

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ:

«ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»

**ΚΥΚΛΩΝΕΣ ΜΕ ΤΡΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΗΝ ΜΕΣΟΓΕΙΟ
(MEDICANES): ΜΕΣΕΣ/ΑΝΩΜΑΛΕΣ ΣΥΝΟΠΤΙΚΕΣ
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ**



Διπλωματική Εργασία της Καραβανά-Παπαδήμου Κωνσταντίνας

A.M. 21311

Επιβλέπων Καθηγητής: Νάστος Παναγιώτης

Αθήνα, Ιανουάριος 2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία με τίτλο «Κυκλώνες με Τροπικά Χαρακτηριστικά στην Μεσόγειο (Medicanes): Μέσες/Ανώμαλες Συνοπτικές Μετεωρολογικές Συνθήκες και Επιπτώσεις» εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Γεωγραφία και Περιβάλλον» του Τομέα Γεωγραφίας και Κλιματολογίας του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος της Σχολής Θετικών Επιστημών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας. Αρχικά θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της Σχολής Θετικών Επιστημών του ΕΚΠΑ κ. Π. Νάστο, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την στήριξη, τις συμβουλές και υποδείξεις σε όλες τις δυσκολίες που αντιμετώπισα, αλλά και για την υπομονή και την κατανόησή του σε πολλά θέματα.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής που μου έκαναν την τιμή να εξετάσουν την παρούσα εργασία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών (γνωστοί και ως Medicanes) είναι μετεωρολογικά φαινόμενα τα οποία εμφανίζονται σποραδικά στον χώρο της Μεσογείου και συνοδεύονται από θυελλώδεις ανέμους και έντονες βροχοπτώσεις. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η εμφάνιση μίας περιοχής χαμηλών πιέσεων στο κέντρο τους, γύρω από την οποία λαμβάνει χώρα η περιστροφική κίνηση μίας μάζας νεφών, ενώ τα στοιχεία που τους διαφοροποιούν από τους συνήθεις κυκλώνες είναι ο θερμός πυρήνας τους, η έντονη κατακόρυφη μεταφορά και οι ισχυρές επιφανειακές ροές, που αποτελούν χαρακτηριστικά διάκρισης των τροπικών κυκλώνων. Η διάκριση αυτών των συστημάτων γίνεται εφικτή με την χρήση δορυφορικών εικόνων του ορατού και του υπερύθρου, που είναι χρήσιμες και για την παρακολούθηση της συνολικής της πορείας τους και της δομής τους.

Οι κυκλώνες αυτού του τύπου έχουν μικρή συχνότητα εμφάνισης στην περιοχή της Μεσογείου, λόγω των μικρών διαστάσεων της που δεν ευνοούν την ανάπτυξη τροπικών συστημάτων. Παρόλα αυτά, η ιδιαίτερη γεωγραφία της, που συνίσταται κυρίως στην παρουσία περιθωριακών ορεινών όγκων και πολλών εγκολπώσεων, βοηθά στην ανάπτυξη συνθηκών ευνοϊκών για των σχηματισμό των medicanes. Αυτές είναι κυρίως η έντονη κατακόρυφη μεταφορά και η συνεισφορά θερμού και πλούσιου σε υγρασία αέρα, προερχόμενου από τα ύδατα της Μεσογείου, μία διαδικασία που ευνοείται κυρίως μετά το πέρας του καλοκαιριού.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται ένα σύνολο γεγονότων medicanes (64 περιπτώσεις) που αφορά την περίοδο 1947-2014, όσον αφορά τις μετεωρολογικές παραμέτρους που συνδέονται με τον σχηματισμό τους, αλλά και τις επιπτώσεις που προκαλούν αυτοί στις διάφορες περιοχές της Μεσογείου. Παρουσιάζονται τα γεγονότα των medicanes και δημιουργείται μία βάση δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει, εκτός από τις ημερομηνίες εκδήλωσης, τα χαρακτηριστικά των φαινομένων και τις επιπτώσεις τους. Επίσης, γίνεται εποχιακή και γεωγραφική μελέτη φαινομένων και επιπτώσεων, ενώ εξετάζονται οι συνοπτικές καταστάσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων και των ανωμαλιών τους, για τις ημέρες εκδήλωσης των φαινομένων.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται περιλαμβάνει την αναζήτηση των γεγονότων των medicanes και των υπόλοιπων σχετικών στοιχείων στην βιβλιογραφία, την συνδυασμένη μελέτη τόσο αυτών όσο και των δορυφορικών εικόνων και την κατάρτιση της βάσης δεδομένων. Στην συνέχεια, η επεξεργασία των δεδομένων περιλαμβάνει την κατασκευή διαγραμμάτων της εποχιακής και διαχρονικής κατανομής τους, την χρήση λογισμικού GIS για την απεικόνιση της γεωγραφικής κατανομής τους και τον εντοπισμό περιοχών με τα περισσότερα γεγονότα γένεσης των medicanes. Όσον αφορά τις επιπτώσεις τους, αυτές ταξινομούνται σε επιμέρους κατηγορίες και μελετώνται εποχιακά ανά κατηγορία, ενώ γίνεται χρήση λογισμικού GIS για την απεικόνιση του συνόλου των επιπτώσεων γεωγραφικά, σε συνδυασμό με τις καταγραφές της ταχύτητας των ανέμων και των σιφώνων (tornadoes) που έλαβαν χώρα λόγω των φαινομένων.

Για την μελέτη των συνοπτικών καταστάσεων και ανωμαλιών των μετεωρολογικών παραμέτρων που συνδέονται με τους medicanes, έγινε η λήψη των δεδομένων επαναanalύσεων από το NCEP/NCAR Reanalysis Project του National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), για τις ημερομηνίες των φαινομένων που έλαβαν χώρα τον Σεπτέμβριο, που είναι ο μήνας με την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης των medicanes. Παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα διαγράμματα των συγκεντρωτικών μέσων και των ανωμαλιών για ένα σύνολο παραμέτρων (πίεση της θαλάσσιας επιφανείας, θερμοκρασία θαλάσσιας επιφανείας, ρυθμός βροχόπτωσης, δείκτης ατμοσφαιρικής αστάθειας, θερμοκρασία του αέρα στα 500 hPa, γεωδυναμικό ύψος στα 500 hPa, διατμητικός άνεμο επιφανείας και διανυσματική ταχύτητα ανέμου). Στη συνέχεια, συνδυάζονται τα αποτελέσματα των επιμέρους διαγραμμάτων με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για τον μήνα που εξετάστηκε.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν ήταν χρήσιμα για την κατανομή των φαινομένων των medicanes. Το εποχιακό τους πρότυπο έδειξε ότι οι μήνες με την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης των φαινομένων είναι ο Σεπτέμβριος και ο Οκτώβριος, ενώ η μέση συχνότητα εμφάνισής τους υπολογίστηκε στους 1.79 medicanes ανά έτος. Επίσης, εντοπίστηκαν δύο περιοχές στις οποίες ευνοείται η δημιουργία τους: η κεντρική Μεσόγειος (νότια της Ιταλίας, ανάμεσα στην Σικελία και τις ακτές της Τυνησίας και της Λιβύης) και η δυτική Μεσόγειος (κυρίως στην θάλασσα των Βαλεαρίδων, στην περιοχή δυτικά της Σαρδηνίας). Επιπλέον, παρουσιάστηκε η διαφορά ανάμεσα στο εποχιακό πρότυπο αυτών των δύο περιοχών, με αυτήν της κεντρικής Μεσογείου να εμφανίζει έναν πολύ μεγάλο αριθμό γεγονότων τον Σεπτέμβριο σε σχέση με την δυτική.

Η εξέταση των συνοπτικών καταστάσεων και ανωμαλιών των μετεωρολογικών παραμέτρων έδειξε ότι οι συγκεντρωτικοί μέσοι όροι παρουσιάζονται αυξημένοι για την περιοχή της κεντρικής λεκάνης της Μεσογείου, ανάμεσα στην Σικελία και τις ακτές της βόρειας Αφρικής, που χωρικά αντιστοιχεί στην περιοχή όπου εντοπίζονται οι περισσότερες τοποθεσίες γένεσης των medicanes. Επίσης, εντοπίστηκε και μία δεύτερη περιοχή, όπου οι συγκεντρωτικοί μέσοι όροι είναι αυξημένοι, γύρω από τις Βαλεαρίδες νήσους. Επίσης, οι αντίστοιχες ανωμαλίες των μετεωρολογικών παραμέτρων εμφανίζουν τις μεγαλύτερες τιμές τους στις ίδιες περιοχές. Αυτά τα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με τον μεγάλο αριθμό medicanes, που εκδηλώθηκε τον Σεπτέμβριο στην περιοχή της κεντρικής και της κεντρικής-δυτικής Μεσογείου, σύμφωνα με την βιβλιογραφία.

Η γεωγραφική κατανομή των επιπτώσεων των medicanes έδειξε ότι υπάρχει ένα πλήθος περιοχών στις οποίες αυτές γίνονται αισθητές, με τον μεγαλύτερο αριθμό επιπτώσεων να παρουσιάζεται στην κεντρική Μεσόγειο (Ιταλία και Μάλτα). Επίσης, παρουσιάστηκαν οι περιοχές με την μεγαλύτερη εμφάνιση επιπτώσεων των διάφορων κατηγοριών. Υπολογίστηκε ότι το 62.5% των γεγονότων που εξετάστηκαν προκάλεσε επιπτώσεις μεγάλης έντασης, γεγονός που οφείλεται στην ελλιπή καταγραφή των επιπτώσεων μικρότερης έντασης και έκτασης, καθώς και την ελλιπή αντιστοίχισή τους με συγκεκριμένα γεγονότα medicanes.

Μελλοντικά, θα ήταν χρήσιμη η επιπλέον έρευνα και μελέτη των γεγονότων των medicanes, με έμφαση στα γεγονότα μεγάλων επιπτώσεων, αλλά και σε αυτά που έχουν επηρεάσει τον

ελλαδικό χώρο. Επίσης, σημαντική θα ήταν η μελέτη των συνοπτικών καταστάσεων και των ανωμαλιών των παραμέτρων και για τους υπόλοιπους μήνες εμφάνισης των φαινομένων, καθώς και η προσπάθεια της συγκρότησης μία πλήρους βάσης δεδομένων των επιπτώσεών τους.

ABSTRACT

Mediterranean tropical-like cyclones, also known as Medicanes, are meteorological phenomena that occur occasionally in the Mediterranean area accompanied by gale winds and severe precipitation. They are characterized by a low-pressure area in their center, around which a rotation of a dense cloud mass can be observed. Their warm core, strong convection and surface flows, all characteristics of tropical cyclones, make them differ from ordinary cyclones. The detection of these systems becomes feasible by using visible and infrared satellite images, which are also useful to monitor their total trajectory and structure.

Cyclones of this type occur with low frequency in the Mediterranean region, due to its size that does not favor the genesis of tropical systems. However, its particular geography (presence of marginal orographic systems and intense engulfment) offers favorable conditions to medicanes' formation. These conditions are mainly a strong convection and the contribution of warm and moisture-rich air from the Mediterranean waters, a process mainly favored after the summer season.

This study examines a number of medicane cases (64 events), that refers to the period 1947-2014, in reference to the meteorological parameters connected to their formation, as well as their impacts in the Mediterranean region. Medicane events and a database, including the characteristics and the impacts of these phenomena, are presented. Moreover, the events and their impacts are seasonally and geographically studied, as well as the synoptic conditions and anomalies of the meteorological parameters, regarding the days these phenomena occur.

The methodology includes bibliographical research regarding medicane events and relevant data, followed by their combined study with the corresponding satellite images and the organization of the database. Data processing includes the construction of diagrams showing the seasonal and temporal distribution of medicanes, and the use of GIS software to illustrate their geographical distribution and to locate areas where most of them have been developed. Their impacts have been classified in categories and studied seasonally. Moreover, all impacts and records of wind speed and tornadoes attributed to these phenomena have been presented geographically, using GIS software.

To study the synoptic conditions and anomalies of the meteorological parameters related to medicanes, NCEP/NCAR reanalysis data (Project of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)), regarding the days of medicane occurrence during September, have been received, due to the fact that their highest frequency appears in that month. Composite mean and anomalies diagrams regarding a number of parameters (sea level

pressure, sea surface temperature, precipitation rate, lifted index (LI), air temperature at 500 hPa, geopotential height at 500 hPa, surface wind shear and vector wind speed) have been presented and commented. Also, the results have been combined in order to draw conclusions concerning the examined month.

The results of this study were useful regarding the distribution of the medicane events. Their seasonal pattern has shown that September and October are the months with the highest occurrence frequency and that their mean annual frequency is 1.79. Moreover, two areas which favor the genesis of medicanes have been detected: the first extends south of Italy, between Sicily and the Tunisian and Libyan coast, in central Mediterranean, while the second extends from the Balearic sea to the west of Sardinia, in the west Mediterranean. These areas present differences in their seasonal pattern, mainly regarding the high number of medicane events in the central area during September, opposed to the west area.

The study of the synoptic conditions and anomalies of the meteorological parameters has shown that composite means appear to be higher in the area between Sicily and the north African coasts in the central Mediterranean, which spatially corresponds to the area where most of the medicanes' genesis occurs. Also, a second area with high composite mean values has been located around the Balearic Islands. The respective anomalies of the meteorological parameters also present high values in the same regions. These results agree with the high number of medicanes taking place in the central and west-central area of the Mediterranean during September, according the bibliography.

The geographical distribution of the medicane impacts has shown a number of areas where those impacts occur (maximum in the area of Italy and Malta, in the central Mediterranean). Also, the areas with the maximum occurrence of categorized impacts have been presented. A percentage of 62.5% of the examined events has caused high intensity impacts. This high percentage is mainly due to the fact that the recording of low intensity and small extent impacts is incomplete and that these have not been connected to medicane events.

Further study of the medicane events would be useful, especially regarding high impact events and events that have affected Greece. Also, it would be important to study the synoptic conditions and anomalies of the meteorological parameters that correspond to the remaining months with medicane occurrence, as well as to organize a complete database of their impacts.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	9
----------	---

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ	10
-----------	----

1.1. Ατμόσφαιρα και εμφάνιση κυκλωνικών συστημάτων	10
--	----

1.2. Τροπικοί κυκλώνες: Ταξινόμηση, Γενικά χαρακτηριστικά και Επιπτώσεις	13
--	----

1.3. Η Μεσόγειος ως χώρος κυκλογένεσης	19
--	----

1.4. Ακραία καιρικά φαινόμενα στην Μεσόγειο	21
---	----

2. ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟΙ ΚΥΚΛΩΝΕΣ ΤΡΟΠΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ (MEDICANES) ΚΑΙ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥΣ	23
---	----

2.1. Ορισμός	23
--------------	----

2.2. Συνοπτικά ιστορικά στοιχεία για τους Medicanes	24
---	----

2.3. Κριτήρια αναγνώρισης και τρόποι εντοπισμού των medicanes	26
---	----

2.4. Περιβάλλοντα στα οποία αναπτύσσονται και περιοχές γένεσης	28
--	----

2.5. Χαρακτηριστικά της πορείας τους	32
--------------------------------------	----

2.6. Στάδια εξέλιξης των medicanes	34
------------------------------------	----

2.7. Εποχιακή κατανομή	35
------------------------	----

2.8. Γεωγραφική κατανομή	38
--------------------------	----

2.9. Οι επιπτώσεις τους στην περιοχή της Μεσογείου	41
--	----

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	43
--------------------------------------	----

3.1. Σκοπός της εργασίας	43
--------------------------	----

3.2. Μεθοδολογία	44
------------------	----

3.2.1. Μεθοδολογία για την συγκρότηση της βάσης δεδομένων	44
---	----

3.2.2. Μεθοδολογία για την επεξεργασία των δεδομένων	45
--	----

4. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΚΥΚΛΩΝΩΝ ΜΕ ΤΡΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	47
4.1. Παρουσίαση των γεγονότων με χρονολογική σειρά	47
4.2. Άλλα γεγονότα Μεσογειακών κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών	98
5. ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΕΠΟΧΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΤΩΝ MEDICANES ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ GIS	100
5.1. Εποχιακή και διαχρονική κατανομή των Medicanes.	100
5.2. Γεωγραφική κατανομή και απεικόνιση των Medicanes	102
6. ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΟΥΣ MEDICANES	105
6.1. Μετεωρολογικές παράμετροι που εξετάζονται	105
6.2. Συνοπτικές καταστάσεις και ανωμαλίες	109
7. ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΕΠΟΧΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ MEDICANES ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ GIS	118
7.1. Κατηγορίες των επιπτώσεων και των συνοδών φαινομένων των medicanes	118
7.2. Εποχιακό πρότυπο των επιπτώσεων των medicanes.	119
7.3. Γεωγραφική κατανομή των επιπτώσεων των medicanes	120
7.4. Γεγονότα μεγάλων επιπτώσεων	123
7.5. Εφαρμογή των δεικτών έντασης επιπτώσεων για έναν αριθμό γεγονότων με διαθέσιμα στοιχεία	124
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	127
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	131
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	139

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών είναι σπάνια μετεωρολογικά φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα στην Μεσόγειο θάλασσα, που είναι μία περιοχή που παρουσιάζει, λόγω της γεωγραφίας της, ιδιαίτερο πρότυπο κυκλογένεσης. Τα φαινόμενα αυτά, αναφερόμενα στην βιβλιογραφία και ως *Medicanes* (*Mediterranean Hurricanes*) ή τροπικού τύπου Μεσογειακοί κυκλώνες (*tropical-like cyclones*) (π.χ. Tous and Romero, 2011; Claud et al., 2010; Fita, et al., 2007; Emanuel, 2005; Pytharoulis, 2000), εμφανίζουν χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά των τροπικών κυκλώνων, ενώ παρουσιάζουν συγκεκριμένη εποχιακή και γεωγραφική κατανομή.

Το ενδιαφέρον για την μελέτη τους έχει αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες, κυρίως λόγω της εξέλιξης των δορυφορικών συστημάτων που διευκόλυνε την παρακολούθηση της πορείας τους και τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών τους. Δορυφορικές εικόνες του ορατού και του υπερύθρου χρησιμοποιούνται από πολλούς ερευνητές για την διάκριση της δομής και των υπόλοιπων χαρακτηριστικών, καθώς και της διάρκειας κατά την οποία εμφανίζουν τα τροπικά τους χαρακτηριστικά (Luque et al., 2007; Fita, et al., 2007; Tous and Romero, 2013; Laviola et al., 2014). Όμως, παρά τις μελέτες περιπτώσεων *medicanes* που έχουν παρουσιασθεί στην βιβλιογραφία, λίγες προσπάθειες έχουν γίνει για την συγκρότηση μίας πλήρους βάσης δεδομένων των γεγονότων τους και των καταστροφών που προκαλούν.

Μεγάλο ενδιαφέρον συγκεντρώνει ο προσδιορισμός των συνθηκών σχηματισμού των *medicanes* (π.χ. Fita, et al., 2007; Tous and Romero, 2013), μέσα από προσπάθειες εντοπισμού των διαφορών των διεργασιών που δίνουν γένεση στα φαινόμενα αυτά, σε σχέση με τους συνήθεις κυκλώνες της Μεσογείου. Η μελέτη της συμπεριφοράς των μετεωρολογικών παραμέτρων που σχετίζονται με την ανάπτυξή τους είναι εξίσου σημαντική (π.χ. Tous and Romero, 2013), λόγω της ανάγκης για την κατανόηση των περίπλοκων συνθηκών που απαιτούνται για την δημιουργία τους. Η σπανιότητα των φαινομένων των *medicanes* διαφαίνεται μέσα από τις συνθήκες σχηματισμού τους, οι οποίες διατηρούνται δύσκολα πάνω από την θάλασσα της Μεσογείου και κυρίως εξαρτώνται από την προσφορά, στα κατώτερα ατμοσφαιρικά στρώματα, θερμού και πλούσιου σε υγρασία αέρα προερχόμενου από τα ύδατά της.

Για την πιστοποίηση της τροπικής φύσης αυτών των φαινομένων, έχουν γίνει προσπάθειες δημιουργίας κριτηρίων διάκρισής τους από τα υπόλοιπα κυκλωνικά συστήματα. Τα κριτήρια αυτά περιλαμβάνουν παράγοντες όπως την διάμετρό τους και το χρόνο ζωής τους, με έμφαση στην βασική προϋπόθεση της παρουσίας ενός θερμού πυρήνα στο κέντρο τους (Tous and Romero, 2011). Παρόλα αυτά, λόγω της αυστηρότητας των κριτηρίων, ο προσδιορισμός τους βασίζεται κυρίως στις αναφορές των γεγονότων που έχουν παρουσιασθεί και εξετασθεί στην βιβλιογραφία. Το εποχιακό και γεωγραφικό πρότυπο αυτών των γεγονότων έχει επίσης απασχολήσει πολλές μελέτες, οι οποίες παρουσιάζουν συγκλίνοντα αποτελέσματα (Fita, et al., 2007; Tous and Romero, 2013; Cavicchia et al., 2014), κυρίως ως προς την εποχή που ευνοείται η δημιουργία τους. Επίσης, πολλές μελέτες

έχουν ασχοληθεί ιδιαίτερα και με την μελέτη της πορείας των medicanes στην Μεσόγειο, βάσει, κυρίως, της εξέτασης διαδοχικών δορυφορικών εικόνων.

Παρά το πλήθος των αναφορών των φαινομένων αυτών, ο αριθμός των γεγονότων για τα οποία έχουν αναφερθεί επιπτώσεις τους στην βιβλιογραφία είναι σχετικά μικρός. Εξετάζονται κυρίως τα γεγονότα κατά τα οποία προκλήθηκαν μεγάλης έντασης και έκτασης επιπτώσεις (π.χ. Winstanley D., 1970; Ouali et al., 2008; Ramis et al., 2013), ενώ για τα γεγονότα επιπτώσεων μικρής έντασης έχουν γίνει λίγες αναφορές. Οι medicanes προκαλούν σημαντικές επιπτώσεις στις παράκτιες κυρίως περιοχές της Μεσογείου, όπως πλημμύρες, ζημιές σε δημόσια και ιδιωτική περιουσία, καταστροφές καλλιιεργειών, πτώσεις δέντρων, προβλήματα στο οδικό δίκτυο και στο δίκτυο τηλεπικοινωνιών, ενώ έχουν καταγραφεί και περιπτώσεις θανάτων που αποδίδονται στα φαινόμενα αυτά. Παρόλα αυτά, οι επιπτώσεις των medicanes έχουν παρουσιασθεί κατά περίπτωση και δεν έχουν καταγραφεί συστηματικά, μολονότι, η μελέτη των επιπτώσεών τους είναι σημαντική για τον προσδιορισμό των περιοχών που συνήθως πλήττονται από τα φαινόμενα αυτά.

Η εργασία αυτή πραγματεύεται το αντικείμενο των medicanes, από την σκοπιά της μελέτης των μετεωρολογικών παραμέτρων που συνδέονται με τον σχηματισμό τους, αλλά και της μελέτης των επιπτώσεων που προκαλούν. Επίσης, δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην παρουσίαση των γεγονότων και την παράθεση στοιχείων τους που εντοπίζονται στην βιβλιογραφία, με σκοπό την κατάρτιση μίας συνολικής βάσης δεδομένων, η οποία θα συμβάλλει στην εποχιακή και γεωγραφική μελέτη των φαινομένων αυτών, καθώς και των επηρεαζόμενων από τις επιπτώσεις τους περιοχών. Τέλος, εξετάζονται οι συνοπτικές καταστάσεις των μετεωρολογικών παραμέτρων και των ανωμαλιών τους που σχετίζονται με τα φαινόμενα, με σκοπό την διάκριση των συνθηκών γένεσής τους, ενώ στον τομέα των επιπτώσεων, γίνεται εποχιακή και γεωγραφική ανάλυσή τους, καθώς και μελέτη της έντασής τους σε σχέση με τις διάφορες περιοχές της Μεσογείου.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

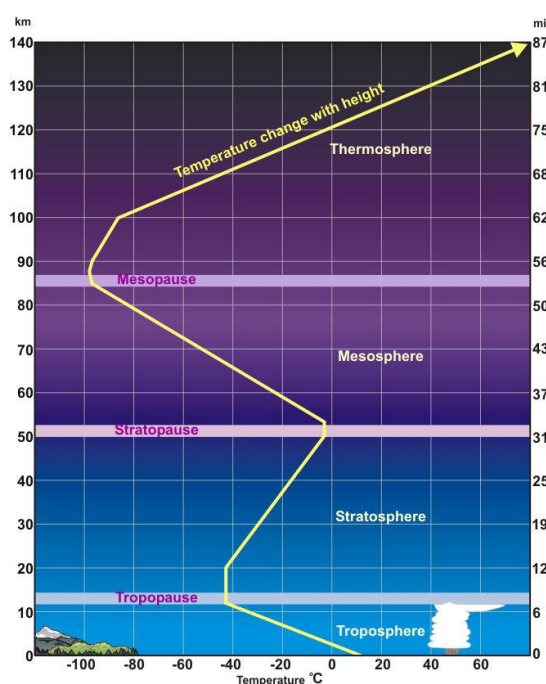
1. ΓΕΝΙΚΑ

1.1. Ατμόσφαιρα και εμφάνιση κυκλωνικών συστημάτων

Η ατμόσφαιρα είναι το περίβλημα της Γης που αποτελείται από διάφορα αέρια και που, όπως και το στερεό γήινο σώμα, είναι ένα ελλειψοειδές εκ περιστροφής. Το ύψος της ατμόσφαιρας θεωρητικά ορίζεται ως ο χώρος στον οποίο η βαρύτητα της γης υπερισχύει της φυγόκεντρης δύναμης και της τάσης διαφυγής των αερίων, ενώ σύμφωνα με υπολογισμούς της θεωρητικής μηχανικής είναι περίπου 28000 km στους πόλους και 42000 km στον Ισημερινό. Ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι ένα μίγμα αερίων, με το μεγαλύτερο ποσοστό σε όγκο να κατέχει το άζωτο (78%) και το οξυγόνο (21%), ενώ ακολουθούν το αργό (0.93%), το διοξείδιο του άνθρακα (0.038%), και στη συνέχεια ιχνοποσότητες των: Ne, He,

CH₄, H₂O, Kr, H, Xe, και O₃. Στην ατμόσφαιρα αιωρούνται και μόρια κονιορτού, καπνού, άλατος (από τα σταγονίδια των κυμάτων) κ.α., καθώς και μεγάλη ποσότητα υδρατμών προερχόμενη από την εξάτμιση των υδατίνων μαζών. Το ποσό των υδρατμών είναι συνεχώς μεταβαλλόμενο, λόγω των μεταβολών του κύκλου του νερού, ενώ η μεταβολή στην ποσότητα των περιεχομένων υδρατμών είναι η κύρια αιτία για τις ευρείες μεταβολές των καιρικών φαινομένων σε έναν τόπο. Παρόλο που η ποσότητα των υδρατμών προς την συνολική μάζα του αέρα είναι πολύ μικρή, η σπουδαιότητα της ύπαρξής τους υποδεικνύεται από το γεγονός ότι απορροφούν περίπου το 11% της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ εκλύουν μεγάλη ποσότητα θερμότητας κατά τη συμπύκνωσή τους.

Η ατμόσφαιρα διαιρείται στις εξής περιοχές: την τροπόσφαιρα, την στρατόσφαιρα, την μεσόσφαιρα, την θερμόσφαιρα και την εξώσφαιρα. Η τροπόσφαιρα είναι η περιοχή που εκτείνεται από την επιφάνεια μέχρι το ύψος των 12 +/- 4 km, ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή του έτους. Χαρακτηρίζεται από την ελάττωση της θερμοκρασίας συναρτήσει του ύψους (κατά μέσο όρο 6.5° C) και σε αυτήν δημιουργείται ο καιρός. Η κύρια πηγή ενέργειας της τροπόσφαιρας είναι η ηλιακή ακτινοβολία, η οποία απορροφούμενη από την επιφάνεια, θερμαίνει τα κατώτερα στρώματά της. Έτσι, η τροπόσφαιρα γίνεται ασταθής και η βασική διεργασία μεταφοράς της θερμότητας σε αυτήν είναι η κατακόρυφη μεταφορά (convection). Επίσης, οι υδρατμοί έχουν έναν σημαντικό ρόλο στην μεταφορά θερμότητας, καθώς απορροφούν την υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπεται από το έδαφος και την επανεκπέμπουν στο υπέρυθρο. Αντίθετα, η στρατόσφαιρα είναι μία περιοχή πολύ πιο ευσταθής από την τροπόσφαιρα, ενώ η αύξηση της θερμοκρασίας της οφείλεται στο στρώμα του όζοντος, το οποίο απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία.



Εικ.1.1. Τα στρώματα της ατμόσφαιρας (πηγή: NOAA).

Στην τροπόσφαιρα οι οριζόντιες συνιστώσες της ταχύτητας του ανέμου αυξάνονται συναρτήσει του ύψους, λόγω της μείωσης της δύναμης της τριβής που αναπτύσσεται ανάμεσα στα μόρια του αέρα και στην επιφάνεια του εδάφους. Επίσης, στην τροπόσφαιρα είναι σημαντικές οι κατακόρυφες κινήσεις των αερίων μαζών, οι οποίες σε συνδυασμό με την παρουσία των υδρατμών διαμορφώνουν τα καιρικά συστήματα. Μία αέρια μάζα είναι

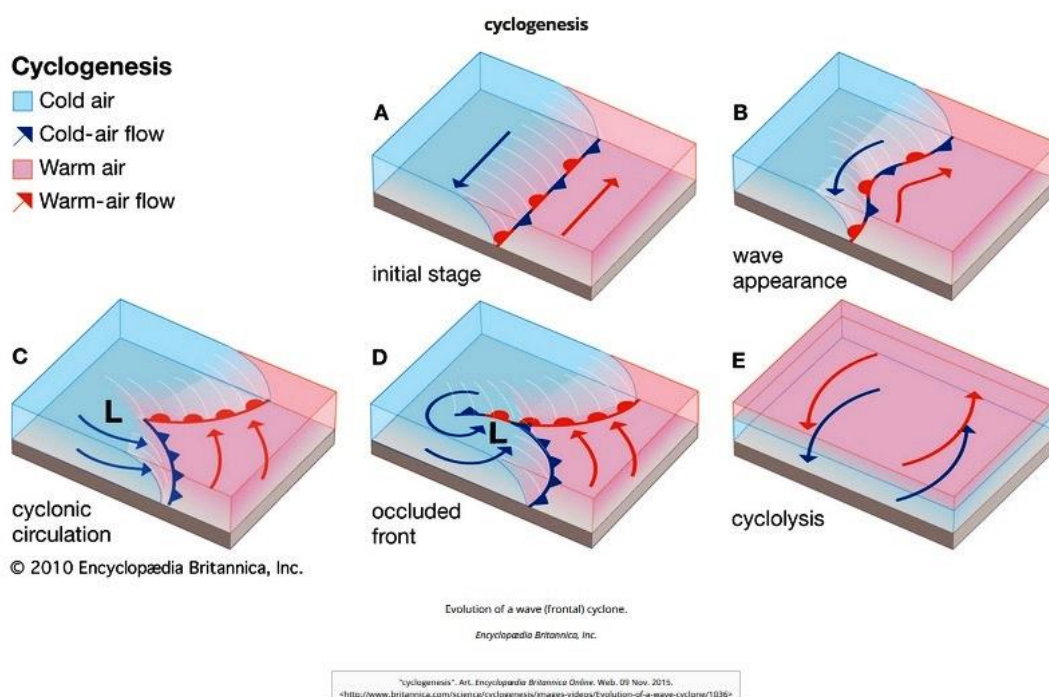
στην ουσία μία μεγάλη έκταση ατμοσφαιρικού αέρα, της οποίας η διάμετρος μπορεί να ξεπεράσει το 1.5 km, ενώ το πάχος της μπορεί εκτείνεται μέχρι και την τροπόπαυση. Η μελέτη των αερίων μαζών είναι πολύ σημαντική στην μετεωρολογία, διότι μέσω αυτών πραγματοποιείται η γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας και μεταφέρονται μεγάλες ποσότητες θερμότητας από τον Ισημερινό προς τους πόλους. Τα κύρια χαρακτηριστικά μίας αέριας μάζας είναι η πηγή, η διαδρομή και η ηλικία της. Ως πηγή ορίζεται η περιοχή εκείνη πάνω από την οποία σχηματίζεται. Είναι συνήθως μία περιοχή εκτεταμένη και σχεδόν επίπεδη, με ασθενείς επιφανειακούς ανέμους, πάνω από την οποία η υγρασία και η θερμοκρασία διατηρούνται σταθερές για μεγάλο χρονικό διάστημα. Με αυτές τις συνθήκες η αέρια μάζα αναπτύσσει ομοιόμορφα χαρακτηριστικά. Η διαδρομή μίας αέριας μάζας είναι η πορεία που ακολουθεί κατά την μετακίνησή της από την πηγή και η ηλικία της είναι το χρονικό διάστημα για το οποίο γίνεται αυτή η μετακίνηση.

Λόγω των διαφορών των πιέσεων στην ατμόσφαιρα, οι αέριες μάζες πάντα μετακινούνται από περιοχές υψηλών σε περιοχές χαμηλών πιέσεων. Αυτή η κίνηση είναι αυτό που αποκαλούμε άνεμος. Οι περιοχές υψηλών πιέσεων είναι περιοχές όπου ο αέρας κατέρχεται, ενώ οι περιοχές χαμηλών πιέσεων είναι αυτές στις οποίες ανέρχεται. Στην επιφάνεια της γης, καθώς ο αέρας μετακινείται προς τις περιοχές χαμηλών πιέσεων από βορρά προς νότο, λόγω της επίδρασης της δύναμης Coriolis η διαδρομή του στην κατεύθυνση ροής του κάμπτεται, προς τα δεξιά στο βόρειο και προς τα αριστερά στο νότιο ημισφαίριο. Το ποσό της εκτροπής που οφείλεται στην δύναμη Coriolis εξαρτάται από την ταχύτητα των μετακινούμενων αερίων μαζών και από το γεωγραφικό τους πλάτος.

Γενικά, στις αέριες μάζες που μετακινούνται σχετικά αργά εκτρέπεται μικρότερο ποσό της πορείας τους σε σχέση με αυτές που έχουν μεγαλύτερες ταχύτητες. Επιπροσθέτως, μία μάζα αέρα που κινείται με δεδομένη ταχύτητα στους πόλους θα εκτραπεί περισσότερο από ότι μία παρόμοια που βρίσκεται πάνω από τον ισημερινό και κινείται με την ίδια ταχύτητα. Εν συντομία, σαν αποτέλεσμα του αθροίσματος της διαβάθμισης της πίεσης και της δύναμης Coriolis, η αέρια μάζα στροβιλίζεται γύρω από την περιοχή χαμηλών πιέσεων με φορά αντίθετη από αυτή των δεικτών του ρολογιού στο βόρειο ημισφαίριο και ίδια με των δεικτών του ρολογιού στο νότιο. Αυτή η κίνηση των αερίων μαζών προκαλεί την εμφάνιση των κυκλώνων. Κυκλώνας είναι ένα σύστημα το οποίο στην επιφάνεια του εδάφους εμφανίζει τιμές μικρότερες από αυτές που παρατηρούνται στην γύρω περιοχή. Στους χάρτες καιρού απεικονίζεται με κλειστές, κυκλικές ή ελλειψοειδείς ισοβαρείς καμπύλες, ενώ η πίεση ελαττώνεται από την περιφέρειά του προς το κέντρο του.

Η κυκλογένεση είναι η ανάπτυξη, ή η ενδυνάμωση, μίας κυκλωνικής κυκλοφορίας στην ατμόσφαιρα. Αυτός ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει έναν αριθμό διεργασιών, που όλες τους καταλήγουν στην ανάπτυξη κάποιου είδους κυκλώνα, με το μέγεθός του να ποικίλει από μικρο-κλίμακας έως μέσο-κλίμακας. Οι τροπικοί κυκλώνες σχηματίζονται λόγω της λανθάνουσας θερμότητας, που καθοδηγείται από την σημαντική δραστηριότητα κάποιας καταιγίδας, ενώ είναι συστήματα θερμού πυρήνα. Οι εξτρα-τροπικοί («extratropical») κυκλώνες σχηματίζονται ως κύματα κατά μήκος καιρικών μετώπων πριν να συμπυκνωθούν αργότερα και να σχηματίζουν συστήματα ψυχρού πυρήνα. Οι μέσοι κυκλώνες (mesocyclones) σχηματίζονται ως κυκλωνικά συστήματα θερμού πυρήνα πάνω από την χέρσο και μπορούν να οδηγήσουν σε σχηματισμό ανεμοστροβίλου (tornado). Επίσης, και υδροστροβίλοι (waterspouts) μπορούν να σχηματιστούν από μέσους κυκλώνες, αλλά πολύ πιο συχνά αναπτύσσονται σε περιβάλλοντα μεγάλης αστάθειας και μικρής συνιστώσας του κατακόρυφου ανέμου.

Στην πράξη, η κυκλογένεση ξεκινάει από μία διαταραχή που λαμβάνει χώρα κατά μήκος ενός σταθερού ή πολύ βραδέως κινούμενου μετώπου ανάμεσα σε ψυχρό και θερμό αέρα (εικ.1.2). Η διαταραχή αυτή στρεβλώνει το μέτωπο προς μία κυματοειδή διαμόρφωση. Καθώς η ατμοσφαιρική πίεση εντός αυτής της διαταραχής συνεχίζει να μειώνεται, λαμβάνει χώρα η εμφάνιση ενός κυκλώνα, καθώς και η μετακίνηση προς τους πόλους και προς τον ισημερινό του θερμού και ψυχρού αέρα, αντίστοιχα. Η διαφορά στην ταχύτητα διάδοσης μεταξύ των δύο μετώπων επιτρέπει στο ψυχρό μέτωπο να προσπεράσει το θερμό και με αυτόν τον τρόπο παράγεται μια άλλη, πιο περίπλοκη μετωπική δομή, γνωστή ως συνεσφιγμένο («occluded») μέτωπο. Αυτή η διαδικασία μπορεί να ακολουθείται και από περαιτέρω εντατικοποίηση της καταιγίδας. Ωστόσο, ο διαχωρισμός του κυκλώνα από τον ζεστό αέρα που κινείται προς τον Ισημερινό οδηγεί τελικά στην αποσύνθεση της θύελλας και διασκορπισμού της σε μια διαδικασία που ονομάζεται κυκλόλυση («cyclolysis»).



Εικ.1.2. Σχηματική αναπαράσταση της κυκλογένεσης (Encyclopaedia Britannica Online, <http://www.britannica.com>). Κόκκινα βέλη: ροή θερμού αέρα, μπλε βέλη: ροή ψυχρού αέρα. Κόκκινη και μπλε γραμμή: Θερμό και ψυχρό μέτωπο αντίστοιχα.

1.2. Τροπικοί κυκλώνες: Ταξινόμηση, Γενικά χαρακτηριστικά και Επιπτώσεις

Οι τροπικοί κυκλώνες είναι από τα περισσότερο καταστροφικά φυσικά φαινόμενα, λόγω των απωλειών ανθρωπίνων ζώων, αλλά και λόγω των μεγάλων οικονομικών απωλειών που προκαλούν (Anthes 1982; Diaz and Pulwarty, 1997). Η κατανόηση της γένεσης των τροπικών κυκλώνων, της ανάπτυξης τους και των συναφών χαρακτηριστικών τους, είναι ένα θέμα που αποτελεί πρόκληση στην μετεωρολογία κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Επίσης, προσπάθειες συσχέτισης των τάσεων των τροπικών κυκλώνων με την κλιματική αλλαγή

έχουν οδηγήσει στο να δοθεί επιπρόσθετη προσοχή στην πρόγνυσή τους (π.χ., Emanuel 1987; Lighthill et al., 1994).

Με τον όρο τροπικός κυκλώνας περιγράφεται ένας συνοπτικής κλίμακας, θερμού πυρήνα και μη-μετωπιαίος κυκλώνας, ο οποίος έχει σαν προέλευση τροπικά ή υποτροπικά ύδατα με οργανωμένη βαθιά κατακόρυφη μεταφορά και μία κλειστή κυκλοφορία επιφανειακών ανέμων με ένα καλά καθορισμένο κέντρο (σύμφωνα με την επίσημη οδηγία της NOAA (2013)). Στην ουσία, όταν αναφέρουμε τον όρο «τροπικοί κυκλώνες», κάνουμε λόγο για μεγάλης κλίμακας περιστροφικές καταιγίδες, οι οποίες σχηματίζονται πάνω από τα θερμά ωκεάνια ύδατα των τροπικών περιοχών και που οι εξωτερικές κυκλοφορίες τους μπορούν να εκτείνονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 1000 km από το κέντρο της καταιγίδας (Montgomery and Farrell, 1993).

Είναι να σημαντικό να αναφερθεί ότι οι όροι «hurricane», «κυκλώνας (cyclone)» και «τυφώνας (typhoon)» περιγράφουν το ίδιο καιρικό φαινόμενο, το οποίο συνοδεύεται από καταρρακτώδεις βροχές και μέγιστες ταχύτητες συνεχών ανέμων (κοντά στο κέντρο) που υπερβαίνουν τα 119 χιλιόμετρα ανά ώρα. Πιο συγκεκριμένα, η ονομασία του φαινομένου αυτού ποικίλει γεωγραφικά (σύμφωνα με τον WMO) ως εξής:

- Στον δυτικό βόρειο Ατλαντικό, στον κεντρικό και ανατολικό Βόρειο Ειρηνικό, στην Καραϊβική θάλασσα και τον κόλπο του Μεξικού, ένα τέτοιο καιρικό φαινόμενο ονομάζεται «hurricane».
- Στον δυτικό βόρειο Ειρηνικό, ονομάζεται «τυφώνας».
- Στον κόλπο της Βεγγάλης και την Αραβική θάλασσα ονομάζεται «κυκλώνας».
- Στον δυτικό νότιο Ειρηνικό και νοτιοανατολικό Ινδικό ωκεανό, ονομάζεται «έντονος τροπικός κυκλώνας».
- Στον ΝΔ Ινδικό ωκεανό, ονομάζεται «τροπικός κυκλώνας».

Η εποχή των τυφώνων στο δυτικό τμήμα του βόρειου Ειρηνικού τυπικά εμφανίζεται κατά το διάστημα Μάιος-Νοέμβριος, ενώ η περίοδος των hurricanes είναι από την 1^η Ιουνίου έως το τέλος του Νοεμβρίου, με μέγιστο τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο. Η εποχή των κυκλώνων στον νότιο Ειρηνικό και στην Αυστραλία κανονικά είναι από τον Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο. Στον κόλπο της Βεγγάλης και την Αραβική θάλασσα, οι τροπικοί κυκλώνες λαμβάνουν χώρα από τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούνιο και από τον Σεπτέμβριο έως τον Νοέμβριο. Τέλος, στην ανατολική ακτή της Αφρικής εμφανίζονται τροπικοί κυκλώνες από τον Νοέμβριο έως τον Απρίλιο.

Επίσης, ανάλογα με τη μέγιστη ταχύτητα των διατηρούμενων ανέμων, ο όρος τροπικός κυκλώνας χαρακτηρίζει τα τέσσερα ακόλουθα στάδια (Foley et al., 1995):

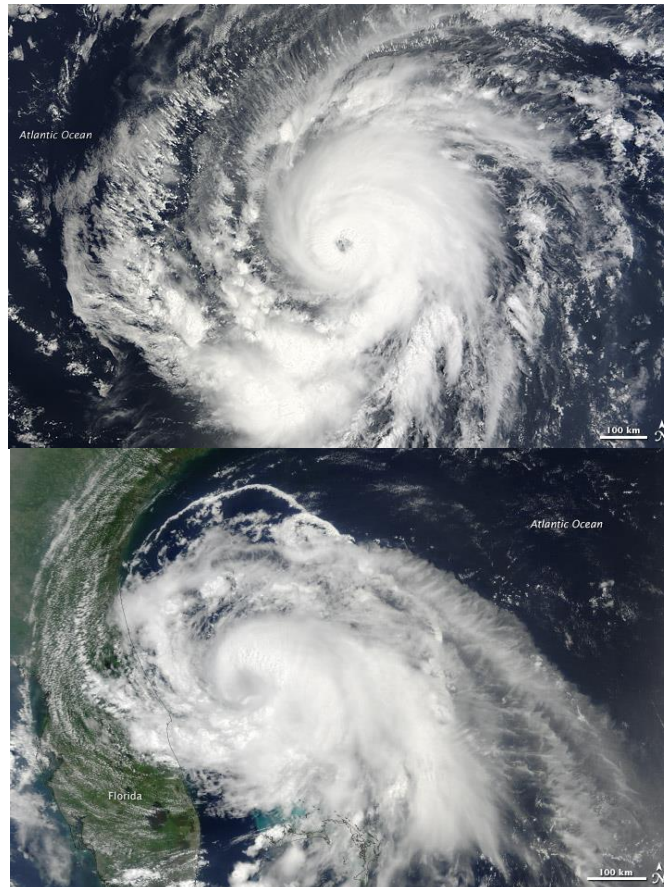
1. *Τροπική διαταραχή (tropical disturbance)*, που είναι μία περιοχή οργανωμένης αστάθειας, διαμέτρου 200-600 km, η οποία έχει ένα μεταβατικό, μη-μετωπικό χαρακτήρα.
2. *Τροπική ύφεση (tropical depression)*. Είναι μία περιοχή με ξεκάθαρη κυκλωνική κυκλοφορία στην επιφάνεια και μέγιστη ένταση μέσου ανέμου (δεκαλέπτου) μικρότερη 34 knots (17 m/s).
3. *Τροπική καταιγίδα (tropical storm)*. Είναι ένας τροπικός κυκλώνας με κλειστές ισοβαρείς καμπύλες και μέγιστη ένταση μέσου ανέμου (δεκαλέπτου) από 34-63 knots (17-32 m/s).

4. *Τυφώνας (Hurricane/ Typhoon)*: είναι ένας έντονος τροπικός κυκλώνας με μέγιστη ένταση μέσου ανέμου (δεκαλέπτου) μεγαλύτερη των 64 knots (33m/s). Ανάλογα με την ωκεάνια λεκάνη στην οποία βρίσκεται χαρακτηρίζεται είτε ως *hurricane*, *τυφώνας*, *έντονος τροπικός κυκλώνας*, *έντονη κυκλωνική καταιγίδα* ή *τροπικός κυκλώνας*.

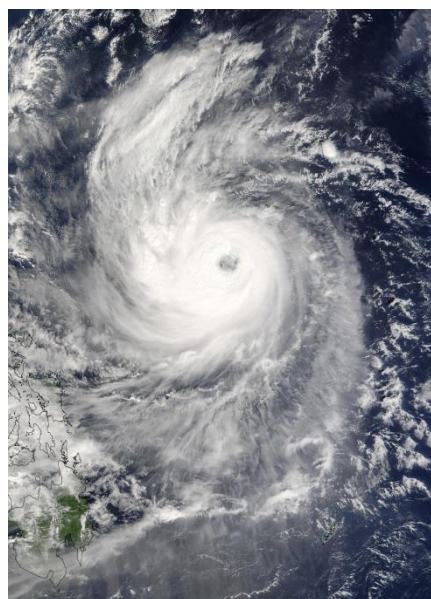
Οι τροπικοί κυκλώνες μπορεί να έχουν διάμετρο εκατοντάδων χιλιομέτρων και μπορούν να συνοδεύονται από καταστροφικούς ανέμους, καταρρακτώδεις βροχές, κύματα θύελλας και περιστασιακά σίφωνες (tornadoes). Σύμφωνα με την κλίμακα Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale, η ένταση των hurricanes ποικίλει και βάσει της μέγιστης ταχύτητας των ανέμων αυτοί ταξινομούνται στις πέντε εξής κατηγορίες (WMO):

1. Ως hurricane κατηγορίας 1 ταξινομούνται αυτοί με μέγιστες ταχύτητες συνεχών ανέμων από 119-153 km/h.
2. Ως hurricane κατηγορίας 2 ταξινομούνται αυτοί με μέγιστες ταχύτητες από 154-177 km/h.
3. Ως hurricane κατηγορίας 3 ταξινομούνται αυτοί με μέγιστες ταχύτητες 178-209 km/h.
4. Ως hurricane κατηγορίας 4 ταξινομούνται αυτοί με μέγιστες ταχύτητες 210-249 km/h.
5. Ως hurricane κατηγορίας 5 ταξινομούνται αυτοί με μέγιστες ταχύτητες που ξεπερνούν τα 249 km/h.

Όπως είναι ευρέως αποδεκτό, οι τροπικοί κυκλώνες αντλούν ενέργεια κυρίως από την εξάτμιση των ωκεανών και την σχετική συμπύκνωση αυτών σε νέφη μεταγωγής συγκεντρωμένα κοντά στο κέντρο τους (Holland, 1993), σε αντίθεση με τις καταιγίδες των μέσων πλατών, οι οποίες προμηθεύονται την ενέργειά τους από τις οριζόντιες διαβαθμίσεις της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα. Επιπροσθέτως, οι τροπικοί κυκλώνες χαρακτηρίζονται από έναν θερμό πυρήνα (σχετικώς θερμότερο από το περιβάλλον τους στο ίδιο επίπεδο πιέσεων) στην τροπόσφαιρα (Henderson-Sellers et al., 1998). Αυτή η μοναδική δομή του θερμού πυρήνα στο εσωτερικό των τροπικών κυκλώνων είναι που παράγει ισχυρούς ανέμους κοντά στην επιφάνεια και προκαλεί ζημιές στις παράκτιες περιοχές και σε νησιά μέσω των ακραίων ανέμων, των κυμάτων θύελλας και της δράσης των κυμάτων. Στην συνέχεια φαίνονται ορισμένες δορυφορικές εικόνες τέτοιων συστημάτων (εικ.1.3. και εικ.1.4.).

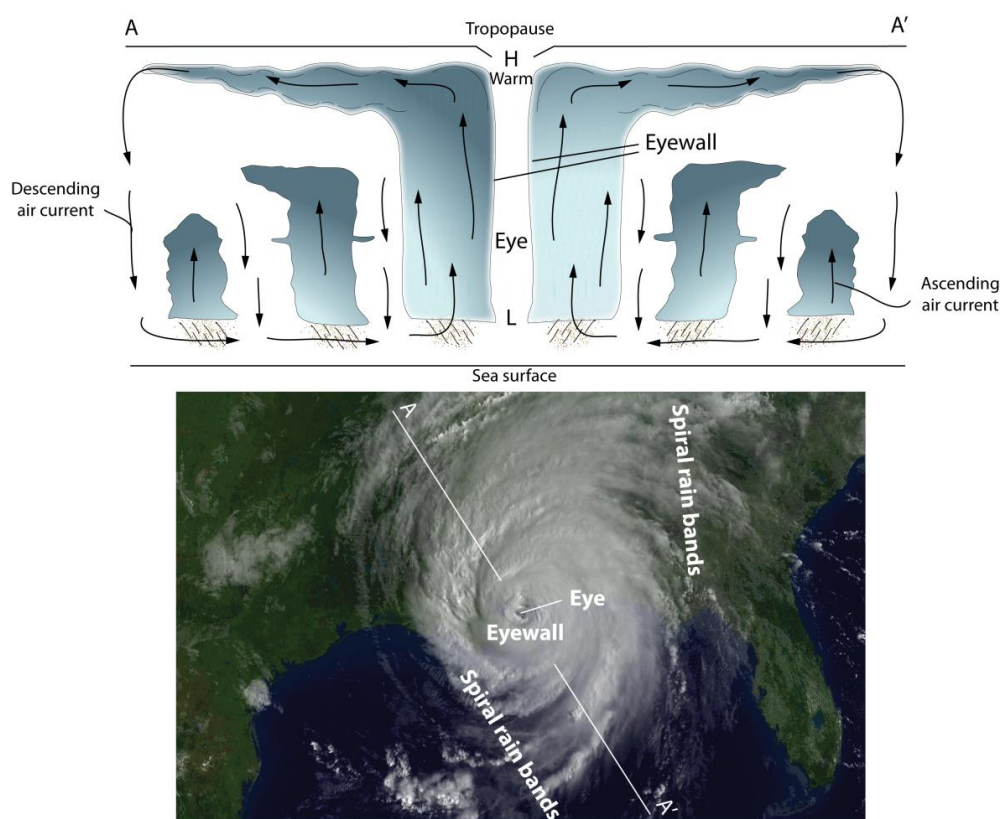


Εικ.1.3. Επάνω: δορυφορική εικόνα του hurricane Fred στις 12:55 UTC, 9 Σεπτεμβρίου 2009 πάνω από τον Ατλαντικό, προερχόμενη από τον δορυφόρο Terra της NASA. Ο Fred ήταν κατηγορίας 3 στην κλίμακα Saffir-Simpson (μέγιστοι άνεμοι 185 km/h). Κάτω: η τροπική καταιγίδα Arthur, που σχηματίστηκε πάνω από την νότια Florida, την 1η Ιουλίου του 2014 (λήψη στις 2 Ιουλίου, 11:35 τοπική ώρα). (NASA, <http://visibleearth.nasa.gov>).



Εικ.1.4. Ο τυφώνας Ketsana περιστρέφεται βόρεια, βορειοδυτικά των Φιλιππίνων, στις 1:55 UTC , 21 Οκτωβρίου 2003. Με μέγιστους ανέμους 144 μίλια την ώρα, ταξινομήθηκε στην κατηγορία 4 της κλίμακας Saffir-Simpson (NASA, <http://visibleearth.nasa.gov>).

Η κεντρική αυτή περιοχή του κυκλώνα, όπου καταγράφεται το ελάχιστο των πιέσεων, είναι γνωστή ως το «μάτι» του κυκλώνα. Πρόκειται για ένα σχετικώς ήρεμο κέντρο το μεγαλύτερο μέρος του οποίου περιβάλλεται από ένα τείχος νεφών που έχει την μορφή δακτυλίου, το «eye wall». Έξω από αυτόν τον δακτύλιο διακρίνονται δύο περιοχές: η εσωτερική περιοχή που χαρακτηρίζεται από συνεχή νέφη και η εξωτερική περιοχή, στην οποία τα νέφη δεν είναι συνεχή. Σε ολόκληρη την περιοχή του τροπικού κυκλώνα με εξαίρεση το μάτι, οι διευθύνσεις του ανέμου στα χαμηλά στρώματα ακολουθούν μία ελικοειδή τροχιά με κλίση προς το κέντρο. Στα εξωτερικά του τροπικού κυκλώνα, οι άνεμοι είναι ασθενείς, αλλά βαθμιαία αυξάνονται συναρτήσει της μείωσης της απόστασης τους από το κέντρο. Οι αέριες μάζες σε έναν τροπικό κυκλώνα συγκλίνουν προς το κέντρο του και ανέρχονται (Εικ.1.5.), με αποτέλεσμα την άνοδο ακόμη περισσότερου υγρού αέρα. Καθώς ο θερμός υγρός αέρας ανυψώνεται πάνω από την επιφάνεια του ωκεανού ψύχεται και συμπυκνώνεται, προκαλώντας αύξηση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων.



Εικ.1.5. Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός τροπικού κυκλώνα. Σχηματική αναπαράσταση και αντιστοίχιση των χαρακτηριστικών σε δορυφορική εικόνα (Girty, 2009).

Οι τροπικοί κυκλώνες λαμβάνουν χώρα κυρίως πάνω από τους τροπικούς ωκεανούς. Η καταστροφική φύση τους καθιστά την παρατήρηση δύσκολη. Αναγνωριστικά αεροσκάφη, δορυφορικές παρατηρήσεις, παρατηρήσεις ραντάρ και συμβατικές παρατηρήσεις επιφανείας χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της συχνότητας και της έντασης των τροπικών κυκλώνων (Henderson-Sellers et al., 1998). Οι περιοχές γένεσης των τροπικών κυκλώνων έχουν μελετηθεί εδώ και αρκετά χρόνια από τον Gray (1968; 1975), ο οποίος εξέτασε σε παγκόσμιο επίπεδο τις τοποθεσίες γένεσης των τροπικών κυκλώνων για μία περίοδο 20 ετών (1952–1971). Οι προτιμητέες περιοχές του σχηματισμού των τροπικών κυκλώνων περιλαμβάνουν τον δυτικό Ατλαντικό, τον ανατολικό Ειρηνικό, τον ΒΔ Ειρηνικό, τον νότιο και βόρειο Ινδικό, και την περιοχή της Αυστραλίας και του ΝΔ Ειρηνικού. Οι

περισσότεροι κυκλώνες (87%) σχηματίζονται σε γεωγραφικά πλάτη από 20°B έως 20°N. Περίπου τα 2/3 όλων των τροπικών κυκλώνων σχηματίζονται στο βόρειο ημισφαίριο και ο αριθμός των τροπικών κυκλώνων που λαμβάνει χώρα στο ανατολικό τμήμα του ημισφαιρίου είναι περίπου ο διπλάσιος από αυτός του δυτικού (Gray 1968; 1975).

Οι τροπικοί κυκλώνες είναι εποχιακά φαινόμενα. Οι περισσότερες τροπικές ωκεάνιες λεκάνες έχουν μία μέγιστη συχνότητα σχηματισμού κυκλώνων κατά την περίοδο από το τέλος του καλοκαιριού έως την αρχή του φθινοπώρου. Αυτό συσχετίζεται με την περίοδο της μέγιστης θερμοκρασίας της θαλάσσιας επιφανείας (SST), παρόλο που άλλοι παράγοντες, όπως η εποχιακή μεταβλητότητα των μουσώνων ανά τοποθεσία, μπορεί να είναι εξίσου σημαντικοί (Frank, 1987). Στην περιοχή της Αυστραλίας, η εποχή των τροπικών κυκλώνων τυπικά είναι από τον Νοέμβριο μέχρι τον Μάιο, με την μέγιστη κυκλωνική δραστηριότητα τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο (π.χ. Evans, 1990). Η εποχή των καταιγίδων στον βόρειο Ατλαντικό φτάνει μεγάλη δραστηριότητα κατά το διάστημα Αύγουστο-Οκτώβριο, με μία μέγιστη συχνότητα γεγονότων τον Σεπτέμβριο. Η μέση συχνότητα εμφάνισης των τροπικών κυκλώνων πάνω από τον ΒΔ Ειρηνικό είναι περίπου 26 ανά έτος, με μέγιστη κυκλωνική δραστηριότητα τον Αύγουστο και μεγάλη εποχιακή μεταβλητότητα, ενώ αυτό το σύνολο είναι μεγαλύτερο από ότι σε κάθε άλλη περιοχή (Xue and Neumann, 1984), και αυτή είναι επίσης η μόνη περιοχή όπου η τροπική κυκλογένεση έχει παρατηρηθεί κατά την διάρκεια όλων των μηνών του έτους. Ο ΒΔ Ειρηνικός επισημαίνεται ιδιαίτερα για την εμφάνιση πολύ μεγάλων και έντονων τροπικών καταιγίδων (Frank, 1987). Όντως, οι 12 χαμηλότερες κεντρικές πιέσεις σε παγκόσμια καταγραφή έχουν εντοπισθεί για τους τροπικούς κυκλώνες στον ΒΔ Ειρηνικό (Holland, 1993).

Αυτό που έχει μεγάλη σημασία είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και οι συνθήκες σχηματισμού αυτών των συστημάτων. Η ύπαρξη του θερμού πυρήνα είναι ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, που συνδέεται με τις συνθήκες στις οποίες σχηματίζονται, δηλαδή με την υψηλή θερμοκρασία της θαλάσσιας επιφανείας που συνήθως ξεπερνά τους 26°C και με τις μεγάλες τιμές της σχετικής υγρασίας στην κατώτερη και μέση τροπόσφαιρα. Επίσης, μεγάλη σημασία έχει το γεγονός ότι λαμβάνουν χώρα μεγάλες τιμές του (χαμηλού επιπέδου) σχετικού στροβιλισμού, ενώ για την δημιουργία τους απαιτούνται συνθήκες ατμοσφαιρικής αστάθειας. Οι τροπικοί κυκλώνες επίσης συνοδεύονται από έντονες βροχοπτώσεις και ένα πλήθος επιπτώσεων, οι οποίες δεν εξαρτώνται μόνο από την ταχύτητα των ανέμων που επικρατούν, αλλά και από άλλους παράγοντες. Αυτοί είναι η ταχύτητα μετακίνησης του συστήματος, η διάρκεια των ισχυρών ανέμων και της συνολικής βροχόπτωσης, κατά και μετά την προσέγγιση της ξηράς, η ξαφνική αλλαγή της διεύθυνσης κίνησης και της έντασης του συστήματος, η δομή (π.χ. μέγεθος) του, ενώ μεγάλη σημασία έχει και η ανθρώπινη ετοιμότητα και ανταπόκριση στις καταστροφές του.

Οι τροπικοί κυκλώνες επιφέρουν πλήθος επιπτώσεων. Οι πιο συνήθεις είναι οι ισχυροί άνεμοι, οι έντονες συνεχείς βροχοπτώσεις και οι πλημμύρες, τα κύματα θύελλας και οι ανεμοστρόβιλοι. Οι άνεμοι χαμηλού επιπέδου είναι εξαιρετικά μεταβλητοί στον χώρο και τον χρόνο. Η περιοχή μπορεί υποστεί καταστροφές λόγω ενός τροπικού κυκλώνα μπορεί να κυμαίνεται από περίπου 25 έως 500 χιλιόμετρα για τα μεγαλύτερα συστήματα (Burton and Burton, 1999). Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι, οι ζημιές που προκαλούνται από τον άνεμο, είναι αποτέλεσμα ενός πλήθους παραγόντων και όχι μόνο της μέσης ταχύτητας των ανέμων, αλλά και αυτής των ριπών, της διάρκειας των ανέμων, αλλά και των διευθύνσεων τους. Επιπλέον, ο παράγοντας του ανέμου επηρεάζεται και από την τοπογραφία.

Οι επιπτώσεις από την βροχόπτωση και την προκύπτουσα πλημμύρα, που προκαλούνται από τους τροπικούς κυκλώνες, επηρεάζονται από την διάρκεια της βροχής, την ταχύτητα

της, το ποσό της υγρασίας και της ενέργειας που φέρει και από την τοπογραφία. Όταν ένας τροπικός κυκλώνας μετακινείται πάνω από την χέρσο και αρχίζει να εξασθενεί, μπορεί να παράγει κατά διάφορες περιόδους βροχοπτώσεις, οι οποίες τείνουν να προκαλούν έντονα πλημμυρικά επεισόδια («flash flood»). Οι πλημμύρες αυτές εξαρτώνται από το μέγεθος και την ταχύτητα του κυκλώνα, τα φυσικά χαρακτηριστικά του δικτύου απορροής και του εδάφους, καθώς και τον ρυθμό και το συνολικό ποσό της βροχόπτωσης κ.α.

Όσον αφορά τα κύματα θύελλας, αυτά προκαλούν επίσης πλημμύρες στις παράκτιες περιοχές, διάβρωση και μεταξύ άλλων απομάκρυνση των υλικών της παραλίας. Σε ορισμένες παράκτιες περιοχές με εκτεταμένη δόμηση, οι επιπτώσεις των κυμάτων θύελλας μπορεί να είναι ιδιαίτερα επιζήμιες (Burton and Burton, 1999). Καταστρεπτικά κύματα που λαμβάνουν χώρα κατά μήκος ακτών χαμηλού υψομέτρου, μπορούν να προκαλέσουν πλημμύρες στην ενδοχώρα ή και σε υδάτινα σώματα, όπως κόλποι, εκβολές ποταμών, λίμνες και ποτάμια, πολλές φορές οδηγώντας σε σοβαρές επιπτώσεις. Τέλος, οι σίφωνες (tornadoes) είναι φαινόμενα που γεννώνται από τους τροπικούς κυκλώνες και επηρεάζουν τις παράκτιες κυρίως περιοχές, ενώ οι πιο καταστροφικές επιπτώσεις που προκαλούν οφείλονται στους ισχυρούς ανέμους και στην απότομη μείωση των πιέσεων, καθώς συνήθως λαμβάνουν χώρα στην εξωτερική περιοχή του τείχους του «ματιού».

1.3. Η Μεσόγειος θάλασσα ως χώρος κυκλογένεσης

Οι γενικοί μηχανισμοί της κυκλογένεσης στο βόρειο ημισφαίριο έχουν αναλυθεί από τον Petterssen (1956), ο οποίος στην μελέτη του για τα επιφανειακά καιρικά συστήματα αναγνώρισε για την Μεσόγειο θάλασσα δύο κύρια κέντρα κυκλωνικής δραστηριότητας κατά τον χειμώνα: τις περιοχές πάνω από την δυτική και ανατολική υπολεκάνη της Μεσογείου, ενώ για την περίοδο του θέρους εντόπισε σαν κέντρο την Ιβηρική χερσόνησο. Στην Μεσόγειο θάλασσα λαμβάνει χώρα υψηλή χωρική μεταβλητότητα καιρικών συνθηκών (Thornes, 1998), ενώ αυτή καλύπτει το σύνολο των μεγαλύτερων ετήσιων κατακρημνισμάτων στην Ευρώπη (Radonovic, 1987). Η μεγάλη αυτή μεταβλητότητα υποθέτει ότι, με την σημερινή διαθεσιμότητα των δεδομένων, μία πιο λεπτομερής μελέτη των κυκλωνικών διαταράξεων και των μηχανισμών γένεσης θα είχε μεγάλο ενδιαφέρον.

Σύμφωνα με τους Trigo et al. (2002), υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα καιρικά συστήματα της Μεσογείου, καθώς ο αριθμός μελετών για τον σχηματισμό κυκλωνικών συστημάτων στην Μεσόγειο έχει αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Οι ίδιοι συγγραφείς στην μελέτη τους που αφορά τους μηχανισμούς κυκλογένεσης στην Μεσόγειο, τονίζουν την σημασία του παράγοντα της γεωγραφίας για την περιοχή αυτή, κυρίως μέσω της υψηλής ορεογραφίας που παρεμβάλλεται και της ύπαρξης περιοχών εγκολπώσεων και εσωτερικών θαλασσών, παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν έναν σχετικά μικρό, κατά τη γνώμη τους, αριθμό περιοχών στις οποίες τείνει να συμβεί κυκλογένεση. Σύμφωνα με τον Radonovic (1987), λόγω του ισχυρού εντοπισμού των γεγονότων κυκλογένεσης σε συγκεκριμένες τοποθεσίες, οι κυκλώνες είναι τουλάχιστον σε αρχικό στάδιο, μεγέθους μέσης κλίμακας, ωστόσο ενεργοποιούνται από συνοπτικές ανώτερου επιπέδου διαταραχές.



Εικ. 1.6. Δορυφορική εικόνα της περιοχής της Μεσογείου θάλασσας (πηγή: NASA). Η έντονη ορειογραφία της και οι μικρές διαστάσεις της λεκάνης της είναι παράγοντες που επηρεάζουν τους μηχανισμούς της κυκλογένεσης.

