για να ξεκινήσει η δημιουργία της. Στην διαδικασία ανύψωσης συμβάλλουν τα βουνά ή η διέλευση ενός ψυχρού μετώπου, τα οποία ανυψώνουν ψηλά τον υγρό και θερμότερο αέρα. (Τα βουνά λόγω της μορφολογίας τους ενώ το ψυχρό μέτωπο εκτοπίζοντας και ανυψώνοντας τον θερμότερο αέρα.)

Σε περιοχές με αρκετή υγρασία, καταιγίδες δημιουργούνται την ημέρα αλλά και τη νύχτα, όταν ένα ψυχρό μέτωπο κινείται στην περιοχή ανεβάζοντας ψηλά τον υγρό και θερμότερο αέρα. Καθώς τα μέτωπα κινούνται πιο αργά τη νύχτα μπορούν να δημιουργήσουν καταιγίδες οι οποίες έχουν συνήθως μεγαλύτερη διάρκεια.

Ο κύκλος ζωής μιας καταιγίδας χωρίζεται σε τρία μέρη:

- Το στάδιο της ανάπτυξης
- Το στάδιο της ωρίμανσης
- Το στάδιο της διάλυσης

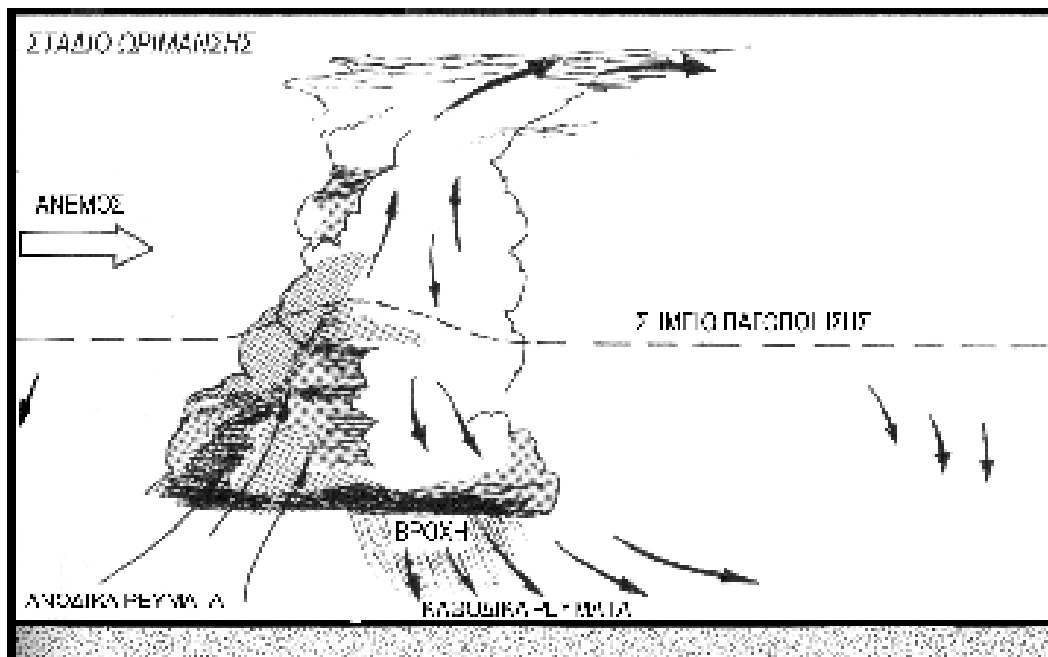
Στο πρώτο στάδιο ανάπτυξης μιας καταιγίδας εμφανίζεται το καταιγιδοφόρο νέφος (**σχήμα 12**) το οποίο ονομάζεται σωρείτης (Cumulus). Στο στάδιο αυτό, έχουμε μόνο ανοδικές κινήσεις θερμού και υγρού αέρα οι οποίες οφείλονται στη διαφορά θερμοκρασίας με το περιβάλλον. Οι ταχύτητες του ανοδικού ρεύματος δεν αργούν καθόλου να αυξηθούν με το ύψος και μάλιστα παίρνουν τη μεγαλύτερη τιμή τους εκεί που υπάρχει η μεγαλύτερη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ θερμού αερίου ρεύματος και περιβάλλοντος. Η ταχύτητα αυτή μπορεί σε έντονες καταιγίδες να ξεπεράσει τα 15m/sec. Παρατηρείται ότι η ανάμειξη του αέρα του περιβάλλοντος με το καταιγιδοφόρο νέφος είναι μικρή. Χρονικά μπορεί να ειπωθεί ότι οι διαδικασίες σ' αυτό το στάδιο διαρκούν περίπου 15 min και το σύννεφο μπορεί να φτάσει σε ύψος μέχρι και τα 10 Km.



Σχήμα 12 : Στάδιο ανάπτυξης καταιγίδας

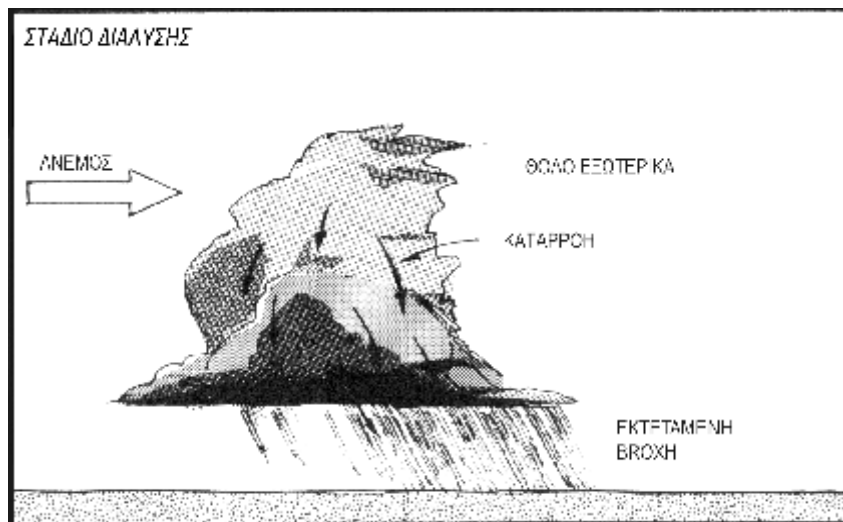
Το επόμενο στάδιο μπορεί να χαρακτηριστεί σα στάδιο ωριμότητας και αρχίζει με τις πρώτες καθοδικές κινήσεις (**σχήμα 13**). Οι κινήσεις αυτές φέρνουν και την εμφάνιση βροχής η οποία μάλιστα είναι και πολύ ισχυρή. Οι καθοδικές κινήσεις και η βροχή είναι στοιχεία αλληλένδετα. Κι αυτό γιατί οι καθοδικές κινήσεις οφείλονται στη βροχή όπως και στην εξάτμιση ορισμένων

υδροσταγόνων οπότε η ψύξη του αέρα ενισχύει το καθοδικό ρεύμα. Συγκεκριμένα οι μεγάλες και βαρύτερες υδροσταγόνες και παγοκρύσταλλοι δε μπορούν να συγκρατηθούν από τις ανοδικές κινήσεις και αρχίζουν και πέφτουν συμπαρασύροντας ψυχρή αέρια μάζα από τα ψηλά στρώματα. Το ρεύμα που τελικά δημιουργείται περιορίζεται στην περιοχή της βροχής και συνυπάρχει με το ανοδικό. Έπειτα επεκτείνεται οριζόντια και κατακόρυφα. Χρονικά το στάδιο αυτό διαρκεί 15 ως 30 min και το ύψος μπορεί να φτάσει μέχρι και την τροπόπαυση



σχήμα 13 : Στάδιο ωρίμανσης καταιγίδας

Το στάδιο της διάλυσης, τέλος, είναι το τρίτο μέρος της ανάπτυξης μιας καταιγίδας. Εδώ επικρατούν παντού μόνο καθοδικές κινήσεις (σχήμα 14). Το σύννεφο αρχίζει σιγά-σιγά να διαλύεται αφού δεν υπάρχει τροφοδοσία για την καταιγίδα με υγρή και θερμή αέρια μάζα από το έδαφος. Η χρονική διάρκεια αυτού του σταδίου δεν είναι καθορισμένη πλήρως αλλά πρέπει να κυμαίνεται γύρω στα τριάντα λεπτά της ώρας.



Σχήμα 14 : Στάδιο διάλυσης της καταιγίδας

Αξίζει να παρατηρηθεί ότι μια καταιγίδα δεν αποτελείται συνήθως μόνο από ένα καταιγιδοφόρο νέφος, αλλά από περισσότερα, από τα οποία άλλα βρίσκονται στη διάλυση, άλλα στο αρχικό στάδιο και άλλα στην ωριμότητα της καταιγίδας. Έτσι δημιουργείται μια πιο σύνθετη κατάσταση, η οποία όμως κατά κανόνα δεν έχει μεγάλη χρονική διάρκεια.

3.2. Τροπικοί κυκλώνες

Στην συνέχεια θα αναφερθούμε στους τροπικούς κυκλώνες, ένα ακόμα ακραίο καιρικό φαινόμενο το οποίο πλήττει κυρίως τις παράκτιες τροπικές περιοχές κοντά στον ισημερινό. Με μεγάλη συχνότητα εμφανίζονται στον Ειρηνικό, τον Ατλαντικό και τον Ινδικό ωκεανό, στην Καραϊβική και τον κόλπο του Μεξικού.

Στους τροπικούς κυκλώνες (αναφέρονται και ως τυφώνες) παρατηρούνται άνεμοι που υπερβαίνουν τους 64 κόμβους (119 kph ή 74 mph) ενώ μπορεί να φτάσουν και τα 300 kph ή και περισσότερο.

Οι τροπικοί κυκλώνες λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που απαιτούν για να δημιουργηθούν, αναπτύσσονται σε πλάτη κοντά στον ισημερινό. Το θερμό κλίμα των περιοχών αυτών ευνοεί τη δημιουργία τυφώνων καθώς απαιτούνται μεγάλα ποσά θερμότητας τα οποία θερμαίνουν το επιφανειακό νερό του ωκεανού και τη συνέχεια τον αέρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Στον ισημερινό οι θερμοκρασίες είναι υψηλές καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου οπότε και παρέχεται η απαραίτητη θερμική ενέργεια για την ανάπτυξη των τυφώνων.

Αποτελούν μια από τις μεγαλύτερες απειλές για το φυσικό περιβάλλον καθώς στο πέρασμά τους προκαλούν μεγάλες καταστροφές, πολλές φορές και το θάνατο σε χιλιάδες ανθρώπους. Προσεγγίζοντας ένας τροπικός κυκλώνας μια περιοχή προκαλεί τεράστια παλιρροιακά κύματα τα οποία πλημμυρίζουν την στεριά σε βάθος εκατοντάδων μέτρων από την ακτή ενώ ταυτόχρονα οι

βίαιοι άνεμοι παρασύρουν τα πάντα δημιουργώντας έτσι μια δίνη από συντρίμια. Την καταστροφική αυτή εικόνα έρχονται να συμπληρώσουν οι ιδιαίτερα έντονες βροχοπτώσεις οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν σημαντικές πλημμύρες σε ολόκληρες πόλεις οι οποίες βρίσκονται σε απόσταση πολλών χιλιομέτρων από την ακτή που χτύπησε ο τυφώνας.

Αναλυτικότερα, θα αναφερθούμε στις παρακάτω ενότητες όπου θα μελετήσουμε το φαινόμενο του τροπικού κυκλώνα, καθώς τα αίτια δημιουργίας του, τη δομή, τα αποτελέσματα και τους τρόπους προφύλαξης από τις καταστροφικές του συνέπειες.

3.2.1. Τοπικές ονομασίες των Τροπικών Κυκλώνων

Οι περισσότεροι τροπικοί κυκλώνες διαμορφώνονται μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 5° και 20° σε τροπικούς ωκεανούς εκτός από το νότιο Ατλαντικό και τον ανατολικό Νότιο Ειρηνικό. Ο βόρειος Ειρηνικός έχει το μέγιστο αριθμό θυελλών, που υπολογίζονται σε 20 κατά μέσο όρο ετησίως, ενώ στις παράκτιες περιοχές των νοτίων και ανατολικών Ηνωμένων Πολιτειών λιγότεροι από πέντε τυφώνες κατά μέσο όρο αναπτύσσονται κάθε έτος στον Βόρειο Ατλαντικό. Αυτές οι έντονες τροπικές θύελλες είναι γνωστές στα διάφορα μέρη του κόσμου από διαφορετικά ονόματα (σχήμα 15).

Στο δυτικό Ειρηνικό ονομάζονται typhoons και στον Ινδικό Ωκεανό, συμπεριλαμβανομένου του κόλπου της Βεγγάλης και της Αραβικής Θάλασσας, την Κ. Αφρική και την Αυστραλία αναφέρονται ως cyclones. Τέλος, στην Αμερικάνικη Ήπειρο οι τυφώνες ονομάζονται Hurricanes. Κατόπιν διεθνούς συμφωνίας ο τροπικός κυκλώνας αποτελεί το γενικό όρο για όλες τις καταιγίδες τύπου τυφώνα που αναπτύσσονται πάνω από τις τροπικές περιοχές.

Η μεν ονομασία typhoon προέρχεται από τις Κινεζικές λέξεις Ty που σημαίνει μεγάλος και από τη λέξη Fung που σημαίνει άνεμος. Επίσης, η ονομασία Hurricane προέρχεται από τη διάλεκτο Taino της Κεντρικής Αμερικής όπου ως hucucan αποκαλούν οι ντόπιοι το θεό του κακού.



Σχήμα 15 : Τοπικές ονομασίες τροπικών κυκλώνων

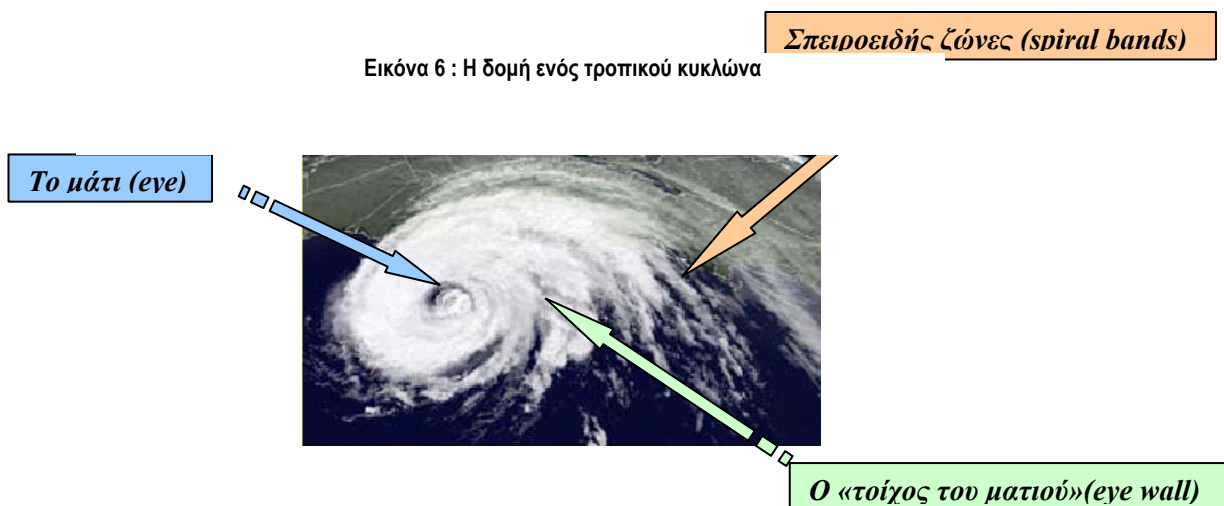
3.2.2. Ανατομία ενός τροπικού κυκλώνα

Όπως αναφέραμε σε προηγούμενη ενότητα, οι τροπικοί κυκλώνες είναι ένα από τα πιο ακραία καιρικά φαινόμενα, όπου παρατηρούνται σε τροπικά πλάτη κοντά στον Ισημερινό.

Η κίνηση του ανέμου μέσα σε ένα τροπικό κυκλώνα είναι σπειροειδής και μάλιστα καθώς ο αέρας κινείται πιο κοντά προς το κέντρο της θύελλας, η ταχύτητα της αυξάνεται. Η φορά του ανέμου όμως, (δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη) διαφέρει ανάλογα με το ημισφαίριο στο οποίο αναπτύσσεται ο τροπικός κυκλώνας. Αιτία της διαφορετικής φοράς του ανέμου ανάλογα με το ημισφαίριο είναι η Coriolis (Κοριόλιος) δύναμη, η οποία οφείλεται στην περιστροφή της γης γύρω από τον άξονα της και έχει αντίθετη φορά στο κάθε ημισφαίριο. Η φαινόμενη αυτή δύναμη επηρεάζει την κίνηση των ανέμων δεξιά για το βόρειο ημισφαίριο και αριστερά για το νότιο.

Στο κέντρο του τυφώνα βρίσκεται το μάτι (eye) ενώ με φορά προς τα έξω ακολουθούν τα υπόλοιπα τμήματά του που είναι ο τείχος του ματιού (eye wall) εντός του οποίου σχηματίζονται οι σπειροειδής ζώνες (spiral bands)(**εικόνα 6**).

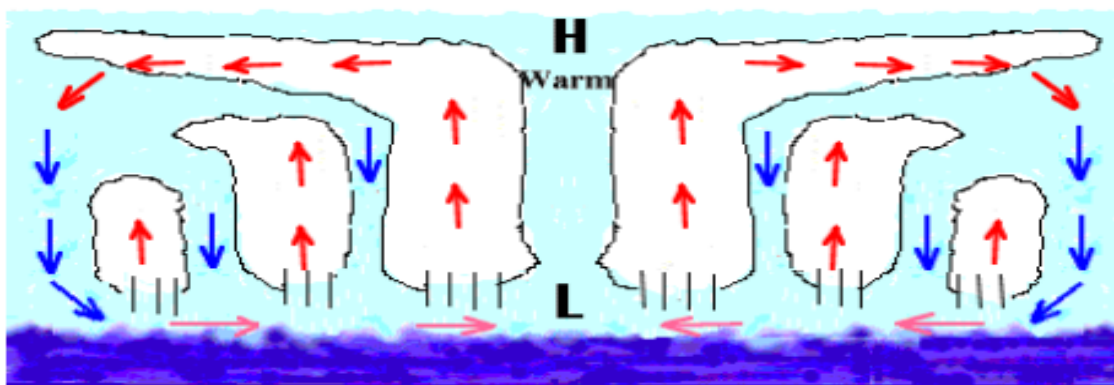
- **Το μάτι (eye):** το μάτι είναι το τμήμα του τυφώνα που βρίσκεται στο κέντρο της θύελλας και μπορεί να έχει διάμετρο από 20-50 km, ενώ έχουν παρατηρηθεί και τυφώνες με μεγαλύτερη διάμετρο ματιού (π.χ ο τυφώνας John 25 /08/1978 διάμετρο 60 km περίπου).



