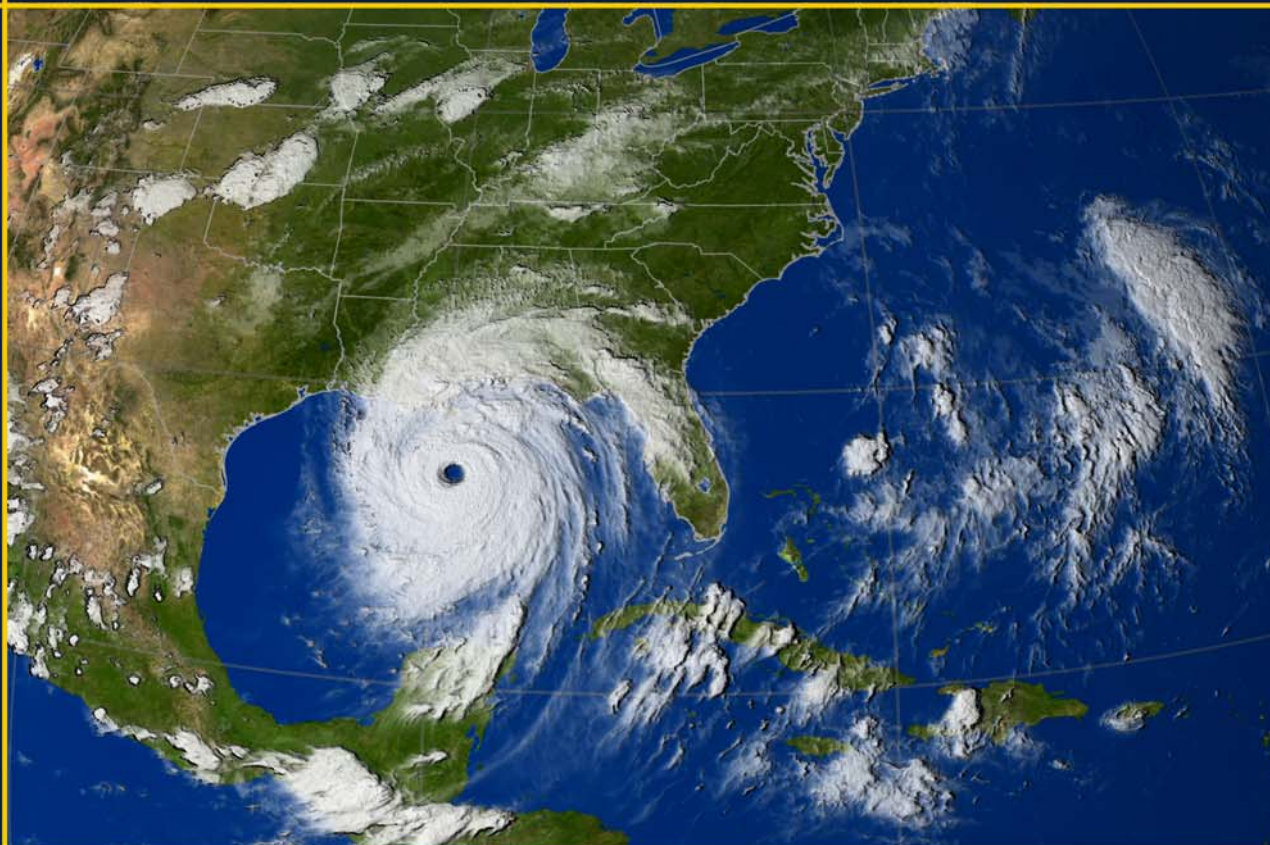


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΥΦΩΝΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΙΚΕΣ ΚΑΤΑΙΓΙΔΕΣ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΛΙΑΠΗΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
Κ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΚΑΡΑΚΩΣΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ:
ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ:
ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



Περιεχόμενα:

Πρόλογος:	Σελίδα 2
Γενικά:	Σελίδα 3
Λίγα λόγια για το μυθολογικό τέρας Τυφών:	Σελίδα 4
Μηχανισμοί και Σχηματισμός ενός τυφώνα:	Σελίδα 6
Σχηματισμός των τυφώνων:	Σελίδα 13
Κίνηση και πορεία των τυφώνων:	Σελίδα 15
Πρόγνωση της πορείας που ακολουθεί ένας τυφώνας:	Σελίδα 16
Πέρασμα από την ξηρά:	Σελίδα 18
Εξασθένιση του τυφώνα:	Σελίδα 18
Τύποι τροπικών κυκλώνων:	Σελίδα 19
Που δημιουργούνται οι τυφώνες;	Σελίδα 20
Πότε σχηματίζονται οι τυφώνες;	Σελίδα 23
Κατηγορίες και μεγέθη τυφώνων:	Σελίδα 24
Αξιοσημείωτες περιπτώσεις:	Σελίδα 25
Παρατήρηση και συλλογή δεδομένων από τους τυφώνες:	Σελίδα 27
Ονοματολογία των τυφώνων:	Σελίδα 28
Καταστροφές που προκαλούν οι τυφώνες:	Σελίδα 29
Θετικές επιρροές από έναν τυφώνα:	Σελίδα 30
Προσπάθειες για έλεγχο και τεχνητή εξασθένιση των τυφώνων:	Σελίδα 31
Αύξηση του αριθμού και της έντασης των τυφώνων τα τελευταία χρόνια:	Σελίδα 33
Βιβλιογραφία:	Σελίδα 35

Πρόλογος:

Το αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η μελέτη ενός από τα ισχυρότερα φυσικά φαινόμενα που συμβαίνουν στον πλανήτη μας. Οι τυφώνες είναι από αρχαιοτάτων χρόνων γνωστοί για τη δύναμη που κρύβουν μέσα τους. Πολλές φορές ο άνθρωπος προσπάθησε, με διάφορα μέσα, άλλα τεχνικά και άλλα...αστεία, να «εξημερώσει» τους τυφώνες. Δυστυχώς, οι προσπάθειές του πάντα ήταν ανεπιτυχείς.

Στη μετεωρολογία, οι τυφώνες αποτελούν ένα πολύ μεγάλο κεφάλαιο, ειδικά στις χώρες οι οποίες πλήττονται από αυτούς. Μεγάλα κυβερνητικά κονδύλια έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές φορές για την περαιτέρω μελέτη τους και ίσως και τον έλεγχό τους, για διάφορους, όχι πάντα ειρηνικούς, σκοπούς.

Η εργασία αυτή λοιπόν, που απευθύνεται σε ένα ευρύ κοινό, προσπαθεί με όσο πιο απλοποιημένο τρόπο γίνεται, να παρουσιάσει τις βασικές ιδιότητες αυτών των φαινομένων. Μέσα στις επόμενες σελίδες θα μιλήσουμε για τον τρόπο με τον οποίο σχηματίζονται οι τυφώνες, τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται ο σχηματισμός τους, για την κίνησή τους, τις δυνάμεις που τους κινούν, τις ζημιές που αυτοί προκαλούν και γενικά, θα αγγίξουμε την κορυφή μονάχα ενός παγόβουνου που είναι η πλήρης μελέτη τους.

Πολλά στοιχεία που αφορούν τους τυφώνες όπως εικόνες από δορυφόρους σε ορατό και υπέρυθρο φως, πίνακες με πάσης φύσης δεδομένα και εξισώσεις που προσπαθούν να εξομοιώσουν κάποια χαρακτηριστικά τους, δεν περιλαμβάνονται σε αυτή την εργασία για χάρην ευκολίας του αναγνώστη. Άλλωστε όπως είπαμε, θα μιλήσουμε πολύ γενικά και δε θα εντρυφήσουμε βαθύτερα.

Ελπίζω ότι αυτή η εργασία θα φανεί κάποτε σε κάποιον χρήσιμο βοήθημα για τα πρώτα βήματα στη μελέτη ενός τόσο ισχυρού μετεωρολογικού φαινομένου. Προσπάθησα ο λόγος μου να είναι όσο πιο απλοποιημένος και κατανοητός γίνεται έτσι ώστε ακόμα και ο αδαής να μπορέσει να διαβάσει ευχάριστα το σύγγραμμα αυτό και να καταλάβει το περιεχόμενό του.

Θα ήθελα τέλος να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου, κύριο Θεόδωρο Καρακώστα για την υπομονή του, τη βοήθεια που μου προσέφερε και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, ανοίγοντάς μου ένα νέο, εντυπωσιακό κόσμο. Τον κόσμο της μετεωρολογίας.

Γιώργος Λιάπης, Απρίλιος 2006

Γενικά:

Στη μετεωρολογία, ένας τυφώνας (ή αλλιώς τροπικός κυκλώνας, τροπική ύφεση, τροπική καταιγίδα ή ανεμοστρόβιλος, ανάλογα με τη δύναμη - ένταση του και τη γεωγραφική του θέση) είναι ένας τύπος συστήματος χαμηλού βαρομετρικού το οποίο κατά γενική ομολογία αποκτά μορφή στην τροπική ζώνη. Οι τυφώνες μπορούν να είναι εξαιρετικά καταστροφικοί και αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι του συστήματος της κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας το οποίο μεταφέρει θερμότητα από την ισημερινή περιοχή προς τα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη.

Ανάλογα με την περιοχή στην οποία αναπτύσσονται οι τυφώνες, που οι άνεμοί τους ξεπερνούν σε μέγιστη ταχύτητα τα 33 μέτρα το δευτερόλεπτο (63 κόμβους, 73 μίλια την ώρα ή 117 χιλιόμετρα την ώρα), χωρίζονται σε διαφορετικές κατηγορίες και περιγράφονται με ξεχωριστούς όρους.

Έτσι έχουμε τους ορισμούς:

- Ανεμοστρόβιλος (hurricane) στο Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό, Βόρειο Ειρηνικό Ωκεανό και ανεπίσημα στο Νότιο Ατλαντικό Ωκεανό.
- Τυφώνας (typhoon) στο Βορειοδυτικό Ειρηνικό Ωκεανό.
- Ισχυρός Τροπικός Κυκλώνας (severe tropical cyclone) στο Νοτιοδυτικό Ειρηνικό Ωκεανό δυτικά των 160 μοιρών ή στο Νοτιοανατολικό Ινδικό Ωκεανό ανατολικά των 90 μοιρών.
- Ισχυρή Κυκλωνική Καταιγίδα (severe cyclonic storm) στο Βόρειο Ινδικό Ωκεανό.
- Τροπικός Κυκλώνας στο Νοτιοδυτικό Ινδικό Ωκεανό και στο Νότιο Ειρηνικό Ωκεανό ανατολικά των 160 μοιρών.

Σε άλλες περιοχές οι τυφώνες παίρνουν ονόματα από τις τοπικές διαλέκτους (Bagyo στις Φιλιππίνες και Taino στην Ταϊτή)

Εμείς για χάρην ευκολίας θα χρησιμοποιούμε τους ορισμούς τυφώνας και τροπικός κυκλώνας.

Ετυμολογία:

Η λέξη τυφώνας έχει δύο πιθανές ρίζες:

- Από την Κινέζικη λέξη 大風 η οποία σημαίνει «ισχυρός άνεμος».
- Από την Ελληνική Μυθολογία και το τέρας Τυφών (με Αραβικές και Περσικές επιρροές).

Η λέξη κυκλώνας προέρχεται από την ελληνική λέξη «κύκλος».

Λίγα λόγια για το μυθολογικό τέρας Τυφών:

Τυφών ή Τυφωεύς: Τέρας της ελληνικής μυθολογίας, γιος της Γαίας και του Ταρτάρου, ή της Ήρας που τον γέννησε χωρίς να έρθει σε επαφή με το Δία, όπως είχε συμβεί με τον Ήφαιστο. Ήταν σύζυγος της Εχίδνας, από την οποία απέκτησε τον Όρθρο, τη Χίμαιρα, τις Άρπυιες, την Λερναία Ύδρα, τη Σφίγγα των Θηβών, τον Κάππρο του Κρομμυώνος, τον Λέοντα της Νεμέας και τον Κέρβερο.

Ο Τυφών ήταν ένας τεραστίων διαστάσεων δράκων που ξεπερνούσε σε μέγεθος και δύναμη όλα τα παιδιά της Γαίας. Μέχρι τη μέση είχε τη μορφή ανθρώπου και ήταν τόσο ψηλός που ξεπερνούσε όλα τα βουνά της γης και το κεφάλι του άγγιζε τα άστρα. Το ένα του χέρι έφτανε στη Δύση και το άλλο στην Ανατολή. Από τους ώμους του φύτρωναν εκατό κεφάλια φιδιών, το σώμα του καλυπτόταν από φτερά και αντί για πόδια είχε δυο μεγάλα κουλουριασμένα φίδια. Στα μάτια του έκαιγε φωτιά και από το στόμα του αντί για σάλιο έβγαιναν φλόγες.

Κατά τη διάρκεια της Γιγαντομαχίας, ο Τυφών πολέμησε τους Θεούς του Ολύμπου, εξαπολύοντας πέτρες και φωτιά εναντίον του ουρανού και της γης, καταστρέφοντας τα πάντα. Οι θεοί φοβήθηκαν πως ο Τυφών θα κυριαρχούσε και έσπευσαν να εξαφανιστούν μεταμορφωμένοι σε ζώα. Μόνο ο Ζευς και η Αθηνά έμειναν να τον αντιμετωπίσουν. Ο Ζευς τον χτυπούσε με αστραπές και τον καταδίωξε μέχρι το όρος Κάσιον, στα σύνορα της Αιγύπτου με την Πετραία Αραβία. Όταν ήρθαν στα χέρια, ο θεός τον πλήγωσε με ένα δρεπάνι (την άρπη), αλλά ο Τυφών τον αιχμαλώτισε με τα φιδίσια άκρα του, του έκοψε τους τένοντες των χεριών και των ποδιών και μετέφερε τον αδύναμο θεό στο Κηρύκειο άντρο της Κιλικίας. Έκρυψε τους τένοντες του θεού σε ένα τομάρι αρκούδας και τα παρέδωσε για φύλαξη στη Δελφύνη, ένα ον που ήταν μισό κορίτσι και μισό φίδι. Τους τένοντες όμως αυτούς τους έκλεψαν ο Ερμής με τον Αιγιπάνα, που ελευθέρωσαν και αποκατέστησαν το Δία. Αυτός τότε κυνήγησε τον Τυφώνα μέχρι το όρος Νύσσα, όπου οι Μοίρες εξαπάτησαν το τέρας δίνοντάς του να φάει καρπούς που θα του ξανάδιναν δήθεν τη δύναμη που κατανάλωσε. Ο Ζευς συνέχισε την καταδίωξη του Τυφώνος πάνω από τη Θράκη (όπου το όρος Αίμος ονομάστηκε έτσι από το αίμα του πληγωμένου τέρατος) και τελικά, όταν έφτασαν στη Σικελία, έριξε πάνω του την Αίτνα και τον καταπλάκωσε. Λέγονταν μάλιστα ότι οι εκρήξεις της Αίτνας δεν ήταν τίποτε άλλο από τις φλόγες που εξαπέλυε το τέρας.

Ο Τυφών είναι ένα ον με ανατολική καταγωγή, που απαντάται στην αιγυπτιακή, τη μεσοποταμία, την περσική και τη συρο-φοινικική μυθολογία. Στην Αίγυπτο ιδιαίτερα ταυτιζόταν με τον Σηθ και συμβόλιζε τον καυτό λίβα που φυσάει στην έρημο και ξεσηκώνει τα πάντα. Οι Έλληνες αναγνώριζαν στο πρόσωπο του Τυφώνος τους ισχυρούς ανεμοστροβίλους που καταστρέφουν τα πάντα και τους τυφώνες. Στα χετιτικά κείμενα και έπη, η μάχη μεταξύ του Δία και του Τυφώνος απεικονίστηκε στον αγώνα του φιδιού Ιλουγιάνκας (Illujankas) και του γίγαντα Ουλικούμι (Ullikummi) εναντίον του Θεού των καιρικών φαινομένων Κουμαρμπί (Kumarbi).

Η πάλη του Τυφώνος με το Δία απεικονίστηκε σε χαλκιδική υδρία των μέσων του 6ου π.Χ. αιώνα, που σήμερα φυλάσσεται στο Μόναχο.

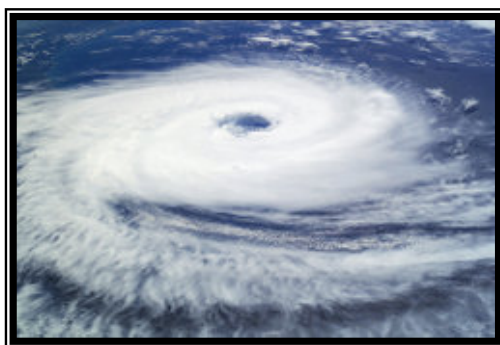


Το τέρας **Τυφώνας**, γιος της Γης και του Τάρταρου.
Λακωνικός κύλικας, 560 - 555 π.Χ.