Η Μεσόγειος θάλασσα εμφανίζει έναν αριθμό κυκλωνικών καταιγίδων, οι περισσότερες των οποίων είναι συνοπτικής κλίμακας και βαροκλινικής προέλευσης (Buzzì and Tibaldi, 1978), που μερικές φορές υποβοηθούνται από την ιδιόμορφη φύση της ροής γύρω από τις Άλπεις και τα Πυρηναία. Λιγότερο συχνά είναι δυνατόν μέσης κλίμακας στρόβιλοι (vortices) να αναπτύσσουν δομή που, όπως αποκαλύπτεται από τις δορυφορικές εικόνες, μοιάζει σε μεγάλο βαθμό με αυτήν των τροπικών κυκλώνων (tropical cyclones), παρουσιάζοντας ένα ευκρινές στρογγυλό μάτι περιβαλλόμενο από έναν τοίχο (eyewall) και ένα κατά προσέγγιση αξονοσυμμετρικό πρότυπο νέφους (Mayengon, 1984). Προσομοιώσεις διάφορων μοντέλων (Pytharoulis et al., 2000) έχουν δείξει ότι αυτά τα συστήματα, τουλάχιστον κατά το ώριμο στάδιο τους, διατηρούνται όπως και οι τροπικοί κυκλώνες, δηλαδή μέσω της επαγωγής υδρατμών μεγάλης ενθαλπίας από την θάλασσα. Ο Emanuel (2005) αναφέρει χαρακτηριστικά ότι η Μεσόγειος είναι πιθανόν το ιδανικό εκκολαπτήριο για τέτοιες αναπτύξεις συστημάτων μορφής τυφώνα (hurricane-like), καθώς είναι μία θερμή κλειστή σχεδόν θάλασσα με παρουσία ενίοτε ψυχρού αέρα με μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία.

Παρόλο που μπορεί να φιλοξενεί συστήματα που έχουν κοινά χαρακτηριστικά με τους τροπικούς κυκλώνες, η λεκάνη της Μεσογείου παρουσιάζει χαρακτηριστικά αρκετά διαφορετικά από εκείνα των τροπικών περιοχών (Emanuel, 2003). Μερικά από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι, εκτός από την υψηλή ορειογραφία που αναφέρθηκε, τα υψηλότερα πλάτη και οι θερμές και ξηρές εισβολές αέρα από την Β. Αφρική (Fita et al., 2007). Οι μικρές διαστάσεις της Μεσογειακής λεκάνης, καθώς και οι ηπειρωτικές επιρροές από τις γειτονικές χέρσους της Ευρώπης και της Αφρικής, είναι όπως αναφέρεται χαρακτηριστικά ιδιαίτερες πτυχές του περιβάλλοντος της Μεσογείου, οι οποίες δεν είναι παρούσες στα μεγάλης ομογένειας τροπικά περιβάλλοντα. Έτσι, παρόλο που, εκτός των συστημάτων βαροκλινικής προέλευσης, στην Μεσόγειο αναπτύσσονται και συστήματα με χαρακτηριστικά τροπικών κυκλώνων, η εξέλιξη αυτών των συστημάτων τροποποιείται και περιορίζεται στην λεκάνη της Μεσογείου.

1.4. Ακραία καιρικά φαινόμενα στην Μεσόγειο

Σύμφωνα με τον World Meteorological Organization (WMO), τα ακραία καιρικά φαινόμενα είναι ένας όρος που αναφέρεται σε μετεωρολογικά φαινόμενα τα οποία δύναται να προκαλέσουν καταστροφή, σοβαρή κοινωνική αναταραχή ή και απώλεια ανθρώπινων ζώων. Πιο συγκεκριμένα, ένα καιρικό φαινόμενο χαρακτηρίζεται ως ακραίο είτε λόγω της έντασής του, είτε της διάρκειάς του ή και της συχνότητας επανεμφάνισής του. Η σχέση μεταξύ αυτών των τριών παραγόντων (της έντασης, της διάρκειας και της συχνότητας του) είναι αυτή που χαρακτηρίζει ένα ακραίο καιρικό φαινόμενο, το οποίο ενδέχεται με την σειρά του να έχει προκαλέσει μια φυσική καταστροφή. Σημαντικό είναι επίσης να αναφερθεί ότι, οι συνέπειες ενός ακραίου καιρικού φαινομένου υπολογίζονται από την σχέση της έντασης του συγκεκριμένου φαινομένου με τη συχνότητα επανεμφάνισής του στην ίδια περιοχή.

Οι τύποι των ακραίων καιρικών φαινομένων ποικίλουν, εξαρτώμενοι από τις γεωγραφικές συντεταγμένες, την τοπογραφία και τις καιρικές συνθήκες. Αυτά τα φαινόμενα μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες: στην πρώτη κατατάσσονται αυτά που είναι συνήθη σε παγκόσμια κλίμακα (ισχυρές βροχοπτώσεις, ισχυροί άνεμοι ή ριπές, χαλάζι, ισχυρές καταιγίδες, στρόβιλοι, τροπικοί κυκλώνες, έντονες πλημμύρες («flash floods»), ακραίες θερμοκρασίες (π.χ. καύσωνας) κ.α.), ενώ στην δεύτερη ταξινομούνται αυτά που λαμβάνουν χώρα περισσότερο σε τοπικό επίπεδο (καταιγίδες χιονιού/άμμου/σκόνης, τσουνάμι, κύματα θύελλας, εκτεταμένη ομίχλη κ.α.).

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα αποτελούν ακραία γεγονότα, τα οποία συνιστούν έναν πραγματικό κίνδυνο για την ανθρώπινη ζωή και την περιουσία. Ο ορισμός τους βασίζεται συνήθως στις επιπτώσεις που αυτά προκαλούν και συνήθως καθορίζεται από όρια που τίθενται σε τοπικό επίπεδο, τα οποία σχετίζονται με την αδυναμία των τοπικών κοινωνιών για την ασφαλή διεξαγωγή των συνήθων δραστηριοτήτων τους, σε σημείο απειλητικό για την ανθρώπινη ζωή. Φυσικά, το σύνολο των ακραίων καιρικών φαινομένων είναι διαφορετικό σε διάφορα περιβάλλοντα (διαφορετικές φυσικές διεργασίες και συνθήκες). Ειδικότερα, οι προειδοποιήσεις των έντονων καιρικών φαινομένων εκδίδονται όταν έχει υπερβληθεί ένα καθορισμένο κατώτατο όριο ανοχής της κοινωνίας και η δημόσια ασφάλεια είναι σε κίνδυνο, συνιστώντας μία κατάσταση χαρακτηριζόμενη ως κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

Τα αποτελέσματα των ακραίων καιρικών φαινομένων συνίστανται κυρίως στην εκδήλωση φυσικών καταστροφών σε διάφορες περιοχές του πλανήτη. Οι φυσικές καταστροφές προκαλούνται συνήθως από τις πλημμύρες (που προκαλούνται λόγω ραγδαίων βροχοπτώσεων), τις κατολισθήσεις, τους θυελλώδεις ανέμους, τις πυρκαγιές (λόγω υψηλών θερμοκρασιών) κ.α. Στις επιπτώσεις συνήθως συγκαταλέγονται οι ζημιές στην δημόσια και την ιδιωτική περιουσία, με συνήθεις περιπτώσεις τα προβλήματα στις μεταφορές και στην επικοινωνία, τις ζημιές σε σπίτια, λιμάνια και αεροδρόμια, και τις πτώσεις δέντρων που μπορούν να προκαλέσουν επιπλέον ζημιές, ενώ σε μεγαλύτερη κλίμακα την πληγή της οικονομίας μίας περιοχής ή ενός κράτους. Επιπλέον, σημαντικότερη πιθανή επίπτωση είναι οι τραυματισμοί και οι απώλειες ανθρώπινων ζώων, ενώ μπορεί να προκληθούν ζημιές και στις καλλιέργειες και την κτηνοτροφία, στον τουρισμό και γενικότερα στην λειτουργία της κοινωνίας.

Η περιοχή της Μεσογείου, παρόλο που τοποθετείται στα νότια της κύριας πορείας των καταιγίδων του Ατλαντικού που επηρεάζουν άμεσα την δυτική και βόρεια Ευρώπη,

υπόκειται αρκετά συχνά σε γεγονότα ακραίων και δυσμενών καιρικών συνθηκών, συχνά με μεγάλο οικονομικό και κοινωνικό αντίκτυπο (Lionello et al., 2006). Η μορφολογία του εδάφους της περιοχής της Μεσογείου, με τις μικρές και απότομες λεκάνες απορροής ποταμών και τις ιδιαίτερα πυκνοκατοικημένες, βιομηχανικές και τουριστικές περιοχές, καθιστά τη Μεσόγειο ιδιαίτερα ευαίσθητη στις επιπτώσεις των καιρικών φαινομένων. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα στην Μεσόγειο γίνονται αντιληπτά κυρίως μέσω των έντονων βροχοπτώσεων, της χαλαζόπτωσης, των στροβίλων, των έντονων κυκλώνων, των ακραίων θερμοκρασιών (κυρίως κατά το καλοκαίρι), των ισχυρών ανέμων (που μπορεί να επηρεάσουν το επίπεδο της θαλάσσιας στάθμης με επιπτώσεις σε παράκτιες περιοχές) και των φαινομένων ξηρασίας (Garcia-Herrera et al., 2014). Μερικά από αυτά αποτελούν επίσης φαινόμενα που συνοδεύουν τους κυκλώνες που αναπτύσσονται στην περιοχή της Μεσογείου, όπως οι έντονες βροχοπτώσεις (που μπορούν με την σειρά τους να προκαλέσουν εκτεταμένες πλημμύρες) και οι μεγάλης ταχύτητας άνεμοι και ριπές.

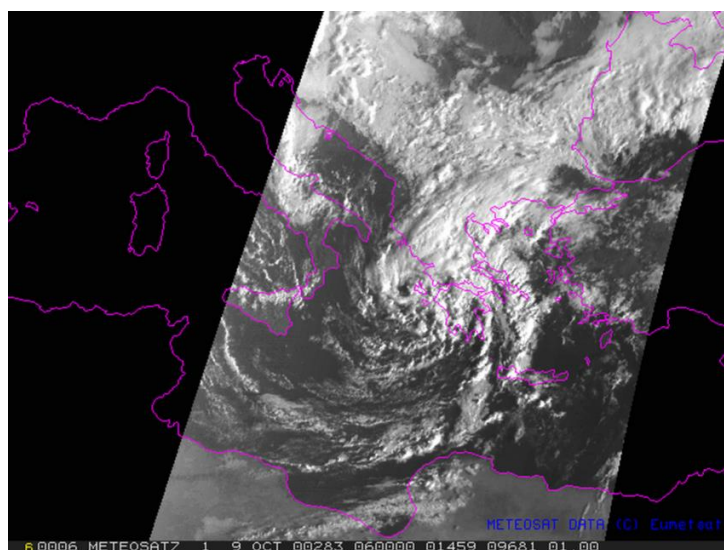
Οι κυκλωνικές κυκλοφορίες, λόγω της συχνότητας, της διάρκειας και της έντασής τους έχουν έναν σημαντικό ρόλο στον καιρό και στο κλίμα της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου (Radinovic, 1987). Ο άνεμος, η πίεση, η θερμοκρασία, η νεφοκάλυψη, η βροχόπτωση, οι καταιγίδες, οι πλημμύρες, τα κύματα, οι κατολισθήσεις, οι χιονοστιβάδες, η ποιότητα του αέρα και ακόμη και η ομίχλη και η ορατότητα στην Μεσόγειο είναι παράγοντες που επηρεάζονται από τον σχηματισμό και την διέλευση των κυκλώνων. Επίσης, υπάρχει μία σύνδεση μεταξύ της έντασης των κυκλώνων και των επικίνδυνων ακραίων γεγονότων η οποία είναι πολύπλοκη, αφού διάφορα χαρακτηριστικά μπορεί να υπεισέρχονται καθώς εξετάζονται διαφορετικές επιπτώσεις. Η ένταση της κυκλοφορίας (άνεμοι), της βροχόπτωσης (με τις προκύπτουσες πλημμύρες) και του ίδιου του κυκλώνα (μετρημένη ως η ελάχιστη τιμή της πίεσης της θαλάσσιας στάθμης ή την αντοχή της συνολικής συσχετιζόμενης κυκλοφορίας) δεν συσχετίζονται απαραιτήτως με απλό γραμμικό τρόπο (Lionello et al., 2006).

Οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών που εξετάζονται σε αυτήν την μελέτη, αποτελούν σπάνια αλλά ισχυρών επιπτώσεων καιρικά φαινόμενα, με τα αποτελέσματά τους να γίνονται αισθητά κυρίως στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου και σε νησιά. Οι μεγάλες ταχύτητες των ανέμων (κυρίως πάνω από 90 km/h) και οι μεγάλοι όγκοι των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που σημειώνονται κατά την εξέλιξη αυτών των φαινομένων αποτελούν κλιματικές ακραίες τιμές που χαρακτηρίζουν τα συστήματα έντονου καιρού.

2. ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟΙ ΚΥΚΛΩΝΕΣ ΤΡΟΠΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ (MEDICANES) ΚΑΙ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥΣ

2.1. Ορισμός

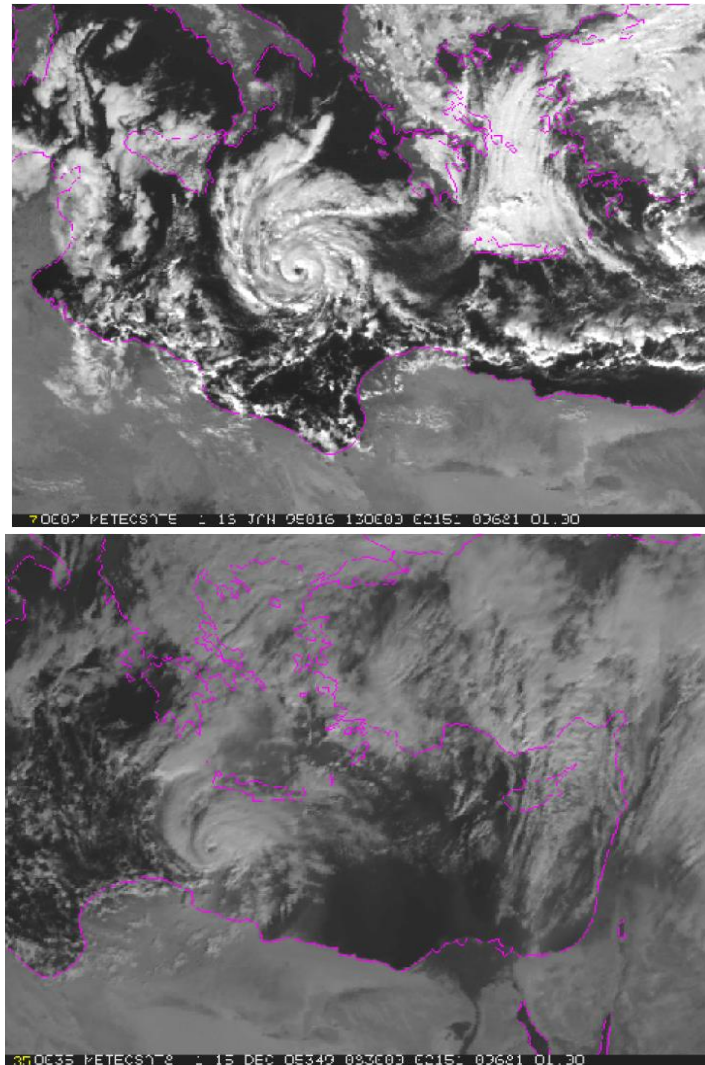
Ανάμεσα στο σύνολο των κυκλώνων που εμφανίζονται στην Μεσόγειο θάλασσα υπάρχει ένας αριθμός κυκλώνων που εμφανίζει ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Οι κυκλώνες αυτοί είναι συστήματα μέσης κλίμακας και αναπτύσσουν μία δομή η οποία, όπως αποκαλύπτεται από τις δορυφορικές εικόνες, μοιάζει σε μεγάλο βαθμό με αυτήν των τροπικών κυκλώνων (Claud et al., 2010; Fita et al., 2007; Pytharoulis et al., 2000; Mayengon, 1984 κ.α.). Η ομοιότητα αυτή έγκειται χαρακτηριστικά στο γεγονός ότι παρουσιάζουν ένα ευκρινές ημι-κυκλικό κυκλωνικό «μάτι» περιβαλλόμενο από έναν τοίχο νεφών (το λεγόμενο «eyewall») και ένα κατά προσέγγιση αξονοσυμμετρικό πρότυπο νέφους, ο δε πυρήνας τους είναι θερμός (Ernest and Matson, 1983; Reale and Atlas, 2001; Jansa, 2003). Αυτά τα συστήματα είναι σπάνια, ενώ έχουν συγκεντρώσει το ενδιαφέρον των ερευνητών κυρίως κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Ορισμένες δορυφορικές εικόνες τέτοιων συστημάτων, με την χαρακτηριστική δομή που περιγράφηκε φαίνονται στις εικόνες 2.1. και 2.2.



Εικ.2.1. Κυκλώνας παρουσιάζει καλά καθορισμένο μάτι πάνω από την περιοχή του Ιονίου πελάγους (9.10.2000, 06:00 UTC, Meteosat 7).

Λόγω της ομοιότητας αυτής με τους τυφώνες («hurricanes») τους έχει δοθεί το όνομα Mediterranean hurricanes, ή συντομογραφικά Medicanes. Η ονομασία αυτή υπογραμμίζει την σημαντικότητα των τροπικών χαρακτηριστικών τους, ενώ υποδεικνύει παρόμοιους σχηματισμούς γένεσης με αυτούς των τροπικών κυκλώνων. Βέβαια, οι medicanes είναι μικρότεροι σε μέγεθος από τους τροπικούς κυκλώνες, κατά λίγες εκατοντάδες χιλιόμετρα το πολύ και λαμβάνουν χώρα σε πολύ ξηρότερο περιβάλλον από αυτό των τροπικών κυκλώνων (Fita et al., 2007). Οι medicanes μπορούν να έχουν την ισχύ μίας τροπικής καταιγίδας (πάνω από 33 m/s), ενώ προσομοιώσεις ευαισθησίας που έχουν γίνει με τη

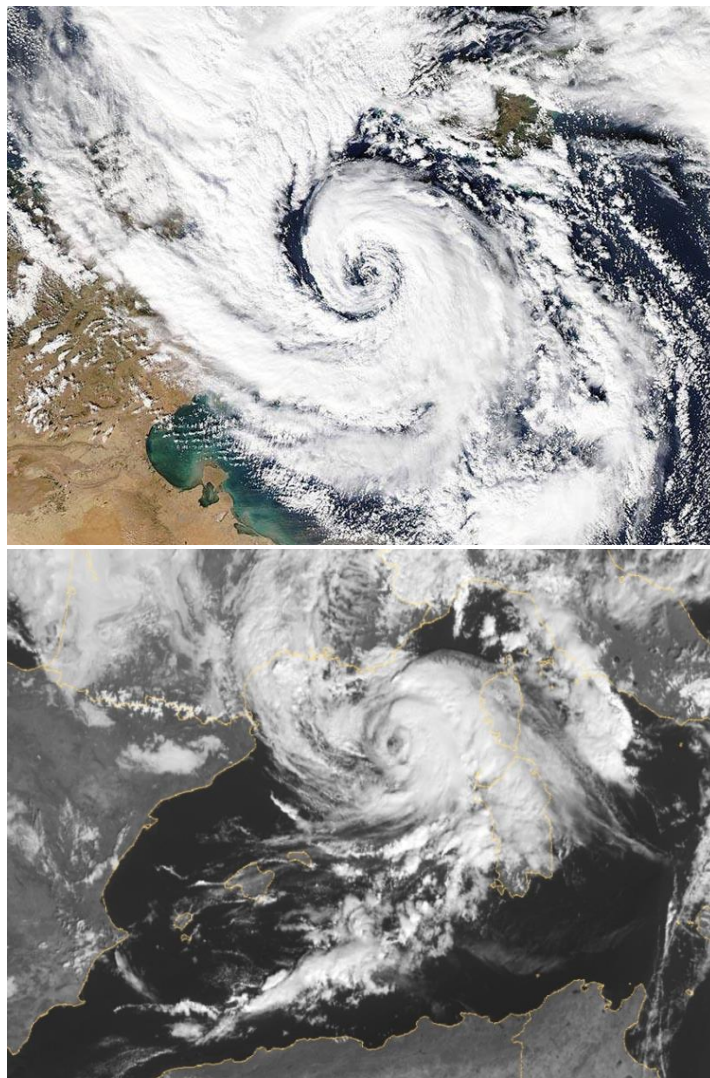
χρήση μοντέλων μέσης κλίμακας (Lagouvardos et al., 1999; Homar et al., 2003; Emanuel, 2003) έχουν αποκαλύψει τροπικά χαρακτηριστικά, όπως την παρουσία βαθιάς κατακόρυφης μεταφοράς και την ισχυρή επιρροή της λανθάνουσας επιφανείας («surface latent») και ενδεχομένως των ροών θερμότητας («heat fluxes»). Οι συνθήκες σχηματισμού τους είναι ιδιαίτερες, με τον μεγαλύτερο ρόλο να έχει η ύπαρξη θερμοκρασιακής ανισορροπίας μεταξύ της θάλασσας και του υπερκείμενου αυτής αέρα, γεγονός που είναι η πιθανότερη αιτία της μεγάλης συχνότητας εμφάνισης αυτών των γεγονότων κυρίως κατά τους φθινοπωρινούς μήνες (Romero and Emanuel, 2006).



Εικ.2.2. Πάνω: ο medicanε που έλαβε χώρα τον Ιανουάριο του 1995, όπως καταγράφηκε από το ορατό κανάλι του Meteosat (στις 13:00 UTC, 16/01/95 METEOSAT-5) (Fita et al., 2007). Κάτω: ένας medicanε φαίνεται νότια της Κρήτης, στις 08:30 UTC της 15^{ης} Δεκεμβρίου 2005 (METEOSAT-8) (Fita et al., 2007).

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ανάπτυξη κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών πάνω από την λεκάνη της Μεσογείου είναι ένα σχετικά σπάνιο φαινόμενο. Παρόλα αυτά, τα συστήματα αυτά έχουν υψηλές καταστροφικές επιπτώσεις πυκνοκατοικημένες περιοχές της Μεσογείου. Δυστυχώς, δεν υπάρχει μέχρι στιγμής ολοκληρωμένη βάση καταγραφής των επιπτώσεών τους, ενώ δυσκολία αντιμετωπίζει και ο προσδιορισμός και η αναγνώρισή τους στις δορυφορικές εικόνες. Παρόλα αυτά, ένας αριθμός 29 περιπτώσεων medicanes και

αντίστοιχων δορυφορικών φωτογραφιών είναι διαθέσιμος στην σελίδα: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>, για μία 25-ετή περίοδο (1982–2007). Επίσης, ανάλυση αρκετών περιπτώσεων έχει παρουσιασθεί στην βιβλιογραφία, όπως θα αναφερθεί σε επόμενο κεφάλαιο.



Εικ.2.3. Πάνω: δορυφορική εικόνα του MODIS όπου φαίνεται ο medicane Qendresa κοντά στο νησί της Μάλτας, στις 12:00 UTC της 7^{ης} Νοεμβρίου 2014 (πηγή: nasa, <https://earthdata.nasa.gov/>). Κάτω ο medicane Rolf, όπως καταγράφηκε από τον Meteosat-8 (HRV Image) στις 12:00 UTC στις 7 Νοεμβρίου 2011.

2.2. Συνοπτικά ιστορικά στοιχεία για τους Medicanes

Οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών εντοπίζονται στην βιβλιογραφία των τελευταίων δεκαετιών, συχνά με την ονομασία «Mediterranean hurricanes (συντομογραφικά Medicanes)» ή «Mediterranean tropical-like cyclones». Σύμφωνα με τους Fita et al. (2007), στην βιβλιογραφία έχουν μελετηθεί περίπου 15 περιπτώσεις σε χρονικό διάστημα από το 1987 μέχρι και το 2007, μελέτες οι οποίες έχουν γίνει κυρίως μη

συστηματικά, με χρήση δορυφορικών εικόνων, απαραίτητων για τον εντοπισμό αυτών των φαινομένων. Λόγω του γεγονότος ότι δεν είναι συχνά μετεωρολογικά φαινόμενα, δεν υπάρχει μία πλήρης βάση δεδομένων των γεγονότων που έχουν λάβει χώρα. Παρόλα αυτά, έχουν εφαρμοσθεί κριτήρια αναγνώρισής τους από διάφορους ερευνητές. Η αναγνώρισή τους βασίζεται κυρίως σε δορυφορικές εικόνες, του ορατού και του υπερύθρου, και σε μία ποικιλία χαρακτηριστικών που μπορεί να εμφανίζουν, κάποια από τα οποία εμφανίζονται και στους κυκλώνες των τροπικών.

Από τις παλαιότερες περιπτώσεις Μεσογειακών κυκλώνων που έχουν παρουσιαστεί στην βιβλιογραφία, είναι αυτή που έλαβε χώρα τον Σεπτέμβριο του 1969 στο δυτικό μέρος της λεκάνης της Μεσογείου και έπληξε την βορειοανατολική Αφρική, προκαλώντας πολλές πλημμύρες στην Λιβύη, την Τυνησία και την Αλγερία (Εικ.2.4.). Ο Winstanley (1970) χαρακτήρισε αυτήν την περίπτωση ως κυκλωνική καταιγίδα, επισημαίνοντας ότι προκάλεσε εκατοντάδες θανάτους, ενώ αναφέρει το σύνολο αυτών των επιπτώσεων ως βορειοαφρικανική καταστροφή. Παρόλα αυτά, ο κυκλώνας αυτός χαρακτηρίστηκε αργότερα βάσει ανάλυσης των δορυφορικών εικόνων ως *Medicane*. Στην πορεία, χρονολογικά εντοπίζονται όλο και περισσότερες περιπτώσεις στην βιβλιογραφία, αν και στο σύνολό τους διακρίνονται από μικρό αριθμό αναφερθέντων επιπτώσεων.



Εικ.2.4. Δορυφορική εικόνα του τμήματος της δυτικής Μεσογείου και της βόρειας Αφρικής (0909 GMT, 23η Σεπτεμβρίου 1969, ESSA VIII). Τα νέφη την 23η είχαν συγχωνευθεί σε μία σπειροειδή μάζα νεφών, συσχετιζόμενη κυκλωνική καταιγίδα (Winstanley, 1970).

Στην πλειονότητα των μελετών που έχουν γίνει για τους *Medicanes*, λίγες προσπάθειες έχουν γίνει για την συγκρότηση μίας βάσης δεδομένων που να περιλαμβάνει το σύνολο των φαινομένων που έχουν εντοπισθεί. Αυτές είναι κυρίως ένας συνδυασμός επιλεγμένων περιπτώσεων που έχουν παρουσιασθεί στην βιβλιογραφία και των αποτελεσμάτων διάφορων αναλύσεων δεδομένων και μοντέλων. Σε αυτό συνηγορεί κυρίως το γεγονός ότι πρόκειται για σπάνια φαινόμενα, μικρής κλίμακας και δεν είναι αντικειμενικός ο εντοπισμός τους στα δεδομένα των επανααναλύσεων (Cavicchia, 2014). Αντιθέτως, υπάρχουν αρκετές περιπτωσιακές μελέτες, που είναι πλούσιες σε δορυφορικές εικόνες και αναλύουν την πορεία του κάθε κυκλώνα σε συνδυασμό με την κλιματολογία του και την

εξέλιξή του. Επίσης, λίγες μελέτες έχουν ασχοληθεί με τον προσδιορισμό των αντίστοιχων περιβαλλόντων που ευνοούν την ανάπτυξη αυτών των σπάνιων κυκλώνων.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον συγκεντρώνεται από τους διάφορους συγγραφείς σχετικά με την γεωγραφική κατανομή και τον εποχιακό κύκλο των medicanes, καθώς και σχετικά με τον προσδιορισμό των τοποθεσιών που αποτελούν πιο συχνά περιοχές δημιουργίας αυτών των συστημάτων. Με μέγιστο των εμφανίσεών τους κατά το φθινόπωρο και στις αρχές του χειμώνα (σύμφωνα με τους περισσότερους ερευνητές), οι κυκλώνες αυτοί εμφανίζουν προτιμητέες περιοχές στις οποίες αναπτύσσονται, ενώ προτιμούν ειδικές συνθήκες για την εμφάνισή τους, επηρεαζόμενοι από ένα σύνολο παραγόντων που έχουν γίνει προσπάθειες να αναλυθούν στις διάφορες μελέτες. Οι παράγοντες αυτοί, άμεσα συνδεδεμένοι με το συνολικό περιβάλλον σχηματισμού των medicanes, συνίστανται κυρίως στους επικρατούντες ανέμους και στην θερμοκρασία της θαλάσσιας επιφανείας, ενώ ο παράγοντας της σχετικής υγρασίας έχει επίσης σπουδαίο ρόλο στις αναλύσεις.

Όσον αφορά τις περιπτώσεις των τελευταίων ετών, τα στοιχεία που εντοπίζονται στην βιβλιογραφία είναι όλο και πιο πλούσια, ενώ σταδιακά οι αναφορές των επιπτώσεών τους πληθαίνουν. Επιπλέον, ονόματα έχουν δοθεί σε κάποιες πιο πρόσφατες περιπτώσεις (π.χ. Rolf, Qendresa), ενώ διαθέσιμες είναι από διάφορες πηγές (επίσημες και ανεπίσημες) φωτογραφίες και βίντεο από τις επιπτώσεις που έχουν προκληθεί λόγω ισχυρών ανέμων ή πλημμυρών που συνοδεύουν τους κυκλώνες. Παρόλα αυτά, στο σύνολό τους οι περιπτώσεις που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία χαρακτηρίζονται από έλλειψη φωτογραφικού υλικού των επιπτώσεων όσον αφορά τις παλαιότερες περιπτώσεις medicanes. Παρόλα αυτά όμως, δεδομένα όπως ύψη βροχής και ταχύτητες ανέμων όπως καταγράφηκαν από διάφορους σταθμούς μπορεί να είναι παρόντα, καλύπτοντας το κενό των αναφερθέντων επιπτώσεων, για αρκετά γεγονότα.

2.3. Κριτήρια αναγνώρισης και τρόποι εντοπισμού των medicanes

Παρά την μη συστηματική καταγραφή των medicanes, έχουν γίνει κάποιες προσπάθειες εγκαθίδρυσης κριτηρίων για τον εντοπισμό τους, που έχουν σαν βάση την ανάλυση δεδομένων πεδίου σε πλέγματα παρατηρήσεων πάνω από την Μεσόγειο (π.χ. ERA-40), ενώ εναλλακτικά προτείνεται η χρήση υπέρυθρων δορυφορικών εικόνων του Meteosat (Tous and Romero, 2011). Σύμφωνα με τους συγγραφείς, υπάρχει μεγάλη δυσκολία στην διάκριση των medicanes με βάση την μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό κυκλώνων που προκαλούν ακραίες καιρικές επιπτώσεις πάνω από την Μεσόγειο (το λεγόμενο MEDEX project). Η δυσκολία αυτή έγκειται στο μικρό μέγεθός τους και στο γεγονός ότι ο σχηματισμός τους απαιτεί ειδικές μετεωρολογικές συνθήκες, σε σύγκριση με τα συνήθη κυκλωνικά χαμηλά. Επομένως, όπως προτείνεται από τους Tous and Romero (2011), θα πρέπει να τεθεί μία σειρά κριτηρίων με σκοπό την διάκρισή τους από τους συνήθεις κυκλώνες. Αυτά τα κριτήρια είναι αρκετά περιοριστικά, ενώ στην αντίστοιχη μελέτη ταξινομήθηκαν ως medicanes και κάποιοι κυκλώνες που δεν τα πληρούσαν αυστηρά, αλλά σχεδόν ανταποκρίνονταν σε αυτά και έτσι το συνολικό πλήθος των

αναγνωρισμένων περιπτώσεων συμπεριέλαβε και έναν αριθμό βιβλιογραφικών περιπτώσεων.

Σε αυτήν την μελέτη τους, για την κατασκευή μίας βάσης δεδομένων οι συγγραφείς αξιολόγησαν ένα πλήθος δορυφορικών εικόνων για το χρονικό διάστημα από τον Φεβρουάριο 1982 έως τον Δεκέμβριο του 2005, εστιάζοντας στις εικόνες υπερύθρου του Meteosat. Επίσης, σε αυτήν τους την προσπάθεια, συγκρότησαν και μηνιαίες ταινίες αποτελούμενες από σειρές των δορυφορικών εικόνων (ανά διάστημα 30 λεπτών) για το τμήμα της Μεσογείου. Από την πρώτη αυτή ανάλυση προέκυψαν 410 περιπτώσεις πιθανών medicanes, στις οποίες εφάρμοσαν τα εξής κριτήρια (λαμβάνοντας υπόψη τους και άλλες περιπτωσιακές μελέτες):

- 1) την παρουσία ενός ευδιάκριτου «ματιού»
- 2) την συμμετρία της μάζας των νεφών γύρω από το «μάτι»
- 3) την συνέχεια της μάζας των νεφών
- 4) την παρουσία διαμέτρου μικρότερη των 300 km
- 5) και την διάρκεια του φαινομένου να ξεπερνά τις 6 ώρες.

Σε μία μετέπειτα μελέτη των ίδιων συγγραφέων (Tous and Romero, 2013), που αφορά την ανάλυση των προβαλλόντων στα οποία λαμβάνει χώρα ο σχηματισμός των medicanes, αναλύονται επιπλέον τα παραπάνω κριτήρια. Ο περιορισμός για την διάμετρο των συστημάτων αιτιολογείται από το γεγονός ότι, λόγω του μεγέθους της Μεσογείου, οι ροές θερμότητας από την θάλασσα στην ατμόσφαιρα (ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της ανάπτυξης των τροπικών κυκλώνων και κατ' επέκταση των medicanes) δεν μπορούν να δημιουργήσουν μεγαλύτερους κυκλώνες. Επίσης, η απαίτηση να είναι ο χρόνος ζωής τουλάχιστον 6 ώρες βεβαιώνει τον επαρκή εντοπισμό των (μεγάλης κλίμακας) μετεωρολογικών παραμέτρων που σχετίζονται με τους κυκλώνες, χρησιμοποιώντας τις επαναanalύσεις ERA-40 του European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Παρόλη την πίστη των συγγραφέων στα κριτήρια που τέθηκαν για τον εντοπισμό των medicanes, τα κριτήρια της διαμέτρου, της συνεχούς νεφοκάλυψης και της συμμετρίας των νεφών είναι σχετικώς ελαστικά. Αντίθετα, τονίζεται το γεγονός ότι η διάκριση ενός «ματιού» σε όλες τις περιπτώσεις είναι απαραίτητη για να ταξινομηθεί ο κυκλώνας ως medicane. Τέλος, για τον χρόνο ζωής του φαινομένου λαμβάνουν σαν αναφορά την χρονική στιγμή κατά την οποία διακρίνουν ότι το σύστημα εισήλθε στη ώριμη φάση του, με ένα ευκρινώς παρατηρήσιμο κυκλωνικό μάτι.

Εκτός από αυτά και άλλα κριτήρια έχουν τεθεί για τον εντοπισμό των medicanes, σε μία προσπάθεια των ερευνητών να τους διακρίνουν στα δεδομένα επαναanalύσεων ERA-40. Οι Walsh et al. (2013) στην μελέτη τους που αφορά τους κυκλώνες θερμού-πυρήνα («warm core lows») στην Μεσόγειο, εστιάζουν σε αυτούς με υψηλές ταχύτητες, που χαρακτηρίζονται από συμμετρία στην δομή τους και είναι μικροί σε μέγεθος, ενώ διαθέτουν έναν θερμό πυρήνα. Εξετάζουν επίσης τις ενδεχόμενες αλλαγές στους παράγοντες που διέπουν τον σχηματισμό τους υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποίησαν έναν αλγόριθμο εντοπισμού ειδικά σχεδιασμένο για την διάκριση των συστημάτων θερμού πυρήνα. Η χωρική ανάλυσή τους ήταν 25 km, ενώ κατέληξαν στον εντοπισμό 16 καταιγίδων «τύπου medicane», για μία περίοδο 20 ετών στα δεδομένα ERA40. Παρόλα αυτά, μόνο ένα από τα εντοπισθέντα γεγονότα αντιστοιχεί σε έναν πραγματικό medicane, ενώ κατά την γνώμη τους οι λόγοι που ευθύνονται για αυτό είναι η έλλειψη της επαναρχικοποίησης στο μοντέλο, καθώς και το γεγονός ότι ο

αλγόριθμος που χρησιμοποιήθηκε έχει σχεδιαστεί για τους τροπικούς κυκλώνες και δεν έχει υιοθετηθεί στην περίπτωση των medicanes.

Σε μία πρόσφατη μελέτη τους, οι Cavigchia et al. (2014) εφαρμόζουν την μεθοδολογία της υποκλιμάκωσης («downscaling») σε ένα σετ δεδομένων χρονικής περιόδου έξι δεκαετιών των επανααναλύσεων NCEP/NCAR. Στην προσπάθειά τους αυτή έκαναν χρήση ατμοσφαιρικών πεδίων υψηλής ανάλυσης και ενός αλγορίθμου ανίχνευσης («detection algorithm»), σχεδιασμένου ειδικά για τους medicanes, στοχεύοντας στην ανάλυση της κλιματολογίας τους με έναν πιο συστηματικό τρόπο. Μερικά από τα κριτήρια εφάρμοσαν στον αλγόριθμο έχουν υιοθετηθεί από προηγούμενες μελέτες των πολικών χαμηλών (Zahn and von Storch, 2008) και τροπικών κυκλώνων (Walsh, 1997; Walsh et al., 2007), ενώ τα βήματα από τα οποία αποτελείται ο αλγόριθμος είναι περιληπτικά τα εξής:

- 1) επιλέχθηκαν όλα τα ελάχιστα πίεσης της θαλάσσιας επιφάνειας με διαφορά πίεσης μεγαλύτερη των $\Delta P = 20$ Pa για πάνω από 3 σημεία πλέγματος
- 2) εφαρμόστηκε ένας επιπλέον αλγόριθμος ομαδοποίησης, που ανατέθηκε στην ίδια πορεία με τα ελάχιστα της πίεσης μέσα σε ακτίνα 100 km
- 3) εφαρμόστηκε μία σειρά κριτηρίων που αφορούν τα γεωμετρικά και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά των κυκλώνων και όλες οι πορείες που ανταποκρίθηκαν σε αυτά διατηρήθηκαν για περαιτέρω ανάλυση. Αυτά αφορούν στις θέσεις τις πορείας, θέτοντας μία ελάχιστη απόσταση για τις δύο πιο απομακρυσμένες θέσεις του κυκλώνα καθώς και άλλους περιορισμούς στην κατεύθυνση της πορείας του
- 4) τέθηκαν κριτήρια σχετικά με την δυναμική της καταιγίδας, που λαμβάνουν υπόψη την συμμετρία και την ύπαρξη θερμού πυρήνα, καθώς και την μέση ταχύτητα ανέμου σε μία ακτίνα 50 km γύρω από το ελάχιστο των πιέσεων

Με την εφαρμογή του αλγορίθμου ανίχνευσης στα υποκλιμακωμένα ατμοσφαιρικά πεδία για την περίοδο 1948–2011, εντοπίστηκαν 99 medicanes. Η συχνότητά τους χαρακτηρίζεται από τους συγγραφείς ως εξαιρετικά χαμηλή, με 1.57 ± 1.30 γεγονότα ανά εποχή (μια εποχή medicane καθορίστηκε να διαρκεί από τον Αύγουστο κάθε έτους μέχρι τον Ιούλιο του επόμενου), γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με την θεώρηση των φαινομένων αυτών ως σπάνια γεγονότα. Μετά από την εφαρμογή όλων των κριτηρίων επιλογής και την επαναλαμβανόμενη αλλαγή των τιμών των παραμέτρων που λήφθηκαν υπόψη, οι Cavigchia et al. (2014) κατέληξαν σε έναν συνολικό αριθμό εντοπισθέντων medicanes κυμαινόμενο από 202 έως 70 γεγονότα, εξάγοντας ταυτόχρονα χρήσιμες πληροφορίες για το γεωγραφικό τους πρότυπο και τον εποχιακό τους κύκλο.

2.4. Περιβάλλοντα στα οποία αναπτύσσονται και περιοχές γένεσης

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών διατηρούνται με τον ίδιο τρόπο όπως και οι τροπικοί κυκλώνες, δηλαδή μέσω της επαγωγής υδρατμών μεγάλης ενθαλπίας από την θάλασσα. Πολλές μελέτες έχουν γίνει με σκοπό την κατανόηση τον περιβαλλόντων σχηματισμού τους και των ειδικών συνθηκών που απαιτείται να είναι παρούσες για την δημιουργία τους (Cavigchia et al., 2014; Tous and Romero, 2013; Tous and Romero, 2011; Emanuel, 2005).

Περιβάλλοντα σχηματισμού

Ο Emanuel (2005) έκανε μία προσπάθεια μοντελοποίησης της ανάπτυξης ενός medicane μέσω της χρήσης ενός μη-υδροστατικού μοντέλου, έχοντας σαν σκοπό να δείξει ότι οι τυπικές βαροκλινικές διαδικασίες δεν είναι απαραίτητες για την εξήγηση της τελικής ανάπτυξης των medicanes, αν και υποστηρίζει ότι είναι πιθανώς απαραίτητες στα πρώτα στάδια της ζωής του. Στην μελέτη του υπογραμμίζει το γεγονός ότι αυτοί αναπτύσσονται σε περιοχές μικρής βαροκλινικότητας, αλλά μεγάλης θερμοδυναμικής ανισορροπίας μεταξύ αέρα και θάλασσας. Στα αποτελέσματά του αναφέρει χαρακτηριστικά ότι η δυνητική κλιματολογική ένταση πάνω από την Μεσόγειο είναι συνήθως μόνο οριακή για τον σχηματισμό τροπικού-τύπου κυκλώνων, ενώ η ατμόσφαιρα είναι συνήθως πολύ ξηρή για να επιτρέψει την ανάπτυξή τους. Επισημαίνει ότι για την δημιουργία τους θα πρέπει να λάβει χώρα μετακίνηση ενός ανώτερου επιπέδου αποκομμένου χαμηλού πάνω από μία περιοχή στην οποία η αέρια μάζα θα πρέπει να ανέλθει και να ψυχθεί, καθιστώντας τον υποκείμενο αέρα υγρό και ψυχρό. Αυτή η χαμηλή θερμοκρασία του, σε συνδυασμό με την σχετικά θερμότερη υποκείμενη ως προς αυτόν θάλασσα και την μεγάλη σχετική του υγρασία παρέχουν ένα ιδανικό περιβάλλον, σύμφωνα με τον Emanuel, για την ανάπτυξη των κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών («hurricane-like» development).

Προσπαθώντας να κατανοήσουν τις ευνοϊκές συνθήκες για τον σχηματισμό των medicanes, οι Claud et al., (2010) εξετάζουν τρεις περιπτώσεις κυκλώνων, βασίζοντας τα αποτελέσματά τους σε δορυφορικές μικροκυματικές παρατηρήσεις. Συμπεραίνουν ότι η συνεχιζόμενη εκροή ψυχρού αέρα πάνω από την θάλασσα ταυτόχρονα με την παρουσία ενός χαμηλότερου σημείου (κοιλότητα) σε ένα ανώτερο επίπεδο της ατμόσφαιρας συνιστούν ένα ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη των medicanes. Οι διαγνώσεις τους (βασισμένες σε δεδομένα AMSUB/MHS) δείχνουν ότι οι περιοχές στις οποίες λαμβάνει χώρα κατακόρυφη μεταφορά (μεταγωγή) και βροχόπτωση είναι μεγάλες κατά τα πρώιμα στάδια της εξέλιξης του medicane, αλλά τείνουν να μειώνονται σημαντικά κατά τα επόμενα στάδια της ζωής του.

Σε μία άλλη μελέτη, οι Fita et al. (2007) αναλύουν τα χαρακτηριστικά και την συμπεριφορά επτά τροπικού-τύπου Μεσογειακών καταιγίδων, όπως τις ονομάζουν, που εξελίχθηκαν σε διαφορετικές περιοχές της Μεσογείου και σε διαφορετικές περιόδους του έτους, επιλεγμένων από ανάλυση δορυφορικών εικόνων. Υπογραμμίζουν ότι οι medicanes εξελίσσονται σε περιβάλλοντα με βαθιά και έντονη κατακόρυφη μεταφορά, ενώ είναι χαρακτηριστική η γρήγορη ανάπτυξη νεφών στις υπέρυθρες δορυφορικές εικόνες. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι τα Μεσογειακά συστήματα ανάπτυξης κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές από τα αντίστοιχα τροπικά. Η θερμοκρασία της θαλάσσιας επιφανείας δεν είχε τόσο σημαντικό ρόλο όπως στους τυφώνες, αφού οι υψηλές τιμές της ($>26^{\circ}\text{C}$) δεν είναι ουσιώδεις για τον σχηματισμό τους, σε αντίθεση με τους hurricanes. Έτσι, το κατακόρυφο προφίλ της ατμόσφαιρας καθοριζόμενο από τον συνδυασμό ενός μέσου-άνω επιπέδου ψυχρού χαμηλού και μίας θερμοκρασίας θαλάσσιας επιφανείας (SST) ελεγχόμενης από το οριακό στρώμα, έχειδειχθεί ως κάτι σημαντικό για τον σχηματισμό του medicane. Επίσης, η ανάλυση των συνοπτικών καταστάσεων κατά τον σχηματισμό ενός medicane έδειξε σημαντική αστάθεια και μεγάλες ποσότητες νερού βροχόπτωσης στην ατμοσφαιρική στήλη. Επομένως,

οδηγούνται στο συμπέρασμα ότι στα Μεσογειακά συστήματα λαμβάνουν χώρα πολύπλοκες ατμοσφαιρικές διεργασίες, λόγω της πολύπλοκης ορεογραφίας, των μικρών διαστάσεων της λεκάνης της Μεσογείου και των ηπειρωτικών επιρροών της γειτονικής χέρσου, παράγοντες που δεν είναι παρόντες στα μεγάλης ομογένειας τροπικά περιβάλλοντα.

Τέλος, σε μία πρόσφατη μελέτη οι Cavigchia et al. (2014), μετά από χρήση δεδομένων επανααναλύσεων για τις τελευταίες έξι δεκαετίες, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η ενεργοποίηση των medicanes χαρακτηρίζεται από την παρουσία ψυχρών θερμοκρασιακών ανωμαλιών στην υψηλή τροπόσφαιρα που αυξάνουν την ατμοσφαιρική αστάθεια, ενώ μία μικρή συνιστώσα ανέμου, το μεγάλο περιεχόμενο σε υγρασία και ο υψηλός (χαμηλού-επιπέδου) στροβιλισμός είναι οι παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη του. Τονίζουν ότι τα αποτελέσματά τους στηρίζουν την υπόθεση ότι οι εμπλεκόμενοι μηχανισμοί δυναμικής είναι παρόμοιοι με αυτούς που ευθύνονται για την γένεση των τροπικών κυκλώνων, αλλά επισημαίνουν μια σημαντική διαφορά σχετικά με τον ρόλο της θερμοκρασίας της θαλάσσιας επιφανείας στην δημιουργία τους. Στην περίπτωση των τροπικών κυκλώνων ο ρόλος που έχει η θερμοκρασία ως παράγοντας αφορά την γένεση συνθηκών θερμοδυναμικής ανισορροπίας (που ενεργοποιούν την ανάπτυξη του στροβίλου), ενώ στην περίπτωση των medicanes αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ της θερμοκρασίας της επιφανείας και αυτής στα ανώτερα ατμοσφαιρικά στρώματα.

Περιοχές γένεσης στην Μεσόγειο

Οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών απαιτούν όπως είδαμε ειδικές συνθήκες για τον σχηματισμό και την εξέλιξή τους. Εξίσου ιδιαίτερη είναι και η προτίμησή τους όσον αφορά τις περιοχές στις οποίες λαμβάνει χώρα η δημιουργία αυτών των φαινομένων. Ο εντοπισμός περιοχών στις οποίες ευνοείται η γένεσή τους είναι ένα ενδιαφέρον θέμα, για το οποίο δεν έχουν προκύψει μέχρι στιγμής αξιόλογα συμπεράσματα. Οι Tous and Romero (2011), μετά από μία σύγκριση των μετεωρολογικών περιβαλλόντων ανάμεσα στους έντονους κυκλώνες («intense cyclones») και τους medicanes εντόπισαν κάποιες διαφορές όσον αφορά τις περιοχές της κυκλογένεσης. Συγκεκριμένα, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματά τους, οι περιοχές στις οποίες συμβαίνει η γένεση των περισσότερων medicanes είναι η περιοχή του Ιονίου πελάγους και αυτή της δυτικής Μεσογείου (θάλασσα των Βαλεαρίδων), περιοχές που δεν συμπίπτουν με τα εντονότερα κυκλογενετικά κέντρα κατά το MEDEX (π.χ. ο κόλπος της Γένοβας, η περιοχή της Κύπρου).

Σε γενική συμφωνία με αυτά τα αποτελέσματα, οι Cavigchia et al. (2014) εντοπίζουν τον σχηματισμό μεγάλου μέρους των medicanes σε δύο συγκεκριμένες περιοχές της Μεσογείου. Η περιοχή όπου η γένεση τους λαμβάνει χώρα πιο συχνά είναι αυτή της δυτικής Μεσογείου, κατά προσέγγιση οριοθετημένη από τις Βαλεαρίδες νήσους και την ισπανική ακτή στα δυτικά, την νότια Γαλλία στα βόρεια και την δυτική ακτή της Κορσικής και της Σαρδηνίας στα ανατολικά. Την δεύτερη προτιμητέα περιοχή γένεσης την τοποθετούν στο Ιόνιο πέλαγος, ανάμεσα στην Σικελία και την Ελλάδα, εκτεινόμενη προς το νότο μέχρι την ακτή της Λιβύης. Επιπλέον, μία άλλη περιοχή σχηματισμού, χαρακτηριζόμενη από έναν μικρό αριθμό γεγονότων, είναι το Αιγαίο πέλαγος. Σύμφωνα με

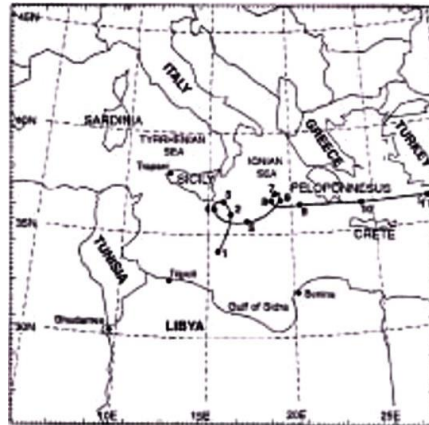
αυτήν την μελέτη, πολύ μικρή δραστηριότητα εντοπίζεται στην λεκάνη της Λεβαντίνης στην ανατολική Μεσόγειο. Γενικά, από την παρακολούθηση των διαδοχικών δορυφορικών εικόνων μπορούμε γενικά να συμπεράνουμε μία προτίμηση εμφάνισης των κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών στο δυτικό και κεντρικό τμήμα τις Μεσογείου, όπως θα αναλυθεί και στην συνέχεια.

2.5. Χαρακτηριστικά της πορείας τους

Η πορεία, ή αλλιώς η διαδρομή, των Μεσογειακών κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών είναι ένα θέμα στο οποίο αναφέρονται πολλές μελέτες περιπτώσεων και το οποίο μπορεί να δώσει πολλά στοιχεία για την εξέλιξη αυτών των φαινομένων. Η διάγνωση της πορείας τους (trajectory) γίνεται μέσω του προσδιορισμού της περιοχής των ελαχίστων επιφανειακών πιέσεων που αντιστοιχεί στο αποκαλούμενο «μάτι» του κυκλώνα, και μπορεί να προκύψει από έναν συνδυασμό αναλύσεων (π.χ. ECMWF) και επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων (δορυφορικά κανάλια του ορατού, του υπερύθρου και των υδρατμών). Το «μάτι» αποτελεί την περιοχή χαμηλών πιέσεων, γύρω από την οποία κινούνται τα νέφη, καταλήγοντας σε μία κατά προτίμηση συμμετρική δομή, ενώ μπορεί να μην είναι ευκρινώς παρατηρήσιμο σε όλα τα στάδια της πορείας του κυκλώνα. Παρόλα αυτά, είναι το σημείο αναφοράς βάσει του οποίου εντοπίζεται η θέση του κέντρου του κυκλώνα, ενώ τείνει να γίνεται ευδιάκριτο κατά την λεγόμενη «ώριμη» φάση ζωής του.

Η πορεία των medicanes ποικίλλει εξαρτώμενη από πολλούς παράγοντες, ωστόσο στην πλειονότητα τους οι κυκλώνες τείνουν να κινούνται προς τα ανατολικότερα της τοποθεσίας δημιουργίας τους, όπως τα περισσότερα καιρικά συστήματα πάνω από την Μεσόγειο. Πορείες αρκετών περιπτώσεων έχουν παρουσιασθεί στην βιβλιογραφία (π.χ. Pytharoulis et al., 2000; Fita et al., 2007; Claud et al., 2010). Οι γραμμές της πορείας τους είναι κυρίως τοξοειδείς, ενώ δεν αποκλείεται να σχηματίζουν έναν (ή περισσότερους) βρόχους, όπως έχει παρουσιαστεί για κάποιες ιδιαίτερες περιπτώσεις. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι η πορείες αυτές δεν είναι ανεξάρτητες της γεωγραφίας της Μεσογείου, αλλά επηρεάζονται από την παρουσία ορεινών όγκων, ενώ αφότου προσεγγίζουν την χέρσο τα συστήματα αυτά τείνουν να εξασθενήσουν, λόγω του γεγονότος ότι δεν έχουν πρόσβαση σε υγρό και θερμό αέρα όπως συμβαίνει όταν βρίσκονται πάνω από την θάλασσα.

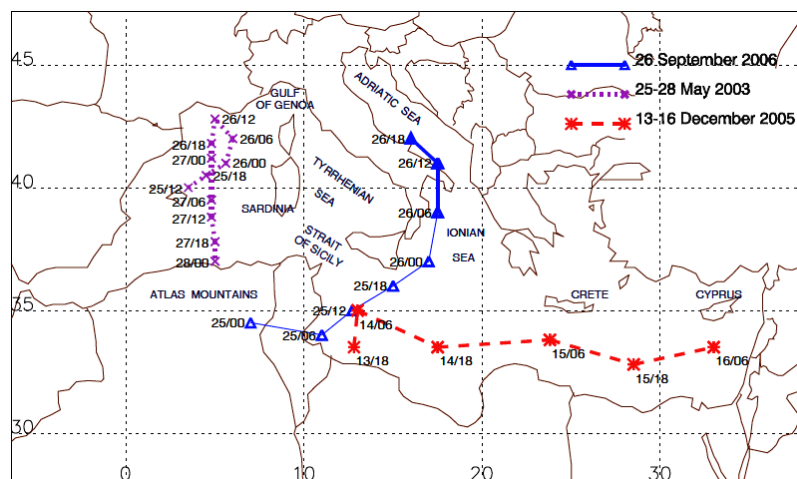
Η διάρκεια της πορείας επίσης ποικίλλει και είναι ένα θέμα που έχει απασχολήσει πολλές μελέτες. Από διάρκεια 6 ωρών μέχρι και λίγων ημερών, οι κυκλώνες μπορεί να αποδυναμώνονται γρήγορα ή να διατηρούνται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, έως και να παρουσιάζουν περισσότερες από μία φάσης πλήρους ανάπτυξης (εντατικοποίησης) ανάλογα με τις παρούσες συνθήκες. Ένα παράδειγμα πολύπλοκης πορείας αποτελεί ο κυκλώνας που έλαβε χώρα τον Ιανουάριο του 1982 (23-27), η πορεία του οποίου σύμφωνα με τους Kuo et al. (2002), χαρακτηρίζεται από δύο φάσεις. Στην πρώτη ο κυκλώνας κινήθηκε προς βορρά προσεγγίζοντας την χέρσο, ενώ στην συνέχεια έκανε δύο βρόχους προτού να κινηθεί με καθαρά ανατολική πορεία, στην διάρκεια της οποίας πέρασε στην δεύτερη φάση κατά την οποία μίκρυνε σε μέγεθος και παρουσίασε ένα ιδιαίτερος ευδιάκριτο «μάτι», εντυπωσιακής μορφής κατά τους συγγραφείς στις δορυφορικές εικόνες.



Εικ.2.5. Η πορεία του medicane που έλαβε χώρα 23-27 Ιανουαρίου του 1982. Οι τελείες δείχνουν τις θέσεις του χαμηλού ανά διαστήματα 12 ωρών (1: αντιπροσωπεύει το χαμηλό στις 12:00UTC 23 Ιαν).

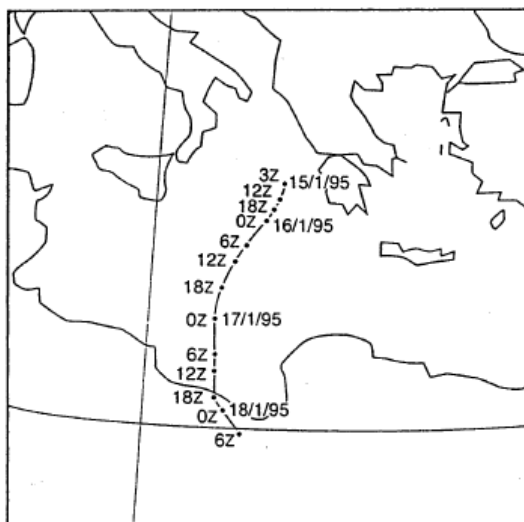
Επίσης, και σε άλλες περιπτώσεις παρουσιάζεται αλλαγή της πορείας του κυκλώνα όταν αυτός τείνει να προσεγγίσει την χέρσο, είτε αυτός κάνοντας βρόχο όπως αναφέρθηκε, είτε κινούμενος πάνω από τον θαλάσσιο χώρο που συνορεύει με την χέρσο, στην προσπάθεια του συστήματος να διατηρήσει την τροφοδοσία του σε υγρό αέρα από τα κατώτερα. Ένα παράδειγμα της τελευταίας περίπτωσης είναι ο κυκλώνας που δημιουργήθηκε στην Αδριατική στις 18 Αυγούστου 1976, ο οποίος κινήθηκε σχεδόν παράλληλα με τις Ιταλικές ακτές προτού να εξασθενήσει πάνω από τις ακτές της Αλβανίας.

Επίσης αξιοσημείωτες είναι οι περιπτώσεις κυκλώνων των οποίων η πορεία τους διασχίζει μεγάλο τμήμα της Μεσογείου, όπως για παράδειγμα αυτός 13-16 Δεκεμβρίου 2005 (εικ.2.6.). Ο συγκεκριμένος αναπτύχθηκε νότια της Σικελίας και διέσχισε την Μεσόγειο με ανατολική πορεία, αναπτύσσοντας «μάτι» δύο φορές (Fita et al., 2007), φτάνοντας μέχρι το ανατολικό τμήμα της Μεσογείου, νότια της Κύπρου. Στο ίδιο σχήμα φαίνονται και οι πορείες άλλων δύο medicanes, αυτών του Μαΐου 2003 και του Σεπτεμβρίου 2006, οι οποίοι εμφανίζουν κίνηση και κατά την διεύθυνση βορράς-νότος, σε αντίθεση με αυτόν του Δεκεμβρίου 2005.



Εικ.2.6. Οι πορείες τριών medicanes: (α) 26.10.2006 (μπλε γραμμή) βάσει αναλύσεων ECMWF ανά εξάωρο (25 Σεπτεμβρίου 00:00 UTC - 26 Σεπτεμβρίου 18:00 UTC), (β) 25–28.05.2003 (μωβ διακοπτόμενη γραμμή) από ανάλυση δορυφορικών εικόνων ανά εξάωρο (25 Μαΐου 12:00 UTC - 28 Μαΐου 00:00UTC) και (γ) 13–16.12.2005 (κόκκινη γραμμή) από ανάλυση δορυφορικών εικόνων ανά δωδεκάωρο (13 Δεκεμβρίου 18:00 UTC - 16 Δεκεμβρίου 06:00 UTC) (Claud et al., 2010).

Τέλος, μία άλλη πορεία που έχει παρουσιασθεί στην βιβλιογραφία και παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον είναι αυτή του Μεσογειακού κυκλώνα του Ιανουαρίου 1995, ο οποίος δημιουργήθηκε στα ανοικτά του Ιονίου πελάγους και κατευθύνθηκε προς τα νότιο-νοτιοδυτικά, για να εξασθενήσει πάνω από τον κόλπο της Λιβύης. Αυτό που είναι αξιοσημείωτο, σύμφωνα με τους Pytharoulis et al. (2000), είναι το γεγονός ότι, παρόλο που μία μεγαλύτερη περιοχή χαμηλών πιέσεων στην οποία ο κυκλώνας ήταν ενσωματωμένος, μετακινούνταν αργά προς τα ανατολικά, αυτός λόγω της ισχυρής κατακόρυφης μεταφοράς δεν ακολούθησε την κίνηση αυτής της περιοχής των χαμηλών πιέσεων.



Εικ.2.7. Η πορεία του Μεσογειακού κυκλώνα του Ιανουαρίου 1995 (03:00 UTC 15 Ιανουαρίου – 06:00 UTC 18 Ιανουαρίου 1995) όπως προκύπτει από δορυφορικές εικόνες (Pytharoulis et al., 2000).

2.6. Στάδια εξέλιξης των medicanes

Οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών είναι συστήματα που, κατά την διάρκεια της ζωής τους, παρουσιάζουν διάφορα χαρακτηριστικά ως προς την δομή και την συμπεριφορά τους. Οι Luque et al. (2007) μελέτησαν την δυναμική εξέλιξη τριών medicanes μαζί με τις εκτιμήσεις της έντασης, της βροχής και του ανέμου, και κατέληξαν σε πολύτιμα συμπεράσματα για την γενική εξέλιξη αυτών των φαινομένων. Συνόψισαν τις αλλαγές της δυναμικής των medicanes σε τρία στάδια:

1. Στάδιο προ του ματιού (pre-eye phase)

Αυτό το στάδιο αναφέρεται στην χρονική περίοδο κατά την οποία η καταιγίδα δεν έχει σχηματίσει ακόμη την δομή του ματιού, αλλά η κεντρική περιοχή της καταλαμβάνεται από βαριά νέφη κατακόρυφης μεταφοράς. Για δύο από τις περιπτώσεις που εξέτασαν, οι Luque et al. (2007) εντόπισαν ισχυρή κατακόρυφη μεταφορά συνοδευόμενη από ισχυρές βροχοπτώσεις, αλλά δεν διέκριναν την ύπαρξη καθαρού στρόβιλου. Αντιθέτως, για την άλλη μία περίπτωση εντόπισαν έναν μικρό στρόβιλο.

2. Στάδιο Σταθερότητας (stationary phase)

Σε αυτό το στάδιο το μάτι του κυκλώνα γίνεται παρατηρήσιμο για πρώτη φορά, περιβαλλόμενο από μία αξονοσυμμετρική δομή νεφών. Το όλο σύστημα ταξιδεύει αργά και παρουσιάζει ευκρινή κυκλωνική περιστροφή. Σε αυτήν την φάση παρατηρήθηκαν ισχυρές βροχοπτώσεις (μέγιστο 17 mm/h) και άνεμοι (μέσοι άνεμοι περίπου 12 m/s) με βάση δορυφορικές μετρήσεις.

3. Περιοδεύον Στάδιο (Itinerant phase)

Σε αυτό το στάδιο ο medicane μετακινείται γρήγορα και σε ευκρινή διεύθυνση, ενώ δεν παράγεται μεγάλο ποσό βροχής. Επίσης, σε αυτό εκτιμώνται ισχυροί άνεμοι (μέσοι άνεμοι 18 m/s). Οι ερευνητές επίσης σημειώνουν χαρακτηριστικά ότι ο αριθμός των σημείων βροχόπτωσης μειώνεται σημαντικά όταν ο medicane εισέρχεται στην περιοδεύουσα φάση του κύκλου ζωής του, ενώ η ταχύτητα των ανέμων φαίνεται να αυξάνεται βαθμιαία κατά αυτή τη φάση.

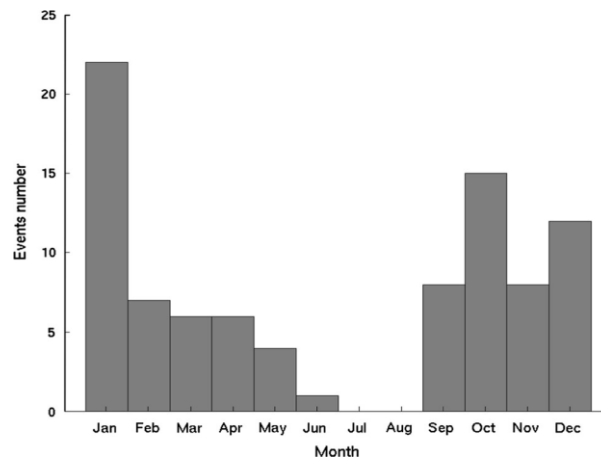
Επίσης, όσον αφορά την βροχόπτωση, διαπίστωσαν ότι ο αριθμός των σημείων βροχόπτωσης φτάνει ένα μέγιστο κοντά στην στιγμή κατά την οποία το μάτι της καταιγίδας παρατηρείται για πρώτη φορά, ενώ λίγες ώρες μετά μειώνεται πολύ γρήγορα. Είναι επίσης εμφανής η αύξηση του αριθμού των σημείων βροχόπτωσης όταν ο medicane δέχεται ορεογραφικές επιδράσεις, δηλαδή όταν διέρχεται πάνω από ένα νησί ή όταν προσεγγίζει την ηπειρωτική χώρα. Τα αποτελέσματα δεν είναι τόσο ξεκάθαρα για τον άνεμο, ο οποίος όπως σημειώνουν, έχει μία γενική τάση να αυξάνεται μετά την εμφάνιση του ματιού της καταιγίδας, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις μειώνεται μετά από την διέλευση του medicane πάνω από χέρσο (Luque et al. (2007).