Εντός του ματιού επικρατεί αίθριος καιρός και ήπιοι άνεμοι χωρίς αυτό να σημαίνει πως δεν μπορεί να υπάρχουν περιπτώσεις δυνατών ανέμων οι οποίοι μπορούν εύκολα να αναπτυχθούν μέσα στο μάτι. Η περιοχή πάνω από το μάτι μπορεί να περιέχει σύννεφα αλλά συνήθως μπορούμε να διακρίνουμε τον ουρανό. Το μάτι διακρίνεται από χαμηλή

ατμοσφαιρική πίεση (950mb ή και λιγότερο) και υψηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με τον υπόλοιπο τυφώνα. Η θερμοκρασία του μπορεί να είναι 10 °C (18 F)μεγαλύτερη από το υπόλοιπο περιβάλλον σε ύψος 12 km (8 miles) από την επιφάνεια και μόλις 0-2 °C (0-3° C) υψηλότερη στην ίδια επιφάνεια.

- **Ο «τοίχος του ματιού»(eye wall):** γύρω από το μάτι εντοπίζεται ο τοίχος του ματιού. Καθώς ο θερμός και υγρός άνεμος πλησιάζει τον πυρήνα της θύελλας, γυρίζει προς τα πάνω δημιουργώντας ένα τεράστιο δακτυλίδι που ανέρχεται. Αυτός ο δακτύλιος που περικυκλώνει το κέντρο της καταιγίδας ονομάζεται «τοίχος του ματιού.» (**σχήμα 16**) Μέσα στο δακτύλιο παρατηρούνται πυκνά σύννεφα, καταρρακτώδεις βροχές και σφοδροί άνεμοι.



Σχήμα 16 : Απεικόνιση του τοίχου του ματιού ενός τροπικού κυκλώνα

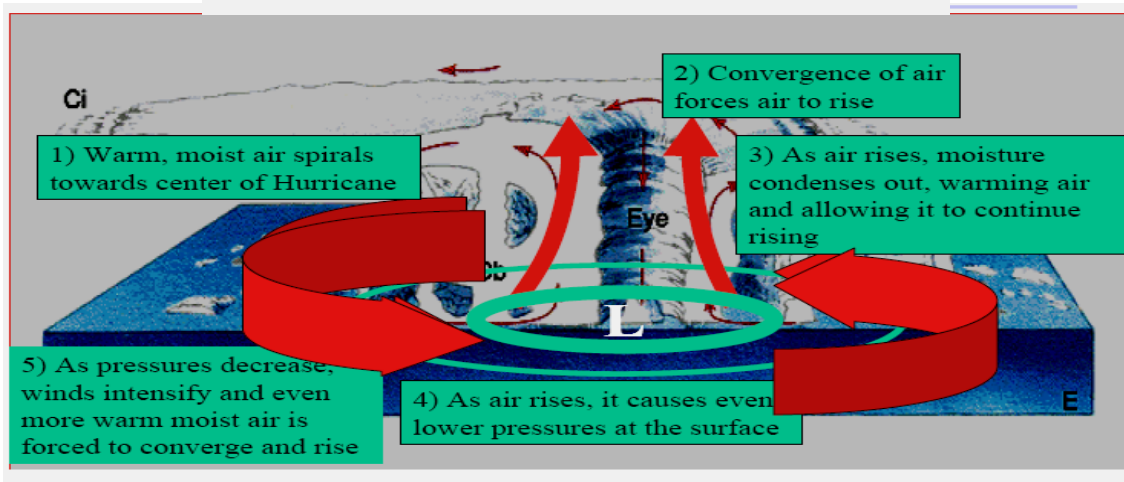
- **Σπειροειδής ζώνες (spiral bands):** εξωτερικά από το τοίχος του ματιού, παρατηρείται μια ενωμένη δομή με τη μορφή ζωνών απαρτιζόμενων από σύννεφα τα οποία ακολουθούν μια περιστροφική κίνηση. Για το λόγο αυτό ο σχηματισμός αυτός ονομάζεται σπειροειδής ζώνη. Στην περιοχή του ματιού, ο καιρός είναι αίθριος, ενώ κινούμενοι προς τα έξω συναντάμε έντονες βροχοπτώσεις .

3.2.3 Στάδια ανάπτυξης

Οι ιδανικές συνθήκες που επικρατούν στις θερμές τροπικές ζώνες ευνοούν την ανάπτυξη θυελλών οι οποίες αναβαθμίζονται σε τροπικούς κυκλώνες. Για να φτάσει όμως μια θύελλα σε επίπεδο τροπικού κυκλώνα περνάει από στάδια σε καθένα από τα οποία η θύελλα αποκτά δύναμη και η ταχύτητα των ανέμων της αυξάνεται μέχρι να δημιουργηθεί ο τροπικός κυκλώνας.

Τα στάδια αυτά ονομάζονται στάδια ανάπτυξης του τροπικού κυκλώνα και είναι η τοπική ύφεση , η τροπική καταιγίδα και τέλος ο τροπικός κυκλώνας (**σχήμα 17**).

Development of Tropical Cyclones-1



Σχήμα 17: Στάδια ανάπτυξης ενός τροπικού κυκλώνα

Τροπική Ύφεση: αρχικά μια συγκέντρωση καταιγίδων με ήπια κυκλοφορία ανέμων στο εσωτερικό της χαρακτηρίζεται ως τροπική διαταραχή ή τροπικό κύμα. Όταν η ταχύτητα των ανέμων της διαταραχής αυτής αυξηθεί σε επίπεδο μεταξύ 20 και 34 knots, η διαταραχή ονομάζεται τροπική ύφεση και αποκτά έναν αριθμό από το Εθνικό Κέντρο Τυφώνων.

Τροπική Καταιγίδα: όταν η τροπική ύφεση που αναφέραμε παραπάνω δυναμώσει και οι άνεμοί της φτάσουν σε ταχύτητα τους 35 έως 65 knots, τότε αυτή αναβαθμίζεται σε τροπική καταιγίδα.

Οι τυφώνες κατηγοριοποιούνται σε μια κλίμακα βαθμονομημένη από το 1 που χαρακτηρίζει τους πιο ήπιους έως και 5 που χαρακτηρίζει τους σφοδρότερους.

Τροπικός Κυκλώνας: ως τροπικός κυκλώνας χαρακτηρίζεται μια τροπική καταιγίδα όταν πλέον η ταχύτητα των ανέμων της ξεπερνά τους 64 knots (119 kph, 74 mph) ενώ μπορεί να φτάσουν και τα 300 kph ή και περισσότερο.

Ο τροπικός κυκλώνας στο πέρασμά του σαρώνει τα πάντα και προκαλεί ανυπολόγιστες ζημιές. Παρακάτω στον **Πίνακα 4** αναφέρονται οι 20 πιο καταστροφικοί τυφώνες που έπληξαν τις ακτές των Ηνωμένων Πολιτειών της Β. Αφρικής.

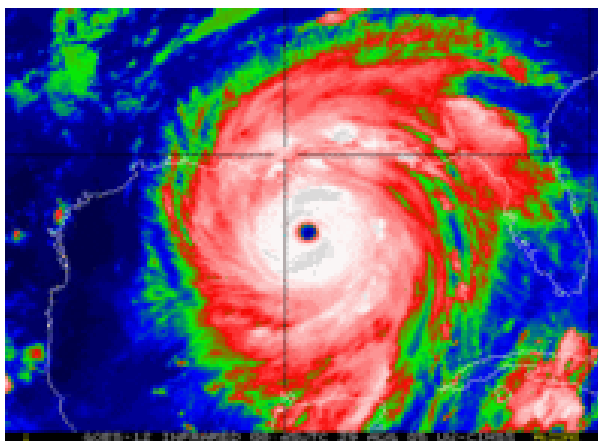
	Τυφώνες	Χρονολογία	Κατηγορία	Θάνατοι
1	Texas(Galveston)	1900	4	8000
2	Florida(Lake Okeechobee)	1928	4	1836
3	New Orleans	2005	5	1000
4	Florida(keys)/ S. Texas	1919	4	600
5	New England	1938	3	600
6	Florida(Keys0	1935	5	408
7	Audrey	1957	4	390
8	NE United States	1944	3	390
9	Louisiana (Grand Isle)	1909	4	350
10	Louisiana (New Orleans)	1915	4	275
11	Texas (Galveston)	1915	4	275
12	Camille (Mississippi/ Louisiana)	1969	5	256
13	Florida	1926	4	243
14	Diane (NE United States)	1955	1	184
15	SE Florida	1906	2	164
16	Mississippi / Alabama / Florida	1906	3	134
17	Agnes (NE United States)	1972	1	122
18	Hazel (North Carolina)	1954	4	95
19	Betsy (SE Florida)	1965	3	75
20	Floyd (North Carolina)	1999	2	60

Πίνακας 4 : Οι 20 φονικότεροι τυφώνες που έπληξαν τις Η.Π.Α από το 1900- 1999

3.2.4 Ο τυφώνας Katrina

Ένας από τους καταστροφικότερους τυφώνες των τελευταίων χρόνων είναι ο τυφώνας Katrina, όπου ξέσπασε στις 29 Αυγούστου του 2005 στην πολιτεία της Λουιζιάνα. Αν και είχε προηγηθεί προειδοποίηση από τις αρχές για εγκατάλειψη της περιοχής, δυστυχώς πολλοί δεν τα κατάφεραν να εγκαταλείψουν την περιοχή με αποτέλεσμα, η μισή και πλέον πόλη της Νέας Ορλεάνης να βυθιστεί, καθότι το επίπεδο της πόλης είναι κάτω από το επίπεδο της στάθμης του νερού της θάλασσας. Οι νεκροί από τον τυφώνα ανήλθαν σε χιλιάδες.

Παρακάτω δίνεται **εικόνα 7** του τυφώνα όπως παρατηρήθηκε από τα μετεωρολογικά ραντάρ της περιοχής.



Εικόνα 7 : Ο τυφώνας Κατρίνα τον Αύγουστο 2005

3.3 Ανεμοστρόβιλος

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στο φαινόμενο ανεμοστρόβιλος ή αλλιώς σίφωνα που αποτελεί ένα από τα πιο βίαια και καταστρεπτικά ατμοσφαιρικά φαινόμενα.

Δημιουργούνται πάνω από την ξηρά ή τη θάλασσα, εξ' αιτίας της σύγκρουσης μεγάλων αερίων μαζών, οι οποίες περιστρέφονται, ενώνοντας και σχηματίζοντας ένα γιγάντιο χωνί. Όταν φτάσουν στην επιφάνεια της θάλασσας ή στο έδαφος, παρασύρουν στην ξέφρενη πορεία τους τα πάντα: δέντρα, σπίτια, πλοία, ανθρώπους. Στο κέντρο ενός ανεμοστρόβιλου οι άνεμοι μπορούν να αναπτύξουν ταχύτητα 650 χλμ. την ώρα.

Οι σίφωνες ξηράς είναι μεγάλων διαστάσεων στρόβιλοι αέρα που εκτείνονται από τη βάση ενός καταιγιδοφόρου νέφους μέχρι την επιφάνεια του εδάφους και η δημιουργία τους οφείλεται στη μεγάλη ατμοσφαιρική αστάθεια. Η αστάθεια αυτή προκαλείται όταν ψυχρός και ξηρός αέρας κατά την κίνησή του βρεθεί πάνω από μια περιοχή με θερμό αέρα. Οι σίφωνες ξηράς μπορεί να συνοδεύονται από καταιγίδες, βροχές και χαλάζι.

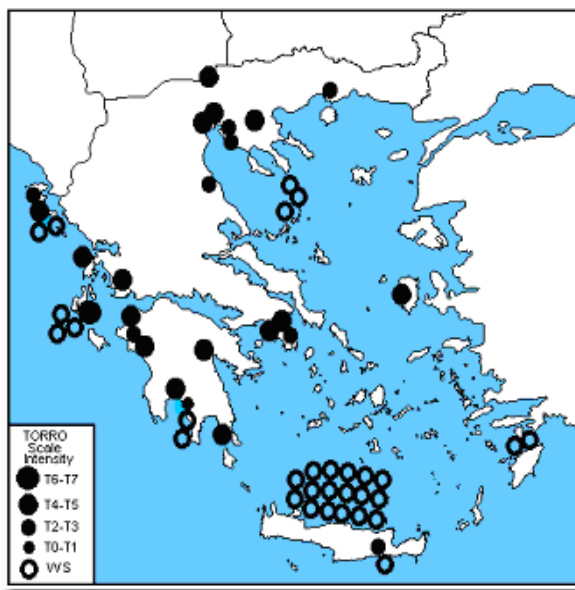
Οι σίφωνες της θάλασσας είναι μικρότεροι από τους σίφωνες της ξηράς, δημιουργούνται κάτω από το καταιγιδοφόρο νέφος και μπορεί να φτάσουν στην επιφάνεια της θάλασσας. Υπάρχουν όμως και σίφωνες που δημιουργούνται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, χωρίς την ύπαρξη καταιγιδοφόρου νέφους. Οι σίφωνες της θάλασσας εμφανίζονται συχνότερα στην τροπική ζώνη, σε σχέση με τις εύκρατες ζώνες. Οι συνθήκες για τη δημιουργία τους είναι ίδιες με εκείνες των σιφώνων ξηράς, η διάμετρος τους φθάνει και τα 150 m και ο χρόνος ζωής τους 10'-30' λεπτά.

Η οριζόντια έκταση του ανεμοστρόβιλου φθάνει και τα 250 m, η δε ταχύτητα κίνησης του είναι σχετικά μικρή (8-20 m/s). Η ταχύτητα της στροβιλιζόμενης στήλης του αέρα στην κεντρική περιοχή φτάνει τα 100 m/s, μπορεί όμως και να υπερβεί τις ταχύτητες αυτές φτάνοντας τα 200 m/s. Παράλληλα ισχυρές είναι και οι κατακόρυφες κινήσεις του αέρα. Η πίεση από την περιφέρεια προς το κέντρο του ανεμοστρόβιλου παρουσιάζει μεγάλη πτώση και μπορεί να φθάσει τα 25 hPa. Αποτέλεσμα αυτής της μείωσης είναι και η σφοδρότητα της περιστροφικής κίνησης του ανέμου στο σίφωνα. Η τροχιά που διανύει ένας σίφωνας είναι σχετικά μικρή, 10 Km, χωρίς να λείπουν και οι περιπτώσεις που η τροχιά του φτάνει τα 200 Km και η περίοδος της ζωής του είναι 4-5 ώρες. Η διέλευση ενός ανεμοστρόβιλου προκαλεί μεγάλες καταστροφές λόγω των θυελλωδών ανέμων και της μεγάλης πτώσης της ατμοσφαιρικής πίεσης.

Σύμφωνα με τον ερευνητή Δρ. Μιχάλη Σιούτα (ΕΛ.Γ.Α. - Κέντρο Μετεωρολογικών Εφαρμογών, Θεσσαλονίκη) ανεμοστρόβιλοι μπορούν να εμφανισθούν σε οποιαδήποτε περιοχή της Ελλάδας. Με βάση την έρευνά του, τα τελευταία χρόνια η πλειοψηφία των ανεμοστρόβιλων σημειώθηκε στη δυτική και νότια Ελλάδα και κυρίως σε παραλιακές περιοχές. Σημειώθηκαν ετησίως κατά μέσο όρο 8 ανεμοστρόβιλοι (σίφωνες ξηράς), που προξένησαν από μέτριες μέχρι

μεγάλες ζημιές, καθώς επίσης, και 10 σίφωνες θάλασσας. Οι ανεμοστρόβιλοι στην Ελλάδα εμφανίζονται συχνότερα κατά τους μήνες Ιούλιο, Σεπτέμβριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο.

Στον ακόλουθο χάρτη (σχήμα 18) σημειώνονται οι περιοχές που εμφανίσθηκαν ανεμοστρόβιλοι (σίφωνες ξηράς) και σίφωνες θάλασσας κατά την περίοδο 2000-2002 στην Ελλάδα. Δίνεται επίσης η έντασή τους, όπως υπολογίσθηκε στη μελέτη του Δρ. Μ. Σιούτα με βάση τη διεθνή κλίμακα TORRO (T0 μέχρι T10). Με WS σημειώνεται η εμφάνιση θαλάσσιων σιφώνων (Waterspouts).



Σχήμα 18 : Περιοχές που σημειώθηκαν ανεμοστρόβιλοι (σίφωνες ξηράς) και σίφωνες θάλασσας στο διάστημα 2000-02 (Μ. Σιούτας).

3.4 Διαφορές Τυφώνων- Καταιγίδων - Ανεμοστρόβιλων

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε στο σημείο αυτό την διαφορά μεταξύ κάποιων παρεξηγημένων εννοιών. Πολλοί άνθρωποι συγχέουν τις έννοιες του τροπικού κυκλώνα με την καταιγίδα καθώς και του τροπικού κυκλώνα με τον ανεμοστρόβιλο, φαινόμενα που είναι διαφορετικά μεταξύ τους. Συγκριτικά οι τυφώνες των τροπικών πλατών με τις καταιγίδες των μέσων πλατών παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές. Ως προς την ενέργεια, ο τροπικός κυκλώνας την αντλεί από το θερμό νερό του ωκεανού η οποία μετατρέπεται σε λανθάνουσα θερμότητα ενώ η καταιγίδα αποκτά την ενέργειά της από τις διαφοροποιήσεις της οριζόντιας θερμοκρασίας. Ενώ ο τυφώνας είναι δυνατός στην επιφάνεια και χάνει τη δύναμη του στο ψηλότερο σημείο του, οι καταιγίδες των μέσων πλατών γίνονται όλο και πιο ισχυρές στα υψηλότερα στρώματα. Τέλος οι τυφώνες παρατηρούνται στις τροπικές ζώνες κοντά στον ισημερινό, οι καταιγίδες των μέσων πλατών εντοπίζονται βόρεια ή νότια του ισημερινού, πέρα από τις τροπικές ζώνες.

Μια άλλη σύγχυση επικρατεί μεταξύ των φαινομένων του τυφώνα και του ανεμοστρόβιλου. Είναι επίσης διαφορετικά φαινόμενα που παρουσιάζουν κάποιες ομοιότητες στη

μορφή με αποτέλεσμα πολλοί άνθρωποι να τα συγχέουν. Αν και στα δυο φαινόμενα παρατηρείται στροβιλισμός του αέρα, υπάρχουν ωστόσο σημαντικές διαφορές που τα καθιστούν απολύτως διαφορετικά. Αρχικά, η διάμετρος. Στους τροπικούς κυκλώνες η διάμετρος έχει μήκος πολλών εκατοντάδων χιλιομέτρων (ένας μέσος τυφώνας έχει διάμετρο περίπου 500km) και αποτελούνται από μεγάλο αριθμό καταιγίδων. Ο ανεμοστρόβιλος (εικόνα 8) αντίθετα έχει διάμετρο μόλις μερικές εκατοντάδες μέτρα και προκαλείται από μια μόνο καταιγίδα. Έπειτα η γέννηση ανεμοστρόβιλου απαιτεί μεταβολές στην κίνηση των οριζόντιων ανέμων, ο τροπικός κυκλώνας απαιτεί πολύ μικρές μεταβολές των ανέμων που πνέουν στην τροπόσφαιρα για να διαμορφωθεί και να αυξηθεί.