Μηχανισμοί και Σχηματισμός ενός τυφώνα:

Οι τυφώνες δημιουργούνται πάνω από θαλάσσιες περιοχές κατ' αποκλειστικότητα. Οι περιοχές αυτές κατά γενική ομολογία είναι περιοχές θερμές, Έτσι λοιπόν ο ατμοσφαιρικός αέρας με την επαφή του με τη θάλασσα, θερμαίνεται και αποκτά μεγάλα ποσοστά υγρασίας. Αποτέλεσμα αυτού είναι η δημιουργία έντονων ανοδικών κινήσεων (γνωρίζουμε ότι οι θερμές αέριες μάζες είναι ελαφρύτερες από τις ψυχρές). Οι ανοδικές αυτές κινήσεις δημιουργούν μια ανερχόμενη στήλη αέρα η οποία κατά την άνοδό της αποκτά κυλινδρικό σχήμα στο κέντρο του οποίου επικρατούν ήρεμοι άνεμοι.

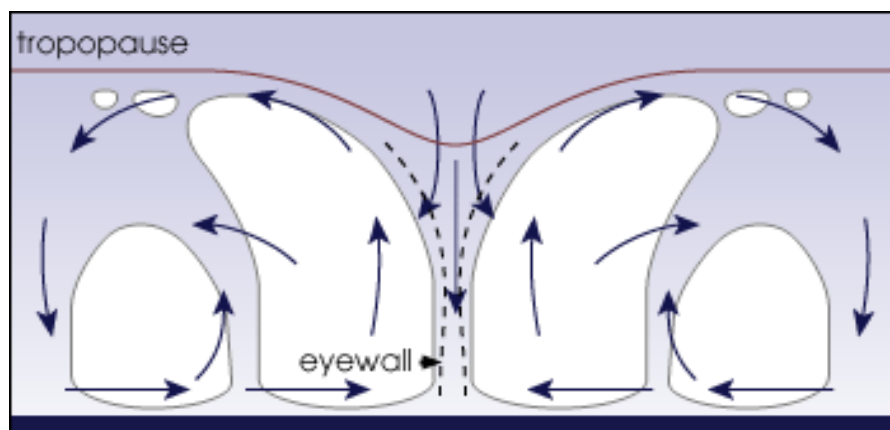
Εξαιτίας λοιπόν των διεργασιών αυτών ο θερμός και υγρός αέρας από τη θάλασσα επιταχύνεται προς τα πάνω και τροφοδοτεί με περισσότερη ενέργεια τα υψηλότερα στρώματα ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται ο ρυθμός με τον οποίο ο -εμβρυϊκού σταδίου ακόμα- τυφώνας παίρνει ενέργεια. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα όμως είναι γνωστό ότι επικρατούν ψυχροί άνεμοι και συνθήκες. Αυτό λοιπόν το γεγονός σε συνδυασμό με την απώλεια θερμικής ενέργειας από τους κάθετους ανέμους προκαλεί μια έντονη αδιαβατική ψύξη. Αυτό, όπως γνωρίζουμε, δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για το σχηματισμό νεφών. Τα νέφη αυτά είναι (από την περιφέρεια του τυφώνα προς το κέντρο του): Cirrus (Ci) – Cirrostratus (Cs) – Altostratus (As) – Stratocumulus (Sc) και Cumulonimbus (Cb).



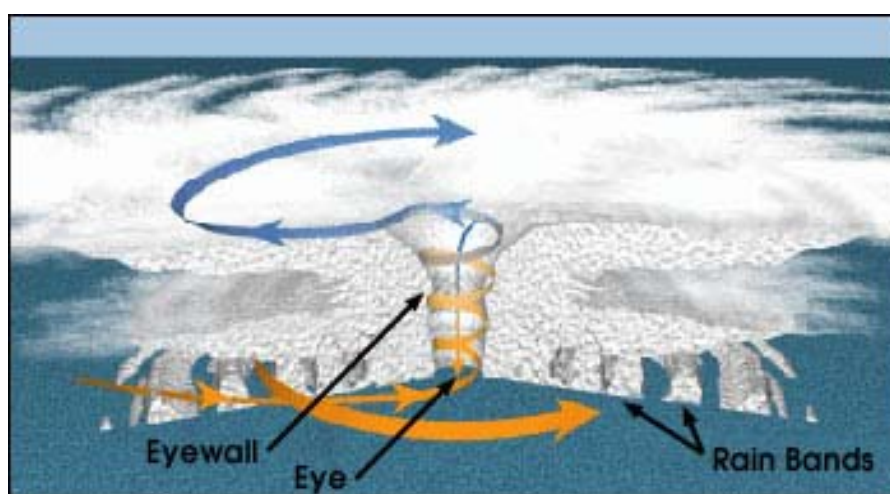
Ο τυφώνας Catarina όπως τον είδε ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός στις 26 Μαρτίου 2004.



Το μάτι του τυφώνα Odessa στον Ειρηνικό Ωκεανό, Αύγουστος του 1985.



Σχήμα 1.



Σχήμα 2.

Στα Σχήματα (1) και (2) παραπάνω βλέπουμε ένα τυφωνικό – κυκλωνικό μοντέλο. Παρατηρούμε το σπειροειδές σχήμα που έχουν πάρει τα νέφη εξαιτίας των κυκλωνικών ανοδικών κινήσεων. Επίσης παρατηρούμε το μεγάλο ρόλο που παίζει η τροπόπαυση στην εξέλιξη ενός τυφώνα. Όπως γνωρίζουμε η τροπόπαυση είναι το όριο ανάπτυξης των νεφών. Έτσι στον τυφώνα το ύψος των νεφών φτάνει μέχρι περίπου την τροπόπαυση και μετά αρχίζουν οι καθοδικές κινήσεις των ανέμων, οι οποίοι καταλήγουν πάλι στη βάση του. Το μάτι (eye) του κυκλώνα είναι η κυλινδρική περιοχή στο κέντρο του τυφώνα που περιβάλλεται από ένα τείχος νεφών τύπου Cumulonimbus. Βλέπουμε ότι, εν αντιθέσει με το υπόλοιπο τμήμα του τυφώνα, οι άνεμοι που πνέουν στην περιοχή εκείνη δεν είναι ανοδικοί αλλά καθοδικοί. Αυτό το φαινόμενο εξηγεί και την αιθρία η οποία επικρατεί στο κέντρο του τυφώνα.

Αναλυτικότερα για τη δομή του τυφώνα μπορούμε να πούμε τα εξής:

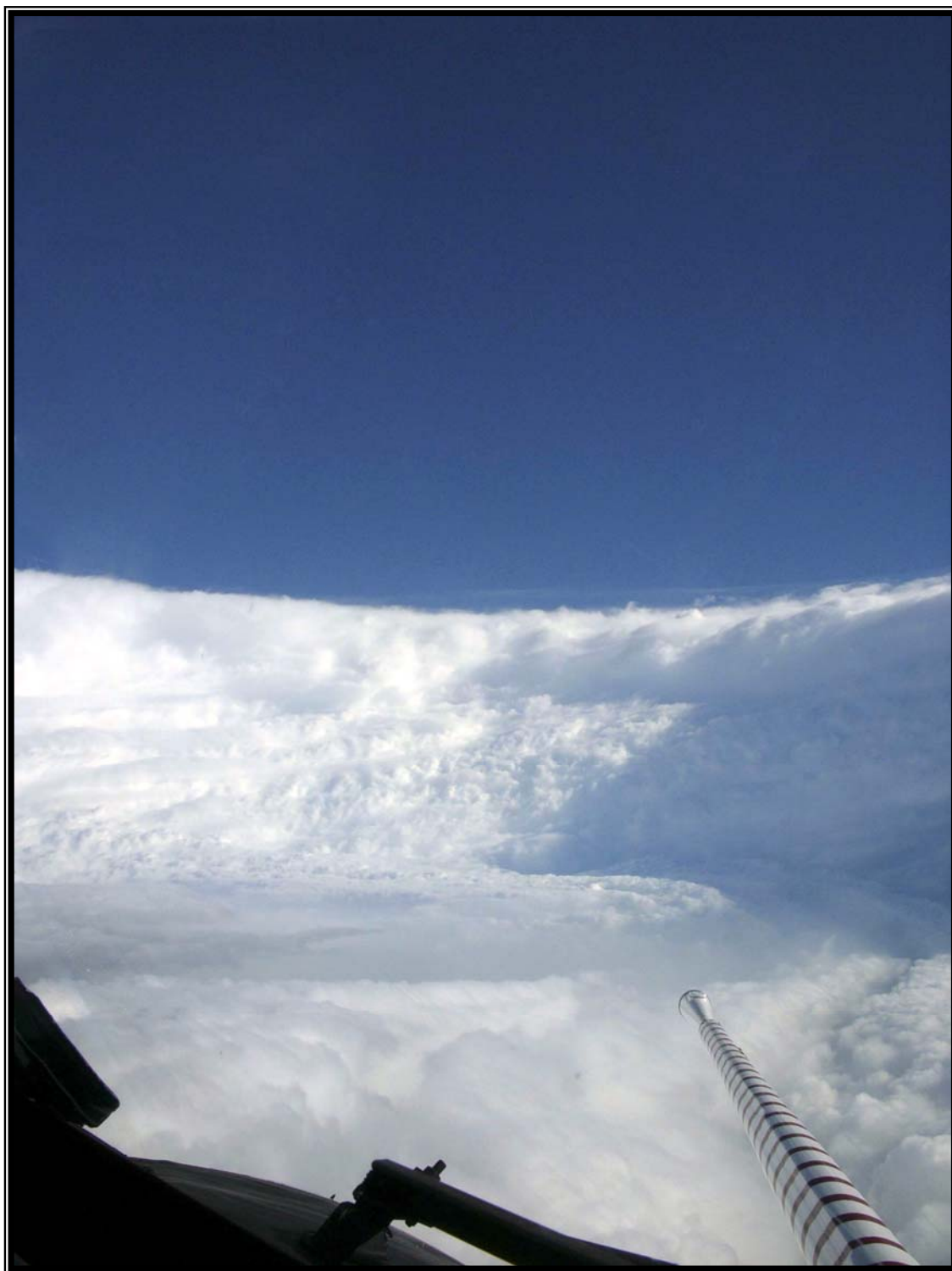
- **Βαρομετρικό χαμηλό:** Όλοι οι τυφώνες σχηματίζονται γύρω από μια περιοχή ενός βαρομετρικού χαμηλού κοντά στην επιφάνεια της Γης. Οι ατμοσφαιρικές πιέσεις που συναντάμε στο κέντρο ενός τυφώνα στην επιφάνεια της θάλασσας είναι ανάμεσα στις χαμηλότερες που έχουμε παρατηρήσει σε ολόκληρο τον πλανήτη.
- **Θερμός Πυρήνας:** Οι τυφώνες αντλούν την ενέργειά τους από τα τεράστια ποσά θερμότητας που απορροφούν από τις θάλασσες από τις οποίες περνούν. Η συγκέντρωση των υδρατμών είναι πολύ μεγάλη σε εκείνες τις περιοχές και εξαιτίας των ανοδικών κινήσεων, αυτοί οι υδρατμοί μεταφέρονται σε μεγαλύτερα ατμοσφαιρικά στρώματα όπου και αποκτούν διαφορετικές ιδιότητες. Εκεί ψύχονται, χάνουν τη θερμική τους ενέργεια και λόγω βάρους πλέον, ο ψυχρότερος αέρας κατέρχεται και ανακυκλώνεται στον τυφώνα, αφού περνώντας από την επιφάνεια της θάλασσας ξανά, εμπλουτίζεται με υδρατμούς και θερμαίνεται, με αποτέλεσμα να αποτελεί ξανά «καύσιμο» για τον τυφώνα. Έτσι λοιπόν έχουμε μια ανακυκλώμενη κίνηση αερίων μαζών στον τυφώνα η οποία είναι και ένας από τους λόγους που αυτά τα φαινόμενα αποκτούν τόσο μεγάλες διαστάσεις. Η θερμότητα λοιπόν όπως είπαμε, ανεβαίνει με κατακόρυφες κινήσεις στα ανώτερα στρώματα. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο σε όποιο υψόμετρο και αν μετρήσουμε θερμοκρασίες στο κέντρο του τυφώνα, οι θερμοκρασίες θα είναι σημαντικά υψηλότερες από ότι στα περιβάλλοντα του τυφώνα όρια.
- **Κεντρικό Στρώμα Νεφών (C.D.O. – Central Dense Overcast):** Αυτό το στρώμα αποτελείται από μια ασπίδα από εξαιρετικά καταιγιδόφρα νέφη τα οποία βρίσκονται σε όλη την έκταση του τυφώνα εκτός από το κέντρο (μάτι του τυφώνα). Αυτά τα νέφη όπως είπαμε αποτελούνται κυρίως από Cumulonimbus (Cu). Έτσι εξηγείται και το γεγονός ότι οι τυφώνες συνοδεύονται, εκτός από τους πανίσχυρους και ιδιαίτερα καταστροφικούς ανέμους, από καταιγίδες μεγάλης έως εξαιρετικά μεγάλης έντασης. Πολλές φορές ένας τυφώνας μπορεί να προκαλέσει τόσο μεγάλες ζημιές που να είναι ανεπανόρθωτη η καταστροφή. Φανταστείτε ότι εκτός από τους ανέμους έντασης 100+ km/h (που κοντά στο κέντρο ενός ισχυρού τυφώνα ξεπερνούν τα 250 km/h) θα πρέπει να αντιμετωπίσουμε μια γιγαντιαίων διαστάσεων καταιγίδα, με έναν υψηλό έως τρομακτικό αριθμό κεραυνών το λεπτό και ανεμοστροβίλους (tornados) έντασης έως και 5 (2 χιλιόμετρα διάμετρος και ταχύτητες ανέμων που ξεπερνούν τα 400 km/h – αρκετά σπάνια ευτυχώς). Είναι πραγματικά κάτι που μπορεί να προκαλέσει δέος. Για να κλείσουμε να αναφέρουμε ότι το C.D.O., εάν ο τυφώνας έχει αναπτυχθεί χωρίς να τον επηρεάσουν εξωγενείς παράγοντες, θα είναι συμμετρικό και κυκλικό σε σχήμα από όλες τις πλευρές.
- **Μάτι του Τυφώνα:** Όλοι οι τυφώνες δεν αναπτύσσονται αρκετά έτσι ώστε να υπάρχει ένα ευδιάκριτο μάτι. Μόνο όταν ο τυφώνας είναι αρκετά ισχυρός θα δημιουργηθεί ένας τέτοιος σχηματισμός. Αν μάλιστα είναι εξαιρετικά ισχυρός (όπως ο τυφώνας Κατρίνα που θα μελετήσουμε αργότερα) το μάτι μπορεί να φαίνεται ακόμα και από τη Σελήνη. Το μάτι είναι μια περιοχή στην οποία – εν αντιθέσει με το κέντρο του τυφώνα, οι κινήσεις του αέρα είναι καθοδικές. Ας μην μπερδεύουμε το μάτι του τυφώνα με το κέντρο του τυφώνα. Το κέντρο του τυφώνα είναι η κυλινδρική περιοχή όπου οι άνεμοι αναπτύσσουν τις μεγαλύτερες ταχύτητες στον τυφώνα και οι κινήσεις είναι ανοδικές. Το μάτι του τυφώνα είναι η περιοχή μέσα από το τείχος των νεφών Cumulonimbus (eyewall). Στο Σχήμα (2) φαίνεται πολύ καθαρά και το μάτι (eye) και το τείχος των νεφών γύρω του (eyewall). Όπως είπαμε οι κινήσεις των ανέμων είναι καθοδικές στην περιοχή του ματιού. Αυτό συνεπάγεται ότι ο καιρός στην περιοχή αυτή είναι αίθριος και καθαρός από νέφη. Παρ' όλα αυτά, η θάλασσα μπορεί να έχει σφοδρή τρικυμία σε αυτήν την περιοχή. Το μάτι περιέχει και τις δύο ακραίες θερμοκρασίες του τυφώνα. Στα χαμηλότερα υψόμετρα, κοντά στην επιφάνεια της

θάλασσας, οι θερμοκρασίες είναι εξαιρετικά χαμηλές, ενώ στα ανώτερα επίπεδα κοντά στην τροπόπαυση επικρατούν οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες. Έτσι εξηγούνται και οι καθοδικές κινήσεις, αφού λόγω του βάρους του, ο ψυχρός αέρας κατεβαίνει στα χαμηλότερα επίπεδα. Για να δώσουμε και μια εικόνα του μεγέθους που μπορεί να πάρει η περιοχή του ματιού σε έναν μεγάλης έντασης τυφώνα να αναφέρουμε ότι τα μεγέθη που μπορεί να λάβει είναι της τάξεως από 8 έως και 200 χιλιόμετρα σε διάμετρο, στην πλειονότητα των περιπτώσεων κυκλικού μεγέθους.

- **Τείχος νεφών (eyewall):** Αυτή είναι, όπως είπαμε, η περιοχή γύρω από το μάτι του τυφώνα, όπου οι άνεμοι αναπτύσσουν τις μεγαλύτερες ταχύτητές τους, τα νέφη έχουν τη μεγαλύτερη κατακόρυφη ανάπτυξη και η ένταση των κατακρημνισμάτων είναι μέγιστη. Αυτοί είναι και οι λόγοι για τους οποίους στις περιοχές από της οποίες διέρχεται αυτή η περιοχή του τυφώνα οι υλικές ζημιές που προκαλούνται είναι και οι μεγαλύτερες.
- **Εκροή ανέμων στα ανώτερα στρώματα:** Σε αυτό το τμήμα του τυφώνα οι άνεμοι απομακρύνονται από το κέντρο του με αντικυκλωνική ροή. Στην επιφάνεια οι άνεμοι είναι ισχυρά κυκλωνικοί, εξασθενούν με το ύψος και εν τέλει αντιστρέφονται και καταλήγουν σε αντικυκλωνική κίνηση. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι κάτι που το συναντάμε μόνο στους τυφώνες και οφείλεται στο θερμό πυρήνα στο κέντρο της καταιγίδας.