2.7. Εποχιακή κατανομή των medicanes

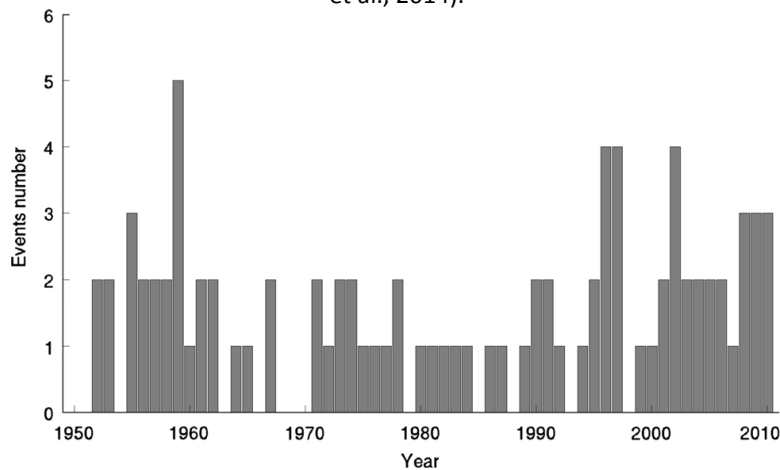
Το πρότυπο της εποχιακής κατανομής των medicanes διαφέρει από αυτό των συνήθων κυκλώνων, λόγω των ειδικών συνθηκών που απαιτείται να είναι παρούσες για την δημιουργία τους. Ο σχηματισμός τους ευνοείται από την προσφορά θερμότητας από την θάλασσα και την διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα χαμηλά και στα υψηλά στρώματα της ατμόσφαιρας, παράγοντας που προκαλεί την απαραίτητη κατακόρυφη μεταφορά για την ανάπτυξή τους. Αέρας θερμός και με μεγάλη περιεκτικότητα σε υδρατμούς με ταυτόχρονη παρουσία ψυχρού αέρα στα ανώτερα καθοδηγεί την διαδικασία σχηματισμού τους, και αυτές οι συνθήκες επιτυγχάνονται για την Μεσόγειο θάλασσα κυρίως μετά το πέρας του καλοκαιριού, δηλαδή κατά το φθινόπωρο και στις αρχές του χειμώνα.

Η εποχιακή κατανομή αποτελεί ένα θέμα με το οποίο έχουν ασχοληθεί πολλές μελέτες, με συγκλίνοντα αποτελέσματα όσον αφορά την προτιμητέα περίοδο εμφάνισης των φαινομένων αυτών (Tous and Romero 2011; Romero and Emanuel 2013; Walsh et al. 2013). Οι Cavicchia et al. (2014) στην μελέτη τους για την κλιματολογία των medicanes εξετάζουν την εποχιακή κατανομή τους, αναφέροντας ότι αυτή χαρακτηρίζεται από έλλειψη γεγονότων κατά το θέρους και από έντονη δραστηριότητα καθ' όλη την διάρκεια του φθινοπώρου. Επίσης, εντοπίζουν ένα μέγιστο τον Ιανουάριο, ενώ κάποιες εμφανίσεις γεγονότων συνεχίζονται για τους μήνες Φεβρουάριο έως Μάιο. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η εποχιακή κατανομή όλων των γεγονότων που εξέτασαν για το σύνολο της περιόδου 1948–2011. Οι ίδιοι δίνουν και το διάγραμμα της μεταβλητότητας ανά έτος, την

οποία χαρακτηρίζουν ως ισχυρή, αλλά με μία αμελητέα συνολική τάση (+0.015 γεγονότα/έτος).

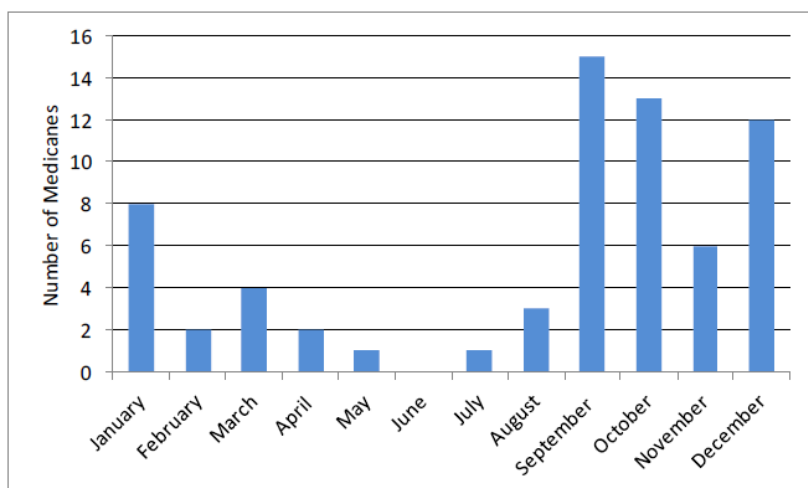


Εικ.2.8. Αριθμός των medicanes ανά μήνα (συνολικός αριθμός για την περίοδο 1948–2011) (Cavicchia et al., 2014).



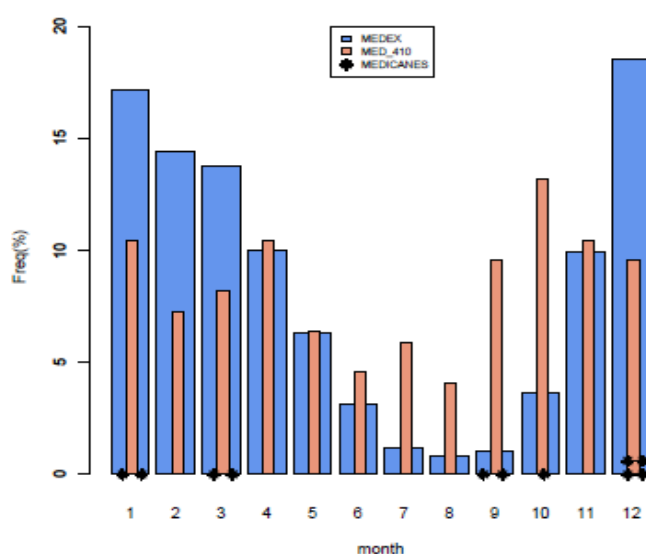
Εικ.2.9. Αριθμός των medicanes ανά έτος. Οι «εποχές medicane» αναφέρονται στον άξονα x. Μία εποχή medicane καθορίσθηκε να εκτείνεται από τον Αύγουστο κάθε έτους μέχρι των Ιούλιο του επόμενου (Cavicchia et al., 2014).

Οι Nastos et al., (2015), εξετάζοντας ένα σύνολο κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών, βάσει μίας βάσης δεδομένων 64 κυκλώνων που συγκροτήθηκε από βιβλιογραφικές αναφορές, δίνουν αποτελέσματα που έρχονται σε γενική συμφωνία με αυτά των άλλων ερευνητών, παρόλο που εντοπίζουν την μέγιστη συχνότητα εμφάνισης του φαινομένου τον Σεπτέμβριο (15 γεγονότα), αντί για τον Ιανουάριο. Ακολουθεί ο Οκτώβριος (13 γεγονότα), ο Δεκέμβριος (12 γεγονότα) και ο Ιανουάριος (8 γεγονότα). Επίσης, υπογραμμίζουν ότι κατά την ξηρή περίοδο του έτους (Απρίλιος –Αύγουστος) οι κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών μειώνονται, ειδικά τον Ιούνιο, λόγω της προς τον πόλο μετατόπισης του πολικού μετώπου και της εμφάνισης των χαμηλών της χειμερινής περιόδου.



Εικ.2.10. Μηνιαίος αριθμός medicanes για την περίοδο 1947-2014 (Nastos et al., 2015).

Μία συγκριτική μελέτη που έγινε με σκοπό την ανάλυση της συμπεριφοράς ενός αριθμού «αναγνωρισμένων» medicanes σε σχέση με τους έντονους Μεσογειακούς κυκλώνες του MEDEX (Tous and Romero, 2011), εξέτασε την εποχιακή κατανομή τους, καθώς και αυτήν μίας λίστας πιθανών medicanes, που προέκυψε ύστερα από την εφαρμογή καθορισμένων κριτηρίων (εικ.2.11.). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι medicanes είναι πιο συχνοί κατά τις ψυχρές εποχές του έτους (φθινόπωρο και χειμώνα), όπως ακριβώς και οι υπόλοιποι έντονοι κύκλωνες στην Μεσόγειο. Αυτή η κατανομή είναι διαφορετική σε σχέση με τους τροπικούς κυκλώνες, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από μικρές εποχές που διαρκούν λίγους μήνες του έτους (π.χ. Ιούνιο- Νοέμβριο για την λεκάνη του Ατλαντικού). Το μέγιστο της εμφάνισης των «πιθανών», όπως χαρακτηρίζονται από τους συγγραφείς, medicanes παρατηρείται τον Οκτώβριο, ενώ για τους έντονους κυκλώνες του MEDEX εντοπίζεται τον Δεκέμβριο, με ένα δεύτερο μέγιστο τον Ιανουάριο. Κλείνοντας τα συμπεράσματά τους, οι συγγραφείς υπογραμμίζουν ότι οι διαφοροποιήσεις σχετικά με τα κυκλογενετικά κέντρα των έντονων κυκλώνων και των medicanes, έχουν έναν σημαντικό ρόλο στην εποχιακή κατανομή τους.

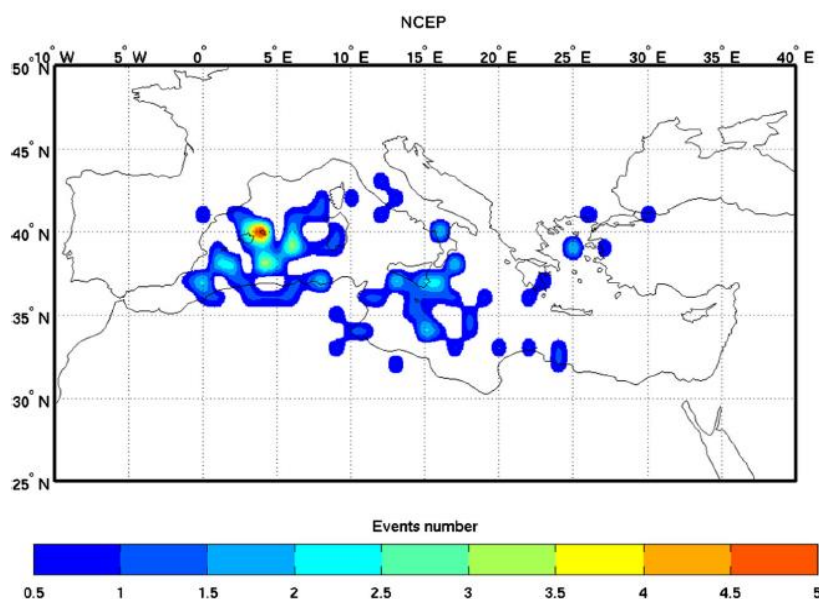


Εικ.2.11. Χρονική κατανομή των κυκλώνων: έντονοι κυκλώνες MEDEX (μπλε), αμφίβολη λίστα των medicanes (πορτοκαλί), medicanes (αστερίσκοι) (Tous and Romero, 2011).

2.8. Γεωγραφική κατανομή των medicanes

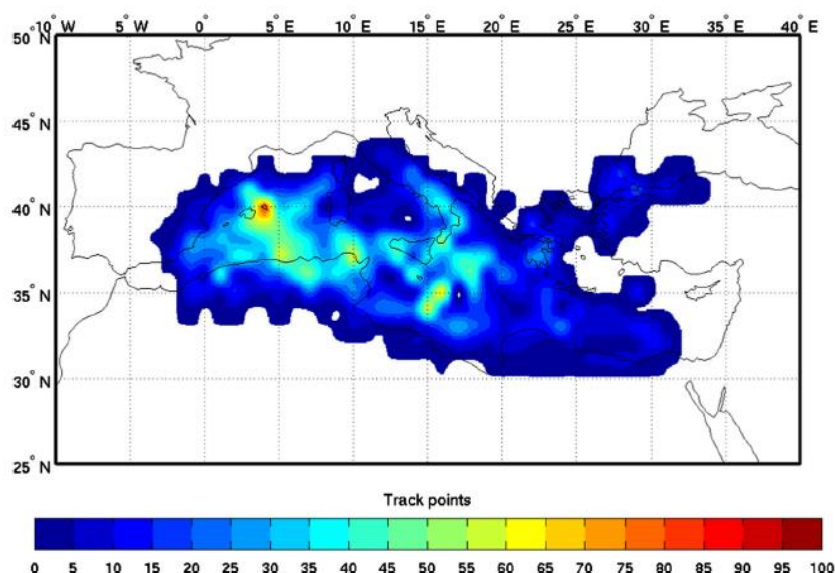
Οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών, όπως αναφέρθηκε, εμφανίζουν ιδιαίτερη γεωγραφική κατανομή, όχι μόνο όσον αφορά τις τοποθεσίες γένεσής τους, αλλά και ολόκληρη την πορεία τους. Στις διάφορες μελέτες υπάρχουν αποτελέσματα του συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό ως προς τις περιοχές προτίμησης των medicanes, τα οποία υποδεικνύουν αυξημένη πυκνότητα κατανομής τους στην περιοχή της δυτικής Μεσογείου (θάλασσα των Βαλεαρίδων) και δευτερευόντως στην περιοχή του Ιονίου πελάγους (Cavicchia et al., 2014; Tous and Romero, 2013). Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν και θα σχολιασθούν τα αποτελέσματα δύο μελετών που παρουσιάζουν στοιχεία για την γεωγραφική κατανομή των medicanes, όσον αφορά και τις περιοχές γένεσης αλλά και την πυκνότητα κατανομής του συνόλου της πορείας τους, ενώ μέρος αυτών αφορά και τις διαφορές στο εποχιακό πρότυπο της κάθε περιοχής.

Εξετάζοντας τις περιπτώσεις των medicanes για τις τελευταίες έξι δεκαετίες, βάσει δεδομένων επαναanalύσεων NCEP/NCAR, οι Cavicchia et al. (2014) ανέλυσαν το γεωγραφικό τους πρότυπο, το οποίο είναι αρκετά διαφορετικό από αυτό της κοινής Μεσογειακής κυκλογένεσης. Όπως φαίνεται στην εικόνα 2.12., ένα μεγάλο μέρος των medicanes σχηματίζεται σε δύο συγκεκριμένες περιοχές της Μεσογείου. Η πρώτη, στην οποία η γένεση τους λαμβάνει χώρα πιο συχνά, είναι αυτή της δυτικής Μεσογείου, κατά προσέγγιση οριοθετημένη από τις Βαλεαρίδες νήσους και την ισπανική ακτή στα δυτικά, την νότια Γαλλία στα βόρεια και την δυτική ακτή της Κορσικής και της Σαρδηνίας στα ανατολικά. Η δεύτερη προτιμητέα περιοχή γένεσης των medicanes τοποθετείται στο Ιόνιο πέλαγος, ανάμεσα στην Σικελία και την Ελλάδα, εκτεινόμενη προς το νότο μέχρι την ακτή της Λιβύης. Επίσης, μία άλλη περιοχή σχηματισμού με μικρό αριθμό γεγονότων είναι το Αιγαίο πέλαγος, ενώ πολύ μικρή δραστηριότητα εντοπίζεται στην λεκάνη της Λεβαντίνης (Levantine basin) στην ανατολική Μεσόγειο (Cavicchia et al., 2014).



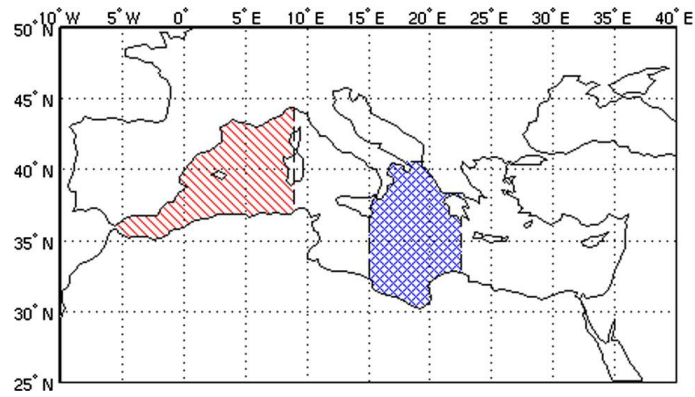
Εικ. 2.12. Το γεωγραφικό πρότυπο της γένεσης των medicanes για τις έξι δεκαετίες υπό μελέτη (Cavicchia et al., 2014).

Επίσης, έδωσαν και το γεωγραφικό πρότυπο όπως προέκυψε από την ανάλυση των τροχιών των κυκλώνων (εικ.2.13.), το οποίο βασίστηκε στα σημεία της κάθε τροχιάς. Στην εικόνα διακρίνονται επίσης δύο κύριες περιοχές με μεγαλύτερη πυκνότητα σημείων τροχιάς, μία στην θάλασσα των Βαλεαρίδων και μία δευτερεύουσα περιοχή νότια της Ιταλίας. Γενικά, η λεκάνη της δυτικής Μεσογείου φαίνεται να περιλαμβάνει τα περισσότερα σημεία τροχιάς από όλες τις υπόλοιπες περιοχές, ενώ μεγάλη επίσης πυκνότητα αυτά εμφανίζουν και σε ορισμένα μέρη της κεντρικής λεκάνης της Μεσογείου. Αντιθέτως, η ανατολική Μεσόγειος είναι μία περιοχή με μικρή πυκνότητα σημείων τροχιάς.

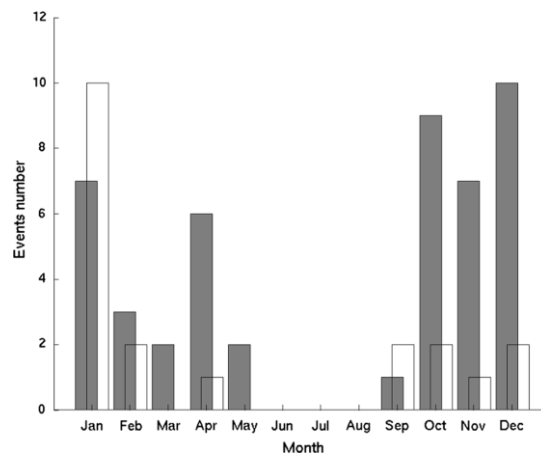


Εικ.2.13. Τα γεωγραφικά πρότυπα της διαδρομής (τροχιάς) των medicanes που εντοπίσθηκαν κατά τις έξι δεκαετίες υπό μελέτη (Cavicchia et al., 2014).

Θέλοντας να εξετάσουν πιο αναλυτικά το σύνθετο αυτό γεωγραφικό πρότυπο, οι συγγραφείς μελέτησαν για τις διάφορες υπό-περιοχές της Μεσογείου τις στατιστικές ιδιότητες των medicanes. Εστιάζοντας σε δύο περιοχές, την δυτική Μεσόγειο και το Ιόνιο πέλαγος (εικ.2.14.), συμπέραναν ότι υπάρχει μία αξιοσημείωτη διαφορά στον ετήσιο κύκλο των δύο αυτών περιοχών: η συχνότητα του σχηματισμού των medicanes στην δυτική Μεσόγειο σταθερά αυξάνεται κατά το φθινόπωρο και αρχίζει να μειώνεται τον Ιανουάριο με τα γεγονότα να μειώνονται σταδιακά μέχρι την άνοιξη. Αντίθετα, τα γεγονότα στο Ιόνιο παρουσιάζουν ένα απότομο μέγιστο τον Ιανουάριο, με πολύ μικρότερη δραστηριότητα κατά το φθινόπωρο και την άνοιξη. Ο μέσος αριθμός των γεγονότων είναι 0.75 ± 0.95 ανά εποχή στη δυτική Μεσόγειο και 0.32 ± 0.50 στο Ιόνιο. Η μεταβλητότητα φαίνεται κυρίως μη-συσχετιζόμενη ανάμεσα στις δύο περιοχές (Cavicchia et al., 2014). Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται οι περιοχές των οποίων οι στατιστικές ιδιότητες εξετάστηκαν και τα αντίστοιχα ιστογράμματα του αριθμού των γεγονότων.

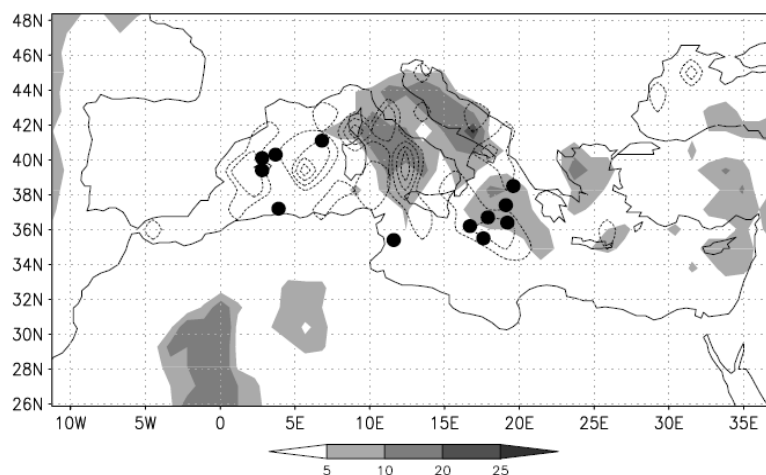


Εικ.2.14. Οι ειδικές υπο-περιοχές που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των medicanes στην δυτική Μεσόγειο (κόκκινη διαγράμμιση) και στο Ιόνιο (μπλε διαγράμμιση) (Cavicchia et al., 2014).



Εικ.2.15. Αριθμός των medicanes ανά μήνα (συνολικός αριθμός για την περίοδο 1948–2011) σχηματιζόμενων στην δυτική Μεσόγειο (γκρι σκιασμένες μπάρες) και για την περιοχή του Ιονίου πελάγους (λευκές μη-σκιασμένες μπάρες) (Cavicchia et al., 2014).

Σε μία παρόμοια προσπάθεια, οι Tous & Romero (2013) συνέκριναν την γεωγραφική κατανομή ενός συνόλου «πιθανών» γεγονότων medicanes (220 γεγονότα που προέκυψαν από μία συλλογή εικόνων του δορυφόρου Meteosat, από το 1982 έως το 2003) με αυτήν 12 «αναγνωρισμένων» medicanes, και απέδωσαν τις τοποθεσίες αυτές σε σύγκριση με τις περιοχές όπου λαμβάνει χώρα η γένεση έντονων (intense) κυκλώνων στην Μεσόγειο (εικ.2.16.). Η πυκνότητα κατανομής των γεγονότων των «πιθανών» medicanes κατά την ώριμη φάση τους αναπαρίσταται με διακεκομμένες γραμμές στην εικόνα και αυτοί εντοπίζονται κατά προτίμηση στην κεντρική και δυτική λεκάνη της Μεσογείου, με την περιοχή ανάμεσα στις Βαλεαρίδες νήσους και την Ιταλική χερσόνησο να περιέχει τους περισσότερους από αυτούς τους κυκλώνες. Οι 12 ταξινομημένοι ως «αληθινοί» medicanes (μαύρα σημεία στην εικόνα #) τοποθετούνται στην κεντρική και δυτική περιοχή της Μεσογείου, αλλά αυτές οι τοποθεσίες δεν συμπίπτουν πλήρως με τις προηγούμενες. Όπως γίνεται αντιληπτό από την εικόνα #, οι medicanes εντοπίζονται κυρίως πάνω από το Ιόνιο πέλαγος και την θάλασσα των Βαλεαρίδων, περιοχές που συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Cavicchia et al. (2014).



Εικ.2.16. Κατανομή της χωρικής πυκνότητας των έντονων κυκλώνων από το MEDEX project (σκιασμένες περιοχές) ως αριθμός γεγονότων σε τετράγωνο ($1.125^\circ \text{ lat-lon}$), κατανομή πυκνότητας των «πιθανών» medicanes (MED220) (διακεκομμένες γραμμές, η ισοδιάσταση είναι ένα γεγονός/ $(1.125^\circ)^2$ ξεκινώντας από την τιμή 1) και οι 12 αναγνωρισμένοι medicanes (μαύρα σημεία) (Tous and Romero, 2013).

Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι, ως προς την γεωγραφική κατανομή τους οι medicanes προτιμούν σαν περιοχές σχηματισμού τους την λεκάνη της δυτικής Μεσογείου και δευτερευόντως το Ιόνιο πέλαγος (περιοχή που οριοθετείται ανάμεσα στην Ιταλία, την Ελλάδα και τις ακτές της βόρειας Αφρικής). Παρόλα αυτά, όπως φαίνεται και από τον χάρτη πυκνότητας των σημείων της πορείας τους, η δυτική Μεσόγειος είναι η ευνοϊκότερη περιοχή για την ανάπτυξη και διατήρησή τους, σε σχέση με αυτήν του ιονίου πελάγους. Αξιοσημείωτο είναι επίσης το γεγονός ότι, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα των μελετών, υπάρχει σημαντική διαφορά ανάμεσα στο εποχιακό πρότυπο αυτών των δύο περιοχών, με την περιοχή του ιονίου να εμφανίζει τον μέγιστο αριθμό γεγονότων τον Ιανουάριο, ενώ αυτήν της δυτικής Μεσογείου εμφανίζει μεγάλη συχνότητα γεγονότων καθ' όλη την διάρκεια του φθινοπώρου και των αρχών του χειμώνα.

2.9. Οι επιπτώσεις των medicanes στην περιοχή της Μεσογείου

Οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών (medicanes) είναι σπάνια ακραία καιρικά φαινόμενα, τα οποία επιφέρουν επιπτώσεις κυρίως στις παράκτιες περιοχές της Μεσογείου. Στις περισσότερες των περιπτώσεων προκαλούν πλημμύρες (σε αρκετές περιπτώσεις «flash floods»), λόγω ενός συνδυασμού έντονων βροχοπτώσεων και υψηλών κυμάτων που εισέρχονται στα ενδότερα παράκτιων περιοχών, όπως οικισμοί και λιμάνια. Επίσης, εκτός από τις πλημμύρες, λόγω των ισχυρών ανέμων προκαλούνται ζημιές στο δίκτυο μεταφορών και επικοινωνιών, πτώσεις δέντρων και καταστροφές κτιρίων, μεγάλες οικονομικές ζημιές, ακόμη και απώλειες ανθρώπινων ζωών.

Δεν υπάρχει προς το παρόν συστηματικός τρόπος καταγραφής των επιπτώσεων που προκαλούνται από τους medicanes. Αυτό έγκειται κυρίως στο γεγονός ότι αυτά τα συστήματα είναι σπάνια και ότι μόνο τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει οι πρώτες προσπάθειες για την συστηματική αναγνώρισή τους στις δορυφορικές εικόνες και στα

δεδομένα επαναanalύσεων. Η ίδια η αναγνώρισή τους είναι πολύ δύσκολη διότι υπεισέρχονται πολλοί παράγοντες στην κλιματολογία τους, ενώ οι συνήθεις προσπάθειες για τον εντοπισμό τους συνοψίζονται στην εφαρμογή κριτηρίων αναγνώρισης (Tous and Romero, 2011; Cavicchia et al., 2014). Έτσι, παρόλο που έχουν παρουσιαστεί αρκετές μελέτες περιπτώσεων στην βιβλιογραφία, καθώς και μοντελοποίησης, ελλιπή είναι για αρκετές περιπτώσεις τα στοιχεία των επιπτώσεών τους. Σε επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το σύνολο των στοιχείων των επιπτώσεων, όπως προκύπτουν από τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης.

Αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί σχετικά με τις επιπτώσεις των medicanes είναι ότι η κατανομή τους εμφανίζει, όπως είναι λογικό, ανάλογο γεωγραφικό και εποχιακό πρότυπο με αυτό των ίδιων των κυκλώνων, συνιστώντας έναν παράγοντα συσχέτισης της έντασης, της διάρκειας και της θέσης του φαινομένου με την ευπάθεια των περιοχών στις οποίες οι επιπτώσεις γίνονται αισθητές. Οι περιοχές αυτές είναι κυρίως παράκτιες περιοχές της Μεσογείου, στις οποίες σημειώνεται ένα πλήθος διαφορετικών επιπτώσεων από διάφορα αίτια. Αυτές μπορεί για το ίδιο φαινόμενο να εμφανίζονται μεμονωμένες ή η μία να προκαλεί την άλλη, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση της πλημμύρας, η οποία δευτερευόντως μπορεί να προκαλέσει επιπλέον καταστροφές στην περιουσία ή στην ανθρώπινη ζωή.

Οι επιπτώσεις που προκαλούνται από τους Μεσογειακούς κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών ποικίλουν. Μία σημαντική κατηγορία επιπτώσεων είναι αυτές που προκαλούνται από τις πλημμύρες, είτε από ισχυρές βροχοπτώσεις είτε από την είσοδο των θαλάσσιων κυμάτων στο εσωτερικό της χέρσου (π.χ. υπερχειλίση κοίτης ποταμών). Εξίσου επιζήμιες είναι και αυτές που σημειώνονται λόγω των ισχυρών ανέμων και των στροβίλων που σημειώνονται κατά την εξέλιξη του φαινομένου (π.χ. ξερίζωμα των δέντρων), καθώς και αυτές που προκαλούνται από ενδεχόμενη χαλαζόπτωση (π.χ. καταστροφή καλλιεργειών) ή κατολισθητικά φαινόμενα. Οι επιπτώσεις αυτές μπορούν να διαχωριστούν σε δύο κατηγορίες: τις επιπτώσεις στην δημόσια περιουσία και αυτές στην ιδιωτική. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται οποιεσδήποτε ζημιές μπορούν να προκληθούν από τα αποτελέσματα του κυκλώνα σε δημόσιους χώρους, όπως λιμάνια, αεροδρόμια, ορυχεία, οδικό δίκτυο, δίκτυο τηλεπικοινωνιών, χώροι αναψυχής, χώροι πρασίνου κ.α. Στην δεύτερη συγκαταλέγονται οι ζημιές που προκαλούνται σε σπίτια, οχήματα, καλλιέργειες, στην κτηνοτροφία, κ.α. Επιπλέον, μία άλλη κατηγορία συνιστούν οι επιπτώσεις που έχουν να κάνουν με τραυματισμούς ή απώλειες ανθρώπινων ζωών.

Οι παραπάνω επιπτώσεις μπορεί να προκαλέσουν και σημαντικές οικονομικές ζημιές στην ιδιωτική και δημόσια περιουσία, ενώ σε μεγαλύτερη κλίμακα δύναται να προκαλέσουν και κατάρρευση της οικονομίας και άλλες δευτερογενείς επιπτώσεις, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση που μία περιοχή κηρυχθεί σε κατάσταση εκτάκτου ανάγκης. Επομένως, γίνεται αντιληπτό ότι η μελέτη των επιπτώσεων αυτών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και στον ενδεχόμενο σχεδιασμό της πρόληψης και αντιμετώπισης αυτών των φαινομένων, σε τοπικό κυρίως επίπεδο.

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.1. Σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της χωροχρονικής κατανομής των Μεσογειακών κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών και των μέσων συνοπτικών καταστάσεων και ανωμαλιών των μετεωρολογικών συνθηκών τους, μέσω της συγκρότησης μίας βάσης δεδομένων από γεγονότα που έχουν αναφερθεί στην βιβλιογραφία. Επιπλέον, σε αυτήν την εργασία δόθηκε ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην αναφορά και μελέτη των επιπτώσεων που έχουν προκληθεί από αυτούς τους κυκλώνες. Η δημιουργία και η παρουσίαση των επιμέρους περιπτώσεων από μόνη της αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στην μελέτη των φαινομένων αυτών, καθώς οι περιπτώσεις που έχουν παρουσιασθεί στην βιβλιογραφία είναι λίγες και η μελέτη τους έχει γίνει αποσπασματικά. Το σύνολο των περιπτώσεων που μελετήθηκαν είναι ικανό να δώσει πολύτιμα συμπεράσματα σχετικά με τα εποχιακά και γεωγραφικά πρότυπα, τα χαρακτηριστικά και τις επιπτώσεις των medicanes, τα οποία αναμένεται να βοηθήσουν στην κατανόηση αυτών των σπάνιων φαινομένων.

Ειδικότερα, στον τομέα των επιπτώσεων ο στόχος ήταν η συγκρότηση μίας βάσης δεδομένων που θα ήταν ικανή να δώσει στοιχεία για τον χαρακτήρα και την ένταση των φαινομένων, καθώς και για την ευπάθεια των παράκτιων περιοχών στις οποίες αναφέρονται οι επιπτώσεις. Επίσης, η ανάλυση των επιπτώσεων αναμένεται να δώσει και το ανάλογο γεωγραφικό και εποχιακό πρότυπο (το οποίο συνάδει σε γενικές γραμμές με αυτό των κυκλώνων), με τρόπο που να είναι προφανής η συσχέτιση του παράγοντα της γεωγραφίας με το είδος και την συχνότητα των επιπτώσεων. Επιπλέον, η μελέτη της έντασης των επιπτώσεων των φαινομένων αυτών σε συγκεκριμένες είναι πολύ σημαντική και μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό ευπαθών περιοχών.

Η μελέτη των συνοπτικών καταστάσεων και των ανωμαλιών των παραμέτρων που σχετίζονται με τον σχηματισμό των medicanes έχει σαν κύριο στόχο να δώσει στοιχεία για τις επικρατούσες συνθήκες που σχετίζονται με τις περιοχές γένεσης και ανάπτυξης αυτών των φαινομένων. Αυτό θα τονίσει την σημαντικότητα, αλλά και την σπανιότητα, όχι μόνο των φαινομένων, αλλά και των συνθηκών που απαιτείται να είναι παρούσες για να λάβουν χώρα αυτά τα φαινόμενα. Επίσης, στοχεύει στον καθορισμό των περιοχών στις οποίες ευνοείται ο σχηματισμός τους, μέσω των επαναanalύσεων για τον μήνα Σεπτέμβριο, που είναι ο μήνας με το μέγιστο των εμφανίσεων των φαινομένων αυτών.

3.2. Μεθοδολογία

3.2.1. Μεθοδολογία για την συγκρότηση της βάσης δεδομένων

Η κυρίως μεθοδολογία για την συγκρότηση της βάσης δεδομένων των γεγονότων των medicanes είχε τα εξής στάδια:

1. την αναζήτηση των γεγονότων των medicanes και των υπόλοιπων σχετικών στοιχείων στην βιβλιογραφία,
2. την συνδυασμένη μελέτη όλων των στοιχείων και των δορυφορικών εικόνων από τις διάφορες πηγές και
3. την κατασκευή της βάσης δεδομένων.

Με σκοπό την συλλογή στοιχείων για τους Μεσογειακούς κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών, έγινε έρευνα στην σχετική βιβλιογραφία καθώς και σε διαδικτυακές πηγές. Ένας αριθμός κυκλώνων, που σχεδόν καλύπτει το χρονικό διάστημα από το 1983 έως 2007, είναι διαθέσιμος στον σύνδεσμο: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>, και περιλαμβάνει μία συλλογή δορυφορικών εικόνων του ορατού και του υπερύθρου για 29 περιπτώσεις medicanes, καθώς και σειρές εικόνων του ορατού που έχουν ληφθεί ανά μισάωρο, ώστε να γίνονται διακριτά τα χαρακτηριστικά του φαινομένου καθ' όλη την διάρκεια της πορείας του. Εκτός από αυτήν την πηγή, υπάρχει και ένας άλλος διαδικτυακός χώρος που παρέχει πληροφορίες για τους medicanes, στην διεύθυνση <http://www.medicanes.altervista.org/>. Όσον αφορά αυτές αλλά και το σύνολο των αναφορών των γεγονότων των medicanes, έγινε έρευνα στην βιβλιογραφία με στόχο την επαλήθευση των ημερομηνιών τους και την ταυτόχρονη καταγραφή των επιπτώσεων τους και των περιοχών στις οποίες επέδρασαν. Εδώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι ορισμένες περιπτώσεις έχουν μελετηθεί αρκετά στην βιβλιογραφία σε σύγκριση με άλλες, για τις οποίες η συλλογή στοιχείων – ιδιαίτερα στον τομέα των επιπτώσεων - ήταν μία χρονοβόρα διαδικασία. Επίσης, άλλα στοιχεία, όπως η πορεία τους, το μέγεθος και η έντασή τους, καθώς και αποτελέσματα άλλων μελετών σε σχέση με τον σχηματισμό τους, λήφθηκαν υπόψη.

Πέραν της έρευνας που περιγράφηκε παραπάνω, έγινε καταχώρηση αυτών των στοιχείων ανά περίπτωση και σχολιασμός των κύριων σημείων της βιβλιογραφίας που αφορούν το κάθε γεγονός. Επίσης, εντοπίστηκαν οι περιοχές που εμφάνισαν επιπτώσεις λόγω του κυκλώνα και μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά τους βάσει των δορυφορικών εικόνων. Σε ορισμένες περιπτώσεις η συνδυασμένη μελέτη των στοιχείων της βιβλιογραφίας έδρασε συμπληρωματικά στην μελέτη αυτών των γεγονότων, κυρίως για τις πιο πρόσφατες περιπτώσεις των medicanes.

Για την κατάρτιση της βάσης δεδομένων χρησιμοποιήθηκε πλήθος στοιχείων, που αφορούν την γένεση και λήξη των φαινομένων, τα χαρακτηριστικά τους (διάμετρος, δομή κ.α.), τις επιπτώσεις και τις περιοχές των επιπτώσεων, τις καταγραφές σιφώνων (tornado) και άλλων συνοδών φαινομένων, καθώς και τις ταχύτητες των επιφανειακών ανέμων και τα ύψη βροχής όπου αυτά ήταν διαθέσιμα. Με σκοπό την εύρεση περισσότερων πληροφοριών για τα γεγονότα των medicanes, συμπεριλήφθησαν στην βάση δεδομένων και στοιχεία από την European Severe Weather Database, που αντιστοιχούσαν στις ανάλογες ημερομηνίες

εκδήλωσης των φαινομένων, και τα οποία αντιπροσώπευαν γεωγραφικά τις περιοχές των επιπτώσεων. Επομένως, η βάση δεδομένων εκτός από τις καταγραφές των φαινομένων περιέλαβε και πλήθος άλλων σχετικών πληροφοριών (εικ.3.1).

A/A	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ	ΟΝΟΜΑ (ΟΠΟΥ ΥΠΑΡΧΕΙ)	ΥΠΟΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ ΟΠΟΥ ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΗΚΕ	ΑΡΧΗ-ΛΗΞΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ	ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	ΜΕΡΙΣΤΗ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm/24h)	ΜΕΡΙΣΤΕΣ ΡΙΠΕΣ ΑΝΕΜΟΥ (km/h)	ΕΜΦΑΝΙΣΗ TORNADO	ΠΛΗΜΜΥΡΑ	ΖΗΜΙΕΣ ΙΔΙΩΤΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ	ΖΗΜΙΕΣ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ	ΖΗΜΙΕΣ ΚΑΛΥΠΤΕΡΩΝ / ΠΤΩΣΕΙΣ ΔΕΝΤΡΩΝ	ΘΑΝΑΤΟΙ
22	27-29/9/1995	-	C	27/9/1995 02:00 - 29/9/1995 15:00	Maltese Islands	112.7	89	-	-	Yes	Yes	-	2
23	11-13/9/1996	Amanda	W	11/9/1996 21:00 - 13/9/1996 02:30	-	-	-	Yes	-	-	-	-	-
24	3-6/10/1996	Samir	C	3/10/1996 12:00 - 6/10/1996 ###:##	Sicily, Calabria	284.8	105	Yes	Yes	-	-	-	-
25	6-11/10/1996	Cornelia	W/C	6/10/1996 3:30 - 11/10/1996 3:00	Calabria, Sicily, Sardinia	-	108	-	Yes	Yes	Yes	-	4
26	8-11/12/1996	Garcia	W	8/12/1996 00:00 - 11/12/1996 20:00	Balearic Islands,	-	-	-	-	-	-	-	-
27	24-28/9/1997	-	C/E	24/9/1997 1:30 - 28/9/1997 1:00	Malta	-	-	-	Yes	Yes	Yes	-	60
30	25-27/1/1998	Afinia	C	-	Malta	-	-	-	Yes	Yes	Yes	-	1
31	18-21/3/1999	Treboniano	C/E	18/3/1999 12:00 - 21/3/1999 ###:##	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	27-29/3/1999	-	C/W	26/3/1999 18:00 - 28/3/1999 12:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	7-11/9/2000	-	C	7/9/2000 20:00 - 11/9/2000 20:00	Italy (Calabria)	-	-	-	Yes	Yes	Yes	Yes	13
36	7-10/10/2000	-	E	7/10/2000 18:30 - 10/10/2000 08:30	N. Aegean Sea (Chalkidiki)	380	-	-	Yes	Yes	Yes	-	-
38	10-12/11/2001	-	W	-	Algeria, Balearic Islands	262	150	-	Yes	Yes	Yes	Yes	744

Εικ.3.1. Τμήμα της συνοπτικής βάσης δεδομένων των γεγονότων medicanes.

Δυστυχώς, για ορισμένα γεγονότα δεν έχουν γίνει αναφορές των επιπτώσεων, γεγονός που προκάλεσε ορισμένα κενά στην βάση δεδομένων. Παρόλα αυτά, οι ημερομηνίες και η πορεία των φαινομένων αυτών είναι από μόνες τους σημαντικά στοιχεία στα οποία μπορεί να βασιστεί η μελέτης της εξέλιξης των φαινομένων αυτών, έστω και αν λείπουν οι επιπτώσεις. Αντιθέτως, ορισμένα γεγονότα είναι αρκετά «πλούσια» σε επιπτώσεις και έχουν αναφερθεί εκτενώς στην βιβλιογραφία. Τέλος, υπήρξε και ένας μικρός αριθμός γεγονότων για τα οποία πολύ λίγα στοιχεία ήταν διαθέσιμα, τα οποία όμως δεν εξαιρέθηκαν από την βάση δεδομένων, αλλά συμπεριλήφθηκαν στις αναλύσεις για το εποχιακό πρότυπο των medicanes, λόγω της αναφοράς των ημερομηνιών που αυτά έλαβαν χώρα στην βιβλιογραφία. Η βάση δεδομένων συνολικά περιλαμβάνει 64 γεγονότα κυκλώνων με τροπικά χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένων του ονόματος τους, των ημερών διάρκειας του φαινομένου και όλων των υπόλοιπων διαθέσιμων στοιχείων για τα χαρακτηριστικά και τις επιπτώσεις τους.

3.2.2. Μεθοδολογία για την επεξεργασία των δεδομένων

Με σκοπό την μελέτη του εποχιακού και του γεωγραφικού προτύπου των φαινομένων των medicanes ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα στην επεξεργασία των δεδομένων:

1. Συγκέντρωση όλων των ημερομηνιών των φαινομένων (ημέρες διάρκειας του φαινομένου)
2. Ομαδοποίηση των φαινομένων ανά μήνα του έτους και ανά έτος
3. Κατασκευή διαγραμμάτων της εποχιακής και διαχρονικής κατανομής τους

4. Χρήση του λογισμικού QuantumGis για την εισαγωγή στοιχείων των τοποθεσιών γένεσης των medicanes
5. Χρήση του λογισμικού QuantumGis για την απεικόνιση της γεωγραφικής κατανομής τους σε χάρτη
6. Ανάλυση του εποχιακού προτύπου των medicanes για τις περιοχές με τα περισσότερα γεγονότα γένεσης των medicanes

Για τα διαγράμματα της εποχιακής και διαχρονικής κατανομής των φαινομένων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Excel, ενώ το λογισμικό QantumGis χρησιμοποιήθηκε και για την ομαδοποίηση των σημείων γένεσης σε περιοχές με την μεγαλύτερη εμφάνιση των φαινομένων.

Όσον αφορά τις επιπτώσεις, ακολουθήθηκαν τα εξής στάδια:

1. Δημιουργία κατηγοριών επιπτώσεων (5 κατηγορίες) και ταξινόμηση των επιμέρους επιπτώσεων που έχουν αναφερθεί
2. Εποχιακή μελέτη του αριθμού των medicanes που εμφάνισαν επιπτώσεις διαφόρων κατηγοριών
3. Χρήση του λογισμικού ArcGis για την εισαγωγή των στοιχείων των επιπτώσεων διαφόρων κατηγοριών
4. Χρήση του λογισμικού ArcGis για την απεικόνιση των συνολικών επιπτώσεων γεωγραφικά, σε συνδυασμό με τις καταγραφές της ταχύτητας των ανέμων και των σιφώνων (tornado)
5. Εντοπισμός των αναφερόμενων ως γεγονότα μεγάλων επιπτώσεων (high impact events) στην βιβλιογραφία
6. Εφαρμογή του δείκτη έντασης επιπτώσεων (ανεπτυγμένου από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών) στα γεγονότα επιπτώσεων των medicanes

Για την μελέτη των συνοπτικών καταστάσεων και ανωμαλιών των μετεωρολογικών παραμέτρων που συνδέονται με τους medicanes, ακολουθήθηκαν τα εξής στάδια:

1. Λήψη των δεδομένων επαναanalύσεων από το NCEP/NCAR Reanalysis Project του National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), για τις ημερομηνίες των φαινομένων του μήνα Σεπτεμβρίου.
2. Παρουσίαση και σχολιασμός των διαγραμμάτων των συγκεντρωτικών μέσων και των ανωμαλιών για τις εξής παραμέτρους: την πίεση της θαλάσσιας επιφανείας, την θερμοκρασία θαλάσσιας επιφανείας, τον ρυθμό βροχόπτωσης, τον δείκτη ατμοσφαιρικής αστάθειας, την θερμοκρασία του αέρα στα 500 hPa, το γεωδυναμικό ύψος στα 500 hPa, τον διατμητικό άνεμο επιφανείας και την διανυσματική ταχύτητα του ανέμου.
3. Συνδυαστική εξαγωγή συμπερασμάτων για τον μήνα Σεπτέμβριο.

Τέλος, ακολούθησε η εξαγωγή των γενικών συμπερασμάτων της εργασίας και η παρουσίαση της βιβλιογραφίας.

4. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΚΥΚΛΩΝΩΝ ΜΕ ΤΡΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

4.1.Παρουσίαση των γεγονότων με χρονολογική σειρά

Παρακάτω ακολουθεί μία παρουσίαση των περιπτώσεων των Μεσογειακών κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών, που έχουν ληφθεί υπ' όψιν στην παρούσα εργασία, με χρονολογική σειρά. Η παράθεση των στοιχείων που γίνεται σε αυτό το κεφάλαιο έχει σαν σκοπό την ανάδειξη των χαρακτηριστικών των κυκλώνων αυτών, μέσα από αναφορές τους που έχουν γίνει στην βιβλιογραφία, αλλά και των επιπτώσεων που έχουν προκαλέσει σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει όλα τα γεγονότα των Μεσογειακών κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών που θα αναλυθούν στην συνέχεια (Πίνακας 1). Επιπλέον διαγράμματα με τις πορείες των κυκλώνων βρίσκονται στο Παράρτημα.

A/A	Ημερομηνία φαινομένου	Όνομα (εφόσον υπάρχει)
1	23-24/9/1969	-
2	18-20/8/1976	-
3	19-22/12/1979	-
4	23-27/1/1982	Leucosia
5	1-3/12/1982	Macrinus
6	28/9-1/10/1983	-
7	17-18/9/1985	Terek
8	26-29/10/1985	Francisca
9	13-16/12/1985	Maximus
10	30/9-3/10/1986	-
11	4-7/10/1989	-
12	22-24/8/1990	-
13	12-16/10/1992	-
14	21-25/10/1994	-
15	14-18/1/1995	-
16	27-29/9/1995	-
17	11-13/9/1996	Amanda
18	3-6/10/1996	Samir
19	6-11/10/1996	Cornelia

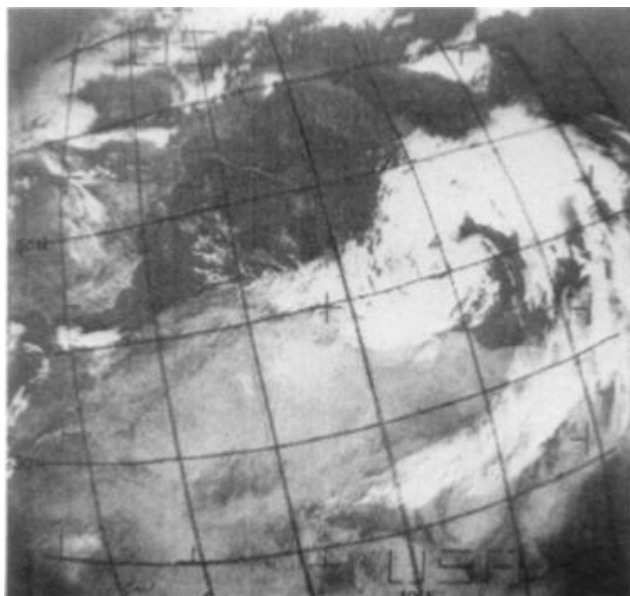
20	8-11/12/1996	Garcia
21	24-28/9/1997	-
22	25-27/1/1998	Afinia
23	18-21/3/1999	Treboniano
24	27-29/3/1999	-
25	7-11/9/2000	-
26	7-10/10/2000	-
27	10-12/11/2001	-
28	25-28/5/2003	-
29	15-19/9/2003	-
30	27-29/9/2003	-
31	17-19/10/2003	-
32	2-5/11/2004	-
33	15-16/9/2005	Antigone
34	22-23/10/2005	Marco
35	26-29/10/2005	Laura
36	13-16/12/2005	Zeo
37	31/1-3/2/2006	-
38	25-28/9/2006	-
39	19-23/3/2007	-
40	16-18/10/2007	-
41	25-27/10/2007	-
42	4-9/11/2011	Rolf
43	17-22/11/2013	Kleopatra
44	19-22/1/2014	Iliona
45	7-9/11/2014	Qendresa
46	30/11-8/12/2014	Xandra

Πίνακας 1. Οι ημερομηνίες των φαινομένων medicane που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία (περιπτώσεις με επάρκεια στοιχείων στην βιβλιογραφία).

1. 23-24/9/1969, («Η μεγάλη πλημμύρα της Β. Αφρικής»)

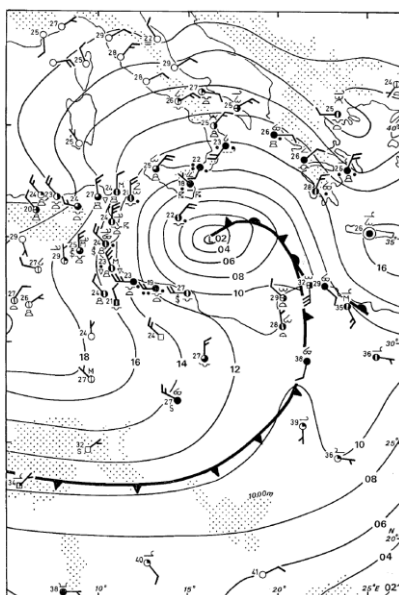
Αυτός ο κυκλώνας αναφέρθηκε στην παλαιότερη βιβλιογραφία ως απλή καταιγίδα, παρόλα αυτά βάσει νεότερων αναφορών παρουσιάζεται ως τροπικός Μεσογειακός κυκλώνας. Αναπτύχθηκε στις 23 Σεπτεμβρίου του 1969, πάνω από την κεντρική Μεσόγειο, στα νοτιοανατολικά του νησιού της Μάλτας (Winstanley, 1970). Κατά την διάρκεια των επόμενων ημερών μετακινήθηκε πάνω από την βορειοδυτική Λιβύη και την νότια Τυνησία, ενώ την επόμενη ημέρα διαλύθηκε πάνω από την βορειοανατολική Αλγερία. Σύμφωνα με πηγές ήταν διακριτή μία απομονωμένη δομή πάνω από το Λιβυκό πέλαγος, με την θερμοκρασία στα 850 hPa να βρίσκεται μεταξύ 12 °C και 15 °C. Το ελάχιστο αυτής της

θερμοκρασίας αποτελεί τον θερμό πυρήνα του κυκλώνα αυτού. Η ίδια δομή εντοπίστηκε και στο έδαφος, όπου εμφανίστηκε ένα ελάχιστο πίεσης, μικρότερο των 1008 hPa. Δυστυχώς για την εκδήλωση αυτού του φαινομένου δεν είναι διαθέσιμα δεδομένα για την ταχύτητα του ανέμου, την βροχόπτωση, την θερμοκρασία, ή δεδομένα ραδιοβολίδας.



Εικ.4.1. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 23 Σεπτεμβρίου 1969 (09:09 GMT, ESSA-8 visible satellite imagery) (Winstanley, 1970).

Μία ύφεση τύπου Σαχάρας («Saharan depression») εντοπιζόταν στις 22 Σεπτεμβρίου προτού να εξασθενήσει την επόμενη μέρα, κατά την διάρκεια της οποίας έλαβε χώρα έντονη κυκλογένεση (ως κυκλογένεση ορίζεται ο σχηματισμός μίας κυκλωνικής κυκλοφορίας ή η εντατικοποίηση μίας υπάρχουσας) στα ΝΑ της Μάλτας και το σύστημα έφτασε την ένταση μίας κυκλωνικής καταιγίδας, με ψυχρό αέρα να πνέει προς τα ανατολικά πάνω από την Λιβύη. Κατά την διάρκεια των επομένων ημερών το κέντρο της καταιγίδας ανακυρτώθηκε προς τα ΝΔ, με το μέτωπο να εξασθενεί. Ο Winstanley (1970), μετά από μελέτη των επιφανειακών προτύπων των ισοβαρών και των συστημάτων νεφών, προτείνει ότι τουλάχιστον μία, ή ακόμη και δύο, αναταράξεις μετακινήθηκαν προς τα δυτικά μέσα στην Μαυριτανία και ότι αέρας επεκτάθηκε προς τα βόρεια σε αυτήν την επιφάνεια, με αποτέλεσμα εκτεταμένες μάζες νεφών μεσαίου επιπέδου να φτάσουν αρκετά βόρεια έως την δυτική Αλγερία.

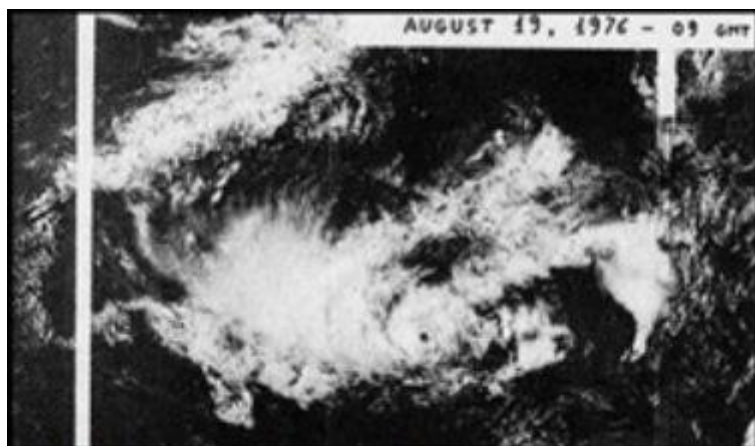


Εικ. 4.2. Επιφανειακό διάγραμμα, 1200 GMT 23, Σεπτέμβριος 1969. Η χέρσος πάνω από τα 1000 m φαίνεται ως διάστικτη (Winstanley, 1970).

Ο κυκλώνας αυτός επέφερε επιπτώσεις στο νησί της Λαμπεντούζα και στη Λιβύη. Ο άνεμος έφτασε υψηλές ταχύτητες, προκαλώντας καταιγίδα στην αντίστοιχη θαλάσσια περιοχή της Μεσογείου. Σύμφωνα με τον Winstanley (1970), προκλήθηκαν εκτεταμένες πλημμύρες σε πολλές περιοχές της Β. Αφρικής, όπως η Αλγερία, η Τυνησία και η Λιβύη. Το πρωινό της 23^{ης} Σεπτεμβρίου στην Μάλτα καταγράφηκαν θυελλώδεις άνεμοι και ένα δεξαμενόπλοιο 20000 τόνων προσέκρουσε σε έναν ύφαλο και κόπηκε στα δύο. Ο Winstanley (1970) αναφέρει και παρατεταμένες βροχοπτώσεις σε μία ευρύτερη περιοχή, οι οποίες προκάλεσαν μεγάλες καταστροφές στην Τυνησία και στην βορειοανατολική Αλγερία, ενώ συνολικά αναφέρει περίπου 600 θανάτους και ένα τέταρτο του εκατομμυρίου αστέγους, ενώ σημειώνει ότι η οικονομία της Τυνησίας υπέστη βαρύ πλήγμα εξαιτίας του κυκλώνα. Επιπλέον, αναφέρει πλημμύρες σε μεταλλεία φωσφόρου στην Gafsa της Τυνησίας, καθώς και καταστροφές αρχαιολογικών μνημείων και επιπτώσεις στην κτηνοτροφία. Στην Μάλτα η βροχόπτωση ξεπέρασε τα 120mm μέσα στο εικοσιτετράωρο της 23ης Σεπτεμβρίου, ενώ στο Sfax της Τυνησίας έφτασε τα 45 mm κατά την διάρκεια της επόμενης ημέρας. Για την Τυνησία η ζημία εκτιμήθηκε σε 2 εκατομμύρια λίρες (2mil £).

2. 18-20/8/1976 (9:00 UTC 18/8/1976 - 2:30 UTC 20/8/1976).

Αναφέρεται στην βιβλιογραφία ως Μεσογειακός τροπικός κυκλώνας («Mediterranean Hurricane»). Πρόκειται για έναν κυκλώνα που αναπτύχθηκε στην Αδριατική, στα ανοικτά των ακτών της Βενετίας και ακολούθησε μία πορεία προς τα νότια-νοτιοανατολικά μέχρι περίπου το μέσο της Αδριατικής λεκάνης, πέραν του οποίου μετακινήθηκε προς τα ανατολικά, εξασθενώντας αφού προσέγγισε τις Αλβανικές ακτές (βλ. Εικ.1, Παράρτημα).



Εικ.4.3. Ο κυκλώνας παρουσίασε ευδιάκριτο μάτι πάνω από την νότια Ιταλία (πηγή: <http://www.fenomenitemporaleschi.it/>).

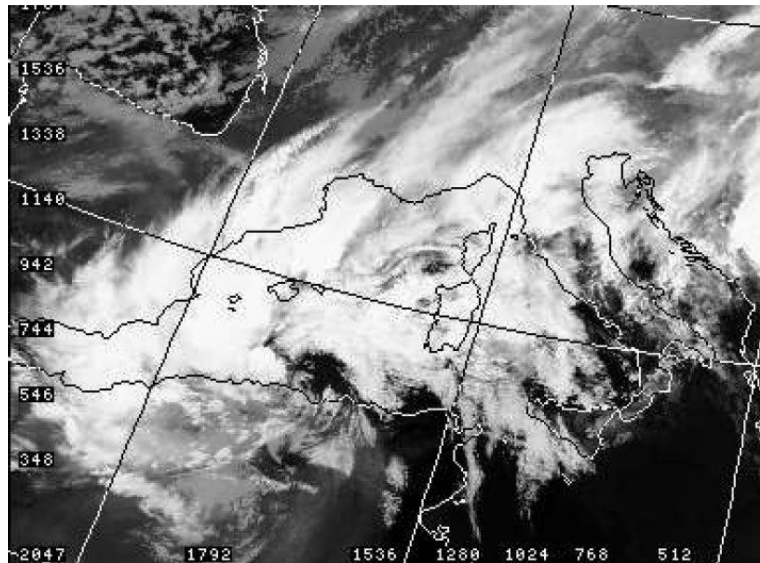
Σύμφωνα με πηγές, καταγράφηκαν ισχυρές βροχοπτώσεις στην Αλβανία, ενώ ζημιές προκλήθηκαν από έναν σίφωνα (tornado), (κλίμακας F3), που έπληξε την Sava (Puglia) της Ιταλίας. Επίσης, λόγω του κυκλώνα προκλήθηκαν πλημμύρες στο Gabicce και στην Sava (εικ. 4.4).



Εικ. 4.4. Πλημμύρες που προκλήθηκαν από τον κυκλώνα στο Gabicce (<http://www.fenomenitemporaleschi.it/>).

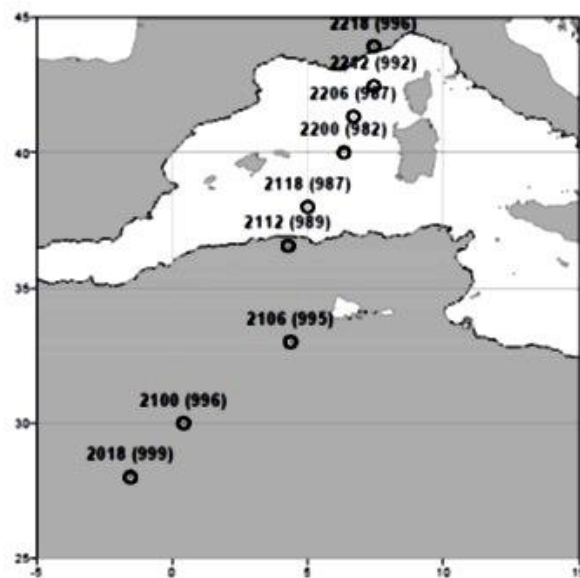
3. 20-22/12/1979 (18:00 UTC 20/12/1979 - 18:00 UTC 22/12/1979).

Αυτός ο medicane έχει αναφερθεί στην βιβλιογραφία ως καιρικό φαινόμενο μεγάλων επιπτώσεων, ενώ συμπεριλαμβάνεται στις μεγαλύτερης έντασης περιπτώσεις κυκλώνων, βάσει κλιματολογίας, όπως προέκυψε από αναλύσεις ERA-40 (Genoves et al., 2006). Η πορεία αυτού του κυκλώνα έχει παρουσιασθεί από τους Homar et al. (2002), οι οποίοι δίνουν τα αποτελέσματα της επανανάλυσης ECMWF για την συγκεκριμένη περίπτωση. Το κέντρο του κυκλώνα προσεγγίζεται από το ελάχιστο των πιέσεων, η θέση του οποίου λαμβάνεται ανά τακτές χρονικές περιόδους για να εξαχθεί η πορεία του κυκλώνα. Οι συγγραφείς αυτοί προτείνουν μία ισχυρή, ξαφνική εκβάθυνση του κυκλώνα πάνω από την Β. Αφρική, και την μετέπειτα μετακίνησή του προς τα βόρεια πάνω από την Μεσόγειο, στα ανατολικά των Βαλεαρίδων νήσων.



Εικ.4.5. Υπέρυθρη δορυφορική εικόνα της NOAA στις 14:00 UTC, 21 Δεκεμβρίου (Homar et al., 2002).

Η εικόνα 4.6. δείχνει την εξέλιξη του κέντρου του κυκλώνα από την πρώτη φορά που αυτό παρατηρήθηκε πάνω από την Αφρική ((18:00 UTC, 20 Δεκεμβρίου) έως τις 18:00 UTC, 22 Δεκεμβρίου. Κατά την διάρκεια των πρώτων και τελευταίων ωρών αυτής της περιόδου, το σύστημα ήταν αδύναμο και η τοποθεσία του κέντρου του χαμηλού ήταν αβέβαιη (Homar et al, 2002). Το χαμηλό μετακινήθηκε προς τα ΒΑ, με γρήγορη πορεία πάνω από την χέρσο (περίπου 1000 km σε 12 ώρες), και μία αξιοσημείωτη μείωση ταχύτητας πάνω από την θάλασσα (περίπου 500 km σε 12 h).



Εικ.4.6. Θέση και τιμή της κεντρικής επιφανειακής πίεσης του κέντρου του κυκλώνα (hPa), όπως εντοπίστηκε από την επανάλυση ECMWF. Οι ετικέτες αναπαρίστανται σε μορφή DDHH (PPP) (Homar et al, 2002).

Το σύστημα έφτασε την μέγιστη ανάπτυξή του στις 22 Δεκεμβρίου στις 00:00 UTC (Genoves et al., 2006). Η ελάχιστη πίεση όπως προέκυψε από τις αναλύσεις του μοντέλου ECMWF ήταν 982 hPa, και επιτεύχθηκε στις 00:00 UTC της 22 Δεκεμβρίου, στα ανατολικά των Βαlearίδων. Στην ουσία, η τροχιά του κέντρου του κυκλώνα στις αναλύσεις ECMWF ήταν

στο κοντινότερο σημείο της προς την Palma de Mallorca κάποια στιγμή ανάμεσα στις 18:00 UTC της 21^{ης} και στις 00:00 UTC της 22^{ας}, σε γενική συμφωνία με τις παρατηρήσεις από τον σταθμό της Palma de Mallorca (Homar et al, 2002).

Οι Homar et al. (2002), οδηγούνται στο συμπέρασμα ότι στις 14:00 UTC της 21^{ης} Δεκεμβρίου, όταν το κέντρο του κυκλώνα εντοπιζόταν νότια των Βαλεαρίδων, το σύστημα παρουσίαζε κλειστή κυκλωνική κυκλοφορία, λόγω της δομής των υψηλών νεφών γύρω από το κέντρο του χαμηλού. Επιπλέον, βάσει των διαγραμμάτων της πίεσης που καταγράφηκε στον σταθμό της Palma για την περίοδο από τις 17 έως τις 24 Δεκεμβρίου 1979 εντοπίζουν, μία δεύτερη περίοδο αρνητικών τάσεων για την επιφανειακή πίεση την οποία και αντιστοιχίζουν με την μετακίνηση του κυκλώνα προς τα βόρεια. Κατά την πρόοδό του προς βορρά, το χαμηλό αυτό απέκτησε ένα σχεδόν κυκλικό σχήμα, εμφανές στους χάρτες των πιέσεων για τις 00:00UTC, 22 Δεκεμβρίου, διαμόρφωση που διατηρείται κατά μήκος όλης της πορείας του κυκλώνα προς τον βορρά.

Όσον αφορά τις επιπτώσεις, ο κυκλώνας αυτός έχει χαρακτηριστεί ως «κυκλώνας-βόμβα», λόγω της πολύ γρήγορης εκβάθυνσής του και έχουν αναφερθεί ζημιές σε κτίρια σε παραθαλάσσιες περιοχές στα νησιά των Βαλεαρίδων, καθώς και σε πολλά δέντρα των περιοχών αυτών τα οποία ξεριζώθηκαν. Οι ριπές ανέμου έφτασαν τα 67 mph (30 m/s) πάνω από την δυτική Μεσόγειο (Knox et al., 2011). Επιπλέον, οι Ramis et al. (2013), χαρακτηρίζουν τον κυκλώνα ως εξαιρετικά επιζήμιο, ενώ αναφέρουν ότι υπήρξαν και απώλειες ανθρώπινων ζωών λόγω αυτού στην Αλγερία, παρόλο που δεν δίνουν περισσότερες λεπτομέρειες.