Οι ανεμοστρόβιλοι είναι επί το πλείστον χειρσαία φαινόμενα, ενώ οι τυφώνες είναι ωκεάνια φαινόμενα και «πεθαίνουν» με την εισχώρησή τους στη ξηρά. Τέλος, οι τροπικοί κυκλώνες μπορεί να διαρκέσουν για ημέρες ή ακόμα και εβδομάδες ενώ οι ανεμοστρόβιλοι διαρκούν μόλις μερικά λεπτά της ώρας.



Εικόνα 8 : Χαρακτηριστική μορφή ενός ανεμοστρόβιλου

3.5 Ακραίες τιμές θερμοκρασίας

Καύσωνα, για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, θεωρείται μια περίοδος τουλάχιστον 3 ημερών, όπου οι θερμοκρασίες στις πεδινές περιοχές της ηπειρωτικής χώρας ξεπερνούν τους 37°C και η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι τουλάχιστον 31°C, δηλαδή η θερμοκρασία δε μειώνεται αρκετά κατά τις νυκτερινές ώρες (δεν πέφτει κάτω από τους 25-26°C).

Οι επιπτώσεις στον πληθυσμό από τις υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να είναι από απλή δυσφορία, θερμική εξάντληση ως και θερμοπληξία η οποία χρειάζεται άμεση ιατρική βοήθεια. Επεισόδια υψηλών θερμοκρασιών ή καύσωνα παρατηρούνται στην Ελλάδα κατά τη θερινή περίοδο, όταν δημιουργούνται συνθήκες θερμής εισβολής. Σε αυτές τις περιπτώσεις θερμές αέριες

μάζες μεταφέρονται από την Βόρεια Αφρική προς την χώρα μας ανεβάζοντας τη θερμοκρασία σε υψηλά επίπεδα. Οι περιοχές οι οποίες συνήθως πλήττονται περισσότερο από τις υψηλές θερμοκρασίες είναι η Δυτική Ελλάδα και τα ηπειρωτικά της κεντρικής και νότιας χώρας.

Η διαπιστωμένη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του αέρα, ιδιαίτερα κατά τις τελευταίες δεκαετίες, αποτελεί μία από τις πιο ξεκάθαρες ενδείξεις κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι επιπτώσεις από την άνοδο της θερμοκρασίας περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων τη μείωση της βιοποικιλότητας, το λιώσιμο των πάγων και την εμφάνιση νέων απειλών για την υγεία του ανθρώπου. Επιπλέον, η θερμοκρασιακή άνοδος μπορεί να επηρεάσει καταστρεπτικά τομείς της οικονομίας όπως, η δασοκομία, η γεωργία και ο τουρισμός, σε μεγάλες περιοχές παγκοσμίως και κυρίως αυτές των μέσων γεωγραφικών πλατών. Βέβαια, κάποιοι οικονομικοί τομείς όπως ο τουρισμός για παράδειγμα είναι δυνατόν να ωφεληθούν αν η κλιματική αλλαγή οδηγήσει σε βελτίωση των συνθηκών σε τοπικό επίπεδο. Κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα στην οικονομική δραστηριότητα μπορεί να είναι ακόμη και αντίστροφα σε διαφορετικά σημεία της Ευρώπης.

Υπάρχουν πλέον σαφή στοιχεία που συνδέουν τις ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, κυρίως, με την καταγεγραμμένη άνοδο της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Φυσικοί παράγοντες όπως οι ηφαιστειακές εκρήξεις ή η μεταβολή της ηλιακής δραστηριότητας μπορούν να εξηγήσουν σε μεγάλο βαθμό τη διακύμανση της θερμοκρασίας.

Τόσο σε πλανητική κλίμακα, γενικότερα, όσο και στην Ευρώπη ειδικότερα, έχουν καταγραφεί σημαντικές αυξήσεις στη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια των τελευταίων 100 χρόνων, που εντείνονται ιδιαίτερα κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία έχει αυξηθεί περίπου (0.7 ± 0.2) °C κατά τη διάρκεια των τελευταίων 100 χρόνων, ενώ ο τρέχων ρυθμός αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας είναι περίπου (0.17 ± 0.05) °C ανά δεκαετία. Η έντονη διαφοροποίηση του ρυθμού εντοπίζεται στα μέσα της δεκαετίας του 1970, ενώ η περίοδος θέρμανσης ξεκινά από τις αρχές της δεκαετίας του 1960, σε ετήσια βάση.

Η θέρμανση αυτή φαίνεται να αρχίζει νωρίτερα κατά τις μεταβατικές περιόδους του έτους (άνοιξη, φθινόπωρο) καθώς η έναρξη της για τη χειμερινή περίοδο εντοπίζεται αργότερα, στα μέσα της δεκαετίας του 1960, ενώ για τη θερινή ακόμη πιο αργά, στις αρχές της δεκαετίας του 1970.

3.5.1 Ακραίες τιμές θερμοκρασίας στον Ελληνικό χώρο

Η χώρα μας παρουσιάζει (μεταξύ των Ευρωπαϊκών χωρών) τα πιο ζεστά καλοκαίρια. Την περίοδο του Ιουλίου 2000 επικράτησαν στην Ελλάδα υψηλές θερμοκρασίες, όπως και σε παγκόσμια κλίμακα. Οι μέγιστες θερμοκρασίες που καταγράφηκαν ήταν στην Λάρισα 45.4°C, στην Ν. Φιλαδέλφεια 44.4°C και στο Άργος 44,0°C. Η εισβολή θερμών αερίων μαζών από νότια είχε διάρκεια 10 ημερών και δημιούργησε αρκετά προβλήματα στον πληθυσμό. Αναφέρθηκαν μάλιστα

και δύο θάνατοι από βαριά θερμοπληξία στα Ιωάννινα, ενώ στα νοσοκομεία της χώρας μεταφέρθηκαν πολλά άτομα με συμπτώματα ελαφριάς θερμοπληξίας ή αδιαθεσίας. Προβλήματα δημιουργήθηκαν και στο δίκτυο της ΔΕΗ λόγω υπερφόρτωσης του δικτύου από την χρήση των κλιματιστικών μηχανημάτων.

Οι θερμές και ξηρές αέριες μάζες σε συνδυασμό με τον άνεμο δημιούργησαν ευνοϊκές συνθήκες για την εκδήλωση πυρκαγιών, με χαρακτηριστική την φωτιά της Σάμου την περίοδο εκείνη. Σημειώνεται ότι από την ίδια θερμή εισβολή επηρεάστηκε μεγάλο μέρος της Ιταλίας, των Βαλκανίων, της Τουρκίας και της Κύπρου, όπου σημειώθηκαν θάνατοι από θερμοπληξία και εκτεταμένες πυρκαγιές.

3.6 Παγετώνες

Παγετώνας είναι ένα σώμα πάγου, που αποτελείται από ανακρυσταλλωμένο χιόνι, που σχηματίζεται στην επιφάνεια της Γης (σε στεριά και σε θάλασσα).

Σε αντίθεση με το φαινόμενο του καύσωνα είναι αυτό των παγετώνων. Τα δυο αυτά φαινόμενα μοιάζουν τόσο διαφορετικά αλλά σχετίζονται μεταξύ τους, αφού το ένα επιδρά στο άλλο αρνητικά. Με την αύξηση της θερμοκρασίας, οι πάγοι λιώνουν, δημιουργώντας προβλήματα στον πλανήτη.

Οι παγετώνες καλύπτουν σήμερα το 1/10 περίπου της γήινης επιφάνειας.

Η δράση των παγετώνων, αποτέλεσε ένα σημαντικό μορφογενετικό παράγοντα για δυο λόγους. Ο ένας είναι άμεσος, η διαβρωτική δράση των παγετώνων και η δημιουργία χαρακτηριστικών γεωμορφών, με σχετικά τοπικό χαρακτήρα. Ο άλλος είναι πιο σημαντικός εξ αιτίας του παγκόσμιου χαρακτήρα του, που είναι η επίδραση τους στη μεταβολή, άνοδο ή πτώση της στάθμης της θάλασσας. Η στάθμη της θάλασσας ελέγχει τη διαμόρφωση των ακτογραμμών, την ύπαρξη και το μέγεθος των νησιών, την ικανότητα και το βαθμό διάβρωσης ή απόθεσης των ποταμών, καθώς επίσης τη διαμόρφωση της βλάστησης, τη μετανάστευση των ζώων και γενικά του κλίματος και της ζωής των ανθρώπων.

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη δημιουργία παγετώνων είναι η ετήσια συσσώρευση χιονιού να είναι μεγαλύτερη από την απώλεια που οφείλεται στην τήξη και την εξάτμιση του. Όταν ο πάγος αποκτήσει αρκετό πάχος, αρχίζει να κυλάει κατά τη διεύθυνση κλίσεως και σχηματίζονται παγετώνες. Οι παγετώνες ολισθαίνουν πάνω σ' ένα στρώμα νερού, που δημιουργείται από την τήξη τους εξ αιτίας του βάρους τους. Το κατώτερο άκρο του παγετώνα, που το χιόνι δεν λιώνει το καλοκαίρι αλλά διατηρείται για σειρά ετών, λέγεται γραμμή χιονιού. Πάνω από τη γραμμή χιονιού εκτείνονται παγετώνες ή καλύμματα πάγου.

3.6.1 Τύποι παγετώνων.

α) Ηπειρωτικοί παγετώνες ή εκτεταμένα στρώματα πάγου. Είναι εκτεταμένοι παγετώνες ακανόνιστου σχήματος, που καλύπτουν μεγάλες περιοχές. Μικρού μεγέθους στρώματα πάγου ονομάζονται καλύμματα πάγου. Ηπειρωτικοί παγετώνες καλύπτουν την Γροιλανδία και την Ανταρκτική. Ο παγετώνας της Γροιλανδίας καταλαμβάνει έκταση 1.726.000 km². Έχει πάχος 3 km και το υψηλότερο σημείο του έχει ύψος 3.000 m. Γεωφυσικές έρευνες έδειξαν ότι ο φλοιός, κάτω από το τεράστιο βάρος του παγετώνα, έχει καμφθεί. Ο παγετώνας της Ανταρκτικής είναι ακόμη μεγαλύτερος και αντιπροσωπεύει το 84% της έκτασης των σημερινών παγετώνων. Αν υπολογίσουμε και το τμήμα που επιπλέει στη θάλασσα, η έκταση του είναι ίση με 1,4 φορές της έκτασης των Η.Π.Α. Ο όγκος του υπολογίζεται σε 24.000.000 km³ και το μέγιστο πάχος του 4 km.

β) Παγετώνες κοιλάδων. Είναι οι παγετώνες που διασχίζουν προϋπάρχουσες κοιλάδες και βρίσκονται υψηλότερα από τη γραμμή χιονιού.

γ) Παγετώνες κρασπέδων. Είναι οι παγετώνες που βρίσκονται στους πρόποδες των βουνών και τροφοδοτούνται από παγετώνες κοιλάδων. Συνήθως βρίσκονται κάτω από τη γραμμή χιονιού. Οι παγετώνες κινούνται κατά τη διεύθυνση κλίσεως και η ταχύτητα τους μεταβάλλεται με το χρόνο και την κλίση. Σε μια τομή ενός παγετώνα, παρατηρείται ότι η ταχύτητα είναι μικρότερη στον πυθμένα, εξ αιτίας της τριβής και μεγαλύτερη στην επιφάνεια. Επίσης στις άκρες του παγετώνα η κίνηση είναι βραδύτερη απ' ό,τι στο κέντρο. Οι διαφορές αυτές στην ταχύτητα, έχουν σαν αποτέλεσμα η επιφάνεια του παγετώνα να μην είναι λεία, αλλά να παρουσιάζει κυματοειδή μορφή και να έχει ρωγμές εγκάρσιες και επιμήκειες (creavasses). Επίσης στο ανώτερο τμήμα του παγετώνα παρατηρούνται βαθιές και πλατιές ρωγμές, που ονομάζονται ρωγμές απόσπασης (bergschrund).

3.6.2 Αίτια δημιουργίας παγετώνων

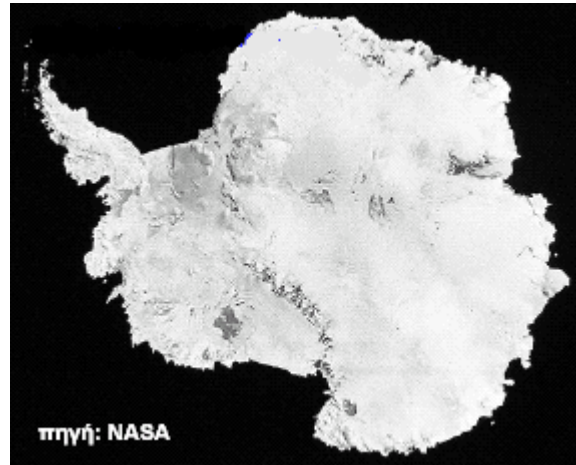
Η δημιουργία των παγετώνων οφείλεται σε κλιματικούς παράγοντες και προϋποθέτει ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες και αρκετές χινοπτώσεις.

Από τη μελέτη της γήινης ιστορίας διαφαίνεται ότι στις παγετώδεις περιόδους επικρατούσε στη Γη ένα κλίμα ψυχρότερο και πιο ομοιόμορφο από σήμερα. Κατά μέσον όρο η θερμοκρασία ήταν χαμηλότερη περίπου κατά 5°C και υπήρχαν αφθονότερα κατακρημνίσματα. Οι αιτίες της δημιουργίας παγετώδους κλίματος δεν είναι γνωστές.

Πιθανώς σχετίζονται με τη μετακίνηση των ηπείρων σε μεγαλύτερα πλάτη, μεταβολές στην προσλαμβανόμενη ηλιακή ενέργεια και τη δημιουργία ορέων ή άλλων υψηλών περιοχών.

Στο πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν, κατά το Πλειστόκαινο ($2 \cdot 10^6$ έως $12 \cdot 10^3$) χρόνια πριν από σήμερα), υπήρξαν περίοδοι μεγάλης αναπτύξεως των παγετώνων, που ονομάστηκαν παγετώδεις περίοδοι, κατά τις οποίες η θερμοκρασία πρέπει να ήταν χαμηλότερη σε παγκόσμια κλίμακα τουλάχιστον κατά 5°C . Οι παγετώνες στην περίοδο αυτή υπολογίζεται ότι κάλυπταν περίπου το 29% της γήινης επιφάνειας, δηλ. 44 εκατ km^2 . Οι παγετώδεις αυτές περίοδοι διακοπτόταν από διαστήματα με υψηλότερη θερμοκρασία, περίπου 1°C κάτω της σημερινής, και λιώσιμο των πάγων. Οι περίοδοι αυτοί ονομάζονται μεσοπαγετώδεις. Κατά τις παγετώδεις περιόδους μεγάλες ποσότητες νερού δεσμεύονταν από τους πάγους με αποτέλεσμα την πτώση της στάθμης της θάλασσας και τη αποκάλυψη πολλών περιοχών στεριάς. Η πτώση αυτή της μέσης στάθμης της θάλασσας υπολογίζεται ότι έφθασε τα 100-170m κάτω από τη σημερινή στάθμη.

Αντίθετα κατά τις μεσοπαγετώδεις περιόδους η στάθμη της θάλασσας ανέβηκε και έφθασε πιθανώς 66 m πάνω από τη σημερινή, με αποτέλεσμα να επικλυσθούν πολλές περιοχές. Στη διαμόρφωση του γήινου ανάγλυφου καθοριστική σημασία έχει η στάθμη της θάλασσας, γιατί αποτελεί βασικό παράγοντα στον έλεγχο της διάβρωσης. Οι μεταβολές που αναφέραμε ήταν παγκόσμιες και γι αυτό η σημασία τους ήταν καθοριστική στη διαμόρφωση του σημερινού ανάγλυφου του πλανήτη μας.



εικόνα 9 : παγετώνας Ανταρκτικής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΚΡΑΙΩΝ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναφερθήκαμε στα σπουδαιότερα ακραία καιρικά φαινόμενα στη χώρα μας αλλά και στον πλανήτη γενικότερα. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε τα αποτελέσματά τους.

4.1 Πλημμύρες

Στην ενότητα αυτή θα αναλύσουμε ένα αποτέλεσμα των ισχυρών βροχοπτώσεων που οφείλονται στις καταιγίδες και συγκεκριμένα στις πλημμύρες. Οι πλημμύρες που προκαλούνται από την υπερχειλίση των ποταμών είναι μία συνηθισμένη μορφή φυσικών καταστροφών και η έντασή τους τα τελευταία χρόνια, έχει δημιουργήσει ιδιαίτερη ανησυχία λόγω των αυξημένων απωλειών σε ανθρώπινες ζωές αλλά και των εκτεταμένων οικονομικών ζημιών.

Οι πλημμύρες αποτελούν τη δεύτερη πιο συχνή φυσική καταστροφή, μετά τις δασικές πυρκαγιές. Πλημμύρα συμβαίνει λόγω ραγδαίων βροχοπτώσεων και ισχυρών καταιγίδων, από το ανέβασμα της στάθμης των ποταμών ή από το λιώσιμο χιονιού. Συμβαίνει επίσης από υποχώρηση φραγμάτων και στην περίπτωση αυτή οι συνέπειες είναι πολύ μεγάλες. Η πλημμύρα από φυσικά αίτια είτε παρουσιάζει βραδεία εξέλιξη είτε ανήκει στην κατηγορία της ξαφνικής πλημμύρας, που είναι και το πιο συνηθισμένο φαινόμενο στην Ελλάδα. Στον Ελληνικό χώρο οι πλημμύρες οφείλονται σε καταρρακτώδεις βροχές, που συνοδεύουν τη διέλευση υφέσεων.

Η ξαφνική πλημμύρα είναι το αποτέλεσμα ατμοσφαιρικών διαταραχών, που συνοδεύονται από ραγδαίες βροχοπτώσεις, με μεγάλα ποσά βροχής σε σύντομο χρονικό διάστημα. Οι ξαφνικές πλημμύρες προκαλούνται από καταιγίδες που κινούνται αργά ή κινούνται πάνω από την ίδια περιοχή. Στη ζώνη των τροπικών προκαλούνται επίσης από τυφώνες ή τροπικούς κυκλώνες. Πολλοί παράγοντες συνηγορούν σε μία ξαφνική πλημμύρα, όπως:

- η ένταση της βροχής και η διάρκεια της,
- η τοπογραφία,
- οι συνθήκες του εδάφους,
- η φυτοκάλυψη,
- η καταστροφή των δασών καθώς και
- η αστικοποίηση.