*Ο τυφώνας Κατρίνα λίγο πριν χτυπήσει τη Florida
(εικόνα από δορυφόρο της N.A.S.A.)*



Μια εντυπωσιακή φωτογραφία μέσα από το μάτι του τυφώνα Κατρίνα, παρμένη από το αεροσκάφος NOAA Hurricane Hunter στις 28 Αυγούστου 2005.

Από πλευράς δομής, ένας τυφώνας είναι ένα τεράστιο περιστρεφόμενο σύστημα από νέφη, ανέμους και καταιγιδόφορα δραστηριότητα. Όπως αναφέραμε και πριν, ο τυφώνας παίρνει την ενέργειά του από τις θαλάσσιες μάζες από τις οποίες διέρχεται. Το νερό από αυτές τις περιοχές εξατμίζεται, ανέρχεται με τη μορφή υδρατμών, μέσω των καθοδικών κινήσεων, σε υψηλότερα ατμοσφαιρικά στρώματα, όπου ψύχεται, υγροποιείται και συντελεί στη δημιουργία των νεφών. Ταυτόχρονα ο ήλιος τροφοδοτεί συνεχώς τον τυφώνα με ενέργεια. Μπορούμε να παρομοιάσουμε ένα τέτοιο σύστημα με μια γιγαντιαία μηχανή παραγωγής θερμότητας, καύσιμο της οποίας είναι οι υδρατμοί και ο μηχανισμός της αποτελείται από «γρανάζια» που κινούνται από δυνάμεις όπως η βαρύτητα και η κίνηση της Γης.

Έτσι λοιπόν, όπως περιγράψαμε και παραπάνω, η ροή του ανέμου σε έναν τυφώνα ακολουθεί μια κυκλική κίνηση η οποία στην ουσία ανακυκλώνει τα «καύσιμα» του τυφώνα και τα ξαναχρησιμοποιεί δίνοντας ακόμα περισσότερη ενέργεια στο σύστημα. Η συνεχής υγροποίηση των υδρατμών δημιουργεί ακόμα ισχυρότερους ανέμους. Ισχυρότεροι άνεμοι συνεπάγονται και ταχύτερη κυκλοφορία των υδρατμών στο σύστημα με σαφώς μεγαλύτερες ποσότητες σε σχέση με πριν. Με αυτόν τον τρόπο ο τυφώνας πλέον έχει γίνει ένα ανεξάρτητο σύστημα το οποίο εφόσον βρει ικανή ποσότητα ενέργειας θα είναι εντελώς αυτόνομο. Από αυτή τη στιγμή και μετά το σύστημα απλά θα μεγαλώνει σε ενέργεια ανάλογα με τα ποσά ενέργειας τα οποία θα βρίσκει στο διάβα του και με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής από την οποία περνάει. Εάν η περιοχή από την οποία διέρχεται ο τυφώνας δεν έχει ατμοσφαιρική σταθερότητα (ανώμαλες ατμοσφαιρικές πιέσεις – αποκλίνοντες και συγκλίνοντες άνεμοι), ακόμα περισσότερη τροφή δίνεται στον τυφώνα. Η βαρύτητα της Γης που προαναφέραμε, όπως και η κίνηση του πλανήτη μας δίνει στον τυφώνα τα κυκλικά χαρακτηριστικά του και επηρεάζει την τροχιά κίνησης της καταιγίδας.

Σε κάποιους όλα αυτά ίσως να φαίνονται «αστεία» και να νομίζουν ότι ένας τυφώνας είναι απλά μια μεγάλη καταιγίδα. Μεγάλο ρόλο σε αυτό ίσως παίζει και το γεγονός ότι πολλοί δεν έχουν ζήσει από κοντά ένα τέτοιο φαινόμενο και κρίνουν εκ του ασφαλούς. Δυστυχώς όμως κάνουν λάθος. Οι τυφώνες είναι μια από τις μεγαλύτερες και καταστροφικότερες δυνάμεις που υπάρχουν στον πλανήτη.

Ας αναλογιστούμε αυτά: Η μεγαλύτερη ανθρωπογενής καταστροφή προήλθε από τη ρίψη δύο πυρηνικών βομβών κατά τη διάρκεια του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου η ισχύς των οποίων ανερχόταν στους εκατοντάδες κιλοτόνους. Το μεγαλύτερο πυρηνικό όπλο που έχουν κατασκευάσει οι Η.Π.Α. είναι μια υδρογονοβόμβα της τάξης μεγέθους των 10 μεγατόνων. Η δε αντίστοιχη Ρωσική συσκευή με πολλαπλές πυρηνικές κεφαλές έφτασε στη –μεγαλύτερη ποτέ στον πλανήτη- δοκιμή τους 58 μεγατόνους. Σύμφωνα με επιστήμονες από το Κρατικό Κέντρο Ερευνών για την Ατμόσφαιρα των Η.Π.Α. οι εκτιμήσεις για την ένταση ενός τυφώνα ανέρχονται σε εκλυόμενη θερμική ενέργεια ρυθμού από 50 έως 200 τρισεκατομμύρια Watt – περίπου η ενέργεια που θα εκλύεται αν ενεργοποιούμε μια πυρηνική βόμβα 10 μεγατόνων **κάθε 20 λεπτά**.

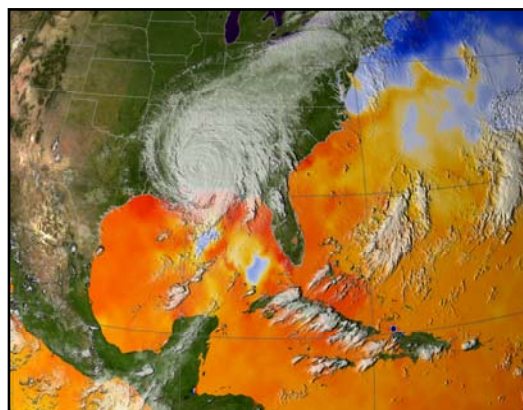
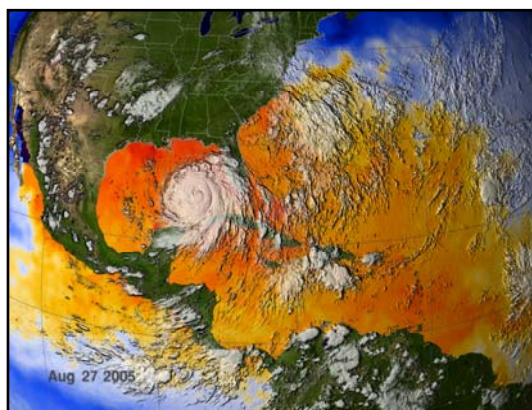
Όπως αναφέραμε και πριν, οι παράγοντες οι οποίοι παίζουν το σημαντικότερο ρόλο στο να δημιουργηθεί και να αναπτυχθεί ένας τυφώνας περιλαμβάνουν:

- Μια προϋπάρχουσα ατμοσφαιρική ανωμαλία ή διαταραχή.
- Θερμούς (τροπικούς) ωκεανούς.
- Υγρασία.
- Κάποια – έστω και μικρή – ύπαρξη ανέμων.

Αν λοιπόν υπάρχουν οι σωστές συνθήκες τότε θα επιτρέψουν στο σύστημα να πάρει όσο περισσότερη ενέργεια μπορεί, στο μεγαλύτερο δυνατό ρυθμό. Για παράδειγμα, υψηλής ταχύτητας άνεμοι θα αυξήσουν την ταχύτητα της εξάτμισης και κυκλοφορίας των υδρατμών, πράγμα το οποίο θα συντελέσει στη δημιουργία υπερβολικά ισχυρών ανέμων, τεραστίων κυμάτων, σφοδρών καταιγίδων και πλημμυρών.

Από όλα τα παραπάνω καταλαβαίνουμε τους λόγους για τους οποίους οι τυφώνες δημιουργούνται κατά κύριο λόγο σε τροπικά κλίματα. Η τροφοδοσία σε ενέργεια από εκείνες τις περιοχές είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή των μέσων γεωγραφικών πλατών και εν συνεχεία οι διεργασίες που απαιτούνται για την ανάπτυξη του τυφώνα επιταχύνονται σημαντικά. Εν συγκρίσει με τους τυφώνες των τροπικών, οι τυφώνες των μέσων γεωγραφικών πλατών πρέπει να παραμένουν συνεχώς πάνω από θερμά ύδατα για να λαμβάνουν την απαραίτητη ποσότητα υδρατμών, πράγμα το οποίο τους εξαναγκάζει σε συγκεκριμένες πορείες, ανάλογα με τα ρεύματα των υδάτων.

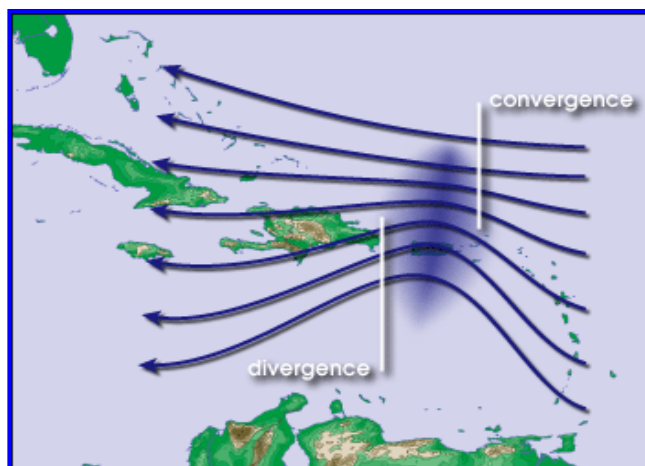
Έτσι λοιπόν βλέπουμε ότι η βάση της ενεργειακής δομής του τυφώνα είναι οι υδρατμοί που απορροφά από τη θάλασσα (όπως είπαμε και πριν, είναι το καύσιμό του). Από αυτό καταλαβαίνουμε το λόγο για τον οποίο οι τυφώνες χάνουν πολύ μεγάλο ποσό της δύναμής και έντασής τους όταν έρχονται σε επαφή με την ξηρά.



Η αλλαγή που επέφερε ο τυφώνας Κατρίνα μετά το πέρασμά του από τα πολύ θερμά νερά του Κόλπου (3D Απεικόνιση από ειδικό πρόγραμμα της Ν.Α.Σ.Α.)

Σχηματισμός των τυφώνων:

Τα κριτήρια τα οποία συντελούν στο σχηματισμό ενός τυφώνα αναφέρθηκαν και παραπάνω. Εδώ θα εξετάσουμε αναλυτικότερα αυτά τα κριτήρια και θα επεξηγήσουμε και το ρόλο που παίζει η σύγκλιση και η απόκλιση των ανέμων στους τροπικούς.



Σχήμα 3.

Παρατηρούμε το Σχήμα (3). Οι μπλε γραμμές είναι οι κινήσεις των ανέμων (Τροπικά Κύματα) στη συγκεκριμένη περιοχή του Ατλαντικού Ωκεανού. Αυτοί οι άνεμοι κινούνται προς τα δυτικά κατά μήκος του Ατλαντικού και συγκλίνουν μεταξύ τους. Αυτό είναι και ένα από τα κύρια αίτια ανάπτυξης καταιγίδων στην περιοχή αυτή.

Ενώ λοιπόν έχουν μια γενική, παράλληλη ο ένας με τον άλλο κίνηση, σε κάποιο σημείο αποκλίνουν από την παραλληλία και δημιουργούν αστάθεια στην ατμόσφαιρα. Αυτή η απόκλιση (divergence) τους αλλάζει τις ατμοσφαιρικές πιέσεις και τη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας πάνω από εκείνη την περιοχή. Έτσι ευνοείται η ανάπτυξη πιο ισχυρών τροπικών καταιγίδων, οι οποίες με τις κατάλληλες συνθήκες, μπορεί να μεταλλαχθούν σε τυφώνες.

Μπορεί τα παραπάνω και γενικά τα όσα αναφέραμε για τους τυφώνες να δίνουν ένα γενικό συμπέρασμα όσον αφορά τα γενεσιουργά αίτια των φαινομένων αυτών αλλά, παρ' όλα αυτά, δεν είναι πλήρως μελετημένα έτσι ώστε να είμαστε σίγουροι για το βαθμό επιρροής του κάθε παράγοντα. Οι επιστήμονες δουλεύουν ακόμα και σήμερα αδιάκοπα πάνω σε αυτό το θέμα που απασχολεί ένα μεγάλο μερίδιο της επιστημονικής κοινότητας. Τα τεράστια ποσά ενέργειας που εκλύει ένας τυφώνας καθώς και η καταστροφικότητά του καθιστούν αυτές τις μελέτες απαραίτητες. Βέβαια, θα ήταν ακόμα καλύτερα να επικεντρώνονταν οι έρευνες στο πώς θα μπορούσαμε να μειώσουμε την ένταση τέτοιων φαινομένων με σκοπό να σωθούν ανθρώπινες ζωές και όχι στο πώς θα καταφέρουμε να ελέγξουμε έναν τυφώνα, φυσικά για πολεμικούς σκοπούς. Αυτό είναι ένα θέμα που θα το αναλύσουμε και αργότερα. Με μια ματιά πάντως –και σύμφωνα με όσα μέχρι σήμερα γνωρίζουμε–, πέντε είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθιστούν ικανή τη δημιουργία ενός τυφώνα:

- Θερμοκρασία των θαλάσσιων υδάτων που να υπερβαίνει τους 26,5 βαθμούς Κελσίου σε βάθος 50 μέτρων το λιγότερο. Καταλαβαίνουμε ότι αυτό πρέπει να ισχύει εξαιτίας του ότι η ενεργειακή πηγή των τυφώνων είναι η υγρασία του αέρα (υδρατμοί) πάνω από το ζεστό νερό.
- Συνθήκες στην ανώτερη ατμόσφαιρα που να ευνοούν τη δημιουργία καταιγίδων. Η θερμοκρασία στη ατμόσφαιρα πρέπει να μειώνεται γρήγορα σε σχέση με το ύψος και η μέση τροπόσφαιρα να έχει σχετικά υψηλά ποσοστά υγρασίας.
- Προϋπάρχουσα διαταραχή στον καιρό που επικρατεί στην περιοχή. Στις περιοχές που μελετάμε αυτού του είδους διαταραχές συμβαίνουν εξαιτίας των Τροπικών Κυμάτων – μη περιστρεφόμενες καταιγίδες οι οποίες κινούνται παράλληλα με τα ρεύματα στους τροπικούς ωκεανούς.
- Απόσταση από τον Ισημερινό τουλάχιστον 10 και πλέον μοιρών. Αυτό είναι απαραίτητο για να μπορεί η δύναμη Coriolis να αποκτήσει δύναμη αρκετή ώστε να μπορεί να στρέψει τον τυφώνα και να τον θέσει σε περιστροφική κίνηση (ο πιο δυνατός τυφώνας που σχηματίστηκε κάτω από το όριο των 10 μοιρών ήταν ο τυφώνας Ivan το 2004, ο οποίος σχηματίστηκε στις 9,7 μοίρες Βόρεια).
- Χαμηλής έντασης κατακόρυφα «σπασίματα» του ανέμου. Τα σπασίματα αυτά είναι αλλαγές στην ταχύτητα ή την κατεύθυνση του ανέμου ανάλογα με το ύψος. Υψηλής έντασης «σπασίματα» μπορούν να διαλύσουν την κατακόρυφη δομή που έχει αποκτήσει ένας τυφώνας.

Βέβαια όπως σε όλα τα πράγματα, έτσι και εδώ υπάρχουν εξαιρέσεις. Ορισμένες φορές οι τυφώνες δεν πληρούν αυτές τις συνθήκες και δημιουργούνται χωρίς να ισχύει κάποια ή κάποιες από αυτές. Γενικά όμως υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις οι οποίες είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα οδηγήσουν σε τυφώνα. Αυτές είναι:

- Τα Τροπικά Κύματα που αναφέραμε και προηγούμενα. Στις περιοχές όπου αναπτύσσονται τέτοιου είδους άνεμοι η πιθανότητα δημιουργίας καταιγίδας είναι εξαιρετικά υψηλή όπως αρκετά πιθανή είναι και η μετεξέλιξή της σε τροπικό κυκλώνα.
- Περιοχές υφέσεων ανάμεσα σε αντικυκλώνες στην ανώτερη τροπόσφαιρα. Αυτές οι περιοχές είναι ψυχρού πυρήνα βαρομετρικά χαμηλά τα οποία μπορούν να συντελέσουν στη δημιουργία ενός θερμού πυρήνα τυφώνα. Λόγω των χαμηλότερων πιέσεων και θερμοκρασιών σε αυτές τις περιοχές υπάρχει μια καταβύθιση αερίων μαζών (εξαιτίας του μεγαλύτερου τους βάρους σε σχέση με τις θερμές υποκείμενες ζώνες) η οποία οδηγεί στην κατακόρυφη κίνηση θερμών αερίων μαζών. Έτσι έχουμε τη γένεση ενός συστήματος που είναι εξαιρετικά πιθανό πως θα οδηγήσει σε τυφώνα.
- Μέτωπα των οποίων τα όρια έχουν επαφή με ζεστά τροπικά νερά. Αυτό, εξαιτίας της θέρμανσης των αερίων μαζών στην περιοχή δημιουργεί κατακόρυφες κινήσεις ανέμων που μπορεί να είναι τα αίτια γένεσης ενός τυφώνα.