4. 23-27/1/1982 (*Leucosia*) (12:00 UTC 23/1/1982 – 00:00 27/1/1982)

Οι Kuo et al. (2002) εξηγούν τις φάσεις από τις οποίες πέρασε το σύστημα αυτό, ξεκινώντας από ένα μικρό σύστημα συνοπτικής κλίμακας και εξελισσόμενο σε καταιγίδα με τροπικά χαρακτηριστικά (*medicane*). Το σύστημα αυτό πρωτοεμφανίστηκε αμέσως μπροστά από τον άξονα ενός ψυχρού μετώπου (ανώτερου επιπέδου) σε μία περιοχή χαρακτηριζόμενη από μέτριας έντασης ανέμους στα υψηλότερα και σχετικώς αδύναμες θερμοκρασιακές διαβαθμίσεις. Κατά την πρώτη φάση της ανάπτυξής, το χαμηλό εκβαθύνθηκε σχεδόν κατά 20 mb σε 48 ώρες, καθώς μετακινήθηκε προς τα βόρεια από μία θέση περίπου στο μέσον της απόστασης ανάμεσα στις ακτές τις Λιβύης και της Σικελίας, προς στα παράκτια ύδατα στα ανοικτά του νοτιοανατολικού άκρου της Σικελίας (βλ. Εικ.2 και Εικ.5, Παράρτημα).

Στην πορεία, έκανε έναν μικρό βρόχο και κατευθύνθηκε ανατολικά προς το Ιόνιο πέλαγος, όπου μετά από έναν δεύτερο μικρότερο βρόχο, ταξίδεψε πάλι προς ανατολάς, πάνω από τον θαλάσσιο χώρο ανάμεσα στην Πελοπόννησο και την Κρήτη, μέχρι την Ρόδο όπου και εξασθένησε. Κατά την πορεία αυτής της δεύτερης φάσης το μέγεθος του συστήματος μίκρυνε και αποτέλεσε έναν στρόβιλο κατακόρυφης μεταφοράς ή αλλιώς μία καταιγίδα τροπικών χαρακτηριστικών (Kuo et al., 2002), με ευκρινές μάτι στις δορυφορικές εικόνες και νέφος σε σχήμα «ντόνατ», κατά την διάρκεια αυτής της δεύτερης φάσης.



Εικ.4.7. Υπέρυθρη δορυφορική εικόνα της NOAA 7, στις 12:32 UTC, 26 Ιανουαρίου (Kuo et al., 2002).

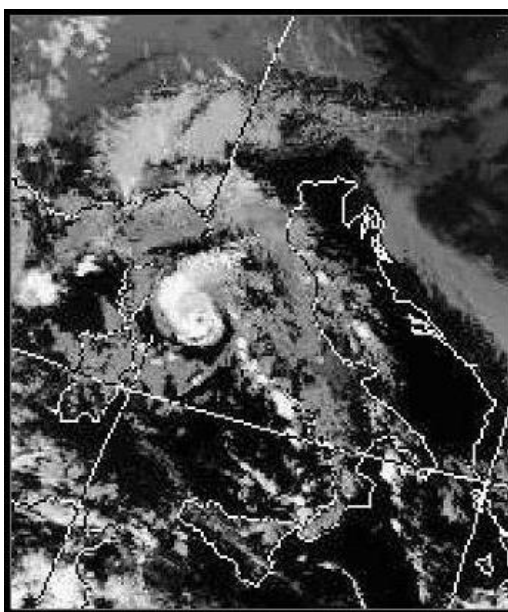
Οι (Kuo et al., 2002), μετά από προσομοίωση των φυσικών παραμέτρων του κυκλώνα, δίνουν τις μεταβολές των πιέσεων του συστήματος κατά την πορεία εξέλιξής του. Στις 12:00 UTC 23 January, ένα μέσης-κλίμακας σύστημα μεταγωγής, συσχετιζόμενο με μεγάλο δυνητικό στροβιλισμό, άρχισε να εκβαθύνεται και να σχηματίζει έναν κυκλώνα μέσης κλίμακας. Μέσα στις επόμενες 24 ώρες η κεντρική επιφανειακή πίεση του συστήματος είχε μεταβληθεί από τα 1010 στα 996 mb. Στις 1200 UTC της 24^{ης} Ιανουαρίου ο κυκλώνας ήταν καλά ανεπτυγμένος και βρισκόταν στα ΝΑ της Σικελίας, ενώ το πεδίο του ανέμου σε ύψος 1 km υπέδειξε μία μέγιστη ταχύτητα πάνω από τους 55 κόμβους, στα περίπου 50 km βορειοδυτικά του χαμηλού αυτού κέντρου. Ακολουθώντας, ο επιφανειακός κυκλώνας βάθυνε και άλλο, στα 992 mb μέχρι τις 21:00 UTC της 24ης Ιανουαρίου και διατήρησε την σφοδρότητά του μέχρι τις 09:00 UTC της 25ης. Παρόλο που στην προσομοίωση αυτή δεν επιτεύχθηκε ο δεύτερος βρόχος, το γεγονός ότι στις 00:00 UTC της 26ης Ιανουαρίου ο κυκλώνας αποδυναμώθηκε στα 997 mb, όντας συρρικνωμένος σημαντικά σε μέγεθος, έρχεται σε συμφωνία με την παρατήρηση.

Οι Pytharoulis et al. (2000) αναφέρονται σε αυτόν τον κυκλώνα ως έναν στρόβιλο με τροπικά χαρακτηριστικά και προτείνουν ότι η γένεση αυτού του συστήματος προήλθε από την οροσειρά του Άτλαντα στις 23 Ιανουαρίου. Χαρακτηρίζουν το σύστημα αυτό σαν έναν μικρό, έντονο έξτρα-τροπικό κυκλώνα που παρουσιάζει μερικά από τα χαρακτηριστικά των τροπικών κυκλώνων, τα οποία είναι το ελικοειδές σχήμα, το μάτι, το τείχος του ματιού («eyewall») με τους προερχόμενους από μεταγωγή πύργους σωρειτομελανία, τους ισχυρούς επιφανειακούς ανέμους και το γεγονός ότι οι ισχυρότεροι άνεμοι αντιπροσώπευαν στο τείχος που περιέβαλε το μάτι. Ο κυκλώνας αυτός όντως κατείχε έναν θερμό και ξηρό πυρήνα, με μία δομή παρόμοια με αυτή ενός τροπικού κυκλώνα, ενώ μεγάλη σημασία για την δημιουργία του είχαν οι επιφανειακές ροές ενέργειας. Επίσης, η αλληλεπίδραση του στροβίλου με την θάλασσα ήταν ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στο να αναπτύξει ο κυκλώνας έναν μέσης κλίμακας εσωτερικό πυρήνα (Kuo et al., 2002; Ernst and Matson, 1983).

5. 1-3/12/1982 (Macrinus)

Στα τέλη του Νοεμβρίου του 1982, μία διατάραξη βορειοαφρικανικής προέλευσης αναπτύσσει υποτροπικά χαρακτηριστικά κινούμενη προς το Τυρρηνικό πέλαγος. Στην πορεία μετακινήθηκε προς τα ΒΔ, ακολουθώντας μία πορεία παράλληλη με τις Ιταλικές ακτές, με το κυκλωνικό κέντρο της να είναι απομονωμένο και σε αυτό να λαμβάνει χώρα καταιγίδα, προτού συρρικνωθεί σε μέγεθος. Το σύστημα μετατράπηκε σε τροπικό κυκλώνα και προσέγγισε την χέρσο της Κορσικής, ενώ την νύχτα της 3^{ης} Δεκεμβρίου εξασθένησε στον κόλπο της Λυών (βλ. Εικ.3, Παράρτημα).

Στο νησί της Ponza καταγράφηκαν άνεμοι της τάξεως των 60-70 km /h, με ριπές που έφτασαν τα 87 km /h. Στη Roma Fiumicino καταγράφηκε βροχόπτωση 106 mm κατά την διάρκεια μίας ημέρας και ο κυκλώνας προκάλεσε έντονη βροχόπτωση στην Κορσική.

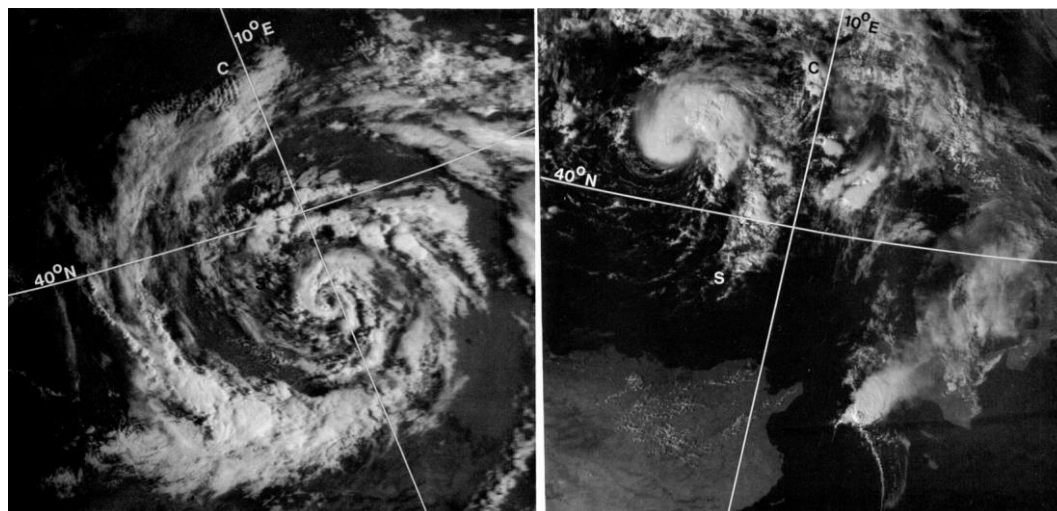


Εικ.4.8. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 13:03 UTC, 3/12/1982 (πηγή: <http://www.fenomenitemporaleschi.it/>)

6. 28/9-1/10/1983 (12:00 GTM 28/9/1983 - 06:00 GTM 1/10/1983)

Στις 28 Σεπτεμβρίου 1983 ένα κυκλωνικό σύστημα αναπτύχθηκε στη θάλασσα ανάμεσα στην Τυνησία και την Σαρδηνία. Η ανάπτυξη του συστήματος δεν καθοδηγήθηκε από βαροκλινική αστάθεια, αντιθέτως οφειλόταν σε ισχυρή κατακόρυφη μεταφορά, υποκινούμενη από τις ασυνήθιστα υψηλές θερμοκρασίες στην επιφάνεια της θάλασσας (SST) κατά το χρόνο του σχηματισμού του medicane. Στις 28 Σεπτεμβρίου αυτός μετακινήθηκε προς την Σαρδηνία, με επιφανειακούς ανέμους γύρω στα 15 - 20 m/s κοντά στο ελάχιστης πίεσης κέντρο του (Rasmussen, 1987). Ένα πλοίο που βρισκόταν κοντά στο κέντρο του στις 06:00 GMT της 28^{ης} Σεπτεμβρίου, ανέφερε ύψη κυμάτων τεσσάρων μέτρων (Mayengon, 1984). (Στην δορυφορική εικόνα της NOAA (Εικ.4.9) διακρίνεται καθαρά στο κέντρο των νεφών διακρίνεται μία περιοχή χωρίς νέφη, που μοιάζει με κυκλωνικό μάτι).

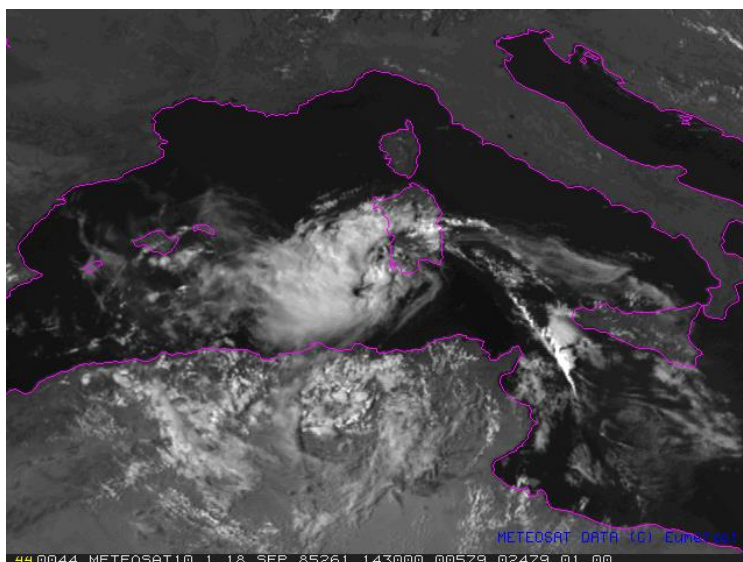
Κατά την 29^η, ο κυκλώνας τοποθετούνταν πάνω από την θάλασσα δυτικά της Σαρδηνίας και της Κορσικής (βλ. Εικ.5, Παράρτημα), ενώ στην δορυφορική εικόνα στις 14.18 GMT (Εικ. 4.9) διακρίνεται μία κυκλική δομή μέσης κλίμακας. Σύμφωνα με τους Tous and Romero (2013), το σύστημα εισήλθε στην ώριμη φάση του στις 12:00 UTC της 29^{ης} Σεπτεμβρίου, όπου έφτασε και την μέγιστη διάμετρό του. Στην συνέχεια ακολούθησε ανατολική πορεία και πέρασε πάνω από την Κορσική (30/9, στις 12:00 UTC), και για τις επόμενες ημέρες κινούμενος πάνω από τον θαλάσσιο χώρο ανάμεσα στην Σαρδηνία και την Ιταλία εξασθένησε (2/10, 12:00 UTC) (Rasmussen, 1987). Η μέγιστη διάμετρος του συστήματος ήταν 220 km, ενώ η συνολική διάρκεια ζωής του ήταν περίπου 90 ώρες (Tous and Romero, 2013).



Εικ. 4.9. Δορυφορικές εικόνες της NOAA (ορατό κανάλι) στις 08.07 GMT 28^{ης} Σεπτεμβρίου (αριστερά), όπου φαίνεται η διάλυση της σπείρας των νεφών, και στις 14.18 GMT της 29^{ης} Σεπτεμβρίου 1983 (δεξιά), όπου φαίνεται ο κυκλώνας την στιγμή του μεγίστου της ανάπτυξής του (το "S" αντιπροσωπεύει το νοτιότερο άκρο της Σαρδηνίας, ενώ το "C" το βόρειο άκρο της Κορσικής) (Rasmussen, 1987).

7. 17- 18/9/1985 (Terek) (12:30 UTC 17/9/1985 - 16:30 UTC 18/9/1985).

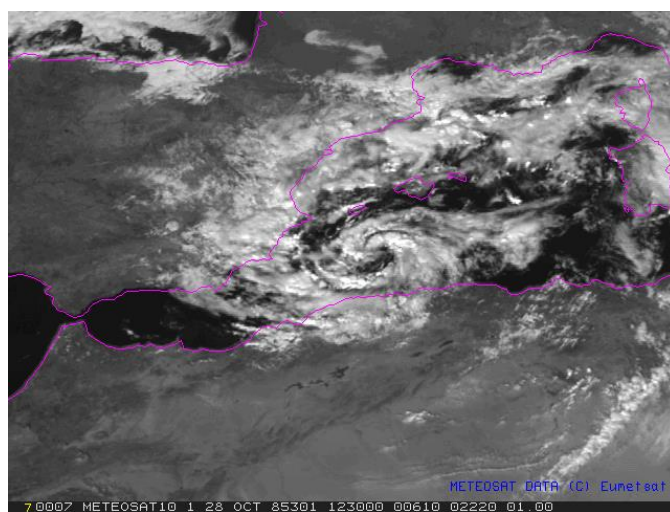
Το σύστημα αυτό δημιουργήθηκε πάνω από την θαλάσσια περιοχή στα ανοιχτά του Sfax της Τυνησίας, και εξελίχθηκε σε τροπική καταιγίδα (ριπές ανέμου μέχρι και 83 km/h), έχοντας πορεία προς τα βορειοδυτικά και πλησιάζοντας τις ακτές της Σαρδηνίας (βλ. Εικ.4, (1), Παράρτημα). Στη συνέχεια ακολούθησε δυτική-νοτιοδυτική πορεία, μέχρι να εξασθενήσει στα νότια των Βαλεαρίδων νήσων (η θερμοκρασία της θαλάσσιας επιφανείας ήταν ανάμεσα στους 25 και τους 27 ° C). Στην δορυφορική εικόνα της 18^{ης} Σεπτεμβρίου διακρίνεται το χωρίς νέφη κέντρο του κυκλώνα (κυκλωνικό μάτι), που τοποθετούνταν νοτιοδυτικά της Σαρδηνίας.



Εικ.4.10. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 14:30 UTC, 18 Σεπτεμβρίου 1985, όπου φαίνεται ευδιάκριτο το μάτι, στα νοτιοδυτικά της Κορσικής (Πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

8. 26-29/10/1985 (*Francisca*) (6:30 UTC 26/10/1985 - 17:30 UTC 29/10/1985)

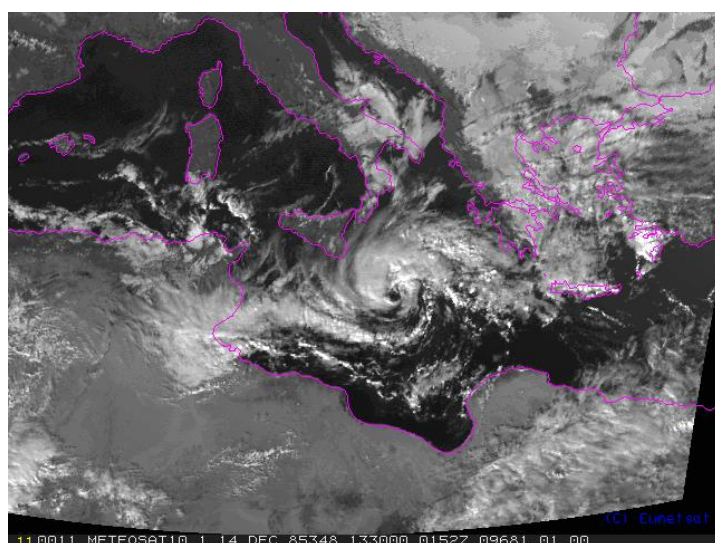
Δημιουργήθηκε στις 27 Οκτωβρίου στα δυτικά της Σαρδηνίας και κατευθύνθηκε προς τις Βαlearίδες. Κινήθηκε προς τα δυτικά περνώντας πάνω από τις Βαlearίδες ενώ ταυτόχρονα εξελίχθηκε σε τροπική θύελλα. Στην συνέχεια κατευθύνθηκε προς τον νότο προσεγγίζοντας τις ακτές της Αλγερίας και κινούμενο παράλληλα με την ακτογραμμή για περίπου 400 km. Στις 29 Σεπτεμβρίου ακολούθησε ανατολική πορεία μέχρι που εξασθένησε στα νότια της Σαρδηνίας (βλ. εικ.4 (2), Παράρτημα). Αυτός ο κυκλώνας έκανε αισθητές τις επιπτώσεις του στις Βαlearίδες νήσους, Στις ακτές της Αλγερίας και στην Σαρδηνία, με έντονες βροχοπτώσεις. Στην Bastia της Κορσικής το πρωί της 28^{ης} Οκτωβρίου αναφέρθηκε η μέγιστη τιμή των 184.2 mm/24h. Οι επιφανειακοί άνεμοι έφτασαν τα 65 km/h, ενώ οι ριπές τα 75km/h.



Εικ.4.11. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 28 Οκτωβρίου 1985, 12:30 UTC. Το κέντρο του κυκλώνα βρίσκεται πάνω από την θαλάσσια περιοχή ανάμεσα στην Αλγερία και τα νησιά των Βαlearίδων (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>)

9. 13-16/12/1985 (*Maximus*)

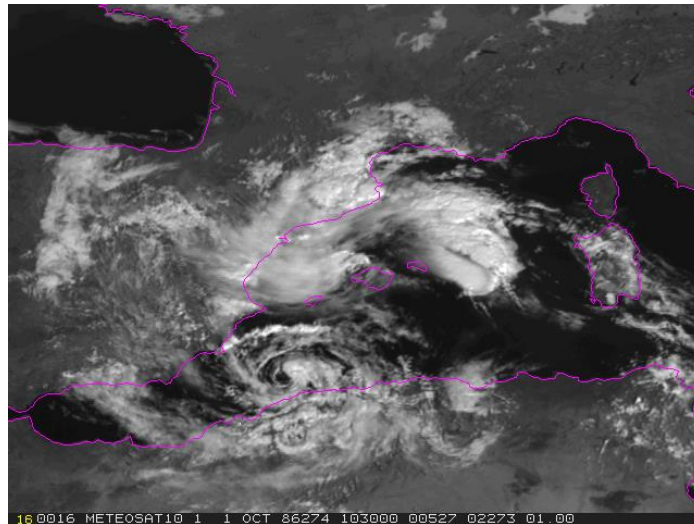
Δημιουργήθηκε στον κόλπο της Σύρτης (Λιβύη) στις 12 Δεκεμβρίου. Την επόμενη ημέρα κινήθηκε βορειοδυτικά και αναβαθμίστηκε σε τροπική θύελλα. Στις 14 Δεκεμβρίου απέκτησε τροπικά χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά των τροπικών κυκλώνων, με γρήγορο στροβιλισμό και ένα τείχος ματιού, ενώ το μάτι ήταν καλά καθορισμένο (ώριμη φάση). Οι σφοδροί άνεμοι έπνεαν σε μια μεγάλη έκταση από τη Σικελία μέχρι την Ελλάδα, ενώ κοντά στο κέντρο του κυκλώνα έφτασαν τα 100-120 km/h. Στις 15 Δεκεμβρίου, παραμένοντας ακόμη στην ανοικτή θάλασσα, στράφηκε προς τα νοτιοανατολικά, ενδυναμώνοντας και σχηματίζοντας πάλι ένα μάτι. Το πρωί της 16ης προσέγγισε τις ακτές της Λιβύης και στη συνέχεια διαλύθηκε (βλ. Εικ.4 (3), Παράρτημα). Η ώριμη φάση του κυκλώνα άρχισε στις 1200 UTC της 14^{ης} Δεκεμβρίου 1985, και το σύστημα έφτασε την μέγιστη διάμετρο των 290 km, ενώ η διάρκεια ζωής του ήταν 54 ώρες (Tous and Romero, 2013).



Εικ.4.12. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 14 Δεκεμβρίου 1985, 13:30 UTC. Το κέντρο του κυκλώνα βρίσκεται νοτιοανατολικά της Σικελίας (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>)

10. 30/9-3/10/1986

Αυτός ο medicane σχηματίστηκε την 1^η Οκτωβρίου 1986 κοντά στις ακτές της Αλγερίας και εξελίχθηκε προς τα βόρεια, διασχίζοντας το νησί της Mallorca κατά την διάρκεια της νύχτας. Οι συσχετιζόμενοι με τον κυκλώνα άνεμοι ξεπέρασαν τους 50 knots, ενώ μεγάλες ζημιές σημειώθηκαν σε βάρκες που ήταν αγκυροβολημένες στο λιμάνι της Palma de Mallorca (Ramis et al, 2013).

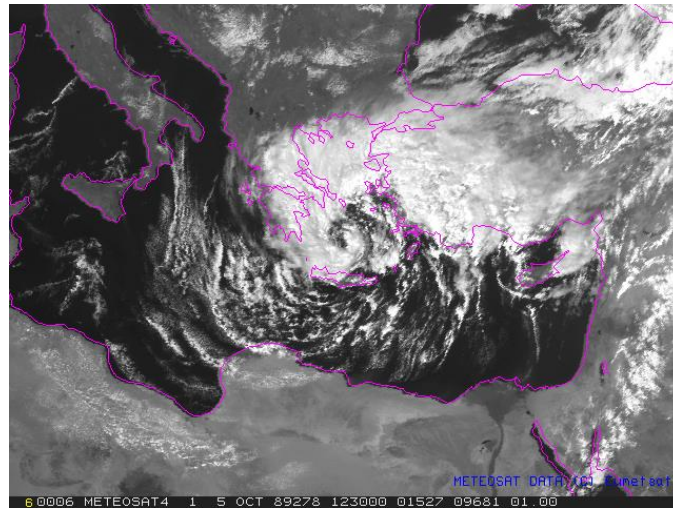


Εικ.4.13. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα, την 1^η Οκτωβρίου 1986, 10:30 UTC. (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

11. 4-7/10/1989 (05:00 UTC 4/10/1989– 02:00UTC 7/10 1989)

Το σύστημα δημιουργήθηκε στο Ιόνιο πέλαγος, στα δυτικά της Κρήτης, στις 4 Οκτωβρίου, και κινήθηκε προς τα ανατολικά. Το πρωί της 5^{ης} Οκτωβρίου εισήλθε στο χώρο του Αιγαίου πελάγους, όπου και περιελίχθηκε, ενώ πέρασε στην ώριμη φάση του την ίδια μέρα, στις 12:30 UTC, σχηματίζοντας ένα ευδιάκριτο μάτι (βλ. Εικ.4.14). Κατά την διάρκεια της νύχτας της 5^{ης} προς 6^η Οκτωβρίου εξασθένησε, αφήνοντας μόνο διαλυμένα νέφη το επόμενο πρωί.

Η βροχόπτωση ήταν ισχυρή και διήρκεσε 24 ώρες στην Αθήνα. Ισχυρές βροχοπτώσεις και καταιγίδες με κεραυνούς. Σύμφωνα με τους Prezerakos and Flocas (1996) 40 mm βροχής έπεσαν στα Κύθηρα και 30 mm στο Ελληνικό (Αθήνα), μέσα σε μία περίοδο 12 ωρών της 5^{ης} Οκτωβρίου. Στην Αθήνα 7 άνθρωποι έχασαν την ζωή τους λόγω της κακοκαιρίας, ενώ 50 δέντρα ξεριζώθηκαν, προκαλώντας ζημιές σε οχήματα, περίπτερα και ηλεκτρικά καλώδια (Nicolaidou and Hadjichristou, 1995).

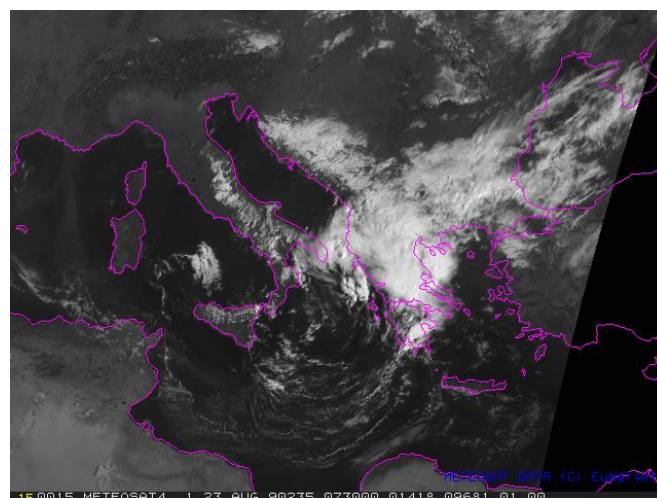


Εικ.4.14. Δορυφορική εικόνα του Meteosat, στις 5 Οκτωβρίου 1989, 12:30 UTC. (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

12. 22-24/8/1990 (5:30 UTC 22/8/1990 - 22:30 UTC 24/8/1990)

Ο κυκλώνας αυτός δημιουργήθηκε πάνω από την Αδριατική την 22^α Αυγούστου, και κινούμενος προς τα νότια, διήλθε πάνω από την κεντρική ανατολική Ιταλία. Στις 23 Αυγούστου διατήρησε μία πορεία προς τα ανατολικά-νοτιοανατολικά, περνώντας στο Ιόνιο πέλαγος όπου και εμφάνισε το μέγιστο της ανάπτυξής του. Το κέντρο του διατηρήθηκε πάνω από τα νησιά του Ιονίου για αρκετές ώρες της 23^{ης}. Στη συνέχεια κινήθηκε νοτιότερα κοντά στις ακτές της Πελοποννήσου και διαλύθηκε στα νοτιοδυτικά της Κρήτης, την 24^η Αυγούστου. Στις δορυφορικές εικόνες τα νέφη δεν παρουσιάζουν ενιαίο τείχος κατά την μέγιστη ανάπτυξή του (εικ.4.15), καθώς στο νότιο τμήμα τους εμφανίζονται διασκορπισμένα.

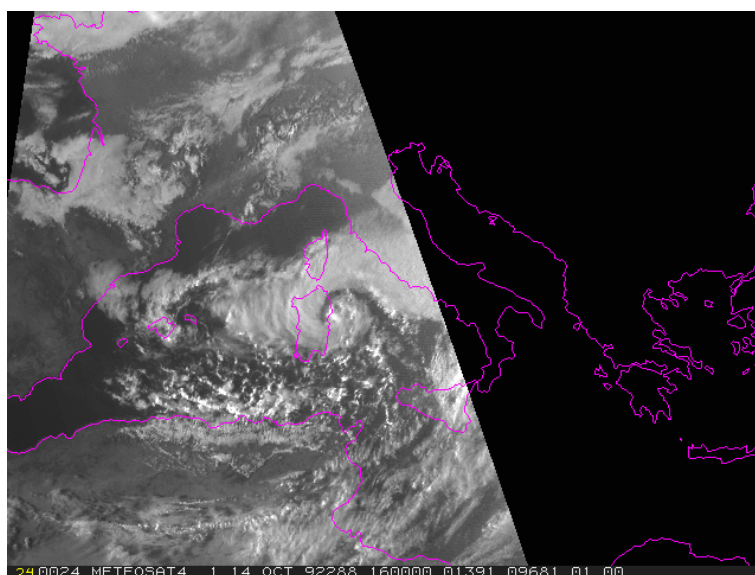
Σύμφωνα με αναφορές, στις 24 του μηνός καταγράφηκαν πλημμύρες στην Πάτρα, χωρίς να σημειωθούν απώλειες (Diakakis et al., 2011). Το γεγονός επίσης καταγράφηκε από τον Christopoulos (1997). Δυστυχώς δεν υπάρχουν περισσότερα στοιχεία για τις επιπτώσεις.



Εικ.4.15. Δορυφορική εικόνα του Meteosat, στις 23 Αυγούστου 1990, 07:30 UTC. (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

13. 12- 16/10/1992 (21:00 UTC 12/10/1992 - 00:00 UTC 16/10/1992)

Το σύστημα δημιουργήθηκε το πρωί της 13^{ης} Οκτωβρίου, πάνω από την θαλάσσια περιοχή ανάμεσα στις Βαλεαρίδες νήσους και την Σαρδηνία. Κατά την διάρκεια της νύκτας κινήθηκε με ανατολική-νοτιοανατολική πορεία και την 14^η πέρασε πάνω από την Σαρδηνία, εισερχόμενο το απόγευμα της ίδιας ημέρας στην ώριμη φάση του (16:00 UTC, βλ. εικ.4.16). Τις επόμενες ώρες εξασθένησε κινούμενο προς τα νοτιοανατολικά, μέχρι που διαλύθηκε κοντά στις ακτές τις νότιας Ιταλίας στο τέλος της 15^{ης} Οκτωβρίου.



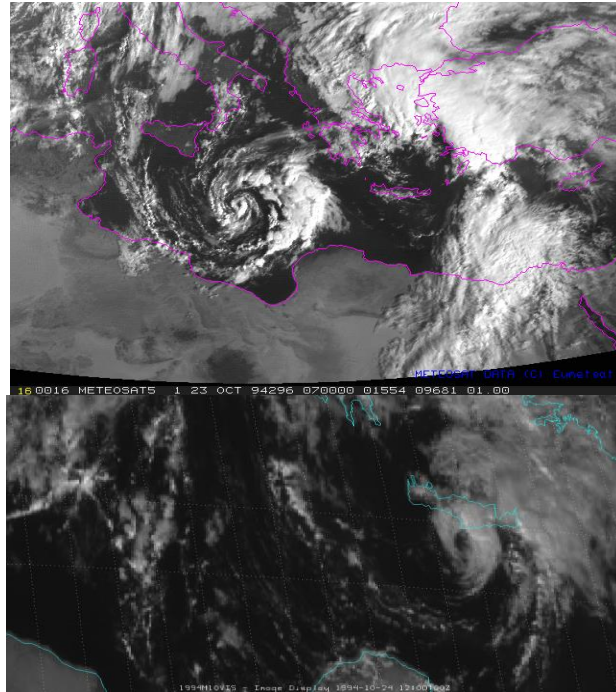
Εικ.4.16. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 14 Οκτωβρίου 1992, 16:00 UTC. Το κέντρο του κυκλώνα βρίσκεται στις ανατολικές ακτές της Σαρδηνίας (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

14. 21-25/10/1994 (15:00 UTC 21/10/1994 - 04:00 UTC 25/10/1994)

Το σύστημα προήλθε από μία περιοχή ελαχίστων πιέσεων που εντοπίστηκε πάνω από τον κόλπο της Γένοβας την 21η Οκτωβρίου 1994. Οργανώθηκε πάνω από την θαλάσσια περιοχή νοτιοανατολικά της Σικελίας την 22α Οκτωβρίου, προκαλώντας την διέλευση ενός ψυχρού μετώπου, που έπληξε την δυτική Ελλάδα και το Ιόνιο πέλαγος (Lagouvardos et al., 1996). Μετά την δημιουργία του κινήθηκε νοτιοανατολικά και την 23^η εισήλθε στην ώριμη φάση του (07:00 UTC), όπου σχημάτισε ένα καλά καθορισμένο μάτι και τείχος ματιού. Κατά την διάρκεια εκείνης της ημέρας το σύστημα μετακινήθηκε προς τα νοτιοανατολικά, πλησιάζοντας τις ακτές της βόρειας Αφρικής, και κατόπιν ακολούθησε ανατολική πορεία, φτάνοντας στις 14 Οκτωβρίου νότια της Κρήτης, όπου υποβαθμίστηκε σε έναν μικρότερης κλίμακας στρόβιλο και διαλύθηκε λίγες ώρες αργότερα.

Σύμφωνα με τους Lagouvardos et al. (1996), προκλήθηκαν ισχυροί επιφανειακοί άνεμοι και ισχυρές βροχοπτώσεις καταγράφηκαν από επιφανειακούς σταθμούς στο διάστημα των 24 ωρών (06:00 UTC της 21^{ης} – 06:00 UTC 22^{ας}), με μέγιστο τα 100mm στην Αττική, ενώ στην Αθήνα έπεσαν 68mm μέσα σε μία ώρα. Πλημμύρες αναφέρονται για πολλές περιοχές της Ελλάδας. Οι Ilasat et al. (2010) αναφέρουν ότι οι πλημμύρες στην Αθήνα προκλήθηκαν από

ασυνήθιστα έντονα αλλά σύντομης διάρκειας γεγονότα βροχόπτωσης, και εκτιμούν τις υλικές ζημιές σε 13 εκατομμύρια για τις εμπορικές και βιομηχανικές ιδιοκτησίες και 1 εκατομμύριο για τις ιδιωτικές περιουσίες. Επιπλέον, οι Mimikou and Koutsoyiannis, (1995) αναφέρουν τον θάνατο 9 ανθρώπων από τις πλημμύρες που έλαβαν χώρα το διήμερο 21-22 Οκτωβρίου στην Αθήνα. Επίσης αναφέρουν και ζημιές σε αγροτικές περιοχές στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας (Θεσσαλία), καθώς και στο δίκτυο μεταφορών, τηλεπικοινωνιών και παροχής ηλεκτρισμού.



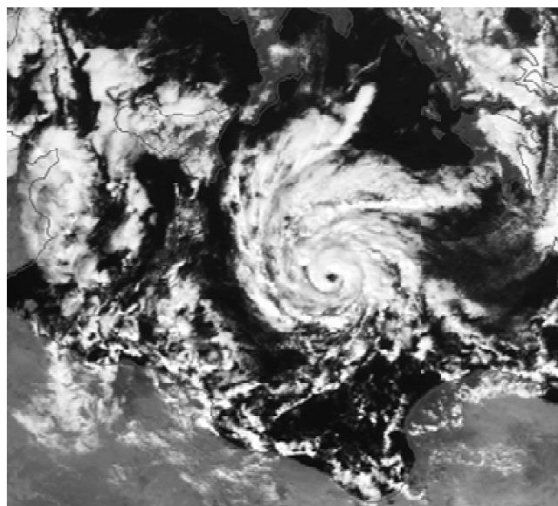
Εικ.4.17. Δορυφορικές εικόνες του κυκλώνα. Επάνω: στις 23 Οκτωβρίου 1994, 07:00 UTC (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>), κάτω: 12:00 UTC, 24 Οκτωβρίου 1994 (Groenemeijer and Holzer, 2014).



Εικ. 4.18. Ζημιές αναφέρθηκαν σε κτήρια, δρόμους και οχήματα λόγω της πλημμύρας 21-22 Οκτωβρίου 1996 (η φωτογραφία είναι από την εφημερίδα *Το Βήμα*) (Mimikou and Koutsoyiannis, 1995).

15. 14-18/1/1995

Στις 13 Ιανουαρίου του 1995 ένα χαμηλό μεγάλων διαστάσεων σχηματίστηκε πάνω από την κεντρική Μεσόγειο στον θαλάσσιο χώρο ανάμεσα στην Λιβύη και την Ιταλία, και τις επόμενες ημέρες κινήθηκε προς τα βορειοανατολικά πλησιάζοντας την δυτική Ελλάδα (βλ. Εικ.5, Παράρτημα). Στις 14 Ιανουαρίου 12:00 UTC, το χαμηλό παρατηρείται κοντά στην Σικελία, ενώ αναφέρθηκαν ισχυροί άνεμοι από πλοία (22 και 29 ms^{-1}) και επιφανειακή πίεση των 992.5 hPa (Picornell et al., 2014). Οι ισχυροί αυτοί άνεμοι συσχετίστηκαν με το χαμηλό πριν από τον σχηματισμό του Μεσογειακού κυκλώνα, που έλαβε χώρα στις 15 Ιανουαρίου, στην ανοικτή θάλασσα δυτικά της Ελλάδας (Pytharoulis et al., 2000). Όπως αποκαλύφθηκε από τις δορυφορικές εικόνες, ο κυκλώνας εμφάνισε μία ελικοειδή ζώνη νεφών και στο κέντρο της ένα ευδιάκριτο μάτι που πρωτοεμφανίστηκε στις 07:00 UTC (15/1) και από εκείνη τη στιγμή το σύστημα εισήλθε στην ώριμη φάση του (που διήρκεσε μέχρι και τις 06:30 της 18^{ης}) (Tous and Romero, 2013). Μετά τον σχηματισμό του medicane, το κέντρο του κινήθηκε προς τα νότια, ενώ εξασθένησε όταν προσέγγισε την βορειοαφρικανική ακτή, στις 18 Ιανουαρίου.



Εικ.4.19. Δορυφορική εικόνα από το ορατό κανάλι του Meteosat (16 Ιανουαρίου 1995 στις 13:00 UTC (Ramis et al., 2013).

Σύμφωνα με τους Pytharoulis et al. (2000) ο κυκλώνας αυτός εμφάνισε χαρακτηριστικά τροπικών κυκλώνων, όπως θερμό πυρήνα, ισχυρή κατακόρυφη μεταφορά και ισχυρές επιφανειακές ροές, στοιχεία που αντιστοιχούν στο περιβάλλον των hurricanes. Επιπλέον, το σύστημα είχε και άλλα σημαντικά παρόμοια χαρακτηριστικά, όπως το τείχος του ματιού, το γεγονός ότι οι ισχυροί επιφανειακοί άνεμοι ήταν κοντά στην επιφάνεια και ότι η εισροή λάμβανε χώρα στα χαμηλά και η εκροή στα υψηλά επίπεδα, καθώς και ο σχετικώς ξηρός αέρας στον πυρήνα. Επίσης, οι ροές αισθητής και λανθάνουσας θερμότητας είχαν έναν σημαντικό ρόλο στην εμβάθυνση του αρχικού χαμηλού (Picornell et al., 2014). Επίσης, ο χρόνος ζωής του συστήματος ήταν 78 ώρες, ενώ η μέγιστη διάμετρός του ήταν 200 km , ενώ η μέγιστη ανάπτυξή του σημειώθηκε στις 18:00 UTC της 15^{ης} Ιανουαρίου (Tous and Romero, 2012).

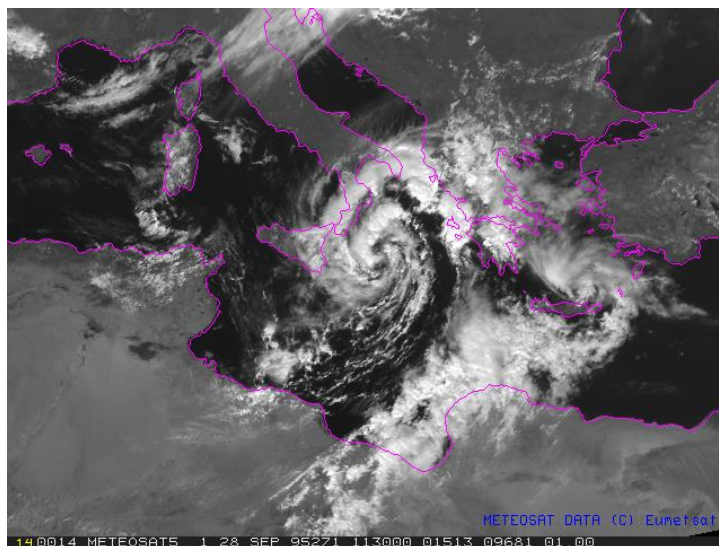
Πλοία που έπλεαν στην γειτονία του κυκλώνα ανέφεραν την μέγιστη τιμή ανέμων των 30 knots (15.5 m s^{-1}), την 15η Ιανουαρίου. Επίσης, νεροποντές και καταιγίδες αναφέρθηκαν κοντά στον κυκλώνα, ειδικά στο τέλος αυτής της ημέρας (Pytharoulis et al., 2000). Επίσης, και για την επόμενη ημέρα υπάρχουν αναφορές: άνεμοι των 17.5 m s^{-1} στις 0000 UTC της

16ης Ιανουαρίου καταγράφηκαν από πλοία (Lagouvardos et al., 1996). Μία άλλη μελέτη (Groenemeijer and Holzer, 2014) δείχνει ότι το σύστημα έφτασε την ένταση των hurricanes, με μέγιστους διατηρητέους ανέμους 77 knots και ελάχιστη επιφανειακή πίεση 979 hPa, στις 06:00 UTC της 16^{ης}.

16. 27-29/9/1995 (02:00 UTC 27/9/1995– 15:00 UTC 29/9/1995)

Ο κυκλώνας δημιουργήθηκε πάνω από την θαλάσσια περιοχή ανάμεσα στην Σικελία και τις ακτές της Αφρικής, το πρωί της 27^{ης} Σεπτεμβρίου και κινήθηκε αρχικά ανατολικά, παραμένοντας κοντά στις ακτές της Σικελίας. Την επόμενη ημέρα, ξεκίνησε μία βορειοανατολική πορεία, ενώ εισήλθε στην ώριμη φάση του, με την μέγιστη ανάπτυξή του στις 28 Σεπτεμβρίου, 11:30 UTC, κατά την διάρκεια της οποίας εμφάνισε ένα καλά καθορισμένο μάτι και μία ζώνη νεφών ελικοειδούς μορφής. Κατά την διάρκεια της επόμενης ημέρας το σύστημα κινήθηκε προς τα βορειοανατολικά, στο Ιόνιο πέλαγος, και αφού προσέγγισε την ηπειρωτική Ελλάδα εξασθένησε και διαλύθηκε.

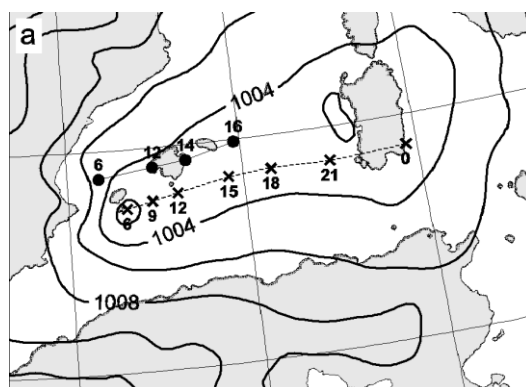
Στην Μάλτα αναφέρθηκαν καταιγίδες με κεραυνούς συνοδευόμενες από ισχυρές βροχοπτώσεις. Κατά την διάρκεια του πρωινού της 27^{ης} οπότε και συνέβη η καταιγίδα, καταγράφηκαν 42.4 mm βροχής στο Αεροδρόμιο της Μάλτας στην Luqa, ενώ η μέγιστη ταχύτητα των ριπών του ανέμου έφτασε τους 48 knots. Οι αρχές της Μάλτας αναφέρουν διακοπή της κυκλοφορίας, ζημιές στις υποδομές και ζημιές σε ιδιωτικές περιουσίες, ενώ υπήρξαν και δύο απώλειες ανθρώπινων ζωών.



Εικ.4.20. Δορυφορική εικόνα του Meteosat, στις 28 Σεπτεμβρίου 1995, 11:30 UTC. (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

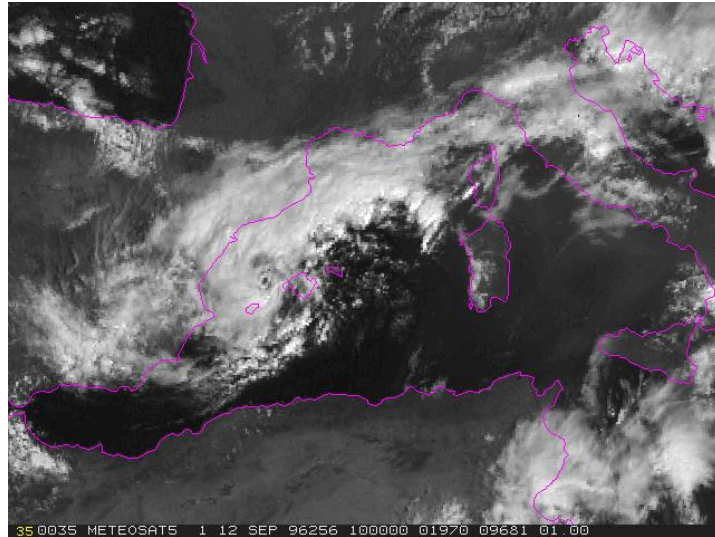
17. 11-13/9/1996 (Amanda) (21:00 UTC 11/9/1996 - 02:30 UTC 13/9/1996)

Το γεγονός του Σεπτεμβρίου του 1996 θεωρείται παράδειγμα ενός τυπικού medicane που αναπτύχθηκε στην περιοχή των Βαλεαρίδων (Homar et al. 2003), μία από τις περιοχές αποτελούν ευνοϊκές τοποθεσίες για τον σχηματισμό των medicanes. Το σύστημα αναπτύχθηκε ανάμεσα στην νύχτα της 12^{ης} Σεπτεμβρίου στα ανοικτά των Βαλεαρίδων νήσων, όπου αναφέρθηκε έντονη βροχόπτωση. Κατά την διάρκεια αυτού του πρώτου σταδίου το κυκλωνικό μάτι ήταν πλήρως ανεπτυγμένο (το σύστημα πέρασε στην ώριμη φάση του κύκλου ζωής του, που διήρκεσε από τις 07:00 της 15^{ης} έως τις 06:30 UTC της 18^{ης}). Κατά το πρωί της 12^{ης} η καταιγίδα άρχισε να μετακινείται προς τα ανατολικά διασχίζοντας την Μαγιόρκα και αργότερα την ίδια μέρα πέρασε πάνω από το νοτιότερο άκρο της Σαρδηνίας (βλ. εικ.#5 και εικ.6, Παράρτημα). Την νύχτα που ακολούθησε ο medicane προσέγγισε την ξηρά των ακτών της νότιας Ιταλίας και διαλύθηκε (Cavicchia and von Storch, 2012; Luque et al., 2007).



Εικ.4.21. Διάγραμμα επιφανειακών πιέσεων (hPa) στις 06:00 UTC, 12 Σεπτεμβρίου. Οι σταυροί δείχνουν την θέση και την ώρα (UTC) του κέντρου του κυκλώνα, όπως προσομοιώθηκε με EXP11. Οι κουκίδες δείχνουν την θέση και την ώρα (UTC) του κυκλωνικού κέντρου όπως διαγνώστηκε από δορυφορικές εικόνες (Homar et al., 2003).

Η μέγιστη διάμετρος του συστήματος ήταν 170 km και ο χρόνος ζωής του ήταν 12 ώρες (Tous and Romero, 2012), ενώ παρατηρήθηκε μία πτώση των επιφανειακών πιέσεων στην Palma de Mallorca της τάξεως των 11 hPa μέσα σε μόνο λίγες ώρες (Homar et al. 2001). Έντονη κατακόρυφη μεταφορά έλαβε χώρα πάνω από την περιοχή της δυτικής Μεσογείου, ενώ προκλήθηκε ένα ξέσπασμα εμφάνισης tornado στις Βαλεαρίδες και καταρρακτώδης βροχόπτωση στο ανατολικό μέρος της χέρσου της Ισπανίας, και ισχυρή βροχόπτωση που ξεπέρασε τα 450 mm καταγράφηκε στην Valencia, όπου έλαβαν χώρα πλημμύρες (Homar et al, 2001). Τα νησιά των Βαλεαρίδων επίσης επηρεάστηκαν από τον κυκλώνα. Έξι tornado αναπτύχθηκαν στις Βαλεαρίδες σε συνδυασμό με έντονες βροχοπτώσεις (100mm σε 24 ώρες στην Μαγιόρκα, 170 mm σε 24 ώρες στην Ibiza), ενώ λόγω των ισχυρών ανέμων καταστράφηκαν βάρκες που ήταν αγκυροβολημένες στις ακτές τους (Homar et al., 2001; Tous and Romero, 2012). Ζημιές προκλήθηκαν σε τουριστικές περιοχές της Μαγιόρκας και της Ibiza, ενώ πολλά δέντρα ξεριζώθηκαν ή έσπασαν. Οι Homar et al. (2001) εκτιμούν ότι οι ζημιές ήταν μεγαλύτερες των 6 εκατομμυρίων ευρώ.

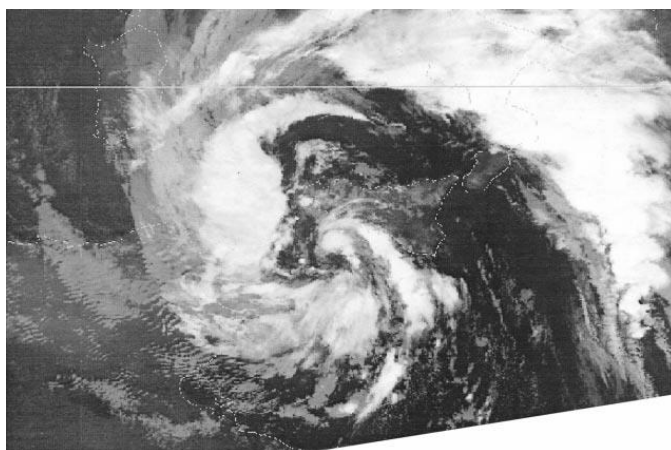


Εικ.4.22. Δορυφορική εικόνα του Meteosat, στις 12 Σεπτεμβρίου 1996, 10:00 UTC. (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

18. 3-6/10/1996 (*Samir*) (12:00 UTC 3/10/1996 - 6/10/1996)

Στην αρχή της δημιουργίας του, ο κυκλώνας ξεκίνησε από μία περιοχή χαμηλών πιέσεων ανάμεσα στην Σαρδηνία και την Σικελία. Στις 4 Οκτωβρίου εμφάνισε θερμό πυρήνα και ισχυρή κατακόρυφη μεταφορά, φτάνοντας το στάδιο της τροπικής θύελλας, τοποθετημένος νότια της Σικελίας. Τις πρώτες ώρες της 5^{ης} Οκτωβρίου προσέγγισε την Σικελία, και στην συνέχεια κατά την 6^η την χερσόνησο της Καλαβρίας και εξασθένησε πάνω από την Puglia (βλ. εικ.6, Παράρτημα).

Προκλήθηκαν ιδιαίτερα έντονες βροχοπτώσεις και πλημμύρες στην Σικελία και στο νότιο τμήμα της Ιταλίας (χερσόνησος της Καλαβρίας) (Pytharoulis et al., 2000; Reale and Atlas, 1998), στη δε Καλαβρία καταγράφηκαν ριπές ανέμου με ταχύτητες έως και 30 m/s . Η συνολική βροχόπτωση για το διάστημα 3-5 Οκτωβρίου ξεπέρασε τα 300mm σε τέσσερις διαφορετικές τοποθεσίες, με τις υψηλότερες τιμές των 180.4 mm να παρατηρούνται στο Santuario di Polsi. Η βροχόπτωση, σύμφωνα με τους Reale and Atlas (2001), ήταν εξαιρετικά έντονη, συγκρίσιμη με αυτή που προκαλούν οι τροπικοί κυκλώνες.

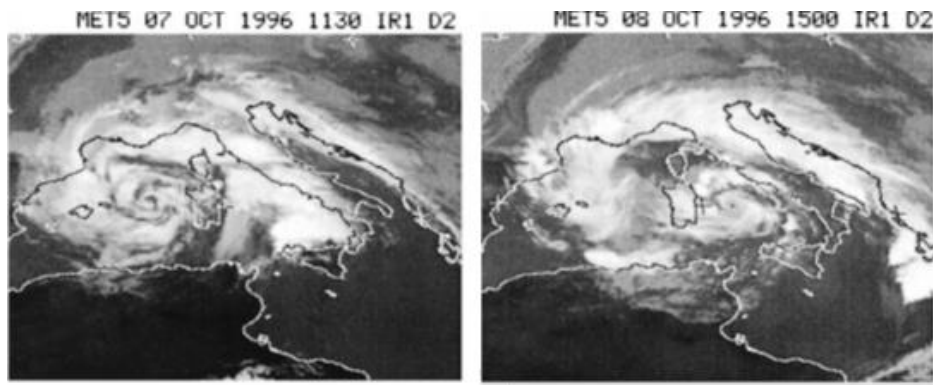


Εικ.4.23. Υπερύθρη δορυφορική εικόνα του κυκλώνα (NOAA) στις 17:26 UTC, 4 Οκτωβρίου 1996. Ο κυκλώνας διακρίνεται ανάμεσα στην Σαρδηνία και την Σικελία (Reale and Atlas, 2001).

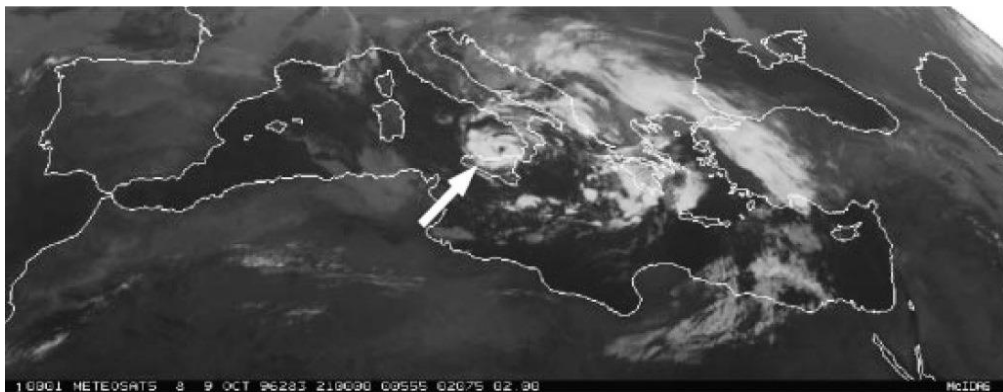
19. 6 -10/10/1996 (Cornelia) (3:30 UTC 6/10/1996 – 3:00 UTC 10/10/1996)

Ο κυκλώνας άρχισε να δημιουργείται στις 6 Οκτωβρίου νότια τον Βαλεαρίδων νήσων. Στις 7 Οκτωβρίου οργανώθηκε σε τροπική καταιγίδα καταλαμβάνοντας τον θαλάσσιο χώρο ανάμεσα στις Βαλεαρίδες και την Σαρδηνία. Στην συνέχεια ακολούθησε πολύπλοκη πορεία για τις επόμενες ημέρες (βλ. εικ.6, Παράρτημα). Κινήθηκε ανατολικότερα διασχίζοντας την Σαρδηνία (τις πρώτες ώρες τις 8^{ης} Οκτωβρίου) και συνέχισε την πορεία του προς τα ανατολικά-νοτιοανατολικά φτάνοντας και παραμένοντας πάνω από το Τυρρηνικό πέλαγος σχεδόν καθ' όλη την διάρκεια της 9^{ης} Οκτωβρίου. Την νύχτα προς την 10^η διέσχισε το βορειοανατολικό τμήμα της Σικελίας και κατευθύνθηκε στο Ιόνιο πέλαγος, όπου άρχισε να εξασθενεί κατά την διάρκεια του πρωινού της 10^{ης}, ενώ διαλύθηκε περίπου στο μέσον αυτής της ημέρας.

Ο κυκλώνας έφτασε την ώριμη φάση του στις 18:00 UTC της 6^{ης} Οκτωβρίου 1996. Η μέγιστη διάμετρός του ήταν 240 km και η διάρκεια ζωής του 90 ώρες (Tous and Romero, 2013). Σύμφωνα με τους Fita et al. (2007), η ώριμη φάση του συστήματος είχε πολύ σύντομη διάρκεια, από τις 05:30 της 7ης Οκτωβρίου έως τις 06:30 της ίδιας ημέρας. Σύμφωνα με αναφορές (Micallef, 2006) πλημμύρες προκλήθηκαν στις Βαλεαρίδες νήσους, την Σαρδηνία και την νότια Ιταλία και τη Σικελία. Σοβαρές ζημιές λόγω των ισχυρών ανέμων, ταχυτήτων έως και 145 km/h, αναφέρθηκαν στα Eolian Islands, ενώ υπήρξαν και τέσσερις θάνατοι. Επίσης, αναφέρθηκαν ζημιές σε ιδιωτική περιουσία, που περιλαμβάνουν ζημιές σε κατοικίες, καθώς και ζημιές σε κατασκευές σε λιμένες.



Εικ.4.24. Δορυφορικές εικόνες του Meteosat (EUMETSAT). Αριστερά: στις 11:30 UTC, 7 Οκτωβρίου 1996, μία δομή ματιού διακρίνεται ανάμεσα στην Σαρδηνία και τις Βαlearίδες. Δεξιά: στις 15:00 UTC, 8 Οκτωβρίου ο κυκλώνας διήλθε πάνω από την Σαρδηνία και το κέντρο του βρίσκεται στα ανατολικά της (Reale and Atlas, 2001).

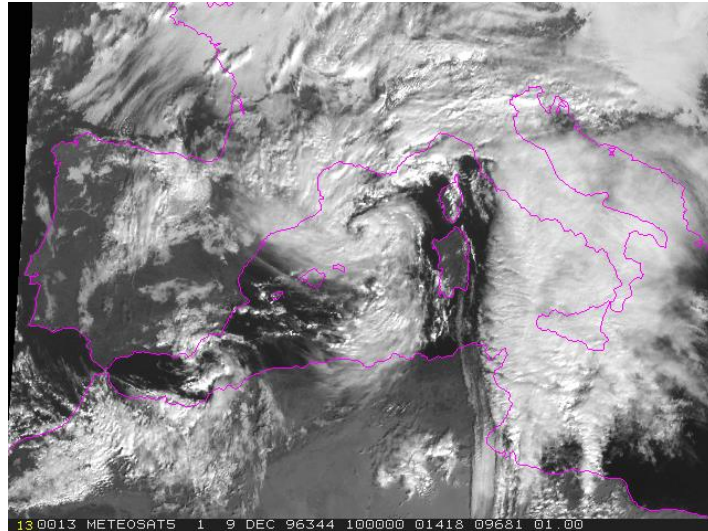


Εικ. 4.25. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα, 9 Οκτωβρίου 1996, 21:00 UTC (Tous and Romero, 2012).

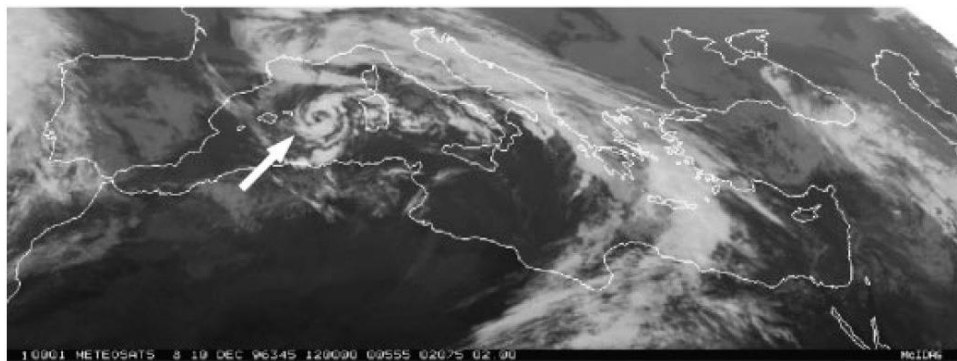
20. 8-11/12/1996 (Garcia) (00:00 UTC 8/12/1996 - 20:00 UTC 11/12/1996)

Πρόκειται για έναν medicane που παρατηρήθηκε στην λεκάνη της δυτικής Μεσογείου. Σύμφωνα με δορυφορικές παρατηρήσεις, το σύστημα άρχισε να αναπτύσσεται στις 8 Δεκεμβρίου 1996 (12:00UTC) βορειοδυτικά της Σαρδηνίας και ο χρόνος ζωής του ήταν 48ώρες. Τις επόμενες ώρες κινήθηκε προς τα δυτικά προς τις Βαlearίδες νήσους, τις ακτές των οποίων προσέγγισε το πρωί της 10^{ης} Δεκεμβρίου. Κατόπιν, μέχρι το τέλος της ημέρας αυτής άλλαξε πορεία και κινήθηκε ανατολικά προς την Σαρδηνία, την οποία διέσχισε την 11^η Δεκεμβρίου και στην συνέχεια εξασθένησε (Akhtar et al., 2014).

Σύμφωνα με τους Tous and Romero (2012), το σύστημα εισήλθε στην ώριμη φάση του στις 10 Δεκεμβρίου, 00:00 UTC και η μέγιστη διάμετρός του ήταν 230 km. Η ελάχιστη επιφανειακή πίεση που παρατηρήθηκε ήταν 979 hPa και το σύστημα έφτασε την ένταση κατηγορίας hurricane με μέγιστους διατηρητέους ανέμους 77knots, σύμφωνα με αναφορές του ESSL. Ο κυκλώνας προκάλεσε ισχυρούς ανέμους και έντονες βροχοπτώσεις στα νησιά των Βαlearίδων, την Σαρδηνία και στο Τυρρηνικό πέλαγος χωρίς να υπάρχουν συγκεκριμένες αναφορές για ζημιές.



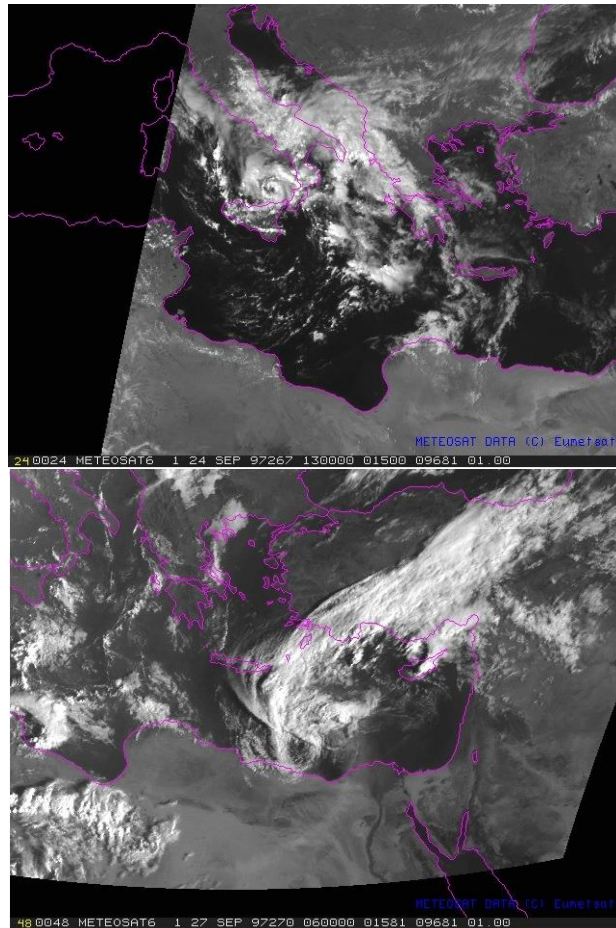
Εικ.4.26. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα (9 Δεκεμβρίου 1996, 10:00 UTC) (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).



Εικ.4.27. 10 Δεκεμβρίου 1996 12:00 UTC (Tous and Romero, 2012)

21. 24-28/9/1997 (01:30 UTC 24/9/1997 - 01:00 UTC 28/9/1997).

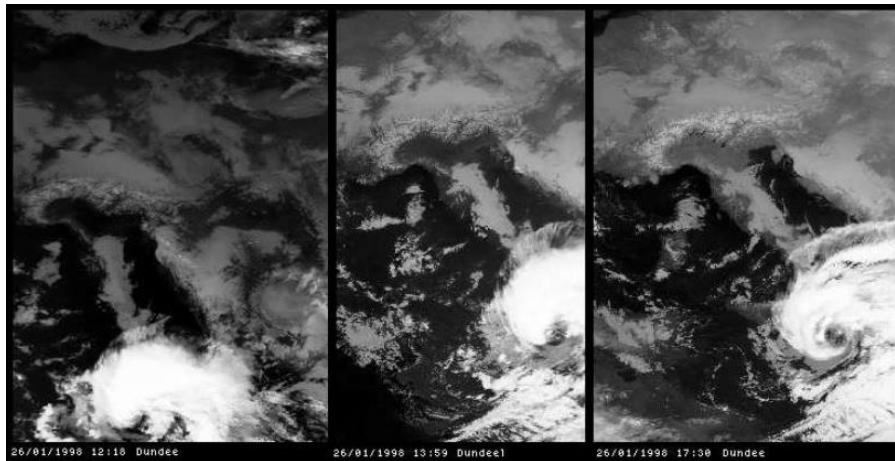
Ο κυκλώνας δημιουργήθηκε πάνω από το Τυρρηνικό πέλαγος στις 24 Σεπτεμβρίου και εμφάνισε ένα καλά καθορισμένο μάτι το μεσημέρι της ίδιας ημέρας. Κατά την διάρκεια της επόμενης έχασε λίγο την κυκλική δομή του ενώ κινούταν προς τα νοτιοανατολικά, περνώντας στο Ιόνιο πέλαγος. Την 26η κινήθηκε ακόμη νοτιοανατολικότερα, περνώντας νότια της Πελοποννήσου και της Κρήτης, ενώ την 27η εμφάνισε μία «χαστική» δομή ακόμη ανατολικότερα. Εξασθένησε την 28η. Στο νησί της Μάλτας αναφέρθηκαν πλημμύρες την 24η Σεπτεμβρίου, με αποτέλεσμα ζημιές σε ιδιωτική περιουσία και διακοπή του οδικού δικτύου (Malta Report, 2013).



