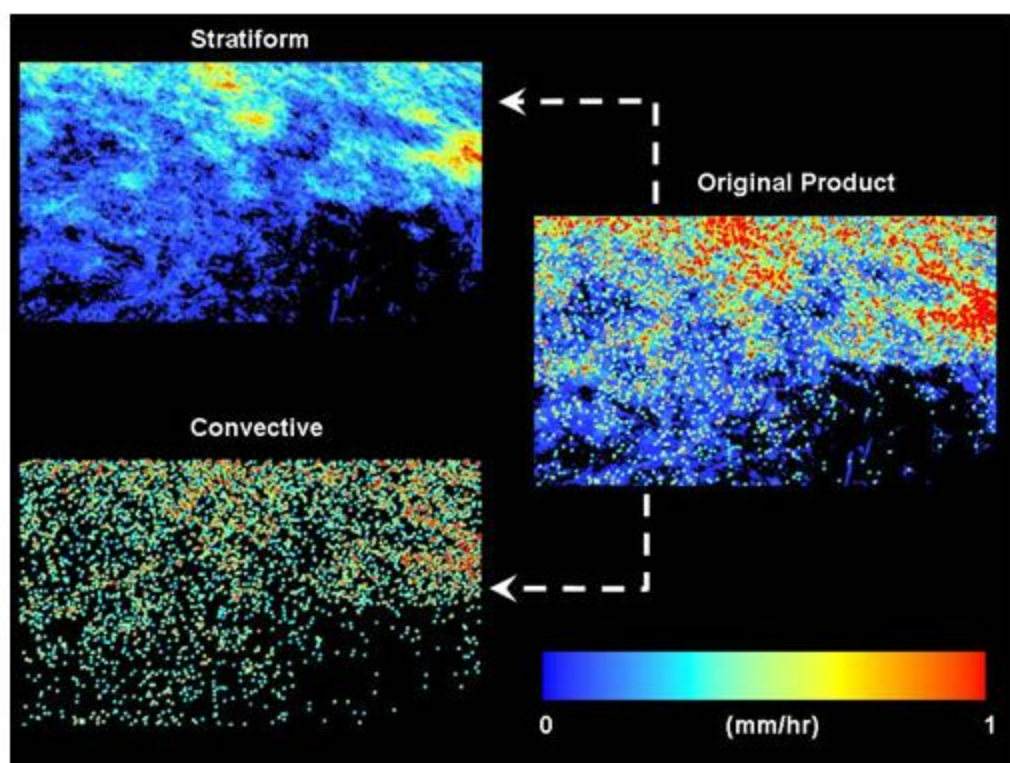


Επικύρωση και Εφαρμογή Υπέρυθρης  
Δορυφορικής Τεχνικής για την Κατανομή της  
Βροχόπτωσης στην Ανατολική Μεσόγειο

---



### *Ευχαριστίες*

*Η παρούσα δεν θα υπήρχε χωρίς το ιδιαίτερο ενδιαφέρον και την επιμονή του επιβλέποντα κ. Φείδα τον οποίο ευχαριστώ θερμά. Επιπλέον η συμβολή και η καθοδήγηση του κ. Παπαπαναγιώτου σε θέματα αλγοριθμικής επεξεργασίας μου άνοιξε νέους ορίζοντες. Επίσης ευχαριστώ τους επιβλέποντες και καθηγητές μου για πολλά χρόνια κ. Σουλακέλλη και Βαίτη για τις γνώσεις που μου έδωσαν. Δεν ξεχνώ τη φιλία και τις παρατηρήσεις των κ. Negri και Manyin. Τέλος, θέλω να σταθώ στους κ. Κολιό, Γιαννακό και στις κ. Νουλοπούλου, Βρεντζού για τις πολύτιμες απαντήσεις τους στις ατελείωτες ερωτήσεις μου.*

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>1. ΣΚΟΠΟΣ</b> .....	<b>4</b>
<b>2. ΘΕΩΡΙΑ</b> .....	<b>5</b>
2.1 ΝΕΦΗ - ΝΕΦΩΣΗ.....	5
2.1.1 Νέφωση .....	5
2.1.2 Δημιουργία νεφών .....	5
2.1.3 Είδη νεφών.....	5
2.2 ΑΡΧΕΣ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	10
2.3 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΠΟΛΥΦΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	11
2.3.1 Ερμηνεία των εικόνων στο κανάλι του ορατού.....	11
2.3.2 Ερμηνεία των εικόνων στο κανάλι του θερμικού υπέρυθρου.....	15
2.4 Η ΤΕΧΝΙΚΗ CST MET7 .....	19
<b>3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>23</b>
3.1 ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕΤΕΟΣΑΤ 7 .....	23
3.2 ΕΠΙΓΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ECMWF .....	26
3.3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ GLOBAL PRECIPITATION CLIMATOLOGY CENTRE .....	27
3.4 ΨΗΦΙΔΩΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΥΠΟΥ 3B43 V6 .....	28
<b>4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b> .....	<b>30</b>
4.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΤΕΟΣΑΤ 7 .....	30
4.2 ΓΕΩΑΝΑΦΟΡΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΤΕΟΣΑΤ 7 .....	33
4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΠΙΓΕΙΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ECMWF .....	39
4.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ CST MET7 ΜΙΚΡΗΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ .....	43
4.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ CST MET7 ΜΕΓΑΛΗΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ .....	48
4.5.1 Αξιολόγηση με σημειακά δεδομένα.....	49
4.5.2 Αξιολόγηση με καναβοποιημένα δεδομένα 3B43 και GPCC.....	52
4.6 ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΔΟΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ .....	57
<b>5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>61</b>
5.1 ΜΙΚΡΗΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ.....	61
5.2 ΜΕΓΑΛΗΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΜΕ ΣΗΜΕΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	71
5.3 ΜΕΓΑΛΗΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΜΕ ΨΗΦΙΔΩΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ GPCC.....	81
5.4 ΜΕΓΑΛΗΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΜΕ ΨΗΦΙΔΩΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ 3B43.....	96
5.5 ΕΝΔΟΗΜΕΡΗΣΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ.....	99
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>104</b>



## 1. Σκοπός

Η παρούσα εργασία αξιολογεί και στην συνέχεια εφαρμόζει, μία ειδικά βαθμονομημένη για την περιοχή της ανατολικής μεσογείου, τεχνική εκτίμησης της βροχόπτωσης από υπέρυθρα δορυφορικά δεδομένα. Για την αξιολόγηση χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικού τύπου δεδομένα όπου καθένα από τα οποία είχε διαφορετική χρονική και χωρική κλίμακα και κατά συνέπεια διαφορετική ακρίβεια. Συνολικά προσπαθεί να τεκμηριώσει την χρησιμότητα και την ακρίβεια του αλγόριθμου. Μέσω αυτής της προσπάθειας μπορούν να εξαχθούν σχετικά ασφαλή συμπεράσματα για την βροχόπτωση μέσω της εφαρμογής της τεχνικής. Για αυτό τα αποτελέσματα χαρτογραφούν την βροχόπτωση σε διάφορες χωρικές και χρονικές κλίμακες, εξάγοντας συμπεράσματα από την εφαρμογή και όχι μόνο από την τεκμηρίωση. Τέλος παρατείνονται σε ξεχωριστό παράρτημα αλγοριθμικές λύσεις για τα διάφορα προβλήματα που σχετίζονται με θέματα τηλεπισκόπησης, επεξεργασίας δεδομένων από διαφορετικές πηγές, βάσεων δεδομένων, ταυτόχρονης διαχείρισης και επεξεργασίας πληθώρας ομοειδών αρχείων και αυτοματοποίησης.

Προφανώς κατά την διάρκεια της εργασίας δημιουργήθηκαν αρκετοί προβληματισμοί τόσο σε θεωρητικό επίπεδο, όσο και σε τεχνικό οπότε δοκιμάστηκαν αρκετές οδοί πριν παγιωθεί μία λύση. Λόγω χώρου δεν κρίθηκε απαραίτητο να συζητηθούν όλες οι πτυχές του υπό συζήτηση προβλήματος. Αντιθέτως δίδεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην σημασία των αποτελεσμάτων και στην ερμηνεία τους. Έτσι, ενώ αναλύονται κάποια στάδια εκτενώς, άλλα είτε παραλείπονται είτε απλά αναφέρονται. Για αυτό ο αναγνώστης παρατρύνεται να ανατρέξει στο παράρτημα των αλγοριθμικών διαδικασιών ώστε να κτίσει μία πιο ξεκάθαρη και εμπειριστατωμένη γνώμη όπου αυτός το επιθυμεί.

## **2. Θεωρία**

### **2.1 Νέφη - Νέφωση**

#### **2.1.1 Νέφωση**

Νέφωση ονομάζεται το τμήμα του ουρανού που κατέχεται από νέφη. Ο προσδιορισμός της γίνεται με προσωπική εκτίμηση με την βοήθεια μιας κλίμακας 9 βαθμίδων (αριθμοί 0-8). Στην κλίμακα αυτή το 0 αντιστοιχεί στον αίθριο και το 8 στον εντελώς νεφοσκεπή ουρανό.

Η νέφωση ρυθμίζει και την ηλιοφάνεια η οποία ορίζεται ως το χρονικό διάστημα στην διάρκεια μιας ημέρας κατά το οποίο ο ήλιος δεν καλύπτεται από σύννεφα.

#### **2.1.2 Δημιουργία νεφών**

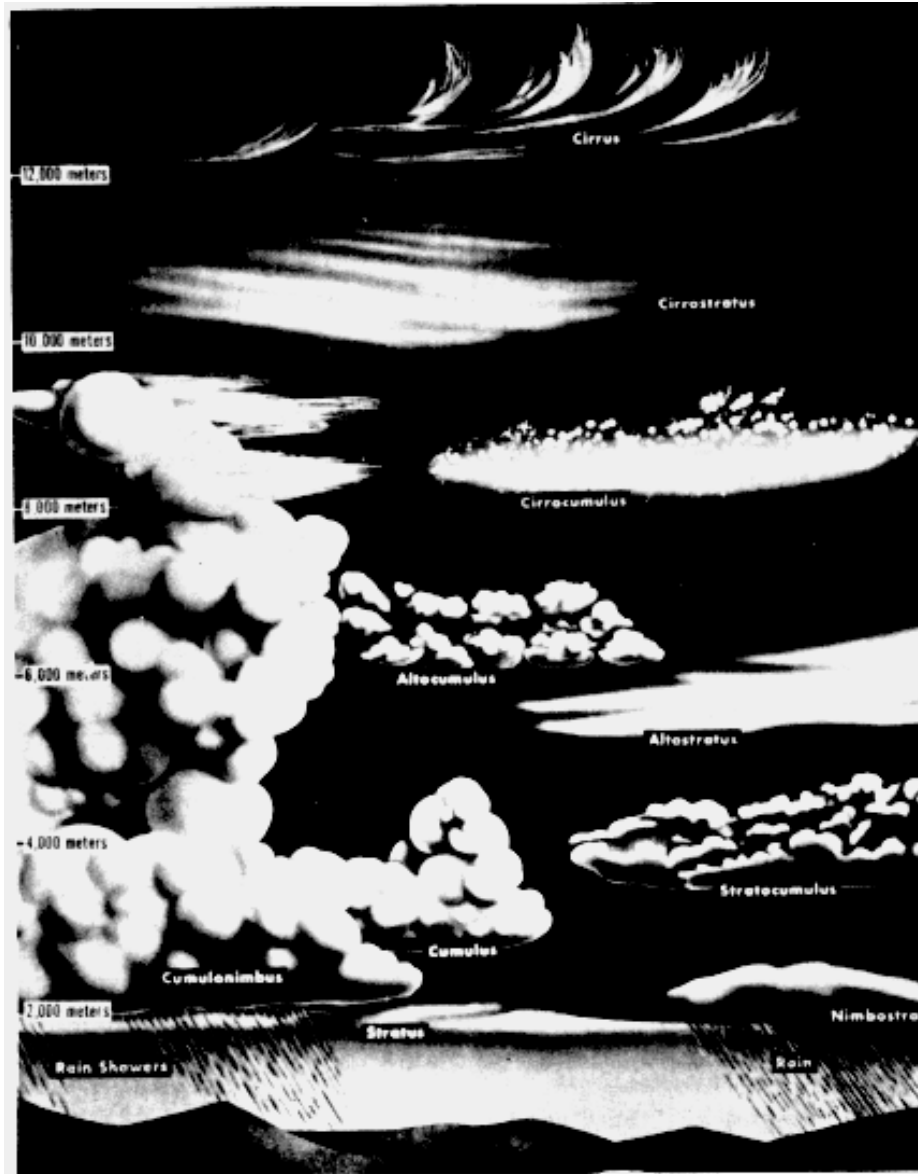
Όταν ή θερμοκρασία σε μια αέρια μάζα πέσει κάτω από την θερμοκρασία δρόσου, οι υδρατμοί που περιέχει συμπυκνώνονται και σχηματίζουν πολύ μικρά υδροσταγονίδια ή παγοκρυστάλλους, ανάλογα με την θερμοκρασία συμπυκνώσεως. Σμήνος από υδροσταγονίδια ή από παγοκρυστάλλους ή και από τα δύο σχηματίζουν το νέφος.

Ο σπουδαιότερος τρόπος ψύξης είναι η αδιαβατική ψύξη. Αυτή συμβαίνει όταν οι αέριες μάζες ανέρχονται και με τον τρόπο αυτό σχηματίζονται τα περισσότερα σύννεφα.

#### **2.1.3 Είδη νεφών**

Τα νέφη κατηγοριοποιούνται με βάση την μορφή τους και το μέσο ύψος που συναντώνται. Σχηματίζονται μέσα στην τροπόσφαιρα και το ύψος τους μπορεί να φτάσει τα 12 km περίπου στις εύκρατες περιοχές. Στον Ισημερινό η κορυφή τους βρίσκεται σε μεγαλύτερο ύψος (17 – 18 km) και στους πόλους σε μικρότερο (7-8 km) ανάλογα με το ύψος της τροπόπαυσης. Η επίσημη κατηγοριοποίηση του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (World Meteorological Organization WMO) αποτελείται από δέκα τυπικούς σχηματισμούς που αναφέρονται παρακάτω. Η ονοματολογία προκύπτει από συνδυασμούς των λέξεων Cirrus (Θύσανος), Stratus (Στρώμα), Cumulus (Συσσωρευμένος), Nimbus (Βροχή) και Alto (Μεσαίο). Ανάλογα με το ύψος προκύπτουν τέσσερις βασικές κατηγορίες και ακολουθούν οι κατάλληλες υποκατηγορίες (σχήμα χ):

1. Τα ανώτερα (6000 m - τροπόπαυση)
2. Τα μέσα (2000 m -6000 m)
3. Τα κατώτερα (από το έδαφος - 2000 m)
4. Τα νέφη των ανοδικών ρευμάτων. (500 m - 6000 m ή τροπόπαυση)



Σχήμα i: Κατηγοριοποίηση νεφών

## **1) Ανώτερα νέφη**

Το μέσο ελάχιστο ύψος των νεφών αυτών είναι τα 6000 m και φθάνουν σχεδόν την τροπόπαυση. Χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: Cirrus (Ci), Cirrostratus (Cs), Cirrocumulus (Cc).

### **1.1) Cirrus ή Θύσανοι (Ci)**

Σύννεφα λεπτά, συνήθως λευκά, με ινώδη και μεταξώδη όψη. Συνήθως είναι διασπαρμένα ακανόνιστα στον ουρανό. Πριν την ανατολή και μετά την δύση του ήλιου τα Ci παίρνουν χρώμα κόκκινο ή κίτρινο.

### **1.2) Cirrostratus ή Θυσανοστρώματα (Cs)**

Αποτελούν ένα λεπτό και λευκό πέπλο με ινώδη μορφή, που καλύπτει ένα μέρος ή και ολόκληρο τον ουρανό. Πολλές φορές ο πέπλος αυτός διαχέεται στον ουρανό και του δίνει όψη γαλακτώδη. Οι ακτίνες του ήλιου και της σελήνης όταν περνούν μέσα από τα Cs σχηματίζουν ομόκεντρους δακτυλίους (φαινόμενο της άλως).

### **1.3) Cirrocumulus ή Θυσανοσωρείτες (Cc)**

Τα νέφη αυτά αποτελούνται από πολυάριθμες σφαίρες, χωρίς σκιές, οι οποίες εμφανίζονται σε ομάδες ή σειρές. Πολλές φορές παρουσιάζουν κυματοειδής σχηματισμούς όμοιους με εκείνους που παρατηρούνται στην λεπτή άμμο του βυθού της θάλασσας ή των ερήμων.

Όλα τα ανώτερα νέφη αποτελούνται μόνο από παγοκρυστάλλους και δεν προκαλούν βροχή ή χιόνι.

## **2) Μέσα νέφη**

μέσο ελάχιστο ύψος των νεφών είναι τα 2000 m και μέσο μέγιστο τα 6000 m. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν δύο κύρια είδη: Altostratus (As), Altocumulus (Ac).



### 2.1) Altostratus ή Υψιστρώματα (As)

Αποτελούν ένα πυκνό πέπλο γκριζου χρώματος ο οποίος καλύπτει ολόκληρο τον ουρανό ή μέρος αυτού. Όταν ο πέπλος δεν είναι πολύ πυκνός και σκοτεινός ο ήλιος και η σελήνη διακρίνονται αμυδρά μέσα από τα σύννεφα αυτά. Από τα As είναι δυνατό να προέρχεται βροχή ή χιόνι.

### 2.2) Altocumulus ή Υψισωρείτες (Ac)

Εμφανίζονται σαν σύνολο από σφαίρες που βρίσκονται σε ομάδες ή σε σειρές. Οι σφαίρες αυτές είναι λευκές ή ελάχιστα γκριζες με σκιασμένα ή όχι τμήματα και είναι μεγαλύτερες στα Ac παρά στα Cc.

## 3) Κατώτερα νέφη

Τα νέφη αυτά έχουν μέγιστο ύψος 2000 m και φθάνουν μέχρι την επιφάνεια του εδάφους. Σε αυτά ανήκουν τρία είδη: Stratus (St), Stratocumulus (Sc), Nimbostratus (Ns).

### 3.1) Stratus ή Στρώματα (St)

Αποτελούν ομοειδή νεφελώδη στρώματα, ανάλογα με την ομίχλη χωρίς όμως να στηρίζονται στο έδαφος. Τα σύννεφα αυτά παρατηρούνται την ψυχρή περίοδο στις πλαγιές των βουνών. Από τα St προέρχεται πολλές φορές ασθενής βροχή ψεκάδων.

### 3.2) Stratocumulus ή Στρωματοσωρείτες (Sc)

Αποτελούν στρώματα που εμφανίζονται με τη μορφή σφαιρικών ή κυλινδρικών νεφικών μαζών γκριζου χρώματος και με σκοτεινά τμήματα. Τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται σε ομάδες ή σειρές. Πολλές φορές το στρώμα από τέτοια σύννεφα είναι πολύ πυκνό. Άλλες φορές όμως δεν είναι πυκνό και αφήνει να φαίνονται κομμάτια του ουρανού. Ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες που επικρατούν, τα νέφη αυτά συνοδεύονται από βροχόπτωση ασθενούς έντασης ή χιονόπτωση.

### 3.3) Nimbostratus Μελανοστρώματα (Ns)

Σχηματίζουν ένα χαμηλό εκτεταμένο άμορφο νεφικό στρώμα με σκοτεινό γκριζό χρώμα. Τα σύννεφα αυτά είναι τα πιο βροχοφόρα. Η βροχή ή το χιόνι που προέρχονται από αυτά έχουν μικρή ένταση αλλά μεγάλη διάρκεια.

#### **4) Νέφη ανοδικών ρευμάτων.**

Τα σύννεφα αυτά έχουν μέσο κατώτερο ύψος 500 m περίπου ενώ οι κορυφές τους φθάνουν τις στάθμες των μέσων και ανωτέρων ακόμα νεφών.

Στην ομάδα αυτή ανήκουν δύο κύρια είδη: Cumulus (Cu) και Cumulonimbus (Cb).

##### **4.1) Cumulus ή Σωρείτες (Cu)**

Είναι σύννεφα πυκνά με κατακόρυφη ανάπτυξη που εμφανίζονται ως σωροί από βαμβάκι μεμονωμένα ή σε σειρές. Η κορυφή τους σχηματίζει θόλο ενώ η βάση τους είναι ομαλή και επίπεδη. Έχουν χρώμα υπόλευκο ή γκρίζο ενώ λάμπουν έντονα όταν φωτίζονται από τον ήλιο. Τα Cu δημιουργούνται κυρίως όταν ο ουρανός είναι αίθριος και οι ανοδικές κινήσεις στην ατμόσφαιρα ισχυρές. Τα νέφη αυτά δίνουν πολλές φορές διαλείπουσες βροχές.

##### **4.2) Cumulonimbus ή Σωρειτομελανίας (Cb)**

Τα νέφη αυτά έχουν πολύ μεγάλο όγκο και μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη. Παίρνουν τη μορφή βουνών ή πύργων και η κορυφή τους εμφανίζει προέκταση με μορφή αμονιού. Είναι τα πιο ογκώδη νέφη και έχουν μεγάλα φορτία ηλεκτρισμού. Οι ανοδικές και καθοδικές κινήσεις σ' αυτά είναι πολύ ισχυρές. Είναι τα πιο καταιγιδοφόρα σύννεφα και δίνουν βροχές ραγδαίες (μεγάλης έντασης και μικρής διάρκειας) και διαλείπουσες που πολλές φορές συνοδεύονται και από χαλάζι.

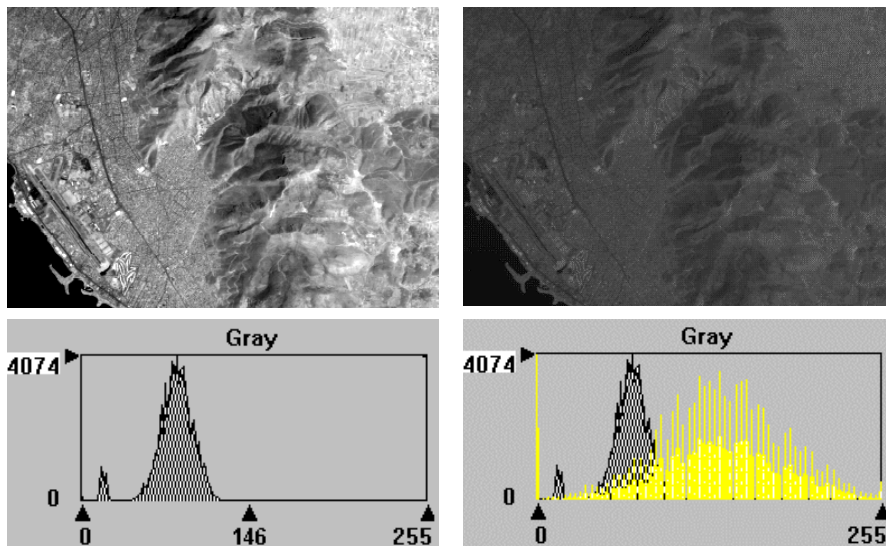
## 2.2 Αρχές ερμηνείας των δορυφορικών εικόνων

Για την ερμηνεία των δορυφορικών εικόνων αξιολογούνται τα χαρακτηριστικά της εικόνας και του ανιχνευτή, όπως:

- **Η λαμπρότητα (brightness).** Στις ασπρόμαυρες εικόνες κάθε τόνος του γκρι αντιπροσωπεύει μία τιμή ακτινοβολίας καταγεγραμμένη από τον αισθητήρα. Η σχετική λαμπρότητα ενός εικονοστοιχείου εξαρτάται από τις ιδιότητες του αντικειμένου που αναπαριστά, την φασματική περιοχή που αντιστοιχεί στο κανάλι της εικόνας και τις ρυθμίσεις της προβολής της εικόνας (φωτεινότητα, αντίθεση κ.α.). Συγκεκριμένα, σε μια εικόνα στο κανάλι του ορατού (VIS), οι περιοχές με έντονη ανακλαστικότητα στο ορατό φάσμα εμφανίζονται λευκές, ενώ οι περιοχές με μικρή ανακλαστικότητα εμφανίζονται σκοτεινές. Σε μία εικόνα στο κανάλι του υπέρυθρου (IR) η καταγραφόμενη ενέργεια της ακτινοβολίας είναι ανάλογη της θερμοκρασίας λαμπρότητας της επιφάνειας που την εξέπεμψε. Κατά σύμβαση στην απεικόνιση των IR εικόνων, γίνεται αντιστροφή των τόνων του γκρι έτσι ώστε να παρουσιάζονται οι χαμηλές θερμοκρασίες λευκές στην εικόνα και οι υψηλές θερμοκρασίες σκοτεινές.
- **Η αντίθεση (contrast).** Η αντίθεση των τόνων του γκρι στην εικόνα αποτελεί ακόμη ένα βασικό στοιχείο για την ερμηνεία της. Αισθητήρες με μεγάλη χωρική διακριτική ικανότητα παράγουν εικόνες των οποίων η αντίθεση των τόνων είναι μεγάλη και απότομη, επιτρέποντας έτσι την διάκριση των λεπτομερειών τους. Οι τιμές της χωρικής διακριτικής ικανότητας του ανιχνευτή αναφέρονται στο ίχνος του δορυφόρου στην επιφάνεια της γης και συνεπώς, για τις περιοχές στην εικόνα που απέχουν αρκετά από το ίχνος του δορυφόρου, η διακριτική ικανότητα του αισθητήρα μειώνεται αισθητά. Σύμφωνα με τον Simonett (1983), η απαραίτητη χωρική ανάλυση στην εικόνα για την εκτέλεση μιας εφαρμογής εξαρτάται από το μέγεθος του αντικειμένου-στόχου.
- **Ενίσχυση της αντίθεσης της εικόνας (contrast enhancement).** Τα διάφορα μέσα απεικόνισης των δορυφορικών εικόνων (οθόνες, προβολείς κ.α.) αποδίδουν τους τόνους ενός χρώματος σε μια κλίμακα λαμπρότητας με εύρος από 0 έως 255. Οι ψηφιακές όμως τιμές σε μια δορυφορική εικόνα σπάνια εκτείνονται σε όλο το εύρος

των 256 δυνατών τιμών λαμπρότητας με αποτέλεσμα η αντίστοιχη εικόνα στην οθόνη να έχει χαμηλή αντίθεση και τα διάφορα στοιχεία της να είναι δυσδιάκριτα από το ανθρώπινο μάτι.

Επειδή το εύρος των ψηφιακών τιμών που συνήθως εμφανίζεται σε μια εικόνα είναι μικρό, εφαρμόζεται η μέθοδος της γραμμικής ενίσχυσης της εικόνας που επεκτείνει τις ψηφιακές τιμές της εικόνας σε ένα μεγαλύτερο εύρος, δηλαδή πρακτικά σε μεγαλύτερο εύρος αποχρώσεων. Το αποτέλεσμα της ενίσχυσης είναι μια νέα εικόνα στην οποία η αντίθεση μεταξύ των διαφόρων στοιχείων της είναι ενισχυμένη και κατά συνέπεια, είναι διακριτές περισσότερες λεπτομέρειες από το ανθρώπινο μάτι (Σχήμα 2). Πρέπει να τονιστεί ότι, για την αντικειμενική διάκριση των στοιχείων μιας εικόνας, είναι καλύτερα να χρησιμοποιούνται υπολογιστικοί μέθοδοι μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών.