Κίνηση και πορεία των τυφώνων:

Παράγοντες που επηρεάζουν:

- Ισχυρής έντασης άνεμοι
- Δύναμη Coriolis
- Αλληλεπίδραση με υψηλής και χαμηλής πίεσης συστήματα

Αναλυτικότερα:

- **Ισχυρής έντασης άνεμοι:** Ενώ οι τυφώνες είναι τεράστια συστήματα ικανά να παράγουν τεράστια ποσά ενέργειας, οι κινήσεις τους και η διέλευσή τους πάνω στην επιφάνεια της Γης συχνά συγκρίνεται με την κίνηση των φύλλων που τα παρασύρει ο αέρας. Σε αυτή την περίπτωση ο αέρας είναι τα ρεύματα ανέμων στην ατμόσφαιρα της Γης των οποίων η ένταση είναι αρκετά ισχυρή ώστε να ευθύνεται για την κίνηση αυτών των φαινομένων. Η διαδρομή που ακολουθεί ένας τυφώνας ονομάζεται πορεία του τυφώνα. Η κυριότερη λοιπόν δύναμη που επηρεάζει την πορεία ενός τυφώνα σε όλες τις περιοχές του κόσμου είναι οι άνεμοι που πνέουν γύρω από περιοχές υψηλής πίεσης. Πάνω από το Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό, τα τροπικά συστήματα στρέφουν γενικά προς τα δυτικά από τους ανέμους που πνέουν Α-Δ στον Αντικυκλώνα των Βερμούδων, ένα μόνιμο αντυκυκλωνικό σύστημα στο Βόρειο Ατλαντικό. Επίσης σε αυτή την περιοχή τα ρεύματα των ανέμων που διασχίζουν τον Ατλαντικό είναι ικανά να στρέψουν τα Τροπικά Κύματα προς τα δυτικά, από τις ακτές της Αφρικής προς την Καραϊβική και τη Βόρεια Αμερική.
- **Δύναμη Coriolis:** Η περιστροφή της Γης είναι το αίτιο δημιουργίας μιας δύναμης – της δύναμης Coriolis. Αυτή η δύναμη ευθύνεται για την περιστροφική κίνηση των τυφώνων και επηρεάζει και την πορεία τους. Αυτή η κυκλωνική κίνηση έχει πάντα κάποιες ιδιότητες. Η δύναμη Coriolis στρέφει τους τυφώνες πάντοτε προς τους πόλους. Για παράδειγμα στο Βόρειο Ημισφαίριο, το βορειότερο τμήμα του τυφώνα έχει ανέμους που πνέουν προς τα δυτικά. Η δύναμη Coriolis στρέφει αυτούς τους ανέμους προς τα βόρεια. Το νοτιότερο τμήμα το τραβάει προς τα νότια με την ίδια λογική αλλά επειδή βρισκόμαστε πιο κοντά στον Ισημερινό, η ένταση της δύναμης είναι μικρότερη. Έτσι οι τυφώνες που αναπτύσσονται στο Βόρειο Ημισφαίριο, ενώ έχουν μια γενική κίνηση αντίθετα με τον καιρό προς τα δυτικά, συνήθως στρέφονται προς τα βόρεια και κατόπιν ανατολικά. Στο Νότιο Ημισφαίριο δε, οι τυφώνες στρέφονται προς τα νότια αν δεν υπάρχουν συστήματα ισχυρής πίεσης για να εξουδετερώσουν την Coriolis. Η δύναμη Coriolis όπως είπαμε είναι και αυτή που ευθύνεται για την περιστροφική κίνηση των τυφώνων. Λόγω της ύπαρξής της, η δύναμη αυτή θέτει σε κίνηση το σύστημα, το οποίο μετά τη διατηρεί και την αυξάνει σε ταχύτητα, χωρίς να χρειάζεται πλέον την επίδραση της Coriolis.
- **Αλληλεπίδραση με υψηλής και χαμηλής πίεσης συστήματα:** Τέλος να μιλήσουμε για την περίπτωση στην οποία τυφώνες δημιουργούνται σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη, όπου η πορεία τους μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από τα βαρομετρικά υψηλά και χαμηλά της κάθε περιοχής. Αν ο τυφώνας περάσει μέσα από ένα σύστημα υψηλών πιέσεων θα στραφεί προς την περιοχή χαμηλότερων πιέσεων. Για παράδειγμα, αν ένας τυφώνας κινείται από τον Ατλαντικό προς την περιοχή του Κόλπου του Μεξικού και συναντήσει ανέμους βορειοανατολικής κατεύθυνσης λόγω της ύπαρξης ενός χαμηλού συστήματος στη Βόρεια Αμερική, θα στραφεί προς τα βόρεια και μετά βορειοανατολικά. Πολλές περιπτώσεις τυφώνων στην περιοχή της Ανατολικής Ακτής των Η.Π.Α. άλλαξαν πορεία εξαιτίας περιοχών χαμηλής πίεσης οι οποίες κινούνται από δυτικά προς τα ανατολικά πάνω από τη Βόρεια Αμερική.

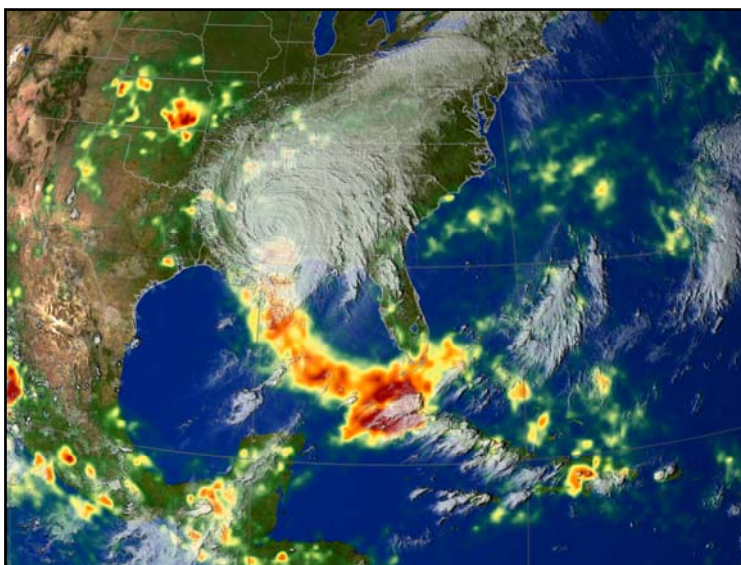
Πρόγνωση της πορείας που ακολουθεί ένας τυφώνας:

Εξαιτίας της φύσης των δυνάμεων που επηρεάζουν την κίνηση ενός τυφώνα, ακριβείς προγνώσεις της πορείας που ακολουθούν αυτά τα φαινόμενα μπορούν να συμβούν αρκεί να έχουμε αρκετές γνώσεις για τη θέση και την ένταση των υψηλών και χαμηλών πιέσεων περιοχών και να ξέρουμε το πώς θα κινηθούν οι περιοχές αυτές στο άμεσο μέλλον.

Οι επιστήμονες κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών κατάφεραν να αυξήσουν την ακρίβεια πρόγνωσης της πορείας ενός τυφώνα. Τα δεδομένα που έρχονται από τους δορυφόρους είναι πάρα πολλά και εξαιρετικά χρήσιμα σε αυτόν τον τομέα. Η εξέλιξη της μετεωρολογικής επιστήμης βοήθησε επίσης μιας και κατανοήθηκαν πολλές από τις ως τώρα άγνωστες πτυχές των τυφώνων. Οι υπολογιστές έδωσαν και αυτοί με τη σειρά τους μια σημαντική χείρα βοήθειας μιας και με τη χρήση Υπέρ-υπολογιστών μπορέσαμε να φτιάξουμε προγνωστικά μοντέλα τα οποία μας δίνουν και αυτά με τη σειρά τους πολύτιμα δεδομένα. Τοποθετώντας στην εξομοίωση τη θέση και ένταση των υψηλών και χαμηλών πιέσεων, καθώς και την ένταση των ρευμάτων στην περιοχή, της δύναμης Coriolis και εννοείται τα χαρακτηριστικά του τυφώνα που μας ενδιαφέρει, το μοντέλο μας δίνει τις πιθανές πορείες που μπορεί να ακολουθήσει ο τυφώνας. Επίσης μπορούμε να δώσουμε στο μοντέλο τις μέλλουσες θέσεις των υψηλών και χαμηλών πιέσεων όπως τις έχουμε οι ίδιοι προβλέψει και αυτό να μας βγάλει τη νέα θέση του τυφώνα.

Ενώ όμως στην πρόγνωση της πορείας ενός τυφώνα έχουμε κάνει σημαντικές προόδους, εκεί που έχουμε μείνει αρκετά πίσω είναι η πρόγνωση της έντασης του τυφώνα. Οι επιστήμονες μάλιστα λένε ότι βρισκόμαστε σε εμβρυϊκό στάδιο σε αυτόν τον τομέα και κανείς δε μπορεί να μιλήσει με σιγουριά για την ένταση που θα λάβει ένας τυφώνας.

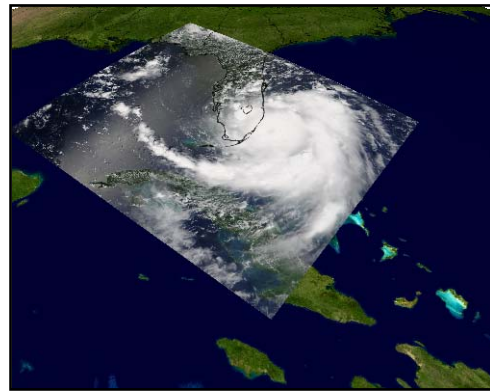
Ο λόγος είναι ότι τα συστήματα αυτά είναι εξαιρετικά πολύπλοκα και οι παράγοντες που επηρεάζουν την εξέλιξή τους, ενώ έχουν μελετηθεί, δεν είναι ακόμα γνωστό σε ποιο βαθμό την επηρεάζουν.



*Απεικόνιση της έντασης της βροχόπτωσης με το πέρασμα του τυφώνα Κατρίνα
(3D Animation από πρόγραμμα της N.A.S.A.)*



-1-



-2-



-3-



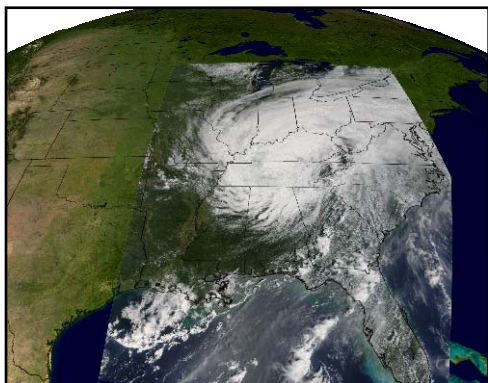
-4-



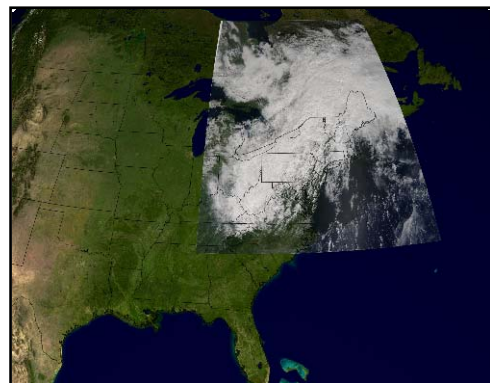
-5-



-6-



-7-



-8-

Η πορεία του τυφώνα Κατρίνα και η τελική εξασθένησή του πάνω από τον Καναδά

Πέρασμα από την ξηρά:

Επίσημα, το πέρασμα ενός τυφώνα από την ξηρά (όταν λέμε ότι ο τυφώνας βρήκε – χτύπησε ξηρά) είναι όταν το κέντρο της καταιγίδας (το κέντρο του ματιού, όχι η άκρη του) φτάνει στην ξηρά. Πρακτικά λοιπόν, στην ακτή και την ενδοχώρα χτύπησε ήδη ο μισός τυφώνας. Έτσι τα μέτρα προστασίας για κάθε περιοχή δε λαμβάνονται όταν χτυπήσει ο τυφώνας ξηρά αλλά όταν οι άνεμοι ξεπεράσουν κάποια συγκεκριμένη ένταση.

Εξασθένιση του τυφώνα:

Ενας τυφώνας μπορεί να χάσει τα χαρακτηριστικά και τη δύναμή του με αρκετούς τρόπους:

- Να περάσει πάνω από ξηρά. Έτσι θα χάσει κάθε επαφή με τα θερμά ύδατα τα οποία τον τροφοδοτούσαν σε ενέργεια και γρήγορα θα χάσει σε δύναμη. Οι πιο δυνατές καταιγίδες χάνουν τη δομή τους και μετατρέπονται σε ανοργάνωτες περιοχές βαρομετρικών χαμηλών με το πέρας μίας ή δύο ημερών από τότε που χτύπησαν ξηρά. Υπάρχει μια πιθανότητα βέβαια να επανέλθουν στην αρχική τους κατάσταση αν περάσουν πάνω από περιοχή θερμών υδάτων. Από την άλλη, αν μια καταιγίδα περάσει πάνω από ορεινή περιοχή θα χάσει πολύ γρήγορα ενέργεια. Αυτό όμως μπορεί να αποβεί μοιραίο και να προκαλέσει πολλούς θανάτους. Ο λόγος είναι επειδή η «ετοιμοθάνατη» καταιγίδα εξαπολύει όλη την εναπομένουσα ενέργειά της στην περιοχή αυτή με τη μορφή ισχυρών βροχοπτώσεων μερικές φορές ακόμα και μουσωνικής έντασης, με αποτέλεσμα τη δημιουργία λασπορροών που είναι εξαιρετικά θανατηφόρες στις περιοχές από τις οποίες θα περάσουν.
- Να παραμείνει στην ίδια περιοχή του ωκεανού για αρκετό χρονικό διάστημα τέτοιο ώστε να ρουφήξει όλο το θερμό νερό από τη θάλασσα. Με τα επιφανειακά ύδατα πλέον ψυχρά, ο τυφώνας χάνει όλη του τη δομή και διαλύεται.
- Να περάσει από μια περιοχή αερίων ρευμάτων αντίθετα με την πορεία του, τα οποία, προσπαθώντας να «κοντράρουν» τον τυφώνα μπορεί να του διαλύσουν την κατακόρυφη δομή.
- Να είναι στα αρχικά στάδιά του, όπου όντας αδύναμος ακόμα, να απορροφηθεί από μια περιοχή χαμηλών πιέσεων. Έπειτα θα χάσει κάθε δομή και θα μετατραπεί σε μια μεγάλη περιοχή μη κυκλωνικής προέλευσης καταιγίδων.
- Να εισέλθει σε μια περιοχή ψυχρών υδάτων. Μπορεί να μη σημάνει και το θάνατο της καταιγίδας αλλά σίγουρα θα χάσει τα τροπικά χαρακτηριστικά της. Αυτοί οι τυφώνες ονομάζονται extratropical cyclones.
- Να δημιουργηθεί μια δεύτερη περιοχή eyewall γύρω από το ήδη υπάρχον και να προσπαθεί να «πνίξει» τον τυφώνα. Σε αυτήν την περίπτωση ότι ο τυφώνας εξασθενεί αλλά έπειτα ανακτά τη δύναμή του και ίσως και περισσότερη. Αν οι συνθήκες όμως το επιτρέψουν, μπορεί σε εκείνη τη φάση ο τυφώνας να διαλυθεί.

Ακόμα και να συμβεί κάποια από αυτές τις περιπτώσεις, ο τυφώνας μπορεί να έχει χάσει τα τροπικά του χαρακτηριστικά αλλά ακόμα διατηρεί αρκετή από τη δύναμή του. Έτσι μετατρέπεται σε ισχυρές καταιγίδες, με ισχυρούς έως θυελλώδεις ανέμους και σημαντικά ποσά βροχόπτωσης. Επίσης, μια άλλη πιθανότητα είναι να κινηθεί σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη και να απορροφηθεί από ένα άλλο σύστημα χαμηλών πιέσεων και να μετατραπεί σε μια καταιγίδα με αντίθετη πλέον πορεία με τον τυφώνα.

Τύποι Τροπικών Κυκλώνων:

Aς κάνουμε μια αναλυτικότερη περιγραφή των διαφόρων τύπων τυφώνων που συναντάμε ανά τον κόσμο. Γενικά οι τροπικοί κυκλώνες χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες. Αυτές είναι οι τροπικές υφέσεις, οι τροπικές καταιγίδες και οι τυφώνες (των οποίων οι ονοματολογίες διαφέρει ανάλογα με την περιοχή που αναπτύσσονται όπως είπαμε και στην αρχή).