Οι ξαφνικές πλημμύρες εμφανίζονται σε μικρό χρονικό διάστημα λίγων ωρών ή λιγότερο και έχουν σαν αποτέλεσμα ταχεία ύψωση νερού, το οποίο στο πέραςμα του μπορεί να προκαλέσει

μεγάλες καταστροφές σε κατασκευές, όπως κτίρια, γέφυρες κλπ, να παρασύρει αυτοκίνητα, να ξεριζώσει δέντρα κ.α. Οι πλημμύρες, που έχουν σαν αίτιο τις βροχοπτώσεις, μπορεί να προκαλέσουν καταστροφικές κατολισθήσεις εδαφών (λασποροές-mud slides). Τα περισσότερα θύματα εξαιτίας πλημμύρων προέρχονται από τις ξαφνικές πλημμύρες.

Ένα σπανιότερα εμφανιζόμενο είδος πλημμύρας στην Ελλάδα είναι η παράκτια πλημμύρα, η οποία εμφανίζεται στις παράκτιες περιοχές λόγω του κυματισμού της θάλασσας ή μιας μεγάλης λίμνης. Ο κυματισμός προκαλείται συνήθως από τους ισχυρούς ανέμους που πνέουν στην περιοχή, ενώ σπάνια μπορεί να εμφανιστούν και θαλάσσια κύματα βαρύτητας (Tsunami). Διαδίδονται στην επιφάνεια της θάλασσας με ταχύτητα η οποία εξαρτάται από το πάχος του νερού της θάλασσας και είναι της τάξης των 200m/sec. Κατά την διάδοσή τους μεταφέρουν σημαντικές ποσότητες νερού από τον χώρο γένεσης τους σε άλλους χώρους. Τα μεγαλύτερα θαλάσσια κύματα βαρύτητας προκαλούν σημαντικές καταστροφές και γίνονται αισθητά σε πολύ σε πολύ μεγάλες αποστάσεις.

4.1.2 Οι πλημμύρες και οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον

Οι πλημμύρες μπορεί να προκαλέσουν το θάνατο ανθρώπων και ζώων, να προκαλέσουν ασθένειες και να αφήσουν ανθρώπους άστεγους. Επιπλέον, μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στο περιβάλλον, τις δημόσιες υποδομές και τα ιδιωτικά ακίνητα. Ωστόσο, ενδέχεται να έχουν επίσης σημαντική θετική επίδραση στα ποτάμια οικοσυστήματα, στην ανατροφοδότηση των υπόγειων υδάτων και στη γονιμότητα του εδάφους. Ως εκ τούτου, είναι δυνατόν να γίνει διάκριση μεταξύ των φυσιολογικών (ετήσιων) πλημμύρων, που συνήθως προκαλούν ελάχιστες ή καθόλου ζημιές και ενίοτε έχουν θετική επίδραση, και των εξαιρετικών φαινομένων που μπορεί να έχουν σοβαρό αρνητικό αντίκτυπο. Οι αρνητικές επιπτώσεις των ιδιαίτερα σοβαρών πλημμύρων στην την ανθρώπινη υγεία είναι σύνθετες και μεγάλης έκτασης. Ο κίνδυνος θανάτου από στιγμιαίες πλημμύρες είναι υψηλός, καθόσον αυτές συμβαίνουν με ελάχιστη ή καθόλου προειδοποίηση. Το ποσοστό των θανάτων είναι σχετικά χαμηλό στην περίπτωση των πλημμύρων από την υπερχειλίση ποταμών ή θυελλών, εφόσον τα φαινόμενα αυτά είναι δυνατόν να προβλεφθούν. Άλλες επιπτώσεις στην υγεία ενδέχεται να προκληθούν λόγω της έλλειψης ιατρικής βοήθειας, της αύξησης νόσων και τα προβλήματα ψυχικής υγείας.

Στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των πλημμύρων που σημειώνονται σε μεγάλους ποταμούς συγκαταλέγονται η απόφραξη σταθμών επεξεργασίας υδάτων (δυσνητικά επιφέροντας την αποδέσμευση μεγάλων ποσοτήτων ρυπαντών), η καταστροφή της βλάστησης και η κινητοποίηση ρυπαντών που βρίσκονται στο έδαφος. Οι στιγμιαίες πλημμύρες μπορεί να προκαλέσουν επίσης μεγάλες καταστροφές εν γένει καθώς και περιβαλλοντικές καταστροφές, όπως διάβρωση του εδάφους, ειδικά σε συνδυασμό με άλλες φυσικές διαδικασίες, όπως οι κατολισθήσεις.

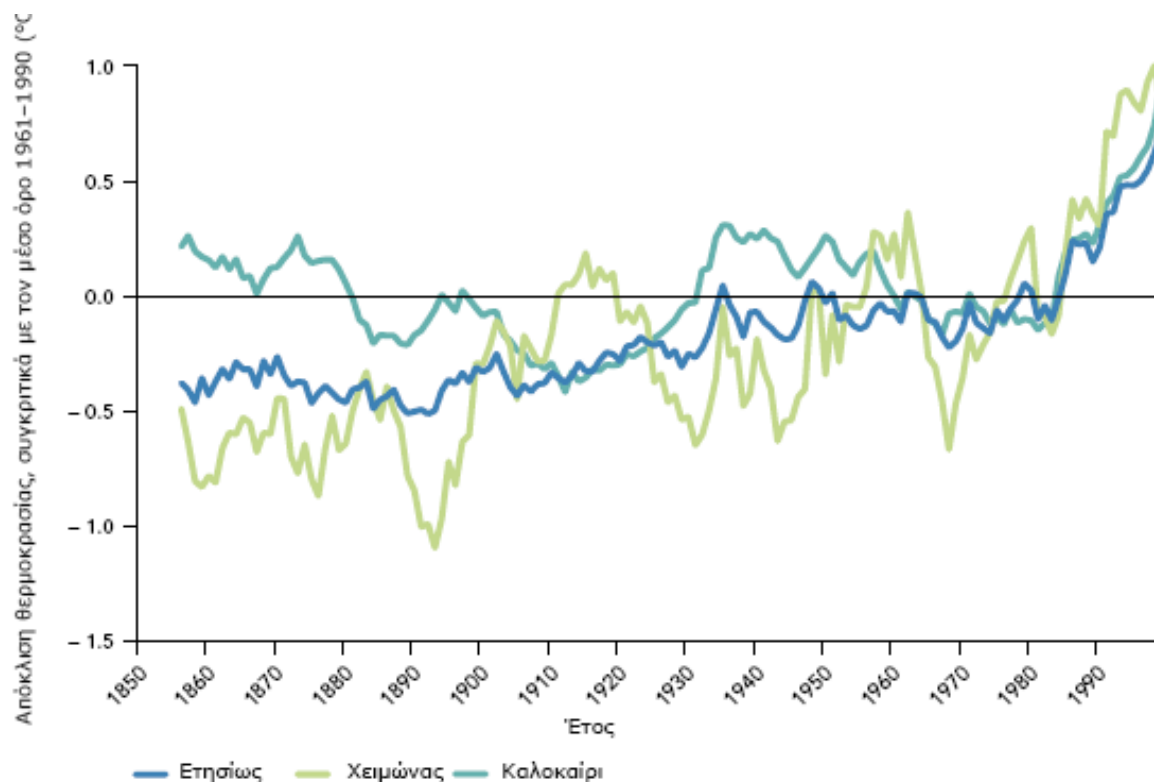
4.1.4 Μεταβολή του κλίματος και πλημμύρες

Οι τάσεις στη συχνότητα και την ένταση των πλημμύρων στο μέλλον θα σχετίζονται άμεσα με τις μεταβολές κατανομής των υδατοκρημνίσεων και των απορροών των ποταμών, και, συνεπώς, και με άλλες μακροπρόθεσμες μεταβολές του κλίματος.

Αν και η αβεβαιότητα είναι μεγάλη όσον αφορά αρκετές προβλέψεις, ενισχύεται η επιστημονική εμπιστοσύνη στη δυνατότητα να εκτιμηθούν οι μελλοντικές συνθήκες βάσει των μοντέλων για το κλίμα. Στη συνέχεια συνοψίζεται η παρούσα κατάσταση της γνώσης και της κατανόησης του θέματος.

- **Θερμοκρασία:** Η Ευρώπη βίωσε σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας την τελευταία εκατονταετία, ειδικότερα δε κατά τις προηγούμενες δεκαετίες. Το θερμότερο έτος στην Ευρώπη κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης περιόδου ήταν το 2000, ενώ τα αμέσως επόμενα επτά θερμότερα έτη σημειώθηκαν τα τελευταία 14 έτη. Το κύμα καύσωνα σε ολόκληρη την Ευρώπη τον Αύγουστο του 2003, ο οποίος θεωρήθηκε ο θερμότερος Αύγουστος που έχει καταγραφεί στο βόρειο ημισφαίριο, στοίχισε περίπου 35 000 ζωές. Η μεγαλύτερη θέρμανση σημειώθηκε στη νοτιοδυτική Ρωσία και την Ιβηρική Χερσόνησο. Οι θερμοκρασίες αυξάνονται τη χειμερινή περίοδο περισσότερο απ' ό,τι την καλοκαιρινή, έχοντας ως αποτέλεσμα ηπιότερους χειμώνες και μειωμένη εποχική διακύμανση. Όλες αυτές οι τάσεις αναμένεται να συνεχιστούν, με εξαίρεση τη μειωμένη εποχική διακύμανση, η οποία δεν προβλέπεται για τη Νότια Ευρώπη (**Διάγραμμα 6**).
- **Υδατοκρημνίσεις:** Τα ετήσια υδατοκρημνίσματα αυξήθηκαν στη Βόρεια Ευρώπη κατά 10–40 % , στην περίοδο 1900–2000, ενώ σε τμήματα της Νότιας Ευρώπης σημειώθηκε μείωση κατά 20 %. Οι εποχικές κατανομές παρουσιάζουν ακόμη εντονότερες τάσεις. Ειδικότερα τη χειμερινή περίοδο, η Νότια και Ανατολική Ευρώπη εμφάνισαν μεγαλύτερη ξηρασία, ενώ πολλά τμήματα της Νοτιοδυτικής Ευρώπης εμφάνισαν μεγαλύτερη υγρασία. Οι προβολές των δεδομένων αυτών στο μέλλον επιδεικνύουν αυξανόμενες ετήσιες υδατοκρημνίσεις στη Βόρεια Ευρώπη και πιο υγρά καλοκαίρια σε ολόκληρη σχεδόν την Ευρώπη.
- **Ακραίες υδατοκρημνίσεις:** Σε πολλές περιοχές, η τάση για ακραίες υδατοκρημνίσεις είναι εντονότερη από το μέσο όρο . Από το 1976 μέχρι σήμερα έχει παρατηρηθεί αύξηση του αριθμού των ιδιαίτερα υγρών ημερών στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη, και μείωση του σε τμήματα της Νότιας Ευρώπης. Οι προβολές των μετρήσεων αυτών επιδεικνύουν αύξηση της συχνότητας των επεισοδίων έντονων υδατοκρημνίσεων , και κατά συνέπεια, αύξηση του κινδύνου πλημμύρων. Επιπλέον, οι χειμερινές υδατοκρημνίσεις θα έχουν συχνότερα τη

μορφή βροχής, ως αποτέλεσμα των υψηλότερων θερμοκρασιών. Αυτό θα επιφέρει άμεση απορροή του νερού και μεγαλύτερο κίνδυνο πλημμύρων. Απορροή των ποταμών Στη διάρκεια του 20ού αιώνα, η απορροή των ποταμών μειώθηκε σημαντικά σε πολλές λεκάνες της Νότιας Ευρώπης, ενώ μεγάλες αυξήσεις σημειώθηκαν στην Ανατολική Ευρώπη. Είναι πολύ πιθανό οι μεταβολές αυτές να οφείλονταν κυρίως στις μεταβολές των υδατοκρημνίσεων, αν και η απορροή επηρεάζεται επίσης από διάφορους άλλους παράγοντες, όπως η αλλαγή της χρήσης γης ή η ευθυγράμμιση των ποταμών.



Πηγή: CRU, 2003; Jones και Moberg, 2003.

Διάγραμμα 6 : Ετήσιες, χειμερινές και καλοκαιρινές αποκλίσεις θερμοκρασίας στην Ευρώπη 1850–2000

4.2 Ξηρασία - Ερημοποίηση

Οι υψηλές θερμοκρασίες και οι βροχοπτώσεις μπορεί να έχουν ανάμικτα αποτελέσματα.

Σε μερικές περιοχές μπορούν να οδηγήσουν σε χειρότερα προβλήματα με τα παράσιτα και τις ασθένειες, περισσότερες ξηρασίες, ή τουλάχιστον αυξανόμενη πίεση στους υπάρχοντες υδάτινους πόρους. Από την άλλα μερικές χώρες θα είναι ικανές να καλλιεργήσουν μέρη που προηγουμένως ήταν παγωμένες εκτάσεις. Έτσι, περισσότερες από τις μισές αναπτυγμένες χώρες, αναμένονται να κερδίσουν από την αλλαγή του κλίματος μέσω μιας βελτιωμένης ικανότητας για την ανάπτυξη των τροφίμων.

Χώρες όπως, ο Καναδάς και η Ρωσία θα είναι σε θέση να καλλιεργήσουν έδαφος που ήταν προηγουμένως παγωμένο, και μαζί θα μπορούσαν να παραγάγουν πρόσθετα 130 εκατομμύρια τόνους δημητριακά.

Βέβαια από την άλλη πλευρά οι Μεσογειακές χώρες απειλούνται από ερημοποίηση. Περισσότερο από το ένα τρίτο του ελλαδικού χώρου βρίσκεται σε υψηλό κίνδυνο ερημοποίησης ή έχει ερημοποιηθεί, ενώ το 49% θεωρείται ότι βρίσκεται σε μέτριο κίνδυνο.

Οι περιοχές υψηλού κινδύνου ερημοποίησης είναι η ανατολική Στερεά Ελλάδα, το μεγαλύτερο μέρος της Πελοποννήσου, η ορεινή ζώνη των Ιονίων νήσων, η Κρήτη, τα νησιά του Αιγαίου, η Εύβοια και τμήματα της Ηπείρου, Θεσσαλίας και Θράκης. Η ερημοποίηση ως φυσική διεργασία είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων (φυσικοί, περιβαλλοντικοί, κοινωνικοί, οικονομικοί) που δρουν είτε μεμονωμένα είτε αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Ο συνδυασμός αντίξοων φυσικών συνθηκών με αρνητική ανθρώπινη παρέμβαση στο περιβάλλον (εντατική εκμετάλλευση φυσικών πόρων, πυρκαγιές, εκχερσώσεις δασών, υπερβόσκηση), που συνήθως προκύπτει από δεδομένους κοινωνικο-οικονομικούς παράγοντες, οδηγούν σε ερημοποίηση σημαντικών εκτάσεων γης. Η κυριότερη διεργασία ερημοποίησης είναι η διάβρωση των εδαφών, η οποία αποτελεί τον μεγαλύτερο κίνδυνο υποβάθμισης των λοφωδών περιοχών. Η διάβρωση επιφέρει δραστική μείωση του βάθους του εδάφους και συνεπώς του διαθέσιμου ύδατος για την ανάπτυξη των φυτών, της γονιμότητας και της παραγωγικότητας των εδαφών. Επίσης άλλες σημαντικές διεργασίες ερημοποίησης είναι η αλάτωση και αλκαλίωση των εδαφών που παρατηρείται ιδιαίτερα στις πεδινές παράκτιες περιοχές όπου συνοδεύεται με υπερεκμετάλλευση και υποβάθμιση των υπογείων και επιφανειακών υδάτων. Η κοινή αγροτική πολιτική, οι επιδοτήσεις επιλεγμένων προϊόντων και η διεθνοποίηση της αγοράς έχουν οδηγήσει σε υπερεκμετάλλευση ή υποεκμετάλλευση των φυσικών πόρων με συνέπεια αυξημένους ρυθμούς υποβάθμισης της γης και επιτάχυνση της ερημοποίησης. Η ερημοποίηση της γης συνεπάγεται απώλεια της βιο-ποικιλότητας μιας περιοχής, μείωση της παραγωγικότητας του εδάφους, μεταβολή των τοπικών κλιματικών συνθηκών, μείωση της διαθεσιμότητας γλυκού νερού, αύξηση της συχνότητας και του μεγέθους των πλημμύρων, ιζηματογένεση των φραγμάτων, μείωση του αγροτικού εισοδήματος, εγκατάλειψη της γης, και μετανάστευση του πληθυσμού σε περιοχές με περισσότερες δυνατότητες απασχόλησης. Ανάλογα με την ένταση δράσης των διεργασιών ερημοποίησης, η υποβάθμιση μπορεί να είναι αντιστρεπτή, δηλαδή να υπάρχει δυνατότητα ανάκαμψης, εάν μια ή περισσότερες από τις διεργασίες ερημοποίησης εξαλειφθούν, ή μη αντιστρεπτή εάν η υποβάθμιση είναι πολύ μεγάλη (μείωση βάθους εδάφους μεγαλύτερη από μια κρίσιμη τιμή). Η προστασία των φυσικών πόρων μίας περιοχής από την ερημοποίηση επιτυγχάνεται με την λήψη αφενός μεν ορισμένων γενικών μέτρων που αφορούν ολόκληρο τον πληθυσμό της χώρας και τέμνουν πολλούς επί μέρους τομείς δραστηριοτήτων, αφετέρου δε με

ειδικά μέτρα που αφορούν συγκεκριμένα φυσικά, περιβαλλοντικά και κοινο-οικονομικά χαρακτηριστικά σε τοπικό επίπεδο. Η αποτελεσματική προστασία των φυσικών πόρων μίας περιοχής από την ερημοποίηση απαιτεί την μελέτη και λεπτομερή απογραφή όλων των παραγόντων και διεργασιών που την προκαλούν και την λήψη των απαιτητήτων κατά περίπτωση τεχνικών και θεσμικών μέτρων για την ορθολογική διαχείριση και προστασία της γης. Ο σχεδιασμός και η εφαρμογή των κανόνων χρήσης γαιών είναι ένα από τα αποτελεσματικότερα μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης της ερημοποίησης.

4.3 Καύσωνας- θερμοπληξία

Εκτός από το φαινόμενο της ξηρασίας, ως αποτέλεσμα των υψηλών θερμοκρασιών είναι και η θερμοπληξία, η οποία είναι μια λειτουργική διαταραχή του ανθρώπινου οργανισμού, που εμφανίζεται όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι πολύ υψηλή, και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας είναι πάνω από 70%, γεγονός που δυσκολεύει και εμποδίζει την εξάτμιση του ιδρώτα και την αποβολή θερμότητας του σώματος.

Είναι εμφανές ότι τα αποτελέσματα των ακραίων καιρικών φαινομένων είναι πολλά και συνήθως έχουν άσχημες επιπτώσεις για τον άνθρωπο. Ο ίδιος ο άνθρωπος τις περισσότερες φορές προκαλεί τα αποτελέσματα αυτά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.Κλιματική μεταβολή στην Ευρώπη

5.1. Αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε διεθνές επίπεδο

Πριν την παρουσίαση των διεθνών δράσεων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούμε στην πορεία και τις συζητήσεις που πραγματοποιήθηκαν από τότε , μέχρι σήμερα.