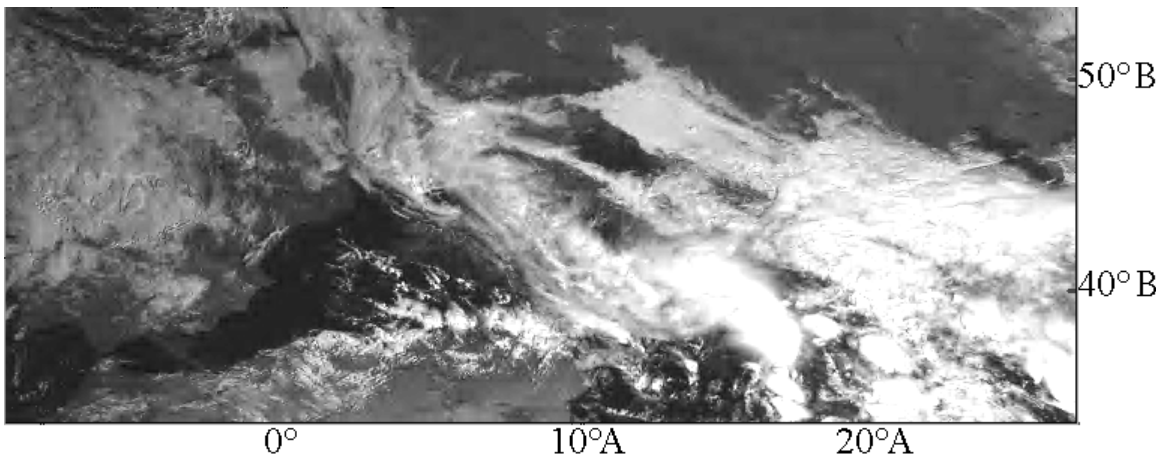
Σχήμα 2. α) Μη ενισχυμένη εικόνα β) Γραμμικά ενισχυμένη εικόνα και τα αντίστοιχα ιστογράμματα.

## 2.3 Ερμηνεία των πολυφασματικών εικόνων

### 2.3.1 Ερμηνεία των εικόνων στο κανάλι του ορατού

Οι εικόνες στο κανάλι του ορατού (VIS) καταγράφουν την ακτινοβολία με μήκη κύματος από 0.38 έως 0.72  $\mu\text{m}$ , η οποία ανακλάται τόσο από τις κορυφές των νεφών όσο και από την επιφάνεια της γης και σκεδάζεται από την ατμόσφαιρα. Η λαμπρότητα στις

VIS εικόνες μπορεί να θεωρηθεί, κατά προσέγγιση, ότι εκφράζει την λευκάγεια της γης. Περιοχές με μεγάλη λευκαύγεια εμφανίζονται με ανοικτές αποχρώσεις του γκρι στην εικόνα, ενώ οι περιοχές με μικρή λευκαύγεια εμφανίζονται με σκούρες αποχρώσεις (εικόνα χ). Η λαμπρότητα ενός νέφους στην εικόνα, επηρεάζεται τόσο από την γωνιακή θέση του νέφους σε σχέση με τον δορυφόρο και τον ήλιο όσο και από την ανακλαστικότητα του νέφους (Conover, 1962). Η ανακλαστικότητα με την σειρά της εξαρτάται από το πάχος του νέφους, το μέγεθος των υδροσταγονιδίων, το περιεχόμενο του νέφους σε νερό και τέλος την σύνθεση του νέφους (υδροσταγόνες ή παγοκρύσταλλοι)(Rao et.al., 1990).



Εικόνα ι Κανάλι του ορατού του δορυφόρου Meteosat της περιοχής της Μεσογείου για τις 9:30 UTC της 21 Οκτωβρίου 1994 (πηγή Δρ, Χαράλαμπος Φεΐδας)

### **Πάχος του νέφους.**

Η λαμπρότητα των νεφών εξαρτάται άμεσα από το πάχος τους. Εξαίρεση αποτελούν τα νέφη stratocumulus, όπου οι μικρές υδροσταγόνες προσδίδουν στα νέφη μεγάλη ανακλαστικότητα, παρά το γεγονός ότι τα νέφη αυτού του είδους δεν έχουν μεγάλο πάχος. Ο Conover (1962) έδειξε ότι οι λευκοί ραβδωτοί σχηματισμοί σε γκρι υπόβαθρο, οι οποίοι εμφανίζονται σε μεγάλης κλίμακας νεφικά συστήματα, αντιπροσωπεύουν τους κυματισμούς των κορυφών των νεφών, με τις λευκές ραβδώσεις να αντιστοιχούν σε νέφη μεγαλύτερου πάχους. Οι σχηματισμοί αυτοί μπορούν να εμφανιστούν επίσης, όταν νεφικές ζώνες χαμηλών νεφών βρίσκονται κάτω από ημιδιαφανή νέφη που καλύπτουν πλήρως τον ουρανό.

### **Μέγεθος υδροσταγόνων και περιεχόμενο του νέφους σε νερό.**

Τα φυσικά χαρακτηριστικά του νέφους όπως το μέγεθος των υδροσταγόνων και το περιεχόμενο του σε νερό επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό, την ανακλαστικότητα του στο κανάλι του ορατού. Συγκεκριμένα, η ανακλαστικότητα ενός νέφους, που αποτελείται μόνο από μικρές σταγόνες (διαμέτρου 5  $\mu\text{m}$ ) και το περιεχόμενο του σε νερό είναι μεγάλο ( $1\text{gm}^{-3}$ ), αυξάνει απότομα με την αύξηση του πάχους μέχρι τα 200m, ενώ για μεγαλύτερο πάχος η αντίστοιχη αύξηση είναι μικρή. Για νέφος, με μικρότερο περιεχόμενο σε νερό ( $0.1\text{gm}^{-3}$ ) και με το ίδιο μέγεθος υδροσταγόνων, η ανάκλαση αυξάνει με μικρότερο ρυθμό αλλά σταθερά με την αύξηση του πάχους του. Για νέφος, που αποτελείται από μεγαλύτερες σταγόνες, η εξάρτηση της ανακλαστικότητας από το πάχος είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι η εξάρτησή της από το περιεχόμενό του νέφους σε νερό (Rao et.al., 1990).

### **Σύσταση του νέφους.**

Τα νέφη που αποτελούνται από υδροσταγόνες εμφανίζουν μεγαλύτερη λαμπρότητα από τα νέφη που αποτελούνται από παγοκρυστάλλους στις ίδιες συνθήκες φωτισμού. Ο Πίνακας χ (Rao et.al., 1990). περιέχει τις μέσες τιμές λευκαύγειας διαφόρων τύπων νεφών και επιφανειών, όπως προέκυψαν από δορυφορικές μετρήσεις.

<b>Στοιχείο της εικόνας</b>	<b>Λευκάγεια</b>
Μεγάλης κατακόρυφης έκτασης πυκνά Cumulonimbus	92
Μικρής έκτασης, ύψους 6 km Cumulonimbus	86
Πυκνά Cirrostratus με χαμηλότερα νέφη και βροχή	74
Cumulus και Stratocumulus επάνω από ξηρά (άνω του 80% νεφοκάλυψη)	69
Stratocumulus επάνω από ξηρά (άνω του 80% νεφοκάλυψη)	68
Stratus με μεγάλο πάχος (0.5 km) επάνω από θάλασσα	64
Λευκή άμμος	60
Stratocumulus επάνω από θάλασσα	60

Χιόνι 3-7 ημερών	59
Λεπτά stratus επάνω από θάλασσα	42
Cirrus επάνω από ξηρά	36
Cirrostratus επάνω από ξηρά	32
Cumulus καλοκαιρίας επάνω από ξηρά (άνω του 80% νεφοκάλυψη)	29
Άμμος κοιλάδων και σε κλίση	27
Θάλασσα με αντανάκλαση του Ήλιου	17
Κωνοφόρο δάσος	12
Λίμνη	9
Θάλασσα	9

Πίνακας χ. Μέσες τιμές λευκάγειας διαφόρων τύπων νεφών και επιφανειών, όπως προέκυψαν από δορυφορικές εικόνες.

Η επίδραση των προηγούμενων παραγόντων στην ανακλαστικότητα των νεφών μπορεί να συνοψιστεί ως εξής:

**α.** Νέφη με μεγάλη λευκάγεια έχουν: μεγάλο πάχος, μεγάλο περιεχόμενο σε νερό (πάγο) μικρό μέσο μέγεθος υδροσταγόνων

**β.** Νέφη με μικρή λευκάγεια έχουν: μικρό πάχος, μικρό περιεχόμενο σε νερό (πάγο) μεγάλο μέσο μέγεθος υδροσταγόνων

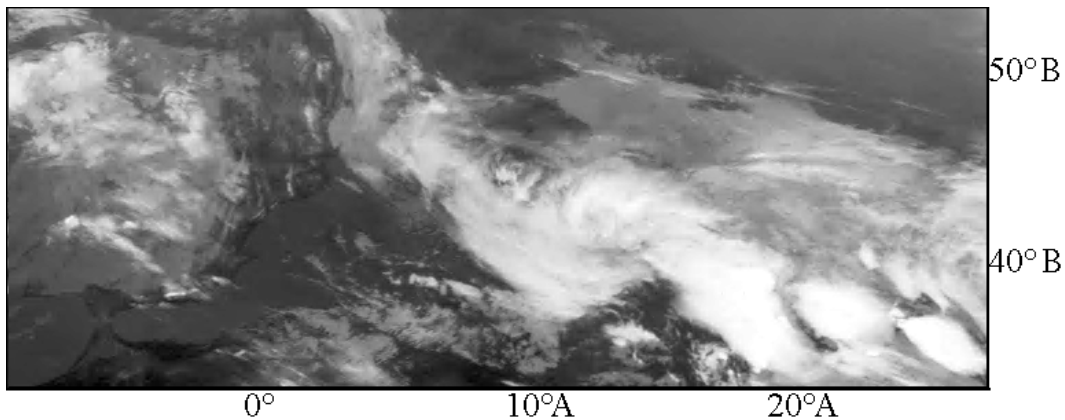
Προβλήματα δημιουργούνται στη διάκριση των λεπτών νεφών από το έδαφος. Τα νέφη αυτά έχουν μικρή ανακλαστικότητα και δεν φαίνονται πολύ φωτεινά στην εικόνα με αποτέλεσμα η νέφωση πάνω από σκοτεινές επιφάνειες να υποεκτιμάται. Αντιθέτως, επειδή επιτρέπουν την ακτινοβολία που σκεδάζεται από χαμηλότερα νέφη ή από φωτεινή επιφάνεια της γης, τα νέφη αυτά μπορεί να ερμηνευτούν λανθασμένα ως παχιά και φωτεινά.

Η σχετική λαμπρότητα του εδάφους στο ορατό κανάλι εξαρτάται από την σύνθεση του εδάφους, το είδος της βλάστησης και την χιονοκάλυψη. Τη μεγαλύτερη ανακλαστικότητα εμφανίζουν τα εδάφη με αλκαλική σύνθεση, καθώς και οι ερημικές ή ημιερημικές περιοχές.

Οι περιοχές με πυκνή βλάστηση εμφανίζονται σκοτεινές στην εικόνα, ιδιαίτερα στην περιοχή 0.58 έως 0.68  $\mu\text{m}$  (κόκκινο) του καναλιού 1 του ανιχνευτή AVHRR του δορυφόρου NOAA, λόγω της μικρής ανακλαστικότητας της βλάστησης σε αυτή την περιοχή του φάσματος. Το χιόνι στο κανάλι του ορατού εμφανίζεται από έντονα λευκό έως ελαφρώς γκριζό ανάλογα με την σκηνή στην οποία βρίσκεται, την ηλικία του και τις συνθήκες φωτισμού. Η γνώση των χαρακτηριστικών της χιονοσκεπούς περιοχής (η κλίση του εδάφους, το είδος και η ποσότητα της βλάστησης) είναι σημαντική για την νεφανάλυση πάνω από αυτήν, διότι τα νέφη και το χιόνι συχνά εμφανίζουν παρόμοια ανακλαστικότητα. Για παράδειγμα, οι μεταβολές στην ηφή στο είδος και στην ποσότητα της βλάστησης είναι εύκολα ανιχνεύσιμες σε χιονοσκεπείς περιοχές. Η παρουσία όμως νεφών πάνω από την περιοχή έχει σαν αποτέλεσμα την αδυναμία διάκρισης των προηγούμενων χαρακτηριστικών, δίνοντας έτσι την δυνατότητα ανίχνευσης των νεφών. Τέλος, η θάλασσα, οι λίμνες και τα ποτάμια εμφανίζονται σκοτεινά στο κανάλι του ορατού.

### ***2.3.2 Ερμηνεία των εικόνων στο κανάλι του θερμικού υπέρυθρου***

Οι αισθητήρες στο κανάλι του θερμικού υπέρυθρου καταγράφουν την υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπει η επιφάνεια της γης και η ατμόσφαιρα. Το ποσό της εκπεμπόμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας, σύμφωνα με τον νόμο των Steffan-Boltzmann εξαρτάται από την θερμοκρασία της πηγής. Οι εικόνες στο κανάλι του θερμικού υπέρυθρου (IR), κυρίως των μετεωρολογικών δορυφόρων, εμφανίζουν με ανοικτές αποχρώσεις τις ψυχρές περιοχές και με σκούρες αποχρώσεις τις θερμές (Εικόνα)

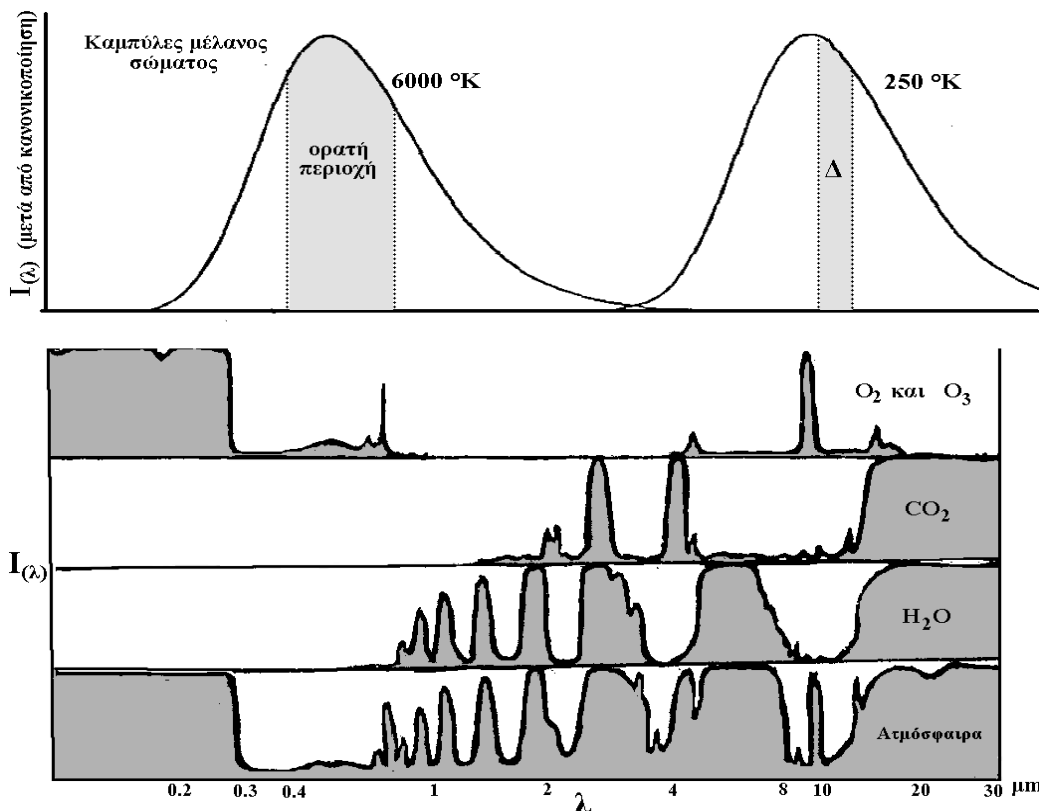


**Εικόνα ii: Κανάλι του θερμικού υπέρυθρου του δορυφόρου Meteosat της περιοχής της Μεσογείου για τις 9:30 UTC της 21 Οκτωβρίου 1994 (πηγή Δρ, Χαράλαμπος Φείδας)**



Η σύμβαση αυτή επιτρέπει την εύκολη σύγκριση των VIS και IR εικόνων. Η επιφάνεια της γης και η ατμόσφαιρα ακτινοβολεί με μία ισοδύναμη θερμοκρασία μέλανος σώματος ίση με 250 °K, ενώ η μέγιστη ενέργεια της ακτινοβολίας εκπέμπεται περίπου στα 10 μm (Σχήμα χ). Σε αυτό το μήκος κύματος η επιφάνεια της γης και τα πυκνά νέφη με μεγάλο πάχος θεωρούνται μέλανα σώματα και κατά συνέπεια οι τιμές της ακτινοβολίας μπορούν να μετατραπούν άμεσα σε θερμοκρασία λαμπρότητας με βάση τον νόμο των Steffan-Boltzmann .

Οι μετρήσεις της ακτινοβολίας των νεφών εκτελούνται στην περιοχή του φάσματος που αποτελεί μέρος του ατμοσφαιρικού παράθυρου, όπου η απορρόφηση από τα αέρια της ατμόσφαιρας είναι ελάχιστη (Σχήμα χ). Για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης και της κορυφής των νεφών χρησιμοποιούνται τα ατμοσφαιρικά παράθυρα που εκτείνονται στις περιοχές με κέντρο τα 4 και 11 μm.

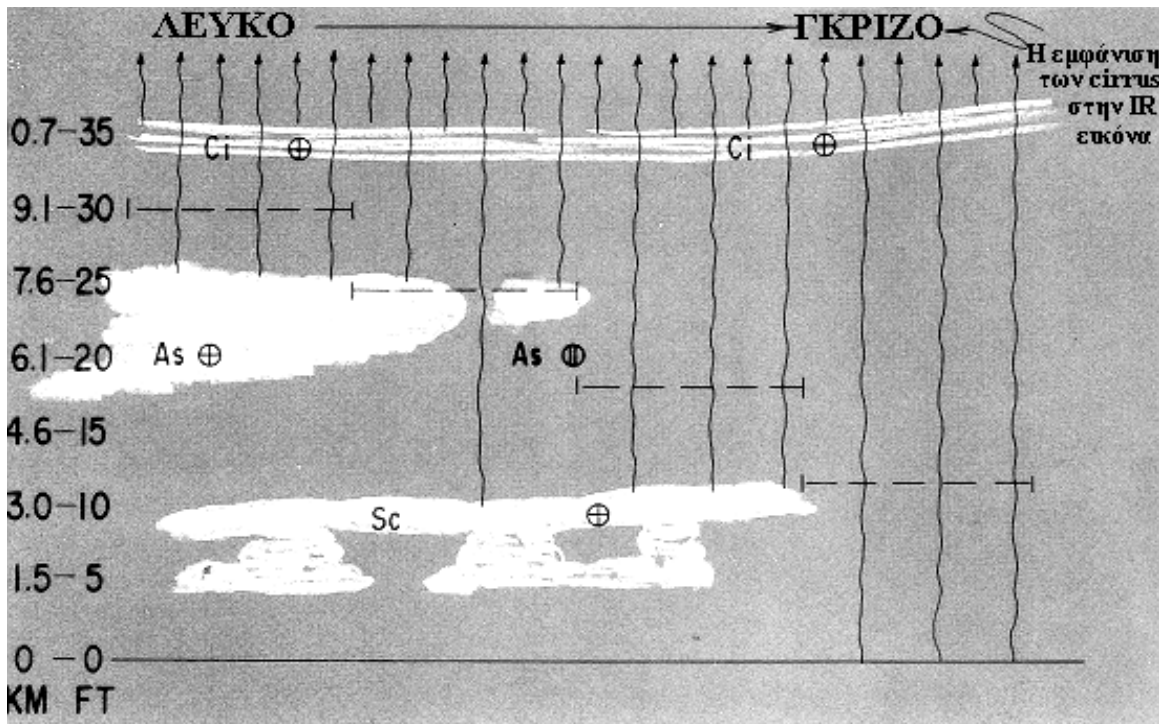


Σχήμα ii: Φάσμα εκπομπής και απορρόφησης για την ηλιακή και γήινη ακτινοβολία. Η σκιασμένη περιοχή Δ χρησιμοποιείται κυρίως από την δορυφορική τηλεπισκόπηση. (Πηγή Δρ. Χαράλαμπος Φεΐδας)

Τα μεσαία και υψηλά νέφη ανιχνεύονται πιο εύκολα στις IR εικόνες από ότι στις αντίστοιχες VIS εικόνες, καθώς εμφανίζονται με αποχρώσεις που εκτείνονται από τις μέσες αποχρώσεις του γκρι έως το λευκό. Η αντίθεση μάλιστα μεταξύ των φωτεινών αποχρώσεων των νεφών αυτών και των σκούρων αποχρώσεων της θερμής επιφάνειας της γης και των χαμηλών νεφών είναι συνήθως μεγάλη, εκτός από τις πολικές περιοχές κατά την διάρκεια του χειμώνα, και γενικά επάνω από χιονοσκεπείς εκτάσεις.

Τα χαμηλά νέφη και ιδιαίτερα η ομίχλη, ανιχνεύονται δύσκολα στη IR εικόνα καθώς η θερμοκρασία των κορυφών τους δεν διαφοροποιείται πολύ από τη θερμοκρασία του εδάφους. Για το λόγο αυτό οι αποχρώσεις των χαμηλών νεφών κυμαίνονται σε χαμηλές αποχρώσεις του γκρι, παρόμοιες με αυτές της ξηράς.

Τα νέφη Cirrus είναι συχνά δύσκολο να διακριθούν από τα μεσαία στις IR εικόνες λόγω των χαρακτηριστικών της διαπερατότητας των παγοκρυστάλων που τα αποτελούν. Τα νέφη Cirrus είναι ημιδιαφανή στην υπέρυθη ακτινοβολία του ατμοσφαιρικού παράθυρου με κέντρο τα 11.5  $\mu\text{m}$  και η διαπερατότητά τους εξαρτάται από το πάχος του νέφους και τη συγκέντρωση των παγοκρυστάλων σε αυτό. Τα λεπτά νέφη Cirrus είναι περισσότερο ημιδιαφανή από τα μεγαλύτερου πάχους Cirrus. Για παράδειγμα, ένα νέφος Cirrus, με συγκεκριμένη περιεκτικότητα σε παγοκρύσταλους και συγκεκριμένο μέγεθος παγοκρυστάλων, επιτρέπει τη διέλευση του 80% της ακτινοβολίας που προέρχεται από κατώτερα στρώματα εάν έχει 0.5 km πάχος αλλά μόνο το 20% όταν έχει 5 km πάχος (Jacobowitz, 1970). Ένας IR αισθητήρας καταγράφει την ακτινοβολία που αποτελεί το άθροισμα της μικρής έντασης ακτινοβολίας των κορυφών των cirrus και της μεγάλης έντασης ακτινοβολίας, η οποία προέρχεται από το έδαφος ή από χαμηλότερα νέφη και διέρχεται μέσα από τα cirrus. Για αυτό τον λόγο, οι θερμοκρασίες λαμπρότητας των κορυφών μερικών νεφών cirrus, οι οποίες προήλθαν από τα δεδομένα στο IR κανάλι θεωρώντας τα ως μέλανα σώματα, είναι πολύ υψηλές και κατά συνέπεια τα ύψη των κορυφών τους που υπολογίζονται από αυτές είναι αρκετά μικρότερα των πραγματικών (Σχήμα iii).



Σχήμα iii. Σχήμα στο οποίο παριστάνεται ο τρόπος με τον οποίο οι αποχρώσεις του γκρι και το φαινόμενο ύψος ενός ομοιόμορφου νεφικού στρώματος cirrus εξαρτώνται από την θερμοκρασία των υποκείμενων νεφών και της επιφάνειας της γης. Οι διακεκομμένες γραμμές δείχνουν το φαινόμενο ύψος της κορυφής των νεφών (πηγή Rao et al., 1990).

## 2.4 Η τεχνική CST MET7

Η τεχνική CST δημοσιεύτηκε στο περιοδικό Journal of Applied Meteorology στις 16/06/1987, από τους Adler R, και Negri A. Σύμφωνα με τη εργασία η τεχνική είναι ικανή να διαχωρίσει τους τύπους βροχόπτωσης των τροπικών καταιγίδων Stratiform και Convective από υπέρυθρα δορυφορικά δεδομένα. Η τεχνική διαχωρίζει σε ένα πίνακα τιμών λαμπρότητας / θερμοκρασίας όλα τα τοπικά ελάχιστα. Μετά από ένα εμπειρικό έλεγχο διαχωρίζει τους πυρήνες convective βροχόπτωσης από τα ψυχρά αλλά μη βροχοφόρα cirrus. Η έκταση των βροχοφόρων convective νεφών καθώς και η ένταση της βροχόπτωσης καθορίζεται από μία συνάρτηση της θερμοκρασίας τους που προκύπτει από μονοδιάστατο πίνακα πιθανοτήτων. Ένας αλγόριθμος για τον εντοπισμό των stratiform νεφών συμπληρώνει τη τεχνική.

Η τεχνική CST δοκιμάστηκε και αξιολογήθηκε από πλήθος εργασιών σε διαφορετικές κλιματικές περιοχές. Χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα Oh et al για την περιοχή της Κορέας και Levizzani et al για την Σαρδηνία. Για την περιοχή της Ελλάδας η τεχνική συγκρίθηκε με άλλους αλγόριθμους εκτίμησης βροχόπτωσης από τον Φείδας και κρήθηκε ως η καταλληλότερη για την περιοχή. Γενικά η τεχνική αν και εμπεριέχει τους εγγενείς περιορισμούς αλγορίθμων εκτίμησης από δορυφορικά δεδομένα φαίνεται να παρέχει ικανά αποτελέσματα για τη περιοχή της μεσογείου κατά τη διάρκεια έντονων καταιγίδων. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα η τεχνική βαθμονομήθηκε ειδικά για τη περιοχή της μεσογείου κατά τη ψυχρή περίοδο και ονομαστικε CST MET7.

Η μέθοδος που εφαρμόστηκε για την βαθμονόμηση της μεθόδου CST είναι παρόμοια με αυτή των Negri et al. (2002), με τη διαφορά ότι εφαρμόζεται αρχικά στα δεδομένα του Visible/Infrared Scanner (VIRS) και κατόπιν προσαρμόζεται στα δεδομένα του Meteosat-7. Η πρωτότυπη μέθοδος CST (Adler and Negri, 1988) εντοπίζει σε μια εικόνα υπέρυθρου (IR) όλα τα τοπικά ελάχιστα θερμοκρασίας λαμπρότητας ( $T_{min}$ ). Με στόχο να αποκλειστούν τα αραιά, μη βροχοφόρα νέφη cirrus εφαρμόζεται ένας εμπειρικός έλεγχος για το διαχωρισμό των  $T_{min}$  που αντιστοιχούν σε νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης και στα οποία θα αποδοθεί μεγάλη τιμή έντασης βροχής από τον αλγόριθμο. Σε κάθε  $T_{min}$  το οποίο περνάει τον έλεγχο αντιστοιχίζεται μια περιοχή στην οποία θα

αποδοθεί μεγάλης έντασης βροχόπτωση. Τέλος, αποδίδεται μικρής έντασης (στρατόμορφη) βροχόπτωση σε όσα εικονοστοιχεία έχουν θερμοκρασία μικρότερη από ένα κατώφλι και δεν έχει ήδη αποδοθεί σε αυτά μεγάλη ένταση βροχόπτωσης.