Εικ4.28. Δορυφορικές εικόνες από το ορατό κανάλι του Meteosat, στις 24 Σεπτεμβρίου, 13:00 UTC και στις 27 Σεπτεμβρίου στις 06:00 UTC (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

22. 25-27/1/1998 (Afinia)

Το σύστημα ξεκίνησε ως ύφεση που δημιουργήθηκε στις 25 Ιανουαρίου πάνω από τον θαλάσσιο χώρο ανάμεσα στην Σικελία και τις ακτές της Τυνησίας, ενώ άρχισε να αναπτύσσεται εξαιτίας ενός ψυχρού μετώπου στα ανατολικότερα και ενός θερμού ερχόμενου από την Αφρική. Στη συνέχεια στράφηκε ανατολικά προς το Ιόνιο με πορεία αρχικά νοτιοανατολική και στη συνέχεια βορειοανατολική (βλ. Εικ.7, Παράρτημα), όπου ενδυναμώθηκε κατά την διάρκεια της 26^{ης} Ιανουαρίου αποκτώντας χαρακτηριστικά τροπικής θύελλας (παρουσία ματιού και κυκλική περιστροφή νεφών γύρω του). Η επιφανειακή πίεση του συστήματος κυμάνθηκε από 1005 έως 998 hPa, ενώ οι άνεμοι από 65-82 km/h. Κατά τη διάρκεια της 27^{ης} Ιανουαρίου το σύστημα υποβαθμίστηκε, στράφηκε νοτιοανατολικά προς τις λιβυκές ακτές όπου και εξασθένησε, μετά από ασθενείς βροχοπτώσεις.

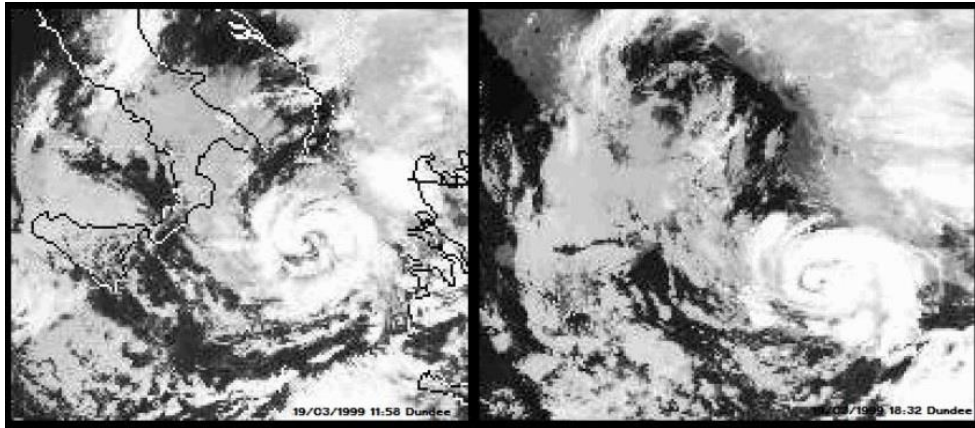


Εικ.4.29. Δορυφορικές εικόνες του κυκλώνα (26/1/1998 12:18, 26/1/1998 13:59, 26/1/1998/17:30)
(πηγή: <http://medicanes.altvista.org/>).

Σύμφωνα με τους Tous and Romero (2012), το σύστημα πέρασε στην ώριμη φάση του στις 12:00 UTC της 26ης Ιανουαρίου. Η μέγιστη διάμετρός του ήταν 250 km και ο χρόνος ζωής του έφτασε τις 30 ώρες. Στην Μάλτα αναφέρθηκαν πλημμύρες στις 25 Ιανουαρίου λόγω του κυκλώνα, και προκλήθηκε διακοπή της οδικής κυκλοφορίας, ζημιές σε ιδιωτική περιουσία και ένας θάνατος καταγράφηκε από την πλημμύρα (Malta Report, 2013).

23. 27-29/3/1999 (*Treboniano*)

Το σύστημα αυτό προήλθε από μία στατική κυκλογένεση που έλαβε χώρα στο Ιόνιο, στις 18 Μαρτίου 1999. Ο κυκλώνας την επόμενη ημέρα (19/3) εξελίχθηκε σε τροπική θύελλα, παραμένοντας πάνω από το ιόνιο πέλαγος (βλ. Εικ.8, Παράρτημα). Στην Κεφαλονιά καταγράφηκε πίεση 991-989 hPa. Αφού παρέμεινε σταθερός πάνω από τις ελληνικές ακτές, τις επόμενες ημέρες ακολούθησε ανατολική πορεία, διασχίζοντας την Πελοπόννησο, και προκάλεσε ασθενείς βροχές, ενώ ταυτόχρονα υποβαθμίστηκε. Στην συνέχεια διέσχισε το αιγαίο πέλαγος με και ανατολική πορεία πέρασε πάνω από το νησί της Ρόδου, και στην συνέχεια πάνω από την χέρσο της Τουρκίας, όπου προκάλεσε βροχοπτώσεις στις 21 Ιανουαρίου. Ο χρόνος ζωής του κυκλώνα ήταν 30 ώρες, ενώ η μέγιστη διάμετρός του έφτασε τα 250 km (Akhtar et al., 2014; Tous and Romero, 2012).

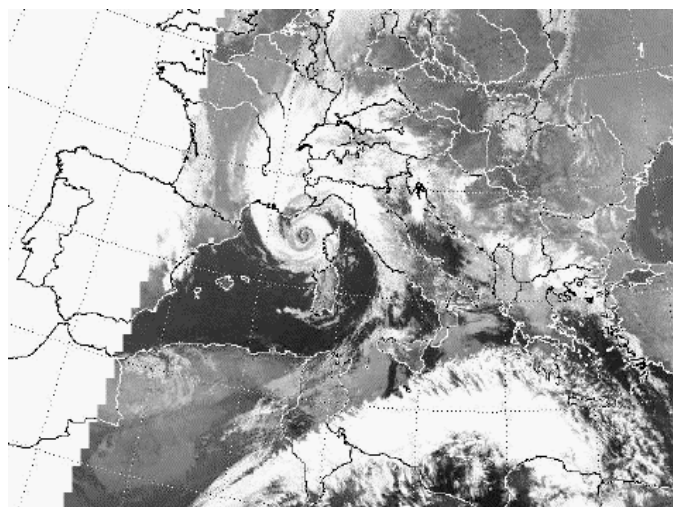


Εικ.4.30. Δορυφορικές εικόνες του κυκλώνα (19/3/1999 11:58 UTC και 19/3/1999 18:32 UTC) (πηγή: <http://medcanes.altervista.org/>).

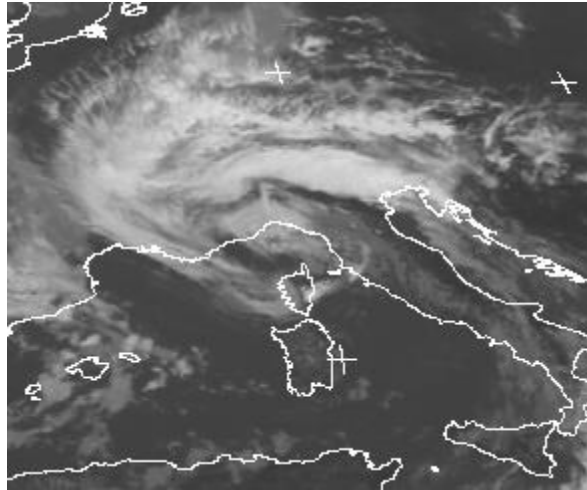
24. 26-28/3/1999 (18:00 UTC 26/3/1999 – 12:00 UTC 28/3/1999).

Ο κυκλώνας δημιουργήθηκε πάνω από τον θαλάσσιο χώρο ανάμεσα στην Κορσική και τον κόλπο της Λυών στις 26 Μαρτίου 1999. Στις 27 κινήθηκε ελαφρώς προς τα ανατολικά πλησιάζοντας την Κορσική και εμφάνισε τροπικά χαρακτηριστικά, με ένα ευδιάκριτο μάτι στις δορυφορικές εικόνες. Στην συνέχεια, για τις επόμενες ώρες κινήθηκε προς τα βορειοανατολικά και εξασθένησε στις 28, πάνω από την χέρσο της Ιταλίας.

Ο κυκλώνας έδωσε γένεση σε πολλά συστήματα κατακόρυφης μεταφοράς, τα οποία κάλυψαν μία μεγάλη περιοχή με μεγάλα ποσά βροχόπτωσης πάνω από διάφορες περιοχές της Μεσογείου. Ήταν εμφανές ότι ο κυκλώνας είχε βαροκλινικά χαρακτηριστικά, όμως για κάποιες ώρες της 27ης Μαρτίου 1999 φαίνεται να μην είχε κύριο ρόλο η βαροκλινική αστάθεια στην ανάπτυξή του (Meneguzzo et al., 2000). Αντίθετα, οι μεγάλης ταχύτητας άνεμοι γύρω από την περιοχή των χαμηλών πιέσεων, μία σειρά από χαμηλά σε διαφορετικά επίπεδα, η παρούσα δομή ματιού και η παρουσία μίας στήλης νηνεμίας στο κέντρο του κυκλώνα υποδεικνύουν ότι το σύστημα ανέπτυξε τροπικά χαρακτηριστικά.



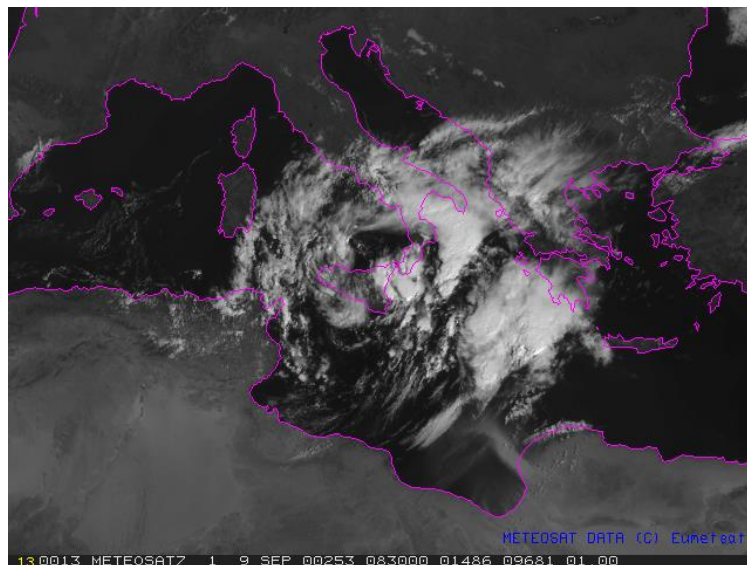
Εικ.4.31. Δορυφορική εικόνα (NOAA-AVHRR, visible) του κυκλώνα στις 27 Μαρτίου 1999 (Meneguzzo et al., 2000).



Εικ.4.32. Δορυφορική εικόνα του υπέρυθρου καναλιού του Meteosat στις 27 Μαρτίου 1999, 15:00 UTC (Meneguzzo et al., 2000).

25. 8 - 11/9/2000 (20:00 UTC 7/9/2000 - 11/9/2000)

Το σύστημα ξεκίνησε να δημιουργείται στις 8 Σεπτεμβρίου πάνω από το Τυρρηνικό πέλαγος και περιστράφηκε πάνω από την βόρεια Σικελία καθ' όλη την διάρκεια της 9^{ης} Σεπτεμβρίου. Ανέπτυξε τροπικά χαρακτηριστικά την επόμενη μέρα και τα διατήρησε συνολικά για 15 ώρες (Miglietta et al., 2013). Δεν μετακινήθηκε ιδιαίτερα κατά την διάρκεια αυτών των ημερών, παραμένοντας στην ευρύτερη περιοχή πάνω από την Σικελία, ενώ την 11^η στράφηκε προς το ιόνιο πέλαγος όπου και διαλύθηκε. Το σύστημα εμφάνισε μέγιστους επιφανειακούς ανέμους της τάξεως τροπικής θύελλας (70.5 km/h) και ελάχιστη επιφανειακή πίεση 1006 hPa, ενώ η μέγιστη διάμετρός του ήταν 100 km (Miglietta et al., 2013; Levizzani et al., 2012).

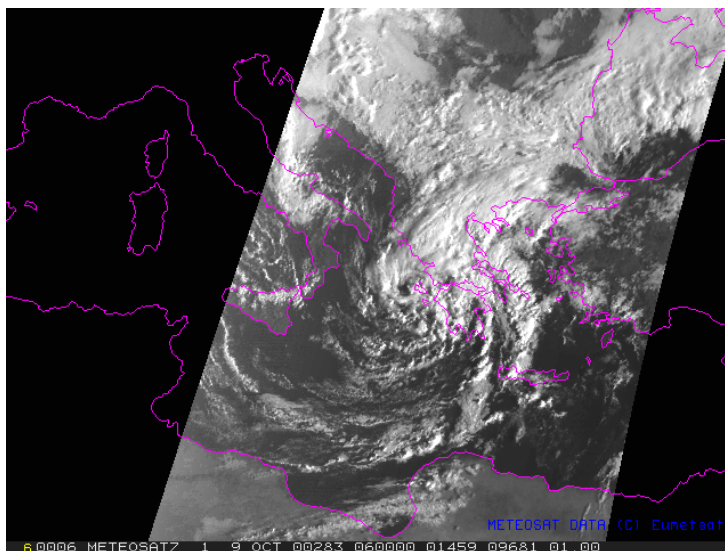


Εικ. 4.33. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα από τον Meteosat, 9 Σεπτεμβρίου 2000, 08:30 UTC (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes>).

26. 8-10/10/2000 (18:30 UTC 8/10/2000 - 08:30 UTC 10/10/2000)

Ο κυκλώνας δημιουργήθηκε στις 8 Οκτωβρίου στο Τυρρηνικό πέλαγος, ενώ την επόμενη ημέρα πλησίασε την δυτική Ελλάδα, με το κέντρο του να παρατηρείται πάνω από τα νησιά του Ιονίου. Στο τέλος της ίδιας μέρας ξεκίνησε να διασχίζει την κεντρική Ελλάδα, ενώ έχασε τα τροπικά χαρακτηριστικά του την επομένη, κινούμενος προς τα βόρεια, προκαλώντας έντονες βροχοπτώσεις.

Η μέγιστη διάμετρος του κυκλώνα ήταν 50 km, ελάχιστη πίεση 1000 hPa. Η φάση τροπικών χαρακτηριστικών του κράτησε για 3 ώρες της 9ης Οκτωβρίου (Miglietta et al., 2013). Μέγιστοι επιφανειακοί άνεμοι 83 km/h. (Levizzani et al., 2012). Ισχυρή βροχόπτωση προκάλεσε πλημμύρες στην περιοχή Μεγάλης Παναγιάς της Χαλκιδικής, όπου έπεσαν 240 mm μέσα σε 6 ώρες (380 mm σε ένα εικοσιτετράωρο). Μεγάλες ζημιές προκλήθηκαν σε ιδιωτική περιουσία, στο οδικό δίκτυο, σε καλλιέργειες, που συνυπολογίστηκαν ότι είναι αξίας μεγαλύτερης από 3 εκατομμύρια ευρώ (Paramichail et al., 2001; Stathis et al., 2005).



Εικ. 4.34. Δορυφορική εικόνα του medicane στις 06:00 UTC, 9/10/2000 (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes>)

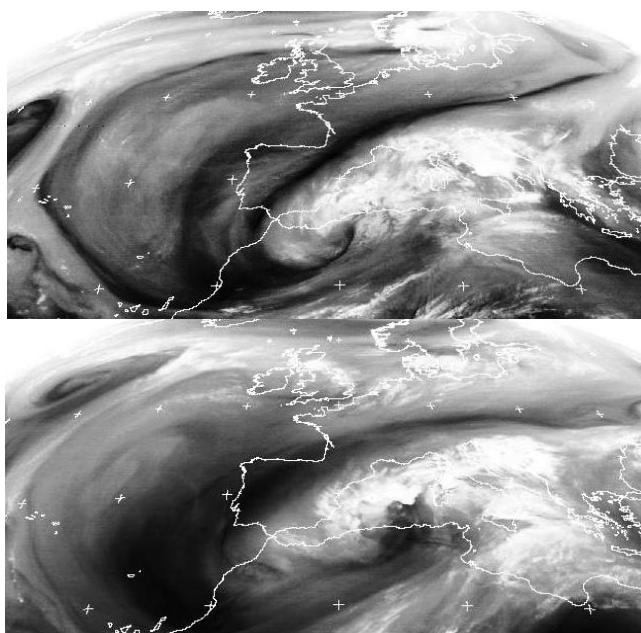
27. 9-12/11/2001 («Η πλημμύρα της Αλγερίας»)

Αυτός ο κυκλώνας έχει αναφερθεί στην βιβλιογραφία ως Μεσογειακός κυκλώνας θερμού πυρήνα, αλλά Αφρικανικής προέλευσης, ενώ αποτελεί ένα καιρικό φαινόμενο έντονων επιπτώσεων (Homar and Stensrud, 2004; Kastner et al., 2006). Δημιουργήθηκε πάνω από την χέρσο Αλγερίας, ξεκινώντας στο αρχικό του στάδιο ως ύφεση που έλαβε χώρα λόγω μίας πτώσης της πίεσης στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (850 and 700 hPa) (Pinori et al., 2003). Αξιοσημείωτη σε αυτήν την διαδικασία σχηματισμού ήταν η εισροή ψυχρού και ξηρού αέρα προερχόμενου από μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη (Εικ. 4.35). Αυτός επέφερε την απότομη πτώση της επιφανειακής πίεσης, και έτσι δημιουργήθηκε ένας

στρόβιλος πάνω από την ακτή της Αλγερίας, ενώ ακολούθησε ο σχηματισμός του κυκλώνα στις 10 Νοεμβρίου.

Κατά αυτήν την αρχική φάση (9-10 Νοεμβρίου) καταστροφικές πλημμύρες («flash floods») έλαβαν χώρα στην Αλγερία και το Μαρόκο. Καθώς ο κυκλώνας εξελίχθηκε προς τα ενδότερα της λεκάνης της δυτικής Μεσογείου στα βορειοανατολικά, η κεντρική πίεση συνέχισε να πέφτει και μία αισθητή διαβάθμισή της δημιουργήθηκε γύρω από τον πυρήνα του, οδηγώντας στην ώριμη φάση του κυκλώνα (Arreola et al., 2003), περίπου στις 00 UTC της 11^{ης} Νοεμβρίου, ενώ ο κυκλώνας μετακινήθηκε από τις ακτές της Αλγερίας προς τα νησιά των Βαλεαρίδων. Το μεγαλύτερο ποσό της βροχόπτωσης και των ζημιών που προκλήθηκαν από τον άνεμο στις Βαλεαρίδες έλαβε χώρα κατά την διάρκεια αυτής της ώριμης φάσης του κυκλώνα. Από την 11^η έως την 12^η Νοεμβρίου ο κυκλώνας εξασθένησε και υποβαθμίσθηκε σε μία τροπική διαταραχή.

Σύμφωνα με τους Tripoli et al. (2005), η ελάχιστη επιφανειακή πίεση στο κέντρο του κυκλώνα έφτασε τα 989 hPa, ενώ οι μέγιστες ταχύτητες των ριπών του ανέμου ήταν 33 m/s. Στις 11 Νοεμβρίου ο κυκλώνας έφτασε την μέγιστη έντασή του. Όσον αφορά την γένεση του κυκλώνα, θερμός αέρας τροπικής προέλευσης από την έρημο Σαχάρα ήρθε σε επαφή με ψυχρό αέρα προερχόμενο από βορειότερα και κατόπιν έλαβε χώρα ισχυρή κυκλογένεση, η οποία κατέληξε στην δημιουργία ενός συστήματος θερμού πυρήνα (Kastner et al., 2006).



Εικ. 4.35. Δορυφορικές εικόνες από τον METEOSAT (WV channel). Πάνω: στις 10 Νοεμβρίου, 12:00 UTC, κάτω: στις 11 Νοεμβρίου, 00:00 UTC (Pinori et al., 2003).

Έντονες πλημμύρες παρατηρήθηκαν στην Αλγερία στις 10 Νοεμβρίου και ισχυροί καταστροφικοί άνεμοι έκαναν αισθητές τις επιπτώσεις τους στα νησιά των Βαλεαρίδων, τις πρώτες ώρες της 11^{ης} Νοεμβρίου (Homar and Stensrud, 2004). Πολλοί συγγραφείς αναφέρονται στα καταστροφικά πλημμυρικά γεγονότα που έπληξαν το Αλγέρι, το διήμερο της 9^{ης} και 10^{ης} Νοεμβρίου, λόγω της ισχυρής βροχόπτωσης και της ανεμοθύελλας (π.χ. Pinori et al., 2003; Tripoli et al., 2005). Σύμφωνα με τον Benouar (2015), η επαρχία του Bab El Oued στο Αλγέρι βίωσε το μεγαλύτερο ποσό βροχόπτωσης που έχει καταγραφεί, κατά

την διάρκεια αυτού του γεγονότος του Νοεμβρίου 2001, (260 mm). Στις 9 και 10 Νοεμβρίου 2001, βίαιες καταρρακτώδεις βροχοπτώσεις έπληξαν την επαρχία του Αλγερίου και ιδιαίτερα ζώνη Bouzaréah, με συνολικό ύψος βροχής 260 mm σε διάστημα 18 ωρών (σταθμοί Bouzaréah και Cap Sakhine). Αυτό ήταν πρωτοφανές, εάν αναλογιστούμε ότι ο Νοέμβριος συνήθως δεν υπερβαίνει τα 96 mm σε συνολικές βροχοπτώσεις. Κατά την μέγιστη ένταση του φαινομένου, η βροχόπτωση είχε συνολική διάρκεια 1 ώρας και 30 λεπτών, ενώ το ύψος των κυμάτων έφτασε τα 6 έως τα 8 μέτρα.

Συνολικά, η πλημμύρες και οι λασποροές που έπληξαν το Αλγέρι προκάλεσαν τις απώλειες 776 ανθρώπινων ζωών, καθώς και πολλούς τραυματισμούς. Επίσης, 1800 οικιστικές μονάδες υπέστησαν ζημιές με αποτέλεσμα περίπου 1500 οικογένειες να μείνουν άστεγοι, ενώ 350 περίπου οχήματα θάφτηκαν κάτω από την λάσπη. Ζημιές υπέστησαν και πολλά δημόσια κτήρια όπως σχολεία, γέφυρες και δρόμοι, ενώ από την λασποροή καλύφθηκαν πάνω από 1,4 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα στο Bab El Oued, με το πάχος της λάσπης να φτάνει έως και τα 10 cm. Ακόμη, τα συστήματα αποχέτευσης και απορροής ομβρίων υδάτων έφραξαν, ενώ σημαντικά προβλήματα υπήρξαν στην ύδρευση, στην παροχή ηλεκτρισμού και στις τηλεπικοινωνίες. Συνολικά, το προκαταρκτικό άμεσος κόστος των καταστροφών υπολογίσθηκε στα 250 εκατομμύρια δολάρια.



Εικ. 4.36. Καταστροφές λόγω των πλημμυρών που προκλήθηκαν από τον κυκλώνα στην επαρχία Bab El Oued, (Αλγέρι) στις 10 Νοεμβρίου 2001 (Benouar, 2015).

Οι ισχυρές βροχοπτώσεις έπληξαν και τα νησιά των Βαλεαρίδων στις 11 Νοεμβρίου, σε συνδυασμό με ισχυρούς ανέμους, προκαλώντας τον θάνατο 4 ατόμων. Επίσης, γύρω στα 220000 δέντρα ξεριζώθηκαν ενώ υπολογίζεται ότι από τους ισχυρούς ανέμους

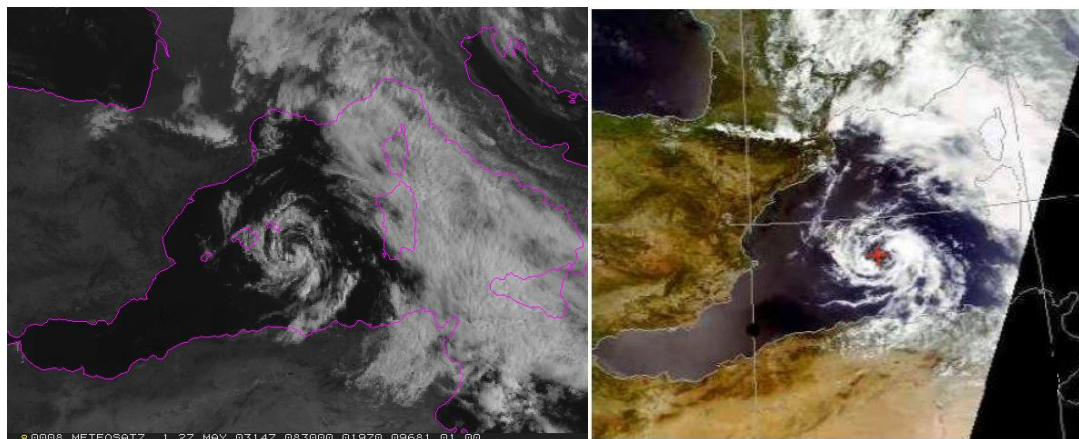
απομακρύνθηκε περίπου το 60% της άμμου της παραλίας (Homar and Stensrud, 2004; Arreola et al., 2003).



Εικ.4.37. Μερικές από τις καταστροφές που υπέστησαν οι παράκτιες περιοχές των Βαλεαρίδων λόγω του κυκλώνα (Arreola et al., 2003).

28. 25-28/5/2003 (12:00 UTC 25/5/2003 - 4:30 UTC 28/5/2003)

Ο κυκλώνας άρχισε να δημιουργείται στις 12:00 UTC της 25^{ης} Μαΐου, ενώ ανέπτυξε ευδιάκριτο στρόβιλο την επόμενη ημέρα, κατά την διάρκεια της οποίας κινήθηκε νοτιοανατολικά, φτάνοντας στα ανοικτά του κόλπου της Λυών. Στην συνέχεια, κατά την διάρκεια της 27^{ης} κινήθηκε προς τα νότια, διερχόμενος κοντά από τις ανατολικές ακτές των Βαλεαρίδων. Εξασθένησε την επόμενη ημέρα προσεγγίζοντας τις ακτές της Αλγερίας (εικ.9, Παράρτημα).

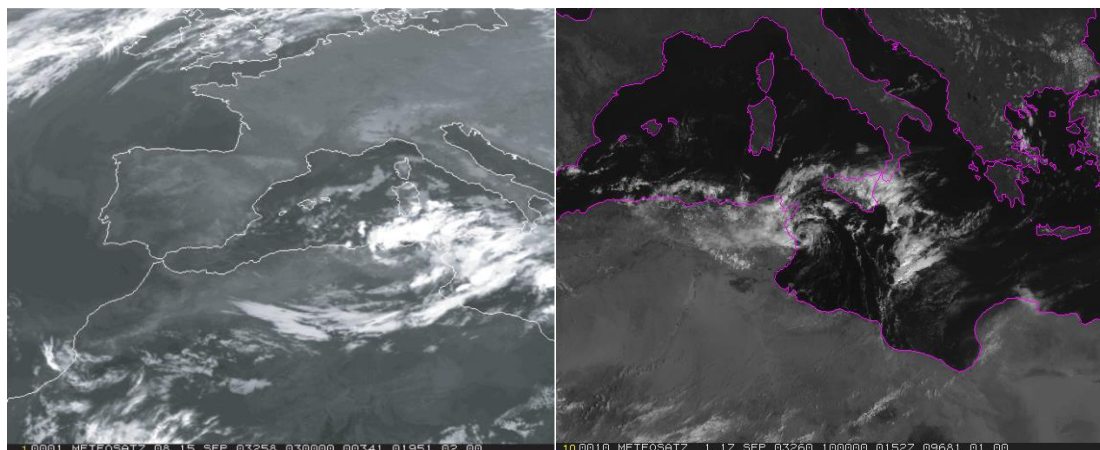


Εικ.4.38. Δορυφορικές εικόνες του κυκλώνα στις 08:30 UTC (αριστερά) και στις 11:09 UTC (δεξιά) της 27^{ης} Μαΐου (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes>, Claud et al., 2010)

Το σύστημα αυτό εισήλθε στην ώριμη φάση του κύκλου ζωής του στις 00:00 UTC της 27^{ης} Μαΐου και εμφάνισε ευδιάκριτο μάτι από τις 08:30 έως τις 15:30 της ίδιας ημέρας (βλ. εικ.4.38). Η μέγιστη διάμετρός του ήταν 280 km και η διάρκεια ζωής του ήταν 42 ώρες (Tous and Romero, 2013; Luque et al., 2007). Η μέγιστη ταχύτητα ανέμων εκτιμήθηκε στα 13 ms⁻¹ (Fita et al., 2007).

29. 15-19/9/2003 («Η πλημμύρα της Τυνησίας») (11:30 UTC 15/9/2003 - 23:30 UTC 19/9/2003)

Η δημιουργία του κυκλώνα άρχισε στις 15 Σεπτεμβρίου πάνω από τον θαλάσσιο χώρο ανάμεσα στην Σικελία και τις ακτές της Τυνησίας. Στις 17 ο κυκλώνας παρουσίασε εμφανές κυκλωνικό μάτι στις δορυφορικές εικόνες, ενώ για το διάστημα αυτών των δύο ημερών έχει κινηθεί προς τα νοτιοδυτικά, με το κέντρο του να βρίσκεται πάνω από του κόλπου του Hammamet της Τυνησίας. Την επόμενη ημέρα ακολούθησε ανατολική πορεία πλησιάζοντας την Σικελία και παραμένοντας κοντά στις ακτές της, μέχρι και την επόμενη ημέρα, οπότε και διαλύθηκε.



Εικ. 4.39. Δορυφορικές εικόνες του Meteosat, στις 15 Σεπτεμβρίου 2003, 15:00 UTC (αριστερά) και στις 17 Σεπτεμβρίου, 10:00 UTC (Ouali et al., 2008; <http://meteo.uib.cat/medicanes>).

Ο κυκλώνας προκάλεσε ισχυρές καταιγίδες στις ακτές τις βόρειας Τυνησίας, κατά την διάρκεια του διαστήματος 16-18 Σεπτεμβρίου 2003, που προκάλεσαν σοβαρές πλημμύρες στον κόλπο της Τύνιδας και στον κόλπο του Hammamet (εικ.4.41) (Ouali et al., 2008). Στο νησί της Pantelleria η συνολική βροχόπτωση ήταν 333 mm σε διάστημα 24 ωρών, ενώ στις Συρακούσες (Σικελία) έβρεξε 500 mm μέσα σε 48 ώρες. Στην Τύνιδα έπεσαν 182 mm μέσα σε ένα εικοσιτετράωρο, τιμή πολύ μεγαλύτερη από τον μέσο όρο του μήνα Σεπτεμβρίου, που είναι γύρω στα 35 mm.

24-hour precipitation (mm) at different stations in the Gulf of Tunis and Gulf of Hammamet from 0600 UTC on 16 September to 0600 UTC on 18 September.		
Stations	Rainfall (mm)	
	16–17 Sep 2003	17–18 Sep 2003
Tunis-Carthage	51.4	182.0
Ariana	47.5	187.1
Manouba	52.4	188.2
Hammam Lif	79.2	110.6
Kelibia	38.9	4.3
Nabeul	41.5	15.0
Monastir	35.7	61.5
Sousse	21.0	21.0
Mahdia	30.3	70.0

Εικ.4.40. Τα ύψη βροχής που καταγράφηκαν λόγω του κυκλώνα για το διάστημα 16-18 Σεπτεμβρίου στην Τυνησία (Ouali et al., 2008).

Τα κοινωνικά και οικονομικά προβλήματα που προκλήθηκαν από τις πλημμύρες ήταν μεγάλα. Ζημιές προκλήθηκαν σε δημόσια και ιδιωτική περιουσία, ενώ καταγράφηκαν αρκετοί θάνατοι. Οι αρχές δεν έδωσαν ακριβή αριθμό, αλλά εκτιμάται ότι ο αριθμός των νεκρών μπορεί να έφτασε κάποιες δεκάδες (Ouali et al., 2008).

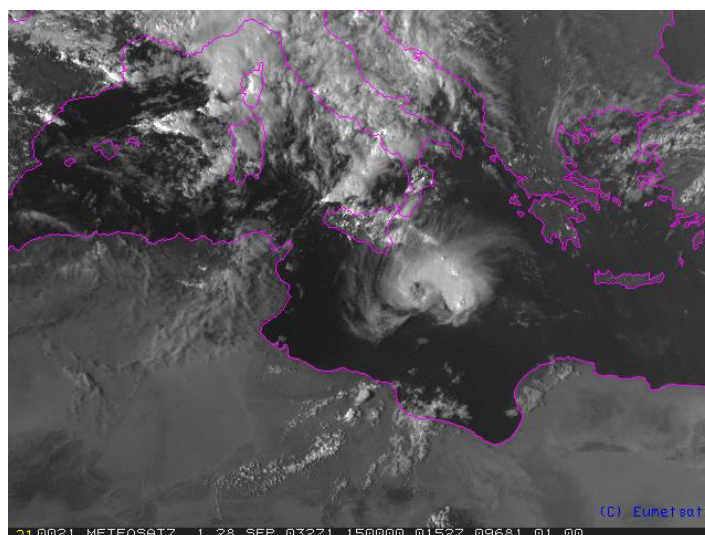


Εικ. 4.41. Έντονες καταιγίδες οδήγησαν σε πλημμύρες («flash flood») (πάνω) και σε καταστροφή οχημάτων (κάτω). Εικόνες από την Ariana της Τύνιδας, στις 18 Σεπτεμβρίου (Ouali et al., 2008).

Ζημιές αναφέρθηκαν και στο νησί της Μάλτας, για το διάστημα 15-19 Σεπτεμβρίου, λόγω των πλημμυρών. Προκλήθηκαν ζημιές σε ιδιωτική περιουσία και διακοπή του οδικής κυκλοφορίας. Επίσης, στη Σικελία υπήρξε διακοπή των τουριστικών δραστηριοτήτων, ενώ ζημιές προκλήθηκαν σε καλλιέργειες και στο οδικό δίκτυο (15-18 Σεπτεμβρίου) (Malta Report, 2013; Fucello, 2004).

30. 27-29/9/2003 (18:00 UTC 27/9/2003– 06:00 UTC 29/9/2003)

Αυτός ο κυκλώνας δημιουργήθηκε από ένα καλά οργανωμένο σύμπλεγμα καταιγίδας που βρισκόταν νότια της Σικελίας στις 27 Σεπτεμβρίου. Την 28η ο κυκλώνας εντατικοποιήθηκε, εμφανίζοντας τροπικά χαρακτηριστικά (καλά καθορισμένο μάτι στις δορυφορικές εικόνες). Την επόμενη ημέρα διαλύθηκε κινούμενος προς τα ανατολικά κοντά στις Ελληνικές ακτές. Στις 28 Σεπτεμβρίου παρατηρήθηκαν άνεμοι 45 knots (επιπέδου τροπικής θύελλας). Ο χρόνος ζωής για τον οποίο το σύστημα εμφάνισε τροπικά χαρακτηριστικά ήταν μικρότερος από 6 ώρες (Levizzani et al., 2012).

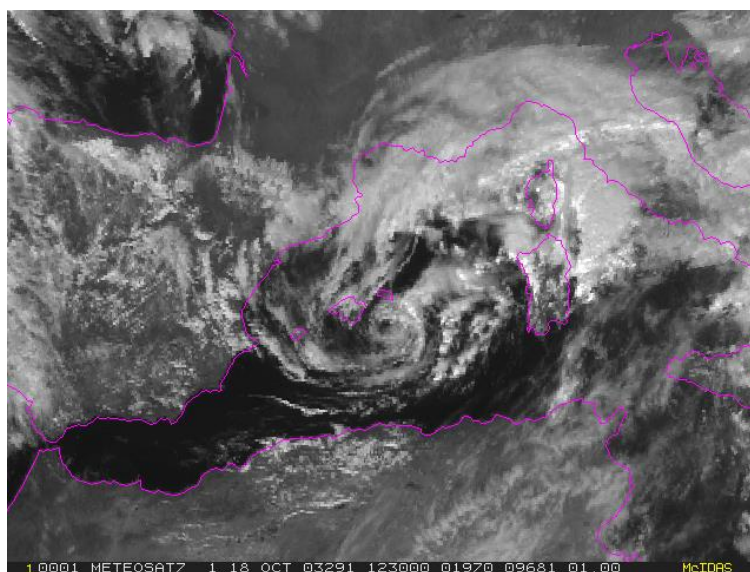


Εικ.4.42. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 28 Σεπτεμβρίου, 15:00 UTC (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

31. 17-19/10/2003 (0:00 UTC 17/10/2003 - 04:00 UTC 19/10/2003)

Ο κυκλώνας δημιουργήθηκε στο τέλος της 17^{ης} Οκτωβρίου πάνω από τον θαλάσσιο χώρο ανάμεσα στα νησιά των Βαλεαρίδων και την Σαρδηνία. Την επόμενη ημέρα εμφάνισε ένα καλά καθορισμένο μάτι νότια των Βαλεαρίδων και ξεκίνησε ανατολική πορεία που συνεχίστηκε για αρκετές ώρες. Το πρωί της 19^{ης} Οκτωβρίου είχε διασχίσει την Σαρδηνία και κατευθύνθηκε νοτιότερα προς το Τυρρηνικό πέλαγος, όπου προκάλεσε έντονες βροχοπτώσεις πριν διαλυθεί. Η εμφάνιση του ματιού του κυκλώνα διήρκεσε από τις 05:30 έως τις 13:30 της 18^{ης} Οκτωβρίου (Luque et al., 2007). Η χρονική διάρκεια κατά την οποία ο κυκλώνας εμφάνισε τροπικά χαρακτηριστικά ήταν 18 ώρες. Η ελάχιστη επιφανειακή πίεση ήταν 990 hPa, ενώ η διάμετρος του δεν ξεπέρασε τα 150 km. Πλημμύρες προκλήθηκαν στην Σικελία, όπου έπεσαν συνολικά 109 mm βροχής (15-18 Οκτωβρίου). Καταγράφηκε ένας

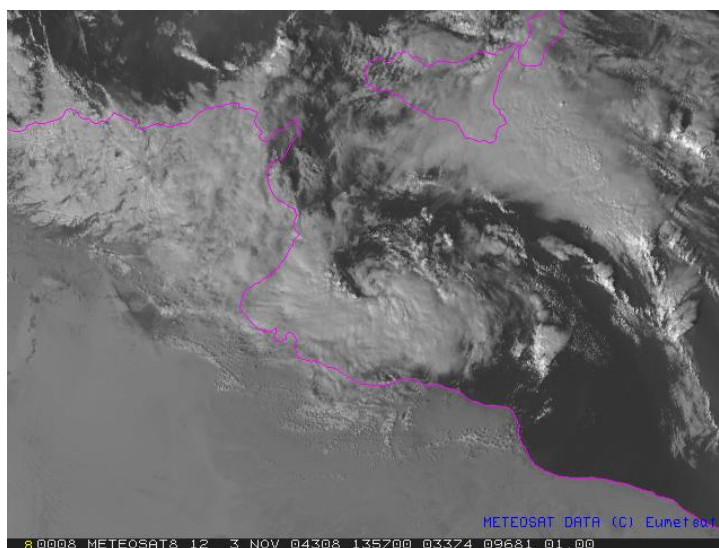
θάνατος από την πλημμύρα, ενώ οι ζημιές εκτιμήθηκαν σε 121.4 εκατομμύρια ευρώ (Lastoria et al., 2006).



Εικ. 4.43. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα, στις 12:30 UTC, 18/10/2003(πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

32. 2-5/11/2004 (22:12 UTC 2/11/2004– 23:57 UTC 5/11/2004)

Ο κυκλώνας σχηματίσθηκε το πρωί της 3^{ης} Νοεμβρίου 2004, στα ανοικτά των ανατολικών ακτών της Τυνησίας. Κατά την διάρκεια της επόμενης ημέρας κινήθηκε προς τα νοτιοανατολικά, περνώντας κοντά από την Τρίπολη της Λιβύης και ακολουθώντας πορεία σχεδόν παράλληλη με την ακτογραμμή. Κατά την διάρκεια της νύχτας κινήθηκε ανατολικότερα και την επόμενη ημέρα διαλύθηκε. Σύμφωνα με τους Levizzani et al. (2012), το σύστημα εμφάνισε τροπικά χαρακτηριστικά για διάστημα μικρότερο των 6 ωρών.

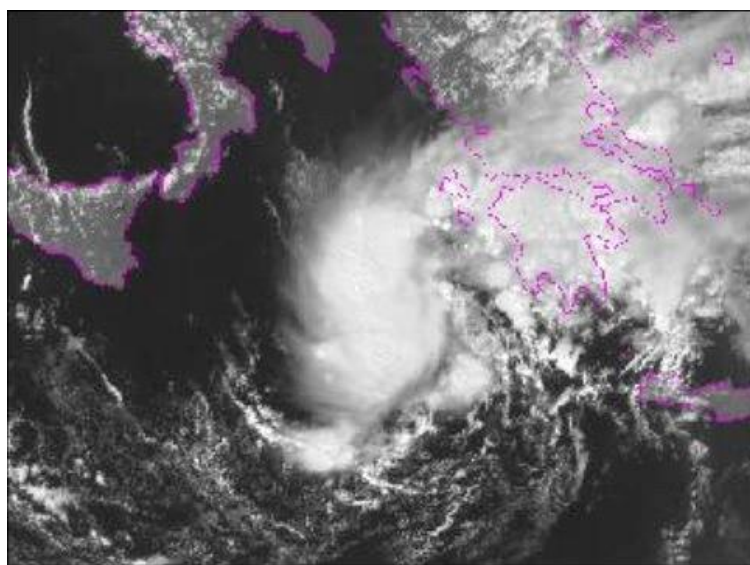


Εικ.4.44. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα, στις 13:57 UTC 3/11/2004 (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

33. 15-16/9/2005 (*Antigone*)

Μία περιοχή χαμηλών πιέσεων επικεντρώθηκε πάνω από τα νερά του Ιονίου πελάγους και προκάλεσε τον σχηματισμό ενός συστήματος έντονης κατακόρυφης μεταφοράς το πρωί της 15^{ης} Σεπτεμβρίου. Εκείνη την ημέρα το σύστημα εμφάνισε τροπικά χαρακτηριστικά και ανέμους των 35-40 knots κοντά στο κέντρο του (65-80 km/h). Κατά την διάρκεια της νύχτας η κυκλογένεση αποδυναμώθηκε γρήγορα καθώς το σύστημα μετακινήθηκε προς το νησί της Κρήτης όπου και διαλύθηκε το πρωί της 16^{ης} (βλ. εικ.10 (1), Παράρτημα).

Επιπτώσεις προκλήθηκαν από την κακοκαιρία στην περιοχή του Μαραθώνα, με μικρές ζημιές σε σπίτια και σε πολλά θερμοκήπια (16 Σεπτεμβρίου). Πλημμύρα επίσης παρατηρήθηκε στο Ναύπλιο την 15^η χωρίς επιπλέον ζημιές.

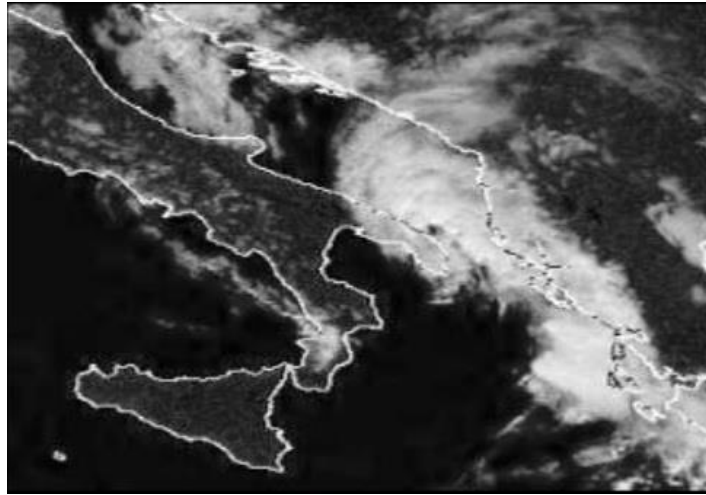


Εικ.4.45. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 15 Σεπτεμβρίου (πηγή: <http://www.medicanes.altervista.org/>).

34. 22-23/10/2005 (*Marco*)

Ένα σύστημα κατακόρυφης μεταφοράς οργανώθηκε ανατολικά της Σικελίας, εμφανίζοντας στροβιλισμό και μετακινούμενο πάνω από τα ύδατα του Ιονίου πελάγους την 22 Οκτωβρίου. Κατά την διάρκεια της νύχτας, μετακινήθηκε και έφτασε πάνω από το Salento της Ιταλίας όπου εντατικοποιήθηκε, προτού να προσεγγίσει τις ακτές της Αλβανίας την επόμενη ημέρα (βλ. εικ.10 (2), Παράρτημα).

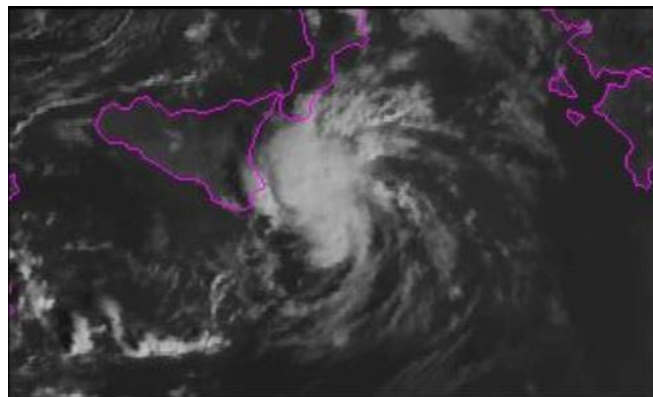
Οι άνεμοι δεν ξεπέρασαν την ένταση μίας τροπικής θύελλας, και ο κυκλώνας παρήγαγε ισχυρές βροχοπτώσεις στην χερσόνησο της Καλαβρίας και της Απουλίας. Στην Απουλία 200mm έπεσαν μέσα σε 24 ώρες (161 mm σε διάρκεια μόνο 3 ωρών, περισσότερα από αυτά που πέφτουν στην περιοχή όλο το έτος), προκαλώντας εκτεταμένες πλημμύρες («flash floods»), κατολισθήσεις και καταστροφές σε κτήρια και στο οδικό δίκτυο (Terranova and Gariano, 2014).



Εικ.4.46. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 23 Σεπτεμβρίου (πηγή: <http://www.medicanes.altervista.org/>).

35. 26-29/10/2005 (Laura) (20:30 UTC 26/10 - 14:30 UTC 29/10).

Ο κυκλώνας δημιουργήθηκε σε μία περιοχή πάνω από τα θερμά ύδατα του Λιβυκού πελάγους στις 20 Οκτωβρίου. Στην συνέχεια μετακινήθηκε προς τα βορειοανατολικά, πλησιάζοντας τις ανατολικές ακτές της Σικελίας, όπου η πορεία του δημιούργησε έναν μικρό βρόχο την 27^η (βλ. εικ.10 (3), Παράρτημα). Κατά την διάρκεια της νύχτας στράφηκε προς τα νοτιοανατολικά στο Ιόνιο πέλαγος, όπου διαλύθηκε στις 28. Κοντά στο κέντρο του παρατηρήθηκαν άνεμοι των 35 knots (έντασης τροπικής θύελλας). Η εμφάνιση ματιού διήρκεσε από τις 10:00 έως τις 12:00 της 28^{ης} Οκτωβρίου.



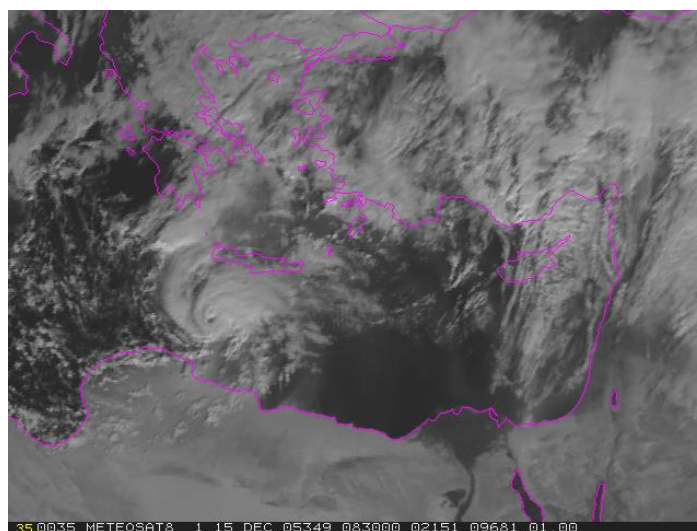
Εικ.4.47. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα, ανατολικά της Σικελίας (πηγή: <http://www.medicanes.altervista.org/>).

36. 13-16/12/2005 (Zeo) (05:00 UTC 13/12/2005 - 12:30 UTC 16/12/2005)

Ο κυκλώνας αυτός αναπτύχθηκε στις 13 Δεκεμβρίου 2005 νότια της Σικελίας, κοντά στις ακτές της Τυνησίας. Την επόμενη εμφάνισε οργανωμένα νέφη γύρω από το κέντρο του και

την νύχτα της άρχισε την πορεία του προς τα ανατολικά (Levizzani et al., 2012). Την 15^η παρουσίασε ένα καλά καθορισμένο μάτι στις δορυφορικές εικόνες, βρισκόμενος το πρωί εκείνης της ημέρας νότια της Κρήτης, και συνέχισε την ανατολική πορεία του τις επόμενες ώρες (βλ. εικ.10 (4) και Εικ.9, Παράρτημα). Το πρωί της 16^{ης} έφτασε πάνω από την θαλάσσια περιοχή νότια της Κύπρου και στη συνέχεια προσέγγισε τις ακτές της Συρίας αρχίζοντας να εξασθενεί, ώσπου διαλύθηκε.

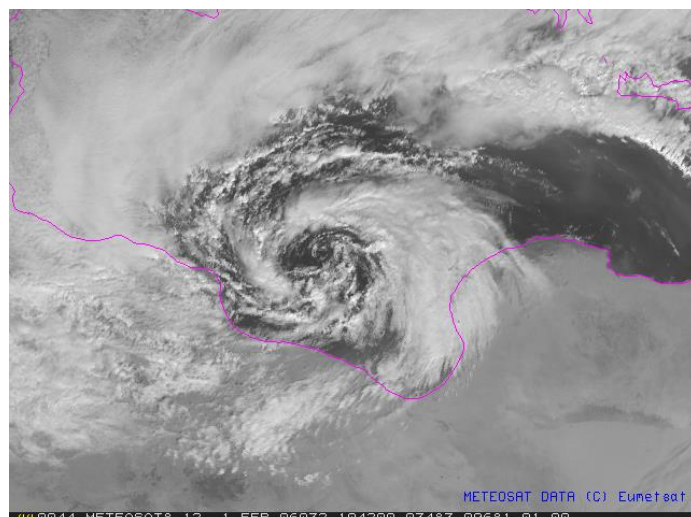
Η ακτίνα του κυκλώνα κυμάνθηκε από 50-100km και η ελάχιστη πίεση έφτασε τα 986 hPa. Ανέπτυξε τρεις φάσεις με τροπικά χαρακτηριστικά (διάρκειας 6, 12 και 15 ωρών) (Luque et al., 2007), ενώ εμφάνισε μάτι σε δύο χρονικές περιόδους: στις 14/12: 08:00 – 15:15 (όσο ήταν νότια της Ιταλίας και στις 15/12: 06:00 – 14:15 νότια της Κρήτης) (Levizzani et al., 2012). Οι μέγιστοι άνεμοι που καταγράφηκαν ήταν 25 ms⁻¹. Ισχυροί άνεμοι καταγράφηκαν στην Τυνησία και την Σικελία, στην οποία έπεσαν 300mmσε 24ώρες.



Εικ.4.48. Στις 08:30 UTC, 15 Δεκεμβρίου 2005 (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes>).

37. 31/1-3/2/2006 (11:42 UTC 31/1/2006 - 12:00 UTC 3/2/2006)

Δημιουργήθηκε στις 31 Ιανουαρίου στα ανοικτά των ακτών της Λιβύης. Την επόμενη ημέρα εμφάνισε ευδιάκριτο κέντρο με συμπαγές τείχος νεφών περιστρεφόμενο γύρω του και ακολούθησε πορεία νοτιοανατολική. Στις 2 Φεβρουαρίου προσέγγισε την χέρσο και λίγες ώρες αργότερα εξασθένησε. Επιπτώσεις δεν είναι γνωστές.

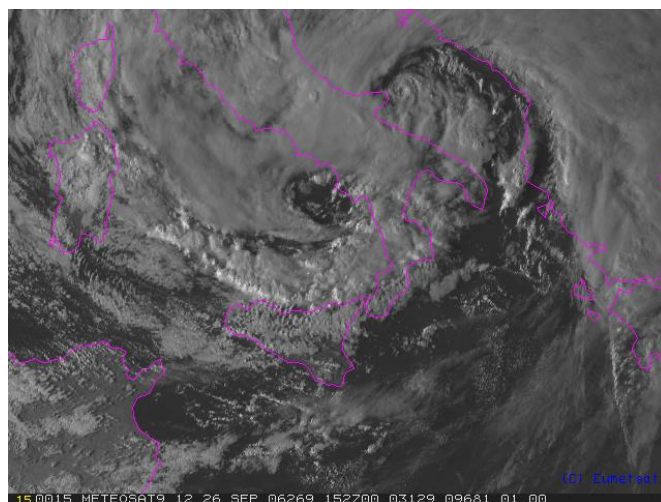


Εικ.4.49. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα, στις 10:42 UTC 1/2/2006 (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

38. 25-28/9/2006 (12:42 UTC 25/9/2006 -18:12 UTC 28/9/2006)

Ένας κυκλώνας με χαρακτηριστικά τυπικά των τροπικών κυκλώνων σχηματίσθηκε πάνω από την νοτιοανατολική Ιταλία το πρωί της 26^{ης} Σεπτεμβρίου 2006. Προσέγγισε την χερσόνησο της Απουλίας στις 26, και την επόμενη ημέρα έφτασε πάνω από την Αδριατική, όπου μετά από λίγες ώρες διαλύθηκε (βλ. εικ.9, Παράρτημα). Διάφοροι σταθμοί κατέγραψαν μία απότομη μείωση των επιφανειακών πιέσεων, έως και 986 hPa. Βάσει δορυφορικών παρατηρήσεων, η διάμετρος του συστήματος εκτιμήθηκε στα περίπου 60 km.

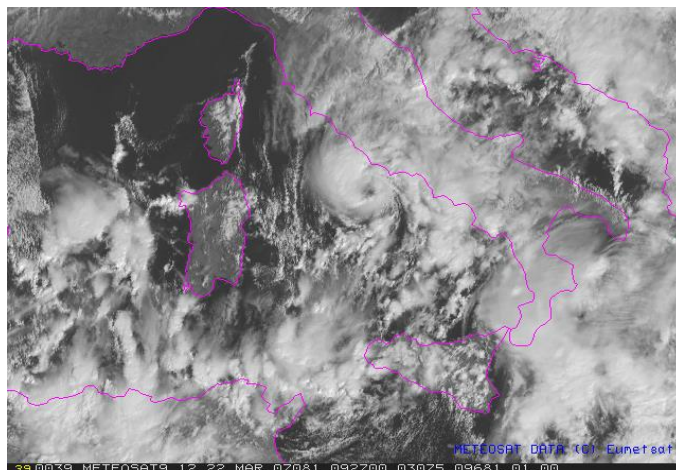
Έντονες βροχοπτώσεις καταγράφηκαν στην νότια Ιταλία. Στις 26 Σεπτεμβρίου στις περίπου 09:00 UTC καταγράφηκαν η μέγιστη τιμή των 120 mm που παρατηρήθηκε στον σταθμό του Crispiano. Επίσης, ριπές ανέμου ταχύτητας 78 knots (39 ms⁻¹) καταγράφηκαν στο αεροδρόμιο της Galatina.



Εικ.4.50. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 15:27 UTC, της 26^{ης} Σεπτεμβρίου 2006 (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

39. 19-23/3/2007 (14:27 UTC 19/3/2007 - 17:57 UTC 23/3/2007)

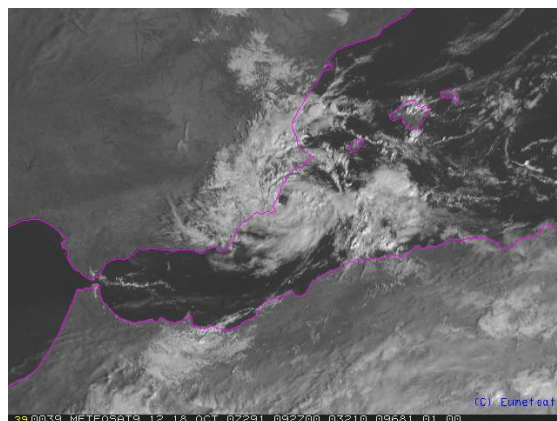
Ο κυκλώνας δημιουργήθηκε στις 19 Μαρτίου 2007 ανάμεσα στην Κορσική και στις ακτές της Ιταλίας. Την 20^η Μαρτίου μετακινήθηκε προς τα ανατολικά πάνω από την Ιταλική χέρσο, ενώ την επόμενη ημέρα ακολούθησε νότια πορεία. Στις 22 Μαρτίου κινήθηκε προς τα ανατολικά και εμφάνισε ένα καλά καθορισμένο μάτι, ενώ την επόμενη ημέρα διαλύθηκε. Πλημμύρες προκλήθηκαν στην χερσόνησο της Καλαβρίας.



Εικ.4.51. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 09:27 UTC, της 22^{ας} Μαρτίου 2007 (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

40. 16-18/10/2007 (18:42 UTC 16/10/2007 - 22:12 UTC 18/10/2007)

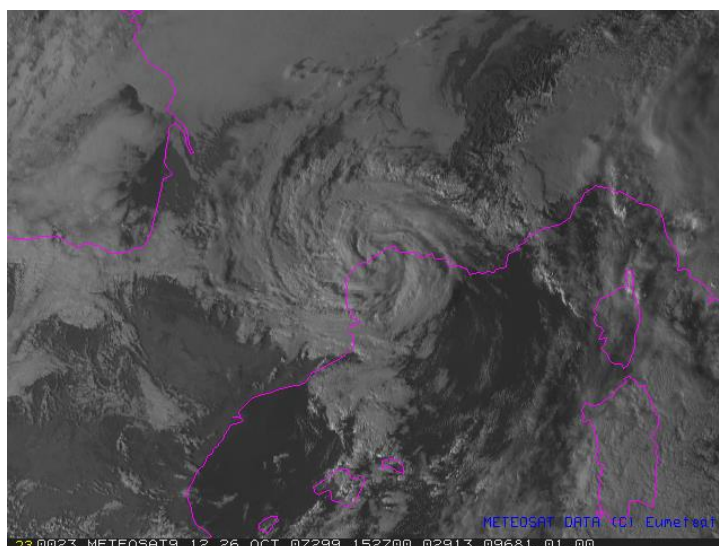
Ο κυκλώνας δημιουργήθηκε την 17^η Οκτωβρίου κοντά στις βορειοδυτικές ακτές των Βαλεαρίδων νήσων. Την επόμενη ημέρα ακολούθησε μία νοτιοδυτική πορεία, παράλληλη με τις ακτές της νότιας Ισπανίας, και σε λίγες ώρες διαλύθηκε. Οι δορυφορικές εικόνες αποκαλύπτουν ένα κυκλωνικό σύστημα με καλά καθορισμένο μάτι (0900 UTC της 18^{ης}), ενώ η κατακόρυφη μεταφορά ήταν αρκετά ρηχή και το σύστημα διατήρησε τα τροπικά χαρακτηριστικά του μόνο για λίγες ώρες. Η μέγιστη ταχύτητα των ανέμων ήταν 78.7 km/h και ο χρόνος ζωής του συστήματος ήταν 18 ώρες. Επίσης, δύο σίφωνες (tornado) παρατηρήθηκαν στις Βαλεαρίδες την 17^η και καταγράφηκαν με ερασιτεχνική κάμερα.



Εικ.4.52. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 09:27 UTC, της 18^{ης} Οκτωβρίου 2007 (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

41.25-27/10/2007 (09:12 UTC 25/10/2007 - 15:12 UTC 27/10/2007)

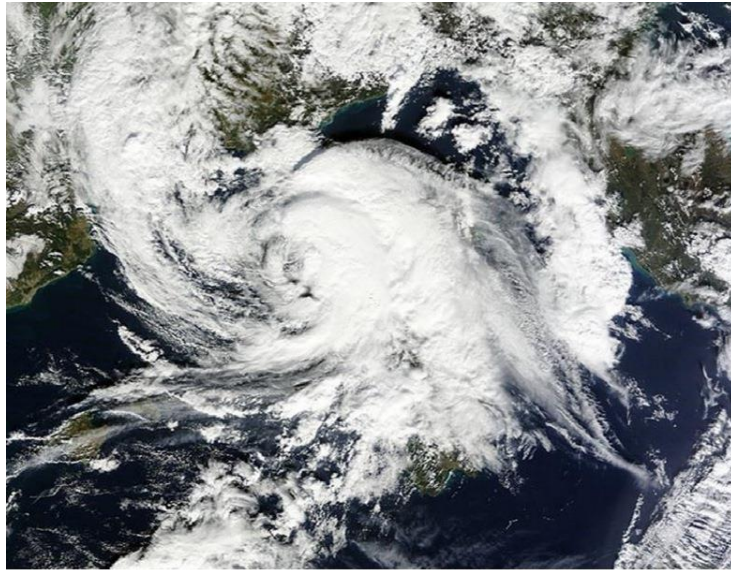
Ο medicane αυτός άρχισε να δημιουργείται στις 25 Οκτωβρίου 2007 πάνω από την νότια Γαλλία, ενώ εμφάνισε καθαρή περιστροφή των νεφών την επόμενη ημέρα, πάνω από τον κόλπο της Λυών. Στις 27 Οκτωβρίου διαλύθηκε. Πρόκειται για ένα μικρότερο από σύστημα διαμέτρου μόλις 100km, με την διάρκεια της φάσης τροπικών χαρακτηριστικών του να διαρκεί 6 ώρες και την ελάχιστη πίεση να είναι 996 hPa. Οι μέγιστοι άνεμοι που καταγράφηκαν ήταν 129.7 km/h.



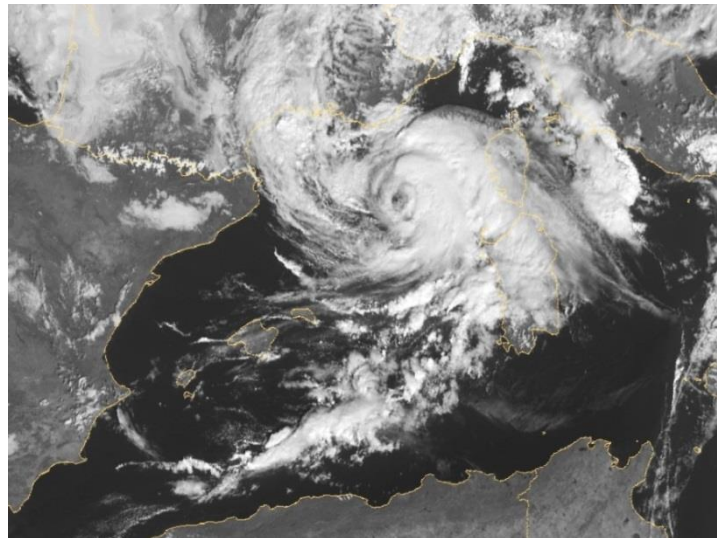
Εικ.4.53. Δορυφορική εικόνα του κυκλώνα στις 15:27 UTC, της 26^{ης} Οκτωβρίου 2007 (πηγή: <http://meteo.uib.cat/medicanes/>).

42. 4-9/11/2011 (Rolf)

Ο κυκλώνας αυτός ξεκίνησε καθώς ένα έξτρα-τροπικό σύστημα αργά εξελίχθηκε σε υποτροπικό χαμηλό πάνω από τα θερμά ύδατα της Μεσογείου. Η καταιγίδα αργά μετακινήθηκε προς τα δυτικά, στις 6 Νοεμβρίου 2011 (βλ. Εικ.11, Παράρτημα). Στην συνέχεια καθώς εξακολούθησε την προς δυμάς πορεία της, άρχισε να αυξάνεται η κατακόρυφη μεταφορά, και στις 7 Νοεμβρίου προσέγγισε τον κόλπο της Λυών ως υποτροπική διαταραχή (Kerkmann and Bachmeier, 2011). Αργότερα την ίδια ημέρα μετασχηματίστηκε και ενδυναμώθηκε σε μία τροπική ύφεση στα ανοικτά των ακτών της Γαλλίας (τότε αναγνωρίστηκε ως κατηγορίας 01M από την NOAA). Επίσης την ίδια ημέρα αναβαθμίστηκε σε τροπική καταιγίδα. Στις 8 Νοεμβρίου συνέχισε να δυναμώνει προσεγγίζοντας την Γαλλία. Στις 9 Νοεμβρίου η καταιγίδα προσέγγισε την χέρσο της νοτιοανατολικής Γαλλίας, κοντά στο Hyères, όπου εξασθένησε λίγο αργότερα (Kerkmann and Bachmeier, 2011).



Εικ.4.54. Ο medicane Rolf, στις 7 Νοεμβρίου 2011, 12:00 UTC (<https://earthdata.nasa.gov/>).

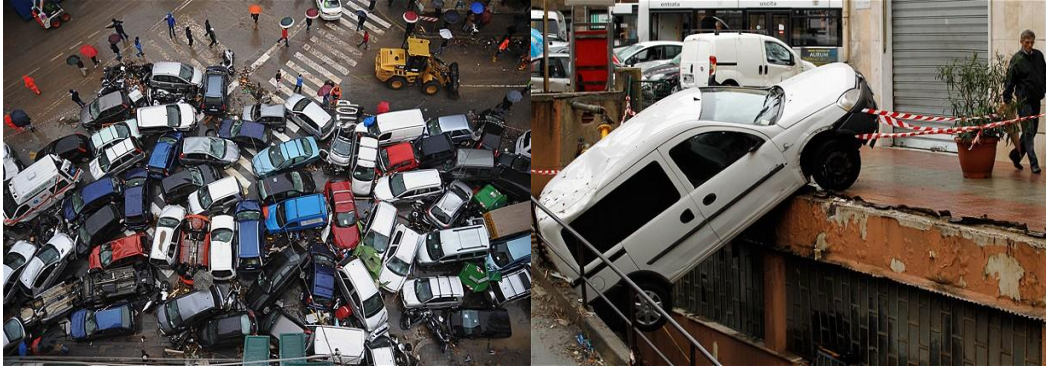


Εικ.4.55. Ο medicane Rolf πάνω από την δυτική Μεσόγειο στις 8 Νοεμβρίου 2011, 10:00 UTC (Meteosat-8 HRV Image, source EUMETSAT) (Ramis et al., 2013).