Στο Πρώτο Παγκόσμιο Συνέδριο για το Κλίμα (First World Climate Conference) το 1979 αναγνωρίστηκε ότι η κλιματική αλλαγή αποτελεί σημαντικό πρόβλημα. Σε αυτή την επιστημονική συνάντηση, ερευνήθηκε κατά πόσο η κλιματική αλλαγή επιδρά στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Ως αποτέλεσμα αυτού ήταν η δήλωση ότι είναι απαραίτητο οι κυβερνήσεις να «προβλέψουν και να παρεμποδίσουν τις πιθανές ανθρωπογενείς ενέργειες που επηρεάζουν το κλίμα και συγχρόνως μπορούν να δράσουν αρνητικά στο βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων». Επίσης, προγραμματίστηκε η ίδρυση ενός Παγκόσμιου Προγράμματος για το Κλίμα (World Climate Programme, WCP) υπό την επίβλεψη του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (World Meteorological Organization, WMO), του Περιβαλλοντικού Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environment Programme, UNEP) και του Διεθνούς Συμβουλίου των Επιστημονικών Μονάδων (International Council of Scientific Unions, ICSU). Διάφορα διακυβερνητικά συνέδρια με θέμα την κλιματική αλλαγή πραγματοποιήθηκαν στα τέλη της δεκαετίας 1980 και στις αρχές της δεκαετίας 1990. Με αρκετό επιστημονικό υλικό, αυτά τα συνέδρια συνέβαλλαν στην ανάπτυξη διεθνούς ενδιαφέροντος για το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Οι συμμετέχοντες, επιστήμονες και περιβαλλοντολόγοι, ήταν υπεύθυνοι για την διαμόρφωση πολιτικών (policy-makers). Στις συναντήσεις συζητήθηκαν θέματα πολιτικού και επιστημονικού περιεχομένου και διαμορφώθηκε η ανάγκη για άμεση παγκόσμια δράση.

Οι πιο σημαντικές συναντήσεις ήταν το Συνέδριο στο Villach (Οκτώβριος 1985), στο Τορόντο (Ιούνιος 1988), στην Οτάβα (Φεβρουάριος 1989), στην Tata (Φεβρουάριος 1989), το Συνέδριο και η Δήλωση της Χάγης (Μάρτιος 1989), στο Noordwijk (Νοέμβριος 1989), στο Cairo (Δεκέμβριος 1989), το Συνέδριο στη Βέργη (the Bergen Conference) (Μάιος 1990) και το Δεύτερο Παγκόσμιο Συνέδριο για το Κλίμα (Second World Climate Conference) (Νοέμβριος 1990). Το Διακυβερνητικό Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) ιδρύθηκε το 1988 από την UNEP και τον WMO και ανέλαβε την ευθύνη να συγκεντρώσει δεδομένα και στοιχεία για το κλιματικό σύστημα και την κλιματική αλλαγή, για τις περιβαλλοντικές, οικονομικές, κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής καθώς και να

προτείνει εναλλακτικές στρατηγικές δράσης. Η Πρώτη Έκθεση του IPCC, που εκδόθηκε το 1990, έθεσε τη βάση για την Συνθήκη για την Κλιματική Αλλαγή. Το Δεκέμβριο 1990, η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών (UN General Assembly) αποδέχθηκε την έναρξη διαπραγματεύσεων και προετοιμασίας της δημιουργίας μιας διεθνούς συνθήκης για το κλίμα.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή Διαπραγματεύσεων για τη θέσπιση της Συνθήκης-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change INC/FCCC) πραγματοποίησε πέντε συναντήσεις στο διάστημα μεταξύ Φεβρουαρίου 1991 και Μαΐου 1992. Αντιμετωπίζοντας μια αυστηρή προθεσμία, η οποία αντιστοιχούσε στην Συνάντηση Κορυφής στο Ρίο τον Ιούνιο 1992, οι διαπραγματευτές από 150 χώρες κατέληξαν στην τελική μορφή της Συνθήκης σε 15 μήνες, η οποία και υιοθετήθηκε στη Νέα Υόρκη στις 9 Μαΐου 1992. Το 1992, η Συνθήκη-Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή των Ηνωμένων Εθνών (the United Nations Framework Convention on Climate Change) υπογράφηκε από 154 χώρες (συμπεριλαμβανομένου και της τότε Ευρωπαϊκής Κοινότητας) στο Ρίο ντε Τζανέιρο. Μετά από 20 χρόνια από την Δήλωση της Στοκχόλμης το 1972 που πρώτη έθεσε τα θεμέλια για την ανάγκη σχεδιασμού περιβαλλοντικής πολιτικής, η Συνάντηση Κορυφής μετατράπηκε στη σημαντικότερη και μεγαλύτερη συνάντηση των κρατών. Επίσης στο Ρίο θεσπίστηκαν και άλλες συμφωνίες, όπως η Δήλωση του Ρίο, η Agenda 21, η Συνθήκη για την Βιοποικιλότητα, και οι Αρχές Προστασίας των Δασών, (Forests Principles). Η Συνθήκη τέθηκε σε εφαρμογή στις 21 Μαρτίου 1994, 90 μέρες μετά από την επικύρωσή της. Η επόμενη σημαντική ημερομηνία ήταν στις 21 Σεπτεμβρίου όταν τα ανεπτυγμένα Κράτη-μέλη άρχισαν να καταθέτουν εθνικά σχέδια και στρατηγικές αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Εντωμεταξύ το INC (Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change INC/FCCC) συνέχισε την προπαρασκευαστική του δράση σε έξι συναντήσεις για τη συζήτηση θεμάτων που είχαν σχέση με τις δεσμεύσεις, τους διακανονισμούς για οικονομικούς μηχανισμούς που θα χρησιμοποιηθούν, την τεχνική και οικονομική υποστήριξη στις αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς και για διαδικαστικά και θεσμικά θέματα.

Το INC διαλύθηκε μετά την τελευταία ενδέκατη συνάντησή του, το Φεβρουάριο 1995, και στη συνέχεια συστάθηκε το Συμβούλιο των Μελών (Conference of the Parties, COP) το οποίο έγινε η αρμόδια αρχή για τη Συνθήκη της Κλιματικής Αλλαγής. Το COP πραγματοποίησε την πρώτη του συνάντηση στο Βερολίνο από 28 Μαρτίου ως 7 Απριλίου 1995. Αντιπρόσωποι από 117 Κράτη-μέλη και 53 κράτη-παρατηρητές (Observer-States) συμμετείχαν στο COP1, καθώς και 2000 απλοί παρατηρητές και δημοσιογράφοι. Συμφώνησαν ότι οι δεσμεύσεις για τις ανεπτυγμένες χώρες, οι οποίες περιέχονταν στην Συνθήκη, ήταν ανεπαρκείς και κατέληξαν στην Εντολή του Βερολίνου ("Berlin Mandate") που περιέχει επιπλέον δεσμεύσεις. Επίσης συζήτησαν για τον πρώτο γύρο των εθνικών σχεδίων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και κατέληξαν στην τελική μορφή των

οικονομικών και θεσμικών μηχανισμών που απαιτούνται για την εφαρμογή δράσεων στα επόμενα χρόνια σύμφωνα με τη Συνθήκη για την Κλιματική Αλλαγή. Επίσης τα Μέλη συμφώνησαν ότι χρειάζεται να αναληφθούν νέα δεσμευτικά μέτρα για την περίοδο μετά το 2000 και πιο συγκεκριμένα να τεθούν ποσοτικά όρια και αντικειμενικές μειώσεις στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου με χρονικούς ορίζοντες το 2005, 2010, 2020. Το COP2 πραγματοποιήθηκε στη Γενεύη (στο Palais des Nations) το χρονικό διάστημα 8-19 Ιουνίου 1996. Συζητήθηκε η διαδικασία επανεξέτασης των εθνικών προγραμμάτων και αποφασίστηκαν τα περιεχόμενα των πρώτων εθνικών προγραμμάτων τα οποία θα αρχίσουν να υποβάλλονται από τις αναπτυσσόμενες χώρες τον Απρίλιο 1997.

Βασικό σημείο είναι ότι η Δήλωση της Γενεύης (Geneva Declaration), ενέκρινε την Δεύτερη Έκθεση του IPCC το 1995 χαρακτηρίζοντας αυτή ως «την πιο περιεκτική, έγκυρη και μέχρι τώρα επιστημονική έκθεση για την κλιματική αλλαγή, που εμπεριέχει τις επιπτώσεις και τις επιλογές αντίδρασης στην κλιματική αλλαγή». Το IPCC στη Δεύτερη Έκθεση (Second Assessment Report) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι «υπάρχει μια ευδιάκριτη ανθρώπινη επιρροή στο κλίμα», ενώ υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της αύξησης της θερμοκρασίας και της ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον η 2η Έκθεση του IPCC επιβεβαίωσε τη διαθεσιμότητα οικονομικά αποτελεσματικών στρατηγικών για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

5.2 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ευρώπη

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, σε συνεργασία με άλλους διεθνείς οργανισμούς, έχει αναγνωρίσει την κλιματική αλλαγή ως το κυρίαρχο περιβαλλοντικό θέμα που πρόκειται να απασχολήσει την ανθρωπότητα στην πορεία του 21ου αιώνα. Οι επιπτώσεις αυτού έχουν αρχίσει να γίνονται εμφανείς.

Υποστηρίζεται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε στα τέλη του 20ου αιώνα ήταν η μεγαλύτερη σε σύγκριση με την αντίστοιχη μεταβολή των προηγούμενων δεκαετιών εδώ και 1000 χρόνια. Επίσης η δεκαετία του 1990 αποτέλεσε την πιο θερμή δεκαετία του αιώνα. Η θερμοκρασιακή αύξηση που σημειώθηκε στην Ευρώπη ακολουθεί την παγκόσμια τάση, μολονότι οι φυσικές διακυμάνσεις είναι μεγαλύτερες. Παρόλα αυτά υπάρχουν ισχυρά αποδεικτικά στοιχεία ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα θεωρείται υπεύθυνη για την θέρμανση του πλανήτη τα τελευταία 50 χρόνια.

Όσον αφορά τις βροχοπτώσεις στην Ευρώπη, οι διακυμάνσεις των μέσων ετήσιων τιμών υετού κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα δείχνουν μια γενική αύξηση στη βόρεια Ευρώπη ενώ για την νότια Ευρώπη και την περιοχή της Μεσογείου υπάρχουν ενδείξεις μείωσης των βροχοπτώσεων.

Επίσης σε σχέση με τα ακραία καιρικά φαινόμενα, τόσο οι συχνότητες εμφάνισης όσο και η ένταση των ισχυρών καταιγίδων τον 20ο αιώνα δεν έδειξαν κάποια συγκεκριμένη τάση λόγω της τυχαίας μεταβολής που παρουσιάζουν. Παρόλα αυτά, έντονοι και με οδυνηρές επιπτώσεις ήταν οι καύσωνες που παρατηρήθηκαν το καλοκαίρι του 2003 στη δυτική και κεντρική Ευρώπη.

Συγκεκριμένες πληροφορίες για την αναμενόμενη εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής στην Ευρώπη, παρέχονται από την Τρίτη Έκθεση της Διακυβερνητικής Διάσκεψης για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC). Ενδεικτικά αναφέρονται μερικά στοιχεία:

- Οι καλοκαιρινές βροχοπτώσεις, η διαθεσιμότητα των υδατινών πόρων και η υγρασία του εδάφους είναι πιθανόν να μειωθούν στη νότια Ευρώπη, ενώ αυξήσεις στα παραπάνω μεγέθη αναμένεται να παρατηρηθούν τον χειμώνα στις βόρειες και νότιες περιοχές της Ευρώπης.
- Η ποσότητα των πάγων στις Άλπεις προβλέπεται ότι θα υποδιπλασιαστεί μέχρι το τέλος του 21ου αιώνα.
- Ο κίνδυνος από πλημμύρες των ποταμών θα αυξηθεί σε όλη την Ευρώπη.
- Θα εμφανιστούν θετικά αποτελέσματα στις καλλιέργειες στη βόρεια Ευρώπη, ενώ συγχρόνως θα παρατηρηθεί μείωση της παραγωγικότητας στην Νότια και Ανατολική Ευρώπη.
- Η απώλεια σημαντικών οικοσυστημάτων (υδροβιότοποι, τούνδρα, απομονωμένες περιοχές) θα απειλήσει την ύπαρξη σπάνιων ειδών πανίδας και χλωρίδας. Το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για να αποτρέψει τις επερχόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, έχει συμφωνήσει ότι η αύξηση των μέσων παγκόσμιων θερμοκρασιών δε θα πρέπει να υπερβεί τους 2°C σε σχέση με τα επίπεδα των προβιομηχανικών χρόνων. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να ληφθούν συγκεκριμένα μέτρα .

Όσον αφορά τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, η Ελλάδα διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης καθώς η θερμοκρασία παρουσιάζει μικρή αρνητική τάση για τον 20ο αιώνα. Για τις περισσότερες περιοχές του Ελλαδικού χώρου διακρίνεται γενικά μια πτωτική στάση από το 1950 ως τις αρχές του 1990. Ανάκαμψη της πτωτικής τάσης παρατηρείται σε αρκετές περιοχές μετά το 1975 η οποία φαίνεται να προκαλείται από την αντίστοιχη ανοδική τάση των θερμοκρασιών του καλοκαιριού για την ίδια περίοδο, με αποκορύφωμα το καλοκαίρι του 1999 το οποίο αποτέλεσε το θερμότερο καλοκαίρι του αιώνα για την Αθήνα, παρά τη σημαντική τάση ελάττωσης που παρατηρείται στις θερμοκρασίες του χειμώνα μετά το 1985. Παρόλα αυτά η δεκαετία 1970 ήταν η πιο ψυχρή για ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο. Αξιοσημείωτο είναι βέβαια ότι από τις αρχές του 1990 διακρίνεται μια σαφής τάση θέρμανσης στην Ελλάδα η οποία σταδιακά ενισχύεται.

Όσον αφορά τις βροχοπτώσεις στον ελλαδικό χώρο εμφανίζεται μια τάση μείωσης των βροχοπτώσεων κυρίως κατά την περίοδο 1971-1990 με τάσεις ανάκαμψης τα επόμενα έτη.

Η τάση στη Θεσσαλονίκη διαφοροποιείται από αυτή της Αθήνας μέχρι το 1980 καθώς διακρίνεται να είναι αυξητική και μάλιστα στατιστικά σημαντική. Από το σημείο αυτό και μετά, εμφανίζεται σημαντικά πτωτική στη δεκαετία του 1980 ενώ στη δεκαετία του 1990 η τάση αντιστρέφεται όπως και στην Αθήνα. Συνολικά διαπιστώνεται ότι η δεκαετία 1984- 1993 είναι η ξηρότερη και για την Αθήνα και για τη Θεσσαλονίκη. Όσον αφορά τα ακραία καιρικά φαινόμενα στην Ελλάδα, η δεκαετία του 1990 παρουσίασε σχεδόν τριπλάσιο αριθμό καυσώνων από ότι στην προηγούμενη τριακονταετία. Δεν διαπιστώθηκε όμως κάποια αντίστοιχη αντίθετη μεταβολή στη συχνότητα εμφάνισης παγετών. Επίσης την περίοδο 1970-97 εμφανίστηκαν περισσότερες ακραίες βροχοπτώσεις στην Ελλάδα.

Η συχνότητα εμφάνισης και η διάρκεια των ψυχρών επεισοδίων στην Αθήνα μειώνεται σταθερά μετά το 1950 και μηδενίζεται μετά το 1991 ανεξάρτητα της έντασης των επεισοδίων. Παρόλα αυτά τα τελευταία χρόνια (2001-2003) παρατηρούνται ιδιαίτερα βαρείς χειμώνες με χιονοπτώσεις μεγάλης διάρκειας. Συνολικά μπορεί να διαπιστωθεί ότι με τα δεδομένα στοιχεία δεν μπορεί να εντοπιστεί μια σαφής τάση εμφάνισης της κλιματικής αλλαγής τον 20ο αιώνα στον ελλαδικό χώρο, αν και τοπικά παρατηρούνται μεταβολές στις επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Παρόλα αυτά η αύξηση της θερμοκρασίας της δεκαετίας του 1990 που παρατηρήθηκε θα μπορούσε να προκαλέσει ανησυχία .

5.3 .Οι επιπτώσεις από την αλλαγή του κλίματος

5.3.1 Όξυνση των ακραίων καιρικών φαινομένων

Η κρίση του κλίματος δεν εξαντλείται δυστυχώς σε μια αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας του πλανήτη. Η αποσταθεροποίηση της ατμόσφαιρας, που συνεπάγεται η αύξηση αυτή, θα έχει ως αποτέλεσμα την έξαρση των ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως οι πλημμύρες, η ερημοποίηση κ.λ.π.

5.3.2 Άνοδος της στάθμης της θάλασσας

Μία από τις σοβαρότερες επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου αναμένεται να είναι και η αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας. Η αύξηση αυτή οφείλεται στους εξής παράγοντες:

- διαστολή του θαλασσινού νερού λόγω αύξησης της θερμοκρασίας,
- λιώσιμο των αλπικών παγετώνων,
- λιώσιμο των πάγων της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής.

Τον τελευταίο αιώνα, η αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας κατά 0,4-0,8 °C, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης στάθμης των ωκεανών κατά 10-20 cm (εκατοστά). Εκτιμάται ότι η αύξηση αυτή οφείλεται κυρίως στη θερμική διαστολή των ωκεανών και το λιώσιμο των αλπικών παγετώνων. Η IPCC εκτιμά πως η επιδείνωση της αποσταθεροποίησης του κλίματος θα επιφέρει μια αύξηση της μέσης στάθμης της θάλασσας κατά 9-88 cm στον επόμενο αιώνα. Παραλιακές ζώνες και μικρά νησιά είναι ιδιαίτερα ευάλωτα σ' αυτή την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

5.3.3 Κίνδυνοι για την βιοποικιλότητα

Εκτιμάται ότι χιλιάδες ζωικά και φυτικά είδη απειλούνται ευθέως από την αποσταθεροποίηση του κλίματος. Σ' αυτά περιλαμβάνονται είδη υπό εξαφάνιση, αποδημητικά πουλιά, απομονωμένοι πληθυσμοί, είδη που περιορίζονται σε παράκτιες περιοχές και είδη με μειωμένη γενετική ικανότητα προσαρμογής. Δεδομένου ότι η χωρική κατανομή των οικοσυστημάτων είναι συνάρτηση των κλιματικών συνθηκών, μια αλλαγή του κλίματος θα άλλαζε, όχι μόνο τη σύσταση των οικοσυστημάτων αλλά και τη γεωγραφική κατανομή τους. Οι αλλαγές στη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις θα αλλάξουν τις υδάτινες απορροές, την υγρασία του εδάφους, τους ρυθμούς διάβρωσης και την ανακύκλωση της οργανικής ύλης και των θρεπτικών συστατικών. Αυτά με τη σειρά τους θα επηρεάσουν την παραγωγικότητα, τον ανταγωνισμό των ειδών, τη βιοποικιλότητα, την εξάπλωση των ζιζανίων, διαμορφώνοντας έτσι μια ολότελα διαφορετική κατάσταση στα διάφορα οικοσυστήματα.