Ως ενδιάμεσο βήμα, οι παράμετροι της πρωτότυπης CST τεχνικής βαθμονομήθηκαν για την περιοχή της Μεσογείου χρησιμοποιώντας δεδομένα από δυο αισθητήρες του δορυφόρου TRMM: το προϊόν 2A25 version 5 από το Precipitation Radar (PR), και το 1B01 version 5 προϊόν από το Visible/Infrared Scanner (VIRS). Κατόπιν, η βαθμονομημένη τεχνική προσαρμόστηκε στα IR δεδομένα του Meteosat. Τα δεδομένα που προσφέρει το PR περιλαμβάνουν τιμές έντασης βροχής στην επιφάνεια της γης ενώ παράλληλα υπάρχει δυνατότητα διαχωρισμού μεταξύ μεγάλων εντάσεων βροχής και στρατόμορφης βροχόπτωσης.

Ο αισθητήρας VIRS καταγράφει την εκπεμπόμενη υπέρυθη ακτινοβολία σε περιοχές του φάσματος παρόμοιες με αυτές του Meteosat. Εφόσον οι αισθητήρες PR και VIRS φέρονται από τον ίδιο δορυφόρο, τα δεδομένα τους ταιριάζουν σε χρονική και χωρική κάλυψη. Στην επεξεργασία των δεδομένων ελήφθησαν υπόψη οι διαφορές στη χωρική ανάλυση (5 km στο ναδίρ για το PR, 2.2 km για το VIRS), ενώ χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα δεδομένα VIRS που καλύπτονται από τη στενή ζώνη κάλυψης του PR. Για τη βαθμονόμηση του αλγόριθμου CST στην περιοχή της Μεσογείου, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα για την βροχερή περίοδο ενός έτους (Οκτώβριος 2003 έως Μάρτιος 2004) τα οποία καλύπτουν την περιοχή 10οΔ – 30οΑ, 30οΒ – 38οΒ. Πάνω από 1000 περάσματα του δορυφόρου TRMM βρέθηκαν να καλύπτουν την περιοχή αυτή. Τα διαδοχικά βήματα που ακολουθήθηκαν u947 για τη βαθμονόμηση της τεχνικής CST είναι:

α. Έλεγχος διαχωρισμού των  $T_{min}$  που αντιστοιχούν σε νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης. Βασίζεται στον καθορισμό μιας συνάρτησης πιθανότητας  $f = f(T_{min}, κλίση)$  η οποία δίνει την πιθανότητα να υπάρχει νέφος κατακόρυφης ανάπτυξης σε ένα σημείο  $T_{min}$  των δεδομένων VIRS, όταν είναι γνωστή η απόκλιση από τη θερμοκρασία του υποβάθρου (κλίση). Χρησιμοποιώντας την ένταση και τύπο βροχόπτωσης που βρίσκεται από τα δεδομένα PR, κάθε σημείο  $T_{min}$  ταξινομήθηκε ως «μεγάλης» ή «μικρής έντασης

βροχής». Τελικά, η συνάρτηση πιθανότητας υπολογίστηκε με βάση τις συχνότητες εμφάνισης των  $T_{min}$  στη βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε.

β. Καθορισμός της περιοχής με μεγάλη ένταση βροχής. Το επόμενο στάδιο της διαδικασίας βαθμονόμησης αφορά στον καθορισμό της περιοχής που επηρεάζεται από ένα σημείο  $T_{min}$  με μεγάλη ένταση βροχής. Για το σκοπό αυτό διαιρέθηκε η συνολική έκταση της περιοχής, που σύμφωνα με τις μετρήσεις του PR εκδηλώθηκε βροχόπτωση μεγάλης έντασης, με τον αριθμό των σημείων  $T_{min}$  που έχουν χαρακτηριστεί ως μεγάλης έντασης βροχόπτωσης από τον αλγόριθμο CST στα δεδομένα VIRS όλης της περιόδου των έξι μηνών. Το αποτέλεσμα ήταν ότι 15 εικονοστοιχεία VIRS επηρεάζονται από ένα σημείο  $T_{min}$  με μεγάλη ένταση βροχής.

γ. Απόδοση μιας έντασης βροχής σε κάθε σημείο  $T_{min}$ . Η ένταση βροχής που αποδίδεται στην περιοχή που καθορίστηκε στο προηγούμενο στάδιο είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας  $T_{min}$ . Για το σκοπό αυτό, για κάθε  $T_{min}$  που έχει χαρακτηριστεί ως μεγάλης έντασης βροχόπτωσης για την περίοδο των 6 μηνών, υπολογίζεται η μέση τιμή βροχόπτωσης  $r_c$  που δίνει το PR στη γειτονιά του. Με βάση τα ζεύγη ( $T_{min}$ ,  $r_c$ ) που υπολογίστηκαν δημιουργείται ένας πίνακας αντιστοίχισης των δυο αυτών παραμέτρων.

δ. Καθορισμός κατωφλιού στρατόμορφης βροχόπτωσης. Το κατώφλι θερμοκρασίας υπολογίστηκε έτσι ώστε η ολική έκταση των νεφών με θερμοκρασίες μικρότερες αυτού του κατωφλίου να είναι ίση με τη συνολική έκταση της βροχόπτωσης που καταγράφηκε από το PR στην περίοδο των 6 μηνών. Με τον τρόπο αυτό το κατώφλι καθορίστηκε στους 233 K.

ε. Απόδοση στατόμορφης βροχόπτωσης. Η τιμή της στατόμορφης βροχόπτωσης τέθηκε ίση με τη μέση τιμή έντασης της στατόμορφης βροχόπτωσης που καταγράφηκε από το PR για την περίοδο των 6 μηνών. Η τιμή αυτή βρέθηκε ίση με 1.6 mm/hr.

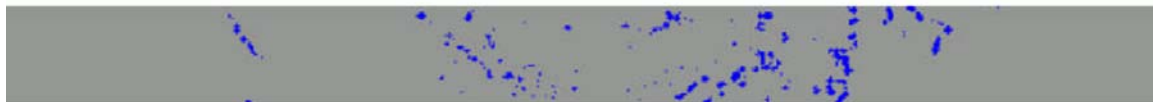
στ. Προσαρμογή στα δεδομένα του Meteosat-7. Η μεθοδολογία βαθμονόμησης που περιγράφηκε παραπάνω καθόρισε τις παραμέτρους της CST χρησιμοποιώντας τα IR δεδομένα του VIRS. Για να γίνει προσαρμογή της μεθόδου στα δεδομένα του Meteosat-7, έγιναν δυο ρυθμίσεις. Πρώτα βρέθηκαν δυο συναρτήσεις ταιριάσματος ιστογράμματος οι οποίες προσαρμόζουν την κατανομή συχνοτήτων των θερμοκρασιών λαμπρότητας και των κλίσεων στα δεδομένα Meteosat-7 στην κατανομή που θα είχαν στα δεδομένα του

VIRS. Δεύτερον, η έκταση της περιοχής με μεγάλη ένταση βροχής που αντιστοιχίζεται σε κάθε  $T_{min}$  υπολογίστηκε ξανά για την περίπτωση του Meteosat-7 έτσι ώστε η συνολική έκταση που καταγράφηκε στις εικόνες VIRS για την περίοδο των 6 μηνών να είναι ίση με αυτή των εικόνων Meteosat.



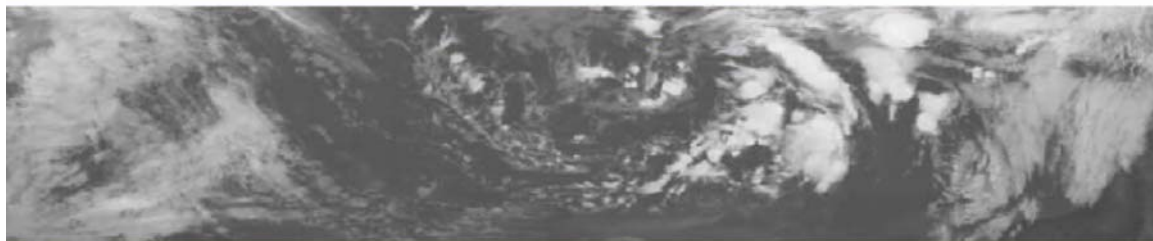
PR 2004.jan.02 subset of orbit 34952 Near Surface Rainrate

(a)



PR 2004.jan.02 subset of orbit 34952 Convective Rain flag

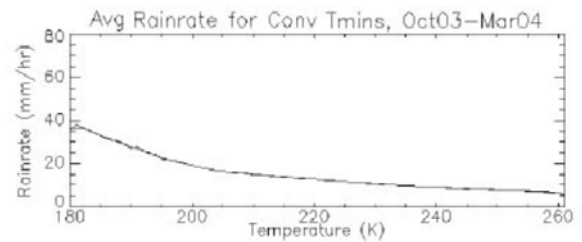
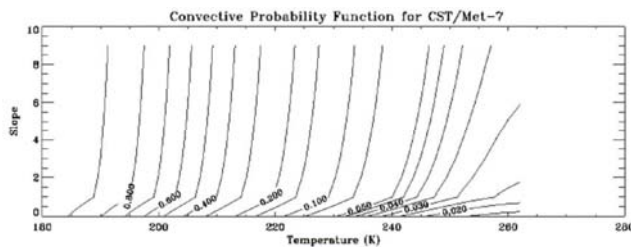
(b)



VIRS 2004.jan.02 subset of orbit 34952, native projection

(c)

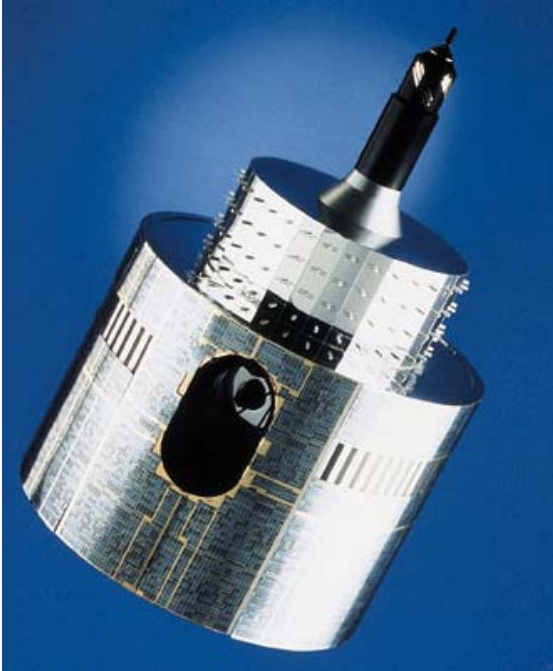
Εικόνα 3: Τρεις τύποι δεδομένων TRMM από μία περιστροφή του δορυφόρου. (a) PR ένταση βροχόπτωσης κοντά στην επιφάνει (b) PR κατόφλι convective βροχόπτωσης (c) VIRS IR. Φαίνεται το στενότερο εύρος του PR σε σχέση με το VIRS



Εικόνα 4: (a) Συνάρτηση πιθανότητας convection βασισμένη στη θερμοκρασία (b) Συνάρτηση προσδιορισμού έντασης βροχόπτωσης με βάση τη θερμοκρασία και τα τοπικά ελάχιστα  $T_{min}$ s

### 3. Δεδομένα

#### 3.1 Δορυφορικά δεδομένα *Meteosat 7*



**Εικόνα 5: Ο δορυφόρος Meteosat 7 (πηγή Eumetsat 2000)**

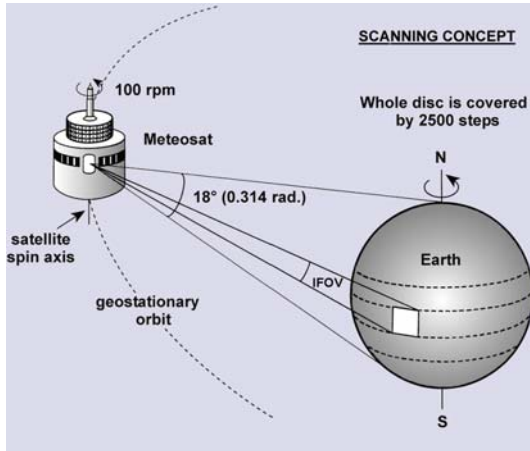
Τα βασικά δεδομένα εισόδου της CST που αποτελεί και το αντικείμενο μελέτης, προέρχονται από το κανάλι του θερμικού υπερύθρου 10.5 – 12.5  $\mu\text{m}$  (στο εξής IR) του δορυφόρου Meteosat 7 εικόνα 1 όπου αποτυπώνονται τιμές λαμπρότητας (βλ. Κεφάλαιο θεωρίας). Οι δορυφόροι Meteosat 1 έως 7 ονομάζονται «πρώτης γενεάς». Εκτός από την λήψη εικόνων ανά μισάωρο σε τρεις φασματικές συχνότητες (Ορατό, Υπέρυθρο και Υδρατμών) μέσω του οργάνου **Meteosat Visible and Infrared**

**Imager**, είναι πομπός και δέκτης σε συνεχή σύνδεση με απομακρυσμένες θαλάσσιες πλατφόρμες και με αεροσκάφη για την ανταλλαγή δεδομένων και μετεωρολογικών πληροφοριών μεταξύ τους.

Κάθε τριάντα λεπτά καταγράφεται μία σκηνή του γήινου δίσκου αποτελούμενη στο IR από 6250000 εικονοστοιχεία κατανεμημένα σε κάναβο 2500 στηλών και 2500 γραμμών. Ο δορυφόρος βρίσκεται σε γεωστάσιμη τροχία, περίπου 37000 Km πάνω από την τομή ισημερινού και κεντρικού μεσημβρινού απολαμβάνοντας έτσι περίοδο τροχίας ίση με την περίοδο περιστροφής της γης. Το μέγεθος του εικονοστοιχείου στο πρωτεύον είναι ακριβώς 5 χιλιόμετρα. Περιστρέφεται δεξιόστροφα γύρω από τον κεντρικό του άξονα με γωνιακή ταχύτητα ικανή ώστε να συλλαμβάνει 2500 εικονοστοιχεία ή 1 γραμμή, ανά 30 χιλιοστά του δευτερολέπτου και περίοδο επανεγγραφής 600 χιλιοστών του δευτερολέπτου. Συνεπώς εικονοστοιχεία της ίδιας σκηνής μπορεί να έχουν καταγραφεί με χρονική απόκλιση μικρότερης ή ίσης των 25 λεπτών. Αυτή η χρονική απόκλιση κρίνεται αμελητέα για τους σκοπούς μας καθώς στην περιοχή μελέτης δεν



μπορεί να υπερβαίνει τα 3,86 λεπτά. Η λήψη των δεδομένων ξεκινά από τον νότο και λόγω της δεξιόστροφης περιστροφής του δορυφόρου η εικόνα είναι ανεστραμμένη και κατά τους δύο άξονες βορρά – νότου και ανατολής – δύσης.

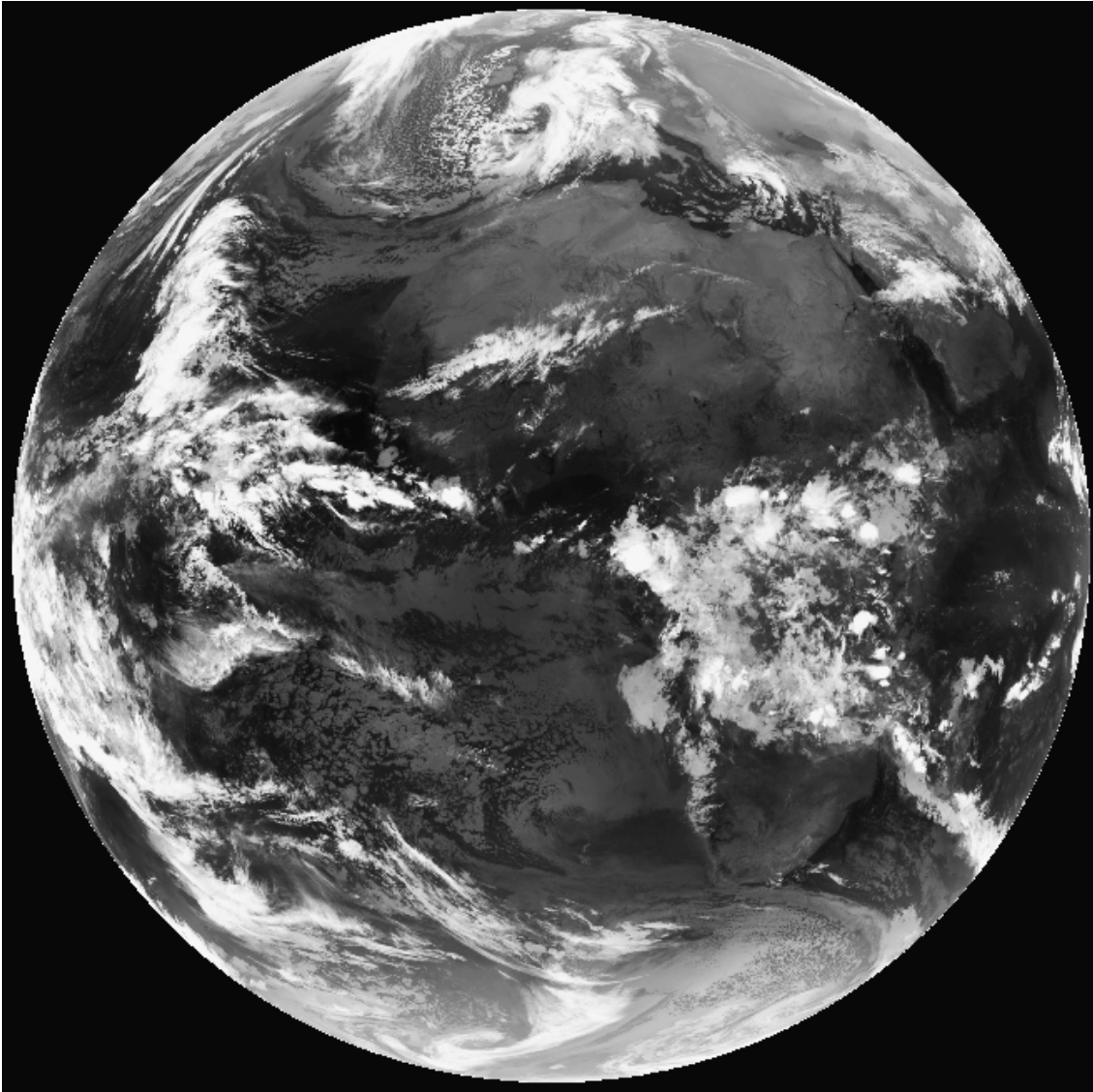


**Εικόνα 6: Πρότυπο καταγραφής (πηγή Eumetsat 2000)**

Κάθε πλήρης κύκλος περιστροφών αποστέλεται στην υπεύθυνη εταιρεία (European Satellite Agency) η οποία επεξεργάζεται τα πρωτογενή δεδομένα. Μετά διατίθενται δωρεάν στο κοινό κατόπιν παραγγελίας από δικτυακή τοποθεσία. Ο χρήστης λαμβάνει κάθε σκηνή σε ξεχωριστό αρχείο συμπιεσμένο με το τυποποιημένο πρότυπο BZ2.

Το αρχείο αποτελείται από δύο μέρη, την κεφαλίδα και τα εικονοστοιχεία της σκηνής. Στην κεφαλίδα καταγράφονται πληροφορίες για την ώρα λήψης της σκηνής, την μορφή των δεδομένων που ακολουθούν και τον σταθμό λήψης μεταξύ άλλων. Ακολουθούν τα δεδομένα όπου χωρίζονται σε 2500 τμήματα που περιγράφουν τις αντίστοιχες γραμμές σάρωσης αρχίζοντας από το νότιοτερο. Κάθε τμήμα δεσμεύει 34 byte για πληροφορίες σχετικά με την γραμμή και ακολουθούν τα επιμέρους 2500 εικονοστοιχεία αρχίζοντας από το ανατολικότερο κάθε ένα από τα οποία περιγράφεται σε 1 byte. Δηλαδή το εύρος τιμών της σκηνής είναι [0, 255]. Το πρότυπο που περιγράφηκε, ονομάστηκε από την ESA "OPEN MTP".

Για την μετροπή των τιμών λαμπρότητας σε θερμοκρασία του IR η ESA δημοσιεύει δωρεάν στην ιστοσελίδα της ASCII αρχείο συντελεστών βαθμονόμησης. Αποτελείται από εγγραφές που περιγράφουν την ημέρα, τον μήνα και το μισάωρο απο το οποίο τίθεται σε ισχύ ο αντίστοιχος συντελεστής.

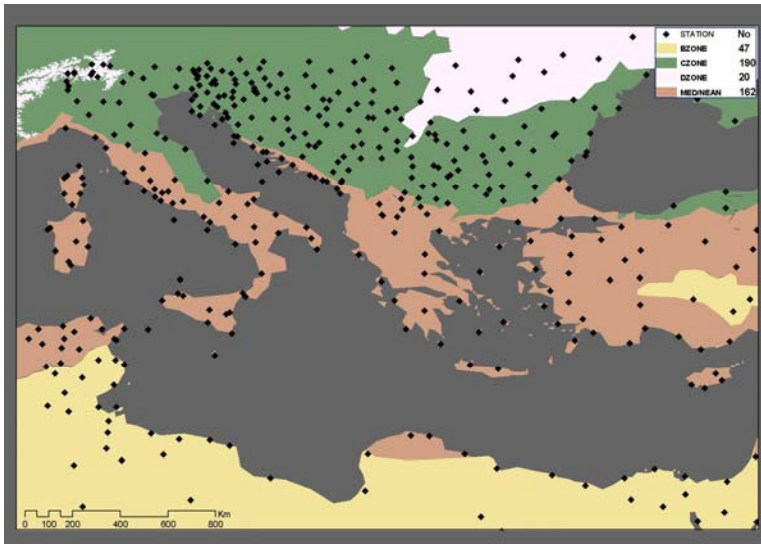


**Εικόνα 7: Σκηνή του γήινου δίσκου στο IR την 01 Δεκεμβρίου 2003 στις 03:30 προσανατολισμένη κατά την ορθή φορά**

Πρέπει να αναφερθεί ότι οι διαδικασίες λήψης δεδομένων από τον δορυφόρο επηρεάζονται από δύο περιόδους εκλείψεων κάθε χρόνο. Συμβαίνουν όταν ο ήλιος βρίσκεται σε έκλειψη από την γη, αποκόβοντας έτσι την πηγή ενέργειας του συστήματος. Χρονικά συμπίπτουν με την εαρινή και φθινοπωρινή ισημερία και διαρκούν από την 1 Μαρτίου έως τις 15 Απριλίου και από την 1 Σεπτεμβρίου έως τις 15 Οκτωβρίου περίπου. Κατά την διάρκεια του φαινομένου, ο δορυφόρος σκιάζεται από την γη μέχρι και για 70 λεπτά περίπου, τις μεσονύκτιες ώρες.

### 3.2 Επίγεια δεδομένα ECMWF

Τα δεδομένα των επίγειων σταθμών βρίσκονται στη βάση του Ευρωπαϊκού Κέντρου Πρόβλεψης Καιρού (European Centre for Medium Range Weather Forecasts). Για την προμήθεια στοιχείων από την βάση επιβάλλεται η εγγραφή του χρήστη στην αρμόδια αρχή από την οποία προμηθεύεται ειδική κάρτα ασφαλείας. Κάθε διαπιστευμένο μέλος δίνεται μέσω ειδικού αλγόριθμου να παραλάβει αρχείο τύπου ASCII με τα πεδία που επιθυμεί. Για την παρούσα τα απαραίτητα πεδία ήταν: ο κωδικός σταθμού, το γεωγραφικό μήκος και πλάτος σε γεωειδές WGS84, το υψόμετρο, η ώρα καταγραφής, και το ύψος βροχής.



Εικόνα 8: Δίκτυο βροχόμετρων στην περιοχή μελέτης και παραβολή των κλιματικών ζωνών

Δυστυχώς, παρά τον έλεγχο της ECMWF υπάρχει πιθανότητα εύρεσης εσφαλμένων εγγραφών. Για αυτό, ο χρήστης καλείται να αποκλίσει τιμές όπου εκτιμά ότι δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Σύνηθες σφάλμα είναι η μετατόπιση της υποδιαστολής κατά την καταχώρηση των τιμών όπου για παράδειγμα η τιμή 24,35 μεταλλάσσεται σε 243,5. Επιπλέον, δεν παρέχουν όλοι οι σταθμοί πληροφορίες σταθερά κάθε εξάωρο.

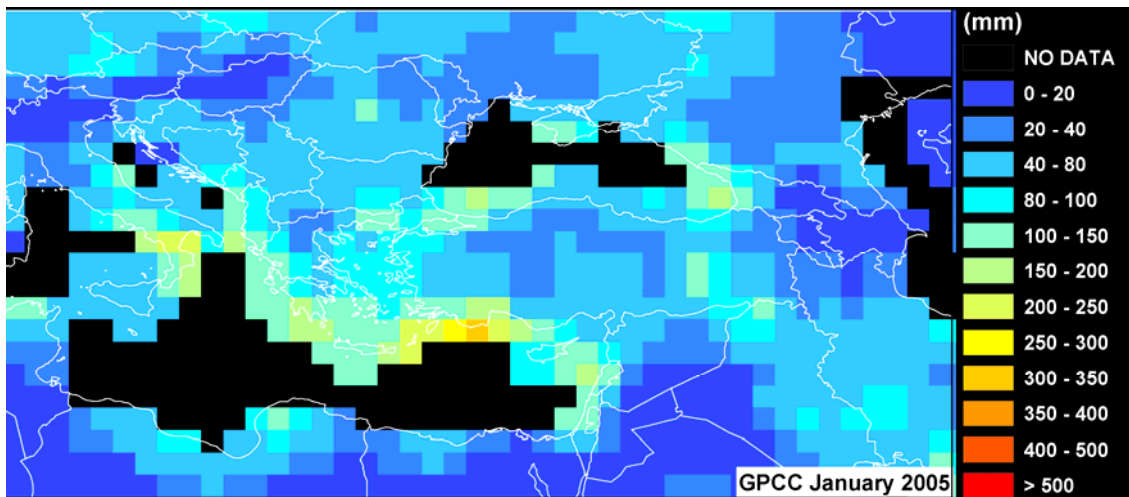
Όπως φαίνεται στο σχήμα η κατανομή των σταθμών μεταβάλλεται στην περιοχή μελέτης. Γενικά στο βορειοδυτικό τμήμα εμφανίζεται ομαδοποιημένο πρότυπο με

Η ECMWF επεξεργάζεται τα στοιχεία των επίσημων σταθμών κάθε κράτους μέλους και τα καταχωρεί. Κάθε σταθμός παρέχει δεδομένα ανά εξάωρο με αφετηρία τις 0600 UTC. Στις 0600 και 1800 UTC καταγράφεται η αθροιστική βροχόπτωση δωδεκάωρου, ενώ στις 0000 και 1200

πλήθος σταθμών με μεταξύ τους απόσταση μικρότερης του όγδοου της μοίρας ενώ για σημαντικό τμήμα της περιοχής μελέτης φτάνει την μία μοίρα κατά μέσο όρο.

### 3.3 Δεδομένα *Global Precipitation Climatology Centre*

Το *Global Precipitation Climatology Centre* (στο εξής *GPCC*) παρέχει ανάλυση της παγκόσμιας βροχόπτωσης για την παρακολούθηση και διερεύνηση του κλίματος. Πρόκειται για την Γερμανική συνεισφορά στο *World Climate Research Programme* (*WCRP*) και το *Global Climate Observing System* (*GCOS*). Κύριος στόχος του είναι η παραγωγή και διάθεση καναβοποιημένων πληροφοριών μηνιαίας αθροιστικής βροχόπτωσης από επίγεια δεδομένα.