Στο μέγιστο της έντασής της (8 Νοεμβρίου) η καταιγίδα εμφάνισε ένα ελάχιστο επιφανειακής πίεσης των 991 hPa. Οι ταχύτητες ανέμων εκτιμήθηκε ότι έφτασαν τους 45 knots (Kerkmann and Bachmeier, 2011). Ο κυκλώνας προκάλεσε πλημμύρες στην Ισπανία και στα νησιά των Βαλεαρίδων, στις 6 Νοεμβρίου 2011. Στη συνέχεια έκανε αισθητές τις επιπτώσεις της στην νότια Γαλλία και την βόρεια Ιταλία (Ramis et al., 2013). Συνολικά, ο Rolf προκάλεσε έντονες πλημμύρες σε μέρη της Ισπανίας, της Ιταλίας και της Γαλλίας. Από τις 6 έως τις 8 Νοεμβρίου παρήγαγε ένα σύνολο 600 mm βροχής σε περίπου 72 ώρες στην νοτιοδυτική Ευρώπη. Επίσης, συνολικά 11 άνθρωποι έχασαν την ζωή τους από την καταιγίδα (Kerkmann and Bachmeier, 2011).

Όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες, προκλήθηκαν πλημμύρες σε αρκετά μέρη της Γένοβας, όπου σημειώθηκαν οι 6 από τις συνολικές απώλειες. Μεγάλες ζημιές σημειώθηκαν στην ιδιωτική και δημόσια περιουσία, καθώς οχήματα παρασύρθηκαν από τα

ύδατα απέκλιναν τους δρόμους στο κέντρο της πόλης, ενώ αρκετά δημόσια κτήρια εμφάνισαν ζημιές (πηγή: <http://www.telegraph.co.uk/>). Στην Γένοβα 356 mm βροχής – το ένα τρίτο της μέσης ετήσια βροχόπτωσης - έπεσε σε διάστημα έξι ωρών της 4ης Νοεμβρίου. Επίσης, ισχυρές βροχοπτώσεις προκάλεσαν πλημμύρες στην νότια Γαλλία κατά την διάρκεια της 5ης και 6ης Νοεμβρίου, προκαλώντας την απομάκρυνση περίπου 600 κατοίκων, ενώ τρεις άνθρωποι πέθαναν λόγω του καιρού.



Εικ.4.56. Οχήματα που παρσύρθηκαν από τις έντονες πλημμύρες που προκάλεσε ο κυκλώνας Rolf στην Γένοβα της Ιταλίας, στις 5 Νοεμβρίου 2011. (<http://www.telegraph.co.uk/>).



Εικ.4.57. Ζημιές καταγράφηκαν και σε καταστήματα της Γένοβας (5 Νοεμβρίου) (<http://www.telegraph.co.uk/>).



Εικ.4.58. Κατάρρευση της γέφυρας του παραποτάμου Ρο, του ρέματος Pellice, στα περίχωρα του Τορίνο στις 6 Νοεμβρίου (<http://www.telegraph.co.uk/>).



Εικ.4.59. Αριστερά: πλημμύρα στην περιοχή Cagnes-sur-Mer της Γαλλίας, δεξιά: δρόμος της περιοχής της Villeneuve-Loubet (Γαλλία), αποτελέσματα των έντονων βροχοπτώσεων του διημέρου της 5^{ης} και 6^{ης} Νοεμβρίου (<http://www.telegraph.co.uk/>).

43. 17-22/11/2013 (Cleopatra)

Το σύστημα ξεκίνησε από την δημιουργία ενός ασθενή κυκλώνα στα ανοικτά της Ιβηρικής χερσονήσου, στις 17 Νοεμβρίου 2013. Στις 19 Νοεμβρίου διέσχισε τη Σαρδηνία ως τυφώνας Κατηγορίας 1 στην κλίμακα Σαφίρ-Σίμπσον, προκαλώντας μεγάλες καταστροφές. Στη συνέχεια, πέρασε πάνω από την επαρχία της Καλαβρίας και το νότιο άκρο της χερσονήσου της Ιταλίας. Στις 20 Νοεμβρίου, διέσχισε την Αδριατική Θάλασσα και έφτασε στη δυτική Ελλάδα έχοντας πλέον εξασθενήσει στο επίπεδο της σφοδρής θύελλας, προκαλώντας ισχυρές καταιγίδες. Συνέχισε την πορεία του μέχρι τις 22 Νοεμβρίου, κατά την διάρκεια της οποίας διέσχισε μεγάλο μέρος του νοτίου Αιγαίου, ξαναδυναμώνοντας όμως κατευθυνόμενο προς την Ρόδο, όπου προκάλεσε και άλλες νεροποντές και πλημμύρες. Στο τέλος διαλύθηκε, αφήνοντας πίσω του ένα μονοπάτι καταστροφής και πλημμυρών.



Εικ.4.60. Δορυφορική φωτογραφία του medicane Cleopatra, στις 19 Νοεμβρίου 2013 (<https://earthdata.nasa.gov/>).

Ο medicane Cleopatra ήταν ένας καταστρεπτικός κυκλώνας, που προκάλεσε πλήθος επιπτώσεων. Πολύ μεγάλο θεωρείται και το ποσό των βροχοπτώσεων που προκλήθηκε, καθώς ήταν κατά πολύ μεγαλύτερο από τις συνήθεις κλιματικές τιμές (Casella et al., 2013). Κατά την διέλευση του κυκλώνα πάνω από τα νησιά των Βαλεαρίδων καταγράφηκαν ισχυρές βροχοπτώσεις, συνολικής διάρκειας 2 ωρών. Στην Σαρδηνία (19 Νοεμβρίου) προκλήθηκαν μεγάλες καταστροφές, ιδίως στην νότια περιοχή όπου μεγάλο μέρος της πλημμύρισε όταν το σύστημα αναχωμάτων που προστάτευε την πόλη καταστράφηκε, σε κάποια σημεία αρκετές ώρες μετά την αποχώρηση του κυκλώνα. Σε αρκετά σημεία διακόπηκε η οδική κυκλοφορία, ενώ καταγράφηκαν ζημιές σε ιδιωτική και δημόσια περιουσία. Επίσης, παρατηρήθηκε χαλαζόπτωση (διάμετρος έως και 2 cm), ενώ σίφωνες (tornado) παρατηρήθηκαν στις δυτικές ακτές της Ιταλίας. Συνολικά, στις περιοχές της Σαρδηνίας και της Καλαβρίας (18^η και 19^η Νοεμβρίου) προκλήθηκαν από τον κυκλώνα συνολικές οικονομικές ζημιές αξίας 780000 δολαρίων ΗΠΑ, ενώ οι απώλειες ανθρώπινων ζών έφτασαν τις 16 (Terranova and Gariano, 2014), με περίπου 3000 άστεγους σύμφωνα με διαδικτυακές πηγές.



Εικ.4.61. Εικόνες από τις ζημιές που προκλήθηκαν από τις πλημμύρες της 22^{ας} Νοεμβρίου 2013, στις περιοχές της Κρεμαστής και της Ιαλυσού (<http://www.meteo-news.gr/>).

Επίσης, στις 22 Νοεμβρίου, προκλήθηκαν ισχυρές βροχοπτώσεις και πλημμύρες στο νησί της Ρόδου, με αποτέλεσμα 4 άνθρωποι να χάσουν την ζωή τους παρασυρόμενοι από έναν χείμαρρο. Ταυτόχρονα έγιναν περίπου 350 κλήσεις στην Πυροσβεστική για άντληση υδάτων και απεγκλωβισμούς, καθώς και εκτεταμένες διακοπές ρεύματος που οφείλονταν σε πτώσεις κεραυνών ακόμα και σε κατοικημένες περιοχές, διακοπές στην τηλεπικοινωνία και κατολισθήσεις (<http://www.meteo-news.gr/>). Σύμφωνα με το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών μέσα σε 48 ώρες έπεσαν 162mm βροχής, ενώ οι περιοχές που επλήγησαν από την πλημμύρα ήταν αυτές της Κρεμαστής και Ιαλυσού.



Εικ.4.62. Φορτηγά και λεωφορεία έμειναν ακινητοποιημένα από την σφοδρότητα της καταιγίδας στην Σαρδηνία, στις 19 Νοεμβρίου (πηγή: <http://www.bbc.com/>).



Εικ.4.63. Αυτοκίνητα μετακινήθηκαν λόγω της δύναμης της ροής των υδάτων στην Σαρδηνία (<http://www.bbc.com/>).

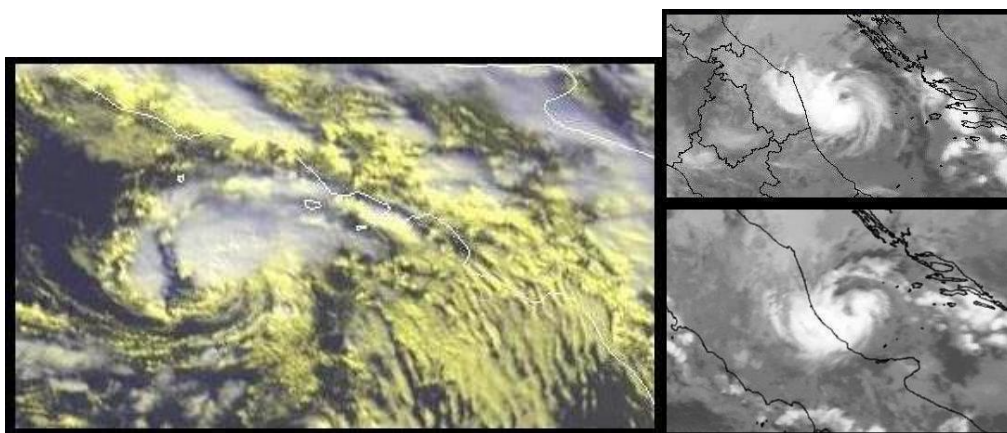


Εικ.4.64. Καταστροφές σε δρόμο της Σαρδηνίας, λόγω των έντονων πλημμυρών, που έλαβαν χώρα στο διάστημα 17-19 Νοεμβρίου (<http://www.bbc.com/>).

44. 19-22/1/2014 (Iliona)

Ένας βαθύς κυκλώνας (989 hPa) σχηματίσθηκε στην δυτική Μεσόγειο, πάνω από την θάλασσα Alboran, εξελισσόμενος γρήγορα σε υποτροπική θύελλα. Η θύελλα κινήθηκε προς τα ανατολικά παράλληλα με τις ακτές της βόρειας Αφρικής (βλ. Εικ.12, Παράρτημα). Την νύχτα της 20 Ιανουαρίου μειώθηκε σε μέγεθος και ακριβώς νοτιοδυτικά της Σαρδηνίας απέκτησε εμφανή τροπικά χαρακτηριστικά. Το επόμενο πρωί, αφού κινήθηκε ανατολικά, εισήλθε στο Τυρρηνικό πέλαγος, με εναλλασσόμενες φάσεις κατακόρυφης μεταφοράς και καταιγίδων στο κέντρο της, μέχρι να προσεγγίσει την ξηρά της νότιας κεντρική Ιταλίας, βόρεια της Νάπολης.

Στο νησί της Procida καταγράφηκε πίεση των 994 hPa με μέγιστους ανέμους των 98 km/h. ο κυκλώνας διέσχισε την Ιταλία, εξασθένησε, αλλά ανέκτησε την έντονη κατακόρυφη μεταφορά την επόμενη ημέρα στο κέντρο της Αδριατικής, στα ανοικτά της Ancona. Ανάμεσα στο βράδυ και την νύχτα της 21^{ης} η μικρή αυτή τροπική θύελλα παρουσίασε ξανά πολύ καθαρή κατακόρυφη μεταφορά, σχηματίζοντας ένα μάτι και ελικοειδής μορφής νέφη. Μετά από κάποιες ώρες που παρέμεινε σχεδόν σταθερή, ξεκίνησε να μετακινείται προς τα νότια, εξασθενώντας τις πρώτες ώρες της 22^{ας}. Ο κυκλώνας επηρέασε το Αλγέρι και την κεντρική και νότια Ιταλία. Στο Αλγέρι καταγράφηκαν άνεμοι έως και 80km/h.

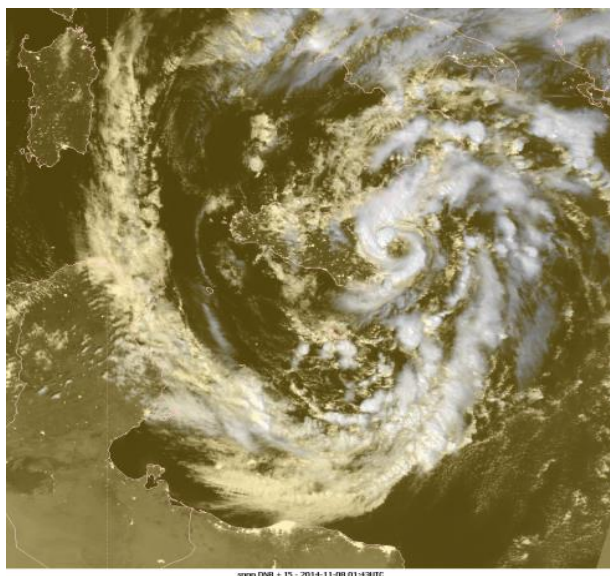


Εικ.4.65. Δορυφορικές εικόνες του κυκλώνα Illiona (πηγή: <http://www.medicanes.altervista.org/>).

45. 7-8/11/2014 (Qendresa) (03:00 UTC 07 /11/ 2014 - 12:00 UTC 08 /11/2014)

Η παρατήρηση της πορείας του medicane Qendresa γίνεται δυνατή μέσω της παρακολούθησης των εικόνων που προήλθαν από τον δορυφόρο Meteosat-9 (ταχεία σάρωση ανά 5 λεπτά) και την σύνθεσή τους σε ένα animation που έχει γίνει από το MeteoGroup. Αυτές οι υψηλής ανάλυσης εικόνες δείχνουν τον «εκρηκτικό» σχηματισμό του στροβίλου στα ανοικτά των ακτών της Τυνησίας, στην περιοχή της Pantelleria, την πορεία του στα ύδατα νοτίως και ανατολικά της Σικελίας και την εξασθένησή του στο Ιόνιο

πέλαγος. Το σύστημα είναι ευδιάκριτο στην ασπρόμαυρη εικόνα (εικ.4.66.), με υψηλά νέφη να φαίνονται λευκά, ενώ τα χαμηλότερα νέφη και το τεχνητό φως είναι κιτρινωπά.

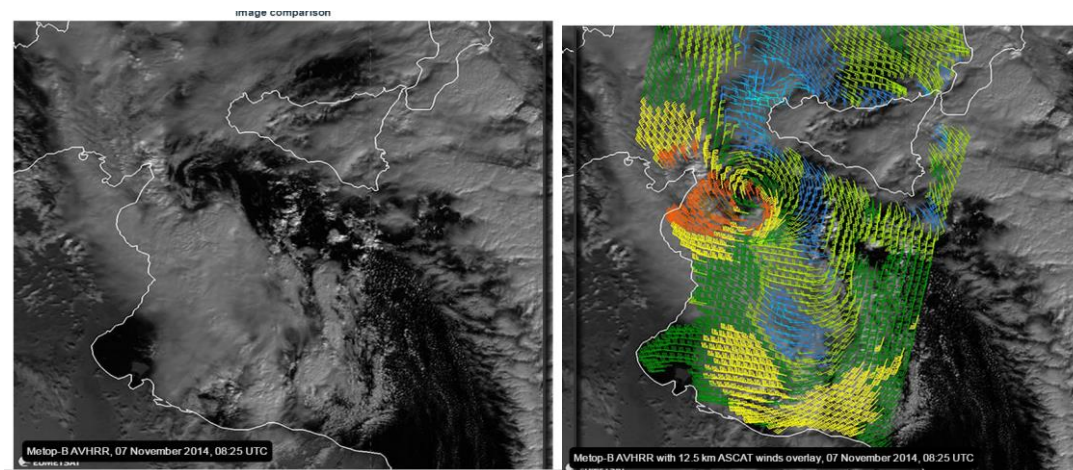


Εικ.4.66. Ο medicane Qendresa σε ασπρόμαυρη εικόνα (Day-Night-Band image (750 m resolution)) στις 8 Νοεμβρίου 2014, 01:43 UTC (πηγή: EUMETSAT image library, <http://www.eumetsat.int/>).

Ο medicane Qendresa γεννήθηκε ως ένα αποκομμένο χαμηλό και διαδόθηκε κατά μήκος της κεντρικής Μεσογείου (Matsangouras et al., 2015). Στις 7 Νοεμβρίου 2014 χτύπησε πρώτα την Lampedusa (στο νησί της Linosa), ύστερα την Μάλτα και τελικά την ανατολική ακτή της Σικελίας πριν να εξασθενήσει. Η επαφή της Qendresa με την χέρσο πάνω από την ανατολική Σικελία (τη νύχτα της 7^{ης} προς 8^η Νοεμβρίου) προκάλεσε μία μείωση της ενέργειας, της υγρασίας και των ροών από την θερμή επιφάνεια της θάλασσας, ενώ οδήγησε σε μία ανισορροπία του συστήματος. Όλα αυτά πιθανώς συνεισέφεραν στην γρήγορη εξασθένηση του συστήματος στις 8 Νοεμβρίου.



Εικ.4.67. Το μεσημέρι της 7^{ης} Νοεμβρίου 2014, ο κυκλώνας προσέγγισε το νησί της Λαμπεντούζα (Aqua-MODIS, NASA/EOSDIS) (Sachweh, 2015).



Εικ. 4.68. Σύγκριση των εικόνων Metop-B AVHRR, με και χωρίς ASCAT winds (<http://www.eumetsat.int/>).

Παρατηρήσεις εδάφους από την Bugibba, μία περιοχή στο ΒΔ τμήμα της Μάλτας, επιβεβαιώνουν την δομή μίας τροπικής καταιγίδας. Σύμφωνα με την επίσημη σελίδα του EUMETSAT, για την περίπτωση της Qendresa παρατηρήθηκε ένα τείχος ματιού (eye-wall) με μέσους ανέμους των 111 km/h και ριπές που έφτασαν έως και τα 154 km/h. Επίσης, στο μάτι της καταιγίδας παρατηρήθηκαν συνθήκες πλήρους ηρεμίας με μία αξιοσημείωτη χαμηλή πίεση των 978.6 hPa. Επίσης, Οι τοπογραφικές επιδράσεις μπορεί να αύξησαν τον άνεμο (εμφάνιση πρώτου τείχους ματιού) ή να μείωσαν τον άνεμο (εμφάνιση δεύτερου τείχους ματιού), καθώς η καταγραφή του ανέμου δεν είναι συμμετρική, αντίθετα με αυτήν της πίεσης.

Ισχυρές ριπές καταγράφηκαν στο νησί της Lampedusa, της Linosa και της Μάλτας. Οι λειτουργίες του αεροδρομίου και των μεταφορών ανεστάλησαν και πολλές περιοχές έμειναν χωρίς ρεύμα, καθώς η καταιγίδα προκάλεσε μεγάλες ζημιές. Κατά την διέλευση του κυκλώνα Qendresa, οι ταχύτητες των ριπών του ανέμου που μετρήθηκαν έφτασαν τα 154 km/h στο St.Pauls Bay (Malta), τα 135 km/h στο νησί της Lampedusa, τα 119 km/h στην Luga (Malta), τα 98 km/h στην Linosa και τα 93 km/h στην Catania, σύμφωνα με διαδικτυακές πηγές. (<http://metteochannel.blogspot.de/2014/11/medicane-qendresa-i-am-07-november-2014.html>).

Κατά την διέλευση της Qendresa, στην Catania καταγράφηκαν πολύ ισχυροί βόρειοι έως βορειοανατολικοί άνεμοι. Αυτό θα μπορούσε να είναι ένα αποτέλεσμα του «barrier effect», από το όρος Etna, το οποίο ενίσχυσε τους ανέμους στην αριστερή πλευρά του στροβίλου. Αυτό μπορεί να εξηγήσει το γεγονός ότι το σύστημα, αφού χτύπησε την Σικελία, μετακινήθηκε πάλι προς το νότο (web: EUMETSAT image library). Η Qendresa προκάλεσε ισχυρή βροχόπτωση στη Μάλτα και την Σικελία. Άνεμοι εντάσεων τυφώνα προκάλεσαν καταστροφές στο νησιά Lampedusa και Malta, καθώς και σε μερικές παράκτιες περιοχές της Σικελίας. Στις 7 Νοεμβρίου η καταιγίδα έπληξε αρχικά την Lampedusa στο νησί της Linosa, και κατόπιν την Malta (γύρω στις 16.30 UTC) και μετά την ανατολική ακτή της Σικελίας. Στις 8 Νοεμβρίου, μέσα σε διάστημα 24 ωρών καταγράφηκαν πάνω από 100 mm στις επαρχίες της Catania και της Ragusa. Η καταιγίδα διήλθε κατά μήκος των ακτών της Σικελίας, κάνοντας αισθητή την τροπική καταιγίδα φύση της.



Εικ.4.69. Καταστροφές που προκλήθηκαν από τον κυκλώνα βόρεια της Catania (στην περιοχή Giardini-Naxos) (πηγή: EUMETSAT image library, <http://www.eumetsat.int/>).



Εικ.4.70. Καταστροφές στην Μάλτα. Αριστερά: ξεριζωμένα δέντρα, δεξιά: πλημμυρισμένος δρόμος (πηγή: maltattraffic).



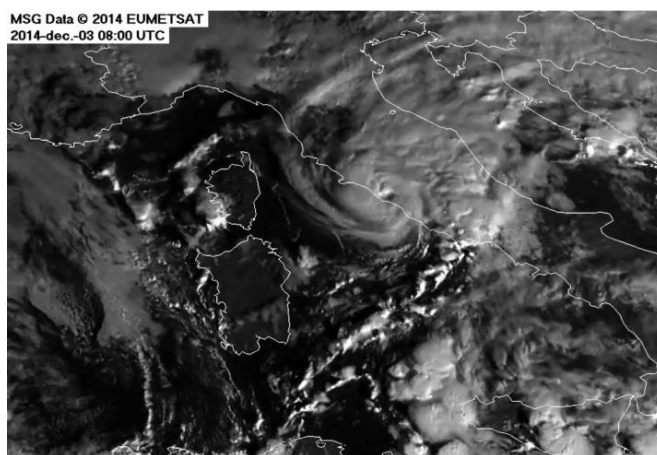
Εικ.4.71. Πλημμύρα στο δρόμο F.S. Caruana, Birkirkara (πηγή: <http://www.maltatoday.com.mt/>)



Εικ.4.72. Ζημιές στο λιμάνι της Μάλτας από τους ισχυρούς ανέμους (πηγή: <http://www.maltatoday.com.mt/>)

46. 30/11 - 8/12/2014 (Xandra)

Τις τελευταίες ημέρες του Νοεμβρίου του 2014 ένα ψυχρό μέτωπο κινήθηκε από τον Ατλαντικό ωκεανό προς την δυτική Αφρική, προκαλώντας καταστροφικές πλημμύρες στο Μορόκο, με πολλά θύματα. Στις 30 Νοεμβρίου, ο ίδιος ψυχρός πυρήνας πέρασε στην δυτική Μεσόγειο και μετασχηματίστηκε («warm seclusion») σε έναν έξτρα-τροπικό κυκλώνα, προκαλώντας καταιγίδες και ισχυρές βροχοπτώσεις στα νησιά των Βαλεαρίδων και στις Ισπανικές ακτές. Κατά την διάρκεια της 1^{ης} Δεκεμβρίου, ο κυκλώνας κινήθηκε προς τα ανατολικά, ενώ στις 2 Δεκεμβρίου απέκτησε έντονη κατακόρυφη μεταφορά, παρουσία κέντρου ακριβώς πριν περάσει πάνω από τις ακτές της Σαρδηνίας (βλ. Εικ.13, Παράρτημα). Στη συνέχεια μετασχηματίστηκε σε τροπικό κυκλώνα κατά την διάρκεια της νύχτας της 2^{ας} προς 3^{ης} Δεκεμβρίου, διαθέτοντας κυκλική περιστροφή και κινούμενος προς τα βορειοανατολικά. Το πρωί της 3^{ης} Δεκεμβρίου σχημάτισε ένα καθαρό μάτι, ορατό στις δορυφορικές εικόνες, που γρήγορα τις επόμενες ώρες χάνεται, καθώς ο κυκλώνας πέρασε πάνω από την βόρεια Ιταλία και διαλύθηκε. Η ελάχιστη πίεση στο κέντρο του συστήματος ήταν 992 hPa.



Εικ.4.73. Δορυφορική εικόνα του Meteosat, στις 08:00 UTC, 3/12/2014.

Στην πορεία του ο κυκλώνας προκάλεσε ισχυρές βροχοπτώσεις στην Πορτογαλία και την Ισπανία, επηρέασε μέρη του Μαρόκο,, και προκάλεσε πλημμύρες («flash floods») στην νοτιοανατολική Γαλλία, πριν χτυπήσει τις ιταλικές ακτές κοντά στην περιοχή της Ρώμης (όπου τα κύματα κατέκλυσαν τις ακτές). Ο κυκλώνας χτύπησε ακτές βόρεια του Lazio, όπου οι ταχύτητες των ριπών του ανέμου κυμάνθηκαν ανάμεσα στα 74 και στα 90 km / h, επηρεάζοντας την ακτή σε μία ακτίνα περίπου 60 km, συνοδευόμενοι από ισχυρές βροχοπτώσεις. Οι μεγαλύτερες ποσότητες βροχόπτωσης καταγράφηκαν στην περιοχή της Ciociaria, (100mm), όπου υπήρξαν εκτεταμένες πλημμύρες και 2 θάνατοι. Στην Τοσκάνη, στην Umbria και στην Emilia επίσης προκλήθηκαν ισχυρές βροχοπτώσεις και καταγράφηκαν μεγάλης ταχύτητας ριπές ανέμου.

4.2. Άλλα γεγονότα Μεσογειακών κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών

Εκτός από τα γεγονότα που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχουν και ορισμένα για τα οποία, παρά την αναφορά τους ως κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών στην βιβλιογραφία, δεν εντοπίστηκαν αρκετά στοιχεία ώστε να μπορούν να παρουσιαστούν αναλυτικά. Αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα 2 (συνολικά 18 γεγονότα).

A/A	Ημερομηνία φαινομένου	Παρατηρήσεις
47	23/9/1947	Αναπτύχθηκε στο Λιβυκό πέλαγος. Δεν έχουν αναφερθεί ζημιές.
48	26/3/1983	-
49	7-8/4/1984	Δημιουργήθηκε στο Ιόνιο πέλαγος. Χρόνος ζωής: 36 ώρες.
50	29-30/12/1984	Δημιουργήθηκε στα ανατολικά του κόλπου Hammamet (Τυνησία). Χρόνος ζωής: 60 ώρες.
51	23-24/11/1991	Αναπτύχθηκε στο Τυρρηνικό πέλαγος. Ισχυροί άνεμοι και βροχοπτώσεις στην Σικελία.
52	5-7/12/1991	Δημιουργήθηκε ανατολικά της Σικελίας. Χρόνος ζωής: 30 ώρες.
53	30-31/10/1997	-
54	5-8/12/1997	-
55	13/9/1999	Δημιουργήθηκε στο Ιόνιο πέλαγος. Εμφάνισε τροπικά χαρακτηριστικά για 6 ώρες.
56	10/12/1999	-
57	7/8/2001	Δημιουργήθηκε βόρεια των ακτών του Μαρόκο και εξασθένησε γρήγορα. Δεν έχουν αναφερθεί ζημιές.
58	18/2/2002	-
59	6/7/2002	Αναπτύχθηκε πάνω από τις ακτές της Τυνησίας. Προκάλεσε ισχυρές καταιγίδες, χωρίς να έχουν αναφερθεί ζημιές.
60	19/9/2004	Δημιουργήθηκε πάνω από το Ιόνιο πέλαγος. Εμφάνισε τροπικά χαρακτηριστικά μόνο για 3 ώρες.
61	5-12/12/2005	-
62	4/12/2008	Δημιουργήθηκε πάνω από το Ιόνιο πέλαγος. Εμφάνισε τροπικά χαρακτηριστικά μόνο για 3 ώρες.
63	27/1/2009	-
64	28/1/2010	-

Πίνακας 2. Οι ημερομηνίες των φαινομένων medicane με απλή αναφορά στην βιβλιογραφία.

5. ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΕΠΟΧΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΤΩΝ MEDICANES ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ GIS

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται το γεωγραφικό και χρονικό πρότυπο που εμφανίζουν οι Medicanes για το χρονικό διάστημα 1969-2014. Η γεωγραφική κατανομή τους παρουσιάζεται μέσω χαρτών που έχουν παραχθεί μέσω λογισμικού των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), και ο σκοπός της απεικόνισης αυτής είναι η αναγνώριση περιοχών που εμφανίζουν μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης των φαινομένων αυτών. Η εποχικότητα των medicanes είναι επίσης πολύ σημαντική όσον αφορά τον προσδιορισμό της χρονικής περιόδου κατά την οποία ευνοείται ο σχηματισμός αυτών των φαινομένων. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται διαγράμματα συχνότητας εμφάνισης των φαινομένων ανά έτος και διαχρονικά.

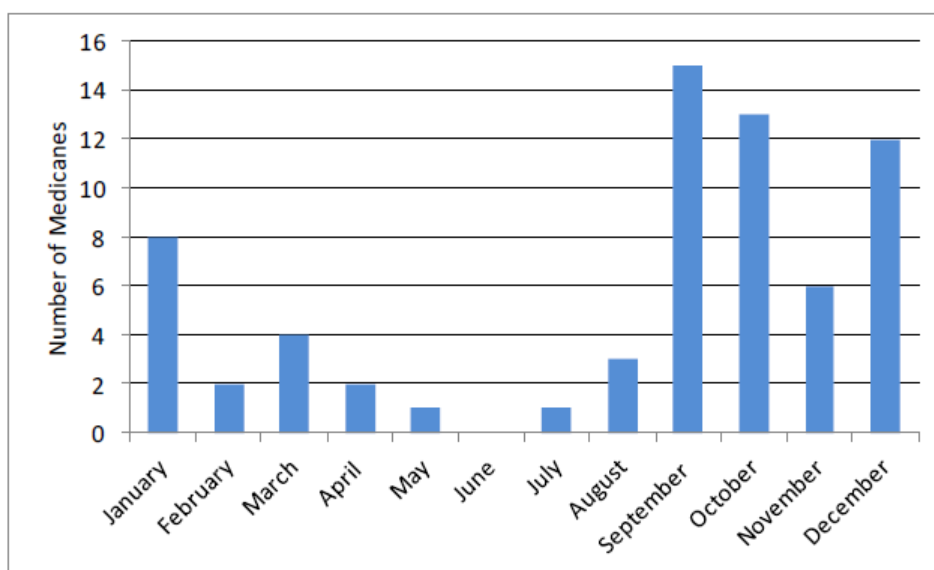
Επίσης, αναλύονται οι επιπτώσεις των κυκλώνων που παρουσιάστηκαν, με σκοπό την μελέτη της χωρικής και χρονικής κατανομής τους, καθώς και την αναγνώριση των περιοχών στις οποίες εμφανίζουν μεγαλύτερη συχνότητα. Οι επιπτώσεις που προκαλούνται από τους medicanes αναλύθηκαν με γνώμονα το εποχιακό πρότυπο που εμφανίζουν τα φαινόμενα αυτά, ενώ ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στην γεωγραφική κατανομή τους, η οποία παρουσιάζεται στη συνέχεια με χρήση λογισμικού GIS. Οι επιπτώσεις για να μελετηθούν ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες, ενώ λήφθηκαν υπόψη και οι εμφανίσεις των ανεμοστρόβιλων (tornado) που προκλήθηκαν από τους medicanes, καθώς και η ταχύτητα των μέγιστων επιφανειακών ανέμων και οι μέγιστες τιμές τις βροχοπτώσεις, όπου αυτά ήταν διαθέσιμα. Σαν γενικό σύνολο οι επιπτώσεις των medicanes, παρόλο που δεν έχουν καταγραφεί για όλα τα φαινόμενα που παρουσιάστηκαν στην μελέτη αυτή, είναι ενδεικτικές της συμπεριφοράς και της φύσης των φαινομένων αυτών, καθώς και των περιοχών που αυτά επηρεάζουν.

5.1. Εποχιακή και διαχρονική κατανομή των Medicanes.

Όπως έχει αναφερθεί, οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών εμφανίζουν ένα πολύ συγκεκριμένο εποχιακό πρότυπο, το οποίο έχει να κάνει με τις συνθήκες του περιβάλλοντος γένεσής τους. Η ανάγκη της ύπαρξης θερμής θαλάσσιας επιφανείας για τον σχηματισμό τους, σε συνδυασμό με την απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα προς τα ανώτερα, προκαλεί την εμφάνιση αυτών των φαινομένων κυρίως κατά την φθινοπωρινή περίοδο του έτους, ενώ εμφανίσεις αυτών των φαινομένων γίνονται και τον χειμώνα. Επίσης, δεν αποκλείεται η εμφάνισή τους για τους υπόλοιπους μήνες του έτους, παρόλο που οι εμφανίσεις τους κατά την διάρκεια αυτών είναι ελάχιστες και σπανίζουν για την ξηρή περίοδο.

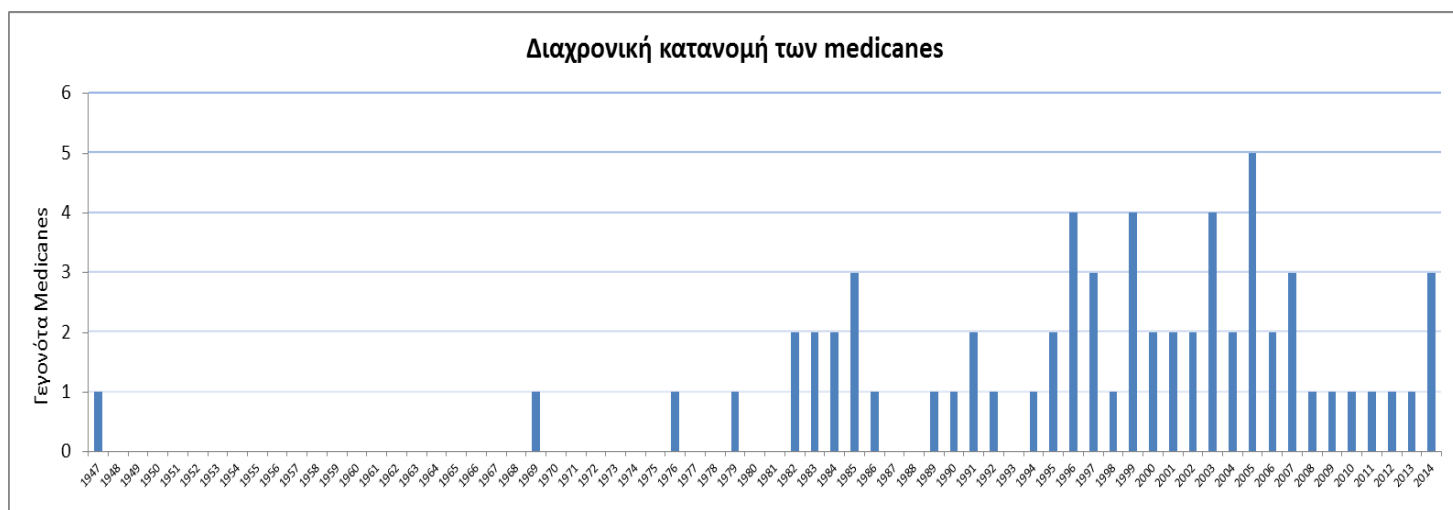
Το σύνολο των γεγονότων των Medicanes που έχει ληφθεί υπ' όψιν στην μελέτη αυτή (65 γεγονότα) ακολουθεί το εποχιακό πρότυπο που έχει παρουσιαστεί στην βιβλιογραφία, με προτίμηση της δημιουργίας αυτών των φαινομένων κυρίως κατά τους φθινοπωρινούς

μήνες. Ο Σεπτέμβριος είναι ο μήνας με την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης τους (15 γεγονότα), ενώ ο επόμενος μήνας κατά σειρά είναι ο Οκτώβριος (13 γεγονότα). Ακολουθούν ο Δεκέμβριος (με 12 γεγονότα) και ο Ιανουάριος (με 8 γεγονότα), ενώ κάποιες εμφανίσεις έχουν καταγραφεί και για τους υπόλοιπους μήνες. Η υψηλή συχνότητα εμφάνισης των φαινομένων αυτών τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο δείχνει τον καταλυτικό ρόλο της προσφοράς θερμότητας και υδρατμών από την θερμή επιφάνεια της θάλασσας, που ξεκινάει με το πέρας του καλοκαιριού και που για την περιοχή της Μεσογείου σχετίζεται και με την μεταφορά θερμών αέριων μαζών από τις νοτιότερες αυτής περιοχές.



Εικ.5.1. Μηνιαίος αριθμός medicanes για την περίοδο (1947-2014).

Παρακάτω φαίνονται τα γεγονότα των medicanes που έχουν αναφερθεί για κάθε έτος από το 1947 μέχρι το 2014. Οι εμφανίσεις των medicanes τείνουν να αυξηθούν για τα τελευταία χρόνια, αλλά αυτή η τάση δεν μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτική, κυρίως λόγω της έλλειψης των δεδομένων και της μελέτης αυτών των φαινομένων κατά τις παλαιότερες δεκαετίες. Έτσι, για την δεκαετία από το 1969 έως το 1979 έχουν αναφερθεί μόνο 2 γεγονότα, ενώ για την δεκαετία 1979-1989 έχουν αναφερθεί 8. Ο αριθμός αυτών ανέρχεται στα 13 για την επόμενη δεκαετία (1989-99), ενώ για την επόμενη στα 17 (1999-2009). Τέλος, για τα τελευταία 5 χρόνια μελέτης έχουν καταγραφεί 5 γεγονότα. Σημαντική είναι επίσης η ύπαρξη ετών κατά την διάρκεια των οποίων έχουν καταγραφεί περισσότερα από ένα, μέχρι και τέσσερα, γεγονότα medicanes σε αντίθεση με έτη χωρίς εμφανίσεις. Αυτό δείχνει ότι ο σχηματισμός αυτών των φαινομένων μπορεί να μην ευνοήθηκε λόγω της απουσίας των απαραίτητων συνθηκών (π.χ. μικρότερη διαβάθμιση θερμοκρασιών και άρα μικρότερη κατακόρυφη μεταφορά).

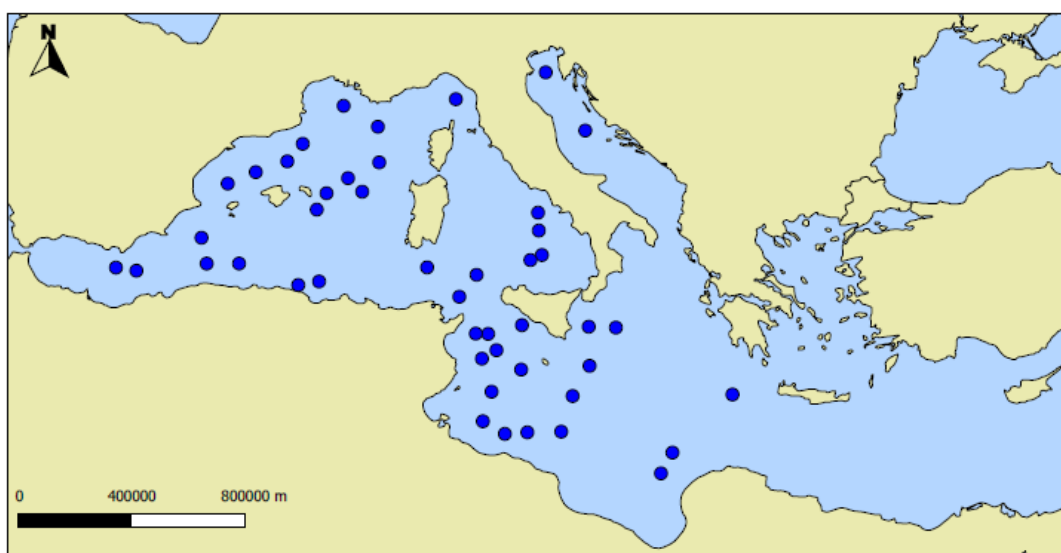


Εικ.5.2. Διάγραμμα εμφάνισης των φαινομένων medicanes για κάθε έτος, για την περίοδο μελέτης (1947-2014).

Η μέση συχνότητα της εμφάνισης των γεγονότων, που εξετάστηκε για την χρονική περίοδο 1980-2014, για την οποία μπορούμε να θεωρήσουμε τα διαθέσιμα στοιχεία επαρκή, είναι 1.79 ανά έτος. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε να κάνουμε με φαινόμενα που η εμφάνισή τους είναι σπάνια, επιβεβαιώνοντας τις υποθέσεις για την σπανιότητα των συνθηκών των περιβαλλόντων τους που παρουσιάστηκαν στην θεωρία. Παρόλα αυτά, τάση της εμφάνισης των medicanes δεν μπορεί να προκύψει από το παραπάνω διάγραμμα, λόγω της μη συστηματικής καταγραφής τους για την περίοδο πριν το 1980 και του μικρού συνολικού αριθμού των φαινομένων.

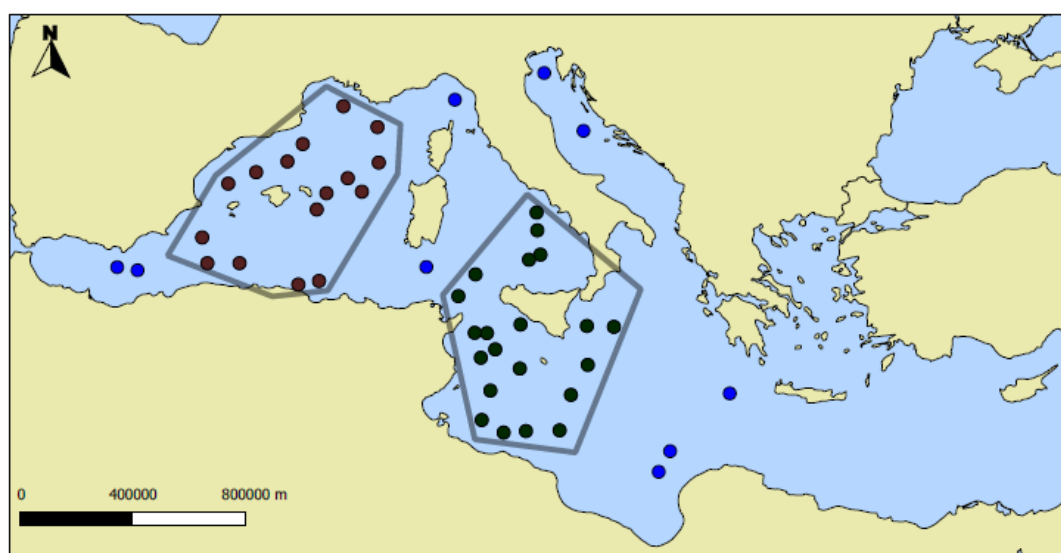
5.2. Γεωγραφική κατανομή και απεικόνιση των Medicanes

Όπως αναφέρθηκε, οι medicanes είναι φαινόμενα των οποίων οι συνθήκες γένεσης είναι κατά πολύ διαφορετικές από αυτές της συνήθους κυκλογένεσης που λαμβάνει χώρα στην Μεσόγειο. Έτσι, το γεωγραφικό πρότυπο των σημείων γένεσής τους διαφέρει εξίσου με από αυτό των συνήθων Μεσογειακών κυκλώνων, ενώ η μελέτη της κατανομής των περιοχών που ευνοούν την γένεση τους παρουσιάζει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον. Στην εργασία αυτή, οι περιοχές γένεσης των medicanes απεικονίστηκαν γεωγραφικά μέσω του λογισμικού GIS (QuantumGis), με σκοπό την διάκριση περιοχών που είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξή τους και την μελέτη της εποχιακής εμφάνισής τους. Οι τοποθεσίες σχηματισμού των medicanes παρουσιάζονται στην εικ.5.3 (χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι περιπτώσεις για τις οποίες υπήρξαν επαρκή στοιχεία στην βιβλιογραφία).



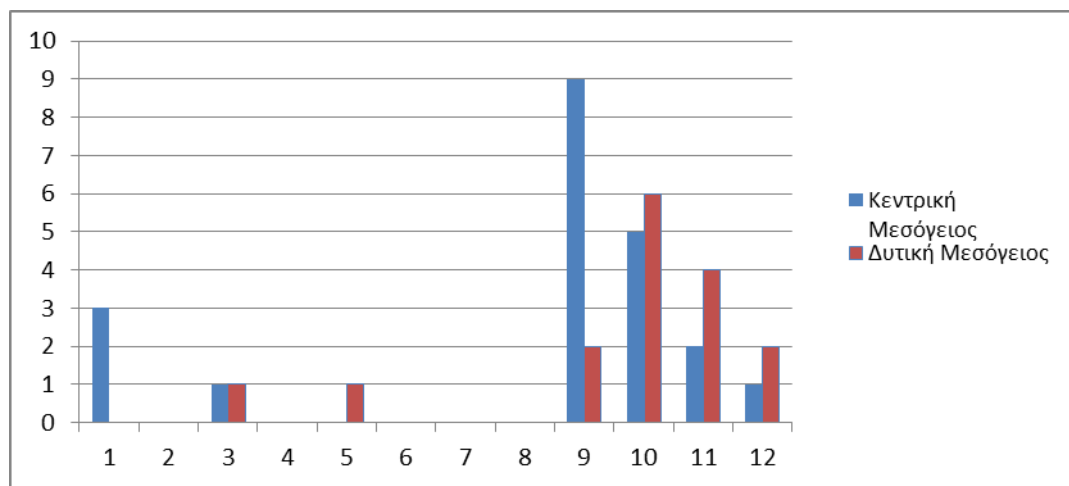
Εικ.5.3. Χάρτης των τοποθεσιών γένεσης των medicanes που παρουσιάσθηκαν.

Από το σύνολο της Μεσογείου, η ανατολική λεκάνη της είναι η μόνη περιοχή στην οποία δεν έχει εντοπιστεί η γένεση τέτοιων φαινομένων. Αντίθετα, η δημιουργία τους εντοπίζεται στην δυτική και κεντρική Μεσόγειο, με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε δύο περιοχές: την κεντρική Μεσόγειο (νότια της Ιταλίας, κυρίως ανάμεσα στην Σικελία και της ακτές της Τυνησίας και της Λιβύης) και τη δυτική Μεσόγειο (κυρίως στην θάλασσα των Βαλεαρίδων, περιοχή δυτικά της Σαρδηνίας) (εικ.5.4). Από αυτές τις δύο περιοχές, αυτή της κεντρικής Μεσογείου παρουσιάζει τα περισσότερα σημεία γένεσης, με επίκεντρο την θαλάσσια περιοχή ανάμεσα στην Σικελία και της ακτές της Τυνησίας. Στην δυτική περιοχή, τα σημεία γένεσης κατανέμονται πλησίον των Βαλεαρίδων νήσων, ενώ ένας αριθμός σημείων εντοπίζεται κοντά στις αφρικανικές ακτές.



Εικ.5.4. Οι δύο περιοχές για τις οποίες εξετάσθηκε η εποχιακή κατανομή των medicanes (καφέ και πράσινες κουκίδες: τα σημεία των περιοχών με την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης για την δυτική και την κεντρική Μεσόγειο αντίστοιχα).

Για αυτές τις δύο περιοχές εξετάσθηκε το εποχιακό πρότυπο της γένεσης των medicanes, με σκοπό των εντοπισμό διαφορών στην εμφάνισή τους κατά την διάρκεια του έτους. Και οι δύο περιοχές εμφανίζουν παρόμοια συμπεριφορά ως προς το εποχιακό πρότυπο τους, με γεγονότα κατά τους φθινοπωρινούς κυρίως μήνες, με μικρές διαφορές. Στην περιοχή της κεντρικής Μεσογείου τα περισσότερα γεγονότα εμφανίζονται τον Σεπτέμβριο, που είναι και ο μήνας με την μεγαλύτερη εμφάνιση για το σύνολο των περιοχών, ενώ για την δυτική ο μήνας με τα περισσότερα γεγονότα είναι ο Οκτώβριος. Επίσης, για τον Ιανουάριο δεν έχουν αναφερθεί γεγονότα στην δυτική Μεσόγειο, σε αντίθεση με την κεντρική. Για τους υπόλοιπους μήνες δεν εντοπίζονται μεγάλες διαφορές όσον αφορά την συχνότητα εμφάνισης των medicanes.



Εικ.5.5. Εποχιακή κατανομή των γεγονότων των medicanes για τις δύο περιοχές με τα περισσότερα σημεία γένεσης.

6. ΜΕΣΕΣ ΣΥΝΟΠΙΤΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΟΥΣ MEDICANES

Για όλα τα γεγονότα του μήνα Σεπτεμβρίου λήφθηκαν δορυφορικά δεδομένα επαναναλύσεων από το NCEP/NCAR Reanalysis Project του National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Τα στοιχεία αυτά έχουν προέλθει από το Εθνικό Κέντρο για την Περιβαλλοντική Πρόγνωση (United States National Center for Environmental Prediction (NCEP)), το οποίο παρέχει πληροφορίες, προγνώσεις, προειδοποιήσεις και αναλύσεις για τον καιρό σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, και από το Εθνικό Κέντρο για την Ατμοσφαιρική Έρευνα (US National Center for Atmospheric Research (NCAR)), που είναι ένα αμερικάνικο ομοσπονδιακά χρηματοδοτούμενο κέντρο έρευνας και ανάπτυξης (FFRDC).

Το σετ των δεδομένων επανανάλυσης NCEP/NCAR καλύπτει την χρονική περίοδο από το 1948 έως σήμερα και είναι μία συνεχώς αναβαθμιζόμενη παγκόσμια βάση δεδομένων σε μορφή πλέγματος (grid) που αντιπροσωπεύει την κατάσταση της ατμόσφαιρας της Γης, ενσωματώνοντας παρατηρήσεις και αποτελέσματα μοντέλων αριθμητικής καιρικής πρόγνωσης (numerical weather prediction (NWP) model). Τα δεδομένα είναι διαθέσιμα άνευ κόστους από το Earth System Research Laboratory της NOAA και το NCEP, υπό μορφή αρχείων GRIB και Netcdf (τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία).

Η Μετεωρολογική επανανάλυση (Meteorological reanalysis) είναι ένα μετεωρολογικό πρόγραμμα προσαρμογής/αφομοίωσης δεδομένων, με στόχο την προσαρμογή, την διόρθωση και την επικύρωση των ιστορικών δεδομένων που χαρακτηρίζουν ένα φαινόμενο (π.χ. έναν κυκλώνα) και τα οποία καλύπτουν παρατηρήσεις μακράς περιόδου, χρησιμοποιώντας μία συνεκτική μέθοδο προσαρμογής/εξομοίωσης («assimilation»). Η επανανάλυση στοχεύει στο να ενσωματώσει ιστορικά δεδομένα μιας περιόδου 30 ετών για τις αντίστοιχες ημερομηνίες του φαινομένου ενδιαφέροντος και να προσδιορίσει την πραγματοποίηση του συγκεκριμένου φαινομένου. Τα δεδομένα της διαδικασίας της επανανάλυσης χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη μελέτη, στην κατασκευή και την ρύθμιση των κλιματικών μοντέλων.

Η επανανάλυση είναι ένα πολύτιμο εργαλείο στις μετεωρολογικές και κλιματολογικές μελέτες. Η δημιουργία δεδομένων κατά τη διαδικασία της επανανάλυσης πρέπει να είναι προσεκτική και να λαμβάνει υπόψη τα καλύτερα διαθέσιμα δεδομένα, ώστε η σύγκριση με τις τιμές των παραμέτρων που μας ενδιαφέρουν να είναι η καλύτερη δυνατή. Ενώ συχνά η επανανάλυση μπορεί να θεωρηθεί ως η καλύτερη διαδικασία εκτίμησης για πολλές μεταβλητές (όπως ο άνεμος και η θερμοκρασία) της ατμόσφαιρας, η χρήση της θα πρέπει να γίνεται με προσοχή. Βλάβες των συσκευών παρατήρησης, ή αλλαγές σε μέσα (π.χ. δορυφόρους), και οι αλλαγές στις μεθόδους της παρατήρησης μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικά σφάλματα.

6.1. Μετεωρολογικές παράμετροι που εξετάζονται

Στη παρούσα εργασία γίνεται χρήση των δεδομένων επανανάλυσης με στόχο τον προσδιορισμό της μεταβλητότητας των τιμών των βασικών παραμέτρων, που χαρακτηρίζουν τους medicanes, αλλά και την χωρική οριοθέτησή τους και την σχέση τους

με τα παρακληθέντα καταστροφικά αποτελέσματα αυτών των φαινομένων. Τα δεδομένα επανανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν τις μέσες συνοπτικές συνθήκες και ανωμαλίες στα μέσα και χαμηλότερα ατμοσφαιρικά επίπεδα της τροπόσφαιρας και στο επίπεδο της θαλάσσιας επιφανείας, για την διάρκεια των ημερών εμφάνισης των Μεσογειακών κυκλώνων τροπικών χαρακτηριστικών (κλιματολογία 30 ετών, 1981-2010).

Οι παράμετροι των οποίων οι τιμές λήφθηκαν παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω. Αυτές είναι: η πίεση της θαλάσσιας επιφανείας, η θερμοκρασία της θαλάσσιας επιφανείας, ο ρυθμός της βροχόπτωσης, ο δείκτης ατμοσφαιρικής αστάθειας (LI), η θερμοκρασία του αέρα, το γεωδυναμικό ύψος, ο διατμητικός άνεμος επιφανείας και η διανυσματική ταχύτητα ανέμου.

1. Πίεση της θαλάσσιας επιφανείας (sea level pressure)

Η ατμοσφαιρική πίεση είναι ένα από τα σπουδαιότερα μετεωρολογικά στοιχεία, διότι οι καιρικές συνθήκες είναι άμεσα συνδεδεμένες με αυτήν και τις μεταβολές της, χρονικά και χωρικά. Για αυτό το λόγο, οι χάρτες κατανομής της πίεσης στο μέσο επίπεδο της θάλασσας, καθώς και σε διάφορα ύψη στην ατμόσφαιρα, αποτελούν ένα πολύ σημαντικό μέρος της εργασίας που γίνεται για την ανάλυση και την πρόγνωση του καιρού. Οι ισοβαρείς καμπύλες (οι καμπύλες που προκύπτουν όταν ενώσουμε πάνω σε έναν χάρτη, όλα τα σημεία που έχουν την ίδια ατμοσφαιρική πίεση) συνιστούν τον χάρτη ισοβαρών καμπυλών και οι τιμές τους είναι πάντα ανηγμένες στη μέση στάθμη της θάλασσας («χάρτες μέσης στάθμης θάλασσας»). Επομένως, η μέση πίεση της θαλάσσιας επιφανείας (mean sea level pressure (MSLP)) είναι η ατμοσφαιρική πίεση στο επίπεδο της θάλασσας. Και μετράται σε hPa ή σε mb.

2. Θερμοκρασία θαλάσσιας επιφανείας (sea surface temperature /surface skin temperature)

Η φυσική θερμοκρασία επιφανείας (skin temperature (T_s)) είναι η θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης. Για πιο σύνθετες περιπτώσεις, όπως οι καλλιεργήσιμες περιοχές, μπορεί να αναφέρεται σε μία μέση ενεργή θερμοκρασία ακτινοβολίας του ουράνιου θόλου και της επιφανείας. Οι ωκεανοί είναι ομογενείς σε μεγάλη κλίμακα, με σχεδόν σταθερό βαθμό λευκάυγειας, μεγάλη θερμοχωρητικότητα και μεγάλη προμήθεια υγρασίας. Αντιθέτως, οι επιφάνειες της χέρσου είναι εξαιρετικά μεταβλητές στο χώρο, με μικρότερη θερμοχωρητικότητα και περιορισμένη υγρασία. Σαν συνέπεια, όταν εκτίθενται στις διακυμάνσεις της ηλιακής ροής, οι τιμές της φυσικής θερμοκρασίας επιφανείας όχι μόνο εμφανίζουν ισχυρότερη ημερήσια και εποχιακή διακύμανση, αλλά επίσης είναι περισσότερο ευμετάβλητες χωρικά, διαμορφωμένες από επιφανειακές ιδιότητες, όπως η πυκνότητα της βλάστησης και η υγρασία του εδάφους.

Η θερμοκρασία της επιφάνειας στο ισοζύγιο ακτινοβολίας καθορίζει την διεπαφή μεταξύ του εδάφους και της ατμόσφαιρας. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι η παράμετρος της φυσικής θερμοκρασίας επιφανείας είναι ίδια με αυτήν της θερμοκρασίας της θαλάσσιας επιφάνειας για τα σημεία πάνω από την θάλασσα. Η θερμοκρασία θαλάσσιας επιφανείας (sea surface temperature (SST)) είναι η θερμοκρασία του νερού κοντά στην επιφάνεια των

ωκεανών. Στα δεδομένα επανααναλύσεων χρησιμοποιήθηκε η θερμοκρασία στο επίπεδο της θαλάσσιας επιφανείας, μετρημένη σε ° K.

3. Ρυθμός βροχόπτωσης (precipitation rate)

Ο ρυθμός της βροχόπτωσης (precipitation rate) μετράται σε mm/ ημέρα και αναφέρεται στην ένταση της βροχόπτωσης. Μετράται μέσω του υπολογισμού του ποσού της βροχόπτωσης που πέφτει στην επιφάνεια της γης ανά μονάδα περιοχής στην μονάδα του χρόνου (στην προκειμένη περίπτωση mm/ημέρα). Η βροχόπτωση λαμβάνει χώρα όταν ο αέρας γίνεται κορεσμένος σε υδρατμούς, και δεν μπορεί πλέον να κρατήσει το σύνολό τους σε αέρια μορφή.

4. Δείκτης ατμοσφαιρικής αστάθειας (surface lifted index)

Ο δείκτης ανύψωσης-επιφανείας (surface lifted index (LI)) είναι η θερμοκρασιακή διαφορά ανάμεσα σε ένα πακέτο αέρα που ανυψώνεται αδιαβατικά ($T_p(p)$) και στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος ($T_e(p)$) σε ένα δεδομένο ύψος πίεσης στην τροπόσφαιρα, συνήθως στα 500 hPa (mb). Καθώς ο αέρας ανυψώνεται, ψύχεται (3 βαθμούς Κελσίου ανά 1,000ft), λόγω της επέκτασής του. Η θερμοκρασία που θα έχει το πακέτο αέρα στα 500 mb στην συνέχεια αφαιρείται από την πραγματική (του περιβάλλοντος) θερμοκρασία στα 500mb. Αυτή η διαφορά αποτελεί τον δείκτη ανύψωσης επιφανείας, που υποδεικνύει την σταθερότητα του πακέτου αέρα. Όταν η τιμή του δείκτη είναι θετική, η ατμόσφαιρα (στο αντίστοιχο ύψος) είναι σταθερή, ενώ όταν η τιμή του δείκτη είναι αρνητική η ατμόσφαιρα είναι ασταθής. Όταν η ατμόσφαιρα είναι ασταθής και επαρκής υγρασία είναι διαθέσιμη, υπάρχει ένα μεγαλύτερο δυναμικό για καταιγίδες ή ισχυρές βροχοπτώσεις.

Ένας θετικός δείκτης σημαίνει ότι το πακέτο αέρα, εάν ανυψωθεί, θα είναι ψυχρότερο από τον περιβάλλοντα αέρα στα 500mb. Έτσι, ο αέρας είναι σταθερός και αναμένεται να αντισταθεί στις κατακόρυφες κινήσεις. Μεγάλες θετικές τιμές (+8) μπορούν να υποδείξουν πολύ σταθερό αέρα. Αντίθετα, ένας αρνητικός δείκτης σημαίνει ότι ο χαμηλού επιπέδου αέρας, εάν ανυψωθεί στα 500 mb, θα είναι θερμότερος από τον περιβάλλοντα αέρα. Αυτός ο αέρας είναι ασταθής και υποδηλώνει την πιθανότητα κατακόρυφης μεταφοράς (μεταγωγής). Μεγάλες αρνητικές τιμές (-4 ή μικρότερες) μπορεί να υποδεικνύουν πολύ ασταθή αέρα. Επιπλέον, όταν ο δείκτης λαμβάνει την τιμή 0, σημαίνει ότι ο αέρας εάν ανυψωθεί στα 500mb, θα έχει την ίδια θερμοκρασία με τον γειτονικό αέρα. Αυτός ο αέρας θεωρείται ουδέτερα σταθερός (ούτε ασταθής, ούτε σταθερός).

5. Θερμοκρασία αέρα (500 hPa)

Η θερμοκρασία του αέρα αποτελεί ένα από τα πιο σπουδαία μετεωρολογικά και κλιματικά στοιχεία και οι μεταβολές της έχουν μεγάλη σημασία στη μελέτη του καιρού και του κλίματος. Γενικά, η θερμοκρασία ελαττώνεται με το ύψος στην τροπόσφαιρα και ο βαθμός ελάττωσής της με το ύψος ονομάζεται κατακόρυφη θερμοβαθμίδα (κατά μέσο όρο 6° C/ km). Αρνητική θερμοβαθμίδα σημαίνει αύξηση της θερμοκρασίας με το ύψος. Φυσιολογικά, η θερμοκρασία ελαττώνεται συναρτήσει του ύψους στην τροπόσφαιρα, όμως

μερικές φορές αυξάνεται με το ύψος για κάποια απόσταση κατακόρυφα και τότε γίνεται αναστροφή θερμοκρασίας. Στις επαναanalύσεις εξετάζεται η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας στην ισοβαρική επιφάνεια των 500 hPa (που έχει μέσο ύψος 5500 m) (σε ° K).

6. Γεωδυναμικό ύψος (500 hPa)

Το γεωδυναμικό ύψος (Geopotential height) προσεγγίζει το πραγματικό ύψος μίας επιφάνειας πίεσης πάνω από το μέσο επίπεδο της θάλασσας. Έτσι, μία παρατήρηση γεωδυναμικού ύψους αντιπροσωπεύει το ύψος της επιφάνειας πίεσης στην οποία έγινε η παρατήρηση. Εφόσον ο ψυχρός αέρας είναι πυκνότερος από τον θερμό, προκαλεί τις επιφάνειες πίεσης να βρίσκονται χαμηλότερα σε ψυχρές αέριες μάζες, ενώ ο λιγότερο πυκνός, θερμότερος αέρας επιτρέπει στις επιφάνειες πίεσης να βρίσκονται υψηλότερα. Μία γραμμή που σχεδιάζεται σε έναν χάρτη καιρού που συνδέει σημεία ίδιου ύψους (σε μέτρα) αποκαλείται ισοϋψής και σε κάθε σημείο μίας δοθείσας ισοϋψούς οι τιμές του γεωδυναμικού ύψους είναι οι ίδιες. Οι ανωμαλίες του γεωδυναμικού ύψους αποτελούνται από αποκλείσεις στο πεδίο του γεωδυναμικού ύψους από τις μέσες τιμές. Είναι προφανές ότι περιοχές με χαμηλότερα γεωδυναμικά ύψη συσχετίζονται με αρνητικές ανωμαλίες του γεωδυναμικού ύψους. Το γεωδυναμικό ύψος είναι χρήσιμο για την εύρεση της τοποθεσίας αυλάκων και ραχών, που είναι τα ανωτέρου επιπέδου ομόλογα των επιφανειακών κυκλώνων και των αντικυκλώνων. Οι μονάδα στην οποία μετράται είναι το hPa (1 hPa = 100 Pa (1 Pa = 1 N/m²), ενώ χρησιμοποιείται και το mb (1 mb = 1 hPa). Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το επίπεδο ανάλυσης των 500 hPa.

7. Διατμητικός άνεμος επιφανείας (wind shear)

Πρόκειται για την διάτμηση (δηλαδή την μεταβολή των ανέμων συναρτήσει του ύψους) από την επιφάνεια μέχρι τα 850 hPa. Ο διατμητικός άνεμος μπορεί να δείχνει την απότομη τοπική και χρονική μεταβολή της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου. Πιο συγκεκριμένα, διατμητικός καλείται ο τοπικός άνεμος που παρουσιάζει μεγάλες αλλαγές ταχύτητας και κατεύθυνσης, σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα, λόγω της διατμητικής τάσης, εκ της οποίας και η ονομασία του. Μπορεί να αναλυθεί σε οριζόντια και κάθετη συνιστώσα, με την οριζόντια να εμφανίζεται ως μετεωρολογικό μέτωπο, ενώ τη κάθετη να εκδηλώνεται κυρίως είτε προς το έδαφος, είτε προς μεγαλύτερα ύψη στην ατμόσφαιρα. Στα δεδομένα επαναanalύσεων χρησιμοποιήθηκε ο διατμητικός άνεμος για την επιφάνεια ανάλυσης των 850 hPa, εκφρασμένος σε m/s.