5.3.4 Επιπτώσεις στην υγεία

Η αποσταθεροποίηση του κλίματος μπορεί να επηρεάσει την υγεία με πολλούς τρόπους. Σε ένα θερμότερο κλίμα με έντονα καιρικά φαινόμενα (π.χ. συχνότερα κύματα καύσωνα), αναμένεται να αυξηθούν π.χ. οι καρδιαγγειακές παθήσεις και τα κρούσματα θερμοπληξίας. Ακόμη, η αυξημένη θερμοκρασία ευνοεί την ανάπτυξη και διάδοση μεταδοτικών νόσων όπως η ελονοσία, ο κίτρινος πυρετός και η δυσεντερία. Μια έμμεση επίπτωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι η διαθεσιμότητα του νερού, η οποία αναμένεται να ελαττωθεί. Στις φτωχές χώρες, όπου οι συνθήκες υγιεινής δεν είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένες, η ελάττωση του διαθέσιμου νερού αναμένεται να εντείνει τα ήδη υπαρκτά προβλήματα, αυξάνοντας τα κρούσματα διάρροιας και θανάτων από μολυσμένα νερά. Αλλά και στις αναπτυγμένες βιομηχανικά χώρες, η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να έχει επιπτώσεις, όχι μόνο στη διαθεσιμότητα του νερού, αλλά και στην ποιότητά του. Σε περιοχές που υδρεύονται από επιφανειακά ύδατα, ευνοείται η ανάπτυξη αλγών, ιδιαίτερα όταν υπάρχει περίσσεια θρεπτικών λόγω ρύπανσης. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας αναμένεται

να ευνοήσει την ανάπτυξη αυτών των αλγών, τα οποία προσδίδουν έντονη γεύση και οσμή στο νερό, καθιστώντας το πολλές φορές ακατάλληλο προς πόση.

Παράρτημα-Λεξικό Μετεωρολογικών όρων

Αδιαβατικές μεταβολές (Adiabatic variations) Είναι οι μεταβολές της θερμοκρασίας του αέρα που οφείλονται στις κατακόρυφες κινήσεις του. Όταν ανέρχεται ψύχεται γιατί διαστέλλεται (αδιαβατική ψύξη), όταν κατέρχεται θερμαίνεται γιατί συμπιέζεται (αδιαβατική θέρμανση)

Αεροχείμαρρος (Jet Stream) Ο αεροχείμαρρος είναι ένα ελικοειδές δυνατό και στενό ρεύμα ανέμου στην ανώτερη τροπόσφαιρα κοντά στη τροπόπαυση. Συνήθως ο αεροχείμαρρος έχει μήκος χιλιάδες ναυτικά μίλια, πλάτος εκατοντάδες μίλια και πάχος μερικές χιλιάδες πόδια. Το κέντρο του, όπου υπάρχουν και οι δυνατότεροι άνεμοι ονομάζεται "πυρήνας του αεροχειμάρρου". Η ταχύτητα του ανέμου είναι τουλάχιστον 60 Κόμβοι, οι μέσες ταχύτητες είναι 120 - 160 Κόμβοι και έχουν παρατηρηθεί ακραίες περιπτώσεις μέχρι και 350 Κόμβοι. Οι αεροχείμαρροι αναπτύσσονται όπου υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις θερμοκρασίες πάνω από μια σχετικά μικρή οριζόντια απόσταση και δια μέσου αρκετών χιλιάδων ποδών στη κατακόρυφο δηλαδή κύρια μεταξύ θερμών και ψυχρών μαζών αέρα.

Αίθρια μέρα (Clear Sky) Όταν η νέφωση κατά την ώρα των παρατηρήσεων είναι μικρότερη από το 10% της επιφάνειας του ουρανού.

Ακτινοβολία Ηλίου (Sun radiation) Η εκπομπή της ηλεκτρομαγνητικής και της σωματιακής ακτινοβολίας του ήλιου.

Ακραίες τιμές (Extreme values) Οι μεγαλύτερες και οι μικρότερες τιμές των μετεωρολογικών στοιχείων

Αληγείς άνεμοι (Trade winds) Είναι οι άνεμοι που πνέουν από τις τροπικές ζώνες υψηλής πίεσης προς τις ισημερινές περιοχές χαμηλής πίεσης. Έχουν διεύθυνση ΒΑ στο Β. ημισφαίριο (trade winds) και ΝΑ (antitrade winds)

Άλως (Halo) Φωτεινός κύκλος με τα χρώματα της ίριδας γύρω από τον ήλιο (Ηλιακή άλω) ή το φεγγάρι (Σεληνιακή άλω) που παράγεται από τη διάθλαση του φωτός όταν προσπεράσει πάνω στους παγοκρυστάλλους των θυσανοστρωμάτων

Αλκυονίδες Μέρες (Halcyon Days) Οι Αρχαίοι Έλληνες είχαν παρατηρήσει τις λίγες μέρες καλοκαιρίας που παρουσιάζονται το χειμώνα. Είναι μέρες ηλιόλουστες χωρίς σύννεφα και ανέμους. Η ονομασία τους προήλθε από τις αλκυόνες που τις μέρες αυτές γεννούν.

Ανατάραξις (Turbulence) Διαταραχή που οφείλεται στις κινήσεις συνεχούς μεταβολής και ακανόνιστους κινήσεις του αέρα

Αναστροφή / Αντιστροφή θερμοκρασίας (Inversion) Όταν η θερμοκρασία του αέρα αυξάνεται με το ύψος μέσα σ' ένα στρώμα. Η αναστροφή συχνά εμφανίζεται κοντά στο έδαφος σε καθαρές κρύες νύχτες όταν ο άνεμος είναι ελαφρύς. Το έδαφος ακτινοβολεί και ψύχεται πολύ περισσότερο απ' ότι ο υπερκείμενος αέρας. Ο αέρας που είναι σε επαφή με το έδαφος γίνεται πιο κρύος ενώ η θερμοκρασία μερικές εκατοντάδες πόδια πιο πάνω αλλάζει πολύ λίγο. Έτσι η θερμοκρασία αυξάνεται με το ύψος. Αναστροφές μπορούν να συμβούν σε κάθε ύψος όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές. Για παράδειγμα ένα ρεύμα ζεστού αέρα που περνά ψηλά πάνω από κρύο αέρα κοντά στην επιφάνεια δημιουργεί μια αναστροφή θερμοκρασίας. Περιορισμός της ορατότητας, όπως ομίχλη, αχνός ή χαμηλά σύννεφα μέσα ή κάτω από χαμηλές αναστροφές είναι συνηθισμένα φαινόμενα...

Ανεμογράφος (Anemograph) Το όργανο που καταγράφει συνεχώς πάνω σε χάρτινη ταινία τη διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου.

Ανεμοδείκτης (Windvane) Απλή συσκευή που προσδιορίζει τη διεύθυνση του ανέμου

Ανεμομετρική κλίμακα (Beaufort scale) Κατασκευάστηκε από τον Μπωφόρ. Είναι αυθαίρετη κλίμακα στην οποία οι ενδείξεις της δύναμης των ανέμων παρουσιάζονται με του αριθμούς από 1-12. Χρησιμοποιείται για την προσωπική εκτίμηση της δύναμης του ανέμου και των αποτελεσμάτων του.

Ανεμόμετρο (Anemometer) Όργανο που μετρά την ταχύτητα του ατμοσφαιρικού αέρα που ρέει γενικά παράλληλα προς το έδαφος. Άνεμος (Wind): Είναι η φυσική κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα που ρέει γενικά παράλληλα προς το έδαφος.

Άνεμος βαροβαθμίδας (Gradient Wind) Είναι συνισταμένη τριών δυνάμεων της βαροβαθμίδας της εκτροπικής δυνάμεως (ή γεωστροφικής ή δύναμης Coriolis) και της φυγοκέντρου δυνάμεως.

Άνεμοστρόβιλος (Whirlwind) Μικρή δίνη ανέμου περιστρεφόμενη γύρω από πυρήνα χαμηλής πίεσης. Συνήθως οι ανεμοστρόβιλοι παρατηρούνται μέχρι ύψος μερικών εκατοντάδων μέτρων. Όταν σχηματίζονται στην έρημο προκαλούν θύελλες κονιορτού.

Ανοδικό ρεύμα (Updraft) Ρεύμα αέρος κινούμενο προς τα επάνω.

Αντικυκλώνας (High / Anticyclone) Μια μεγάλη περιοχή (ή σύστημα υψηλών πιέσεων του αέρα), στην οποία ο άνεμος κινείται ελικοειδώς από το κέντρο προς τα έξω. Οι άνεμοι στο Β. ημισφαίριο έχουν κίνηση κατά τη διεύθυνση των δεικτών του ρολογιού και στο Ν. ημισφαίριο αντίθετη προς την κίνηση των δεικτών του ρολογιού. Η ατμοσφαιρική πίεση αυξάνει από την περιφέρεια προς το κέντρο.

Απόλυτος θερμοκρασία (Absolute Temperature) Η θερμοκρασία που μετράται με την κλίμακα Κέλβιν του απόλυτου μηδενός (-273 Α).

Αποτέλεσμα θερμοκηπίου (Greenhouse effect) Η ικανότητα της ατμόσφαιρας να δέχεται μεγάλες ποσότητες μικρού μ.κ. ακτινοβολίας, η οποία θερμαίνει τη γη, ενώ παγιδεύει την μεγάλο μ.κ. ακτινοβολία.

Άστραπή (Lighting) Είναι ο ηλεκτρικός σπινθήρας της ηλεκτρικής εκκένωσης που παράγεται μεταξύ δύο νεφών. Αν όμως ο ηλεκτρικός σπινθήρας γίνει μεταξύ νέφους και εδάφους τότε καλείται κεραυνός.

Άσυνέχεια (Discontinuity) Μια μεταβατική ζώνη μεταξύ δύο διαφορετικών αερίων μαζών.

Άτλας νεφών (Cloud Atlas) Περιλαμβάνει εικόνες από σύννεφα διαφόρων κατηγοριών, που είναι ταξινομημένα με τα διεθνώς παραδεδομένα

Ατμόσφαιρα (Atmosphere) Ο τεράστιος φάκελος από μίγμα αερίων που περιβάλλει τη γη. Εκτός από τα συστατικά του περιέχει υδρατμούς και άλλες ξένες ουσίες.

Ατμοσφαιρική ρύπανση (Atmospheric pollution) Οφείλεται κυρίως στην προσθήκη ρύπων στην ατμόσφαιρα που απελευθερώνονται από τις καύσεις των ορυκτών καυσίμων

Ατμοσφαιρική πίεση (Atmospheric pressure) Η δύναμη που εξασκείται από την ατμόσφαιρα στη μονάδα της επιφάνειας. Είναι αποτέλεσμα του βάρους του υπερκείμενου αέρα. Ισούται με 1,05 χιλιόγραμμα για κάθε 1 cm² στην επιφάνεια της θάλασσας, δηλαδή σε ύψος μηδέν μέτρα. Στην μετεωρολογία η πίεση δίνεται σε εκτοπασκάλ (hPa), παλιότερα σε μιλιμπάρ (millibars) ή ίντσες υδραργύρου (in Hg). Η μέση τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης στο επίπεδο της θάλασσας είναι 1013,25 hPa.

Αύρες (Land and Sea breeze, etc.) Είναι γενικά τοπικοί άνεμοι μέτριας έντασης και οφείλονται στην ανοδική μεταφορά του αέρα. Παρατηρούνται τη μέρα ή τη νύκτα. Τη μέρα πνέει η θαλάσσια αύρα και τη νύκτα η απόγειος αύρα. Στους ανέμους αυτούς υπάγονται επίσης η αύρα κοιλάδων, ορέων κ.λ.π.

Αυχένας (Col) Είναι η περιοχή που βρίσκεται μεταξύ δύο υφέσεων και δύο αντικυκλώνων που έχουν σταυροειδή διάταξη.

Αχλός υγρός (Mist) Είναι ομίχλη, δηλαδή σύννεφο που σχηματίζεται πολύ κοντά στην επιφάνεια της γης και που επιτρέπει ορατότητα 1-2 χλμ.

Αχλός ξηρός (Haze) Ομίχλη με ορατότητα μεγαλύτερη από 2 χλμ.

Βαθμίδα (Gradient) Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να παρουσιάσει τη μεταβολή των μετεωρολογικών στοιχείων κατά την οριζόντια διεύθυνση.

Βαροβαθμίδα (Pressure gradient) Η μεταβολή της ατμοσφαιρικής πίεσης μεταξύ δύο τόπων.

Βαρογράφος (Barograph) Μεταλλικό ή υδραργυρικό όργανο που καταγράφει συνεχώς τη βαρομετρική πίεση. Τα αναγνώσματα είναι σε χιλιοστά του μέτρου ή σε inches στήλης υδραργύρου ή και σε χιλιοβαρίδες.

Βαρομετρικός θύλακας (Trough) Ισοβαρείς χαμηλής πίεσης που εισχωρούν ανάμεσα σε δύο περιοχές υψηλών πιέσεων σε σχήμα V.

Βαρομετρικός Λαιμός (COL) Είναι μια περιοχή σχεδόν ομοιόμορφης πίεσης μεταξύ δύο υψηλών και δύο χαμηλών. Δεν έχει καμιά ισοβαρική οριοθέτηση. Οι ισοβαρείς στις δύο πλευρές των χαμηλών εκατέρωθεν του λαιμού έχουν τις ίδιες τιμές ενώ οι ισοβαρείς στις πλευρές των αντικυκλώνων έχουν τις ίδιες τιμές μεταξύ τους αλλά λίγο μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των υφέσεων.

Βαρομετρική σφήνα (Wedge or Ridge) Είναι μια προεξοχή αντιστοιχούσα σε προέκταση αντικυκλώνα, η οποία συνήθως εισχωρεί ανάμεσα σε δύο υφέσεις.

Βαρογράφος (Barograph) Καταγραφικό Βαρόμετρο

Βαρόμετρο (Barometer) Όργανο για την άμεση μέτρηση της βαρομετρικής πίεσης.

Βαρόμετρο ανεροειδές (Barometer aneroid) Βαρόμετρο χωρίς υγρό. Είναι δηλαδή ένα μεταλλικό βαρόμετρο. Το κύριο χαρακτηριστικό ενός τυπικού ανεροειδούς βαρομέτρου είναι το τύμπανο που είναι κατασκευασμένο από λεπτό μέταλλο κατάλληλα επεξεργασμένο για να γίνει εύκαμπτο. Το τύμπανο είναι κενό από αέρα έτσι ώστε να ανταποκρίνεται με ευαισθησία στις αλλαγές της πίεσης. Το ένα άκρο του τυμπάνου είναι στερεωμένο ενώ το άλλο συνδέεται με ένα δείκτη που κινείται μπροστά από μια βαθμολογημένη κλίμακα πίεσης.

Βαρόμετρο υδραργυρικό (Barometer mercurial) Αποτελείται από ανοικτή λεκάνη (δεξαμενή) γεμάτη με υδράργυρο μέσα στην οποία αντιστρέφουμε και βυθίζουμε σωλήνα ανοικτό από τη μια πλευρά γεμάτο επίσης με υδράργυρο. Το μήκος της στήλης του Υδραργύρου αντιστοιχεί στην ατμοσφαιρική πίεση και κάθε μεταβολή της πίεσης μεταβάλλει την στήλη του υδραργύρου.

Βερνιέρος (Vernier) Ειδική κλίμακα για τη μέτρηση κλασμάτων υποδιαίρεσεων μιας κλίμακας.

Βιομετεωρολογία (Biometeorology) Είναι το κεφάλαιο της Μετεωρολογίας που ασχολείται με τις σχέσεις της ατμόσφαιρας και των λειτουργιών της ζωής.

Βροντή (Thunder) Είναι ο θόρυβος που δημιουργήθηκε από την απότομη διαστολή του αέρα, που απότομα θερμαίνεται, όταν δια μέσου αυτού περνά η αστραπή.

Βροχή (Rain) Συμπύκνωση των υδρατμών σε υδροσταγονίδια και η συνένωση αυτών σε μεγαλύτερα σταγονίδια που κατόπιν πέφτουν λόγω του βάρους τους.

Βροχή ασθενής (Light Rain) Σταγόνες ύδατος μικρής ποσότητας αλλά λίγο μεγαλύτερες των ψεκάδων.

Βροχόμετρο (Rain gauge) Μετρά τα υδατώδη κατακρημνίσματα υγρά ή στερεά για κάποιο χρονικό διάστημα.

Βροχόμετρα Αυτογραφικά (Rain recorder) Μετρούν το ύψος της βροχής και προσδιορίζουν την ένταση, καθώς και την έναρξη και λήξη της βροχής.

Γεωστροφικός άνεμος (Geostrophic wind) Ο άνεμος που δημιουργείται από τη δύναμη της πίεσης και την εκτροπική δύναμη (ή γεωστροφική δύναμη) που οφείλεται στην περιστροφή της γης. Είναι οριζόντιος και η έντασή του εξαρτάται από την απόσταση των ισοβαρών. Πάνω από το στρώμα τριβής και ειδικότερα πάνω

από ωκεανούς ή μεγάλες θάλασσες ο Γεωστροφικός άνεμος πλησιάζει το πραγματικό. Ο Γεωστροφικός Άνεμος όσο ανεβαίνουμε στη τροπόσφαιρα αντιστρέφεται και ενισχύεται μέχρι την Τροπόπαυση.

Γήινη Ακτινοβολία (Terrestrial Radiation) Ακτινοβολία μεγάλου μ.κ. (χαμηλής συχνότητας), που εκπέμπεται από την επιφάνεια της γης.

Γραμμή Θύελλας (Linesquall) Μια εκτεταμένη γραμμή η ζώνη μήκους 150 χλμ., που μεταφέρει όλες τις καιρικές δραστηριότητες, καταιγίδες κλπ.

Γήινος Μαγνητισμός (Terrestrial magnetism) Η γη μοιάζει σαν ένας τεράστιος μαγνήτης. Η διανομή της μαγνητικής δύναμης στην επιφάνεια της είναι περίπου όπως μια ομοιόμορφη μαγνητισμένη σφαίρα, αλλά με κλίση του μαγνητικού άξονα κατά 10° ή 12° .

Διάρκεια Ηλιοφάνειας (Duration of sunshine) Ο αριθμός των ωρών, ημέρας, μηνός ή έτους που ο ήλιος ήταν τόσο έντονος, ώστε να κάψει ειδική ταινία από χαρτί χωρισμένη σε ώρες, μέσω συγκέντρωσης των ακτίνων με γυάλινη σφαίρα.

Διασκορπισμός / Διασκεδασμός (Diffusion) Το αποτέλεσμα της διάχυσης του φωτός, όταν προσπίπτει επάνω στα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας.