Μια τροπική ύφεση είναι ένα σύστημα από νέφη και καταιγίδες με μια ορισμένη επιφανειακή κυκλοφορία ανέμων η ένταση των οποίων η οποία αγγίζει τα 17 μέτρα το δευτερόλεπτο (62 km/h). Σε αυτόν τον σχηματισμό δε διακρίνεται κάποιο μάτι και γενικά δεν αποκτά το σπειροειδές σχήμα ισχυρότερων από αυτής καταιγίδων. Πάντως είναι ήδη από μόνη της ένα σύστημα χαμηλών πιέσεων, εξ' ου και η ονομασία ύφεση.

Μια τροπική καταιγίδα είναι ένα οργανωμένο σύστημα από ισχυρές καταιγίδες με ορισμένη επιφανειακή κυκλοφορία ανέμων εντάσεως από 17 έως και 33 μέτρα το δευτερόλεπτο (62-117 km/h). Σε αυτό το σημείο αρχίζει να αναπτύσσεται το κυκλωνικό σχήμα αλλά η καταιγίδα δεν είναι αρκετά ισχυρή έτσι ώστε να αποκτήσει μάτι. Σε καταιγίδες τέτοιου τύπου που ξεπερνούν κάποια ορισμένη ένταση δίνονται ονόματα, όπως και στους μεγάλους τυφώνες.

Ένας τυφώνας διακρίνεται από μια τροπική καταιγίδα λόγω της ύπαρξης του ματιού στο κέντρο του. Πολλές φορές το μάτι είναι ορατό από το τροχιακό ύψος που πετάνε οι δορυφόροι. Γύρω από το μάτι είναι όπως είπαμε το eyewall όπου η ένταση των ανέμων και των κατακρημνισμάτων είναι μέγιστη.

Η περιστροφή των νεφών γύρω από την κυλινδρική περιοχή στο κέντρο ανάπτυξης ενός τυφώνα είναι και ο λόγος για τον οποίο τα φαινόμενα αυτά αποκτούν αυτό το ξεχωριστό σπειροειδές σχήμα. Δεσμοί από νέφη επεκτείνονται σε τεράστιες αποστάσεις από το κέντρο του τυφώνα εξαιτίας αυτής της περιστροφής. Η κατεύθυνσή της εξαρτάται από το ημισφαίριο στο οποίο βρισκόμαστε. Στο Βόρειο Ημισφαίριο η κίνηση είναι αντίθετα με τους δείκτες του ρολογιού ενώ στο Νότιο είναι σύμφωνα με τους δείκτες. Σχεδόν πάντα όμως, και αυτό είναι ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά ενός τυφώνα, η γενική κίνηση ενός τέτοιου φαινομένου είναι αντίθετη της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας. Ξέρουμε ότι ο καιρός στο Βόρειο Ημισφαίριο κινείται από Δυσμάρ προς Ανατολάς. Ένας τυφώνας που δημιουργείται στον Ατλαντικό Ωκεανό κινείται αντίθετα με το σύστημα, από Ανατολάς προς Δυσμάρ. Έτσι βρίσκει το εμπόδιο της ξηράς στην Αμερικάνικη Ήπειρο και χάνει σε ένταση, στρέφεται προς το Βορρά και εν τέλει εξασθενεί τελείως. Από αυτά καταλαβαίνουμε και πόσο δύναμη κρύβουν μέσα τους αυτά τα φαινόμενα αφού μπορούν και αψηφούν τη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας και κινούνται αντίθετα σε αυτήν.

Οι ταχύτητες των ανέμων που αναπτύσσονται σε έναν τυφώνα είναι τρομακτικές. Οι μέγιστες ταχύτητες που έχουν μετρηθεί (μεγαλύτερες δεν μπορούμε να μετρήσουμε – σίγουρα όμως υπάρχουν) ξεπερνούν τα 85 μέτρα το δευτερόλεπτο, μιλάμε για 305 km/h.

Σε τόσο ισχυρούς τυφώνες, όταν έρθει το στάδιο της ωρίμανσης, στην κορυφή του eyewall παρατηρούμε ότι έχει δημιουργηθεί ένας σχηματισμός σαν στάδιο, εξ' ου και το όνομα stadium effect που δόθηκε σε αυτό το φαινόμενο.

Ένα άλλο αξιοσημείωτο φαινόμενο που παρατηρήθηκε στους ισχυρούς τυφώνες είναι ένας «κανιβαλισμός» στο eyewall μετά από ένα στάδιο ανάπτυξης. Όταν φτάνουν στα μέγιστα όρια ανάπτυξής τους αυτοί οι τυφώνες συνήθως (όχι πάντοτε όμως) έχουν ένα συμπιεσμένο eyewall μεγέθους όχι μεγαλύτερο από 10-25 χιλιόμετρα. Σε αυτό το σημείο τα νέφη που βρίσκονται εκτός του eyewall μπορεί να σχηματίσουν ένα δακτύλιο καταιγίδων γύρω από το κέντρο του τυφώνα ο οποίος αργά αργά κλείνει προς τον πυρήνα και του «κλέβει» την υγρασία που του είναι απαραίτητη. Κατά τη διάρκεια αυτού του φαινομένου ο τυφώνας χάνει ενέργεια και ένταση, οι μέγιστης έντασης άνεμοι εξασθενούν και η πίεση στο κέντρο αυξάνεται. Εν τέλει όμως ο δακτύλιος των νεφών καταφέρει και αντικαθιστά πλήρως τον εσωτερικό δακτύλιο του eyewall και η καταιγίδα επανακτά τη χαμένη της ενέργεια και σε ορισμένες περιπτώσεις, η έντασή της αυξάνεται ακόμα περισσότερο.

Όπως είπαμε, τα σημαντικότερα νέφη ενός τυφώνα είναι τα Cumulonimbus που συνιστούν και την κύρια δομή του. Όμως δεν είναι ο μόνος τύπος νεφών που αναπτύσσεται. Εξαιτίας της υγρασίας που εκλύεται από το κέντρο του τυφώνα στα μεγάλα υψόμετρα δημιουργούνται νέφη Cirrus τα οποία, λόγω της περιστροφικής κίνησης του τυφώνα εκτείνονται σε αποστάσεις πάρα πολύ μακριά από το κέντρο του. Αυτά τα νέφη είναι και τα πρώτα σημάδια ότι πλησιάζει ένας τυφώνας.

Πού δημιουργούνται οι τυφώνες;

Οι περισσότεροι τυφώνες δημιουργούνται στην παγκόσμια ζώνη καταιγιδοφόρας δραστηριότητας (IT.C.Z. – InterTropical Convergence Zone).

Σχεδόν όλοι τους δημιουργούνται στη ζώνη μεταξύ των 10 έως 30 μοιρών από τον Ισημερινό. Συγκεκριμένα το 87% σχηματίζεται στη ζώνη από 10 έως 20 μοίρες. Επειδή η δύναμη Coriolis είναι αυτή που δίνει και διατηρεί την κυκλωνική του περιστροφή στον τυφώνα, τέτοια φαινόμενα σχεδόν ποτέ δεν παίρνουν μορφή ή κινούνται σε απόσταση μικρότερη των 10 μοιρών από τον Ισημερινό, όπου η δύναμη Coriolis είναι μικρότερης έντασης. Παρ' όλα αυτά, είναι πιθανό να έχουμε δημιουργία τυφώνων μέσα σε αυτό το όριο αν υπάρχει κάποια άλλη πηγή δύναμης που θα δώσει στο σύστημα την κατάλληλη ώθηση ώστε να το θέσει σε περιστροφή. Αυτό βέβαια είναι ένα εξαιρετικά σπάνιο φαινόμενο και τέτοιες καταιγίδες πιστεύεται πως δημιουργούνται μία φορά κάθε 100 χρόνια. Ο τυφώνας Ivan το 2004 αναπτύχθηκε στο όριο αυτό (9,7 μοίρες Βόρεια). Ένας σπάνιος συνδυασμός φαινομένων (προϋπάρχουσα διαταραχή της ατμόσφαιρας, αποκλίνοντες άνεμοι στην ανώτερη ατμόσφαιρα και ένα μουσωνικό ψυχρό μέτωπο) οδήγησε στον τυφώνα Vamei το 2001 σε απόσταση μόλις 1,5 μοίρα από τον Ισημερινό. Φαινόμενα σαν αυτό εκτιμάται ότι συμβαίνουν μία φορά κάθε 400 χρόνια.

Υπάρχουν συνολικά 7 κύριες λεκάνες στις οποίες ευνοείται η δημιουργία τυφώνων:

- Λεκάνη Βορείου Ατλαντικού
- Λεκάνη Βορειοδυτικού Ειρηνικού Ωκεανού
- Λεκάνη Βορειοανατολικού Ειρηνικού Ωκεανού

- Λεκάνη Νοτιοδυτικού Ειρηνικού Ωκεανού
- Λεκάνη Βόρειου Ινδικού Ωκεανού
- Λεκάνη Νοτιοανατολικού Ινδικού Ωκεανού
- Λεκάνη Νοτιοδυτικού Ινδικού Ωκεανού

Αναλυτικότερα:

- **Λεκάνη Βορείου Ατλαντικού:** Η λεκάνη αυτή έχει μελετηθεί περισσότερο από όλες τις υπόλοιπες. Περιλαμβάνει τον Ατλαντικό Ωκεανό, την Καραϊβική Θάλασσα και τον Κόλπο του Μεξικού. Οι Ηνωμένες Πολιτείες, το Μεξικό, η Κεντρική Αμερική, τα νησιά της Καραϊβικής, οι Βερμούδες και ο Καναδάς επηρεάζονται από αυτή τη λεκάνη. Το Εθνικό Κέντρο Τυφώνων (N.H.C. – National Hurricane Center) έχει βάση στο Μαϊάμι της Φλόριντα και εκδίδει δελτία προγνώσεων για τις καταιγίδες που συμβαίνουν σε όλα τα κράτη όλης της περιοχής. Για την περιοχή του Καναδά ευθύνη έχει αναλάβει και το Καναδικό Κέντρο Τυφώνων (Canadian Hurricane Centre) που έχει βάση στο Halifax της Nova Scotia. Φονικοί τυφώνες οι οποίοι έχουν δημιουργηθεί πάνω από θερμότερα ύδατα χτυπούν το Μεξικό, την Κεντρική Αμερική, την Καραϊβική καθώς και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Ειδικά στις Η.Π.Α. χτυπούν περιοχές όλος η Florida, η Βόρεια Carolina, το New Jersey, η Νέα Υόρκη και η New England. Στις νοτιότερες από αυτές τις περιοχές υπάρχει πιθανότητα οι τυφώνες να μη χτυπήσουν με όλη τους την ένταση αλλά σαν τροπικές καταιγίδες. Η Ατλαντική ακτή του Καναδά πλήττεται από τυφώνες σχετικά σπάνια. Μια τέτοια περίπτωση ήταν ο τυφώνας Juan το 2003. Πολλοί από αυτούς τους ισχυρούς τυφώνες ανήκουν στον τύπο τυφώνων του Πράσινου Ακρωτηρίου (Cape Verde-type Hurricanes) και σχηματίζονται στο δυτικό άκρο της Αφρικής κοντά στα ομώνυμα νησιά του Πράσινου Ακρωτηρίου.
- **Λεκάνη Βορειοδυτικού Ειρηνικού Ωκεανού:** Σε αυτή τη λεκάνη έχουμε συχνό σχηματισμό τροπικών καταιγίδων οι οποίες επηρεάζουν την Κίνα, την Ιαπωνία, τις Φιλιππίνες και την Ταϊβάν. Αυτή είναι η μακράν ενεργότερη λεκάνη αφού το ένα τρίτο όλος παγκόσμιας τυφωνικής – κυκλωνικής δραστηριότητας συμβαίνει σε αυτή. Εθνικά Μετεωρολογικά Δίκτυα των εκάστοτε περιοχών αναλαμβάνουν την πρόγνωση τέτοιων φαινομένων και την έκδοση προειδοποιήσεων.
- **Λεκάνη Βορειοανατολικού Ειρηνικού Ωκεανού:** Αυτή η λεκάνη είναι η δεύτερη πιο ενεργή λεκάνη στον κόσμο και με τη μεγαλύτερη πυκνότητα φαινομένων (μεγάλος αριθμός καταιγίδων σε μια μικρή περιοχή). Οι καταιγίδες εδώ επηρεάζουν το Δυτικό Μεξικό, τη Χαβάη, τη Βόρεια Κεντρική Αμερική και σε εξαιρετικά σπάνιες περιπτώσεις, την Καλιφόρνια. Εδώ το κέντρο που αναλαμβάνει την πρόγνωση και έκδοση προειδοποιήσεων είναι το Κεντρικό Ειρηνικό Κέντρο Τυφώνων (Central Pacific Hurricane Center) των Η.Π.Α.
- **Λεκάνη Νοτιοδυτικού Ειρηνικού Ωκεανού:** Τροπικές καταιγίδες σε αυτή τη λεκάνη επηρεάζουν την Αυστραλία και την Ωκεανία ενώ την ευθύνη για τη μελέτη τους αναλαμβάνουν τα Μετεωρολογικά Κέντρα της Αυστραλίας και της Papua New Guinea.
- **Λεκάνη Βόρειου Ινδικού Ωκεανού:** Αυτή η λεκάνη χωρίζεται σε δύο μέρη, τον Κόλπο της Βεγγάλης και την Αραβική Θάλασσα. Ο Κόλπος της Βεγγάλης συγκεντρώνει το περισσότερο ενδιαφέρον μιας και είναι 5 με 6 φορές πιο ενεργός. Σε αυτή τη λεκάνη υπάρχει και το πιο θλιβερό «ρεκόρ» μιας και είναι μακράν η λεκάνη με τους περισσότερους θανάτους από τυφώνες. Μόνο το 1970 ο κυκλώνας

Bhola σκότωσε 200000 ανθρώπους. Οι χώρες που επηρεάζονται σε αυτή τη λεκάνη είναι η Ινδία, το Μπαγκλαντές, η Σρι Λάνκα, η Ταϊλάνδη και το Πακιστάν. Υπεύθυνη για την έκδοση μετεωρολογικών δελτίων σε αυτή την περιοχή είναι κάθε χώρα ξεχωριστά.

- **Λεκάνη Νοτιοανατολικού Ινδικού Ωκεανού:** Σε αυτή τη λεκάνη επηρεάζονται κυρίως η Αυστραλία και η Ινδονησία και εκδίδουν η κάθε μία για λογαριασμό της μετεωρολογικά δελτία.
- **Λεκάνη Νοτιοδυτικού Ινδικού Ωκεανού:** Αυτή η λεκάνη δεν έχει μελετηθεί τόσο καλά όσο οι υπόλοιπες λεκάνες λόγω έλλειψης ιστορικών δεδομένων. Οι κυκλώνες που δημιουργούνται σε αυτή την περιοχή χτυπούν τη Μαδαγασκάρη, τη Μοζαμβίκη, το Μαυρίκιο και την Κένυα. Όπως και στην προηγούμενη λεκάνη, έτσι και εδώ κάθε χώρα έχει δικό της κέντρο που εκδίδει τα μετεωρολογικά δελτία για λογαριασμό της.

Λεκάνη	Αρχή Περιόδου	Τέλος Περιόδου	Τροπικές Καταιγίδες (34-63 κόμβοι)	Τροπικοί Κυκλώνες (>63 κόμβοι)	Κατηγορίας 3+ Τυφώνες (>95 κόμβοι)
Βορειοδυτικός Ειρηνικός	Όλος ο χρόνος	Όλος ο χρόνος	26.7	16.9	8.5
Βορειοανατολικός Ειρηνικός	Μάιος	Νοέμβριος	16.3	9.0	4.1
Νοτιοδυτικός Ινδικός	Οκτώβριος	Μάιος	13.3	6.7	2.7
Βόρειος Ατλαντικός	Ιούνιος	Νοέμβριος	10.6	5.9	2.0
Αυστραλία (Νοτιοδυτικός Ειρηνικός)	Οκτώβριος	Μάιος	10.6	4.8	1.9
Αυστραλία (Νοτιοανατολικός Ινδικός)	Οκτώβριος	Μάιος	7.3	3.6	1.6
Βόρειος Ινδικός	Απρίλιος	Δεκέμβριος	5.4	2.2	0.4

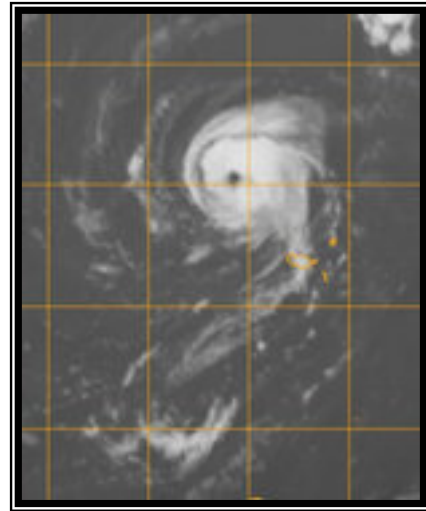
Πίνακας συχνότητας εμφάνισης τυφώνων για μια περίοδο ενός χρόνου σε παγκόσμια κλίμακα.