8. Διανυσματική ταχύτητα ανέμου (vector wind speed)

Ο άνεμος, στην κλιματολογία, είναι η κίνηση του αέρα σχετικά με την επιφάνεια της Γης, που έχει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό και τον έλεγχο του κλίματος και του καιρού. Ο λόγος της ύπαρξης του ανέμου είναι οι οριζόντιες και κατακόρυφες διαφορές (διαβαθμίσεις) στην πίεση, αποδίδοντας μία ανταπόκριση που συχνά καθιστά δυνατή την χρήση της κατανομής των πιέσεων ως εναλλακτική αναπαράσταση των ατμοσφαιρικών

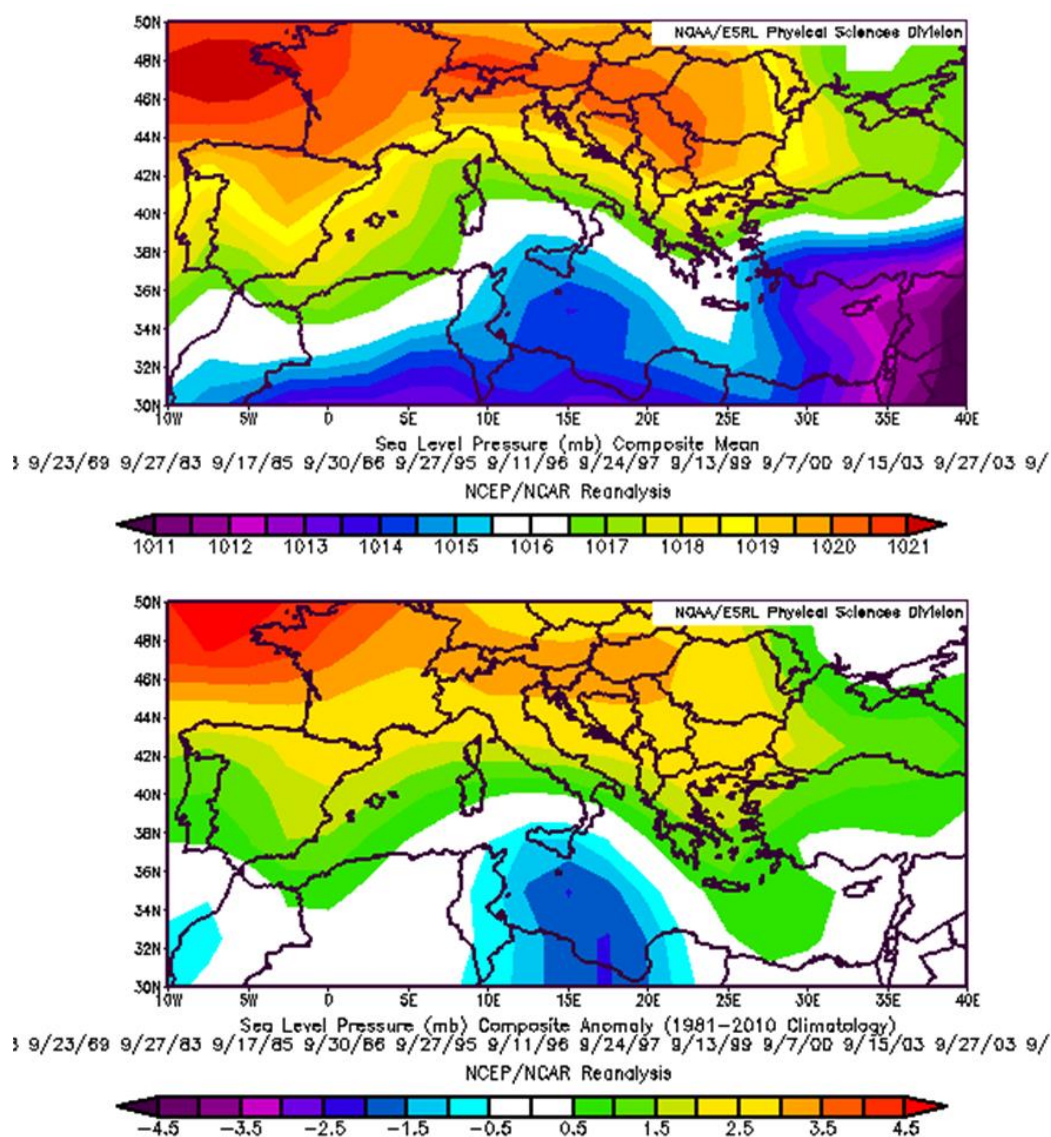
κινήσεων. Η διανυσματική ταχύτητα ανέμου (vector wind speed) αντιπροσωπεύει την κίνηση των αερίων μαζών πάνω από το έδαφος και περιγράφεται μέσω της ταχύτητας του ανέμου και της αναστροφής της διεύθυνσής του. Για το διάνυσμα του ανέμου, η ανωμαλία της οριζόντιας (u) και κατακόρυφης (v) συνιστώσας υπολογίζεται ξεχωριστά για κάθε ημέρα, και στη συνέχεια λαμβάνεται ο μέσος όρος αυτών για την κατασκευή των διαγραμμάτων. (Για παράδειγμα, εάν η ανωμαλία της οριζόντιας συνιστώσας είναι -4 και της κατακόρυφης είναι -3, τότε το προκύπτον διάνυσμα ανωμαλίας δείχνει προς τα νοτιοδυτικά και έχει μέγεθος +5). Στις επαναanalύσεις εξετάζεται η διανυσματική ταχύτητα ανέμου στο επίπεδο της επιφανείας, σε m/s.

6.2. Συνοπτικές καταστάσεις και ανωμαλίες

Γνωρίζοντας ότι οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών έχουν τον μεγαλύτερο αριθμό των εμφανίσεών τους κατά την διάρκεια του Σεπτεμβρίου, εξετάζονται τα συνοπτικά χαρακτηριστικά των κυκλώνων που αντιστοιχούν στον μήνα αυτό, κατά την διάρκεια του οποίου αναμένονται έντονες θερμοκρασιακές διαφορές στην ατμόσφαιρα, λόγω της παρουσίας της θερμής και πλούσιας σε υδρατμούς υποκειμένης θαλάσσιας μάζας. Επομένως, αυτός ο μήνας είναι τυπικός των συνθηκών των περιβαλλόντων των φαινομένων που εξετάζονται. Έτσι, παρουσιάζονται οι συγκεντρωτικοί μέσοι και οι ανωμαλίες για τις 8 παραμέτρους που παρουσιάστηκαν, βασισμένοι στην επαναανάλυση των ημερήσιων συγκεντρωτικών παραμέτρων NCEP/NCAR (κλιματολογία 1981-2010), για τα γεγονότα medicanes που έλαβαν χώρα τον Σεπτέμβριο (για την περίοδο μελέτης 1947-2014).

1. Ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας (sea level pressure).

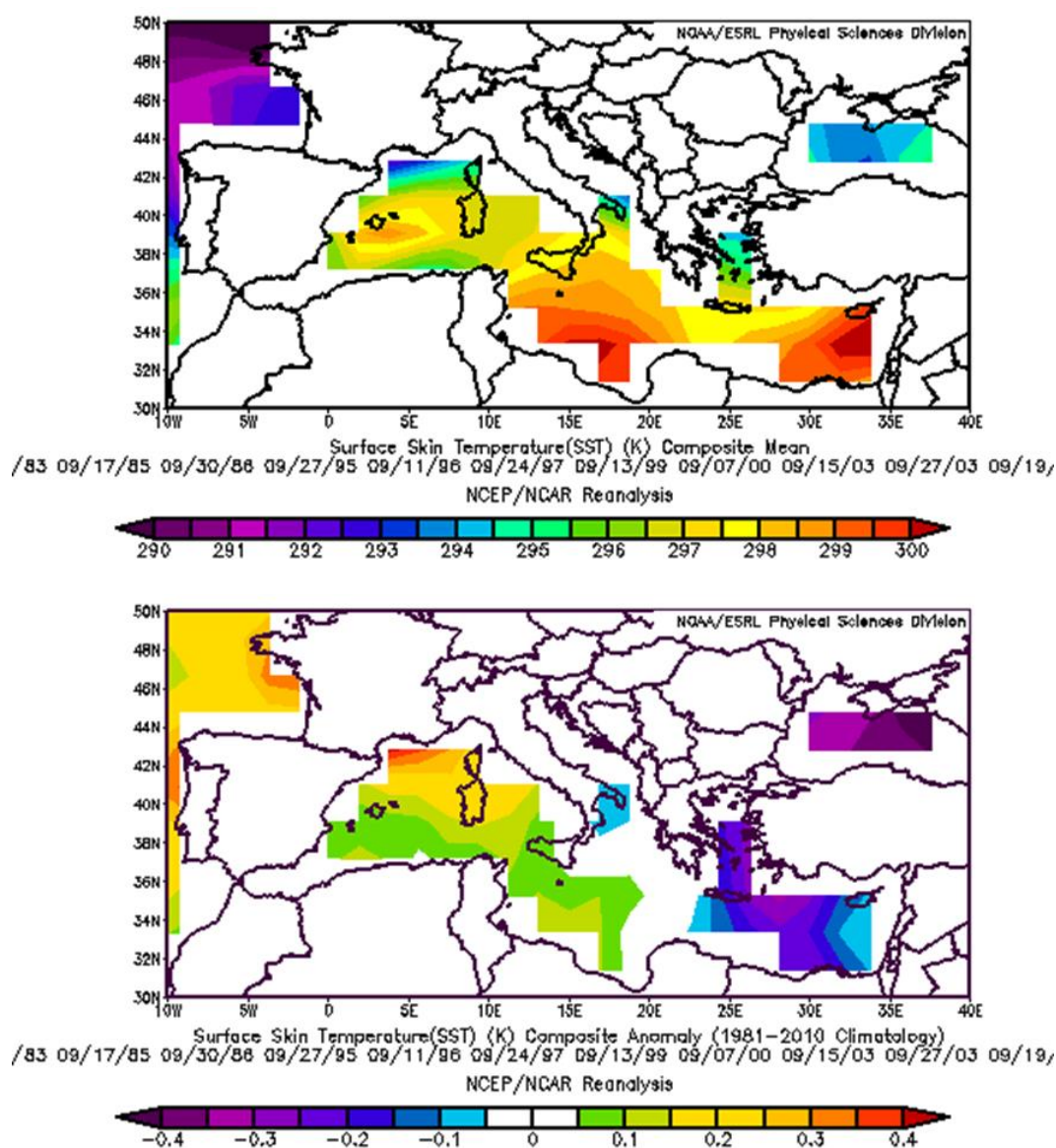
Παρατηρώντας την συγκεντρωτική μέση (composite mean) ατμοσφαιρική πίεση στο επίπεδο της θαλάσσιας επιφανείας, διακρίνεται μία περιοχή στην οποία αυτή υστερεί του μέσου όρου, και που εκτείνεται από την Σικελία προς νότο, μέχρι και τις βόρειες ακτές της Αφρικής, μεταξύ του γεωγραφικού μήκους $10^{\circ} - 20^{\circ}$ E. Σε αυτήν την περιοχή εμφανίζεται μέση πίεση των 1014 hPa (εικ.6.1, επάνω), κυρίως κατανεμημένη νότια της Σικελίας και ανατολικά των ακτών της Τυνησίας. Από την παρατήρηση του διαγράμματος των ανωμαλιών της πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας, φαίνεται ότι υπάρχει μία κλειστή αρνητική ανωμαλία της τάξης των 2 hPa (εικ.6.1, κάτω) κατά τις ημέρες εκδήλωσης των medicanes. Επομένως, σε αυτήν την περιοχή υπάρχει εμφανής αλλαγή του προτύπου της πίεσης, σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές της Μεσογείου, καθώς για τις εμφανίσεις των γεγονότων του Σεπτεμβρίου καταγράφονται κατά 2 hPa μικρότερες πιέσεις.



Εικ.6.1. Συγκεντρωτική μέση πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας (επάνω) και η αντίστοιχη ανωμαλία (κάτω). Παρατηρούμε μια ανωμαλία -2 hPa μεταξύ Σικελίας και βόρειας Αφρικής κατά τις ημέρες εκδήλωσης των φαινομένων.

2. Θερμοκρασία θαλάσσιας επιφανείας (sea surface temperature /surface skin temperature).

Η συγκεντρωτική μέση θερμοκρασία της θαλάσσιας επιφανείας δείχνει μία περιοχή θερμών υδάτων βόρεια των ακτών της Λιβύης, καθώς και μία περιοχή της ανατολικής Μεσογείου νότια της Κύπρου, στις οποίες η μέση θερμοκρασία υπερβαίνει τους 300° K (εικ.6.2, επάνω). Η πρώτη αυτή περιοχή εμφανίζει μία αντίστοιχη ανωμαλία των ημερών εκδήλωσης των φαινομένων αρκετά μικρή, της τάξης του + 0.1° K (εικ.6.2, κάτω).

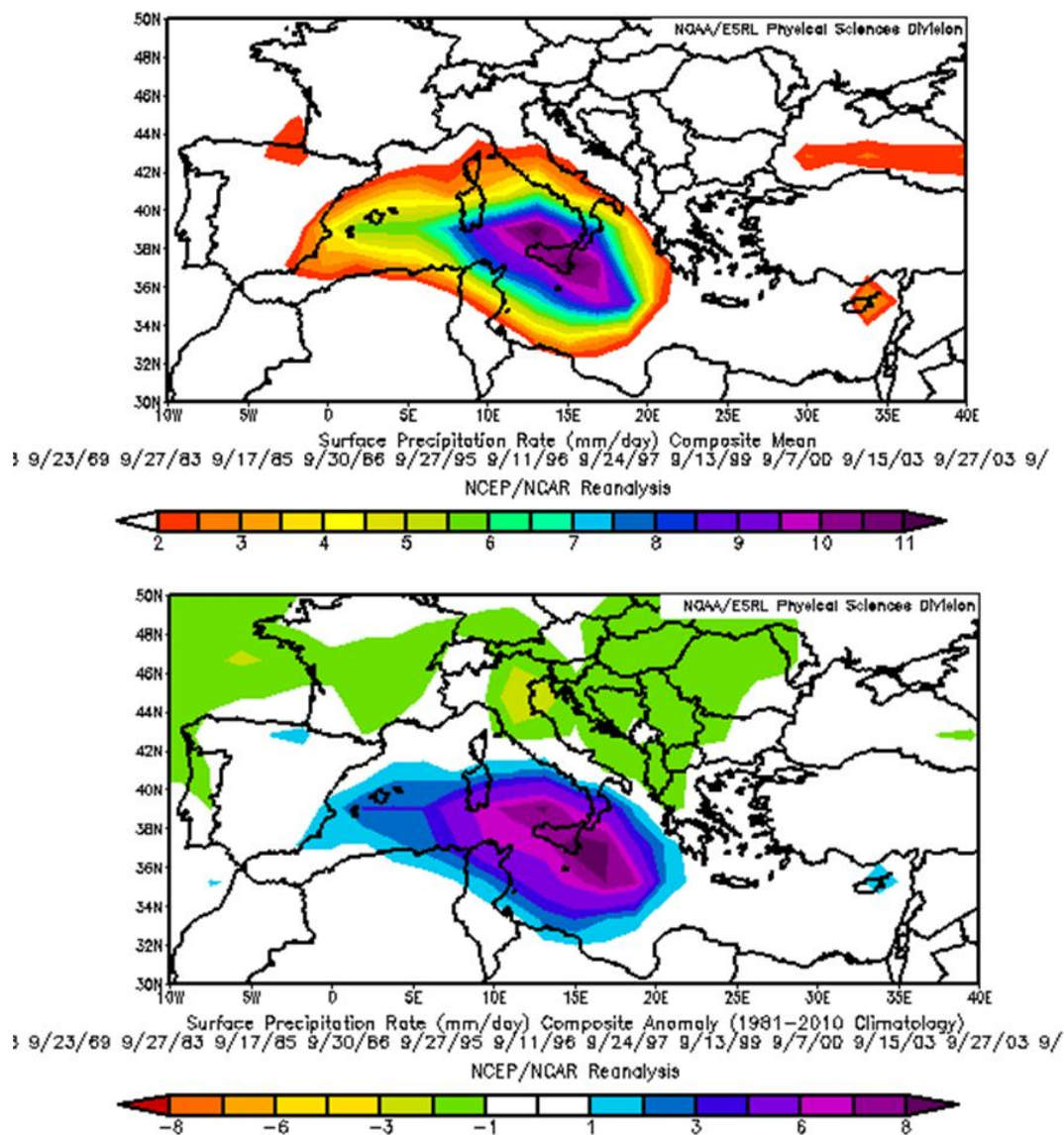


Εικ.6.2. Θερμοκρασία θαλάσσιας επιφανείας (sea surface temperature /surface skin temperature). Η παρατηρούμενη ανωμαλία στην περιοχή της κεντρικής Μεσογείου δεν είναι σημαντική ($+0.1^{\circ}\text{K}$). Αντίθετα, τις ημέρες εκδήλωσης των φαινομένων στην ανατολική περιοχή της Μεσογείου παρατηρούμε μια υστέρηση μέχρι και κατά -0.4°K .

3. Ρυθμός βροχόπτωσης (mm/ ημέρα)

Όσον αφορά τον μέσο επιφανειακό ρυθμό βροχόπτωσης, υπάρχει μία καλά καθορισμένη περιοχή στο διάγραμμα των συγκεντρωτικών μέσων, η οποία έχει ως επίκεντρο την περιοχή της Σικελίας (εικ.6.3, επάνω). Οι τιμές του ρυθμού βροχόπτωσης που έχουν καταγραφεί είναι υψηλές, φτάνοντας τα 11 mm/ημέρα. Στην υπόλοιπη περιοχή της Μεσογείου δεν παρατηρείται ουσιώδης απόκλιση από το μέσο όρο.

Για την περιοχή της Σικελίας η μέγιστη ανωμαλία που παρουσιάζεται υπερβαίνει τα 9 mm/day (εικ.6.3, κάτω).

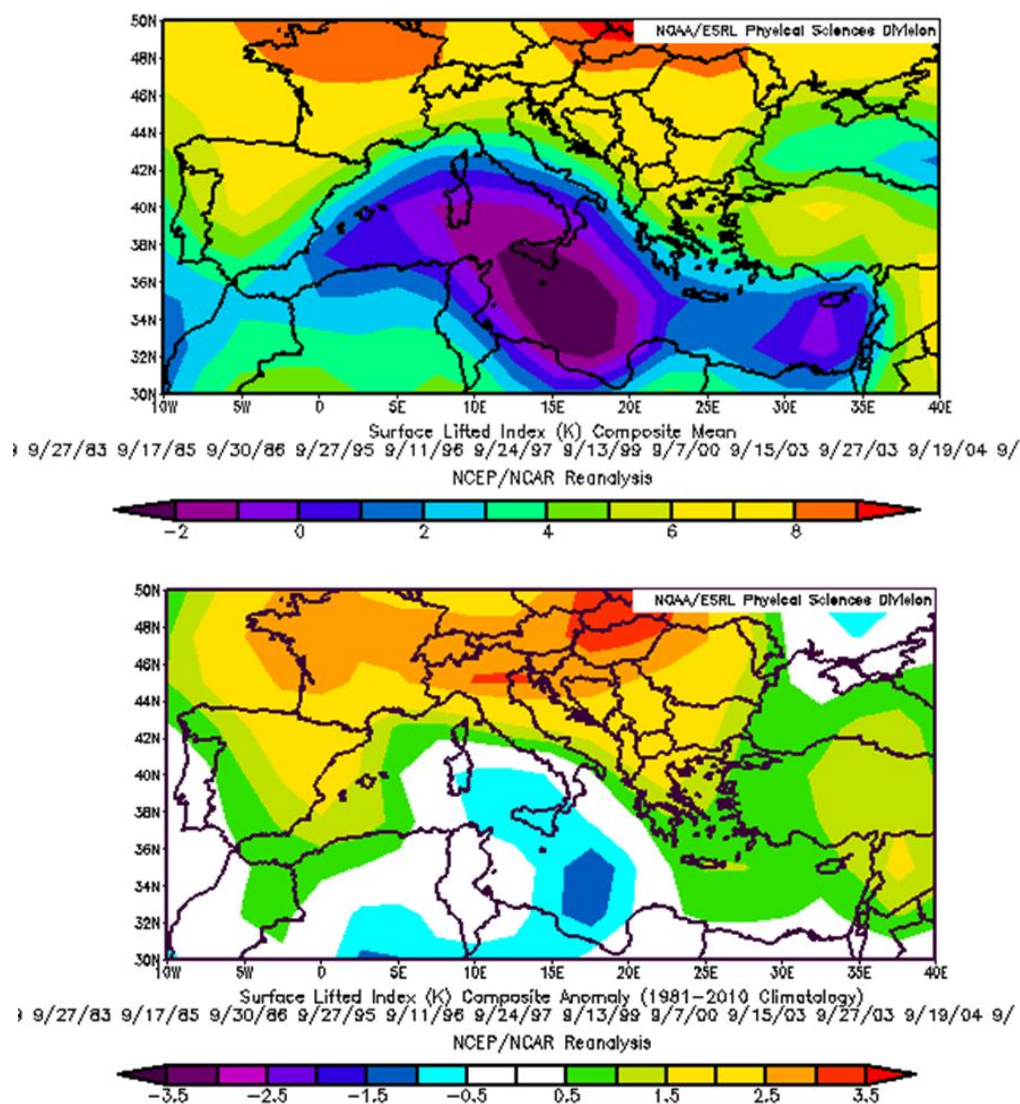


Εικ.6.3. Ρυθμός βροχόπτωσης. Για την 30ετη περίοδο, ο μέσος επιφανειακός ρυθμός βροχόπτωσης, παρουσιάζει μια αρκετά διαφορετική τιμή στην περιοχή της κεντρικής Μεσογείου, έως 11 mm/day.

Ομοίως, η παρατηρούμενη ανωμαλία τις ημέρες των φαινομένων είναι εντοπισμένη στην ίδια περιοχή και για την περιοχή της ανατολικής Σικελίας φτάνει τα 9 mm/day.

4. Δείκτης Ατμοσφαιρικής Αστάθειας (surface lifted index-LI)

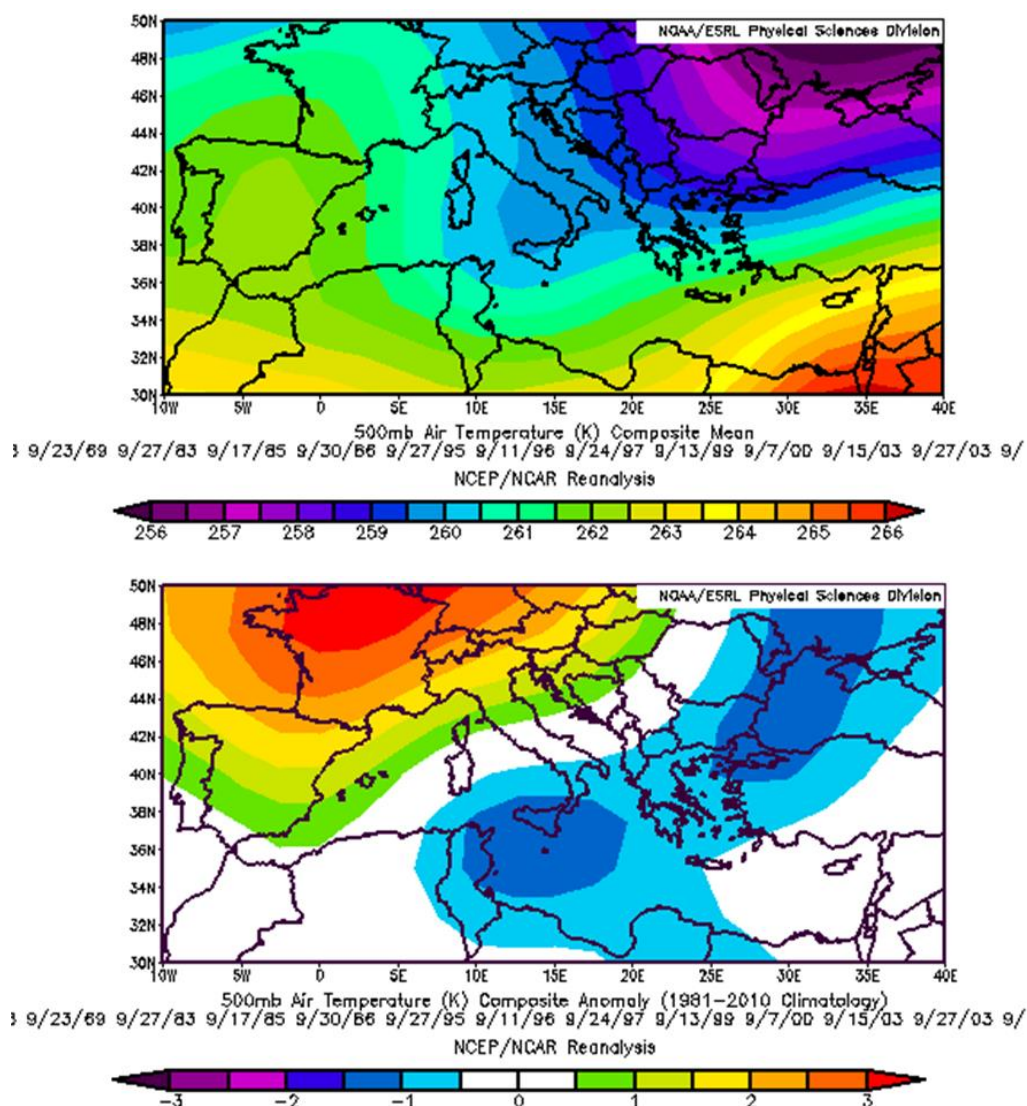
Οι συγκεντρωτικές μέσες τιμές του δείκτη LI εμφανίζουν το πρότυπο μίας περιοχής αρνητικών τιμών, μικρότερων των -2° K (εικ.6.4, επάνω). Αυτή η περιορισμένη περιοχή περιλαμβάνει την νοτιοανατολική Σικελία και τον θαλάσσιο χώρο που εκτείνεται μέχρι τις ακτές της Λιβύης. Η ανωμαλία που παρουσιάζει είναι αρνητική, της τάξης των -1.5° K (εικ.6.4, κάτω), οριοθετημένη σε έναν μικρότερης έκτασης θαλάσσιο χώρο. Αυτό αποτελεί μία ένδειξη για την επικράτηση ασταθών συνθηκών, οι οποίες είναι πιθανώς ιδανικές για την παρουσία σφοδρών καταιγίδων.



Εικ.6.4. Δείκτης Ατμοσφαιρικής Αστάθειας (surface lifted index-LI). Για την 30ετη περίοδο, παρατηρείται ατμοσφαιρική αστάθεια στην δυτική και κεντρική Μεσόγειο, για μία περιοχή κυρίως εκτεινόμενη από την Σαρδηνία έως δυτικά της Κρήτης. Η παρατηρούμενη ανωμαλία τις ημέρες των φαινομένων είναι εντελώς εντοπισμένη στην περιοχή νοτιοανατολικά της Σικελίας, έως τον κόλπο της Σύρτης στην Λιβύη.

5. Θερμοκρασία αέρα στα 500 hPa (K).

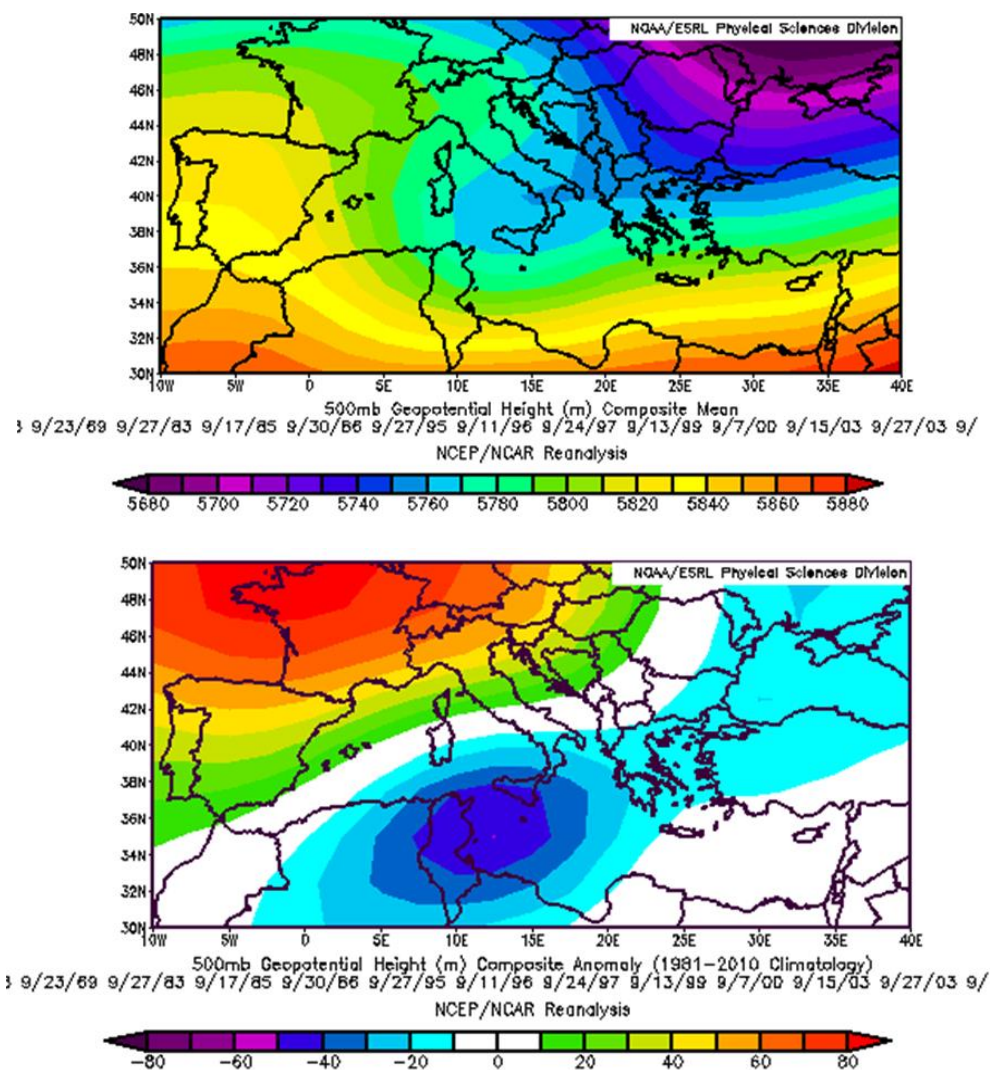
Όσον αφορά την μέση τροπόσφαιρα, η συγκεντρωτική μέση θερμοκρασία του αέρα στο επίπεδο των 500 hPa είναι της τάξης των 260° K (εικ.6.5, επάνω) για την περιοχή νότια της Σικελίας προς τις ακτές της Αφρικής. Αυτή η περιοχή εμφανίζει και μία κλειστή αρνητική ανωμαλία των της τάξης των 2° K (εικ.6.5, κάτω).



Εικ.6.5. Για την 30ετη περίοδο παρατηρείται μια υποχώρηση της συγκεντρωτικής μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο επίπεδο των 500 hPa, στην περιοχή της νότιας Ιταλίας. Η παρατηρούμενη ανωμαλία για τις ημέρες των φαινομένων εντοπίζεται στην περιοχή μεταξύ Τυνησίας-Σικελίας και Ιονίου πελάγους, και είναι της τάξης των -1.5°K .

6. Γεωδυναμικό ύψος στα 500 hPa (m).

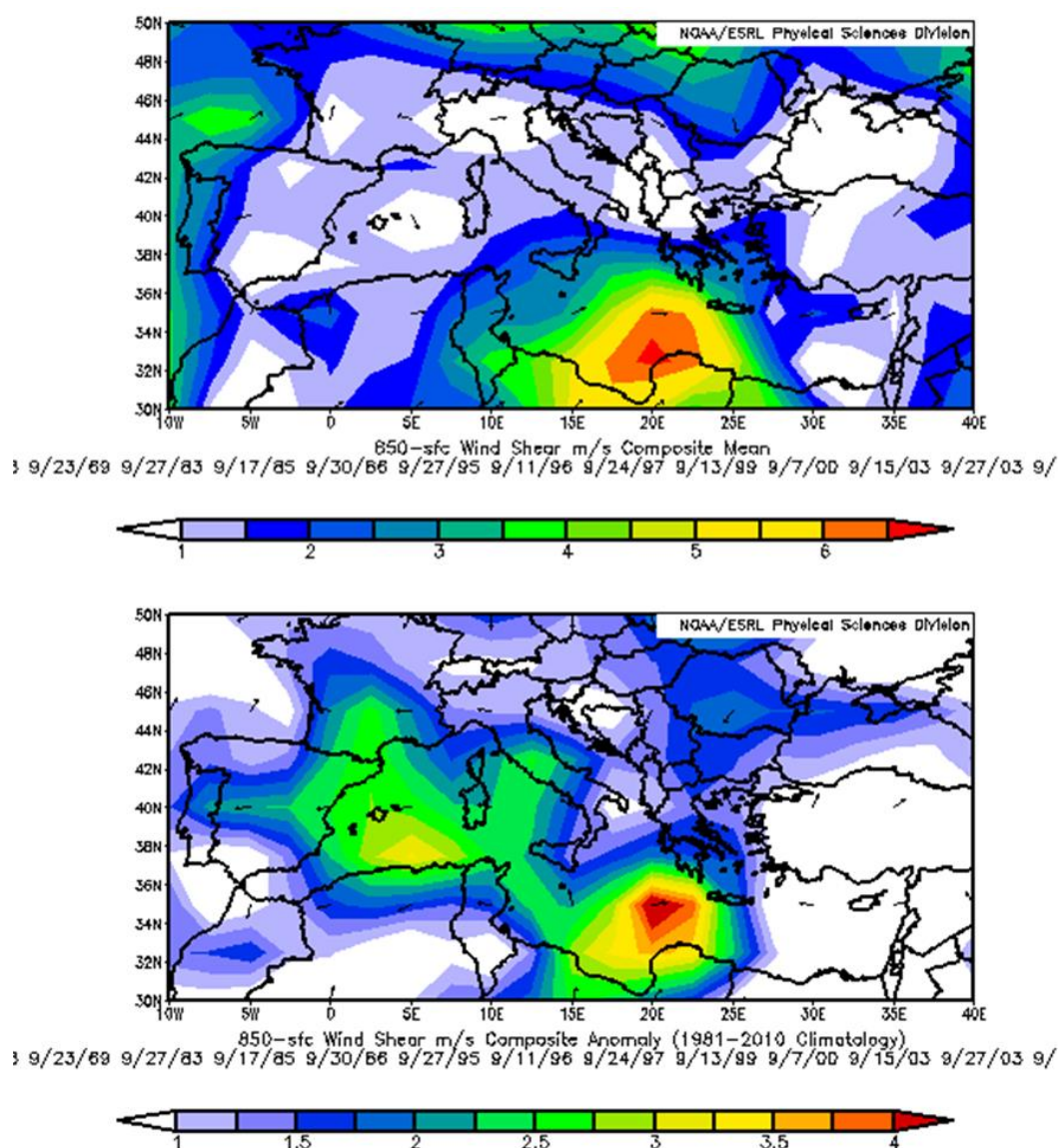
Για τις συγκεντρωτικές μέσες τιμές του γεωδυναμικού ύψους παρατηρείται ένας θύλακας (trough) για το επίπεδο των 500 hPa, πάνω από την νότια Ιταλία (μία περιορισμένης έκτασης περιοχή πάνω από την χερσόνησο της Απουλίας και το βόρειο μέρος της χερσονήσου της Καλαβρίας). Αυτή η περιοχή εμφανίζει στο διάγραμμα των ανωμαλιών του γεωδυναμικού ύψους μία κλειστή αρνητική ανωμαλία (-50 hPa), που εκτείνεται από την περιοχή νοτιοδυτικά της Σικελίας προς της ακτές της Τυνησίας και της Λιβύης (εικ.6.6, κάτω).



Εικ.6.6. Συγκεντρωτικοί μέσοι και ανωμαλίες του γεωδυναμικού ύψους στο ισοβαρικό επίπεδο των 500hPa. Στις ημερομηνίες εμφάνισης των φαινομένων, η ανωμαλία παρατηρείται κυρίως στην Σικελία και Τυνησία, φτάνοντας τα -60 m.

7. Διατμητικός άνεμος επιφανείας (Wind Shear)

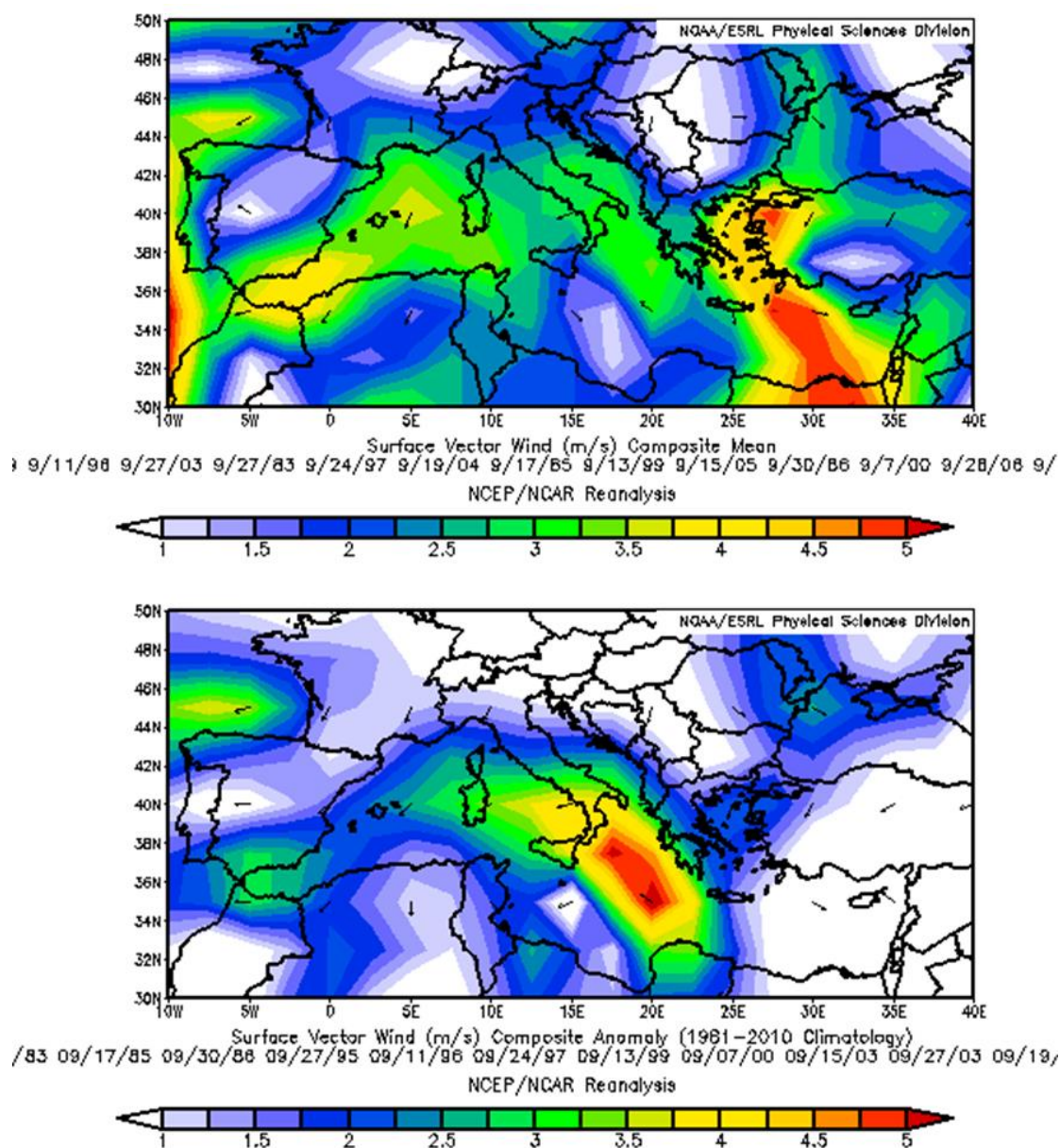
Οι συγκεντρωτικές μέσες τιμές του διατμητικού ανέμου εμφανίζουν μία περιοχή μεγίστων που εντοπίζεται βόρεια και πάνω από τις ακτές της Λιβύης, με τις ταχύτητές του στο κέντρο της να ξεπερνούν τα 6 m/s. Για αυτή την περιοχή η αντίστοιχη ανωμαλία του διατμητικού ανέμου είναι της τάξης των 4 m/s. Επίσης νοτίως των Βαλεαρίδων νήσων και βόρεια της Αλγερίας παρατηρείται μια ανωμαλία περί τα 1.5 - 3.25 m/s.



Εικ.6.7. Διατμητικός άνεμος επιφανείας (Wind Shear). Μια περιοχή νοτίως της Πελοποννήσου και δυτικά της Κρήτης, που εκτείνεται μέχρι τον κόλπο της Σύρτης, παρουσιάζει την υψηλότερη συγκεντρωτική μέση τιμή των 4 -7 m/s . Στην ίδια περιοχή παρατηρείται και η μεγαλύτερη ανωμαλία περί τα 3 - 4 m/s ή και παραπάνω.

8. Διανυσματική ταχύτητα ανέμου (vector wind speed)

Στο διάγραμμα των συγκεντρωτικών μέσων της διανυσματικής ταχύτητας του ανέμου φαίνεται ότι η περιοχή νοτιοανατολικά της Σικελίας παρουσιάζει ταχύτητες ανέμου μικρότερες του 1 m/s για τις συγκεκριμένες ημερομηνίες της 30ετίας, ενώ μία περιοχή που εντοπίζεται στο βορειοανατολικό Αιγαίο και ανατολικότερα της Κρήτης και της Ρόδου, παρουσιάζει ταχύτητες ανέμου της τάξης των 5 m/s ή και παραπάνω. Επίσης, στην περιοχή των Βαλεαρίδων και κυρίως δυτικότερα αυτών, παρατηρείται μια επίσης αυξημένη τιμή συγκεντρωτικού μέσου, ταχυτήτων περί τα 3.5 - 4.5 m/s, χωρίς αξιόλογη τιμή στην ανωμαλία.



Εικ.6.8. Διανυσματική ταχύτητα ανέμου. Συγκεντρωτικές μέσες τιμές άνω των 5 m/s παρατηρούνται ανατολικά της Κρήτης και της Ρόδου, και στην κεντρική-ανατολική Μεσόγειο, ενώ στην ίδια περιοχή παρατηρείται και η μεγαλύτερη ανωμαλία της τάξης των 5 m/s ή και παραπάνω.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι για τον μήνα Σεπτέμβριο, και σε ότι αφορά τις ημερομηνίες εκδήλωσης των medicanes, οι συγκεντρωτικοί μέσοι οροί της 30ετίας είναι αυξημένοι, κυρίως στην περιοχή της κεντρικής Μεσογείου στην περιοχή της Σικελίας και της Λιβύης, και δευτερευόντως στην περιοχή των Βαλεαρίδων νήσων, αλλά και νότια της Κρήτης. Οι αντίστοιχες ανωμαλίες των μετεωρολογικών παραμέτρων εμφανίζουν τις μεγαλύτερες τιμές τους επίσης στις ίδιες περιοχές. Εάν ανατρέξουμε στην βάση δεδομένων των 65 γεγονότων medicanes, και ειδικότερα σε αυτές που εκδηλώθηκαν τις ημέρες του Σεπτεμβρίου, θα παρατηρήσουμε ότι πράγματι στην περιοχή της κεντρικής και κεντρικής-δυτικής Μεσογείου έλαβαν χώρα οι 12 από τις 14 περιπτώσεις.

7. ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΕΠΟΧΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΩΝ MEDICANES ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ GIS

7.1. Κατηγορίες των επιπτώσεων και των συνοδών φαινομένων των medicanes

Για την μελέτη των επιπτώσεων που προκαλούν οι medicanes, δημιουργήθηκαν οι εξής κατηγορίες επιπτώσεων:

1. Πλημμύρες.

Περιλαμβάνονται όλα τα γεγονότα πλημμυρών που έχουν αναφερθεί είτε λόγω βροχοπτώσεων, είτε λόγω κατάκλισης παρακτίων χώρων από κύματα που εισέρχονται στο εσωτερικό της χέρσου λόγω των ισχυρών ανέμων. Η ύπαρξη της πλημμύρας σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι καθοδηγείται από τον συνδυασμό των επιδράσεων του φαινομένου καθ' εαυτό με το ανθρωπογενές, συνήθως αστικό ή ημιαστικό, περιβάλλον. Περιπτώσεις πλημμύρας ποταμών λόγω έντονων βροχοπτώσεων και πλημμύρες που προκαλούνται δευτερογενώς από έντονη χαλαζόπτωση συμπεριλαμβάνονται σε αυτήν την κατηγορία.

2. Επιπτώσεις σε γεωργικές περιοχές και πτώσεις δέντρων.

Σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνονται όλες οι αναφορές για καταστροφή καλλιεργειών, πτώσεις δέντρων από τους ισχυρούς ανέμους, ενώ καταστροφές σε φυσικά τοπία (όπως π.χ. καταστροφή της παράλιας ζώνης, τουριστικής συνήθως αξίας) επίσης κατηγοριοποιούνται εδώ.

3. Ζημιές ιδιωτικού χαρακτήρα.

Συμπεριλαμβάνονται όλες οι καταστροφές και οι ζημιές σε σπίτια, καταστήματα και οχήματα, καθώς και οποιασδήποτε μορφής καταστροφή ιδιωτικής περιουσίας. Σε αυτήν την κατηγορία συνήθως αναφέρονται ζημιές σε στέγες ή υπόγεια κατοικιών ή χώρων εργασίας, καθώς και ζημιές σε αυτοκίνητα και άλλα οχήματα.

4. Ζημιές δημόσιου χαρακτήρα.

Πρόκειται για μία κατηγορία που περιλαμβάνει ζημιές σε δημόσια κτήρια και χώρους, στο οδικό δίκτυο, καθώς και σε λιμάνια και αεροδρόμια. Επίσης, περιλαμβάνονται οι ζημιές που μπορούν να προκληθούν στο δίκτυο ηλεκτροδότησης και τηλεπικοινωνιών. Οι περισσότερες αναφορές περιλαμβάνουν διακοπή της οδικής κυκλοφορίας, είτε λόγω πλημμύρας είτε λόγω πτώσεις δέντρων, ενώ μπορεί να περιλαμβάνονται και ζημιές σε δημόσια οχήματα, σε κατασκευές λιμανιών κ.α.

5. Απώλειες ανθρώπινων ζωών

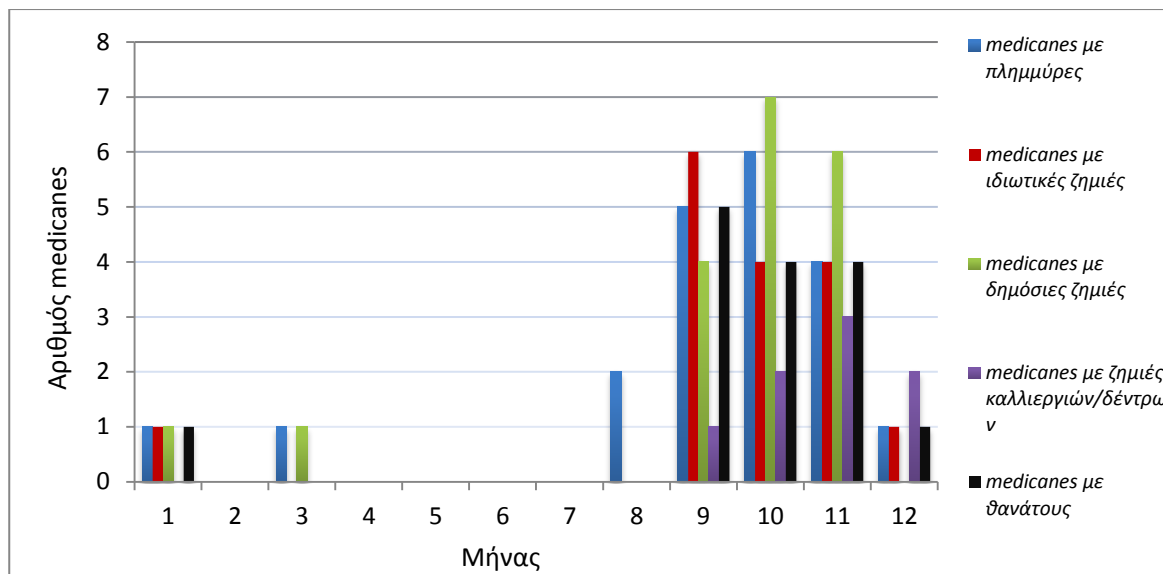
Συμπεριλαμβάνονται οι θάνατοι που οφείλονται σε πλημμύρες και σε άλλα ατυχήματα που έγιναν λόγω του καιρού. Αιτίες, εκτός από την πλημμύρα μπορεί να είναι οι ισχυροί άνεμοι που οδήγησαν σε ατύχημα ή οχήματα που παρασύρθηκαν από την ροή των πλημμυρικών υδάτων.

Εκτός από τις παραπάνω κατηγορίες επιπτώσεων, μελετήθηκαν επίσης και οι εμφανίσεις tornado, καθώς και οι ταχύτητες των επιφανειακών ανέμων και τα συγκεντρωτικά ύψη βροχόπτωσης που αντιστοιχούν σε εικοσιτετράωρα, όπου ήταν δυνατόν.

7.2. Εποχιακό πρότυπο των επιπτώσεων των medicanes.

Οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών, όπως αναφέρθηκε, ακολουθούν ένα πολύ συγκεκριμένο εποχιακό πρότυπο, με προτίμηση εμφάνισης τους φθινοπωρινούς μήνες του έτους. Οι επιπτώσεις αυτών των γεγονότων που παρουσιάστηκαν, εξετάστηκαν στην συνέχεια ως προς τον αριθμό των γεγονότων στα οποία έλαβαν χώρα, με σκοπό την διάκριση της περιόδου του έτους για την οποία οι επιπτώσεις εμφανίζουν την μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης. Συγκριτικά, ανάμεσα στις επιπτώσεις υπάρχουν κάποιες που χαρακτηρίζουν μεγάλο πλήθος γεγονότων κατά την διάρκεια όλων σχεδόν των μηνών που λαμβάνουν χώρα τα φαινόμενα, αλλά υπάρχουν και κάποιες για τις οποίες ορισμένοι μήνες εμφανίζουν μέγιστες και ελάχιστες τιμές.

Πιο συγκεκριμένα, για τον Σεπτέμβριο που είναι και ο μήνας με τις περισσότερες εμφανίσεις medicanes (15 γεγονότα), για 6 γεγονότα καταγράφηκαν ζημιές στον ιδιωτικό τομέα, για 5 καταγράφηκαν πλημμύρες, για 4 ζημιές στο δημόσιο τομέα, ενώ μόνο ένα γεγονός προκάλεσε καταστροφές σε καλλιέργειες. Για τον Οκτώβριο (13 γεγονότα), για 4 γεγονότα υπήρξαν ιδιωτικές ζημιές, για 6 πλημμύρες, για 7 δημόσιες ζημιές, ενώ καταστροφές σε καλλιέργειες καταγράφηκαν για 4 γεγονότα. Όσον αφορά τις απώλειες ανθρώπινων ζωών, ο αριθμός των γεγονότων medicanes που τις εμφανίζει παρουσιάζει μέγιστο τον Σεπτέμβριο, ενώ ακολουθούν ο Οκτώβριος και ο Νοέμβριος.



Εικ.7.1. Διάγραμμα των συγκεντρωτικών επιπτώσεων (ανά μήνα) του αριθμού των γεγονότων για τα οποία καταγράφηκαν πλημμύρες, ζημιές σε ιδιωτική και δημόσια περιουσία, και καταστροφές σε καλλιέργειες ή πτώσεις δέντρων.

Επομένως, μπορούμε να αντιληφθούμε ότι, οι αναφορές των επιπτώσεων των medicanes αυξάνονται όπως θα ήταν λογικό ανάλογα με τον αριθμό των φαινομένων που έχουν καταγραφεί, παρόλα αυτά εμφανίζουν μικρές διαφοροποιήσεις, με ορισμένες από αυτές να παρουσιάζουν μέγιστο που δεν εμφανίζεται τον μήνα με τα περισσότερα γεγονότα (Σεπτέμβριος). Για παράδειγμα, για τον Νοέμβριο, έναν μήνα που έχει συνολικά 6 γεγονότα για την περίοδο μελέτης, εμφανίζεται το μέγιστο των γεγονότων με ζημιές στις καλλιέργειες. Παρόλα αυτά, το συμπέρασμα που θα μπορούσε να προκύψει είναι ότι, για όλους τους μήνες, οι επιπτώσεις που εμφανίζονται στην πλειονότητα των medicanes είναι συνήθως οι πλημμύρες (20 γεγονότα), ενώ ακολουθούν οι ζημιές σε δημόσια (19 γεγονότα) και ιδιωτική περιουσία (16 γεγονότα) και οι θάνατοι (15 γεγονότα), με τις καταστροφές των καλλιεργειών και τις πτώσεις των δέντρων να είναι η κατηγορία των επιπτώσεων που αφορά τον μικρότερο αριθμό γεγονότων (8 γεγονότα).

7.3. Γεωγραφική κατανομή των επιπτώσεων των medicanes

Η γεωγραφική κατανομή των επιπτώσεων που προκαλούνται από τους medicanes μπορεί να δώσει πολλά στοιχεία για τον τρόπο με τον οποίο τα φαινόμενα αυτά επιδρούν στις παράκτιες περιοχές και τα νησιά της Μεσογείου. Η συγκριτική μελέτη των διαφόρων κατηγοριών επιπτώσεων μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση των αιτιών της συχνότητας εμφάνισης μίας ορισμένης κατηγορίας σε μία περιοχή, παράγοντας που εξαρτάται και από τις πορείες των επιμέρους κυκλώνων αλλά και από τον παράγοντα της ορεογραφίας της Μεσογείου. Η απεικόνιση των διαφόρων επιπτώσεων και συνοδών φαινομένων των medicanes έχει γίνει με την βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) (ArcGis) και σαν σκοπό έχει τον εντοπισμό των περιοχών στις λαμβάνουν χώρα οι

επιπτώσεις των medicanes και την συχνότητα εμφάνισής τους, για την περίοδο μελέτης (1969-2014) (Εικ.7.2).

Ένας medicane είναι ένα σύστημα το οποίο μπορεί να προκαλέσει πληθώρα επιπτώσεων, οι οποίες μπορούν να δρουν μεμονωμένα ή συνεργατικά σε μία περιοχή. Επίσης, ένα τέτοιο φαινόμενο μπορεί, ανάλογα με το μέγεθός του, την διάρκειά του και την έντασή του, να επηρεάσει περιοχές σε διαφορετική ακτίνα δράσης. Λόγω αυτής της πολυπλοκότητας οι επιπτώσεις έχουν ομαδοποιηθεί και εξετασθεί ανά κατηγορία και όχι ανά γεγονός, με στόχο της μελέτης της γεωγραφικής κατανομής κάθε κατηγορίας ξεχωριστά (π.χ. κατανομή των περιοχών με πλημμυρικά γεγονότα κατά την διάρκεια όλης της περιόδου μελέτης). Αυτή η ανάλυση μπορεί να οδηγήσει στην εκτίμηση των περιοχών που είναι πιο ευάλωτες στις επιπτώσεις των medicanes έναντι των υπολοίπων.

1. Γεωγραφική κατανομή των περιστατικών πλημμύρας

Πλημμύρες που έχουν προκληθεί από τους medicanes παρουσιάζονται για πολλές περιοχές της Μεσογείου (Εικ.7.2.). Αυτές έχουν λάβει χώρα σε παράκτιες περιοχές της Μεσογείου, με τα περισσότερα περιστατικά ανά χώρα να εμφανίζονται στην Ιταλία (νότια Ιταλία και Σικελία). Η Ελλάδα είναι επίσης μία χώρα με αρκετά περιστατικά, όπως και η Μάλτα, η Τυνησία και η Σαρδηνία. Η χερσόνησος της Καλαβρίας είναι η περιοχή με τα περισσότερα περιστατικά πλημμυρών, ενώ για την έκτασή της πολλά περιστατικά εμφανίζει και η Μάλτα.

2. Γεωγραφική κατανομή των ζημιών σε δέντρα και γεωργικές περιοχές.

Ζημιές αυτού του είδους έχουν αναφερθεί σε λιγότερες περιπτώσεις medicanes από ότι οι υπόλοιπες επιπτώσεις. Οι περιοχές στις οποίες εμφανίζονται είναι αυτές των Βαλεαρίδων νήσων και της νότιας Ιταλίας, ενώ περιστατικά έχουν καταγραφεί και σε άλλες περιοχές όπως στην Μάλτα, την Πελοπόννησο και την Χαλκιδική. Ο λόγος που αυτά τα περιστατικά είναι λίγα σε αριθμό είναι ότι αρκετές φορές δεν υπάρχουν πλήρεις αναφορές για αυτού του είδους της ζημιάς που έχουν προκληθεί από τους κυκλώνες.

3. Γεωγραφική κατανομή των ιδιωτικών ζημιών

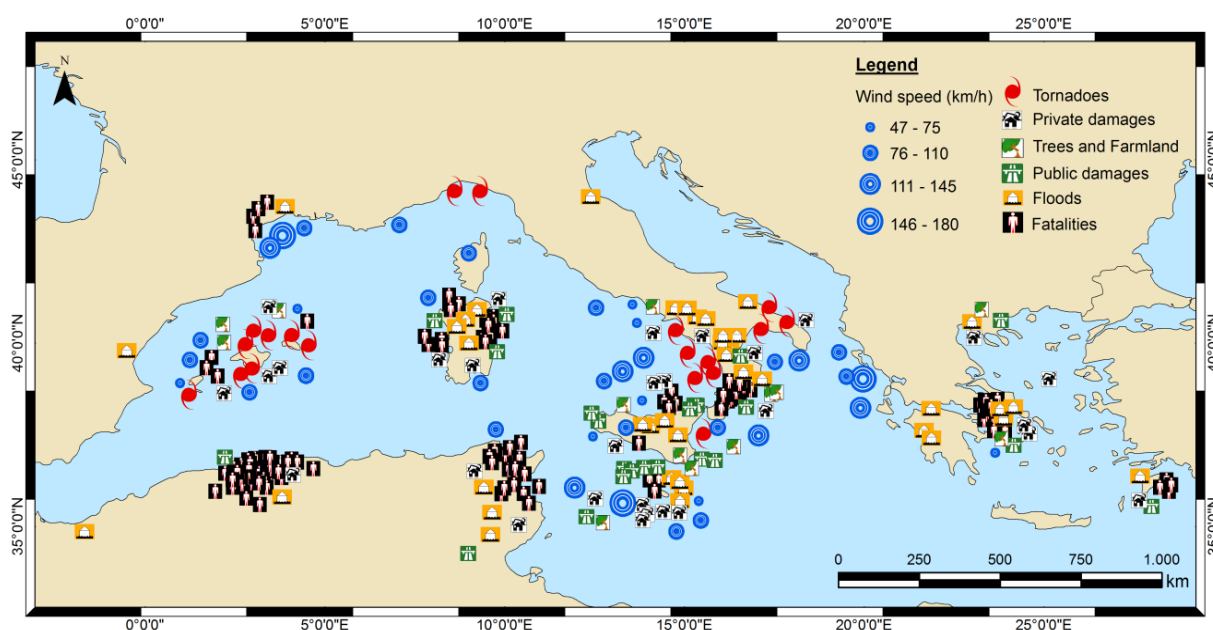
Οι αναφορές για ζημιές σε ιδιωτική περιουσία είναι κατά πολύ περισσότερες σε αριθμό από αυτές του δημοσίου τομέα. Οι περισσότερες έχουν προκληθεί από τις πλημμύρες και οι περιοχές στις οποίες έχουν καταγραφεί οι περισσότερες είναι η Μάλτα, η Καλαβρία, οι Βαλεαρίδες, η Κορσική, η ακτές της Αλγερίας και η Αττική.

4. Γεωγραφική κατανομή των δημόσιων ζημιών

Οι ζημιές στην δημόσια περιουσία σχετίζονται σχεδόν με όλες τις περιπτώσεις με περιστατικά πλημμυρών, με τις οποίες ακολουθούν ανάλογη γεωγραφική κατανομή. Η Μάλτα και η νότια Ιταλία είναι οι περιοχές με τις περισσότερες αναφορές ζημιών δημόσιας περιουσίας, ενώ ζημιές έχουν καταγραφεί σχεδόν σε όλες τις περιοχές που επηρεάζονται από τους medicanes, με εξαίρεση τις Βαλεαρίδες νήσους.

5. Γεωγραφική κατανομή των θανάτων που οφείλονται στους medicanes

Απώλειες ανθρώπινων ζωών που οφείλονται στους medicanes έχουν αναφερθεί για αρκετές περιοχές της Μεσογείου. Περιοχές στις οποίες έχουν αναφερθεί οι περισσότεροι θάνατοι είναι αυτές της Αλγερίας και της Τυνησίας, στις οποίες ο μεγάλος αριθμός θανάτων οφείλεται σε εκτεταμένες πλημμύρες, που έδρασαν σε συνδυασμό με λασπορροές, και σε μεγάλες καταστροφές σε κτήρια και υποδομές. Στην Ιταλία, την Μάλτα, την Σαρδηνία και τις Βαλεαρίδες, καθώς και στον κόλπο της Λυών, έχουν αναφερθεί αρκετά περιστατικά, ενώ έναν μεγάλο αριθμό εμφανίζει ιδιαίτερα η Αττική, για την οποία τα περιστατικά αυτά συμπίπτουν με πλημμυρικά γεγονότα, συνοδευόμενα από πολλές ζημιές σε κατοικίες.



Εικ.7.2. Χάρτης των επιπτώσεων και των συνοδών φαινομένων που προκλήθηκαν από τους medicanes.

Εκτός από τις παραπάνω επιπτώσεις, ένας μεγάλος αριθμός tornado έχει καταγραφεί στις ακτές των Βαλεαρίδων νήσων και της νότιας Ιταλίας, περιοχές όπου έχουν καταγραφεί και μεγάλες ταχύτητες επιφανειακών ανέμων. Σε γενικές γραμμές, οι μεγαλύτερης ταχύτητας άνεμοι έχουν καταγραφεί στο Ιόνιο πέλαγος, στην περιοχή νότια της Σικελίας και στον κόλπο της Λυών, ενώ ακολουθούν οι Βαλεαρίδες νήσοι και το Τυρρηνικό πέλαγος και η

Κορσική. Επίσης, λίγες εμφανίσεις ανεμοστρόβιλων (tornado) έχουν συσχετισθεί με τα φαινόμενα των medicanes στην βιβλιογραφία, και αυτός είναι ο λόγος που εμφανίζονται σε λιγότερες των αναμενόμενων περιοχές.

Ανάμεσα στις διάφορες περιοχές που εμφανίζουν επιπτώσεις από τους κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών, υπάρχουν ορισμένες στις οποίες αυτές εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα. Για παράδειγμα, η περιοχή των Βαλεαρίδων νήσων εμφανίζει μεγάλο αριθμό ζημιών σε ιδιωτική περιουσία καθώς και μεγάλο αριθμό γεγονότων tornado, παρόλα αυτά χωρίς να έχει μεγάλο αριθμό θανάτων λόγω των κυκλώνων. Αντίθετα, περιοχές όπως η Τύνιδα και το Αλγέρι εμφανίζουν πολύ μεγάλο αριθμό θανάτων (μεγάλο και σε σχέση με τα λίγα γεγονότα medicanes που έχουν επηρεάσει τις περιοχές αυτές). Επιπλέον, η Κορσική εμφανίζει μεγάλο αριθμό ζημιών σε δημόσια περιουσία, καθώς και αρκετούς θανάτους και πλημμύρες. Η νότια Ιταλία είναι η περιοχή με τις περισσότερες πλημμύρες, τις περισσότερες εμφανίσεις tornado, και γενικά μεγάλο αριθμό από επιπτώσεις όλων των κατηγοριών, επομένως μπορούμε να πούμε ότι είναι ίσως η περιοχή που είναι η πιο ευάλωτη στα φαινόμενα των medicanes, όπως επίσης και η Μάλτα, με πληθώρα ιδιωτικών και δημόσιων ζημιών και πλημμυρών.

Τέλος, για την Ελλάδα, λίγες είναι οι περιοχές με επιπτώσεις από τους medicanes. Η δυτική Πελοπόννησος, η Αττική και η Ρόδος έχουν εμφανίσει περιστατικά πλημμύρας, ενώ ένα περιστατικό έχει αναφερθεί και στην Χαλκιδική. Επίσης, θάνατοι στις περιοχές αυτές έχουν καταγραφεί κυρίως για την Αττική και για το νησί της Ρόδου, λόγω των πλημμυρών, οι οποίες επέφεραν και αρκετές δημόσιες και ιδιωτικές ζημιές. Γενικά, η Ελλάδα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν μία περιοχή μικρού αριθμού επιπτώσεων, σε αντίθεση με την Ιταλία και την Σικελία που εμφανίζουν τις περισσότερες.

7.4. Γεγονότα μεγάλων επιπτώσεων («high impact events»)

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι, από το σύνολο των επιπτώσεων, ένας μεγάλος αριθμός προκλήθηκε από συγκεκριμένα γεγονότα (που αναφέρονται στην βιβλιογραφία ως «high impact events»), τα οποία προκάλεσαν πλημμύρες, ζημιές και απώλειες ανθρώπινων ζωών σε μεγαλύτερη έκταση και αριθμό από τα υπόλοιπα. Οι αιτίες αυτού του γεγονότος είναι σε πρώτο βαθμό η ένταση και η δριμύτητα του φαινομένου, ενώ δευτερευόντως υπεισέρχονται και άλλοι παράγοντες, κυρίως ανθρωπογενείς. Οι επιπτώσεις αυτών των γεγονότων σε πολλές περιπτώσεις έχουν επίσης προκαλέσει μεγάλες οικονομικές ζημιές, καθιστώντας πολλές περιοχές σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Ορισμένες περιπτώσεις τέτοιων γεγονότων είναι οι εξής:

- Ο medicane του 1969 (23-24/9/1969), που προκάλεσε εκτεταμένες πλημμύρες στην Lampedusa, την Μάλτα, την Λιβύη, την Τυνησία και την βορειοανατολική Αλγερία. Συνολικά, στην Τυνησία και την Αλγερία καταγράφηκαν περίπου 600 θάνατοι, χιλιάδες άνθρωποι έμειναν άστεγοι, ενώ η Τυνησία είχε οικονομική ζημιά 2 εκατομμύρια λίρες.

- Ο medicane του Νοεμβρίου 2001 (10-12/11/2001). Προκάλεσε καταστροφικές πλημμύρες στην Αλγερία, συνοδευόμενες από λασποροές. Στο Αλγέρι καταγράφηκαν 776 θάνατοι και εκτεταμένες ζημιές σε δημόσια και ιδιωτική περιουσία λόγω των λασποροών, που κάλυψαν πάνω από 1,4 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα. Συνολικά, οι ζημιές υπολογίστηκαν σε 250 εκατομμύρια δολάρια.
- Ο medicane του Rolf (4-9/11/2011), που προκάλεσε εκτεταμένες πλημμύρες στην Ιταλία, την Γαλλία και την Ισπανία, με συνολικά 11 θανάτους και πολλές ζημιές στην ιδιωτική περιουσία σε πλήθος περιοχών.
- Ο medicane Cleopatra (17-22/11/2013), που χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα καταστροφικός και επηρέασε τις Βαλεαρίδες νήσους, την Σαρδηνία, την νότια Ιταλία και το νησί της Ρόδου. Επίσης, προκάλεσε χαλαζόπτωση και εμφάνιση ανεμοστοβίλων (tornado) στις δυτικές ακτές της Ιταλίας. Συνολικά, στην Σαρδηνία και την Ιταλία προκλήθηκαν συνολικές οικονομικές ζημιές αξίας 780000 δολαρίων ΗΠΑ, ενώ οι απώλειες ανθρώπινων ζωών έφτασαν τις 16.

Αυτά τα γεγονότα μεγάλων επιπτώσεων είναι λίγα στην βάση δεδομένων σε σχέση με τον συνολικό αριθμό των medicanes, παρόλα αυτά δείχνουν ότι τα φαινόμενα αυτά είναι σε θέση, υπό ορισμένες συνθήκες, να προκαλέσουν πολύ μεγάλες καταστροφές. Επίσης, γίνεται αντιληπτό ότι οι πλημμύρες είναι ο παράγοντας λόγω του οποίου καταγράφονται οι μεγαλύτερες ζημιές, ενώ οι ισχυροί άνεμοι έχουν δευτερεύοντα ρόλο. Τέτοια φαινόμενα θα είναι χρήσιμο να μελετηθούν περαιτέρω, με στόχο την αντιμετώπισή τους από τις τοπικές κοινωνίες.