Διατάραξη ή Δίνη (Eddy) Ονομασίες που δίνονται στις ακανόνιστες κινήσεις των ρευστών.

Διατμητικός άνεμος (Wind shear) Απότομη τοπική και χρονική μεταβολή της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου.

Δρόσος (Dew) Σταγόνες νερού που σχηματίζονται στα φύλλα, τη χλόη και άλλα αντικείμενα του εδάφους, όταν η θερμοκρασία του αέρα που τα περιβάλλει σε αίθρια νύχτα και με άπνοια κατέβει κάτω του σημείου κόρου ή του σημείου δρόσου.

Εξάτμιση (Evaporation) Η διεργασία, κατά την οποία τα μόρια του νερού (είτε βρίσκονται σε υγρά είτε στερεά κατάσταση) διαφεύγουν από την επιφάνειά τους στον ελεύθερο αέρα υπό τη μορφή των αόρατων υδρατμών.

Εξατμισόμετρο (Evaporimeter) Όργανο με το οποίο μετράται η ποσότητα του εξατμιζόμενου νερού στη διάρκεια του χρόνου που έγινε η εξάτμιση.

Εξώσφαιρα (Exosphere) Είναι η περιοχή της ατμόσφαιρας που βρίσκεται πάνω από τη θερμόσφαιρα και επεκτείνεται μέχρι του κοσμικού διαστήματος, με το οποίο και αναμιγνύεται.

Επιφάνεια ασυνέχειας / Μετωπική επιφάνεια (Discontinuity Surface) Η συνοριακή επιφάνεια που χωρίζει δύο μάζες αέρος, που διαφέρουν μεταξύ τους κατά την πυκνότητα, τη θερμοκρασία, την υγρασία και τον άνεμο.

Ετήσιοι άνεμοι (μελτέμια) (Etesian winds) Παρατηρούνται στους θερμούς μήνες του χρόνου στο Αιγαίο Πέλαγος και γενικά την ανατολική λεκάνη της Μεσογείου. Πνέουν από ΒΑ-ΒΔ ή και από Δ διευθύνσεις, από τις αρχές Μαΐου μέχρι του Ιουλίου με μικρή συχνότητα και ένταση και από τις αρχές Ιουλίου μέχρι τέλους Οκτωβρίου με μεγαλύτερη συχνότητα και ένταση. Από το 2ο δεκαήμερο του Ιουλίου μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου έχουν τη μεγαλύτερη συχνότητα και ένταση.

Εύρος στοιχείου (Amplitude of Element) Η διαφορά μεταξύ μεγαλύτερου και μικρότερου αναγνώσματος ενός μετεωρολογικού στοιχείου.

Ζώνες Van Allen (Van Allen belts) Ζώνες ακτινοβολίας που αποτελούνται από σωματίδια με μεγάλο φορτίο ηλεκτρισμού που παγιδεύτηκαν από το γήινο μαγνητικό πεδίο.

Ηλιακή σταθερά (Solar Constant) Είναι το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται η μονάδα της επιφάνειας σε ένα λεπτό κάθετα προς τις ηλιακές ακτίνες στα όρια της ατμόσφαιρας και στη μέση απόσταση ήλιου-γης.

Ηλιογράφος (Sunshine Recorder) Όργανο που καταγράφει τη διάρκεια της ηλιοφάνειας.

Ημέρα υετού Είναι η ημέρα ψεκάδων. Αρχίζει κανονικά την 8ω και διαρκεί 24 ώρες και κατά την οποία έπεσαν 0,2mm βροχής.

Ημέρα χιονιού Είναι οποιαδήποτε ημέρα που υπολογίζεται από μεσονύκτιο σε μεσονύκτιο και κατά την οποία έπεσε χιόνι.

Θαλάσσια αέρια μάζα (Maritime air masse) Μια σχετικά υγρή αέρια μάζα που δημιουργήθηκε πάνω σε μια μεγάλη περιοχή ωκεανού ή θάλασσας.

Θεοδόλιχος (Theodolite) Όργανο για την παρακολούθηση των ανεμοβολήσεων, της μέτρησης, της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου σε ελεύθερη ατμόσφαιρα. Χρησιμοποιείται ακόμη και για τον προσδιορισμό του ύψους της βάσης των νεφών

Θερμής (Caloric) Μονάδα θερμότητας. Είναι το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για να ανυψωθεί ένα γραμμάριο ύδατος από 14,5° σε 15,5° C.

Θερμοβαθμίδα (Lapse-rate) Η ελάττωση της θερμοκρασίας με το ύψος. Σε μέσες ατμοσφαιρικές συνθήκες αντιστοιχεί με 0,6° ελάττωση περίπου, σε κάθε 100 μέτρα άνοδο.

Θερμογράφος (Thermograph) Καταγραφικό θερμόμετρο.

Θερμοκρασία (Temperature) Ο βαθμός θέρμανσης ή ψύξης που μετρήθηκε με ένα θερμόμετρο. Πέφτει όσο αυξάνει το ύψος 6,5°C / 1000 μέτρα μέχρι τους -56,5° C, στα 11000 μέτρα. από τα 11 χιλιόμετρα μέχρι τα 20 χιλιόμετρα η θερμοκρασία παραμένει σταθερή στους -56,5° C. Από τα 20 χιλιόμετρα μέχρι τα 32 χιλιόμετρα ύψος η θερμοκρασία αυξάνει 1°C / 1000 μέτρα

Θερμόμετρο (Thermometer) Όργανο για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας των σωμάτων.

Θερμό μέτωπο (Warm Front) Η γραμμή σύνορο μεταξύ θερμού αέρα που προχωρεί και μιας μάζας ψυχρού αέρα, πάνω από την οποία ο θερμός αέρας ανυψώνεται.

Θερμόπαυση (Thermopause) Είναι η διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ θερμόσφαιρας και εξώσφαιρας.

Θερμόσφαιρα (Thermospere) Το στρώμα της ατμόσφαιρας, το οποία αρχίζει από τη Μεσόπαυση και στο οποίο η θερμοκρασία συνεχώς αυξάνει μέχρι των ανωτάτων ορίων της 400-500 χλμ. περίπου.

Θυελλώδης Άνεμος (Gale) Θύελλα. Άνεμος μεγάλης έντασης που αντιστοιχεί στην κλίμακα Μπωφόρ 8 και άνω

Ιονόσφαιρα (Ionosphere) Η περιοχή της ατμόσφαιρας, η οποία αρχίζει κυρίως από ύψος των 400-500 χλμ. και φθάνει μέχρι τα ανώτατα όρια της ατμόσφαιρας. Περιέχει ηλεκτρικώς φορτισμένα σωματίδια, τα ιόντα.

Ισαλλοβαρείς (Isallobars) Οι γραμμές που ενώνουν τόπους με την ίδια βαρομετρική τάση.

Ισοβαρής (Isobars) Η γραμμή στο χάρτη που ενώνει σημεία η θέσεις, που έχουν την ίδια βαρομετρική πίεση κατά την αυτή χρονική στιγμή και εκφράζεται σε χιλιοβαρίδες (Millibars).

Ισόθερμος (Isotherm) Η γραμμή στο χάρτη που ενώνει σημεία με την ίδια θερμοκρασία του αέρα κατά την αυτή χρονική στιγμή και εκφράζεται σε βαθμούς Κελσίου ή Φαρενάιτ.

Ισοϋψείς (Contours) Οι γραμμές που συνδέουν σημεία με ίσα ύψη στο χάρτη, με καθορισμένα διαστήματα π.χ. κάθε 60 μέτρα. Το σύστημα χάραξης τέτοιων γραμμών επιλέχθηκε διότι το πραγματικό ύψος μιας σταθερής τιμής πίεσης αλλάζει από μέρα σε μέρα και από τόπο σε τόπο. Τα ύψη καταγράφονται σε πίνακα για σταθερή τιμή πίεσης και έχουν ποικίλες τιμές. Η βασική μέθοδος σχεδιασμού στους χάρτες ανώτερης ατμόσφαιρας είναι να υπολογισθούν τα αληθινά ύψη στην επιθυμητή πίεση.

Καθοδικό Ρεύμα (Downdraught) Ρεύμα αέρα κινουμένου προς τα κάτω. Κανόνας BUYS - BALLOT: Είναι ένας πρακτικός κανόνας που λέει ότι: " Στο Βόρειο Ημισφαίριο παρατηρητής στραμμένος προς τη διεύθυνση του ανέμου έχει τις χαμηλές πιέσεις δεξιά και λίγο πίσω και τις υψηλές πιέσεις αριστερά και λίγο μπροστά.

Κανονική Ατμόσφαιρα (Standard Atmosphere) Διεθνώς στην Κανονική Ατμόσφαιρα δέχονται θερμοκρασία 15°C, πίεση 1013,2 χιλιοβαρίδες, θερμοβαθμίδα 6,5°C ανά χιλιόμετρο μέχρι το ύψος των 11χλμ. από τη στάθμη της θάλασσας. Πάνω από το ύψος αυτό η θερμοκρασία θεωρείται σταθερή και είναι ίση με -56,5°C.

Καταβατικοί Άνεμοι (Katabatic Winds) Είναι οι άνεμοι θερμοί και ξηροί που πνέουν στις υπήνεμες πλαγιές των βουνών και έχουν σαν γενική ονομασία άνεμοι τύπου Foehn. Σε κάθε χώρα έχουν και διαφορετική ονομασία.

Κατακόρυφη θερμοβαθμίδα (Lapse Rate) Είναι ο ρυθμός ελάττωσης της θερμοκρασίας σε σχέση με το ύψος. Συμβολίζεται με το γράμμα "γ" και μετριέται σε °C / 1000 m ή °C / 1000/

Καταιγίδες (Thunderstorms) Είναι τα περισσότερο εντυπωσιακά και βίαια φαινόμενα της φύσης. Οφείλονται στους σωρειτομελανίτες. Χαρακτηριστικά των καταιγίδων είναι οι ραγδαίες διαλείπουσες βροχές, που συνοδεύονται από χαλάζι, βίαιες ριπές ανέμων και από αστραπές και βροντές.

Καπνομίχλη (Smog) Είναι μίγμα αιθάλης (καπνιές) και ομίχλης.

Κεραυνός (Thunderbolt) Βλέπε αστραπή

Κλίμα (Climate) Οι μέσες καιρικές καταστάσεις που υπολογίστηκαν για μια μεγάλη περίοδο 30 ετών και άνω σε έναν τόπο.

Κλιματολογία (Climatology) Ο κλάδος της Μετεωρολογίας που μελετά τα κλίματα του πλανήτη μας και τους παράγοντες που τα καθορίζουν.

Κόμβος (Knot) 1 ναυτικό μίλι/ώρα

Κονιορτός (Dust) Γενικός όρος που αναφέρεται σ' όλες τις λεπτές προσμίξεις που περιέχει ο αέρας όπως η σκόνη του εδάφους, η γύρη, το αλάτι, τα βακτηρίδια κ.λπ.

Κονιορτοστρόβιλος (Dustdevil) Ανεμοστρόβιλος που σχηματίστηκε λόγω μεγάλων ανοδικών κινήσεων πάνω από αμμώδη περιοχή και μεταφέρει προς τα πάνω κονιορτό.

Κορεσμός (Saturation) Ο όρος αναφέρεται σε ορισμένο όγκο αέρα, που η χωρητικότητά του συμπληρώνεται με υδρατμούς, χωρίς να μπορεί να απορροφήσει περισσότερους.

Κυανό χρώμα του ουρανού (Blue of the sky) Οφείλεται στη διάχυση των κυανών ακτίνων του ηλιακού φωτός που προσπίπτουν επί των μορίων και των άλλων σωματιδίων της ατμόσφαιράς.

Κυκλώνας (Hurricane-Typhoon) Βλέπε Ύφεση

Λαίλαπα (Squall) Ισχυρός άνεμος που πνέει αιφνίδια. Διαρκεί λίγα λεπτά και σταματά σχετικά απότομα.

Λίβας ή Γαρμπής Άνεμοι νοτιοδυτικοί θερμοί και ξηροί

Μικρό καλοκαιράκι του Αγ. Δημητρίου Είναι μια σειρά ωραίων και ζεστών ημερών που συνήθως παρατηρούνται τον Οκτώβρη

Μαΐστρος ή Σκίρων (Mistral) Άνεμος Βορειοδυτικός

Μάτι θυέλλης (Eye of Storm) Η κεντρική ήσυχη περιοχή τροπικού κυκλώνα

Μάζα Αέρος η Αντικυκλώνας (Air Mass or Anticyclone) Ένα τεράστιο "σώμα" της ατμόσφαιρας εντός της τροπόσφαιρας που παρουσιάζει οριζόντια ομοιογένεια μετεωρολογικών στοιχείων.

Μαργαρώδη νέφη (Nacreous Clouds) Σύννεφα που βρίσκονται σε ύψος 25 χλμ περίπου. Είναι σπάνια και μοιάζουν τα θυσανοστρώματα ή θυσάνους.

Μεσόπαυση (Mesopause) Είναι η διαχωριστική ζώνη μεταξύ Μεσόσφαιρας και Θερμόσφαιρας.

Μεσόσφαιρα (Mesosphere) Είναι το στρώμα της ατμόσφαιρας που βρίσκεται πάνω από την Στρατόπαυση και φθάνει μέχρι το ύψος των 80-85 χλμ. Η θερμοκρασία στη Μεσόσφαιρα ελαττώνεται συνεχώς μέχρι τη Μεσόπαυση και φθάνει έως -90°C και ακόμη χαμηλότερα

Μεταφορά Κατακόρυφη (Convection) Η θερμότητα μεταφέρεται με ανοδική κίνηση του αέρα.

Μεταφορά Οριζόντια (Advection) Μεταφορά της θερμότητας με οριζόντια κίνηση του αέρα.

Μετεωγράφος (Meteograph) Αυτογραφικό όργανο που μας δίνει την αυτόματη καταγραφή δύο η περισσότερων μετεωρολογικών στοιχείων, συνήθως της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της πίεσης.

Μετεωρολογία (Meteorology) Η επιστήμη της Ατμόσφαιρας. Ασχολείται με τη συμπεριφορά και τη κίνηση της ατμόσφαιρας.

Μετεωρολογικός Κλωβός (Instrument Shelter) Αποτελείται από ξύλινο κυκλιδωτό στέγαστρο και στηρίζεται σε ξύλινη βάση, που απέχει από το έδαφος 1,20 μ. Η κατασκευή του είναι τέτοια ώστε τα όργανα που βρίσκονται μέσα σ' αυτόν να προφυλάσσονται από τη βροχή και να μην επηρεάζονται από τις ηλιακές ακτίνες. Μέσα στον Κλωβό ο ατμοσφαιρικός αέρας κυκλοφορεί ελεύθερος. Η πόρτα του πρέπει να βλέπει προς βορρά.

Μέτωπο (Front) Μια ζώνη σύνορο ή μια ζώνη ασυνέχειας μεταξύ δύο αερίων μαζών με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Τα σύνορα όταν τέμνονται στο έδαφος λέγονται μέτωπα επιφάνειας

Μουσσώνες (Monsoons) Μια σειρά από χαρακτηριστικούς εποχικού ανέμους, που οφείλονται στη διαφορά των θερμοκρασιών μεταξύ ξηράς και θάλασσας.

Νεφοσκόπια (Nephoscopes) Όργανα με τα οποία προσδιορίζουμε τη διεύθυνση και μετράμε την ταχύτητα των ανέμων, σε συνδυασμό με την διεύθυνση και την ταχύτητα, με την οποία κινούνται τα σύννεφα.

Νηνεμία / Άπνοια (Calm) Όταν ο αέρας είναι τόσο ήσυχος και η στήλη καπνού ανεβαίνει κατ' ευθείαν προς τα πάνω. Στη κλίμακα Μπωφόρ αντιστοιχεί με μηδέν.

Νυχτερινά νέφη (Noctilucent Clouds) Παρατηρούνται κυρίως στις βόρειες περιοχές των μέσων πλατών και των δύο ημισφαιρίων, πάντοτε το καλοκαίρι και μερικές φορές και σε άλλους μήνες. Βρίσκονται σε ύψος 80 χλμ. περίπου ή φαίνονται κατά το λυκαυγές και λυκόφως. Πιθανόν να αποτελούνται από παγοκρυστάλλους.

Ξηρή κατακόρυφη αδιαβατική θερμοβαθμίδα Είναι η ψύξη χωρίς την επίδραση του περιβάλλοντος. Ισούται με 1°C για κάθε 100 μέτρα ανύψωσης σε ξηρό αέρα, δηλαδή σε αέρα που δεν είναι κορεσμένος με υδρατμούς.

Όζον (Ozone) Αλλότροπος μορφή του οξυγόνου. Οι φασματοσκοπικές έρευνες φανερώνουν ότι υπάρχει ελάχιστο στην ατμόσφαιρα κοντά στο έδαφος και σχετικά άφθονο στο ύψος 15-35 χλμ.

Όμβρος (Shower) Είναι βροχή μικρής διάρκειας, συνήθως 10 λεπτών και μερικές φορές μισής ώρας. Η περίοδος μεταξύ όμβρων χαρακτηρίζεται με ουρανό αίθριο.

Ομίχλη (Fog) Σύννεφο που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της γης. Αποτελείται από μικρότατα αιωρούμενα σταγονίδια νερού.

Ομίχλη ακτινοβολίας Ευνοϊκές συνθήκες για το σχηματισμό μιας τέτοιας ομίχλης είναι: Ο ασθενής άνεμος, ο αίθριος ουρανός και η μεγάλη υγρασία. Αυτές οι συνθήκες δημιουργούνται με αντικυκλώνα και νοτιά. Πέφτοντας η θερμοκρασία από το απόγευμα και μετά μπορεί να φτάσει την τιμή του σημείου δρόσου. Μ' αυτόν τον τρόπο δημιουργείται υγρασία, κι έτσι η ομίχλη αναπτύσσεται προοδευτικά. Μπορεί να φτάσει 3000 πόδια πάχους. Η ομίχλη ακτινοβολίας μπορεί να σχηματιστεί μετά τη δύση του ηλίου, αλλά τη στιγμή της ελάχιστης θερμοκρασίας έχει τη μεγαλύτερη ανάπτυξη. Αυτή η ελάχιστη τιμή επιτυγχάνεται μια ή δύο ώρες μετά την ανατολή του ηλίου. Το χειμώνα, αν η θέρμανση απ' τον ήλιο δεν είναι αρκετή, η ομίχλη είναι δυνατό να παραμείνει όλη μέρα. Γύρω από τα βιομηχανικά κέντρα, η ομίχλη μπορεί να ενωθεί με καπνούς και να διαρκέσει αρκετά.

Ομίχλη εξάτμισης Σχηματίζεται όταν ψυχρός αέρας κινείται πάνω από θερμή υδάτινη επιφάνεια. Τότε συμβαίνει ταχεία εξάτμιση, κορεσμός του ψυχρού αέρα και σχηματισμός ομίχλης. Παρατηρείται πάνω από ποτάμια και λίμνες το Φθινόπωρο στα μέσα πλάτη.