Εκτός από αυτές τις λεκάνες, υπάρχουν και άλλες περιοχές που ευνοούν την ανάπτυξη τυφώνων ή τροπικών καταιγίδων, σε μικρότερη συχνότητα και ίσως και αρκετά σπάνια. Αυτές είναι:

- **Νότιος Ατλαντικός:** Ο συνδυασμός των ψυχρότερων υδάτων μαζί με το γεγονός ότι δε βρίσκεται στην Καταιγιδοφόρα Ζώνη καθιστά την ανάπτυξη τυφώνων σε αυτό το τμήμα του Ατλαντικού πολύ δύσκολη. Παρ' όλα αυτά έχουν παρατηρηθεί τυφώνες σε αυτή την περιοχή, όπως ο τυφώνας Catarina το 2004.
- **Κεντρικός Βόρειος Ειρηνικός:** Σε αυτό το τμήμα του Ειρηνικού οι συνθήκες είναι σχεδόν απαγορευτικές για ανάπτυξη τέτοιων φαινομένων. Τυφώνες όμως έχουν παρατηρηθεί και εδώ, προερχόμενοι όμως από τη Λεκάνη του Βορειοανατολικού Ειρηνικού.
- **Μεσόγειος Θάλασσα:** Στη δική μας περιοχή, όσο παράξενο και αν ακούγεται, έχουν παρατηρηθεί μεγάλες σε έκταση καταιγίδες που έχουν παρόμοια δομή και χαρακτηριστικά με αντίστοιχες τροπικές και με τυφώνες. Τέτοιες καταιγίδες παρατηρήθηκαν το Σεπτέμβριο του 1947, του 1969 και του 1983 και τον Ιανουάριο του 1982 και του 1995. Υπάρχει διάσταση απόψεων στο αν αυτές οι καταιγίδες

είχαν παρεμφερή προέλευση με τις αντίστοιχες τροπικές και οι μελέτες συνεχίζονται ακόμα και σήμερα.

- **Βορειοανατολικός Ατλαντικός:** Τον Οκτώβριο του 2005 ο τυφώνας Vince σχηματίστηκε κοντά στις νήσους Madeira (βλέπε την εικόνα δεξιά), έπειτα κινήθηκε βορειο-ανατολικά, πέρασε νότια από τις Πορτογαλικές ακτές και χτύπησε τη νοτιοδυτική Ισπανία σαν μια τροπική καταιγίδα. Ο τυφώνας αυτός σχηματίστηκε στη λιγότερο ενεργή περιοχή του Ατλαντικού και μάλιστα στο πιο βορειοανατολικό άκρο του. Ήταν η πρώτη καταγεγραμμένη περίπτωση τυ-φώνα που χτύπησε την Ιβηρική Χερσόνησο. Στη συνέχεια βέβαια έχασε τη δομή και δύναμή του και μετατράπηκε σε ένα μεγάλο βαρομετρικό χαμηλό το οποίο εν τέλει απορροφήθηκε από άλλα μικρότερα και εξασθένησε τελείως.



Ο τυφώνας Vince.

- **Νότια Θάλασσα της Κίνας:** Το Δεκέμβριο του 2001 ο τυφώνας Vamei σχηματίστηκε στη νότια Θάλασσα της Κίνας και χτύπησε τη Μαλαισία. Προκάλεσε πλημμύρες στη Μαλαισία και υλικές ζημιές στη Σιγκαπούρη. Αίτιο δημιουργίας του ήταν μια μεγάλη καταιγίδα στο Βόρνεο η οποία κινήθηκε προς τη Θάλασσα της Κίνας.

Πότε σχηματίζονται οι τυφώνες;

Σε παγκόσμια κλίμακα, οι τυφώνες δημιουργούνται κυρίως αργά το καλοκαίρι όταν και οι θερμοκρασίες των υδάτων είναι υψηλότερες. Παρ' όλα αυτά κάθε ωκεάνια λεκάνη έχει τις δικές της ξεχωριστές ιδιότητες.

- Στο Βόρειο Ατλαντικό η κυκλωνική περίοδος ξεκινά από την 1^η του Ιουνίου και τελειώνει περίπου στις 30 Νοεμβρίου. Το μέγιστο αυτής της δραστηριότητας εντοπίζεται από τα τέλη Αυγούστου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου και κορυφώνεται στις 10 Σεπτεμβρίου.
- Στο Βορειοανατολικό Ειρηνικό η περίοδος αυτή έχει μεγαλύτερο εύρος αλλά συμβαίνει περίπου την ίδια περίοδο με του Ατλαντικού.
- Στο Βορειοδυτικό Ειρηνικό οι τυφώνες συμβαίνουν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, με το ελάχιστο να εντοπίζεται το Φεβρουάριο και το μέγιστο στις αρχές του Σεπτεμβρίου.

- Στο Βόρειο Ινδικό οι καταιγίδες είναι συχνότερες από τον Απρίλιο έως το Δεκέμβριο, με τα μέγιστά τους να εντοπίζονται το Μάιο και το Νοέμβριο.
- Στο Νότιο Ημισφαίριο η δραστηριότητα των κυκλώνων ξεκινά στα τέλη Οκτωβρίου και τελειώνει το Μάιο. Τα μέγιστα στην περιοχή αυτή εμφανίζονται στα μέσα Φεβρουαρίου με αρχές Μαρτίου.

Γενικά, κατά μέσο όρο σε όλο τον κόσμο έχουμε 80 τυφώνες το χρόνο.

Τροπικές καταιγίδες και τυφώνες, ανά μήνα για την περίοδο 1944-2004 (Περιοχή Βορείου Ατλαντικού)		
Μήνας	Σύνολο	Μέσος Όρος
Ιανουάριος-Απρίλιος	4	0.1
Μάιος	8	0.1
Ιούνιος	33	0.5
Ιούλιος	53	0.9
Αύγουστος	168	2.8
Σεπτέμβριος	219	3.6
Οκτώβριος	108	1.8
Νοέμβριος	30	0.5
Δεκέμβριος	6	0.1

Πίνακας συχνότητας εμφάνισης τυφώνων στην περιοχή του Βορείου Ατλαντικού.

Κατηγορίες και μεγέθη τυφώνων:

Οι τυφώνες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την ένταση των ανέμων που πνέουν σε αυτούς. Η κλίμακα που χρησιμοποιείται είναι η Κλίμακα Saffir-Simpson. Μια καταιγίδα Έντασης 1 έχει τους ασθενέστερους μέγιστους ανέμους ενώ ένας τυφώνας Έντασης 5 έχει τους ισχυρότερους. Η κλίμακα αυτή δε συνδέεται με τις υλικές ζημιές που προκαλεί ένα τέτοιο φαινόμενο. Μικρότερης έντασης καταιγίδες μπορεί να προκαλέσουν πολύ περισσότερες ζημιές από ότι καταιγίδες μεγαλύτερης έντασης, ανάλογα με τη μορφολογία του εδάφους και την ένταση των κατακρημνισμάτων ανά περιοχή. Είναι αξιοσημείωτο ότι οι μεγαλύτερες υλικές ζημιές προκλήθηκαν από καταιγίδες που ποτέ δεν έφτασαν στο σημείο να γίνουν τυφώνες, εξαιτίας των πλημμυρών και των κατολισθήσεων που προκάλεσαν.

Το Εθνικό Κέντρο Τυφώνων των Η.Π.Α. θεωρεί όλους τους τυφώνες έντασης 3 και πάνω ως Ισχυρούς Τυφώνες. Το Ίδρυμα Έκδοσης Προγνώσεων των Η.Π.Α. θεωρεί τους τυφώνες που οι άνεμοί τους ξεπερνούν τα 241 km/h (έντασης 4+) ως Πολύ Ισχυρούς Τυφώνες (Super Typhoons).

Αξιοσημείωτες Περιπτώσεις:

Οι τυφώνες που προκαλούν μαζικές καταστροφές είναι ευτυχώς ένα σπάνιο φαινόμενο, αλλά όταν συμβαίνουν, οι υλικές ζημιές μετρούνται σε δισεκατομμύρια δολάρια και οι ανθρώπινες απώλειες σε χιλιάδες έως και εκατοντάδες χιλιάδες.

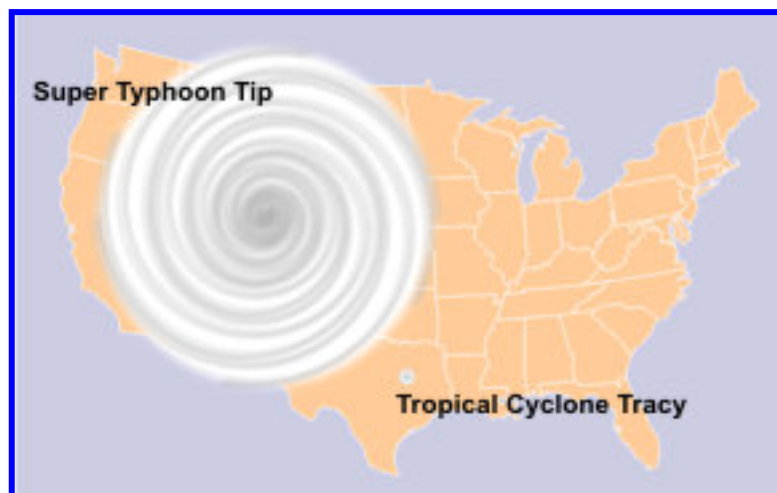
Ο φονικότερος τυφώνας που έχει καταγραφεί είναι μια καταιγίδα Έντασης 2 (άνεμοι της τάξης των 160 km/h) που χτύπησε την πυκνοκατοικημένη περιοχή του Δέλτα του Γάγγη στο Ανατολικό Πακιστάν (το σημερινό Μπαγκλαντές) στις 13 Νοεμβρίου του 1970. Η καταιγίδα αυτή ευθύνεται για το θάνατο περισσότερων από 200000 ανθρώπων, ενώ εκτιμήσεις τοποθετούν αυτό το νούμερο στις 500000 ανθρώπινες ζωές. Σε αυτήν την περιοχή οι απώλειες είναι υπεράριθμες μιας και τουλάχιστον 3 καταιγίδες από το 1900 μέχρι σήμερα κατάφεραν και σκότωσαν πάνω από 100000 ανθρώπους η καθεμία.

Στη λεκάνη του Ατλαντικού, 3 καταιγίδες έχουν σκοτώσει πάνω από 10000 ανθρώπους. Ο Τυφώνας Mitch το 1998 προκάλεσε εκτενείς πλημμύρες και λασποροές σκοτώνοντας περίπου 18000 ανθρώπους. Ήταν δε τόσο μεγάλες οι αλλαγές που προκάλεσε στην εδαφική δομή της περιοχής που έγινε αναγκαστικά νέα χαρτογράφηση της μετά από το πέρας του τυφώνα. Το 1900 ένας τυφώνας Έντασης 4 σκότωσε 6000 με 12000 ανθρώπους στο Τέξας και παραμένει μέχρι σήμερα μια από τις φονικότερες φυσικές καταστροφές στις Η.Π.Α. Ο φονικότερος τυφώνας που καταγράφηκε στον Ατλαντικό ήταν ο Μεγάλος Τυφώνας του 1780 που σκότωσε 20 με 30 χιλιάδες ανθρώπους στις Αντίλλες.

Η μεγαλύτερης έκτασης καταιγίδα που έχει ποτέ παρατηρηθεί ήταν ο Τυφώνας Tip στον Βορειοδυτικό Ειρηνικό το 1979, ο οποίος είχε ελάχιστη πίεση μόλις 870 mbar και μέγιστης έντασης ανέμους πάνω από 305 km/h. Εξασθένησε ευτυχώς λίγο πριν χτυπήσει την Ιαπωνία γιατί αλλιώς ίσως οι ζημιές να ήταν ανυπολόγιστες. Το μέγεθός του το ξεπερνά μόνο μια Superstorm, ένα εξαιρετικά σπάνιο έως και αδύνατο σενάριο δημιουργίας τυφώνα πάνω από ξηρά.

Οι συνθήκες για τη δημιουργία μιας Superstorm αυτή τη στιγμή δεν υπάρχουν πουθενά πάνω στον πλανήτη, αλλά αν θεωρητικά υπάρξουν, ένα τέτοιο φαινόμενο θα μπορούσε άνετα να καλύψει για ένα πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα μια έκταση όσο ήταν η Σοβιετική Ένωση. Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι τρομακτικά χαμηλές και οι άνεμοι έχουν εντάσεις που ποτέ δεν έχουν μετρηθεί. Οι επιστήμονες εικάζουν ότι στο παρελθόν της Γης (εκατομμύρια χρόνια πριν) τέτοια φαινόμενα συνέβαιναν εξαιτίας της διαφορετικής μορφολογίας του πλανήτη μας και ίσως να σήμαναν και την αρχή κάποιας παγετώδους περιόδου. Οι ήπειροι βρίσκονταν σε διαφορετικές θέσεις, η κυκλοφορία των υδάτων διέφερε σημαντικά και γενικά οι συνθήκες ήταν εντελώς διαφορετικές, τέτοιες ώστε να επιτρέπουν σε αυτά τα φαινόμενα να αναπτυχθούν.

Επιστρέφοντας στο σήμερα, ο μικρότερης έντασης τυφώνας που παρατηρήθηκε ποτέ είναι ο τυφώνας Tracy ο οποίος ήταν διαμέτρου μόλις 50 χιλιομέτρων. Παρ' όλα αυτά, όταν χτύπησε την Αυστραλία, σχεδόν ισοπέδωσε την πόλη Darwin. Εν συγκρίσει με τον Tip, να αναφέρουμε ότι ο Tip είχε διάμετρο 2170 χιλιόμετρα. Ένας μέσος τυφώνας έχει περίπου 480 χιλιόμετρα διάμετρο. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το πόσο μεγάλος ήταν αυτός ο τυφώνας, μιας και καλύπτει σχεδόν τις μισές και πλέον Η.Π.Α.



Ο τυφώνας Tip και ο τυφώνας Tracy εν συγκρίσει με τις Η.Π.Α.

Οι εντάσεις των ανέμων που έχουν μετρηθεί στους ισχυρότερους τυφώνες ξεπερνούν τα 300 km/h. Έχουν μετρηθεί εντάσεις έως και 380 km/h αλλά παρ' όλα αυτά δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι για το ποιος ήταν ο ισχυρότερος μιας και τα όργανα που χρησιμοποιούμε για τις μετρήσεις δεν είναι ικανά να έχουν μεγάλη ακρίβεια κάτω από τόσο ακραίες συνθήκες. Για παράδειγμα στον Super Typhoon Paka οι άνεμοι μετρήθηκαν να έχουν ριπές 380 km/h αλλά αργότερα ανακαλύφθηκε ότι το ανεμόμετρο είχε καταστραφεί στην καταιγίδα και δεν είμαστε σίγουροι για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων του. Ο τυφώνας Nancy το 1961 μετρήθηκε να έχει ριπές ανέμων έντασης 343 km/h. Ο τυφώνας Camille, ένας από τους ισχυρότερους τυφώνες που παρατηρήθηκε ποτέ και αυτός που χτύπησε στην ξηρά με τη μεγαλύτερη ένταση, μετρήθηκε να έχει ανέμους έντασης 335 km/h. Για να έχουμε και ένα μέτρο σύγκρισης, η μεγαλύτερη ένταση ανέμου μη τυφωνικής προέλευσης, έχει μετρηθεί στο Όρος Washington και είναι 372 km/h.

Τέλος, από πλευράς κόστους σε υλικές ζημιές, ο μακράν «ακριβότερος» τυφώνας είναι ο τυφώνας Κατρίνα που χτύπησε στις 28 Αυγούστου τη Λουιζιάνα στις Η.Π.Α. αφού είχε περάσει πρώτα από τη Φλόριντα. Εκτιμήσεις λένε πως αυτή είναι και η μεγαλύτερη φυσική καταστροφή που υπέστησαν ποτέ οι Η.Π.Α. και το κόστος των ζημιών μόνο στη Λουιζιάνα ανέρχεται στα 200 δισεκατομμύρια δολάρια. Για σύγκριση αξίζει να αναφέρουμε ότι ο δεύτερος καταστροφικότερος τυφώνας που χτύπησε τις Η.Π.Α. ήταν ο Andrew το 1992 στη Φλόριντα, που κόστισε στο κράτος 25 δισεκατομμύρια δολάρια.

Παρατήρηση και συλλογή δεδομένων από τους τυφώνες:

Οι ισχυροί τυφώνες είναι μια μεγάλη πρόκληση για οποιοδήποτε παρατηρητή και επιστήμονα. Το να εξάγεις δεδομένα από τόσο μεγάλης έντασης φαινόμενα είναι κάτι εξαιρετικά δύσκολο και απαιτεί πολύ καλή μελέτη τους και σκληρή δουλειά. Η φύση τους απαγορεύει και την ύπαρξη μετεωρολογικών σταθμών για τη μελέτη τους, κυρίως λόγω της έντασής τους και του γεγονότος ότι δημιουργούνται πάνω από θάλασσα. Επιφανειακές καταγραφές για τις συνθήκες που επικρατούν εκεί έχουν γίνει μόνο σε νησιά ή παραλιακές περιοχές από τις οποίες πέρασε ένας τυφώνας. Σπάνια, αλλά έχει συμβεί και αυτό, κάποιιο πλοίο έχει πάει κοντά στην καταιγίδα και πήρε μετρήσεις. Βέβαια σε όλες αυτές τις περιπτώσεις οι μετρήσεις έγιναν γύρω από τον κυκλώνα, όπου οι συνθήκες είναι λιγότερο καταστροφικές.