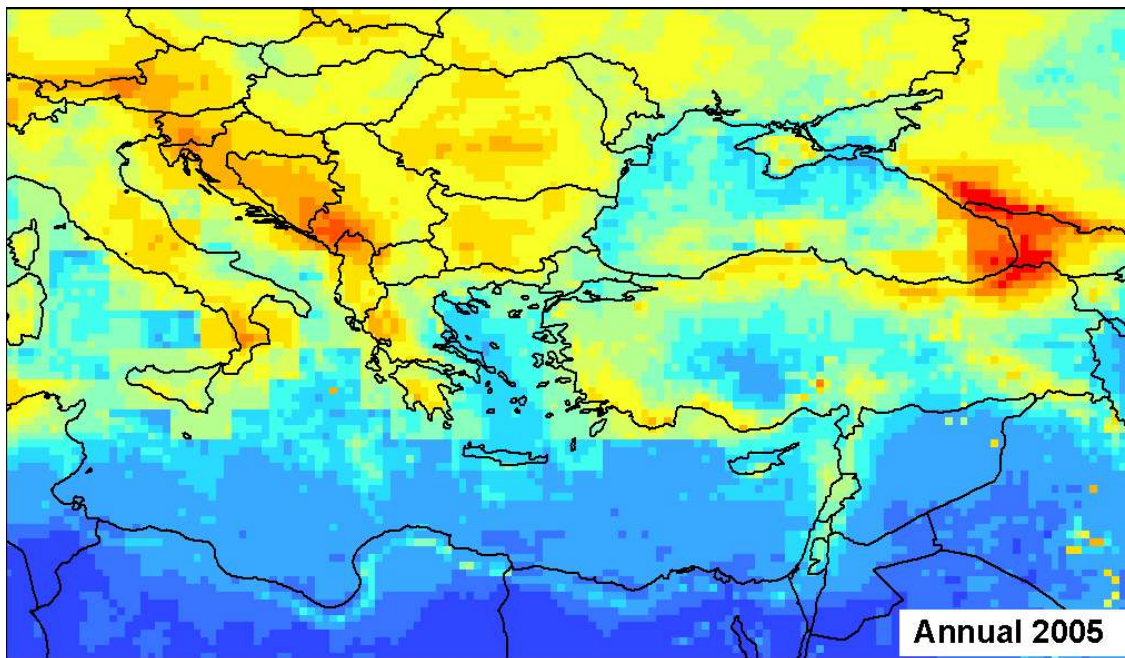
Εικόνα 9: Δεδομένα τύπου *GPCC* για τον Ιανουάριο 2005

Ο πλήρης αλγόριθμος και η τεχνική της διαδικασίας ορίζεται στο 'Implementation and Data Management Plan for the *Global Precipitation Climatology Project*' (*WCRP* 1990, *WMO/TD-No.* 367). Ουσιαστικά η διαδικασία χωρίζεται σε επτά τμήματα. Ξεκινά με την απόκτηση δεδομένων βροχόπτωσης από μετεωρολογικά και κλιματολογικά δίκτυα. Ακολουθεί ποιοτικός έλεγχος των δεδομένων και διόρθωση των τυχαίων σφαλμάτων. Στη συνέχεια, διορθώνονται τα συστηματικά σφάλματα των σταθμών. Μετά υπολογίζεται η μέση τιμή ανά επιφάνεια της μηνιαίας βροχόπτωσης για κάθε κελί του κανάβου. Εκτιμώνται τα σφάλματα του προηγούμενου σταδίου σε κάθε κελί. Αναπτύσσονται οι κατάλληλες μέθοδοι διόρθωσης και τέλος διατείθονται τα σχετικά προϊόντα. Αυτά αποθηκεύονται σε ανώνυμο *FTP* του *GPCC* στο οποίο μπορεί να έχει

πρόσβαση όποιος το επιθυμεί μέσω της ιστοσελίδας του κέντρου χωρίς καμία οικονομική επιβάρυνση.

Το προϊόν που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα ονομάζεται “Monitoring Product”. Διαθέτει καναβοποιημένες πληροφορίες (ASCII) με ανάλυση 1° lat/long από το 1986 μέχρι σήμερα και βασίζεται σε ποιοτικά ελεγμένα δεδομένα από 7000 επίγειους σταθμούς. Το προϊόν περιέχει διορθώσεις των συστηματικών σφαλμάτων των σταθμών. Επιπλέον σε ξεχωριστό αρχείο βρίσκονται κλιματολογικές εκτιμήσεις για τα σφάλματα υπολογισμού της μέσης τιμής βροχόπτωσης ανά επιφάνεια κελιού καθώς και ο αριθμός των σταθμών που χρησιμοποιήθηκε. Συστήνεται, ο χρήστης ανάλογα με την εφαρμογή του, να συμπεριλάβει τόσο τους συντελεστές του σφάλματος όσο και την πυκνότητα των σταθμών ώστε να αποκλίσει ψηφίδες με που περιέχουν σφάλμα μεγαλύτερο από το επιθυμητό για την εφαρμογή.

### 3.4 Ψηφιδωτά δεδομένα τύπου 3B43 V6



Εικόνα 10: Δεδομένα τύπου 3B43 V6 για το έτος 2005

Τα δεδομένα τύπου 3B43 αποτελούν ένα βαθμονομημένο σχήμα για τον συνδυασμό εκτιμήσεων και μετρήσεων βροχόπτωσης από πολυδορυφορικά δεδομένα, καθώς και από ανάλυση του επίγειου δικτύου όπου είναι διαθέσιμο. Είναι ψηφιδωτα

δεδομένα και παρέχονται σε χωρική ανάλυση 0,25°. Διατίθενται κατά τη στιγμή λήψης (real time) ή και μετά (V6) βασισμένα στα προϊόντα του TRMM Combined Instrument και TRMM Microwave Imager αντίστοιχα. Μόνο τα προϊόντα V6 συμπεριλαμβάνουν τα επίγεια δεδομένα σταθμών. Τα δεδομένα καλύπτουν τους παράλληλους μεταξύ 50° βορρά – νότο.

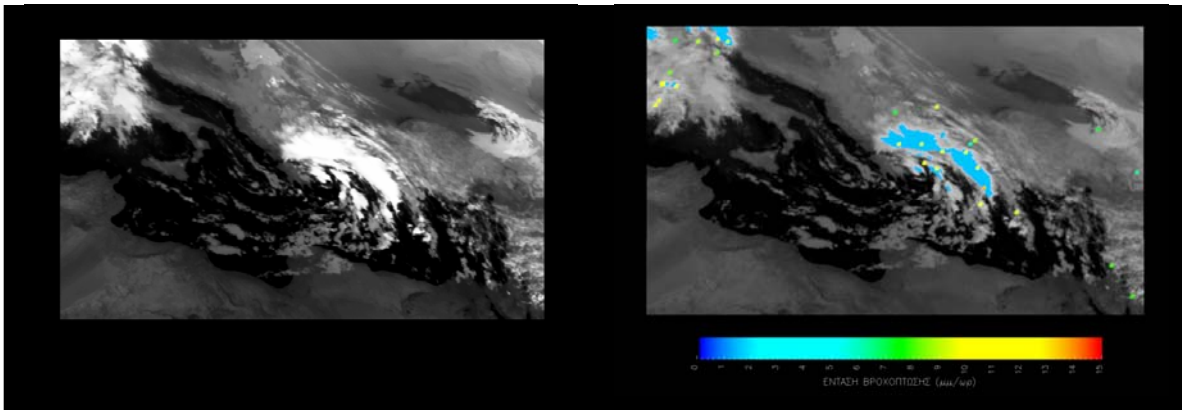
Με βάση την αξιολόγηση από το κέντρο ερευνών της NASA, τα προϊόντα V6 δείχνουν «ικανή συμπεριφορά σε μηνιαίες κλίμακες, αν και διαφάνεται να σχετίζεται το Bias με τις τιμές έντασης της βροχόπτωσης, που οφείλεται πιθανώς στην ελλειπή ευαισθησία στις χαμηλές εντάσεις βροχόπτωσης πάνω από τις ωκεάνιες μάζες ενώ από τα δεδομένα εισόδου που βασίζεται στο AMSU-B).» Στις υπόλοιπες περιοχές διαφαίνεται ότι τα προϊόντα επιτυγχάνουν την «αναπαραγωγή του ιστογραμματος βροχόπτωσης των δεδομένων εδάφους, όπως και τον εντοπισμό έντονων ημερησίων γεγονότων». Σύμφωνα με τα παραπάνω τα δεδομένα 3B43 μπορούν να λάβουν τον ρόλο δεδομένων ελέγχου για τον CST MET7 για χρονικές κλίμακες μεγαλύτερες ή ίσες του μήνα.

## 4. Μεθοδολογία

### 4.1 Επεξεργασία δορυφορικών δεδομένων Meteosat 7

Όπως προαναφέρθηκε τα δεδομένα τύπου Meteosat 7 διατίθενται σε ξεχωριστό αρχείο ανά κανάλι και ανά λήψη. Τα αρχεία αποθηκεύονται σε πολυμορφικούς δίσκους (DVD) με συγκεκριμένο όνομα. Το όνομα περιγράφει την ημερομηνία και την ώρα λήψης της εικόνας καθώς και το κανάλι στο οποίο ανήκει. Έτσι με βάση το όνομα των αρχείων, το πρόγραμμα επιλέγει τα αναγκαία και μόνο δεδομένα από τον πολυμορφικό δίσκο και τα αντιγράφει τοπικά. Στη συνέχεια αποσυμπίεζονται και αφαιρείται η επικεφαλίδα του κάθε αρχείου και της κάθε γραμμής ώστε να μπορεί να τα επεξεργαστεί ο αλγόριθμος CST MET7 αφού μπορεί να δεχθεί πολύ συγκεκριμένη μορφή αρχείου. Τέλος τα αρχικά αρχεία διαγράφονται από τον τοπικό δίσκο.

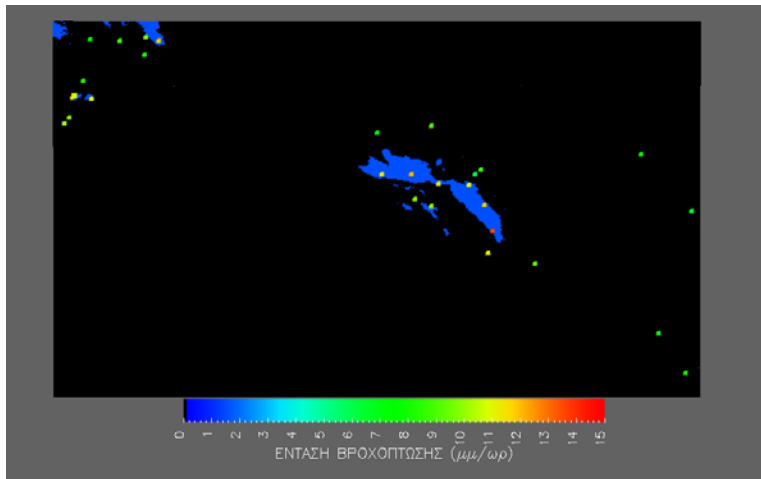
Η διαδικασία αυτή και η αυτοματοποίησή της ήταν απαραίτητη διότι διαφορετικά θα έπρεπε να γίνει χειροκίνητα για κάθε αρχείο ξεχωριστά. Δηλαδή θα χρειαζόντουσαν περίπου 624 εργατοώρες ή 78 εργάσιμες ημέρες, μόνο για να ανακτηθεί ο όγκος των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν. Με την αυτοματοποίηση της διαδικασίας εκτός από το σημαντικότερο κέρδος χρόνου (χρειάστηκε μόλις 0.25 του εργάσιμου μήνα) δεν ήταν επιβεβλημένη η παρουσία του χρήστη παρά μόνο για την αλλαγή των δίσκων και την εκκίνηση του προγράμματος.



**Εικόνα 11:** Αριστερά σκηνή στο IR την 01 Δεκεμβρίου 2003 στις 03:30 στην περιοχή μελέτης. Δεξιά υπερθετημένο το αποτέλεσμα του CST MET7. Και οι δύο εικόνες προσανατολίζονται κατά την ορθή φορά.

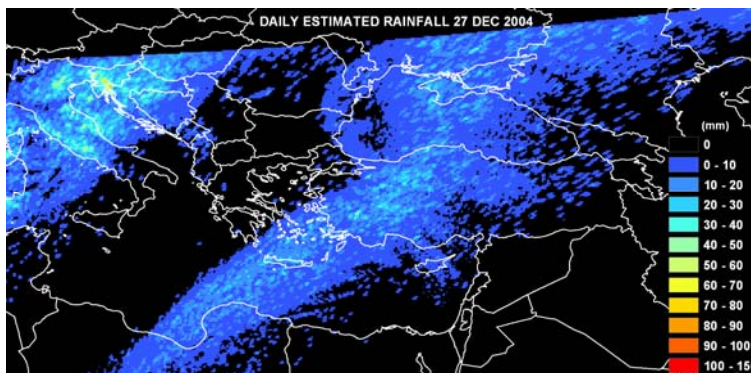
Στη συνέχεια ο αλγόριθμος CST MET7 επεξεργάζεται τα δεδομένα μαζί με τα στοιχεία βαθμονόμησης (Calibration Coefficient, Space count που περιέχονται από τη

Eumetsat ξεχωριστά) και προκύπτει ένα σειριακό δυαδικό αρχείο με 320 x 550 ψηφίδες και βάθος 32 bit για κάθε πρωτογενές αρχείο (Εικόνες 7 & 8). Κάθε ψηφίδα του νέου αρχείου περιγράφει την εκτιμώμενη ένταση βροχόπτωσης σε  $\text{mm hr}^{-1}$ . Πρέπει να αναφερθεί ότι κατά την διαδικασία έχει διορθωθεί μόνο ο προσανατολισμός ανατολής – δύσης.



**Εικόνα 12: CST MET7 την 01 Δεκεμβρίου 2003 στις 03:30 UTC κατά την ορθή φορά χωρίς καμία επεξεργασία**

την πλήρη ταύτιση των δορυφορικών εκτιμήσεων και των επίγειων δεδομένων (βλέπε κεφάλαιο δεδομένων). Η επιλογή των αρχείων CST MET7 για την δημιουργία των δεδομένων χρονικής κλίμακας καθώς και ο έλεγχός τους γίνεται αυτόματα από τον κατάλληλο αλγόριθμο. Με τον ίδιο τρόπο δημιουργούνται αρχεία με εκτιμήσεις βροχόπτωσης σε χρονικές κλίμακες μήνα, εποχής και υδρολογικού έτους. Μόνο που σε αυτές τις περιπτώσεις λαμβάνονται υπόψη όλα τα διαθέσιμα αρχεία για κάθε χρονική κλίμακα.



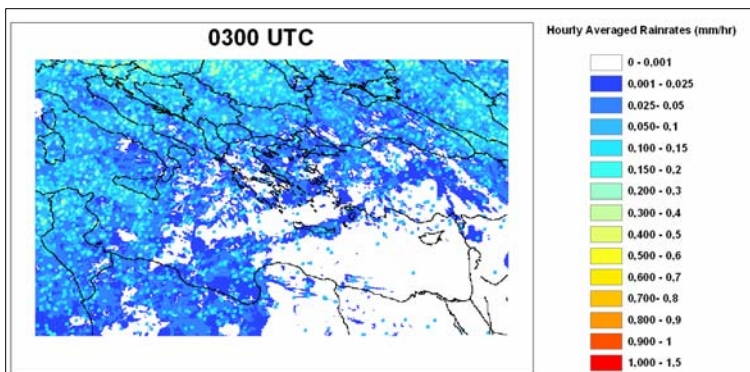
**Εικόνα 13: Αθροιστική εκτίμηση του CST MET7 εικοσιτεσσάρων ωρών την 27 Δεκεμβρίου 2004 γεωμετρικά διορθωμένη με υπερτεθημένα τα πολιτικά σύνορα της περιοχής μελέτης**

Ακολουθώς, οι εικόνες ημιαθροίζονται δημιουργώντας αρχεία εκτιμώμενου ύψους βροχής για χρονικές κλίμακες έξι, δώδεκα και εικοσιτεσσάρων ωρών (Εικόνα 13). Οι συγκεκριμένες χρονικές κλίμακες επιλέχθηκαν για

Λόγω εκλείψεων του δορυφόρου ή / και ελλείψεων εντός των αρχείων προκύπτουν ασυνέχειες στα πρωτογεννή δεδομένα. Αποφασίστηκε ότι αρχεία με ελλιπή στοιχεία δεν λαμβάνονται



υπόψη ώστε να διασφαλιστεί η πληρότητα των δεδομένων. Επίσης, δεχόμαστε ελλείψεις αρχείων της τάξης του ενός μισάωρου ανά εξάωρο σε χρονικές κλίμακες μικρότερες ή ίσες του εικοσιτετραώρου ως αμελητέες. Τέτοιες περιπτώσεις αφορούν περίπου το 8.4% του συνολικού όγκου των πρωτογενών δεδομένων. Όμως, κατά την σύγκριση δορυφορικών και επίγειων δεδομένων σε μικρές χρονικές κλίμακες που κυμαίνονται μεταξύ έξι και εβδομηνταδύ ωρών και αφορούν έντονες βροχοπτώσεις λαμβάνονται υπόψη μόνο περιπτώσεις όπου διατίθεται το σύνολο των απαραίτητων δορυφορικών δεδομένων.



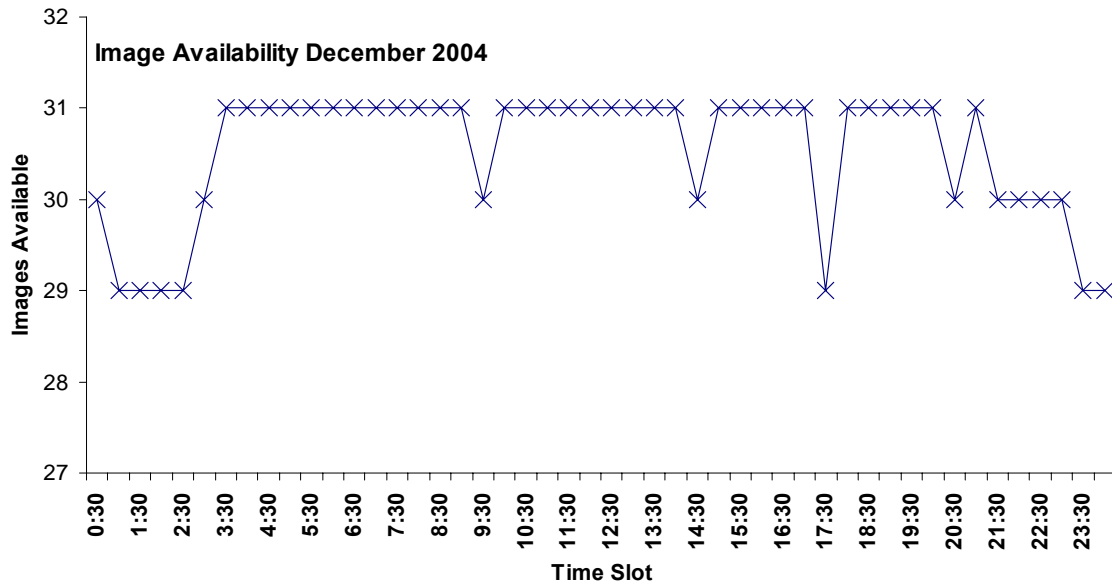
**Εικόνα 14: Παράγωγο μέσου αθροίσματος όλων των διαθέσιμων CST MET7 αρχείων το μισάωρο των 03:00 UTC μεταξύ Μαΐου και Σεπτεμβρίου 2005 με υπερθετημένα τα πολιτικά σύνορα της περιοχής μελέτης**

καλοκαιρινούς μήνες αναπτύσσεται θερμική αστάθεια πάνω από την ξηρά η οποία πυροδοτεί convective δραστηριότητα τις απογευματινές ώρες. Άρα χρειάζονται παράγωγα σε διαστήματα μισής ώρας. Για την ακρίβεια της ίδιας ακριβώς ώρας λήψης κάθε ημέρας για το διάστημα Μαΐου – Σεπτεμβρίου 2005 (Εικόνα 14). Δηλαδή, επιλέγονται όλα τα πρωτογενή δεδομένα της περιόδου με την ίδια ώρα εκίνησης λήψης για την μελέτη της ενδοημερήσιας μεταβολής της βροχόπτωσης με υψηλή χωρική και χρονική ανάλυση. Δίδεται έμφαση στην ώρα εκίνησης λήψης διότι για λόγους που ξεπερνούν το κείμενο υπάρχει χρονική απόκλιση στην καταγραφή των εικονοστοιχείων της περιοχής μελέτης από την ώρα εκκίνησης λήψης της τάξεως των 22 λεπτών και 41,96 δευτερολέπτων.

Προφανώς λόγω εκλείψεων του δορυφόρου δεν ήταν σταθερός ο αριθμός διαθέσιμων πρωτογενών δεδομένων για όλες τις περιπτώσεις. Όμως επειδή οι εκλείψεις του δορυφόρου συμβαίνουν τις βραδυνές ώρες κυρίως μεταξύ 22:00 και 02:00 UTC

Η ενδοημερήσια μεταβολή του κύκλου της βροχόπτωσης μπορεί να μελετηθεί μόνο κατά την διάρκεια της θερμής περιόδου κυρίως των καλοκαιρινών μηνών λόγω της απουσίας σημαντικών συνοπτικών καιρικών συστημάτων. Κατά τους

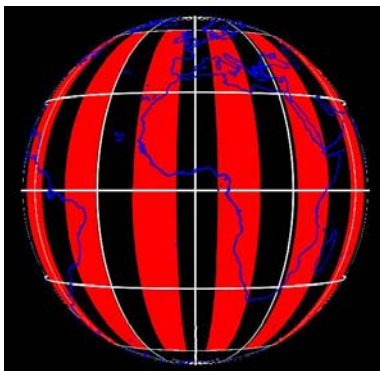
όπου για τους λόγους που αναφέρονται ανωτέρω παρατηρείται συνήθως ύφεση του φαινομένου, κρίθηκε ότι η απουσία πρωτογενών αρχείων δεν επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα. Όμως κρίθηκε απαραίτητη η μελέτη του φαινομένου με τιμές έντασης και όχι αθροιστικής βροχόπτωσης.



Εικόνα 15: Διαθεσιμότητα δεδομένων Meteosat7 για τον Δεκεμβριο του 2004 ανά μισάωρο λήψης

#### 4.2 Γεωαναφορά δορυφορικών δεδομένων Meteosat 7

Για να κατανοηθεί η διαδικασία γεωαναφοράς των δορυφορικών δεδομένων Meteosat 7, θα πρέπει να ερμηνευθεί η προβολική γεωμετρία της γης όπως αναπτύσσεται στο επίπεδο του δορυφόρου, πάντα σύμφωνα με τις επίσημες οδηγίες της Eumetsat. Επιπλέον υπενθυμίζεται ότι στα προϊόντα που χρησιμοποιούνται έχουν διορθωθεί οι μεταβολές του εξωτερικού προσανατολισμού του Meteosat 7.



Εικόνα 16: Παραμόρφωση μεσημβρινών από τον Meteosat

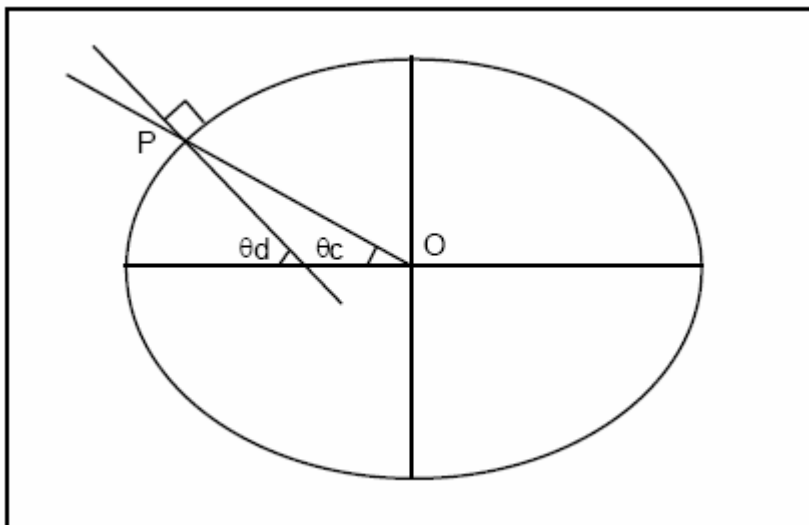
Στην γεωμετρική προβολή της γης στο επίπεδο του δορυφόρου ο ισημερινός και ο μεσημβρινός που διέρχεται από το πρωτεύον σημείο ορίζουν τα σταθερά επίπεδα που διέρχονται από την θέση του δορυφόρου. Συνεπώς, αυτές και μόνο αυτές οι γραμμές γεωγραφικού μήκους και πλάτους εμφανίζονται ως ευθείες στην εικόνα. Ο ισημερινός και ο κεντρικός μεσημβρινός αντιστοιχούν σε μία και μόνο μία γραμμή και στήλη της εικόνας

αντίστοιχα. Όλες οι άλλες γραμμές σταθερού γεωγραφικού μήκους ή πλάτους στη γη εμφανίζονται ως τόξα με τα άκρα να συγκλίνουν στους πόλους.

Για τον υπολογισμό της γεωγραφικής θέσης εικονοστοιχείου χρειάζονται δύο συστήματα συντεταγμένων, το πολικό και το καρτεσιανό. Το πολικό ορίζεται με αρχή των αξόνων το κέντρο της γης, γεωκεντρικό πλάτος  $\theta_c$  με αφετηρία τον ισημερινό και θετική φορά προς τον βορρά, μήκος  $\varphi$  με αφετηρία τον κεντρικό μεσημβρινό και θετική φορά προς την ανατολή και ακτίνα  $r$  την απόσταση από την αρχή των αξόνων έως την επιφάνεια της σφαίρας. Το καρτεσιανό ορίζεται με αρχή των αξόνων το κέντρο της γης, άξονα  $x$  την ευθεία που ενώνει την αρχή με τον δορυφόρο, άξονα  $y$  σε ορθή γωνία με τον άξονα  $x$  σε δεξιόστροφη κατεύθυνση στο επίπεδο του ισημερινού και άξονα  $z$  την κατακόρυφο στο επίπεδο του ισημερινού με θετική φορά προς το βορρά.

Στους υπολογισμούς που ακολουθούν λαμβάνεται υπόψιν η πεπλατύτωση της γης. Χρησιμοποιείται ως γεωδαιδές το WGS'84. Άρα οι μετασχηματισμοί μεταξύ των δύο συστημάτων αναφοράς δίδονται από:

$x = r \cos \theta_c \cos \phi$	$y = r \cos \theta_c \sin \phi$	$z = r \sin \theta_c$
<i>Equatorial Radius of the earth</i>	$R_e = 6378.140 \text{ km}$	
<i>Polar Radius of the earth</i>	$R_p = 6356.755 \text{ km}$	
<i>Oblateness of the earth</i>	$f = (R_e - R_p) / R_e = 1/298.257$	



Σχήμα 3: Γεωκεντρικές και γεωδαιτικές συντεταγμένες

Οι συντεταγμένες του δορυφόρου στο καρτεσιανό επίπεδο είναι  $(R_s, 0, 0)$ , όπου  $R_s$  η απόσταση του δορυφόρου από την αρχή των αξόνων και ισούται με 42164 Km. Τέλος χρειάζεται ένας επιπλέον μετασχηματισμός μεταξύ γεωκεντρικού και γεωδαιτικού συστήματος αναφοράς. Η σχέση των δύο συστημάτων φαίνεται στο σχήμα 3. Για σημείο P στην επιφάνεια της γης, το γεωκετρικό πλάτος  $\theta_c$  δίνεται από την γωνία μεταξύ OP και του επιπέδου του ισημερινού. Ενώ το γεωδαιτικό μήκος αντιστοιχεί με το γεωγραφικό μήκος.