Ομίχλη μεταφοράς Δημιουργείται με ασθενή και σταθερό άνεμο ή με την κίνηση μιας μάζας ζεστού και υγρού αέρα πάνω από κρύο έδαφος. Ο αέρας παγώνει όταν έρχεται σε επαφή με αυτή την επιφάνεια με αποτέλεσμα τη συμπύκνωση των υδρατμών. Αυτές οι συνθήκες δημιουργούνται στο νότιο μέρος μερικών ζεστών τομέων, όταν οι πιέσεις είναι υψηλές. Η έκταση της ομίχλης καταλαμβάνει μια σημαντική επιφάνεια (μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα) και πρέπει να περιμένουμε το πέρασμα του κρύου μετώπου, δηλαδή μια ολική αλλαγή της κατάστασης για να εξαφανιστεί η ομίχλη.

Ομίχλη μετωπική Σχηματίζεται όταν βροχή ή ψεκάδες εξατμίζονται περνώντας κυρίως από θερμό μέτωπο. Τότε αυξάνεται η υγρασία και δημιουργούνται εκτεταμένες ομίχλες.

Ομίχλη ορέων Η ομίχλη αυτή σχηματίζεται στις πλαγιές των βουνών σαν αποτέλεσμα κίνησης υγρού ευσταθούς αέρα που ψύχεται με την άνοδό του στην πλαγιά του βουνού. Είναι συνηθισμένη στις ανατολικές και δυτικές πλαγιές των βουνών της Ελλάδας.

Οπές αέρος (Air pockets) Είναι περιοχές από αέριες μάζες που κατεβαίνουν. Όταν τα αεροπλάνα τις συναντήσουν χάνουν ύψος και πολλές φορές απότομα.

Οπτική Έκταση Διαδρόμου (Runway Visual Range - RVR) Η απόσταση στην οποία ο πιλότος ενός αεροπλάνου μπορεί να δει τα φώτα που καθορίζουν τους διαδρόμου ενός αεροδρομίου. Δίνεται στα Μετεωρολογικά Τηλεγραφήματα / METAR

Ορατότητα (Visibility) Η μεγαλύτερη απόσταση στον ορίζοντα, προς την οποία μπορούμε να αναγνωρίσουμε ένα αντικείμενο με τη βοήθεια του ματιού μόνο. Η ορατότητα οριζοντίου επιπέδου εκτιμάται από τον μετεωρολόγο σε μέτρα ή χιλιόμετρα.

Όργανα Μέτρησης Βάσης Νεφών (Ceilometers) Όργανα που χρησιμοποιούνται στα αεροδρόμια από τους μετεωρολόγους μια και η γνώση της βάσης των νεφών είναι σημαντική για την προσέγγιση και τις στροφές των αεροσκαφών στον κύκλο του αεροδρομίου.

Οριζόντια Εκτρεπτική Δύναμη (Coriolis) Όταν ένα σώμα κινείται πάνω σε μια επιφάνεια που περιστρέφεται, τότε επί του σώματος ασκείται φαινομενική δύναμη που ειδικά για την περιστροφή της γης ονομάζεται δύναμη CORIOLIS. Η δύναμη αυτή ενεργεί στη κίνηση του ανέμου κάθετα προς την ταχύτητα, οριζόντια και εκτρέπει την πορεία του προς τα δεξιά στο Βόρειο Ημισφαίριο και προς τα αριστερά στο Νότιο Ημισφαίριο.

Οροφή (Ceiling) Ορίζεται σαν "Το χαμηλότερο στρώμα νέφους με κάλυψη 5/8 ή περισσότερο".

Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (World Meteorological Organization)

Ιδρύθηκε το 1950 με σκοπό να διευκολύνει τη διεθνή συνεργασία στη λειτουργία δικτύων Μετεωρολογικών Σταθμών, την εκτέλεση και σταθεροποίηση των σχετικών παρατηρήσεων. Προάγει και διατηρεί συστήματα για τη ταχεία ανταλλαγή μετεωρολογικών στοιχείων. Ενθαρρύνει την έρευνα και την εκπαίδευση.

Πάχνη / Παγετός (Hoar Frost) Σχηματίζεται πάνω σε διάφορα αντικείμενα στο ύπαιθρο όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι κάτω του σημείου πήξεως του νερού (κάτω του μηδενός).

Πλάτη του Ίππου ή Ζώνες υποτροπικών νηνεμιών (Horse Latitudes) Βρίσκονται σε γεωγραφικό πλάτος περίπου 30°. Χαρακτηρίζονται από υψηλές πιέσεις, από ασθενείς εναλλασσόμενους ανέμους και ωραίο καιρό.

Πολική Αέρια Μάζα (Polar Air Mass) Ψυχρή αέρια μάζα που προέρχεται από τις πολικές περιοχές.

Πυρηλιόμετρα (Pyrheliometers) Όργανα καταγραφικά ή άμεσης παρατήρησης για τη μέτρηση της άμεσης ακτινοβολίας του ήλιου.

Ραδιοβολίδα (Radisonde) Ραδιοσυσκευή που στέλνεται ψηλά με ένα μικρό αερόστατο. Μετρά τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ατμοσφαιρική πίεση σε διάφορα ύψη της ατμόσφαιρας και εξαποστέλλει τις μετρήσεις στη γη αυτόματα.

Ριπή Ανέμου (Gust) Μια σχετική γρήγορη μεταβολή της έντασης του ανέμου. Οι ριπές οφείλονται στη ταραχώδη κίνηση του ανέμου από την τριβή του στο έδαφος κατά την κίνηση ρευμάτων αέρα.

Σέλας (Aurora) Είναι έγχρωμα φωτεινά φαινόμενα που παρουσιάζονται τη νύχτα στον ουρανό. Παράγονται από ηλεκτρικά φαινόμενα στα υψηλά πλάτη του Β. και Ν. ημισφαιρίου.

Σημείο Δρόσου (Dew Point) Η θερμοκρασία στην οποία συμπυκνούνται οι υδρατμοί και σχηματίζονται σταγόνες δρόσου.

Σίφωνας / Νεφοστρόβιλος (Tornado) Μια βίαιη καταστροφική θύελλα με μικρές οριζόντιες διαστάσεις.

Στέμμα (Corona) Μια σειρά από έγχρωμους δακτυλίους που περιβάλλουν τον ήλιο ή το φεγγάρι. Σχηματίζονται δια περιθλάσεως του φωτός στα υδροσταγονίδια των υψισφωρειτών (είδος νέφους). Οι δακτύλιοι του στέμματος έχουν μικρότερη διάμετρο από την Άλω. Όσο μικρότερα τα υδροσταγονίδια τόσο μεγαλύτερη η διάμετρος του στέμματος.

Στρατόσφαιρα (Stratosphere) Είναι το στρώμα του αέρα που βρίσκεται μεταξύ τροπόπαυσης και στρατόπαυσης και εκτείνεται από την τροπόπαυση μέχρι το ύψος 50-55 χλμ. Η θερμοκρασία μέχρι τα 35 χλμ. δεν παρουσιάζει σπουδαία μεταβολή. Μετά από το ύψος των 35 χλμ. αρχίζει ν' αυξάνει και στα 50-55 περίπου χλμ. η θερμοκρασία φθάνει στους +15° C

Στρωματοσφωρείτες (Stratocumulus) Γκρίζα υπόλευκα νέφη σε ασαφή σκοτεινά τμήματα και σχηματίζουν κυλινδρικό φουσκωτό στρώμα. Οι κορυφές δείχνουν τη διεύθυνση των επικρατούντων ανέμων. Σχηματίζονται από ρεύματα μεταφοράς και από ατμοσφαιρικές διαταραχές.

Συμπύκνωση (Condensation) Η διαδικασία κατά την οποία οι αόρατοι υδρατμοί μεταβάλλονται σε ορατό νερό ή σε παγοκρυστάλλους. Η θερμοκρασία στην οποία συμπυκνώνεται μια ορισμένη ποσότητα υδρατμών σε μια μάζα αέρος ονομάζεται Σημείο Δρόσου ή Σημείο Υγροποιήσεως.

Συνεσφιγμένο Μέτωπο (Occluded Front) Η γραμμή σύνορο που πραγματοποιείται επί του εδάφους όταν το ψυχρό μέτωπο ανέλθει πάνω σ' ένα θερμό μέτωπο.

Συνοπτικός Χάρτης (Synoptic map) Ο χάρτης που δίνει περιληπτικά τη διανομή των μετεωρολογικών συνθηκών μια μεγάλης περιοχής σε δεδομένη στιγμή.

Σύσφιγξη (Occlusion) Όταν το ψυχρό μέτωπο φθάσει το προπορευόμενο θερμό μέτωπο, ο κοινός θερμός αέρας εκτοπίζεται προς τα πάνω και οι δύο ψυχρές μάζες παρ' όλο που ανήκουν στον ίδιο τύπο, δεν έχουν ακριβώς τις ίδιες ιδιότητες και ένα μέτωπο σχηματίζεται μεταξύ τους. Αυτό ο τύπος του μετώπου καλείται "Σύσφιγξη". Αν ο προπορευόμενος ψυχρός αέρας του θερμού μετώπου είναι ψυχρότερος από τον αντίστοιχο του ψυχρού μετώπου, τότε η σύσφιγξη ονομάζεται θερμή ενώ στην αντίθετη περίπτωση ονομάζεται ψυχρή σύσφιγξη.

Σφήνα έξαρσης (Ridge) Ονομασία που δίνεται σ' ένα σύστημα πίεσης που οι ισοβαρείς γύρω από ένα υψηλό επιμηκύνονται έτσι ώστε η πίεση κατά μήκος του άξονα της σφήνας είναι μεγαλύτερη απ' ότι στις δύο πλευρές της. Αντίθετα με τη σφήνα ύφεσης, στη σφήνα έξαρσης δεν εμφανίζονται V σχήματα αλλά είναι πάντοτε ομαλές καμπύλες

Σχετική υγρασία (Relative Humidity) Η σύγκριση του ποσού των υδρατμών ορισμένου όγκου ατμοσφαιρικού αέρα, προς το μεγαλύτερο δυνατό ποσό υδρατμών που μπορεί να συγκρατήσει την ώρα που γίνεται η παρατήρηση. Εκφράζεται επί τοις εκατό.

Σχιστομελανίτες (Fracto nimbes) Μαύρα σύννεφα σαν ράκη που παρασύρονται από ισχυρούς ανέμους.

Σωρειτομελανίτες (Cumulonimbus) Είναι πυκνά και βαριά σύννεφα μεγάλης, βίαιας, κατακόρυφης ανάπτυξης. Μοιάζουν με βουνά ή πελώριους πύργους. Η κορυφή τους είναι συνήθως των θυσάνων ή εκτινάσσονται δια μέσου της τροπόπαυσης. Η κορυφή του αποτελείται από μικροσκοπικούς παγοκρυστάλλους. Περιέχουν τρομακτική ποσότητα νερού. Μπορούν να διασκορπίσουν μισό εκατομμύριο τόνους νερού σε 15 χλμ²...

Τίρος (Tiros Satellite) Μια σειρά από μετεωρολογικούς δορυφόρους εξοπλισμένους με όλα τα μετεωρολογικά όργανα. Βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη γη. Το ίδιο όνομα έχουν και μερικά πουλιά του καιρού.

Τραμουντάνα (Tramontana) Άνεμος βόρειος και ξηρός. Ονομασία τοπική που συνηθίζεται στη Μεσόγειο

Τροπική αέρια Μάζα (Tropical Air Mass) Θερμή αέρια μάζα που προέρχεται από τροπικές περιοχές.

Τροπόπαυση (Tropopause) Είναι το διαχωριστικό όριο μεταξύ τροπόσφαιρας και στρατόσφαιρας. Παρουσιάζει κλίση από τον Ισημερινό προς τους πόλους. Χωρίζεται σε τρία κυρίως μέρη που βρίσκονται σε διαφορετικό ύψος και είναι τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο, χωρίς να εφάπτονται. Η θερμοκρασία στην τροπόπαυση κυμαίνεται από -50°C έως -80°C.

Τροπόσφαιρα (Troposphere) Το κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας που επεκτείνεται από την επιφάνεια της γης μέχρι την τροπόπαυση. Έχει πάχος κατά μέσο όρο 10 χλμ. στους πόλους και 20 χλμ. στον Ισημερινό. Η θερμοκρασία στην τροπόσφαιρα συνήθως ελαττώνεται με το ύψος. Είναι το στρώμα όπου συμβαίνουν όλα τα φαινόμενα του καιρού.

Τροπικοί Κυκλώνες (Tropical Cyclones/Typhoons/Hurricanes) Είναι περιοχές χαμηλής βαρομετρικής πίεσης. Στο κέντρο τους υπάρχει περιοχή τέλειας νηνεμίας που είναι γνωστή ως το μάτι του κυκλώνα. Οι τροπικοί κυκλώνες είναι βίαιοι θυελλώδεις άνεμοι. Δημιουργούν γιγαντιαίες δίνες που συνοδεύονται από καταρρακτώδεις βροχές. Στην κλίμακα Μπωφόρ αντιστοιχούν στη δύναμη 12.

Υγρασία (Humidity) Το ποσό των υδρατμών που υπάρχει στην ατμόσφαιρα ονομάζουμε γενικά υγρασία. Ο όρος αυτός συνήθως αναφέρεται στη σχετική υγρασία.

Υγρό θερμομέτρο (Wet bulb) Είναι υδραργυρικό θερμομέτρο. Το δοχείο του υδραργύρου του σκεπάζεται με ύφασμα καθαρό (μουσελίνα) και διαβρέχεται με καθαρό αποσταγμένο νερό.

Υγρόμετρο (Hygrometer) Όργανο που μετρά τη σχετική υγρασία του αέρα.

Υδρογράφος (Hydrograph) Αυτόματο καταγραφικό υγρόμετρο

Υδατώδη Κατακρημνίσματα (Precipitation) Η πτώση από την ατμόσφαιρα των αόρατων υδρατμών από οποιαδήποτε ορατή μορφή νερού, χιονιού, χαλαζιού κλπ. καθώς και δρόσου, πάχνης, που είναι συμπύκνωση υδρατμών επί του εδάφους.

Υδρατμοί (Water vapor) Το νερό που περιέχει η ατμόσφαιρα σε κατάσταση αερίου. Τα περισσότερα μετεωρολογικά φαινόμενα από το σχηματισμό των νεφών μέχρι και των καταιγίδων οφείλονται στη θερμότητα του ήλιου που αποταμιεύουν οι υδρατμοί.

Υετός Η μετατροπή των αφανών υδρατμών σε ορατούς υπό μορφή βροχής, χαλαζιού, χιονιού κλπ.

Υδρολογικός Κύκλος ή Κύκλος του Νερού (Water Cycle) Το σύνολο των διεργασιών που μετατρέπουν το νερό στη μορφή των αόρατων υδρατμών καθώς και την επιστροφή του νερού στη γη.

Υπερκορεσμός (Super Saturation) Αυτό συμβαίνει όταν δεν υπάρχουν στον αέρα πυρήνες συμπύκνωσης των υδρατμών. Τότε η σχετική υγρασία είναι μεγαλύτερη από 100%.

Ύφεση Βαρομετρική (Depression) Η περιοχή της ατμόσφαιρας με τη χαμηλότερη τιμή της βαρομετρικής πίεσης σε σχέση με τις γειτονικές προς αυτή περιοχές της ατμόσφαιρας.

Ύψος βάσεως νεφών (Cloud ceiling) Είναι το Ύψος που έχει το στρώμα των νεφών που καλύπτει τουλάχιστον το μισό ουρανό.

Χαλάζι (Hail) Είναι συνήθως μικρά σφαιρίδια πάγου με ποικιλία σχημάτων και μεγέθους. Πέφτουν σε ώρα καταιγίδων από τους σωρειτομελανίτες.

Χαμηλό (X) (Low) Μια περιοχή με χαμηλή βαρομετρική πίεση (βλέπε ύφεση) Χάρτης Καιρού (Weather Map): Χάρτης που συντάχθηκε από αναφορές πολλών μετεωρολογικών Σταθμών κατά την ίδια ώρα. Δείχνει τις καιρικές συνθήκες εκείνης της ώρας μιας μεγάλης περιοχής.

Χάρτης Πρόγνωσης (Forecasting Map) Χάρτης που κατασκευάστηκε από μετεωρολόγο και δείχνει την αναμενόμενη καιρική κατάσταση.

Χιλιοβαρίδα (millibar) Μονάδα πίεσης που ισοδυναμεί προς την πίεση στήλης υδραργύρου ύψους 750,1 mm και θερμοκρασία 0°C και σε πλάτος 45°.

Ψεκάδες (Drizzle) Μικρές σταγόνες βροχής με διάμετρο μικρότερη από 0,5 mm.

Ψυγρόμετρο (Hygrometer) Μια μορφή υγρομέτρου που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της σχετικής υγρασίας του αέρα.

Ψυχρό Μέτωπο (Cold Front) Το σύνορο μεταξύ ψυχρής και θερμής αέριας μάζας. Ο ψυχρός σπρώχνει το θερμό και τον αναγκάζει να ανέβει.

Βιβλιογραφία:

- *Περιοδικό «Άβατον»- τεύχος 48(Φεβρουάριος- Μάρτιος 2005) – άρθρο «Σεισμοί και Ακραία Καιρικά Φαινόμενα»*
- *«Βιώνοντας το Περιβάλλον Ι» Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών – G. Tyler Miller, JR- εκδόσεις Ίων -ένατη έκδοση*
- *«Η βόμβα του κλίματος»- Ενέργεια και Κλιματικές Αλλαγές GREENPEACE- εκδόσεις Νεφέλη*
- *Μαθήματα Γενικής Κλιματολογίας Μπαλαφούτης Χ. Μαχαίρας Π. Εκδόσεις Γιαχούδη- Γιαπούλη – Θεσσαλονίκη 1983*
- *Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας – Φλόκας Α.- εκδόσεις ΖΗΤΗ- Θεσσαλονίκη 1986*
- *Μετεωρολογία Καραπιτέρη Α.Ν- Ιδρυμα Ευγενίδου 1954*
- *Φωτογραφικό υλικό από την εγκυκλοπαίδεια ΑΛΦΑ – σελ.67, 68, 383, 420, 757*

Διευθύνσεις στο διαδίκτυο:

<http://www.meteognosis.gr/doc.php?body=Tutorial/aeries6.php>

http://www.bbc.co.uk/greek/0311204_french_floods_photo_4.shtml

<http://www.extremeinstability.com/video2.htm>

<http://www.ipcc.ch/>

<http://www.physics4u.gr/news/2002/scnews636.html>

<http://www.meteo.gr/>

http://www2.cs.ucy.ac.cy/~meteo/photos_weather.html

<http://www.geo.auth.gr/318/>

<http://www.forecasts.gr>

<http://www.nasa.gov>

<http://www.hnms.gr>

<http://www.georama.gr>

http://www.ert.gr/tv/tvDetails.asp?id=1284&prid=9725&ch_id=9

http://www.bbc.co.uk/greek/specials/1727_environment/page3.shtml

<http://www.e-kairos.com>