Για να πάρουμε λοιπόν δεδομένα για τους τυφώνες σε πραγματικό χρόνο, στέλνουμε ειδικά εξοπλισμένες αναγνωριστικές πτήσεις μέσα στον τυφώνα. Στη λεκάνη του Ατλαντικού, οι Η.Π.Α. έχουν αναλάβει την ευθύνη των πτήσεων αυτών. Τα αεροσκάφη ονομάζονται Hurricane Hunters και είναι τα τετρακινητήρια WC-130 Hercules και WP-3D Orions. Αυτά τα αεροσκάφη πετάνε κατευθείαν μέσα στον τυφώνα και παίρνουν μετρήσεις για όλα τα δεδομένα του σε πραγματικό χρόνο. Επίσης αφήνουν ειδικές συσκευές μέσα στον τυφώνα οι οποίες στέλνουν στη βάση δεδομένα για τη θέση του τυφώνα, τις θερμοκρασίες που επικρατούν, την υγρασία, την πίεση και την ένταση των ανέμων από το ύψος πτήσης έως και την επιφάνεια της θάλασσας.

Αυτά τα αεροσκάφη συνήθως πετάνε σε μεγάλα υψόμετρα, όπου και οι συνθήκες επιτρέπουν μια ασφαλέστερη πτήση. Οι πιλότοι δεν μπορούν να ριψοκινδυνέψουν και να πάνε σε χαμηλότερα ύψη μιας και ο κίνδυνος η επιχείρηση να εξελιχθεί σε τραγωδία είναι μεγάλος. Γι' αυτό το λόγο, το 2005 ήταν μια σημαντική χρονιά για την παρατήρηση των τυφώνων και η αρχή μιας νέας εποχής για τον τρόπο συλλογής των δεδομένων. Για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε, στην τροπική καταιγίδα Ophelia, το μη επανδρωμένο αεροσκάφος Aerosonde, ένα μικρό αεροπλάνο το οποίο μπόρεσε και βρέθηκε σε αρκετά χαμηλά υψόμετρα και κοντά στον πυρήνα της καταιγίδας, προσφέροντας μας πολύτιμα δεδομένα.

Μια άλλη μέθοδος παρατήρησης των τυφώνων είναι και οι μετεωρολογικοί δορυφόροι. Πολλά δεδομένα έρχονται από αυτούς με τη μορφή εικόνων ή βίντεο στο ορατό και υπέρυθρο φάσμα. Όταν ο τυφώνας πλησιάσει στην ξηρά ένα σύστημα από επίγεια ραντάρ μαζί με τις εικόνες των δορυφόρων δίνουν τα απαραίτητα δεδομένα για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου της καταιγίδας που είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τους προγνώστες, μιας και γνωρίζουν τη θέση του τυφώνα ανά πάσα στιγμή.

Τέλος, τα τελευταία χρόνια ερευνητές σε διάφορα πανεπιστήμια των Η.Π.Α. έκαναν μελέτες για τη δημιουργία ενισχυμένων μετεωρολογικών σταθμών με σκοπό και την επίγεια παρατήρηση. Δείγματα τέτοιων σταθμών τοποθετήθηκαν στη Φλόριντα και τα πρώτα αποτελέσματα ήταν θετικά.

Ονοματολογία των τυφώνων:

Στις καταιγίδες που η ταχύτητα των ανέμων τους ξεπερνά τα 17 μέτρα το δευτερόλεπτο ή τα 62 km/h δίδονται ονόματα, για να βοηθήσουν στην καταγραφή τους, στην έκδοση προειδοποιήσεων για τον κόσμο (ψυχολογικά αίτια, ο άνθρωπος φοβάται το άγνωστο, όταν αυτό έχει όνομα το αντιμετωπίζει καλύτερα) και στο να δείξουν ότι αυτές οι καταιγίδες είναι αρκετά σημαντικές ώστε να μην αγνοηθούν. Τα ονόματα αυτά διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Στον Ατλαντικό Ωκεανό υπάρχουν ορισμένοι κανόνες ονοματολογίας, όπως π.χ. αν σε μια περίοδο έχουμε παραπάνω από 21 καταιγίδες, η 22^η και οι επόμενες θα πάρουν ονόματα από τα γράμματα του ελληνικού αλφαβήτου (Alpha, Beta, Gamma, κτλ). Στον Ειρηνικό και ειδικά στον Ινδικό συνήθως τα ονόματα είναι τοπικές ονομασίες από θεότητες κτλ. Κάποτε μάλιστα υπήρχε η αντίληψη (προκατάληψη μάλλον) ότι για να εξευμενίσουμε τους τυφώνες έπρεπε να τους δίνουμε γυναικεία ονόματα μόνο. Άλλοι λένε ότι τα γυναικεία ονόματα συνδέονται με την καταστροφικότητα της καταιγίδας, μιας και όπως έχουν πει και οι αρχαίοι Έλληνες: “πυρ, γυνή και θάλασσα”. Κάποτε ονόμαζαν τους τυφώνες ανάλογα με τον Άγιο που γιόρταζε την ημέρα που παρατηρήθηκε το φαινόμενο, σαν μια έκκληση στα θεία. Σήμερα τέτοιες αντιλήψεις δεν υπάρχουν και η ονομασία εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και δίνεται από τα διάφορα μετεωρολογικά κέντρα ανά τον κόσμο.

Σπάνια, κάποιοι τυφώνες πέρασαν από μία λεκάνη σε μια άλλη. Τότε έχουμε την περίπτωση που ένας τυφώνας έχει δύο ονόματα, ένα για την κάθε περιοχή.

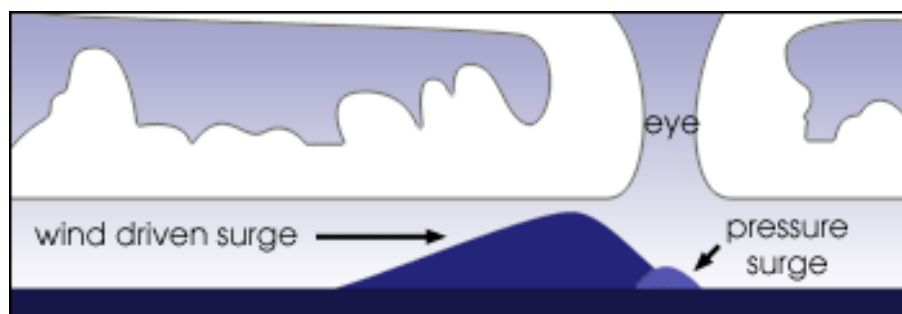


Highway 90 Ocean Springs: Γέφυρα Biloxi, μετά το πέρας του τυφώνα Κατρίνα. Με τέτοιες καταστροφές, λογικό είναι να επικαλούμαστε τα θεία.

Καταστροφές που προκαλούν οι τυφώνες:

Ενας τυφώνας στο στάδιο της ωριμότητας μπορεί να εξαπολύσει θερμότητα με ρυθμό 6×10^{14} Watts και πλέον. Οι τυφώνες στην ανοιχτή θάλασσα προκαλούν τεράστια κύματα, έντονη βροχόπτωση και πολύ σφοδρούς ανέμους. Είναι πολλές οι περιπτώσεις στις οποίες πλοία αναγκάστηκαν να αλλάξουν πορείες εξαιτίας τους και δυστυχώς κάποια από αυτά βυθίστηκαν. Παρ' όλα αυτά, τις μεγαλύτερες καταστροφές οι τυφώνες τις προκαλούν όταν περάσουν από τις ακτογραμμές και χτυπήσουν στην ξηρά. Οι τρόποι με τους οποίους ένας τυφώνας μπορεί να προκαλέσει καταστροφές είναι:

- **Σφοδροί άνεμοι:** Οι άνεμοι αυτοί πνέουν με τρομακτική ένταση και μπορούν να προκαλέσουν ζημιές ή να καταστρέχουν εξ' ολοκλήρου σε αυτοκίνητα, κτίρια, γέφυρες, κτλ. Μπορούν να ισοπεδώσουν μια ολόκληρη περιοχή σε έναν ισχυρό τυφώνα μέσα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα.
- **Ανεμοστροβίλοι:** Το επόμενο βήμα αυτών των ανέμων είναι να μετατραπούν σε θανατηφόρους ανεμοστροβίλους. Είναι σύνηθες φαινόμενο για έναν τυφώνα να έχει σε όλη του την έκταση ανεμοστροβίλους. Η έντασή τους ποικίλει αν και σπάνια φτάνει αυτή των ανεμοστροβίλων μη τροπικής προέλευσης. Σαφώς όμως προκαλούν εκτενείς καταστροφές από τις περιοχές που βρίσκονται στο διάβα τους.
- **Υψηλή βροχόπτωση:** Η καταιγιδοφόρα δραστηριότητα ενός τυφώνα προκαλεί πολλά προβλήματα στην περιοχή από την οποία διέρχεται. Είναι πολλές οι περιπτώσεις που προκλήθηκαν πλημμύρες εξαιτίας ενός τυφώνα. Περιοχές με ποταμούς και χείμαρρους που ξεχείλισαν και τα νερά τους κατέκλεισαν την ενδοχώρα είναι πολλές – με κύριο παράδειγμα το πρόσφατο συμβάν στη Λουιζιάνα.
- **Φαινόμενο Storm Surge:** Μακράν το καταστροφικότερο από όλα τα υπόλοιπα, το φαινόμενο αυτό οφείλεται στις πιέσεις στο κέντρο του ματιού ενός τυφώνα (Σχήμα 4). Οι πολύ χαμηλές πιέσεις εκεί επιτρέπουν στην επιφάνεια της θάλασσας να ανέβει ψηλότερα. Έτσι στο μάτι της καταιγίδας έχει δημιουργηθεί μια δομή σαν λοφίσκος από νερό. Αυτός ο λοφίσκος όμως δέχεται πλευρικές πιέσεις από τα κύματα που δημιουργούν οι άνεμοι στην επιφάνεια της θάλασσας γύρω από τον τυφώνα, παράλληλα με την κίνηση αυτού. Έτσι δημιουργείται ένα τείχος νερού το οποίο κινείται παράλληλα με τον τυφώνα και όταν αυτός χτυπήσει ξηρά τον ακολουθεί ένα «τσουνάμι» το οποίο προκαλεί εκτενείς πλημμύρες στις παραλιακές περιοχές. Το 80% των θυμάτων από τους τυφώνες οφείλεται σε αυτό το φαινόμενο.



Σχήμα 4.



Τα αποτελέσματα της διέλευσης του τυφώνα Κατρίνα (του καταστροφικότερου όλων των εποχών για τις Η.Π.Α.)

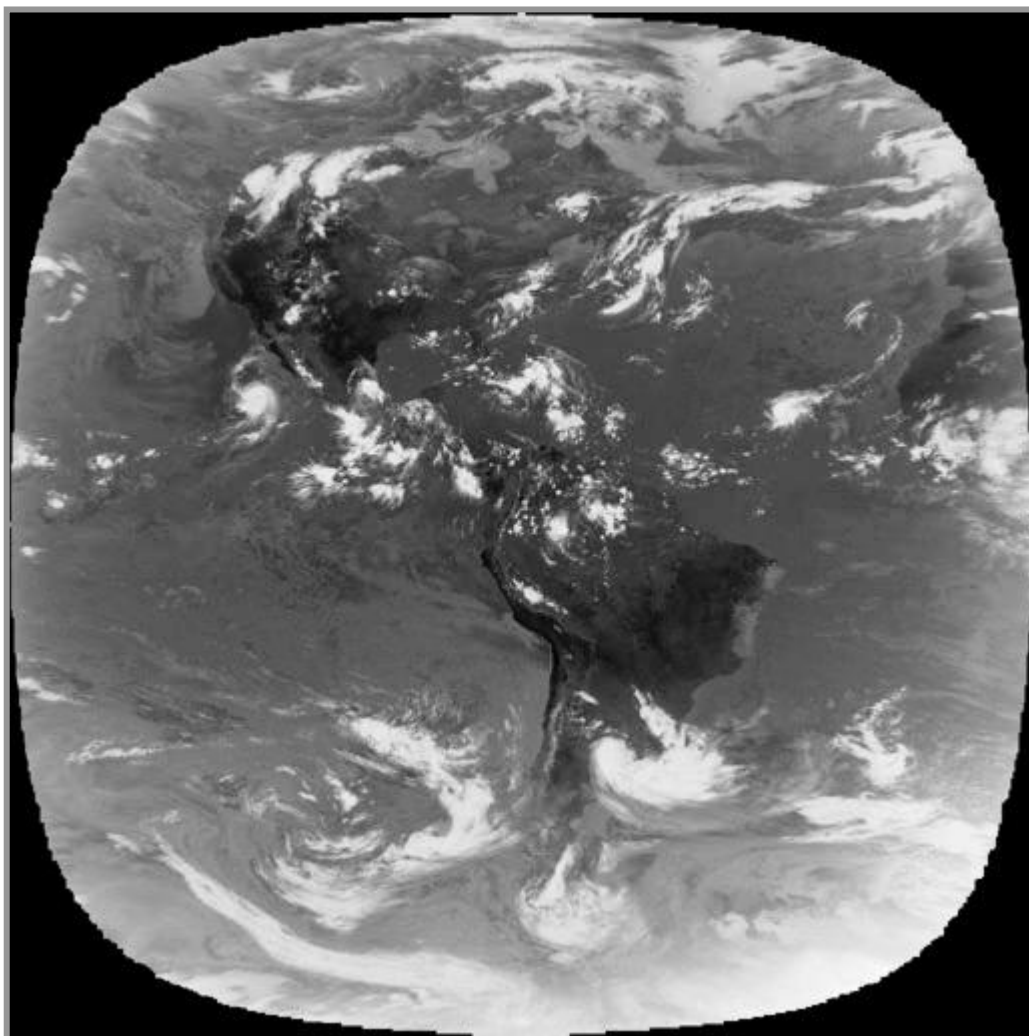
Ένας τυφώνας προκαλεί και μετά τη διέλευσή του από μια περιοχή προβλήματα. Εξαιτίας των σφοδρών καταστροφών δημιουργούνται ασθένειες και επιδημίες, εκτενείς διακοπές ρεύματος και πολλά προβλήματα στις επικοινωνίες και μεταφορές. Αυτά, όταν συνδυάζονται, μπορεί να αποβούν καταστροφικότερα από τον ίδιο τον τυφώνα. Μια επιδημία που θα προκληθεί λόγω των μικροβίων που θα αναπτυχθούν από τις πλημμύρες είναι κάτι σύνηθες. Κατά γενική ομολογία αναπτύσσεται λόγω των τραυματισμών τέτανος και χολέρα λόγω των λυμάτων από τους υπονόμους. Όταν όμως συνοδευτεί κάτι τέτοιο από διακοπές ρεύματος, θα υπάρχει τεράστιο πρόβλημα. Δε θα υπάρχει επαρκής συντήρηση των φαρμάκων και τροφίμων ενώ ίσως να έχουν καταστραφεί και οι νοσοκομειακές εγκαταστάσεις, κάτι που θα κάνει ακόμα χειρότερη την κατάσταση. Σε συνδυασμό με ελλιπείς τηλεπικοινωνίες και προβλήματα στον ανεφοδιασμό, η κατάσταση μπορεί να οδηγήσει σε χιλιάδες νεκρούς.

Θετικές επιρροές από ένα τυφώνα:

Σπάνια, οι τυφώνες βοήθησαν μια περιοχή από την οποία πέρασαν. Συνήθως αφορά περιοχές οι οποίες είχαν τότε μια εκτενή περίοδο ξηρασίας και ο τυφώνας στην ουσία τις ανακούφισε. Άλλες φορές το πέρασμα ενός τυφώνα μπορεί να καταστρέψει μια περιοχή, ωθώντας όμως στην αναδόμησή της και εν τέλει η περιοχή αυτή τώρα να πήρε μεγαλύτερη αξία.

Γενικά όμως οι τυφώνες βοηθούν στη διατήρηση της ισορροπίας στο παγκόσμιο κλίμα μιας και μετακινούν θερμές αέριες μάζες από τους Τροπικούς προς τα μέσα γεωγραφικά πλάτη και τις Πολικές περιοχές.

Προσπάθειες για έλεγχο και τεχνητή εξασθένιση των τυφώνων:



Εικόνα από δορυφόρο που έλαβε μέρος στο πρόγραμμα Stormfury για την εξασθένιση τυφώνων.

Στις δεκαετίες του 1960 και 1970 η κυβέρνηση των Η.Π.Α. προσπάθησε να βρει τρόπους για να μπορεί να ελέγξει ή να εξασθενίσει τυφώνες που έπλητταν τη χώρα. Το πρόγραμμα ονομάστηκε Project Stormfury και περιλάμβανε ψεκασμούς των νεφών πάνω από το eyewall ενός τυφώνα με Ιωδιούχο Άργυρο (AgI) με σκοπό τη δημιουργία πυρήνων συμπύκνωσης οι οποίοι θα ανάγκαζαν τα νέφη στην περιοχή σε βροχόπτωση και εν συνεχεία τον τυφώνα σε κατάρρευση. Λογικό επακόλουθο θα ήταν και η πτώση της έντασης των ανέμων λόγω της απώλειας ενέργειας από τον τυφώνα.