Η σχέση μεταξύ γεωκεντρικού και γεωδαιτικού μήκους δίδεται από:  

$$e\phi\theta_d = e\phi\theta_c / (1 - f)^2$$

Λαμβάνοντας υπόψη την πεπλατύτωση της γης, η επιφάνειά της μπορεί να παραμετροποιηθεί στο καρτεσιανό επίπεδο με την σχέση:

$$(x^2 + y^2) / R_e^2 + z^2 / R_p^2 = 1$$

ή με σφαιρικές συντεταγμένες:

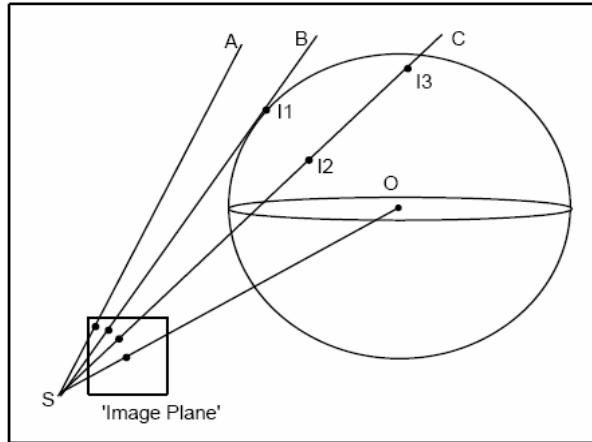
$$((r \sin \theta_c \sin \phi)^2 + (r \sin \theta_c \eta \mu \phi)^2) / R_e^2 + (r \eta \mu \theta_c)^2 / R_p^2 = 1$$

η οποία μπορεί να γραφτεί ως:

$$r = R_e R_p / (R_p^2 \sin^2 \theta_c + R_e^2 \eta \mu^2 \theta_c)^{1/2}$$

αυτή η απόσταση θα αναφέρεται στο εξής ως  $r_\theta$ .

Για την μετατροπή των ψηφιακών συντεταγμένων εικονοστοιχείου  $\mathbf{i}$  (γραμμή – στήλη της εικόνας), αρκεί ο υπολογισμός του σημείου τομής της επιφάνειας της γήινης σφαίρας από την ευθεία που διέρχεται από το εστιακό κέντρο του δορυφόρου και το  $\mathbf{i}$ . Υπάρχουν τρεις πιθανότητες που φαίνονται στην εικόνα 12. Στην πρώτη η ευθεία δεν τέμνει την γη (γραμμή A). Στην δεύτερη υπάρχει ένα σημείο τομής, δηλαδή η ευθεία είναι η εφαπτομένη της σφαίρας (γραμμή B). Στην τρίτη περίπτωση η ευθεία τέμνει την γήινη σφαίρα σε δύο σημεία, τα I2 και I3, όπου το μεν I2 βρίσκεται στην ορατή πλευρά της σφαίρας και το δε I3 στη πίσω πλευρά της.



Εικόνα 17: Διεθύνσεις ακτίνων που διέρχονται από το εστιακό κέντρο του δορυφόρου και το κέντρο εικονοστοιχείων της εικόνας

Η εξίσωση της ευθείας SP από το εστιακό κέντρο του δορυφόρου S σε οποιοδήποτε σημείο της σφαίρας P, μπορεί να γραφτεί δυανισματικά ως:

$$OS + k \cdot SP = OP$$

όπου OS το δυνάμιμα από το πρωτεύον σημείο και k η κλίμακα. Προφανώς η εξίσωση σε συνάρτηση της k ορίζει τον γεωμετρικό τόπο όλων των σημείων της SP. Όπως είδαμε το δυνάμιμα OS έχει συντεταγμένες  $(R_s, 0, 0)$ . Επίσης το δυνάμιμα SP μπορεί να ορισθεί από τις συντεταγμένες γραμμής στήλης της εικόνας αφού εξαρτώνται από την γωνιακή απόκλιση του δορυφόρου ( $18^\circ$  για κάθε γραμμή και κάθε στήλη) ως προς τον κεντρικό μεσημβρινό και τον ισημερινό. Έστω λοιπόν ότι το SP έχει συντεταγμένες  $(p, q, r)$ . Εφαρμόζοντας τις εξισώσεις του προηγούμενου τμήματος μπορούμε να υπολογίσουμε τις γωνίες  $\alpha_L, \alpha_S$  που ορίζουν την γραμμή και την στήλη αντίστοιχα, ως:

$$\tan(\alpha_L) = r / \sqrt{p^2 + q^2} \quad (1) \quad \tan(\alpha_S) = q / p \quad (2)$$

Υποθέτοντας ότι  $p = 1$ , (όπως έχει αναφερθεί παραπάνω το δυνάμιμα δεν χρειάζεται να κανονικοποιηθεί αφού η κλίμακα k ορίζει οποιαδήποτε κλίμακα) οι εξισώσεις γράφονται ως εξής:

$$q = \tan(\alpha_S) \quad \text{και} \quad r = \tan(\alpha_L) \sqrt{1 + q^2}$$

Άρα η  $OS + k \cdot SP = OP$  μπορεί να γραφτεί καρτεσιανاً ως:

$$\begin{pmatrix} R_s \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + k \begin{pmatrix} p \\ q \\ r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

δηλαδή:

$$\begin{aligned}x &= R_s + pk \\y &= qk \\z &= rk\end{aligned}$$

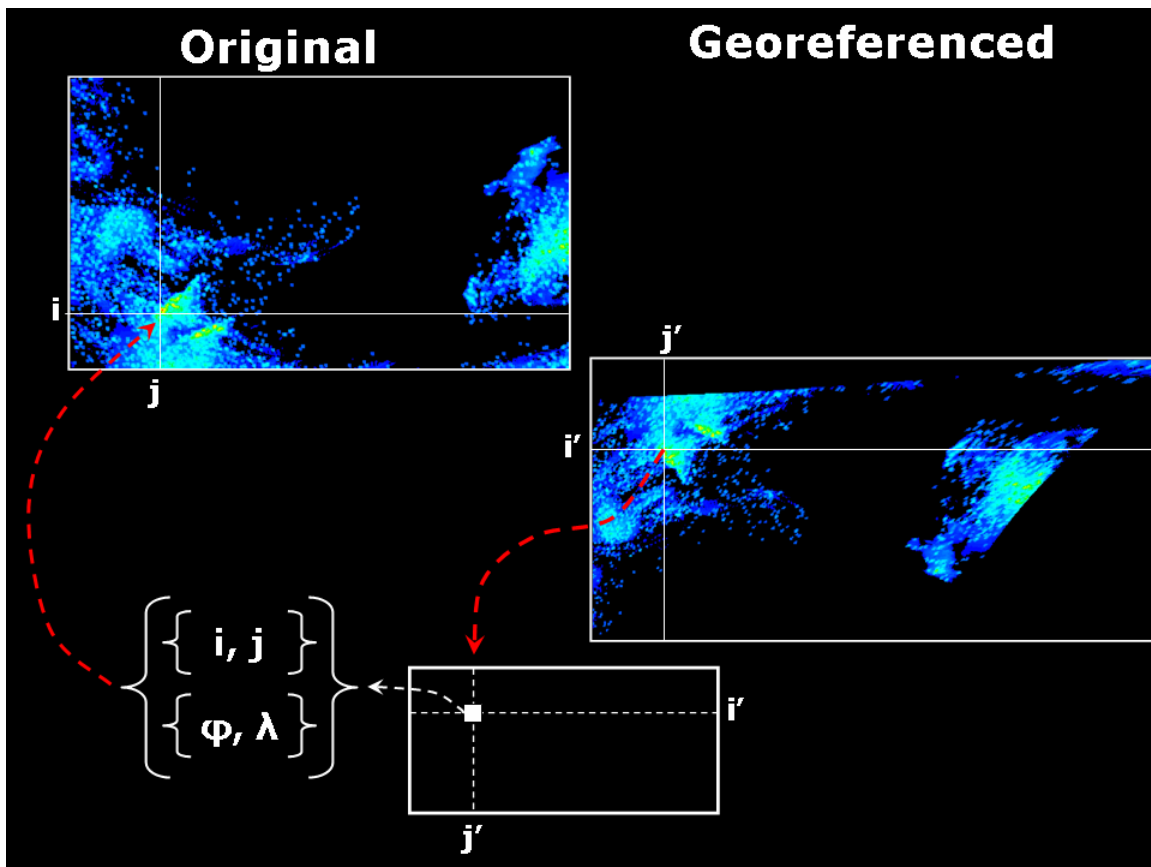
Όμως σύμφωνα με τα παραπάνω  $(x^2 + y^2)/R_s^2 + z^2/R_p^2 = 1$  και αντικαθιστώντας τα  $(x, y, z)$  με  $(p, q, r)$  παίρνουμε τελικά:  $k^2(p^2 + q^2 + r^2 R_s^2/R_p^2) + k(2R_s p) + (R_s^2 - R_p^2) = 0$  η οποία μπορεί να λυθεί ως απλό πολυώνυμο δευτέρου βαθμού. Αν η διακρίνουσα είναι αρνητική τότε απλά δεν υπάρχουν σημεία τομής με την σφαίρα και το συγκεκριμένο εικονοστοιχείο απεικονίζει το διάστημα.

Άρα για κάθε εικονοστοιχείο της εικόνας μπορούμε να υπολογίσουμε τις γεωδαιτικές συντεταγμένες με τον ακόλοθο αλγόριθμο:

1. Υπολογισμός των γωνιών όρασης από το εστιακό κέντρο του δορυφόρου με βάση τις συντεταγμένες της εικόνας.
2. Υπολογισμός των διανυσματικών συντεταγμένων  $p, q, r$ .
3. Υπολογισμός των ριζών της εξίσωσης κλίμακας
4. Αν υπάρχουν πραγματικές ρίζες δέξου την μικρότερη (η μεγαλύτερη αντιστοιχεί στην πίσω πλευρά της σφαίρας)
5. Υπολογισμός των συντεταγμένων  $(x, y, z)$
6. Μετατροπή των πολικών συντεταγμένων σε γεωκεντρικές  $\phi$  και  $\lambda$
7. Μετατροπή των γεωκεντρικών συντεταγμένων σε γεωδαιτικές.

Με βάση τα παραπάνω είναι δυνατόν να υπολογιστούν οι γεωδαιτικές συντεταγμένες κάθε εικονοστοιχείου της εικόνας. Όμως αυτό δεν είναι αρκετό. Το βασικότερο πρόβλημα που προκύπτει είναι ότι δεν υπολογίζεται το σφάλμα του υπολογισμού τόσο για κάθε σημείο, όσο και για το σύνολο της εικόνας. Σύμφωνα με την EUMETSAT το συνολικό σφάλμα (*RMS*) είναι της τάξης του ενός εικονοστοιχείου. Βέβαια η EUMETSAT αναφέρεται σε σφάλμα που κατανέμεται σε όλη την εικόνα. Αυτό σημαίνει ότι το σφάλμα σε μία περιοχή κοντά στο ίχνος του δορυφόρου είναι πολύ μικρότερο του εικονοστοιχείου, ενώ στα άκρα της εικόνας αυτό μπορεί και να φτάσει τα τρία εικονοστοιχεία. Επιπλέον, όπως είναι γνωστό για λόγους που ξεπερνούν τον σκοπό της παρούσης, δεν υπολογίζεται το μέγεθος του εικονοστοιχείου σε μία γεωαναφερμένη εικόνα και δεν γίνεται επαναδειγματοληψία.

Για να ξεπεραστούν τα παραπάνω προβλήματα και να υπολογιστούν τα σφάλματα για την περιοχή ενδιαφέροντος χρησιμοποιήθηκε μία εικόνα της EUMETSAT η οποία έχει όλα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά μίας κανονικής IR εικόνας, μόνο που απεικονίζει πολιτικά όρια. Με τον αλγόριθμο που περιγράφηκε παραπάνω υπολογίστηκαν οι γεωδαιτικές συντεταγμένες για χίλια σημεία κανονικά καταναμημένα στην εικόνα. Με βάση αυτά τα σημεία υπολογίστηκαν οι συντελεστές πολωνύμου δευτέρου βαθμού με 997 βαθμούς ελευθερίας. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν όλες οι θέσεις των εικονοστοιχείων και πληρώθηκε ο νέος κάναβος με την μέθοδο επαναδειγματοληψίας του κοντινότερου γείτονα που ενδείκνεται για ποσοτικά δεδομένα. Η γεωμετρικά διορθωμένη εικόνα σχετίστηκε με χάρτη πολιτικών ορίων της ESRI και διορθώθηκε εκ νέου με συλογή σημείων ελέγχου (GCC) ώστε να συμπίσει πλήρως. Το συνολικό σφάλμα μετά το τελευταίο βήμα ήταν της τάξης του ενός εικονοστοιχείου.



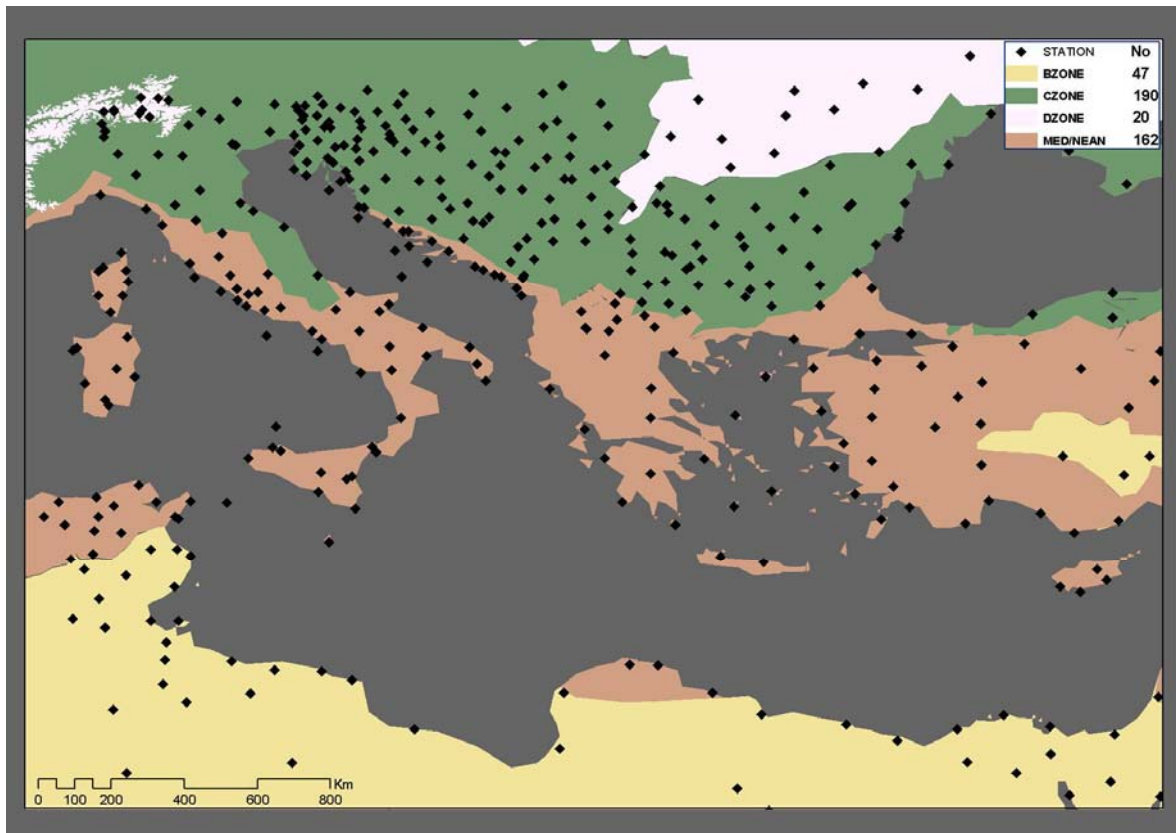
Εικόνα 18: Κάθε θέση εικονοστοιχείου ( $i', j'$ ) της γεωμετρικά διορθωμένης εικόνας (δεξιά), αντιστοιχεί την θέση ( $i, j$ ) του πίνακα μετασχηματισμού (κάτω δεξιά) στην οποία αποθηκεύεται η θέση ( $i, j$ ) του εικονοστοιχείου της αρχικής εικόνας ( $i, j$ ).

Πλέον είναι δυνατόν να γνωρίζουμε από ποιο εικονοστοιχείο της αρχικής εικόνας προήλθε η πληροφορία για κάθε εικονοστοιχείο της γεωμετρικά διορθωμένης εικόνας. Ακριβώς επειδή τα δεδομένα που επεξεργαζόμαστε έχουν διορθωμένα τα στοιχεία του εξωτερικού προσανατολισμού, μπορούμε να εφαρμόσουμε την διαδικασία μία φορά. Δηλαδή κάθε εικόνα έχει ακριβώς τον ίδιο πίνακα μετασχηματισμού. Έτσι κατασκευάστηκε ένα δυαδικό αρχείο με την μορφή τετραδιάστατου πίνακα όπου σε κάθε στοιχείο  $(i',j')$  αντιστοιχεί το εικονοστοιχείο  $(i',j')$  με κέντρο  $(\varphi,\lambda)$  της γεωμετρικά διορθωμένης εικόνας και αποθηκεύεται το εικονοστοιχείο  $(i,j)$  της αρχικής εικόνας από το οποίο προήλθε η πληροφορία του  $(i',j')$  (εικόνα 18). Από αυτό το αρχείο πηγάζει οποιαδήποτε άλλη πληροφορία χρειάστηκε σχετικά με την γεωμετρική επεξεργασία των δεδομένων CSTMET7.

### ***4.3 Επεξεργασία επίγειων δεδομένων ECMWF***

Τα επίγεια δεδομένα που προέρχονται από βροχόμετρα χρησιμοποιούνται τόσο για την αξιολόγηση προϊόντων CST MET7 μικρής χρονικής κλίμακας (6, 12, 24 ωρών) όσο και για την αξιολόγηση προϊόντων CST MET7 μεγάλης χρονικής κλίμακας (μηνια, εποχής και υδρολογικού έτους). Ο τρόπος και η ποιότητα συλλογής της πληροφορίας που χρησιμοποιείται διαφέρει στις δύο περιπτώσεις. Οι βασικές ποιοτικές διαφορές πηγάζουν από την ουσία της πληροφορίας που εξετάζεται στις δύο αυτές περιπτώσεις. Από την άλλη το βασικό σχήμα επεξεργασίας των δεδομένων παραμένει το ίδιο, απλά γίνονται κάποιες παραπάνω πράξεις ή λαμβάνονται υπόψη και κάποια άλλα δεδομένα όπως οι κλιματικές ζώνες.



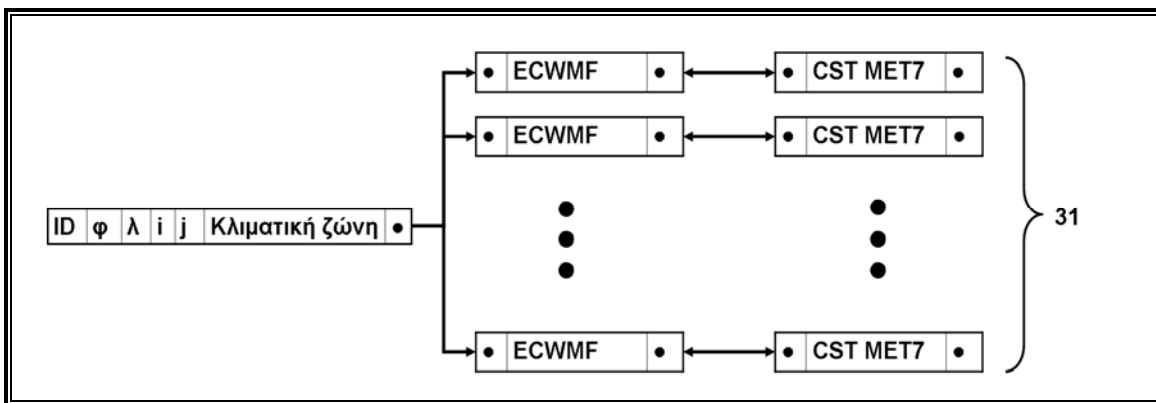


**Εικόνα 19: Διαθέσιμοι μετεωρολογικοί σταθμοί ανά κλιματική ζώνη**

Τα κοινά βήματα της επεξεργασίας σχετίζονται με την συλλογή και αποθήκευση της διαθέσιμης πληροφορίας. Το αποτέλεσμα πρέπει να επιτρέπει την εύκολη εύρεση οποιουδήποτε χαρακτηριστικού, να απαγορεύει της διπλοεγγραφές, να γίνεται εύκολα κατανοητό από κάθε χρήστη και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αρχείο εισόδου για περαιτέρω επεξεργασία όπου χρειαστεί. Φυσικά δεν χρειάζεται να το χρησιμοποιούν περισσότεροι χρήστες ή προγράμματα του ενός.

Τα βασικά χαρακτηριστικά που δεν μεταβάλλονται καθόλου αφορούν την γεωγραφική θέση (κατά επέκταση και την κλιματική ζώνη) στην οποία βρίσκεται το βροχόμετρο. Επίσης, η ECWMF βαφτίζει τον κάθε βροχόμετρο με έναν μονοδικό αριθμό ο οποίος θα αναφέρεται στο εξής ως ID. Συνεπώς αρκεί να κατασκευαστεί ένας πίνακας που περιέχει όλους τους διαθέσιμους σταθμούς και να αποθηκεύσει τα στοιχεία της γεωγραφικής θέσης (φ,λ), την κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται και το εικονοστοιχείο ( $i'$ ,  $j'$ ) στο οποίο βρίσκεται στην γεωμετρικά διορθωμένη εικόνα CST MET7.

Κάθε εγγραφή του παραπάνω βασικού πίνακα μπορεί να αντιστοιχηθεί το πολύ με 31 εγγραφές που κάθε μία θα περιέχει τις ημερήσιες καταγραφές του αντίστοιχου σταθμού. Οι ημερήσιες καταγραφές περιλαμβάνουν το συνολικό ύψος βροχής σε mm που συλλέχθηκε σε χρονικό διάστημα 6, 12, και 24 ωρών όπως περιγράφηκε αναλυτικά στο κεφάλαιο των δεδομένων. Άρα κάθε ημερήσια καταγραφή περιέχει επτά πεδία, τέσσερα για τα αντίστοιχα εξάωρα, δύο για το δωδεκάωρα και ένα για το εικοσιτετραώρο. Φυσικά, χρειάζονται και άλλα επτά πεδία που θα περιέχουν τις αντίστοιχες εκτιμήσεις του CST MET7 αλλά αυτά στην αρχή είναι κενά (περιέχουν την τιμή NULL).



**Εικόνα 20: Βασικό σχήμα αποθήκευσης επίγειων δεδομένων**

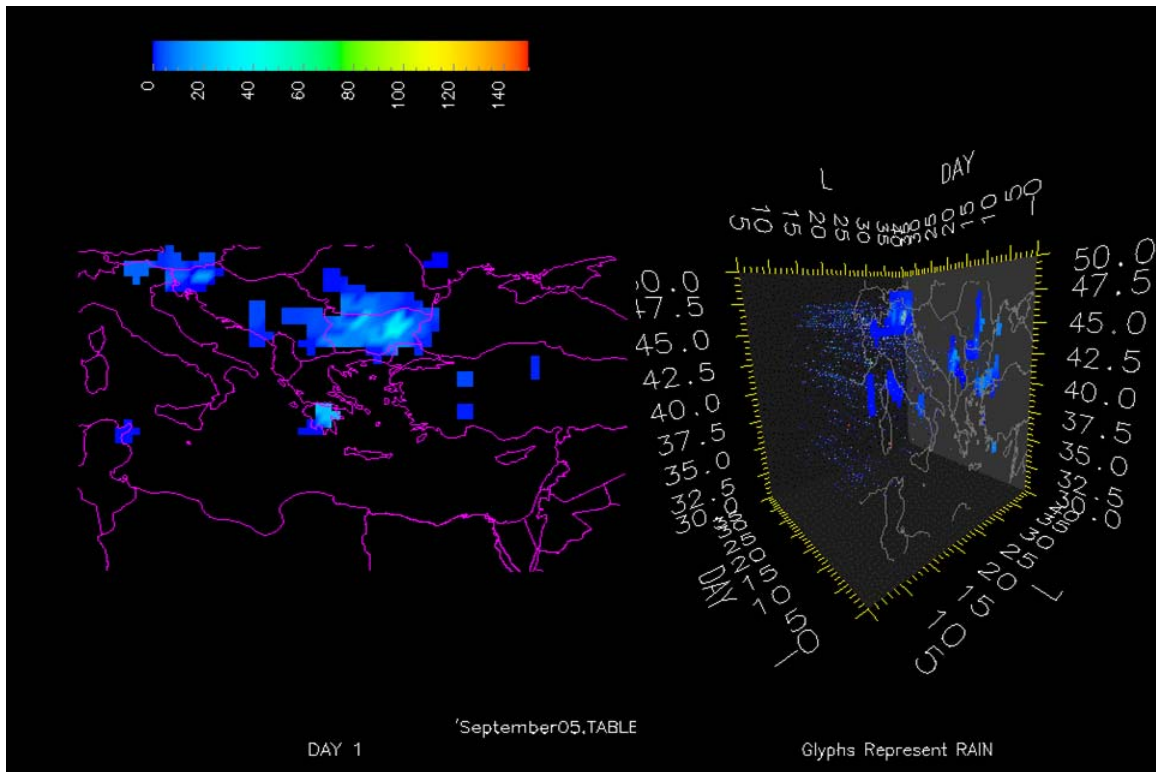
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι για κάθε μήνα κατασκευάζεται ένας διαφορετικός πίνακας. Αυτό δεν θα ήταν απαραίτητο. Θα μπορούσε απλά να συμπληρωθεί ένας πίνακας που να συσχετίζει τα ID με τις ημερήσιες τιμές για κάθε μήνα. Ο λόγος που δεν προέκυψε αυτό ήταν ότι στην αρχή της επεξεργασίας των δεδομένων δεν υπολογιζόταν ότι θα χρησιμοποιηθούν δεδομένα μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας του μήνα. Επιπλέον τα δεδομένα όπως ανακτώνται απο την ECWMF δεν μπορούν να ξεπερνούν χρονικά τις 31 ημέρες.

Σημαντική είναι η εισαγωγή των τιμών στα πεδία. Για να γίνει έπρεπε πρώτα να αναγνωστούν και να επεξεργαστούν τα πρωτογενή δεδομένα. Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο των δεδομένων, αυτά έρχονται σε ASCII μορφή χωρίς διαχωρισμό μεταξύ των πεδίων. Επιπλέον περιέχουν πολλές πληροφορίες οι οποίες περιτεύουν στην παρούσα. Κάθε γραμμή περιλαμβάνει δεδομένα για έναν σταθμό μία χρονική στιγμή. Ο σταθμός

ξαναεμφανίζεται με την επόμενη καταχώρηση αφού προηγηθούν όλοι οι σταθμοί που παρείχαν πληροφορίες.

Για αυτό η διαδικασία χωρίζεται σε τρία βήματα. Πρώτα καταχωρούνται όλα τα διαθέσιμα στοιχεία. Βέβαια, αν κατά την καταχώρηση αναγνωστεί υπερβολικά μεγάλη τιμή (>400mm) για εξάωρο, θεωρείται ακραία και απορρίπτεται ως εσφαλμένη. Στη συνέχεια, γίνεται η πρώτη επεξεργασία ώστε να υπολογιστούν οι τιμές βροχόπτωσης για τα χρονικά διαστήματα που δεν διατίθενται πληροφορίες. Δηλαδή για τα εξάωρα των 6 και 18 UTC και το εικοσιτετράωρο των 18 UTC. Φυσικά, αφού οι τιμές για τα παραπάνω εξάωρα προκύπτουν από την αφαίρεση του καταγεγραμμένου ύψους βροχής του προηγούμενου εξάωρου από το καταγεγραμμένο ύψος βροχής του διαθέσιμου δωδεκάωρου, αν προκύψει αρνητικό αποτέλεσμα, οι διαθέσιμες τιμές αντικαθίστανται με NULL.