7.5. Εφαρμογή των δεικτών έντασης επιπτώσεων για έναν αριθμό γεγονότων με διαθέσιμα στοιχεία

Όπως αναφέρθηκε, οι φυσικές καταστροφές που προκαλούνται από καιρικά φαινόμενα προσελκύουν όλο και περισσότερο το επιστημονικό ενδιαφέρον τις τελευταίες δεκαετίες, λόγω του αυξανόμενου αριθμού των επιπτώσεων που έχουν στην οικονομία, στην κοινωνία και στο περιβάλλον. Το μέγεθος των επιπτώσεων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι η ένταση των καιρικών φαινομένων, η ευπάθεια, η ετοιμότητα και η προσαρμοστικότητα του συνόλου που προσβάλλεται. Λόγω της ανάγκης για την συστηματική παρακολούθηση των καιρικών φαινομένων που επιφέρουν κοινωνικές, περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις (τα λεγόμενα «high impact weather events»), το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών έχει αναπτύξει μία βάση δεδομένων με στόχο, εκτός από την καταγραφή τους και την ανάπτυξη δεικτών έντασης αυτών και των επιπτώσεών τους (Παπαγιαννάκη et al., 2012).

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι κατηγορίες της έντασης των επιπτώσεών των καιρικών φαινομένων. Έχουν δημιουργηθεί τρεις κατηγορίες έντασης, οι οποίες βασίζονται σε

ορισμένα κριτήρια που αφορούν τα χαρακτηριστικά των επιπτώσεων (πίνακας 3), με την ένταση των επιπτώσεων του επεισοδίου να προκύπτει από τη συνεκτίμηση των επιπτώσεων των επιμέρους καιρικών φαινομένων.

Ένταση επιπτώσεων	I1	I2	I3
	Προβλήματα μικρής έκτασης στις μετακινήσεις, στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών/ηλεκτρισμού, σε κτίρια και υποδομές, εντοπισμένα σε 1 νομό	Σημαντικά προβλήματα στις μετακινήσεις, στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών/ηλεκτρισμού, σε κτίρια, υποδομές και οχήματα, σε 2-4 νομούς ή εντοπισμένα σε μία από τις μεγαλύτερες σε πληθυσμό πόλεις της χώρας (άνω των 100.000 κατοίκων).	Ανθρώπινες απώλειες, και/ή μεγάλης κλίμακας και διάρκειας καταστροφές σε τουλάχιστον 5 νομούς της χώρας

Πίνακας 3. Κατηγορίες έντασης των επιπτώσεων των καιρικών φαινομένων (Παπαγιαννάκη et al., 2012).

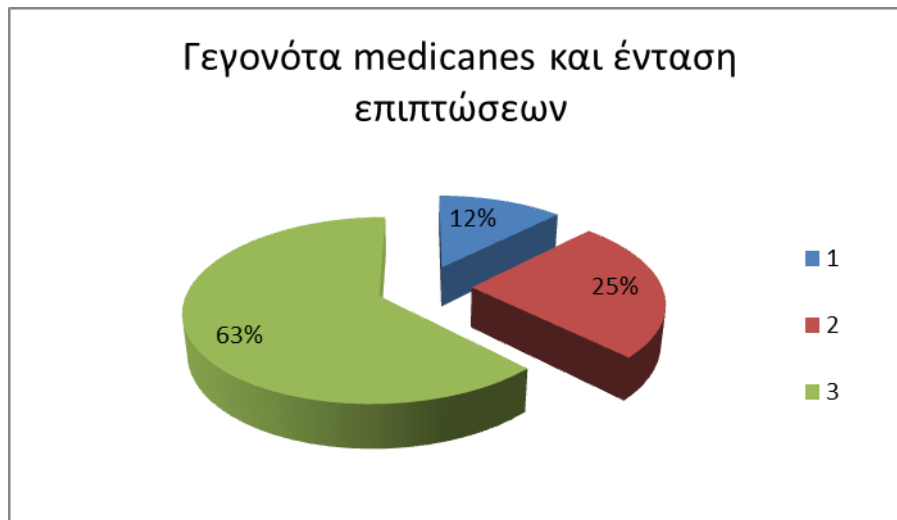
Αυτός ο δείκτης έντασης εφαρμόστηκε για τα γεγονότων medicanes, για τις περιπτώσεις για τις οποίες ήταν διαθέσιμα τα στοιχεία των επιπτώσεων. Τα αποτελέσματα αυτής της κατηγοριοποίησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ I
23-24/9/1969	Malta, Sfax (Tunisia)	I3
19-22/12/1979	Palma de Mallorca, areas of Algeria	I3
30/9-3/10/1986	Palma de Mallorca	I2
4-7/10/1989	Athens	I3
21-25/10/1994	Athens	I3
27-29/9/1995	Malta	I3
6-11/10/1996	Calabria and Sicily (Italy)	I3
8-11/12/1996	Aeolian Islands	I1
24-28/9/1997	Malta	I3

25-27/1/1998	Malta	I3
7-11/9/2000	Calabria (Italy)	I3
7-10/10/2000	Chalkidiki (Greece)	I2
10-12/11/2001	Algiers (Algeria)	I3
15-19/9/2003	areas of Tunisia	I3
17-19/10/2003	Sicily (Italy)	I3
19/9/2004	Malta	I2
15-16/9/2005	Peloponnese (Greece)	I1
22-23/10/2005	Puglia and areas of Calabria (Italy)	I2
27/1/2009	Sicily, Puglia (Italy)	I1
4-9/11/2011	areas of Italy and France	I3
13-17/4/2012	areas of Italy	I2
17-22/11/2013	areas of Italy, Rhodes	I3
7-9/11/2014	Lampedusa, Linosa, Malta, Sicily (Italy)	I2
30/11/2014 - 8/12/2014	areas of Italy	I3

Πίνακας.4. Πίνακας των γεγονότων medicanes με επιπτώσεις και κατηγοριοποίηση της έντασης των επιπτώσεών τους.

Από τις 24 περιπτώσεις medicanes για τις οποίες κατηγοριοποιήθηκε η ένταση των επιπτώσεων, το 62.5% των περιπτώσεων έχει ταξινομηθεί με ένταση επιπτώσεων I3, το 25% με I2, και ένα μόλις 12.5% με I1. Βέβαια, ο μικρός αριθμός των γεγονότων με επιπτώσεις έντασης I1 οφείλεται στο γεγονός ότι αναφορές μικρής έκτασης επιπτώσεων σπάνια αναφέρονται στην βιβλιογραφία. Αντίθετα, υπάρχουν πολλές καταγραφές για τα γεγονότα που προκάλεσαν επιπτώσεις της μεγαλύτερης έντασης, λόγω της μεγάλης σημασίας που έχει δοθεί στο μεγάλο αντίκτυπο αυτών των φαινομένων στην οικονομία και στο κόστος τους σε ανθρώπινες ζωές.



Εικ.7.3. Διάγραμμα του % ποσοστού των medicanes με επιπτώσεις έντασης Ι1, Ι2 και Ι3 (μπλε, κόκκινη και πράσινη περιοχή αντίστοιχα).

Επομένως, γίνεται φανερό ότι στον τομέα της μελέτης των επιπτώσεων θα χρειαστούν περισσότερες αναφορές που να καλύπτουν μεγαλύτερο αριθμό γεγονότων για να μπορεί η μελέτη της έντασής τους να είναι αντιπροσωπευτική. Οι δυσκολίες στον εντοπισμό των επιπτώσεων μικρής έντασης και έκτασης είναι ένα ζήτημα το οποίο θα μπορέσει να λυθεί μελλοντικά μέσω της συστηματικής καταγραφής τους και απόδοσής τους στα συγκεκριμένα γεγονότα των medicanes.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι Μεσογειακοί κυκλώνες τροπικών χαρακτηριστικών (Medicanes) είναι συστήματα, τα οποία παρουσιάζουν χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά των τροπικών κυκλώνων, με κυριότερο από αυτά την παρουσία ενός θερμού πυρήνα στο κέντρο τους, που αντιστοιχεί στην εμφάνιση ενός κυκλωνικού ματιού περιβαλλόμενου από ένα τείχος νεφών. Είναι φαινόμενα που αναπτύσσονται αρκετά σπάνια πάνω από την Μεσόγειο, η γεωγραφία της οποίας ευνοεί, υπό ορισμένες συνθήκες και παρά τις μικρές της διαστάσεις, την ανάπτυξη της έντονης κατακόρυφης μεταφοράς. Η παρούσα μελέτη έδωσε ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την κατανομή, εποχιακή και γεωγραφική, αυτών των φαινομένων αλλά και των επιπτώσεών τους, όπως και τις συνοπτικές καταστάσεις και ανωμαλίες των μετεωρολογικών παραμέτρων που σχετίζονται με αυτά. Τα συμπεράσματα αυτά παρουσιάζονται συνολικά στη συνέχεια.

Η καταγραφή των γεγονότων των medicanes υπήρξε ένα βασικό εργαλείο εξέτασης των χαρακτηριστικών τους (π.χ. διάρκεια, περιοχή εκδήλωσης των φαινομένων, ταχύτητες ανέμων και ένταση των καταιγίδων, αλλά και των συνοδών φαινομένων και των επιπτώσεών τους). Η διαχρονική εξέταση της κατανομής των γεγονότων έδειξε ότι για την χρονική περίοδο από το 1980 έως το 2014, η μέση συχνότητα εμφάνισης των φαινομένων αυτών στην Μεσόγειο είναι 1.79 ανά έτος. Επομένως, η εμφάνιση αυτών των φαινομένων είναι αρκετά σπάνια, επιβεβαιώνοντας τις υποθέσεις για την σπανιότητα των συνθηκών

των περιβαλλόντων τους που παρουσιάσθηκαν στην θεωρία. Κατά συνέπεια, κατά μέσο όρο αναμένονται 1 έως 2 γεγονότα medicanes ανά έτος.

Μια προσεκτικότερη ανάλυση στην διαχρονική εξέλιξη της ετήσιας συχνότητας των φαινομένων από το 1980 έως το τέλος του 2014, δείχνει ότι η ετήσια συχνότητά τους, γενικά, παρουσιάζει μια αυξητική τάση, γεγονός που υποδεικνύει ότι πιθανότατα η κλιματική αλλαγή μπορεί να επιδρά στη συχνότητα εμφάνισης τους. Παρόλα αυτά, η γενική αυτή αύξηση της συχνότητας τους δεν είναι γραμμική, αλλά πιθανότατα παρουσιάζει μια περιοδική μεταβολή. Πράγματι, μετά την αυξητική τάση της περιόδου 1982-1985, ακολουθεί μια ελάττωσή της για τη περίοδο 1987-1995, και στη συνέχεια επέρχεται μία σημαντική αύξηση της συχνότητας τους κατά την περίοδο 1996-2008. Πάντως, κατά τα τελευταία έτη η ένταση των φαινομένων και των επιπτώσεων τους έχει αυξηθεί, αλλά απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση για την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

Όσον αφορά το εποχιακό πρότυπο των medicanes, αυτοί λαμβάνουν χώρα κυρίως κατά τους φθινοπωρινούς μήνες του έτους, με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης τον μήνα Σεπτέμβριο, ενώ ακολουθεί ο Οκτώβριος, ο Δεκέμβριος και ο Ιανουάριος, ενώ λιγότερα γεγονότα medicanes αντιστοιχούν στους υπόλοιπους μήνες. Αυτό το πρότυπο δείχνει τον καταλυτικό ρόλο της προσφοράς στην ατμόσφαιρα θερμότητας και υδρατμών, προερχόμενων από την θερμή επιφάνεια της θάλασσας, που προκαλεί θερμοκρασιακές διαφορές, οι οποίες καθοδηγούν την έντονη κατακόρυφη μεταφορά για τον σχηματισμό των medicanes. Αυτή η διεργασία μεγιστοποιείται με το πέρας του καλοκαιριού και σχετίζεται και με την μεταφορά θερμών αέριων μαζών από περιοχές νοτιότερα της Μεσογείου.

Η γεωγραφική κατανομή των σημείων γένεσης των medicanes, εμφανίζει ένα ιδιαίτερο γεωγραφικό πρότυπο. Γίνεται εμφανές ότι η δημιουργία τους λαμβάνει χώρα στην δυτική και κεντρική λεκάνη της Μεσόγειου, με τα περισσότερα γεγονότα να δημιουργούνται στην περιοχή της κεντρικής Μεσόγειου (νότια της Ιταλίας, κυρίως ανάμεσα στην Σικελία και τις ακτές της Τυνησίας και της Λιβύης) και στην κεντρική περιοχή της δυτικής Μεσόγειου (κυρίως στην θάλασσα των Βαλεαρίδων, στην περιοχή δυτικά της Σαρδηνίας). Τα περισσότερα σημεία γένεσης των κυκλώνων αυτών έχουν σαν επίκεντρο την θαλάσσια περιοχή ανάμεσα στην Σικελία και της ακτές της Τυνησίας. Όμως, έχουν παρατηρηθεί και περιπτώσεις όπου η πορεία τους συνεχίζεται και στην Ανατολική Μεσόγειο, αν και αυτές είναι σχετικά λίγες.

Επιπλέον, η συγκριτική εξέταση του εποχιακού προτύπου των medicanes που δημιουργούνται σε αυτές τις δύο περιοχές έδειξε μικρές διαφορές ανάμεσα στην εποχιακή κατανομή τους. Η σημαντικότερη αυτών έγκειται στο γεγονός ότι η περιοχή της κεντρικής Μεσογείου έχει μεγάλη συχνότητα εμφάνισης των γεγονότων τον Σεπτέμβριο σε σύγκριση με αυτήν της δυτικής, για την οποία ο μήνας με τα περισσότερα γεγονότα medicanes είναι ο Οκτώβριος. Επομένως, υποθέτουμε ότι ανάμεσα σε αυτές τις δύο περιοχές υπάρχουν μικρές διαφορές στις συνθήκες που επικρατούν, καθώς η περιοχή της δυτικής Μεσογείου χρονικά υστερεί στην εμφάνιση των medicanes σε σχέση με την κεντρική.

Από την εξέταση των συνοπτικών καταστάσεων και ανωμαλιών των μετεωρολογικών παραμέτρων που συνδέονται με την εμφάνιση των medicanes για τον μήνα με τα περισσότερα γεγονότα (Σεπτέμβριος), προέκυψε ότι οι συγκεντρωτικοί μέσοι όροι παρουσιάζονται αυξημένοι για μία συγκεκριμένη περιοχή της Μεσογείου. Αυτή είναι η περιοχή της κεντρικής λεκάνης της Μεσογείου, ανάμεσα στην Σικελία και τις ακτές της βόρειας Αφρικής, και χωρικά αντιστοιχεί με την περιοχή στην οποία εντοπίζονται οι περισσότερες τοποθεσίες γένεσης των medicanes. Επίσης, υπάρχει και μία δευτερεύουσα περιοχή όπου οι συγκεντρωτικοί μέσοι είναι αυξημένοι και η οποία είναι η περιοχή γύρω από τις Βαlearίδες νήσους. Οι αντίστοιχες ανωμαλίες των μετεωρολογικών παραμέτρων εμφανίζουν τις μεγαλύτερες τιμές τους επίσης στις ίδιες περιοχές. Εάν ανατρέξουμε στην βάση δεδομένων των 65 γεγονότων medicanes, και ειδικότερα σε αυτές που εκδηλώθηκαν τις ημέρες του Σεπτεμβρίου, θα παρατηρήσουμε ότι πράγματι στην περιοχή της κεντρικής και κεντρικής-δυτικής Μεσογείου έλαβαν χώρα οι 12 από τις 14 περιπτώσεις.

Πιο συγκεκριμένα, το διάγραμμα των συγκεντρωτικών μέσων της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας παρουσιάζει μία περιοχή ελαχίστων μέσων πιέσεων, νότια της Σικελίας, με αντίστοιχη αρνητική ανωμαλία των 2 hPa κατά τις ημέρες εκδήλωσης των φαινομένων. Το αντίστοιχο διάγραμμα της θερμοκρασίας θαλάσσιας επιφανείας παρουσιάζει μία περιοχή θερμών υδάτων βόρεια των ακτών της Λιβύης, αλλά και μία νότια της Κύπρου, όπου η μέση θερμοκρασία υπερβαίνει τους 300° K, ενώ αυτή της κεντρικής Μεσογείου εμφανίζει ανωμαλία των ημερών εκδήλωσης των φαινομένων αρκετά μικρή, της τάξης του + 0.1° K. Αυξημένες τιμές παρουσιάζει ο μέσος επιφανειακός ρυθμός βροχόπτωσης για την περιοχή της νότιας Ιταλίας και του Τυρρηνικού πελάγους, με τιμές συγκεντρωτικών μέσων έως 11 mm/ημέρα και με την παρατηρούμενη ανωμαλία να είναι εντοπισμένη στην ίδια περιοχή και να φτάνει τα 9 mm/ημέρα για την περιοχή της ανατολικής Σικελίας.

Όσον αφορά τις συνθήκες στην μέση τροπόσφαιρα, η συγκεντρωτική μέση θερμοκρασία του αέρα στο επίπεδο των 500 hPa είναι της τάξης των 260° K για την περιοχή νότια της Σικελίας προς τις ακτές της Αφρικής, ενώ αυτή η περιοχή εμφανίζει και μία κλειστή αρνητική ανωμαλία της τάξης των 2° K. Όσον αφορά το γεωδυναμικό ύψος στο ισοβαρικό επίπεδο των 500 hPa, παρατηρείται ένας θύλακας (trough) στο διάγραμμα των συγκεντρωτικών μέσων, εντοπισμένος πάνω από την νότια Ιταλία. Αυτή η περιοχή εμφανίζει στο διάγραμμα των ανωμαλιών του γεωδυναμικού ύψους μία κλειστή αρνητική ανωμαλία (-50 hPa), που εκτείνεται από την περιοχή νοτιοδυτικά της Σικελίας προς τις ακτές της Τυνησίας και της Λιβύης. Επιπλέον, ο δείκτης ατμοσφαιρικής αστάθειας (δείκτης LI) εμφανίζει μία περιοχή αρνητικών τιμών στο διάγραμμα των συγκεντρωτικών μέσων, με τιμές μικρότερες των -2° K. Αυτή η περιοχή εκτείνεται από την νοτιοανατολική Σικελία και έως τις ακτές της Λιβύης και η ανωμαλία που παρουσιάζει είναι αρνητική, της τάξης των - 1.5° K. Αυτό αποτελεί μία ένδειξη για την επικράτηση ασταθών συνθηκών, οι οποίες είναι πιθανώς ιδανικές για την παρουσία σφοδρών καταιγίδων.

Όσον αφορά τον διατμητικό άνεμο επιφανείας, οι συγκεντρωτικές μέσες τιμές του εμφανίζουν μία περιοχή μεγίστων, βόρεια και πάνω από τις ακτές της Λιβύης, με τις ταχύτητές του στο κέντρο της να ξεπερνούν τα 6 m/s. Για αυτή την περιοχή η αντίστοιχη ανωμαλία του διατμητικού ανέμου είναι της τάξης των 4 m/s, ενώ μία ανωμαλία περί τα 1.5

- 3.25 m/s εντοπίζεται επίσης νοτίως των Βαλεαρίδων νήσων και βόρεια της Αλγερίας. Επίσης, στο διάγραμμα των συγκεντρωτικών μέσων της διανυσματικής ταχύτητας του ανέμου φαίνεται ότι η περιοχή νοτιοανατολικά της Σικελίας παρουσιάζει ταχύτητες ανέμου μικρότερες του 1 m/s για τις συγκεκριμένες ημερομηνίες, ενώ μία περιοχή που εντοπίζεται στο βορειοανατολικό Αιγαίο και ανατολικότερα της Κρήτης και της Ρόδου, παρουσιάζει ταχύτητες ανέμου της τάξης των 5 m/s ή και παραπάνω. Επίσης, στην περιοχή των Βαλεαρίδων και κυρίως δυτικότερα αυτών, παρατηρείται μια αυξημένη τιμή συγκεντρωτικού μέσου, ταχυτήτων περί τα 3.5 - 4.5 m/s, χωρίς αξιόλογη τιμή στην ανωμαλία.

Επομένως, αυτή η περιοχή νότια της Ιταλίας παρουσιάζει, για τις περισσότερες παραμέτρους που εξετάστηκαν, τις μεγαλύτερες τιμές συγκεντρωτικών μέσων και ανωμαλιών για τις εμφανίσεις των medicane τον Σεπτέμβριο, ενώ στην περιοχή πλησίον των Βαλεαρίδων νήσων επίσης εμφανίζονται ορισμένες αυξημένες τιμές συγκεντρωτικών μέσων για ορισμένες παραμέτρους. Αυτό δείχνει ότι για τον Σεπτέμβριο, που ήταν ο μήνας τον οποίο αφορούν τα δεδομένα επανάλυσης, οι συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή της νότιας και κεντρικής Μεσογείου ευνοούν την ανάπτυξη και διατήρηση των medicanes, γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με την γεωγραφική κατανομή των περιοχών γένεσης τους για την πλειονότητά τους. Οι συνθήκες αυτές του Σεπτεμβρίου, παρόλα αυτά, δεν αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος των κυκλώνων που δημιουργούνται στην δυτική Μεσόγειο, κυρίως κατά την διάρκεια του Οκτωβρίου.

Όσον αφορά τις επιπτώσεις των medicanes, ανάμεσα στις επιμέρους κατηγορίες τους υπάρχουν κάποιες που χαρακτηρίζουν ένα μεγάλο πλήθος γεγονότων κατά την διάρκεια όλων σχεδόν των μηνών που λαμβάνουν χώρα τα φαινόμενα, όπως οι πλημμύρες και οι ζημιές σε ιδιωτική και δημόσια περιουσία. Οι αναφορές των επιπτώσεων των medicanes αυξάνονται, όπως θα ήταν λογικό, ανάλογα με τον αριθμό των φαινομένων, παρόλα αυτά υπάρχουν μικρές διαφοροποιήσεις, με ορισμένες κατηγορίες επιπτώσεων να παρουσιάζουν μέγιστο αριθμό γεγονότων, που δεν συμπίπτει με τον μήνα με τα περισσότερα γεγονότα (Σεπτέμβριος). Παρόλα αυτά, το συμπέρασμα που θα μπορούσε να προκύψει είναι ότι, για όλους τους μήνες του έτους, οι επιπτώσεις που εμφανίζονται στην πλειονότητα των medicanes είναι συνήθως οι πλημμύρες, ενώ ακολουθούν οι ζημιές σε δημόσια και ιδιωτική περιουσία και οι θάνατοι, με τις καταστροφές των καλλιεργειών και τις πτώσεις των δέντρων να είναι η κατηγορία των επιπτώσεων που αφορά τον μικρότερο αριθμό γεγονότων.

Η γεωγραφική κατανομή των επιπτώσεων των medicanes κατέληξε σε χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τον προσδιορισμό περιοχών ευπαθών σε συγκεκριμένες κατηγορίες επιπτώσεων. Οι πλημμύρες αφορούν πολλές παράκτιες περιοχές της Μεσογείου, με τα περισσότερα περιστατικά ανά χώρα να εμφανίζονται στην Ιταλία (νότια Ιταλία και Σικελία), ενώ ακολουθεί η Μάλτα, η Ελλάδα, η Τυνησία και η Σαρδηνία. Οι ζημιές σε ιδιωτική περιουσία έχουν προκληθεί κυρίως από τις πλημμύρες, ενώ οι περιοχές στις όποιες έχουν καταγραφεί οι περισσότερες είναι η Μάλτα, η Καλαβρία, οι Βαλεαρίδες, η Κορσική, η ακτές της Αλγερίας και η Αττική. Αντίστοιχα, και οι ζημιές στην δημόσια περιουσία σχετίζονται σχεδόν με όλες τις περιπτώσεις πλημμυρών, με τις οποίες ακολουθούν ανάλογη γεωγραφική κατανομή. Η Μάλτα και η νότια Ιταλία είναι οι περιοχές

με τις περισσότερες αναφορές ζημιών δημόσιας περιουσίας, ενώ ζημιές έχουν καταγραφεί σχεδόν σε όλες τις περιοχές που επηρεάζονται από τους medicanes, με εξαίρεση τις Βαlearίδες νήσους. Απώλειες ανθρώπινων ζωών που οφείλονται στους medicanes έχουν αναφερθεί για αρκετές περιοχές, όπως αυτές της Αλγερίας και της Τυνησίας, στις οποίες ο μεγάλος αριθμός θανάτων οφείλεται σε εκτεταμένες πλημμύρες (που έδρασαν σε συνδυασμό με λασπορροές) και σε μεγάλες καταστροφές σε κτήρια και υποδομές. Στην Ιταλία, την Μάλτα, την Σαρδηνία και τις Βαlearίδες, καθώς και στον κόλπο της Λυών, έχουν αναφερθεί αρκετά περιστατικά θανάτων, όπως και στην Αττική, για την οποία τα περιστατικά αυτά συμπίπτουν με πλημμυρικά γεγονότα συνοδευόμενα από πολλές ζημιές σε κατοικίες. Τέλος, οι ζημιές σε δέντρα και καλλιέργειες έχουν αναφερθεί σε περιοχές των Βαlearίδων νήσων και της νότιας Ιταλίας, αλλά και σε άλλες όπως στην Μάλτα, την Πελοπόννησο και την Χαλκιδική. Ο λόγος που αυτά τα περιστατικά είναι λίγα σε αριθμό είναι ότι αρκετές φορές δεν υπάρχουν πλήρεις αναφορές για αυτού του είδους της ζημιές που έχουν προκληθεί από τους κυκλώνες.

Επίσης, ένας μεγάλος αριθμός σιφώνων (tornadoes) έχει καταγραφεί στις ακτές των Βαlearίδων νήσων και της νότιας Ιταλίας, περιοχές όπου έχουν καταγραφεί και μεγάλες ταχύτητες επιφανειακών ανέμων. Σε γενικές γραμμές, οι μεγαλύτερης ταχύτητας άνεμοι έχουν καταγραφεί στο Ιόνιο πέλαγος, στην περιοχή νότια της Σικελίας και στον κόλπο της Λυών, ενώ ακολουθούν οι Βαlearίδες νήσοι και το Τυρρηνικό πέλαγος και η Κορσική. Γενικά η περιοχή της νότιας Ιταλίας είναι αυτή με τον μεγαλύτερο αριθμό επιπτώσεων όλων των κατηγοριών, και επομένως μπορούμε να πούμε ότι είναι η περιοχή που είναι πιο ευπαθής στις επιπτώσεις που προκαλούν οι medicanes.

Τέλος, η κατηγοριοποίηση της έντασης των επιπτώσεων των διαφόρων γεγονότων medicanes έδειξε ότι ένα ποσοστό γεγονότων της τάξης του 62.5% έχει προκαλέσει επιπτώσεις μεγάλης έντασης, σε σύγκριση με επιπτώσεις μεσαίας έντασης που έχουν προκληθεί από μόνο το 25% των γεγονότων. Επίσης, ένα πολύ μικρό ποσοστό αφορά τα γεγονότα με μικρής έντασης επιπτώσεις (12.5%), γεγονός που οφείλεται στο ότι οι αναφορές για επιπτώσεις μικρής έκτασης που προκαλούνται από τους medicanes είναι γνωστές για λίγες μόνο περιπτώσεις. Όσον αφορά την μελέτη των επιπτώσεων, θα χρειαστούν περισσότερες αναφορές που να καλύπτουν μεγαλύτερο αριθμό γεγονότων για να μπορεί η μελέτη της έντασής τους να είναι περισσότερο αντιπροσωπευτική. Οι δυσκολίες στον εντοπισμό των επιπτώσεων μικρής έντασης και έκτασης είναι ένα ζήτημα το οποίο θα μπορέσει να λυθεί μελλοντικά μέσω της συστηματικής καταγραφής τους και απόδοσής τους στα συγκεκριμένα γεγονότα των medicanes.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Akhtar N., J. Brauch, A. Dobler, K. Béranger, and B. Ahrens (2014) Medicanes in an ocean–atmosphere coupled regional climate model, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss.*, 2, 2117–2149, 2014, www.nat-hazards-earth-syst-sci-discuss.net/2/2117/2014/ doi:10.5194/nhessd-2-2117-2014

Anthes R. A. (1982). *Tropical Cyclones: Their Evolution, Structure and Effects*. Meteor. Monogr., No. 41, Amer. Meteor. Soc., 208 pp.

Arreola J. L., Homar V., Romero R., Ramis C. and Alonso S. (2003) MULTISCALE NUMERICAL STUDY OF THE 10-12 NOVEMBER 2001 STRONG CYCLOGENESIS EVENT IN THE WESTERN MEDITERRANEAN, *Mediterranean Storms, Proceedings of the 4th EGS Plinius Conference held at Mallorca, Spain, October 2002*.

Benouar D., (2015). Public Investment in Infrastructure to Reducing Flood Disaster Risk in the District of Bab El Oued in Algiers (Algeria). Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction (WCDRR) Sendai (Japan), 14-18 March 2015.

Burton Horace H.P. and Burton Selvin DeC. (1999) Impact of Tropical Cyclones, Caribbean Disaster Mitigation Project Implemented by the Organization of American States, Unit of Sustainable Development and Environment, Antigua and Barbados in November 1999.

Buzzi A., and S. Tibaldi, (1978). Cyclogenesis in the lee of Alps: A case study. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 104, 271–287.

Casella Giovanni, Fuccello Alessandro, Guidi Guido, (2013) Flooding over Sardinia November 18th, 2013, Italian Meteorological Service – CNMCA.

Cavicchia Leone and Hans von Storch (2012) The simulation of medicanes in a high-resolution regional climate model, *Climate Dynamics*, Volume 39, Issue 9-10, pp. 2273-2290, DOI 10.1007/s00382-011-1220-0.

Cavicchia Leone, Hans von Storch, Silvio Gualdi, (2014). A long-term climatology of medicanes. 2014, *Clim Dyn* (2014) 43:1183–1195, DOI 10.1007/s00382-013-1893-7.

Christopoulos S. (1997) Wind-wave modelling aspects within complicate topography, *Ann. Geophysicae* 15, 1340±1353 (1997) EGS± Springer-Verlag 1997.

Claud C., Alhammoud B., Funatsu B. M., and Chaboureau J.-P., (2010), Mediterranean hurricanes: large-scale environment and convective and precipitating areas from satellite microwave observations, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 10, 2199–2213, 2010, www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/10/2199/2010/ doi:10.5194/nhess-10-2199-2010.

Diakakis M., G. Deligiannakis and S. Mavroulis (2011) Flooding in Peloponnese, Greece: a contribution to flood hazard assessment, *Advances in the Research of Aquatic Environment*, Part of the series Environmental Earth Sciences pp 199-206, Springer 2011

Diaz, H. F., and Pulwarty R. S., Eds., (1997) *Hurricanes: Climate and Socioeconomic Impacts*. Springer-Verlag, 292 pp.

Emanuel, K. (1987). An air-sea interaction model of intraseasonal oscillations in the tropics. *J. Atmos. Sci.*, 44, 2324-2340.

Emanuel, K. (1987): The dependence of hurricane intensity on climate. *Nature*, 326, 483-485.

Emanuel K. (2003). Tropical cyclones. *The Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. 31: 75–104.

Emanuel K. (2005). Genesis and maintenance of Mediterranean hurricanes. *Advanced Geosciences* 2: 217–220.

Ernst J. A. and Matson M., 1983, A MEDITERRANEAN TROPICAL STORM?, *Weather*, Volume 38, Issue 11, pages 332–337, November 1983

EUMETSAT, (<http://www.eumetsat.int/>). A Medicanne (Mediterranean hurricane) or Tropical-Like Cyclone (TLC) brought severe weather to parts of the Mediterranean in early November, EUMETSAT image library.

Evans, J. L., (1990) Envisaged impacts of enhanced greenhouse warming on tropical cyclones in the Australian region. CSIRO Division of Atmospheric Research Tech. Paper, 20, 31 pp.

Fita L., R. Romero, A. Luque, K. Emanuel, and C. Ramis, (2007). Analysis of the environments of seven Mediterranean tropical-like storms using an axisymmetric, nonhydrostatic, cloud resolving model, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 7, 41–56, 2007.

Foley Gary, et al. 1995: Global Perspectives on Tropical Cyclones, Chapter Six WMO/TD – No.693, 261-289.

Frank W. M., (1987) Tropical cyclone formation. *A Global View of Tropical Cyclones*, R. L. Elsberry, Ed., U.S. Office of Naval Research, 53–90.

Fuccello (2004). MEDEX Meeting 2004-B Dubrovnik (Croatia), 11-12 October 2004.

Garcia-Herrera R. F., P. Lionello and U. Ulbrich, (2014). Preface: Understanding dynamics and current developments of climate extremes in the Mediterranean region, *Nat. Hazards Earth Syst.Sci.*, 14, 309–316, 2014, [www.nat-hazards-earth-syst-sci.net /14/309/2014/](http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/14/309/2014/) doi:10.5194/nhess-14-309-2014.

Genoves A., J. Campins, and A. Jansa, 2006. Intense storms in the Mediterranean: a first description from the ERA-40 perspective, *Advances in Geosciences*, 7, 163–168, 2006 SRef-ID: 1680-7359/adgeo/2006-7-163, European Geosciences Union © 2006 Author(s). *Advances in Geosciences*.

Girty G.H., (2009) *Perilous Earth: Understanding Processes Behind Natural Disasters*, ver. 1.0, June, 2009, Department of Geological Sciences, San Diego State University.

Gray W. M., (1968) Global view of the origin of tropical disturbances and storms. *Mon. Wea. Rev.*, 96, 669–700.

Gray W. M., (1975) Tropical cyclone genesis, *Atmospheric Science. Paper No. 234*.

Groenemeijer Pieter and Holzer Alois M. (2014) Satellite Based Climatology of (Sub-) Tropical Cyclones in Europe, EMS Annual Meeting, Vol. 11, EMS2014-73, 2014
14th EMS / 10th ECAC, 2014.

Henderson-Sellers A., H. Zhang, G. Berz, K. Emanuel, W. Gray, C. Landsea, G. Holland, J. Lighthill, S-L. Shieh, P. Webster, and K. McGuffie, (1998) Tropical Cyclones and Global Climate Change: A Post-IPCC Assessment. Bull. Amer. Meteor. Soc., 79, 19–38. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/1520-0477> (1998).

Holland G.J. (1993) Comment on "Who will underwrite the hurricane". New Scientist, 7 August 1993.

Holzer Alois M. and Pieter Groenemeijer (2014) Satellite Based Climatology of (Sub-) Tropical Cyclones in Europe. EMS Annual Meeting Abstracts Vol. 11, EMS2014-73, 2014.14th EMS / 10th ECAC.

Homar V., Gaya M. , Ramis C. (2001) A synoptic and mesoscale diagnosis of a tornado outbreak in the Balearic Islands, Atmospheric Research 56 2001 31–55.

Homar V., C. Ramis, S. Alonso, (2002). A deep cyclone of African origin over the Western Mediterranean: diagnosis and numerical simulation. Annales Geophysicae, European Geosciences Union (EGU), 2002, 20 (1), pp.93-106.

Homar V. , R. Romero, D. J. Stensrud, C. Ramis and S. Alonso (2003) Numerical diagnosis of a small, quasi-tropical cyclone over the western Mediterranean: Dynamical vs. boundary factors, Q. J. R. Meteorol. Soc. (2003), 129, pp. 1469–1490 doi: 10.1256/qj.01.91

Homar V. and D. J. Stensrud (2004) Sensitivities of an intense Mediterranean cyclone: Analysis and validation, Q. J. R. Meteorol. Soc. (2004), 130, pp. 2519–2540 doi: 10.1256/qj.03.85.

Jansa A. (2003). Miniciclons a la Mediterrània. IX Jornades de Meteorologia Eduard Fontserè , Associació Catalana de Meteorologia (ACAM), Barcelona, 75–85.

Kastner Martina, Torricella Francesca and Davolio Silvio, (2006) Intercomparison of satellite-based and model-based rainfall analyses, Meteorol. Appl. 13, 213–223 (2006), doi:10.1017/S1350482706002246.

Kerkmann Jochen and Bachmeier Scott, (2011). Development of a tropical storm in the Mediterranean Sea (6-9 November 2011), <http://oiswww.eumetsat.org/>.

Knox John A., John D. Frye, Joshua D. Durkee and Christopher M. Fuhrmann (2011) Non-Convective High Winds Associated with Extratropical Cyclones, Geography Compass 5/2 (2011): 63–89, 10.1111/j.1749-8198.2010.00395.x

Kuo Ying-Hwa, Yong-Run Guo and Richard J. Reed, (2001). Simulation of a Mesoscale Cyclone over the Mediterranean Sea.

Kuo Y.-H., Y.-R. Guo, and R.J. Reed, (2002). Simulation of a mesoscale cyclone over the Mediterranean Sea, 3rd US-Korea Joint Workshop on Storm Scale and Mesoscale Weather Analysis and Prediction, Boulder, CO, University Corporation for Atmospheric Research.

Lagouvardos K., V. Kotroni, S. Dobricic, S. Nickovic, and G. Kallos (1996) The storm of October 21-22, 1994, over Greece: Observations and model results, *Journal of Geophysical Research*: Vol. 101. No. D21. Pp. 26,217-26, November 27, 1996. Article first published online: 21 SEP 2012 *Atmospheres (1984–2012)* Volume 101, Issue D21.

Lagouvardos, K., Kotroni, V., Nickovic, S. and Kallos, G. (1996). Evidence of a winter 'Tropical Storm' over south-eastern Mediterranean: simulations with the Regional Atmospheric Modelling System (RAMS) and the ETA/NMC model. In *Preprints, 7th Conference on Mesoscale Processes*, Am. Meteorol. Soc., 53–55.

Lagouvardos K, Kotroni V, Nickovic S, Jovic D, Kallos G, Tremback CJ., (1999). Observations and mode I simulations of a winter sub-synoptic vortex over the central Mediterranean. *Meteorological Applications* 6: 371 – 383, DOI: 10.1017/S1350482799001309.

Lastoria B., Simonetti, M. R., Casaioli, M., Mariani, S., and Monacelli, G.(2–6). Socio-economic impacts of major floods in Italy from 1951 to 2003, *Adv. Geosci.*, 7, 223–229, 2006, <http://www.adv-geosci.net/7/223/2006/>.

Laviola Sante, Massimo Valeri, Mario Marcello Miglietta, and Vincenzo Levizzani (2014) Multi-sensor approach for a satellite detection and characterization of Mediterranean Hurricanes: a case study. *Geophysical Research Abstracts*. Vol. 16, EGU2014-12516, 2014. EGU General Assembly 2014

Levizzani V., S. Laviola, A. Malvaldi, M. M. Miglietta, and E. Cattani (2012) Severe storms over the Mediterranean Sea: A satellite and model analysis. National Research Council of Italy Institute of Atmospheric Sciences and Climate 6th International Precipitation Working Group – 15-20 October - Brazil.

Llasat M. C., M. Llasat-Botija, M. A. Prat, F. Porc 'u, C. Price, A. Mugnai, K. Lagouvardos, V. Kotroni, D. Katsanos, S. Michaelides, Y. Yair, K. Savvidou, and K. Nicolaidis (2010) High-impact floods and flash floods in Mediterranean countries: the FLASH preliminary database, *Adv. Geosci.*, 23, 47–55, 2010, www.adv-geosci.net/23/47/2010/.

Lionello P., J. Bhend, A. Buzzi, P.M. Della-Marta, S.O. Krichak, A. Jansa, P. Maheras, A. Sanna, I.F. Trigo, and R. Trigo, (2006). Cyclones in the Mediterranean Region: Climatology and Effects on the Environment, *Developments in Earth and Environmental Sciences* 01/2006; 4. DOI: 10.1016/S1571-9197(06)80009-1.

Lighthill J., G. J. Holland, W. M. Gray, C. Landsea, K. Emanuel, G. Craig, J. Evans, Y. Kurihara, and C. P. Guard, (1994) Global climate change and tropical cyclones. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 75, 2147–2157.

Luque Angel, Fita Luis, Romero Romualdo, Alonso Sergio, (2007). TROPICAL-LIKE MEDITERRANEAN STORMS: AN ANALYSIS FROM SATELLITE, Meteorology Group, Balearic Islands University, Spain, Proceedings EUMETSAT 2007.

Malta Report, (2013). MALTA RESOURCES AUTHORITY, PRELIMINARY FLOOD RISK ASSESSMENT, Final Report May 2013.

Matsangouras I. T., P. T. Nastos, I. Pytharoulis, and N. Kamperakis, 2015, Mediane: A prognostic analysis of November 7, 2014, case study based on ECMWF medium range products, EGU 2015 Vienna, Austria 12 – 17 April 2015.

Mayengon R. (1984). Warm core cyclones in the Mediterranean. *Mariners Weather Log*. 28: 6 – 9.

Meneguzzo F., M. Pasqui, G. Messeri and M. Rossi. (2000) High-resolution simulation of a deep Mediterranean Cyclone using RAMS model. LaMMA, Laboratory for Meteorology and Environmental Modeling. Proceedings of the 2nd, EGS Plinius Conference on Mediterranean Storms, Siena, Italy, 16–18 October 2000.

Micallef Anton (2006) Mediterranean coastal hazards in a climate change context, Mediterranean coastal hazards in a climate change context. Euro-Mediterranean Centre on Insular Coastal Dynamics. International Environment Institute, University of Malta
EUR-OPA MAJOR HAZARDS AGREEMENT.

Miglietta M. M., S. Laviola, A. Malvaldi, D. Conte, V. Levizzani, and C. Price (2013) Analysis of tropical-like cyclones over the Mediterranean Sea through a combined modeling and satellite approach, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 40, 2400–2405, doi:10.1002/grl.50432, 2013.

Mimikou M. and Koustoyannis D. (1995), 1994 EXTREME FLOODS IN GREECE, U.S.- Italy Research Workshop on the Hydrometeorology, Impacts, and Management of Extreme Floods Perugia (Italy), November 1995.

Montgomery M.T. and Farrell B., (1993). Tropical cyclone formation, 1993 American Meteorological Society.

Nastos P. T., Karavana-Papadimou K. and Matsangouras I.T. (2015). Tropical-like cyclones in the mediterranean: Impacts and composite daily means and anomalies of synoptic conditions. Proceedings of the 14th International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes, Greece, 3-5 September 2015.

Nicolaidou M. and Hadjichristou, E. (1995) Recording and assessment of flood damages in Greece and Cyprus, Diploma thesis (in Greek), National Technical University of Athens).

Petterssen S., (1956). Motion and Motion Systems.Vol. 1.Weather Analysis and Forecasting, McGraw-Hill, 428 pp.

Pinori S., C. Adamo, S. Di Michele, S. Dietrich, A. Mugnai, A. Tassa, G.J. Tripoli, E.A. Smith (2003). Satellite observations of heavy rainfall producing storms over the Mediterranean area, Mediterranean Storms, (Proceedings of the 4th EGS Plinius Conference held at Mallorca, Spain, October 2002), 2003 by Universitat de les Illes Balears (Spain).

Picornell M. A., J. Campins, and A. Jansà (2014)Detection and thermal description of medicanes from numerical simulation, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 14, 1059–1070, 2014, www.nat-hazards-earth-syst-ci.net/14/1059/2014/doi:10.5194/nhess-14-1059-2014.

Price Matthew , (2013), <http://www.bbc.com/>. Cyclone Cleopatra traumatises people of Sardinia.

Prezerakos Nicholas G. and Flocas Helena A. (1996) The formation of a dynamically unstable ridge at 500 hPa as a precursor of surface cyclogenesis in the central Mediterranean, *Meteorol. Appl.* 3, 101-111 (1996).

Pytharoulis I., George C. Craig, Susan P. Ballard, (2000), The hurricane-like Mediterranean cyclone of January 1995, *Meteorological Applications* 7, 261–279 (2000).

Ouali A., M. Chaabane, A. Maalej, and A. Hannachi , (2006). The 16-18 September 2003 Tunisian Flood, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 8, 06599, 2006
SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU06-A-06599

Ouali Anmar, Mabrouk Chaabane, Ahmed Maalej, Abdelwaheb Hannachi, Alessandro Fucello (2008) The Tunisian storm of 16–18 September 2003: a diagnostic study of the synoptic situation, *Weather – May 2008*, Vol. 63, No. 5

Radinoivic, D., (1987): Mediterranean Cyclones and Their Influence on the Weather and Climate. PSMP Report Series, No. 24, WMO, 131 pp.

Ramis Climent, Marva Tous, Victor Homar, Romualdo Romero, Sergio Alonso (2013) Medicanes: Quasi-tropical Mesoscale Cyclones in the Mediterranean, *Adverse Weather in Spain*, May 2013.

Rasmussen E. (1987). A subsynoptic vortex over the Mediterranean with some resemblance to polar lows, *Tellus* (1987), 39A, 408425.

Reale and Atlas, (1998) A Tropical-like Cyclone in the Extratropics. *Eumetsat Reports*.

Reale Oreste and Atlas Robert, (2001) Tropical Cyclone–Like Vortices in the Extratropics: Observational Evidence and Synoptic Analysis, *Eumetsat Reports*, 2001.

Reed R.J., Kuo Y.-H., Albright M.D., Gao, K., Guo, Y.-R., Huang W., 2001. Analysis and modeling of a tropical-like cyclone in the Mediterranean Sea. *Meteorology and Atmospheric Physics* 76 (3–4): 183–202. doi:10.1007/s007030170029.

Romero R. and Emanuel, K., (2006) Space-time probability density of Mediterranean hurricane genesis in the light of an empirical tropical index, *5a Assembleia Luso-Espanhola de Geodesia e Geofisica*, Sevilla, CD-Rom, Ministerio Medio Ambiente, ISBN: 84-8320-373-1.

Romero R. and K. Emanuel (2013). Medicanes risk in a changing climate, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, VOL. 118, 1–10, doi:10.1002/jgrd.50475, 2013.

Terranova O. G. and Gariano S. L., (2014) Rainstorms able to induce flash floods in a Mediterranean-climate region (Calabria, southern Italy), *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 14, 2423–2434, 2014.

Thornes, J. B., 1998: Mediterranean desertification. *Atlas of Mediterranean Environments in Europe*, Wiley, 205 pp.

Tous M., (2012) RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS Y TRABAJO ACTUAL DEL PROYECTO MEDICANES: Meteorological Environments, Numerical Predictability and Risk Assessment in the Present and Future Climate (MEC, CGL2008-01271/CLI) REUNIÓN.

Tous M. and Romero R., (2011), Medicanes: cataloguing criteria and exploration of meteorological environments, *Tethys* 2011, 8, 53–61, www.tethys.cat, DOI:10.3369/tethys.2011.8.06

Tous M. and Romero R., (2013), Meteorological environments associated with medicane development, *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY*, *Int. J. Climatol.* 33: 1–14 (2013), DOI: 10.1002/joc.3428

Trigo, I.F., G.R. Bigg, Davies, T.D., (2002) Climatology of Cyclogenesis Mechanisms in the Mediterranean, *Mon. Wea. Rev.*, 130, pp 549–569.

Tripoli G. J., et al. (2005). The 9–10 November 2001 Algerian flood: a numerical study. *Bulletin of the American Meteorological Society* 86, pp. 1229–1235.

Sachweh Michael, 2015. Beilage zur Berliner Wetterkarte Herausgegeben vom Verein BERLINER WETTERKARTE e.V. zur Förderung der meteorologischen Wissenschaft, c/o Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin, C.-H.-Becker-Weg 6 – 10, 10165 Berlin, 03/15 <http://www.Berliner-Wetterkarte.de> ISSN 0177-3984, SO 01/15 7.1.2015 Qendresa - ein bemerkenswerter Medicane, München.

Stathis Dimitrios , Dafinka Ivanova , Chris Balafoutis and T. Makrogiannis (2005). Orographi effect on heavy rainfall in Chalkidiki peninsula (Greece) induced by a Mediterranean cold FrontQ a case study on 7 to 8 of October 2000 , ICAM/MAP 2005, Zadar, Croatia, 23rd – 27th May, 2005.

Walsh K., (1997). Objective detection of tropical cyclones in high resolution analyses. *Mon Weather Rev* 125:1767–1779

Walsh K., Giorgi F., Coppola E. (2013) Mediterranean warm-core cyclones in a warmer world. *Clim Dyn* 1–14. doi:10.1007/s00382-013-1723-y.

Walsh K.J.E., Fiorino M., Landsea C.W., McInnes K.L., (2007). Objectively determined resolution-dependent threshold criteria for the detection of tropical cyclones in climate models and reanalyses, *J Clim* 20:2307–2314.

Winstanley D., (1970) The North-African Flood Disaster, September 1969, *Weather*, Volume 25, Issue 9, pages 390–403, September 1970.

Xanthopoulos, Th., D. Christoulas, M. Mimikou, M. Aftias, and D. Koutsoyiannis, (1995) A strategy for the problem of floods in Athens, Flood protection of the Athens basin, Technical Chamber of Greece, 1995.

Xue, Z., and C. J. Neumann, (1984) Frequency and motion of western North Pacific tropical cyclones. Tech. Memo. NWS NHC 23, NOAA, 80 pp.

Παπαγιαννάκη Κ., Λαγουβάρδος Κ., Κοτρώνη Β. (2012) Ανάλυση επιπτώσεων καιρικών φαινομένων την περίοδο 2001-2011 στην Ελλάδα, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Αθήνα, 2012.

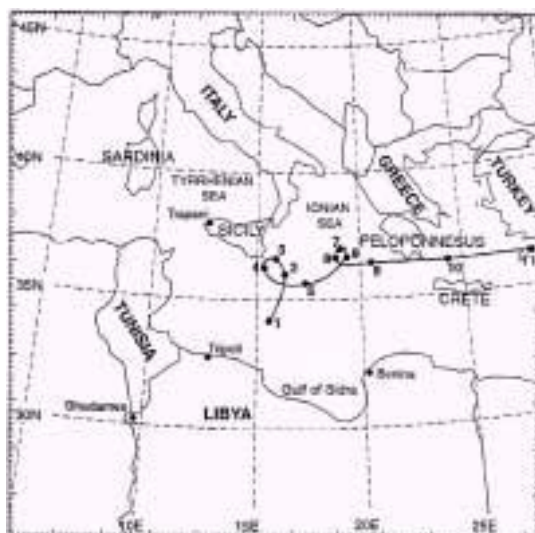
Παπαμιχαήλ Δ., Γεωργίου Π., Καραμούζης Δ., (2001) Εκτίμηση των Πλημμυρογραφημάτων της Ραγδαίας Βροχόπτωσης της 7-8 Οκτωβρίου 2000 στην περιοχή της Μεγάλης Παναγιάς Χαλκιδικής, Υδροτεχνικά, Τόμος 11 (2001).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

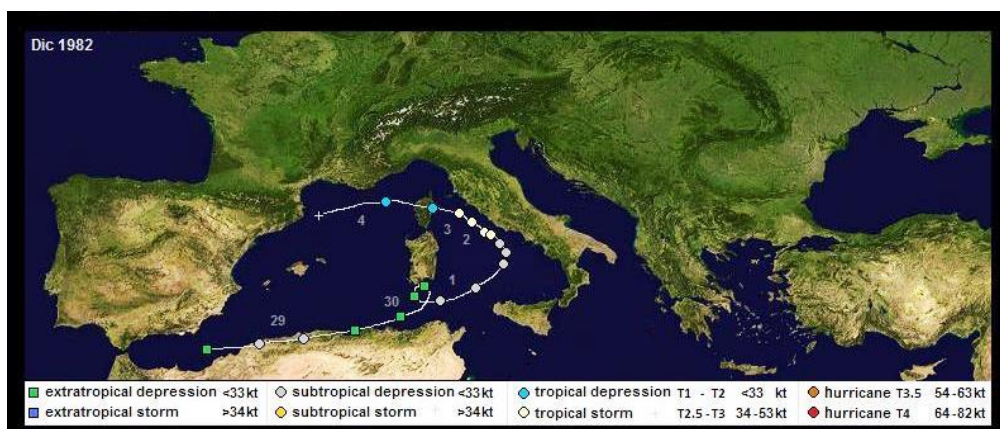
Διαγράμματα με τις πορείες των κυκλώνων που έχουν αναφερθεί στο κείμενο:



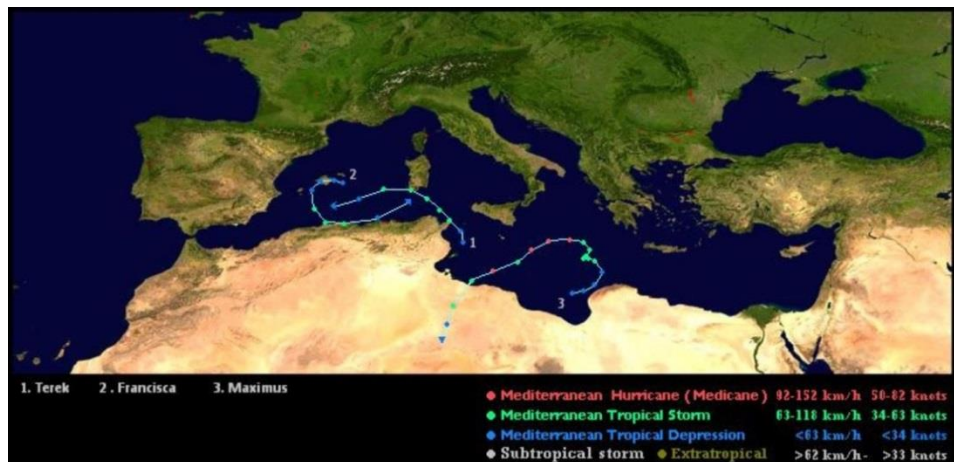
Εικ.1. Η πορεία του κυκλώνα (18-20/8/1976) (πηγή: <http://www.fenomenitemporaleschi.it/>).



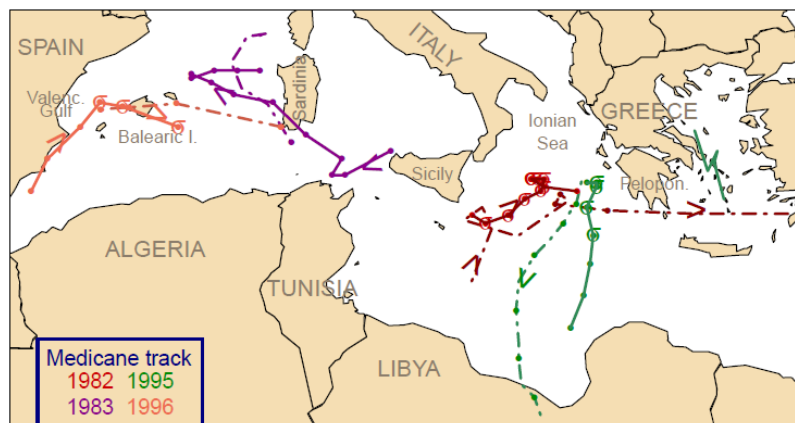
Εικ.2. Η πορεία του κυκλώνα (23-27/1/1982) (Κυο et al., 2002). Οι κουκίδες αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του κέντρου σε διαστήματα 12 ωρών (1: αντιπροσωπεύει τις 1200 UTC 23 Ιαν).



Εικ. 3. Διάγραμμα της πορείας του κυκλώνα (1-3/12/1982) (πηγή: <http://www.fenomenitemporaleschi.it/>).



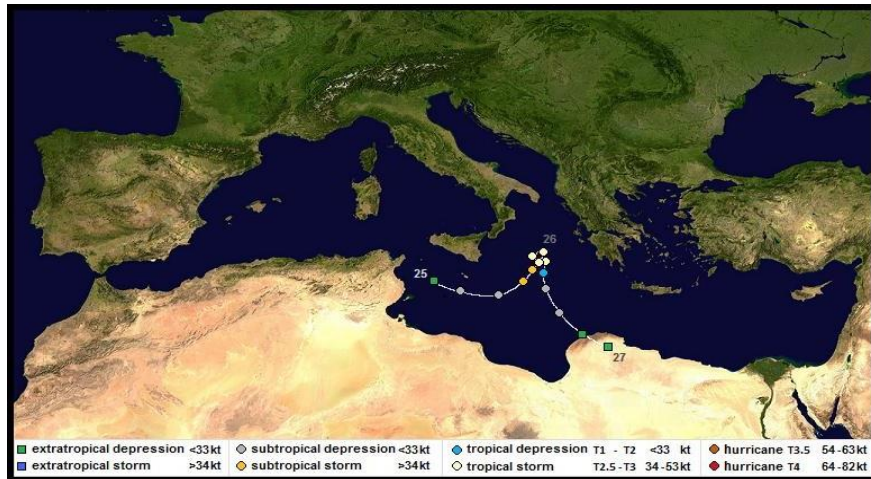
Εικ.4. Η πορεία τριών κυκλώνων που έλαβαν χώρα το 1985 (Terek: 17- 18/9/1985, Francisca: 26- 29/10/1985, Maximus: 13-16/12/1985) (Πηγή: <http://www.medicanes.altervista.org/>).



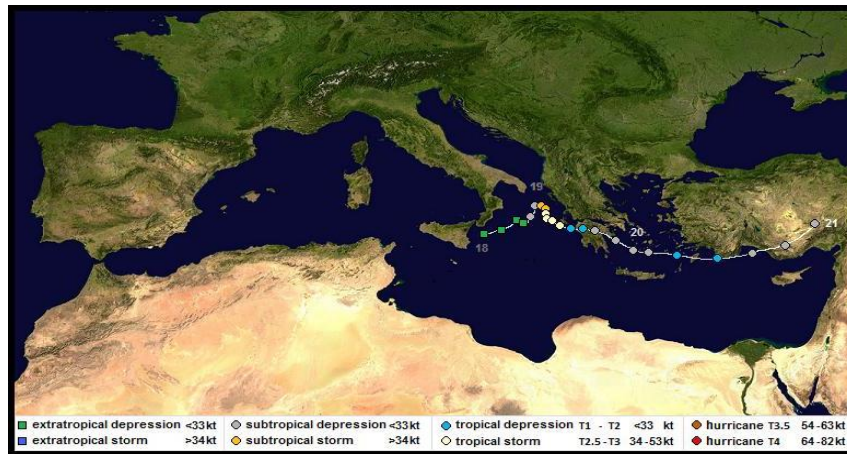
Εικ.5. Πορείες των κυκλώνων στην Μεσόγειο. Κόκκινο: το γεγονός του 1982, μωβ: του 1983, πράσινο: του 1995 και πορτοκαλί του 1996. Πορείες προσομοιωμένων κυκλώνων (συνεχείς γραμμές) με το σύμβολο «σ» υποδεικνύουν ότι οι πορείες έχουν περιγραφεί στην βιβλιογραφία (διακεκομμένες γραμμές) (Picornell et al., 2014).



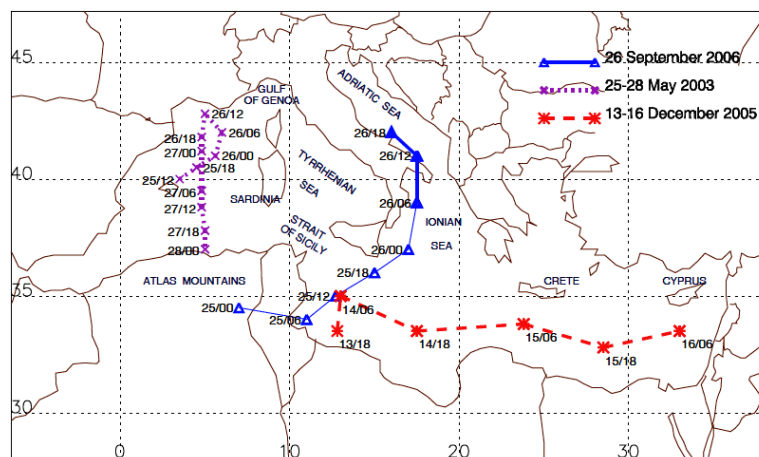
Εικ.6. Πορείες των κυκλώνων που έλαβαν χώρα τον Σεπτέμβριο, τον Οκτώβριο και τον Δεκέμβριο του 1996 (πηγή: <http://medicanes.altervista.org/>).



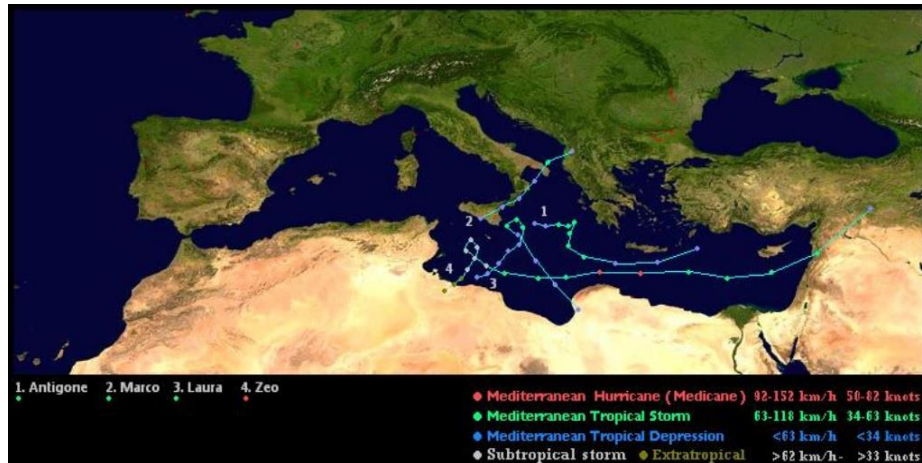
Εικ.7. Η πορεία του κυκλώνα Afinia (25-27/1/1998) (πηγή: <http://medicanes.altervista.org/>).



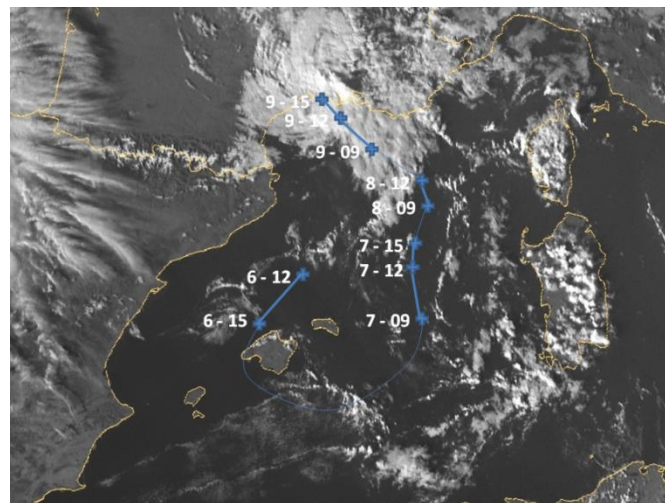
Εικ.8. Η πορεία του κυκλώνα του Μαρτίου 1999 (27-29/3/1999) (πηγή: <http://medicanes.altervista.org/>).



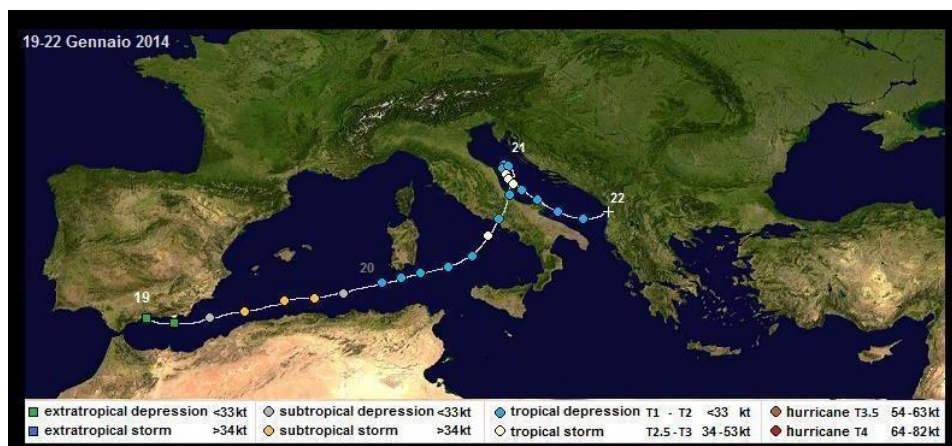
Εικ. 9. Οι πορείες τριών medicanes. Με μπλε: 26/9/2006, όπως προέκυψε από αναλύσεις ECMWF κάθε 6 ώρες (00:00 UTC 25 έως 18:00 UTC 26 Σεπτεμβρίου). Με μωβ: 25–28/5/2003, από δορυφορικές εικόνες ανά εξάωρο (12:00 UTC 25 Μαΐου έως 00:00 UTC 28 Μαΐου). Με κόκκινο: 13–16/12/2005 από δορυφορικές εικόνες ανά 12 ώρες (18:00 UTC 13/12 έως 06:00 UTC 16/12) (Claud et al., 2010).



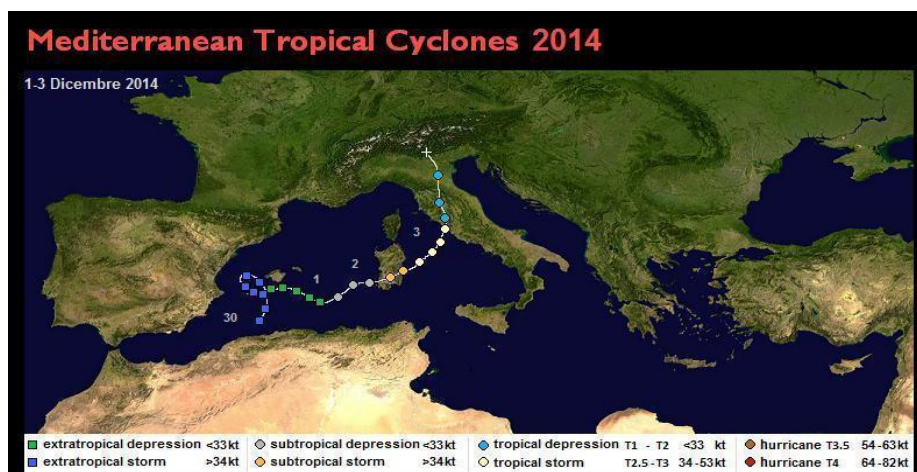
Εικ.10. Πορείες τεσσάρων κυκλώνων που έλαβαν χώρα το 2005 (Antigone: 15-16/9/2005, Marco: 22-23/10/2005, Laura: 26-29/10/2005, Zeo: 13-16/12/2005) (πηγή: <http://www.medicanes.altervista.org/>).



Εικ. 11. Η πορεία του κυκλώνα Rolf (4-9/11/2011) (πηγή: <http://oiswww.eumetsat.org/>).



Εικ.12. Η πορεία του κυκλώνα Illiona (19-22/1/2014) (πηγή: <http://www.medicanes.altervista.org/>).



Εικ.13. Η πορεία του κυκλώνα Xandra (30/11 - 8/12/2014) (πηγή: <http://medicanes.altervista.org/>).