Τα αποτελέσματα όμως δεν ήταν τα αναμενόμενα. Ο τυφώνας Debbie μετά από δύο προσπάθειες για εξασθένισή του, μπορεί να έχασε προσωρινά ενέργεια και η ένταση των ανέμων να έπεσε κατά 30%, αλλά επανέκτησε πλήρως τις δυνάμεις του και συνέχισε την πορεία του. Σε μια άλλη περίπτωση τα αποτελέσματα ήταν καταστροφικά. Ένας τυφώνας που είχε κατεύθυνση προς τη Φλόριντα υπέστη ψεκασμό και εν τέλει άλλαξε πορεία και χτύπησε με μεγαλύτερη ένταση την πολιτεία της Georgia προκαλώντας πολύ σοβαρές ζημιές στον απροετοίμαστο πληθυσμό.

Επειδή λοιπόν τα αποτελέσματα δεν ήταν και τα αναμενόμενα η Αμερικανική Κυβέρνηση έλαβε κάποια μέτρα. Δεν επέτρεπε ψεκασμό των τυφώνων που οι προγνώσεις έλεγαν ότι θα χτυπήσουν ξηρά σε λιγότερο από 2 μέρες εξαιτίας της απρόβλεπτης φύσης και συμπεριφοράς αυτών των φαινομένων. Αυτό σήμανε και την αρχή του τέλους για το πρόγραμμα αυτό γιατί το χρονικό διάστημα του περιορισμού ήταν τότε που πολλοί τυφώνες έφταναν σε στάδιο ωρίμανσης και ήταν κατάλληλες οι συνθήκες για ψεκασμό τους. Έτσι το Αμερικάνικο Πολεμικό Ναυτικό που είχε αναλάβει και την ευθύνη του προγράμματος, το 1972 έκλεισε το πρόγραμμα και σταμάτησαν κάθε είδους ψεκασμοί τυφώνων στην περιοχή του Ατλαντικού.

Αργότερα ανακαλύφθηκε ότι η προσέγγιση που έκαναν οι Αμερικάνοι επιστήμονες ήταν άτοπη μιας και, όπως προαναφέραμε, το eyewall σε αρκετές περιπτώσεις τυφώνων από μόνο του καταστρέφεται και επαναδημιουργείται. Έτσι κάθε προσπάθεια για εξασθένησή του δεν είχε κανένα αποτέλεσμα και ήταν αδύνατο με τους ψεκασμούς να είχαμε οποιοδήποτε θετικό αποτέλεσμα.

Άλλες προσεγγίσεις για το θέμα του ελέγχου ή της εξασθένησης των τυφώνων έχουν προταθεί από πολλούς επιστήμονες κατά καιρούς. Μια ιδέα ήταν να ψύξουμε τα ύδατα από τα οποία θα περάσει ένας τυφώνας ρυμουλκώντας στην κυριολεξία ένα παγόβουνο στην περιοχή εκείνη. Ένας άλλος επιστήμονας πρότεινε τον ψεκασμό πάνω από τη θάλασσα μιας ουσίας που θα απέτρεπε τη δημιουργία υδρατμών. Οι γνωστοί για τις αντιλήψεις τους στρατηγοί των Η.Π.Α. πρότειναν το βομβαρδισμό των τυφώνων με πυρηνικά όπλα. Αν εξαιρέσουμε τις συνέπειες που θα είχε στο περιβάλλον κάθε μία από αυτές τις λύσεις, και πάλι τα αποτελέσματα θα ήταν μηδενικά. Οι τυφώνες είναι πολύ μεγάλα φαινόμενα για να «παίζουμε» μαζί τους, κρύβουν τρομερά ποσά ενέργειας και δεν είναι καθόλου εύκολο να τους ελέγξουμε.

Τέλος αξίζει να αναφέρουμε ότι σήμερα επίσημα οι Η.Π.Α. δεν έχουν κανένα πρόγραμμα για τους τυφώνες. Παρ' όλα αυτά υπάρχει έντονη φημολογία ότι το Η.Α.Α.Ρ.Ρ., ένα πρόγραμμα των Η.Π.Α. για μελέτη της ιονόσφαιρας έχει κι άλλες χρήσεις εκτός από αυτή που λένε οι Αμερικάνοι. Ειδικά μετά το πέρας του τυφώνα Κατρίνα και κάποιων παράξενων συμπτώσεων, η φημολογία φούντωσε και έλαβε τεράστιες διαστάσεις. Η επίσημη άποψη των Η.Π.Α. είναι ότι ουδέποτε συνδέθηκε το Η.Α.Α.Ρ.Ρ. με την Κατρίνα ή οποιοδήποτε άλλο τυφώνα.

Η αφορμή για όλα αυτά τα σενάρια συνομωσίας ήταν κάποιες εικόνες που πάρθηκαν από δορυφόρους, που δείχνουν την καταιγίδα να παίρνει κάποια παράξενα σχήματα ή να περιέχει τετραγωνικούς – ρομβικούς σχηματισμούς από νέφη. Σίγουρα αυτά τα δεδομένα είναι παράξενα αλλά σε καμία περίπτωση δεν αποτελούν από μόνα τους αποδεικτικό στοιχείο για κάποια παρέμβαση. Έτσι λοιπόν συνδέθηκαν αυτά τα δεδομένα με τους ψεκασμούς που φημολογείται ότι χρηματοδοτεί ο Αμερικάνικος στρατός για προγράμματα ελέγχου του καιρού. Και πάλι, ενώ οι ενδείξεις βολεύουν στην γένεση θεωριών συνομωσίας, δεν μπορούμε να βασιστούμε σε εικασίες. Το κερασάκι στην τούρτα ήταν η ενεργοποίηση του Η.Α.Α.Ρ.Ρ. στις 24-25 Αυγούστου, λίγο πριν η Κατρίνα χτυπήσει την Φλόριντα. Αυτό πυροδότησε τις συζητήσεις για συνομωσία εκ των έσω και πολλοί έσπευσαν να βγάλουν αυθαίρετα, βιαστικά συμπεράσματα. Μίλησαν για έλεγχο του τυφώνα, για ενδυνάμωσή του μέσω του Η.Α.Α.Ρ.Ρ. και για αλλαγή κατεύθυνσής του με τους ψεκασμούς προς το στόχο, που ήταν η Νέα Ορλεάνη. Και όλα αυτά για οικονομικούς και στρατιωτικούς σκοπούς. Τα στοιχεία αυτά βρίσκονται όλα ελεύθερα προς μελέτη στο Internet για όποιον ενδιαφέρεται να τα μελετήσει εις βάθος. Πάντως αξίζει να αναφέρουμε ότι το Η.Α.Α.Ρ.Ρ. δεν είναι άγνωστο εδώ στην Ελλάδα μιας και οι εγχώριες θεωρίες συνομωσίας το τοποθετούν στο επεισόδιο των Ιμίων να δίνει το παρόν.

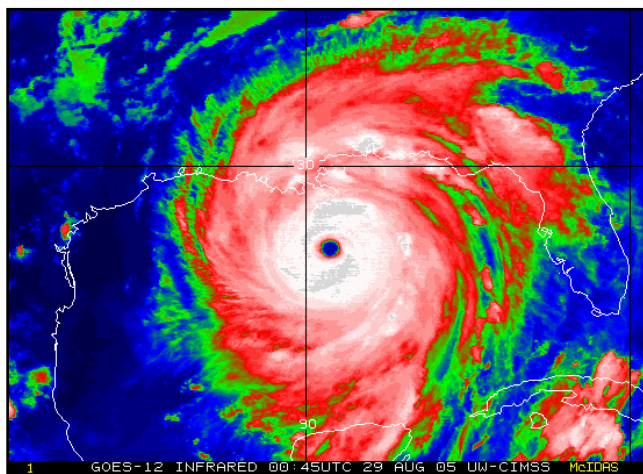
Αύξηση του αριθμού και της έντασης των τυφώνων τα τελευταία χρόνια:

Στατιστικές αναλύσεις έδειξαν ότι από το 1995 και μετά ο αριθμός των τυφώνων που σχηματίστηκαν στον Ατλαντικό αυξήθηκε. Αυτό έδωσε και το κίνητρο για μια ακόμα στατιστική μελέτη η οποία αφορούσε την καταστροφικότητα των φαινομένων, η οποία δείχνει ότι από το 1990 και μετά οι ζημιές που συνέβησαν στις Η.Π.Α. εξαιτίας των τυφώνων είναι πολύ μεγαλύτερες από ποτέ. Αυτές οι έρευνες απασχόλησαν, όπως είναι φυσικό, την επιστημονική κοινότητα η οποία έσπευσε να βγάλει κάποια συμπεράσματα.

Το εύκολο «κομμάτι» ήταν να βρεθεί ο λόγος για τον οποίο αυξήθηκε η καταστροφικότητα των τυφώνων. Οι περιοχές που πλήττουν οι τυφώνες από το 1990 και μετά είχαν μια τρομερή ανάπτυξη και σε υποδομές και σε πληθυσμό. Είναι λογικό λοιπόν οι καταστροφές να είναι και περισσότερες αφού οι περιοχές είναι πιο πυκνοκατοικημένες από παλιότερα. Η ένταση των τυφώνων που χτυπάνε από το 1990 τις περιοχές αυτές άλλωστε δεν έχει αυξηθεί σε σχέση με παλιότερες δεκαετίες, άρα δεν μπορούμε ότι υπάρχει κάποια σημαντική αλλαγή.

Από την άλλη όμως τα στοιχεία για την αύξηση του αριθμού των τυφώνων δείχνουν για κάποιους ανησυχητικά. Όπως σε πολλές επιστημονικές διενέξεις, έτσι και εδώ υπάρχουν δυο αντίπαλα στρατόπεδα.

Οι μεν υποστηρίζουν ότι καμία αλλαγή δεν έχει επέλθει μιας και ο αριθμός των τυφώνων που σχηματίζονται στον Ατλαντικό τα τελευταία 10 χρόνια μπορεί να έχει αυξηθεί αλλά σε καμία περίπτωση δεν ξεπερνάει τα αποδεκτά όρια. Θεωρούν ότι όλες αυτές οι φημολογίες περί σύνδεσης του φαινομένου του θερμοκηπίου με τους τυφώνες είναι ανούσιες και αποδίδουν όλη αυτή την ανησυχία στον τυφώνα Κατρίνα, ο οποίος με τις καταστροφές που προκάλεσε ήταν η αφορμή για να βγουν όλα αυτά τα εσφαλμένα και βιαστικά συμπεράσματα στη φόρα. Σε αυτό δεν έχουν καθόλου άδικο. Ας πάρουμε παράδειγμα την ίδια μας τη χώρα. Πόσες φορές η παραπληροφόρηση μέσω των Μ.Μ.Ε. έχει δημιουργήσει λανθασμένες εντυπώσεις; Συζητήσεις για ανύπαρκτα ακραία καιρικά φαινόμενα είναι πλέον καθημερινότητα. Μετεωρολογικές βόμβες που χτυπούν τη Θεσσαλονίκη κάθε τρεις και λίγο και εξαιρετικά ακραίες καιρικές συνθήκες όταν τον Ιανουάριο ρίχνει λίγο χιόνι. Έτσι όμως δημιουργείται μια «παιδεία» στον κόσμο η οποία του εμφυτεύει λανθασμένες γνώσεις και κυρίως τον τρομοκρατεί. Το θέμα χωράει μεγάλης συζήτησης και καλό θα ήταν κάποια μέρα αυτά τα «παράξενα» των ειδήσεων να εξαφανιστούν.



Ο τυφώνας Κατρίνα με ανέμους που ξεπερνούν τα 255 χλμ/ώρα στις 29 Αυγούστου 2005

Επιστρέφοντας στο θέμα μας, ας ακούσουμε και τη γνώμη της αντίπαλης πλευράς. Εδώ οι επιστήμονες δε θεωρούν μικρή – πόσο μάλλον ανύπαρκτη – την αύξηση στον αριθμό των τυφώνων. Μάλιστα δε θεωρούν και καθόλου το γεγονός ότι 3 μεγάλοι τυφώνες έπληξαν τις Η.Π.Α. το 2005 (Κατρίνα, Rita και Wilma). Όλα αυτά συνδέονται άμεσα, όπως υποστηρίζουν, με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την παγκόσμια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας. Η σύνδεση είναι προφανής: Με την αύξηση της θερμοκρασίας στον πλανήτη, θα αυξηθεί και η θερμοκρασία των υδάτων στις λεκάνες όπου αναπτύσσονται οι τυφώνες, πράγμα που θα οδηγήσει στην αύξηση του αριθμού και της έντασής τους.

Για να είμαστε αντικειμενικοί θα πρέπει να εξετάσουμε προσεκτικά και τις δύο απόψεις. Φαίνεται ότι η σε ορισμένα σημεία έχουν και οι δύο δίκιο. Υπάρχουν όμως και στις δύο πλευρές κάποια λάθη κατά τη γνώμη μας. Οι υποστηρικτές της πρώτης άποψης δε δέχονται ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει επηρεάσει τους τυφώνες και ότι οι συνάδελφοί τους που υποστηρίζουν τα αντίθετα υπερβάλλουν.

Κατά τη γνώμη μας, θα ήταν πιο σωστό να υπήρχε λίγο πιο ανοιχτό μυαλό και να μην ήταν τόσο κάθετοι. Ίσως να συμβαίνει κάτι που δεν το γνωρίζουμε. Άλλωστε, είναι πολλά για τους τυφώνες που δεν ξέρουμε. Από την άλλη οι υποστηρικτές της δεύτερης άποψης στηρίζονται σε μια έρευνα που έγινε τα τελευταία 35 χρόνια και έδειξε μικρή αύξηση του αριθμού των τυφώνων από το 1995 και μετά και μια αύξηση των τυφώνων μεγέθους 4 και άνω. Όμως δεν έδειξε μόνο αυτά. Αυτά τα δεδομένα αφορούν τον Ατλαντικό και μόνο. Στον υπόλοιπο κόσμο έχει παρατηρηθεί μια μείωση των φαινομένων και της έντασής τους.

Έτσι λοιπόν δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι για δύο λόγους: Ο πρώτος είναι το χρονικό πλαίσιο της έρευνας. Με μόλις 35 χρόνια έρευνας τι συμπεράσματα μπορούν να βγουν; Μπορεί να είναι τυχαίο ότι παρατηρήθηκαν αυτές οι «αλλαγές». Ίσως να είναι εντελώς φυσιολογικές. Ο δεύτερος λόγος είναι αυτός που προαναφέραμε για τα δεδομένα της έρευνας. Είναι δυνατό το φαινόμενο του θερμοκηπίου να επηρέασε μόνο τον Ατλαντικό; Αν δεχτούμε ότι με το λιώσιμο των πάγων εξαιτίας της θέρμανσης του πλανήτη άλλαξε εν μέρει η αλατότητα και οι ιδιότητες των υδάτων του Ατλαντικού οι αλλαγές που θα μπορούσαν να προκληθούν είναι πολλές και όχι μόνο μια αύξηση των τυφώνων στη λεκάνη αυτή. Ολόκληρη η παγκόσμια κυκλοφορία υδάτων θα άλλαζε και θα είχαμε αλλαγές στο κλίμα όλου του πλανήτη και όχι μόνο σε μια περιοχή αυτού. Άρα καλό θα ήταν να μη βιαζόμαστε αλλά να μην είμαστε και απόλυτα κάθετοι.

Ίσως κάτι να κρύβεται πίσω από όλα αυτά που να συνδέεται εν μέρει με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να μη το γνωρίζουμε. Πάντως καλό είναι να μη δημιουργείται πανικός στον κόσμο μέσω των Μ.Μ.Ε. για ένα φαινόμενο που καλά καλά δεν το έχουμε μελετήσει, πόσο μάλλον να εξαγάγουμε συμπεράσματα από αυτό.

Βιβλιογραφία:

1. Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος Larousse Britannica.
2. Τ.Ι. Μακρογιάννης – Χ.Σ. Σαχσαμανόγλου : Στοιχεία Γενικής Μετεωρολογίας.
3. Ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια Wikipedia (www.wikipedia.com)
4. Επιστημονικό Περιοδικό Science Magazine.
5. Ηλεκτρονική σελίδα του Εθνικού Κέντρου Μετεωρολογίας των Η.Π.Α.
6. Ηλεκτρονική σελίδα του Κέντρου Πρόγνωσης Τυφώνων των Η.Π.Α.
7. Ηλεκτρονική σελίδα της Ν.Α.Σ.Α.
8. Ηλεκτρονική σελίδα του δικτύου δορυφόρων της Ν.Α.Σ.Α.
9. Ηλεκτρονική σελίδα του δορυφόρου Europa.
10. Διάφορες ηλεκτρονικές σελίδες με αντικείμενο μελέτης τους πρόσφατους τυφώνες που έπληξαν τις Η.Π.Α.