Τέλος, αφού αποθηκευτούν τα δεδομένα σε δυαδικό αρχείο συγκεκριμένης μορφής, πρέπει να ελεγχθούν για εσφαλμένες καταγραφές. Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο των δεδομένων, οι σταθμοί δεν παρέχουν δεδομένα με σταθερό ρυθμό, η χωρική κάλυψη των δεδομένων για κάθε μέρα, μεταβάλλεται και πάντα είναι μικρότερη της μέγιστης. Ακόμα και η μέγιστη χωρική κάλυψη δεν είναι ικανή να οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα για την εγκυρότητα κάθε καταγραφής σε σχέση με τις γειτονικές της, αφού στο ανατολικό και νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης οι σταθμοί απέχουν έως 2.5 μίρες. Για αυτό χρησιμοποιείται συνολικά όλη η διαθέσιμη πληροφορία. Έφαρμοζεται η ντετερμινιστική μέθοδος παρεμβολής του αντιστρόφως ανάλογου της απόστασης για κάθε σταθμό τόσο στον χώρο όσο και στον χρόνο. Δημιουργείται ένα παραλληλεπίπεδο όπου η πληροφορία στις διαστάσεις της βάσης του αντιπροσωπεύει τον χώρο και κάθε τομή παράλληλα προς αυτήν αντιπροσωπεύει τον χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατόν να εντοπιστούν ασυνέχειες των δεδομένων τόσο ως προς τον χώρο (εν μέσω μικρών τιμών βροχόπτωσης εμφανίζεται μία αδικαιολόγητα μεγάλη), αλλά και ως προς τον χρόνο (εν μέσω μηδενικών τιμών βροχόπτωσης για σε ένα εικοσιτετράωρο εμφανίζεται μία αδικαιολόγητα μεγάλη για κάποιο εξάωρο).



**Εικόνα 21:** Χωροχρονική παρεμβολή επιγειων δεδομένων για τον εντοπισμό outliers. Αριστερά επιφάνεια για την 1/09/2005. Δεξιά η ίδια επιφάνεια στον χρόνο

Το αποτέλεσμα που προκύπτει θεωρήθηκε ορθότερο να εποπτεύεται από τον χρήστη για κάθε περίπτωση ξεχωριστά παρά να προαποφασίζεται. Η πληροφορία που προκύπτει οπτικοποιείται αυτόματα από αλγόριθμο που κατασκευάστηκε ειδικά και χρησιμοποιεί βιβλιοθήκες γραφικού περιβάλλοντος (OpenGL), καθώς και βιβλιοθήκες οπτικοποίησης δεδομένων (OpenDX) (εικόνα 21). Όταν ο χρήστης εντοπίζει στους χάρτες ανεξήγητα έντονα μεταβολές στις τιμές της βροχόπτωσης μπορεί να επιλέξει να εξαιρεθούν αυτές οι τιμές από τον πίνακα διαθέσιμων τιμών.

Οποιαδήποτε περαιτέρω επεξεργασία των επίγειων δεδομένων χρειάζεται να χρησιμοποιεί τους υπάρχοντες πίνακες και εξηγείται στο αντίστοιχο τμήμα της παρούσης.

#### **4.4 Αξιολόγηση προϊόντων CST MET7 μικρής χρονικής κλίμακας**

Η αξιολόγηση προϊόντων CST MET7 μικρής χρονικής κλίμακας γίνεται με βάση τα επίγεια δεδομένα μετεωρολογικών σταθμών. Από μεθοδολογική άποψη η διαδικασία έχει χρησιμοποιηθεί επανηλλημένα από σειρά διακεκριμένων επιστημόνων και πλέον

έχει παγιωθεί. Προσδιορίζεται η καταγεγραμμένη τιμή με την αντίστοιχη εκτιμώμενη συνυπολογίζοντας το σφάλμα προσδιορισμού θέσης του αντίστοιχου εικονοστοιχείου για κάθε διαθέσιμο σταθμό εδάφους. Για την εξάλειψη του σφάλματος θέσης ( $\pm 1$  εικονοστοιχείο) για κάθε σταθμό όπως προκύπτει από την γεωμετρική διώρθωση, λαμβάνεται υπόψιν η μέση τιμή των έννεα εικονοστοιχείων που περιβάλλουν τον σταθμό στην γεωμετρικά διορθωμένη εικόνα. Στη συνέχεια υπολογίζονται επτά στατιστικά μέτρα εγγύτητας όπως μέση καταγεγραμμένη τιμή (AVg), μέση εκτιμώμενη τιμή (AVe), BIAS, μέση απόλυτη διαφορά (MAD), ποσοστιαία διαφορά (PDF), mean square difference RMSD και συντελεστής συσχέτισης (Cr) για το σύνολο των δεδομένων.

Αυτά ορίζονται ως:

$$RMSD = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - G_i)^2\right)}, \quad Bias = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - G_i)$$

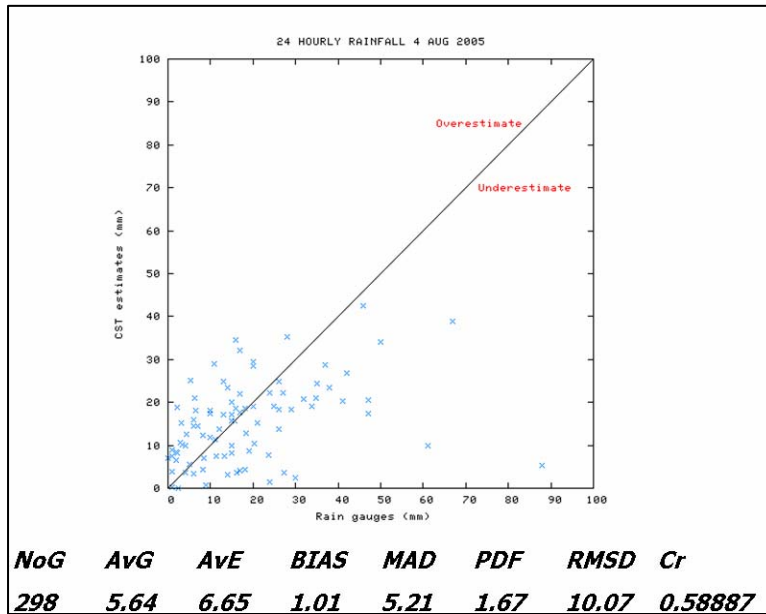
$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |S_i - G_i|, \quad PDF = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|S_i - G_i|}{G_i}$$

όπου  $S_i$  οι εκτιμώμενες τιμές και  $G_i$  οι καταγεγραμμένες τιμές.

Επιπλέον υπολογίζονται τα μέτρα εγγύτητας συνολικά για όλη την περιοχή μελέτης regional mean. Σε αυτή την περίπτωση οι τιμές  $S_i$  και  $G_i$ , αντιστοιχούν στις μέσες εκτιμώμενες τιμές (AVe) και μέσες καταγεγραμμένες τιμές (AVg), όπως προκύπτουν για κάθε χρονική περίοδο συνολικά για όλα τα γεγονότα. Δηλαδή, αν μελετηθούν συνολικά  $\chi$  εικοσιτετράωρα, θα προκύψουν 4 $\chi$  ζεύγη μέσων τιμών (Avg, AVe) από την αξιολόγηση σε χρονική κλίμακα εξαώρου, 2 $\chi$  ζεύγη από την κλίμακα δωδεκαώρου και  $\chi$  ζεύγη από την αξιολόγηση σε χρονική κλίμακα εικοσιτετράωρου. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται αντιληπτή η ικανότητα της τεχνικής CST MET7 να εκτιμήσει την συνολική βροχόπτωση σε όλη την περιοχή μελέτης.

Από τα παραπάνω δεδομένα κατασκευάζονται διαγράμματα διασποράς με βάση τις τιμές  $S_i$  και  $G_i$ . Τα διαγράμματα δίνουν την δυνατότητα της κατανόησης των τάσεων μεταξύ των δύο υπό εξέταση μεγεθών αλλά για την πλήρη κατανόηση χρειάζονται χάρτες. Προφανώς οι χάρτες εκτίμησης προκύπτουν άμεσα με έναν ψευδοχρωματισμό της εικόνας. Όμως για την απεικόνιση των επίγειων καταγραφών πρέπει να δημιουργηθεί μία επιφάνεια που θα περιγράψει την μεταβολή της βραχύπτωσης από τις υπάρχουσες καταγραφές. Η δημιουργία τέτοιων επιφανειών,

ειδικά στην περίπτωση που απεικονίζουν φαινόμενα όπως η βροχόπτωση, εκτός από σύνθετη και χρονοβόρα, εμπεριέχει σφάλματα. Για αυτό χρησιμοποιείται μία ντετερμινιστική μέθοδος (IDW) η οποία είναι γρήγορη και σχετικά ακριβής αλλά πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν μόνο ως ένα ποιοτικό εργαλείο απεικόνισης και όχι ως ένα ποσοτικό μέτρο σύγκρισης.

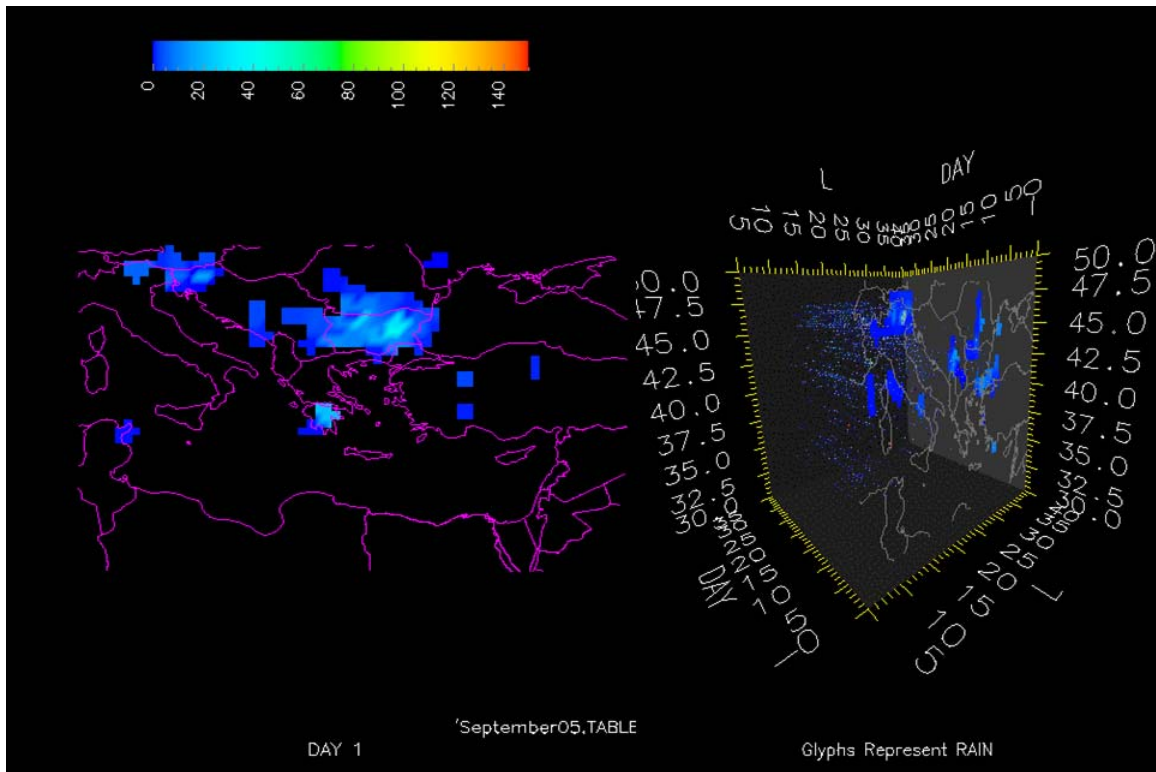


Πρώτο στάδιο της διαδικασίας είναι η επιλογή των γεγονότων που θα χρησιμοποιηθούν για την σύγκριση. Τα γεγονότα πρέπει να έχουν διάρκεια μεγαλύτερη των εικοσιτεσσάρων ωρών με έντονη βροχόπτωση σε μεγάλο τμήμα της περιοχής μελέτης. Παράλληλα πρέπει να υπάρχουν όσο το

**Εικόνα 22: Στατιστικά μέτρα εγγύτητας και διάγραμμα διαφοράς για τις 4/08/2005**

δυνατόν περισσότερα επίγεια δεδομένα και ταυτόχρονα να υπάρχει πλήρης κάλυψη από τον δορυφόρο. Σε περίπτωση που για παράδειγμα υπήρχαν εικόνες όπου έλλειπαν γραμμές σάρωσης ή ακόμα χειρότερα δεν υπήρξαν εικόνες, τότε το αποτέλεσμα της αξιολόγησης θα είχε διαβληθεί από εξωτερικούς παράγοντες.

Με βάση τα δεδομένα πληρότητας των δορυφορικών δεδομένων, αποκλείονται ημερομηνίες με ελλιπή δορυφορική κάλυψη. Στη συνέχεια για κάθε μήνα και βάση επίγεια δεδομένα εικοσιτετραώρου δημιουργούνται χάρτες που οπτικοποιούν την βροχόπτωση (εικόνα 24). Η οπτικοποίηση γίνεται με την μέθοδο που περιγράφεται στο κεφάλαιο επεξεργασίας δεδομένων ECWMF. Η τελική επιλογή ανήκει αποκλειστικά στον χρήστη.

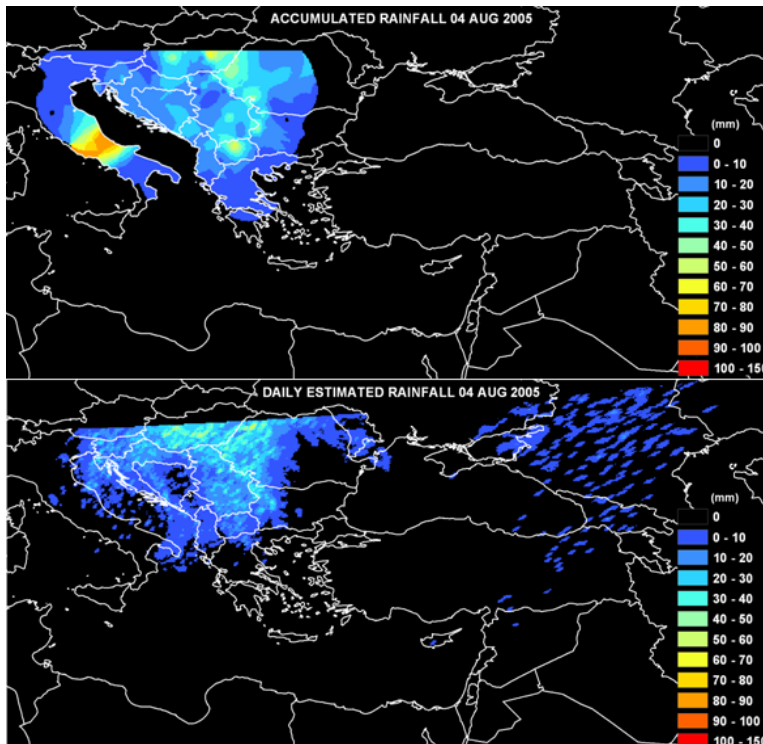


**Εικόνα 23:** Οπτικοποίηση των επίγειων δεδομένων για τον εντοπισμό γεγονότων. Αριστερά χωροχρονική παρεμβολή για την 09/09/05. Δεξιά χωροχρονική σημειακή αναπαράσταση των επίγειων δεδομένων με την επιφάνεια για την ίδια ημερομηνία

Αφού καθοριστούν οι ημερομηνίες δημιουργούνται τα δορυφορικά αρχεία εισόδου. Όπως προαναφέρθηκε η αξιολόγηση γίνεται σε χρονικές κλίμακες των 6, 12, 24 ωρών και συνολικά για όλη τη διάρκεια του γεγονότος. Οι εκτιμήσεις CST MET7 διατείνονται ανά μισάωρο όπου κάθε εικονοστοιχείο περιέχει τιμές έντασης της βροχόπτωσης σε mm/hr. Για αυτό, αφού οριστούν από το χρήστη οι ημερομηνίες ελέγχου, αυτόματα επιλέγονται όλες οι εικόνες CST MET7 και αυτές προσθέτονται ανάλογα ώστε να προκύψουν εικόνες όπου κάθε εικονοστοιχείο περιέχει εκτιμήσεις της συνολικής βροχόπτωσης για το ανάλογο χρονικό διάστημα. Προφανώς, δημιουργούνται αρχεία σε πλήρη χρονική ταύτιση με τα διαθέσιμα επίγεια δεδομένα.

Στη συνέχεια ο αλγόριθμος φορτώνει στην μνήμη μία-μία τις εικόνες που δημιουργήθηκαν. Για κάθε μία από αυτές, προσπελαύνει το αρχείο που περιέχει τα επίγεια δεδομένα όπως έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο επεξεργασίας επίγειων δεδομένων. Για κάθε έναν επίγειο σταθμό, χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν αν έδωσε δεδομένα, λαμβάνεται πληροφορία για την θέση (i,j) που βρίσκεται ο σταθμός στην γεωμετρικά

διορθωμένη εικόνα. Από το αρχείο της γεωμετρικής διόρθωσης όπως περιγράφεται στο αντίστοιχο κεφάλαιο, εντοπίζεται η θέση του εικονοστοιχείου ( $i',j'$ ) στη πρωτογεννή εικόνα το οποίο δίνει την τιμή του στο ( $i,j$ ). Η τιμή καταγράφεται στη μνήμη. Επαναλαμβάνεται η διαδικασία για τα γειτονικά εικονοστοιχεία του ( $i,j$ ). Στο τέλος υπολογίζεται η μέση τιμή για τα εννέα εικονοστοιχεία που περιβάλλουν τον επίγειο σταθμό και καταχωρείται στην αντίστοιχη θέση στο αρχείο που περιέχει τα επίγεια δεδομένα. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλες τις εικόνες.



**Εικόνα 24:** Πάνω καταγεραμμένη βροχόπτωση, κάτω εκτιμώμενη βροχόπτωση για τις 04/08/2005.

Στο τέλος της διαδικασίας, το αρχείο με τα επίγεια δεδομένα περιέχει για κάθε σταθμό και για κάθε χρονική κλίμακα τις εκτιμήσεις του CST MET7. Από τα στοιχεία υπολογίζονται τα μέτρα εγγύτητας όπως περιγράφονται παραπάνω και κατασκευάζονται τα γραφήματα διασποράς. Πρέπει να τονιστεί ότι τα

γραφήματα κατασκευάζονται με τη χρήση των βιβλιοθηκών

GNUPLOT© οι οποίες περέχονται ελεύθερα. Με την χρήση αυτών των βιβλιοθηκών τα γραφήματα αποθηκεύονται με την μορφή Portable Network Graphics Format. Τέλος με την χρήση των βιβλιοθηκών OpenDX δημιουργούνται οι χάρτες απεικόνισης τόσο για το δορυφορικά δεδομένα όσο και για τα επίγεια και αποθηκεύονται με την μορφή Tag Image File Format. Τα μέτρα εγγύτητας καταγράφονται σε ένα αρχείο ASCII.



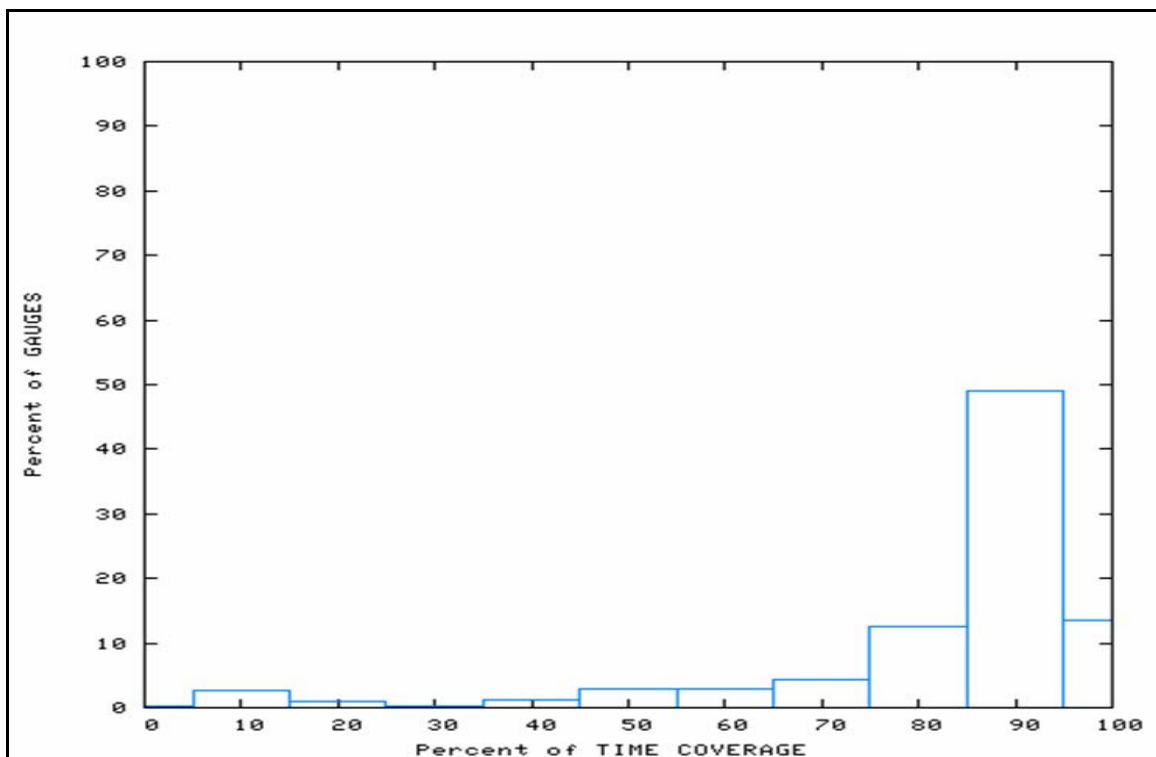
#### **4.5 Αξιολόγηση προϊόντων CST MET7 μεγάλης χρονικής κλίμακας**

Η αξιολόγηση του CST MET7 σε κλιματικό επίπεδο, απαιτεί την μελέτη σε χρονικές κλίμακες του ενός μήνα, μίας εποχής και τέλος του υδρολογικού έτους. Άρα χρειάζονται δορυφορικά δεδομένα για 365 μέρες τουλάχιστον. Αφού τα πρωτογεννή δεδομένα συλλέγονται κάθε μισάωρο, χρειάζονται περίπου 17520 αρχεία. Όπως γίνεται αντιληπτό, η επεξεργασία τέτοιου όγκου δεδομένων ταυτόχρονα είναι χρονοβόρα και πολύπλοκη. Για αυτό προστέθηκαν σε χρονικές κλίμακες των 6, 12 και 24 ωρών. Έτσι διαχειριζόμαστε μόλις 2555 αρχεία. Επειδή λείπουν δεδομένα για κάποια μισάωρα είτε λόγω σφαλμάτων είτε λόγω εκλείψεων του δορυφόρου έγιναν κάποιες παραχωρήσεις. Δεκτήκαμε τα εξάωρα ως πλήρη αν έλλειπε το πολύ ένα μισάωρο. Τα δωδεκάωρα θεωρήθηκαν πλήρη με απόκλιση της μιάμισης ώρας και τα εικοσιτετράωρα αν καλυπτόταν τουλάχιστον απο εικοσιδύο ώρες δεδομένων.

Η αξιολόγηση του CST MET7 γίνεται με δεδομένα από τα βροχόμετρα και με δεδομένα από το GPCC και το προϊόν 3B43. Οι δύο αυτές διαδικασίες αξιολόγησης είναι διαφορετικές μεταξύ τους καθώς διαφέρουν ως προς την φύση των δεδομένων. Στην πρώτη περίπτωση, έχουμε σημειακές μετρήσεις οπότε τις αντιμετωπίζουμε όπως περιγράφηκε για τα προϊόντα μικρής χρονικής κλίμακας. Βασική διαφορά είναι ότι πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας την κατανομή του φαινομένου στην περιοχή μελέτης, αφού η βροχόπτωση διαφέρει ανάλογα με την κλιματική ζώνη. Άρα θέλουμε να εξετάσουμε την συμπεριφορά του CST MET7 ανάλογα με την κλιματική ζώνη. Στη δεύτερη περίπτωση, τα δεδομένα δεν είναι ψηφιδωτά. Είναι αρχεία διαφορετικής χωρικής ανάλυσης μεταξύ τους, όμως με κοινή μεθοδολογική προσέγγιση ως προς την διαδικασία αξιολόγησης. Σε αυτές τις περιπτώσεις ελέγχεται ο CST MET7 σε επίπεδο ψηφίδας (προφανώς σε κοινή χωρική κλίμακα με τα δεδομένα ελέγχου) τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά.

#### 4.5.1 Αξιολόγηση με σημειακά δεδομένα

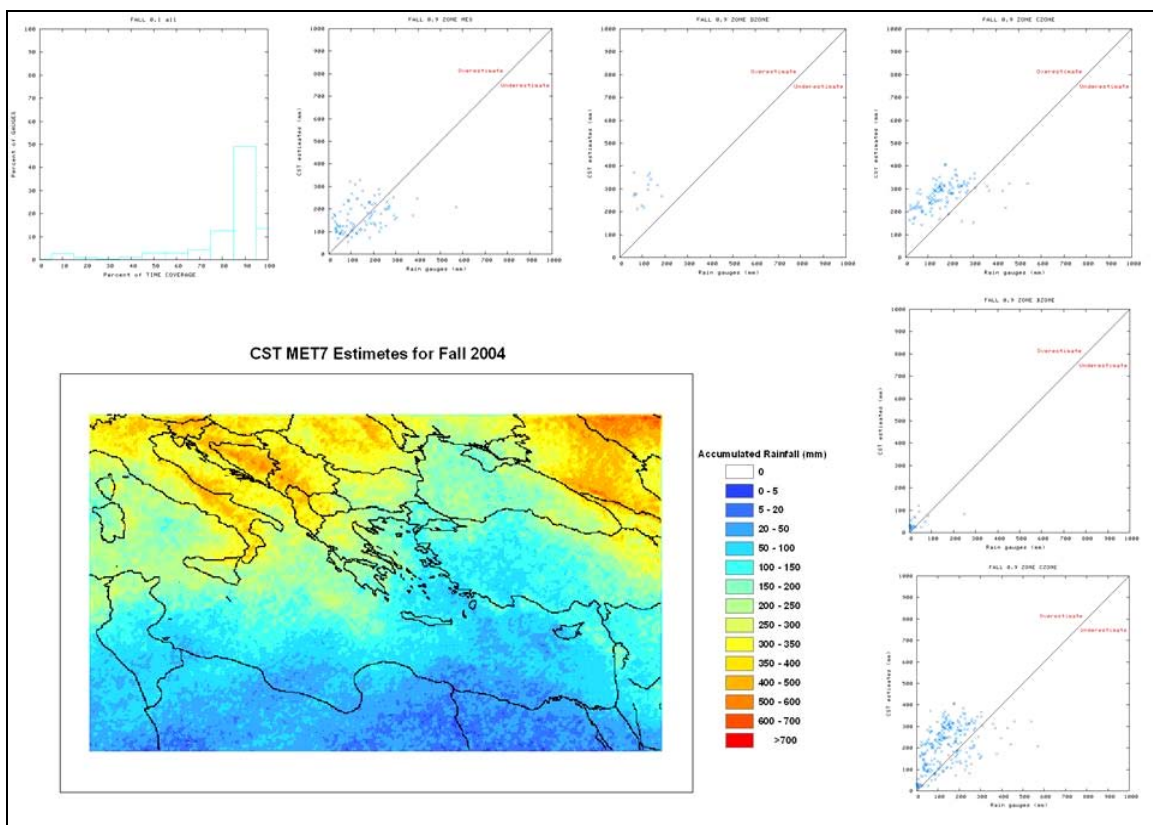
Βασικό ρόλο στην αξιολόγηση παίζει η έλλειπης χρονική κάλυψη από τα βροχόμετρα. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 26 δεν παρέχουν όλοι οι σταθμοί συνέχεια δεδομένα. Αντιθέτως υπάρχει μεγάλη χρονική ασυνέχεια. Για να αντιμετωπιστεί η πλημελής παροχή δεδομένων, έπρεπε να οριστούν αποδεκτά κάτωφλια χρονικής κάλυψης, και με βάση αυτά να αξιολογηθεί ο CST MET7. Η μέγιστη δυνατή χρονική κάλυψη για κάθε χρονική περίοδο δεν εξαρτάται μόνο από την πληρότητα των επίγειων δεδομένων αλλά και των δορυφορικών. Δηλαδή αν για κάποιο μήνα (=720 hr) διατείνονται 648 hr δορυφορικών δεδομένων, η σύγκριση θα γίνει ακριβώς για τις ίδιες 648 ώρες. Παρόλα αυτά τα δεδομένα θα συνεχίσουν να ονομάζονται μηνιαία. Τονίζεται ότι τα επίγεια δεδομένα παρέχονται ανά εξάωρο και συγκρίνονται με τα αντίστοιχα δορυφορικά σύμφωνα με τις συμβάσεις που αναφέρθηκαν ανωτέρω. Για αυτό τα μηνιαία προϊόντα που προκύπτουν από αυτή τη μεθοδολογία μπορεί να έχουν μικρότερη (αλλά όχι σημαντικά) χρονική κάλυψη από αυτά που χρησιμοποιούνται για την σύγκριση με τα δεδομένα 3B43 και GPCC.



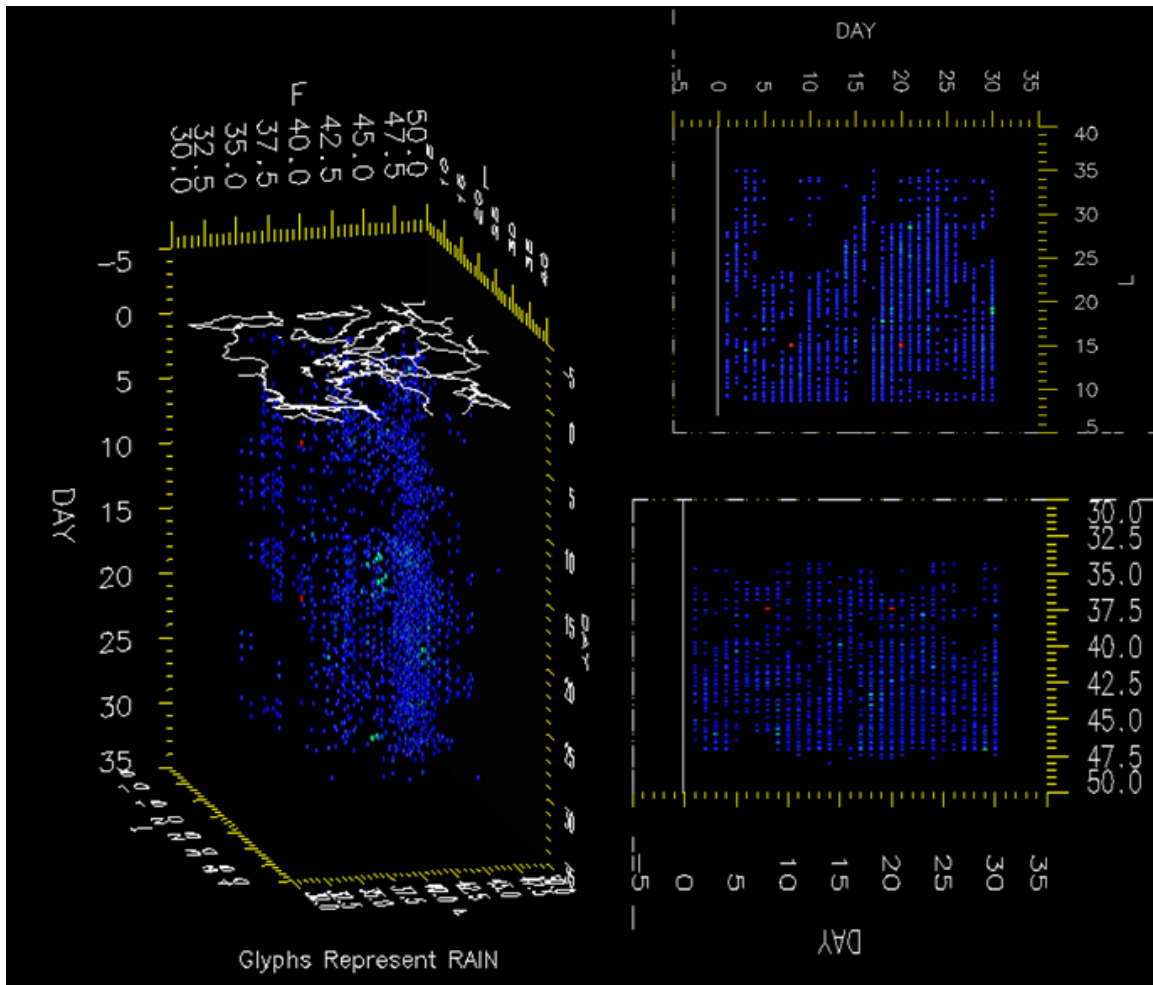
Σχήμα 4: Ποσοστό χρονικής κάλυψης σταθμών για τον Ιανουάριο 2005

Η επεξεργασία δεδομένων από τα βροχόμετρα γίνεται για το σύνολο της περιόδου μελέτης. Το αρχικό στάδιο δεν διαφοροποιείται από αυτό της μελέτης μικρής χρονικής κλίμακας. Παράλληλα καταγράφεται η διαθέσιμη χρονική κάλυψη από κάθε σταθμό για κάθε μήνα, εποχή και υδρολογικό έτος. Όταν συμπληρωθούν τα πεδία με τις καταγραφές των βροχόμετρων και των εκτιμήσεων, υπολογίζεται η μέγιστη χρονική περίοδος παροχής δεδομένων.

Για τον υπολογισμό των επτά στατιστικών μέτρων εγγύτητας (μέση καταγεγραμμένη τιμή (AVg), μέση εκτιμώμενη τιμή (AVe), BIAS, μέση απόλυτη διαφορά (MAD), ποσοστιαία διαφορά (PDF), mean square difference RMSD και συντελεστή συσχέτιση (Cr)) λαμβάνονται υπόψιν μόνο τα ζεύγη που παρέχουν ικανή χρονική κάλυψη.



Εικόνα 25: Χάρτης και γραφήματα αξιολόγησης για το φθινόπωρο 2004

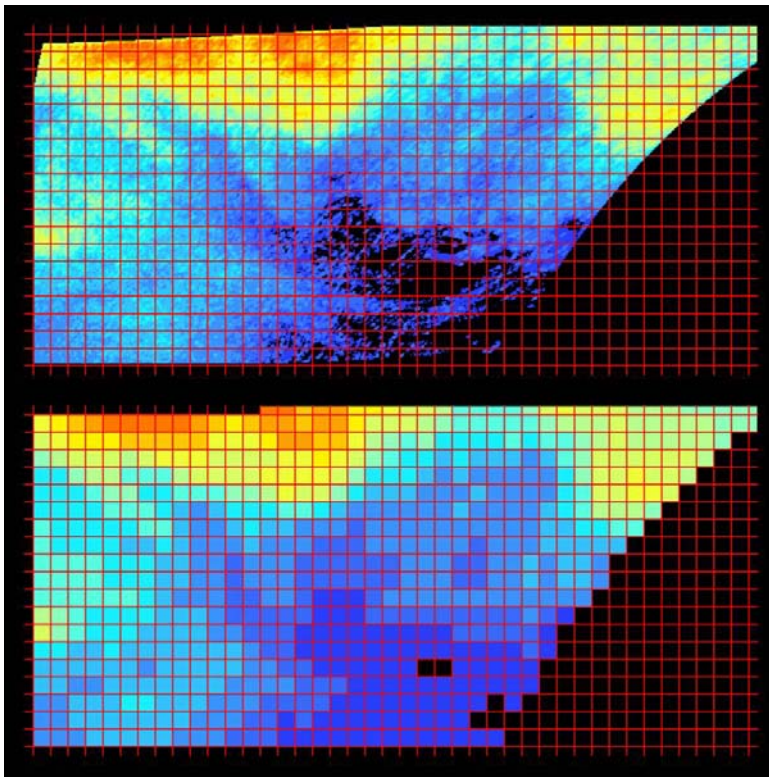


Εικόνα 26: Χάρτες χρονικής κάλυψης σταθμών τον Σεπτέμβριο 2005. Αριστερά συνολικά για όλη τη περίοδο, δεξιά πάνω ανά ημέρα και γεωγραφικό μήκος, δεξιά κάτω ανά ημέρα και γεωγραφικό πλάτος. Το χρώμα των σταθμών αντιπροσωπεύει την καταλληλότητα καταγραφής (Μπλε = έγγυρη, Κόκκινη = Μη αποδεκτή)

Το κριτήριο της ικανής χρονικής κάλυψης ορίζεται ως ποσοστό της μέγιστης διαθέσιμης χρονικής κάλυψης. Αρχικά, θεωρούνται έγγυρα τα ζεύγη που εμφανίζονται περισσότερες φορές από το 10% της μέγιστης διαθέσιμης χρονικής κάλυψης. Τα επτά στατιστικά μέτρα εγγύτητας υπολογίζονται για τα εγγύρα ζεύγη τόσο για όλη τη περιοχή μελέτης όσο και για κάθε κλιματική ζώνη ξεχωριστά. Στη συνέχεια το κατώφλι αυξάνει κατά 10% και η διαδικασία επαναλαμβάνεται θεωρώντας έγγυρα τα ζεύγη που εμφανίζονται περισσότερες φορές από το 20% της μέγιστης διαθέσιμης χρονικής κάλυψης. Η όλη διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι το κατώφλι να ισούται με 90%. Σε κάθε υπολογισμό παράγονται όλα τα συνοδευτικά γραφήματα και χάρτες.

#### 4.5.2 Αξιολόγηση με καναβοποιημένα δεδομένα 3B43 και GPCC

Τα δεδομένα 3B43 και GPCC καταγράφουν αθροιστική βροχόπτωση σε μηνιαία κλίμακα. Για την καλύτερη χρονική ταύτιση τα δεδομένα CST MET7, χρησιμοποιήθηκαν όλα τα διαθέσιμα αρχεία. Όμως λόγω ελλείψεων δεν είναι δυνατή η πλήρης ταύτιση. Η μετατροπή των μηνιαίων αθροιστικών τιμών σε τιμές έντασης προσφέρει θεωρητικά ορθότερο τρόπο συσχέτισης των δεδομένων. Όμως σε αυτή τη περίπτωση τα σφάλματα που προκύπτουν από στογγυλοποιήσεις πολύ μικρών τιμών θεωρήθηκαν σημαντικότερα από τα σφάλματα λόγω έλλειψης δεδομένων. Για αυτό, προστέθηκαν όλες οι διαθέσιμες εικόνες για κάθε μήνα και προέκυψαν 17 αρχεία CST MET7 που αντιστοιχούν στις εκτημίσεις ανά μήνα (12), εποχή (4) και υδρολογικό έτος (1).

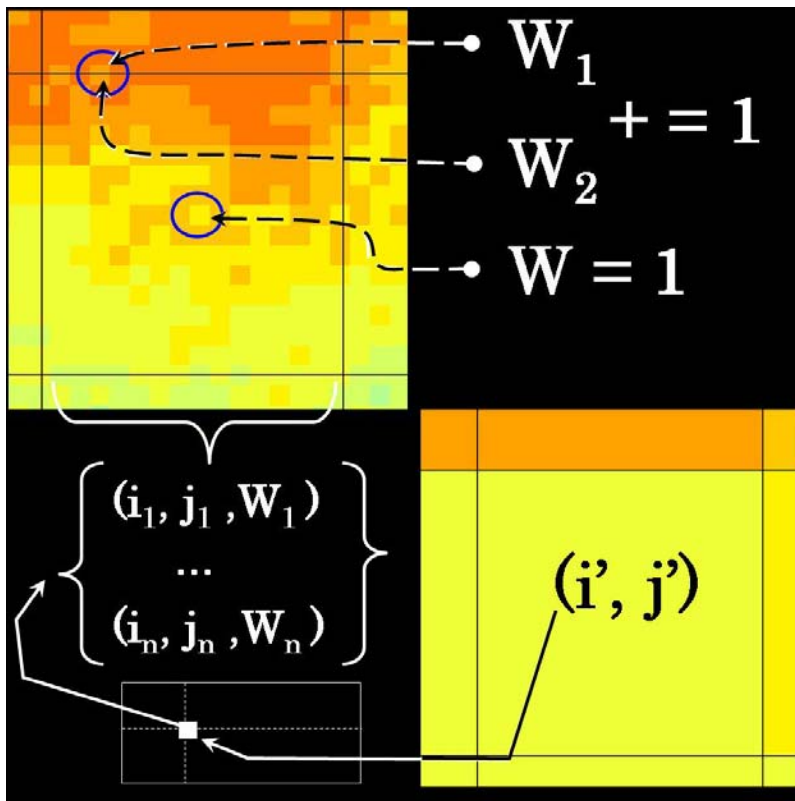


Εικόνα 27: Πάνω CST MET7 γεωμετρικά διορθωμένη, με κοκκίνο σχεδιάζεται ο κάρναβος GPCC. Κάτω η ίδια εικόνα στη χωρική ανάλυση του GPCC

Επόμενο βήμα είναι η χωρική ταύτιση των προϊόντων CST MET7 με τα αντίστοιχα GPCC και 3B43. Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο XXXX και XXX τα καναβοποιημένα δεδομένα ελέγχου, έχουν μέγεθος κελιού  $1^\circ$  και  $0,5^\circ$  αντίστοιχα. Τα γεωμετρικά διορθωμένα δεδομένα CST MET7 έχουν μέγεθος κελιού  $0,066^\circ$  περίπου. Επιπλέον, τα δεδομένα αυτά δεν έχουν κοινή αρχή. Το

σύστημα του κανάβου των δεδομένων GPCC ξεκινά στις (0° E, 0° N) και των CST MET7 στις (8,56712401857 ° E, 28,6405744201 ° N).

Η βιβλιογραφία προσφέρει σειρά τεχνικών downscaling ή degrading όπως



Εικόνα 28: Πάνω λεπτομέρεια από εικόνα CSTMET7, με μάρκο φαίνεται ο κάνναβος GPCC. Αναγνωρίζονται τα ποσοστά της επιφάνειας  $W$  δύο εικονοστοιχείων. Κάτω φαίνεται το αντίστοιχο κελί στην χωρική ανάλυση του GPCC και ο πίνακας μετασχηματισμού.

ονομάζονται. Βασικό μειονέκτημα αυτών των τεχνικών όπως προσφέρονται σε εμπορικά πακέτα όπως το ERDAS© είναι ότι δεν δίνουν τον απόλυτο έλεγχο μετακίνησης του κανάβου. Επιπλέον δεν προσφέρουν ικανοποιητικό έλεγχο των δεδομένων στις άκρες του κανάβου. Για αυτό αναπτύχθηκε μία τεχνική η οποία βασίζεται στις παραπάνω μεθόδους

αλλά προσφέρει τον απαραίτητο έλεγχο.

Με βάση τα δεδομένα γεωμετρικής διόρθωσης, υπολογίζεται για κάθε κελί  $k$  του CST MET7, το κελί  $k'$  στο οποίο ανήκει στον κάνναβο των GPCC ή 3B43. Υπολογίζεται το ποσοστό της επιφάνειας του  $k$  που ανήκει σε κάθε νέο κελί  $k'$  και η τιμή αυτή καταγράφεται ως το βάρος ( $W_k$ ) του κελιού  $k$ . Το ( $W_k$ ) βάρος παίρνει τιμές στο διάστημα (0, 1]. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, γνωρίζουμε ποιά  $k$  ανήκουν σε κάθε  $k'$  αλλά και το σύνολο της επιφάνειας που καλύπτουν. Δεχόμαστε ένα κελί ως πλήρες όταν υπάρχουν δεδομένα τουλάχιστον για το 60% της επιφάνειάς του. Τα δεδομένα αυτά

αποθηκεύονται σε έναν πίνακα όπως φαίνεται στην εικόνα XXXX. Η τιμή  $P_{k'}$  που θα ανατεθεί στο κελί  $k'$  προκύπτει από:

$$P_{k'} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{ki} \cdot W_{ki}$$

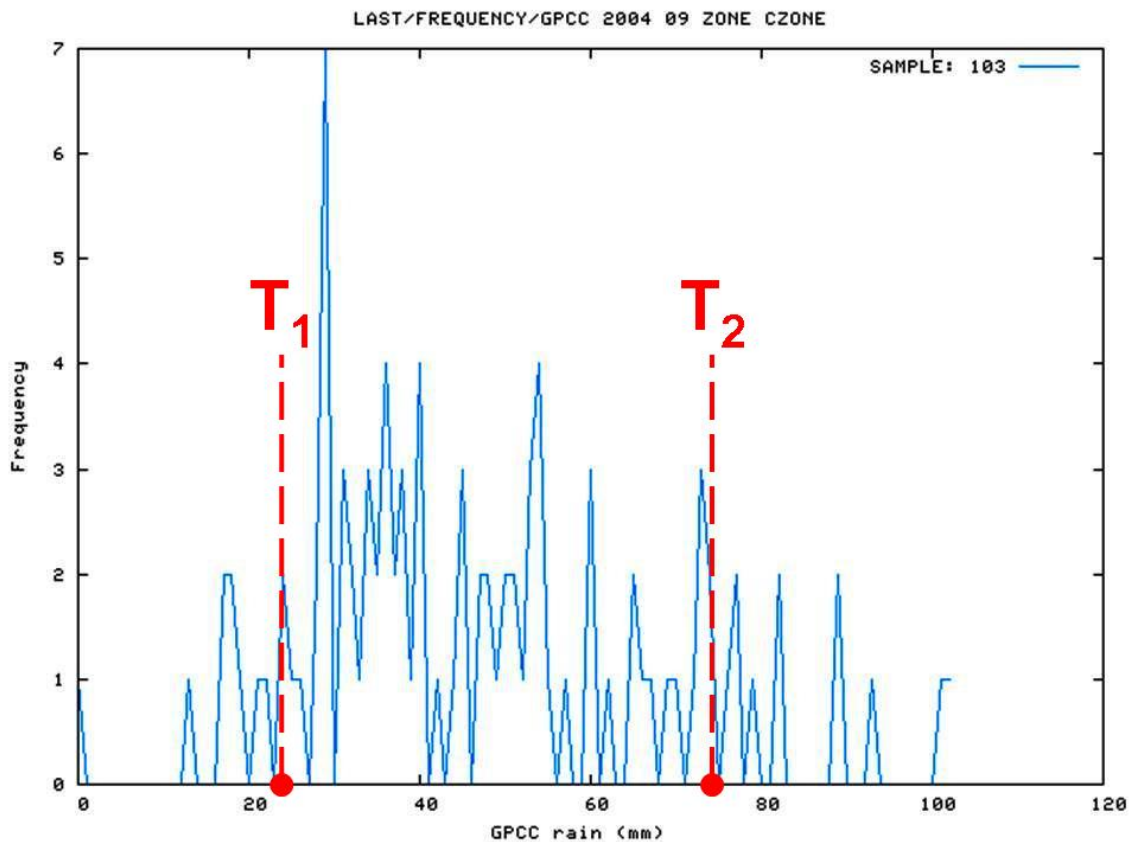
όπου,  $n$  το πλήθος των κελιών  $k$  που ανήκουν στο  $k'$ ,  $P_{ki}$  η τιμή του κελιού  $k_i$  και  $W_{ki}$  το βάρος του  $k_i$ .

Με βάση τον πίνακα μετασχηματισμού που προκύπτει, η κάθε εικόνα CST MET7 μπορεί να ταυτιστεί πλήρως με την αντίστοιχη GPCC ή 3B43. Έτσι μπορούν να συγκριθούν ένα προς ένα όλα τα εικονοστοιχεία μεταξύ τους. Πρόσθετα χρειάζεται ο μετασχηματισμός των κλιματικών ζωνών. Όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο XXXX, τα δεδομένα των κλιματικών ζωνών διατείνεται σε διανυσματική μορφή. Ο μετασχηματισμός τους σε καναβοποιημένη μορφή αποτελεί βασική χαρτογραφική διαδικασία η πλήρης επεξήγηση της οποίας περιτεύει στην παρούσα. Αρκεί να αναφερθεί ότι δημιουργείται ένα καναβοποιημένο αρχείο πλήρως ταυτισμένο με τα χαρακτηριστικά του κανάβου GPCC και 3B43, ενός επιθέματος, όπου σε κάθε κελί αποθηκεύεται η πληροφορία για την κλιματική ζώνη της επιφάνειας που καλύπτει. Αν το κελί καλύπτει περισσότερες της μίας κλιματικές ζώνες, τότε επιλέγεται αυτή με την μεγαλύτερη επιφάνεια.

Τα στατιστικά μεγέθη που ελέγχονται είναι τα ίδια με αυτά που περιγράφονται στη μελέτη μικρής χρονικής κλίμακας. Πλέον τα ζεύγη σχηματίζονται με βάση τα διαθέσιμα εικονοστοιχεία που περιέχουν τιμές (τα δεδομένα GPCC δεν περιέχουν πληροφορία για τη βροχόπτωση σε θαλάσσιες περιοχές) συνολικά για όλη τη περιοχή και για κάθε κλιματική ζώνη ξεχωριστά. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για τις δεκαεπτά χρονικές περιόδους.

Σημαντικές πληροφορίες για την αξιολόγηση του CST MET7 προκύπτουν από την ποιοτική μελέτη της ακρίβειας της εκτίμησης. Με βάση τα αληθή δεδομένα ελέγχεται μόνο η σύμπτωση των εκτιμήσεων και όχι το μέγεθος της απόκλισης. Για παράδειγμα μας ενδιαφέρει να δούμε αν σε περιοχή με μηδενική βροχόπτωση, εκτιμήθηκε βροχόπτωση χωρίς να μας ενδιαφέρει το μέγεθος της εκτίμησης. Για να

ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα αποκλείονται οι πολύ μικρές τιμές βροχόπτωσης, και γίνεται επιπλέον έλεγχος για τις μεγάλες τιμές.



Εικόνα 29: Διάγραμμα συσχοτήτων της βροχόπτωσης από δεδομένα GPCC για την κλιματική ζώνη C τον Σεπτέμβριο 2004. Οι επιφάνειες που ορίζονται από την γραμμή συχνοτήτων και τις ευθείες T1 και T2 αντιστοιχούν στο 10% και 90% της συνολικής επιφάνειας.

Η έννοια της μικρής ή μεγάλης τιμής ορίζεται κάθε φορά από τις διαθέσιμες καταγραφές. Με βάση αυτές υπολογίζεται το κατώφλι βροχόπτωσης. Εικονοστοιχεία με τιμές μικρότερες από το κατώφλι θεωρούνται μη βροχοφόρα. Αποθηκεύονται όλες οι τιμές που θεωρούνται ως πραγματικές για το σύνολο της περιοχής μελέτης και για κάθε κλιματική ζώνη ξεχωριστά. Για κάθε σύνολο τιμών κατασκευάζεται διάγραμμα συχνοτήτων. Δηλαδή ο άξονας x περιγράφει τις τιμές της βροχόπτωσης, και ο άξονας y περιγράφει το πλήθος των κελιών με τη συγκεκριμένη τιμή. Προφανώς επειδή κάθε κελί έχει διαφορετική τιμή από οποιοδήποτε άλλο, το πεδίο τιμών ταξινομείται σε 256 συνεχόμενα διαστήματα τιμών (bins) ώστε να προκύψει η καμπύλη συχνοτήτων. Υπολογίζεται η επιφάνεια που περικλείεται μεταξύ του άξονα x και της καμπύλης συχνοτήτων. Ως κατώτερο κατώφλι, T1, θεωρείται η τιμή του άξονα x από την οποία



διέρχεται η κάθετος που χωρίζει το πρώτο 10% της συνολικής επιφάνειας της καμπύλης. Ομοίως το ανώτερο κατώφλι βροχόπτωσης τοποθετείται στο 90% της συνολικής επιφάνειας. Με αυτό τον τρόπο εξαιρούνται τα outliers.

Από τις μεταβλητές που ορίζονται στον πίνακα υπολογίζονται στατιστικοί δείκτες. Ακολουθούν οι ορισμοί τους όπως αναφέρονται από τον Wilks 1995:

		Καταγραφές	
		Όχι	Ναι
Εκτιμήσεις	Όχι	A	B
	Ναι	C	D

Ως FAR (False Alarm Ratio) ορίζεται ο λόγος μεταξύ των ψευδών εκτιμήσεων ως προς τον συνολικό αριθμό των εκτιμήσεων. Η τέλεια εκτίμηση έχει FAR = 0.

$$FAR = \frac{C}{C+D}$$

Ως POD (Probability Of Detection) ορίζεται ο λόγος των αληθών εκτιμήσεων ως προς το σύνολο των αληθών καταγραφών. Η τέλεια εκτίμηση έχει POD = 1.

$$POD = \frac{D}{D+B}$$

Ως CSI (Critical Success Index) ορίζεται ο λόγος των αληθών εκτιμήσεων ως προς το σύνολο των αληθών καταγραφών και ψευδών εκτιμήσεων. Η τέλεια εκτίμηση έχει CSI = 1.

$$CSI = \frac{D}{B+C+D}$$

Ως BIAS ορίζεται ο λόγος των συνολικών εκτιμήσεων ως προς τις συνολικές καταγραφές. Η τέλεια εκτίμηση έχει CSI = 1.

$$Bias = \frac{D+C}{D+B}$$

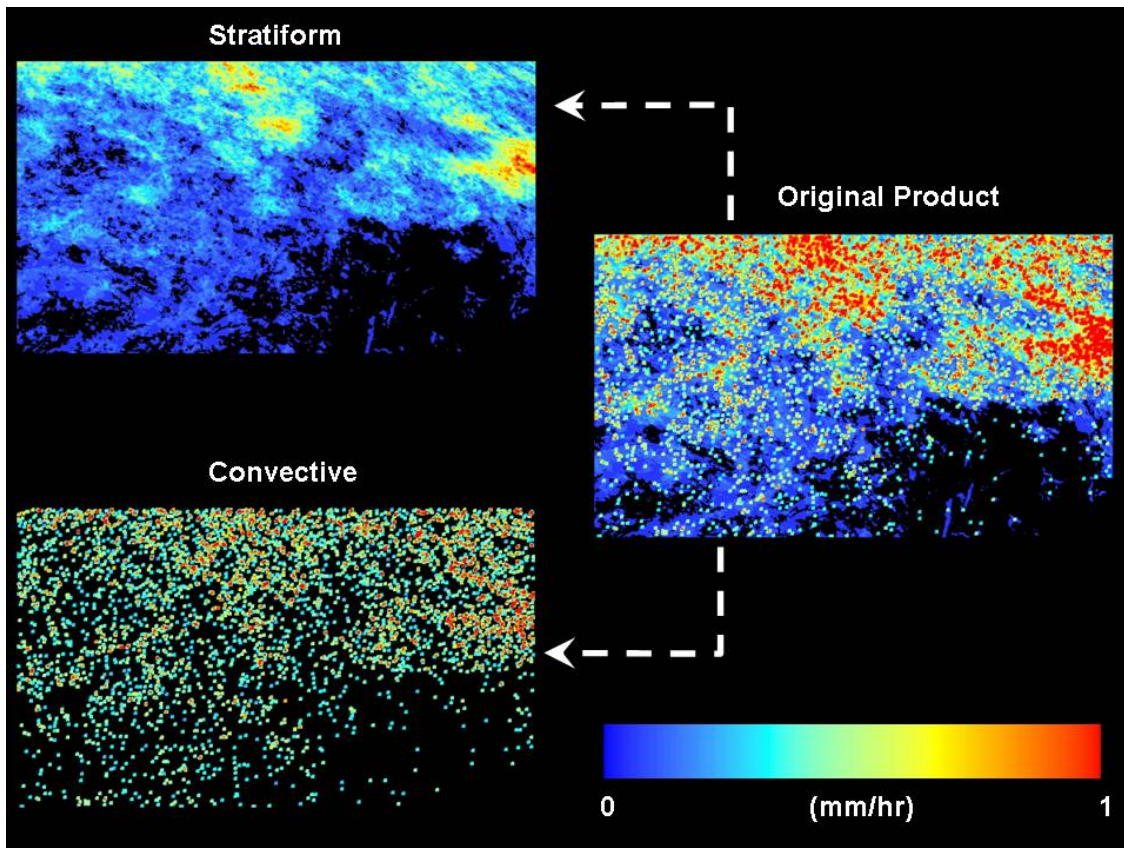
WILKS, D. S., 1995, *Statistical Methods in Atmospheric Sciences*. New York: Academic Press.

Για κάθε χρονική περίοδο, για κάθε κλιματική ζώνη και συνολικά για όλη τη περιοχή μελέτης, υπολογίζονται οι τιμές T<sub>1</sub> και T<sub>2</sub>. Για κάθε τιμή υπολογίζονται τα παραπάνω στατιστικά μεγέθη. Τέλος, δημιουργούνται οι αντίστοιχοι χάρτες ώστε να μπορεί να γίνει καλύτερη εκτίμηση των αποτελεσμάτων. Όπως συμβαίνει σε κάθε στάδιο

της παρούσης, δημιουργήθηκε αλγόριθμος που πραγματοποιεί αυτόματα όλα τα παραπάνω βήματα χωρίς την επίβλεψη του χρήστη.

#### 4.6 Μελέτη ενδοημερήσιας μεταβολής του κύκλου της βροχόπτωσης

Κατά την διάρκεια της θερμής περιόδου (Μάιος – Σεπτέμβριος), στην περιοχή μελέτης είναι σπάνια η εμφάνιση σημαντικών κυκλωνικών συστημάτων. Αυτό οφείλεται στην επέκταση του μόνιμου αντικυκλώνα των αζορών στην περιοχή μας (Feidas *et al.* 2006). Συνεπώς θεωρείται πιθανότερο ο ενδοημερήσιος κύκλος της βροχόπτωσης να οφείλεται στην ατμοσφαιρική αστάθεια που δημιουργείται πάνω από την ξηρά, λόγω της θερμανσής της από την ηλιακή ακτινοβολία. Επιπλέον, μόνο για την περιοχή της Ελλάδας ελέγχθηκε η ενδοημερήσια μεταβολή της βροχόπτωσης στην ξηρά και στη θάλασσα. Δεδομένης της φύσης της τεχνικής που διαχωρίζει την βροχόπτωση σε convective και stratiform, ελέγχθηκε για την ξηρά και τη θάλασσα η ενδοημερήσια μεταβολή των δύο τύπων βροχόπτωσης.



Εικόνα 30: Ανάλυση Ωριαίου προϊόντος CSTMET7 σε Convective και Stratiform παράγοντες

Για την μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν όλα τα διαθέσιμα δεδομένα για την θερμή περίοδο. Προστέθηκαν όλα τα δεδομένα που λήφθηκαν την ίδια ώρα UTC κάθε μέρα της θερμής περιόδου με τιμές έντασης. Επειδή χρειαζόταν να γίνει διαχωρισμός των stratiform και convective εικονοστοιχείων δημιουργήθηκαν δύο επιπλέον επιθέματα με τιμές έντασης για κάθε τύπο βροχόπτωσης. Επιπλέον, υπολογίστηκε το ποσοστό της convective επιφάνειας, και το ποσοστό της convective βροχόπτωσης για κάθε μισάωρο. Τα μεγέθη αυτά, επιτρέπουν την εκτίμηση της συνεισφορά των convective εικονοστοιχείων στη συνολική βροχόπτωση.

Ο υπολογισμός των δύο αυτών μεγεθών δεν μπορεί να γίνει σε ένα βήμα. Επειδή τα τελικά αρχεία βροχόπτωσης προκύπτουν από την σύνθεση πολλών ημίωνων εκτίμησης, δεν είναι δυνατόν να διαχωριστεί η convective επιφάνεια από την stratiform στο τελικό αρχείο. Επιπλέον, οι περιοχές αυτές μπορεί να επικαλύπτονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Ο διαχωρισμός convective/stratiform και ο υπολογισμός των τιμών γίνεται κατά την διάρκεια της σύνθεσης των αρχείων. Κάθε θέση εικονοστοιχείου  $k$ , συναντάται  $n$  φορές σε  $n$  αρχεία. Σε κάθε αρχείο θα παίρνει convective ( $C_k$ ) ή stratiform ( $S_k$ ) τιμή. Επίσης καταγράφονται οι εμφανίσεις convective ( $CN_k$ ) και stratiform ( $SN_k$ ) τιμών. Άρα στα  $n$  αρχεία ισχύει:

$$\mathbf{n} = \mathbf{CN}_k + \mathbf{SN}_k, \quad \mathbf{I}_k = \frac{I}{n} \sum_{i=1}^n (C_{ki} + S_{ki})$$

Όπου,  $I_k$  η ένταση της βροχόπτωσης του εικονοστοιχείου  $k$ , ( $C_{ki}$ ) η convective και ( $S_{ki}$ ) η stratiform εκτίμηση βροχόπτωσης στο εικονοστοιχείο  $k$ , του αρχείου  $i$ . Άρα το ποσοστό των convective εμφανίσεων ( $E_k$ ) του εικονοστοιχείου  $k$  είναι:

$$\mathbf{E}_k = \frac{\mathbf{CN}_k}{n}$$

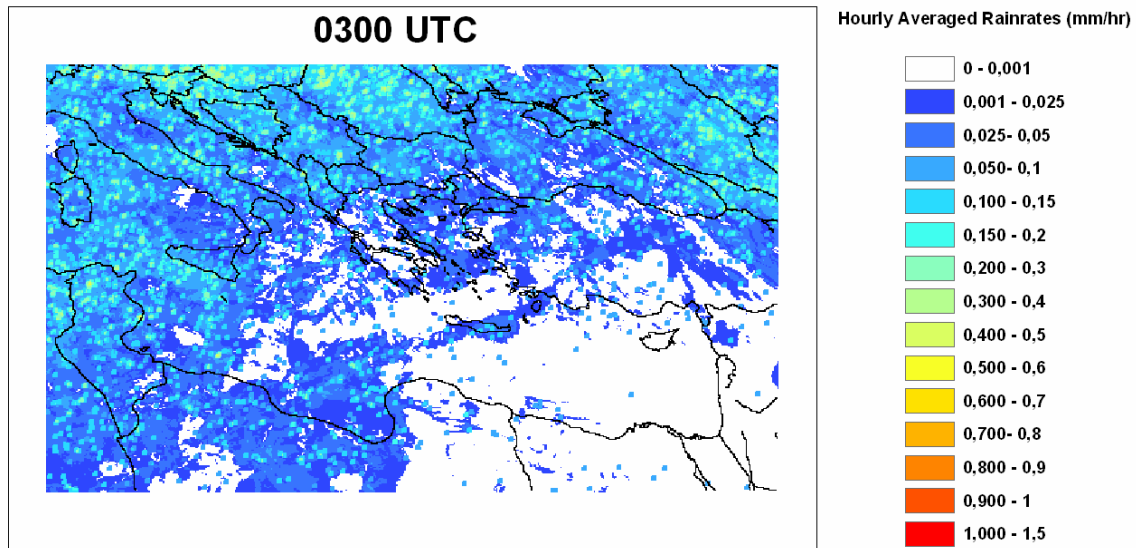
και παίρνει τιμές στο  $[0,1]$ . Και το ποσοστό της convective βροχόπτωσης ( $P_k$ ) του εικονοστοιχείου  $k$  είναι:

$$\mathbf{P}_k = \frac{\sum_{i=1}^n C_{ki}}{\mathbf{I}_k}$$

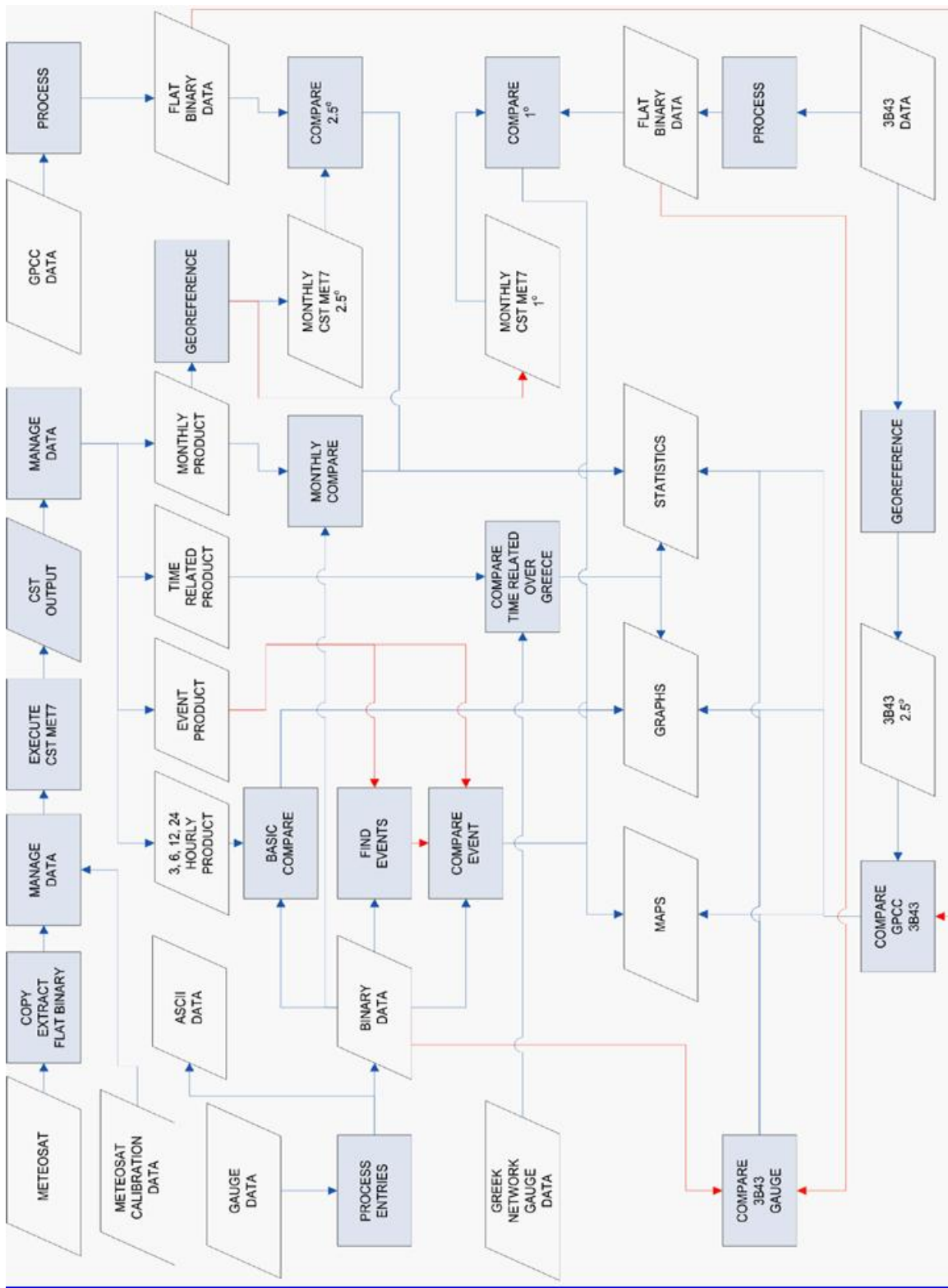
και παίρνει τιμές στο [0,1]. Άρα σε μία εικόνα με  $a$  εικονοστοιχεία, το ποσοστό της convective επιφάνειας ( $E$ ) και της convective έντασης ( $P$ ) θα είναι:

$$\mathbf{E} = \frac{1}{a} \sum_{k=1}^a \mathbf{E}_k \quad \mathbf{I} = \frac{1}{a} \sum_{k=1}^a \mathbf{I}_k$$

Με βάση τα δεδομένα γεωμετρικής διόρθωσης αποκτήκαν τα εικονοστοιχεία που απεικονίζουν την ευρύτερη περιοχή της Ελληνικής χερσονήσου. Για κάθε μισάωρη εκτίμηση, υπολογίστηκε η μέση τιμή της έντασης της βροχόπτωσης συνολικά για όλη τη περιοχή, για την ξηρά και για τη θάλασσα.



Εικόνα 31: Ένταση της βροχόπτωσης τη θερμή περίοδο του έτους για τις 0300 UTC



Σχήμα : Διάγραμμα ροής εργασιών

## 5. Αποτελέσματα

### 5.1 Μικρής χρονικής διάρκειας

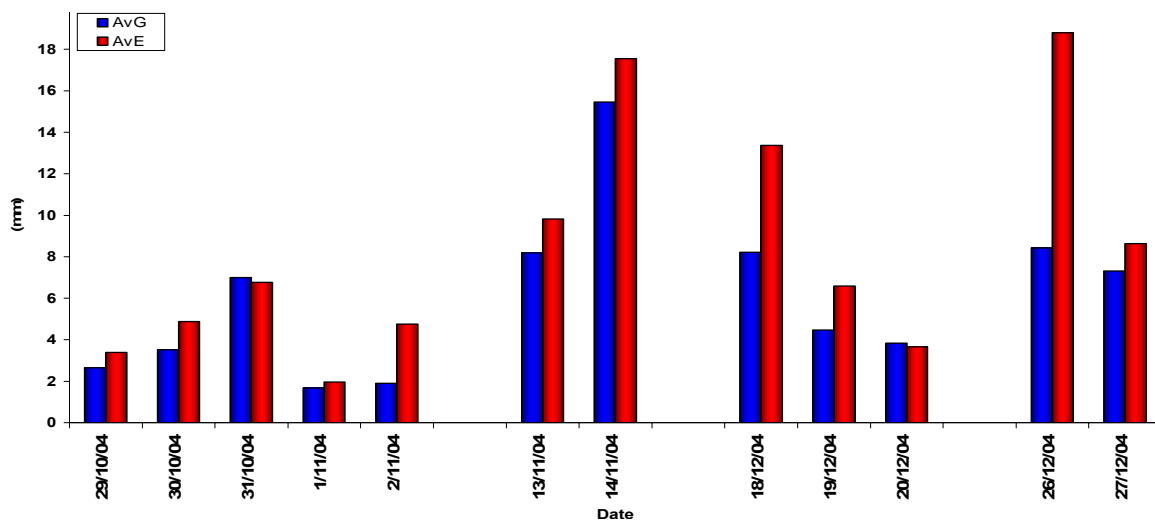
Για την καλύτερη κατανόηση της συμπεριφοράς του αλγόριθμου σε σχέση με τις μετεωρολογικές συνθήκες, τα υπό μελέτη γεγονότα χωρίστηκαν σε δύο περιόδους, τη ψυχρή και τη θερμή. Από τα αποτελέσματα όμως φάνηκε ότι ο αλγόριθμος συμπεριφέρεται με τον ίδιο τρόπο και στις δύο περιόδους παρόλα τα σχετικά καλύτερα αποτελέσματα στη θερμή περίοδο (σχήμα 3). Αυτός ο τύπος σύγκρισης δίνει χαμηλό συντελεστή συσχέτισης ο οποίος κυμαίνεται μεταξύ 0,1 και 0,8 για κάθε γεγονός και κάθε χρονική κλίμακα ξεχωριστά (πίνακας 2). Συνολικά για όλα τα εξάωρα, δωδεκάωρα και εικοσιτετράωρα, το μέγιστο του συντελεστή συσχέτισης δεν ξεπερνά το 0.56 (πίνακες 3-6). Διαπιστώνεται όμως σε όλες τις περιόδους μελέτης η βελτίωση της απόδοσης του CST MET7 όσο αυξάνεται η χρονική κλίμακα. Ειδικά κατά τη ψυχρή περίοδο όπου παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αστοχία του αλγόριθμου ο συντελεστής συσχέτισης για όλα τα γεγονότα ήταν 0,23 , 0,29 και 0,37 για τις εκτιμήσεις των 6, 12 και 24 ωρών αντίστοιχα. Φυσικά, υπάρχει μέγιστο απόδοσης του αλγόριθμου με την αύξηση της χρονικής κλίμακας το οποίο διαπιστώνεται στη κλιματική μελέτη που ακολουθεί.

Οι τιμές του bias στη πλειοψηφία των υπό μελέτη γεγονότων ήταν θετικές, υποδικνύοντας μία συστηματική υπερεκτίμηση της βροχόπτωσης. Σύμφωνα με τα διαγράμματα διασποράς (εικόνα XXXX) παρατηρείται συστηματική υπερεκτίμηση του CST MET7 στις χαμηλές τιμές βροχόπτωσης (<30 mm/day). Αντίθετα παρατηρείται συστηματική υποεκτίμηση στις έντονες βροχοπτώσεις (>60 mm/day). Η πλειοψηφία των θετικών τιμών του Bias που υποδηλώνει υπερεκτίμηση σε συνδυασμό με τα γραφήματα διασποράς, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο μεγάλος όγκος των δεδομένων βρίσκεται στο διάστημα τιμών όπου η αστοχία του CST MET7 υπερεκτιμά σημαντικά. Επίσης, σύμφωνα με τα διαγράμματα (εικόνες 1 – 18) παρατηρείται ότι ο CST MET7 εκτιμά έντονη βροχόπτωση σε περιοχές όπου δεν καταγράφεται βροχή.

Η σύγκριση με βάση τον χωρικό μέσο δίνουν σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα. Ο συντελεστής συσχέτισης σε αυτές τις περιπτώσεις είναι συστηματικά

μεγαλύτερος του 0,7. (πίνακας 1 & 5). Σύμφωνα με το σχήμα 1 διαπιστώνεται η συστηματική υπερεκτίμηση του CST MET7.

Τα αποτελέσματα εξηγούνται μερικώς από το γεγονός ότι ο αλγόριθμος δημιουργήθηκε αρχικά για τη μελέτη τροπικών κυκλωνικών συστημάτων τα οποία διαφέρουν αισθητά από τα συστήματα της μεσογειακής λεκάνης. Επιπλέον, η βαθμονομησή του έγινε με βάση τα περάσματα του TRMM τα οποία καλύπτουν μόνο το νότιο τμήμα της μεσογειακής λεκάνης. Συνεπώς ο αλγόριθμος δεν μπορεί να διαχωρίσει ικανοποιητικά τα μετωπικά νεφικά συστήματα της περιοχής της μεσογείου. Διαπιστώνεται η τάση του αλγόριθμου να υπερεκτιμά υπερβολικά τις μικρές τιμές βροχόπτωσης και να υποεκτιμά τις μεγάλες. Σε αρκετές περιπτώσεις μεγάλα νεφικά συστήματα από τα οποία δεν καταγράφηκε βροχόπτωση, έχουν εκτιμηθεί ως βροχοφόρα με πλήθος convective πυρήνων.

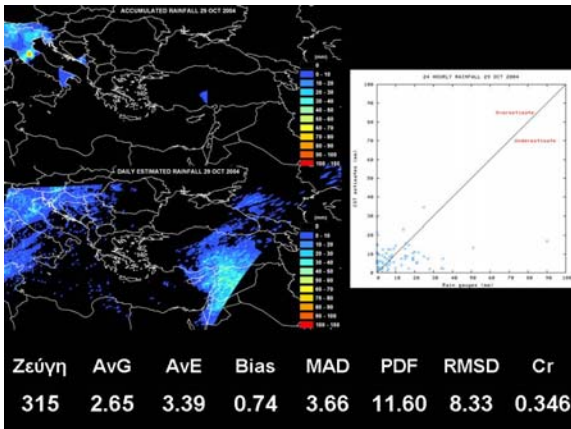


Σχήμα 5: Χωρικός μέσος για κάθε εικοσιτετράωρο της ψυχρής περιόδου. Μπλέ χρώμα οι μέσες τιμές των βροχόμετρων και με κόκκινο των εκτιμήσεων

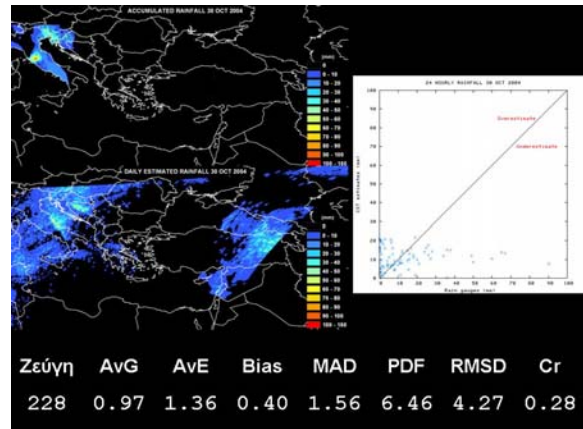
#### Χωρικός μέσος για τη ψυχρή περίοδο

Χρονικό διάστημα	Ζεύγη	AvG	AvE	BIAS	MAD	PDF	RMSD	cR
6	48	1.5	2.1	0.7	0.8	1.0	1.1	0.79
12	24	3.3	4.3	1.0	1.3	0.6	2.0	0.77
24	12	6.1	8.4	2.3	2.4	0.4	3.6	0.86

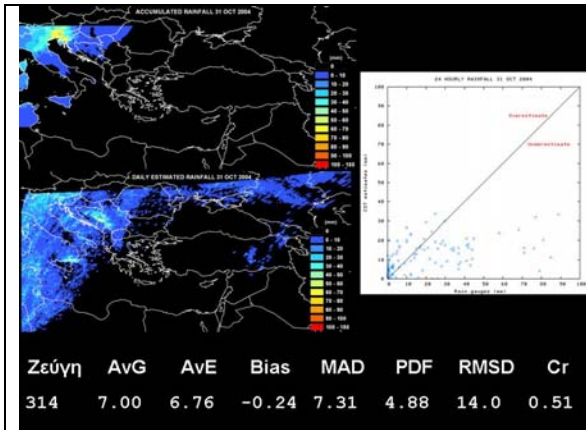
Πίνακας 1: Στατιστικά μέτρα για το χωρικό μέσο της ψυχρής περιόδου



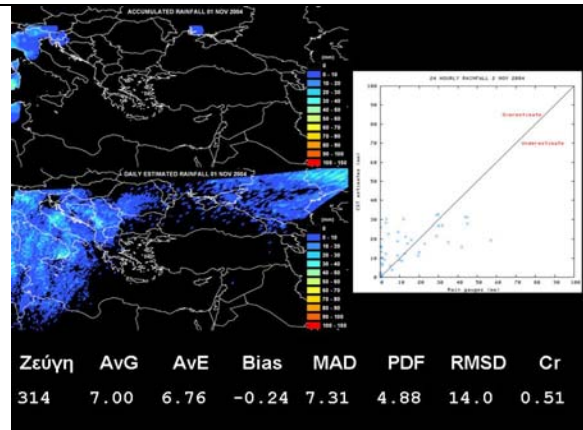
Εικόνα 32: Βροχόπτωση για 29/10/2004. Πάνω, χωρική παρεμβολή από δεδομένα σταθμών. Κάτω, εκτίμηση CST MET7. Δεξιά διάγραμμα διασποράς



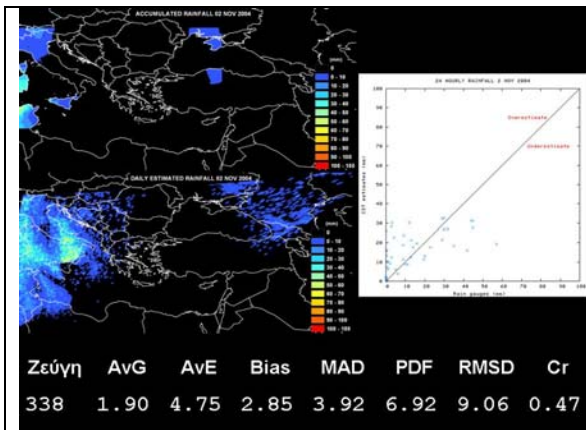
Εικόνα 33: Όμοια με εικόνα 1 αλλά για τις 30/10/2004



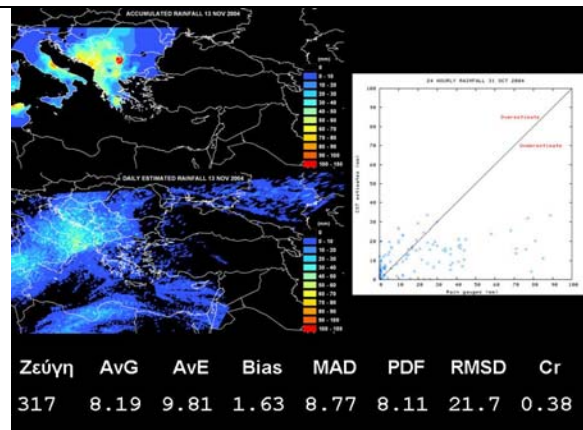
Εικόνα 34: Όμοια με εικόνα 1 αλλά για τις 31/10/2004



Εικόνα 35: Όμοια με εικόνα 1 αλλά για τις 1/11/2004

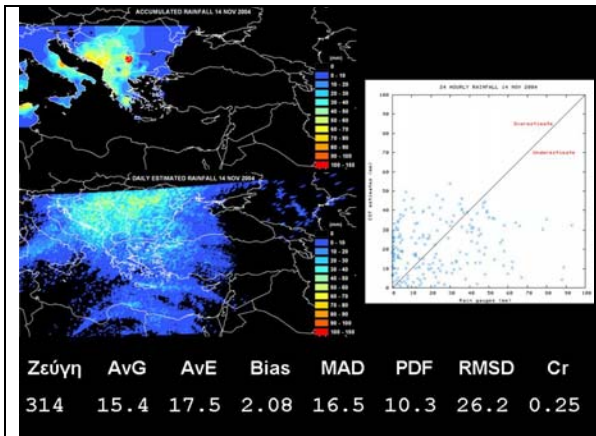


Εικόνα 36: Όμοια με εικόνα 1 αλλά για τις 2/11/2004

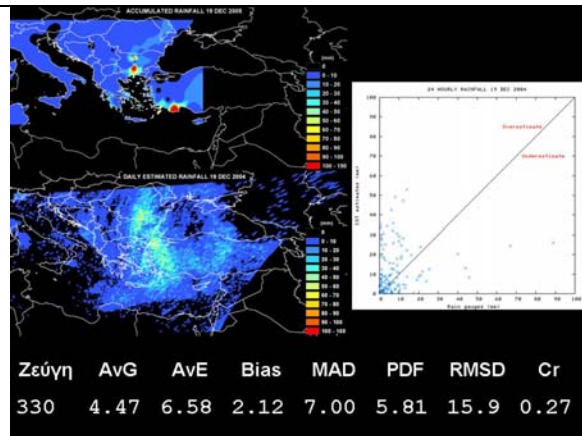


Εικόνα 37: Όμοια με εικόνα 1 αλλά για τις 13/11/2004

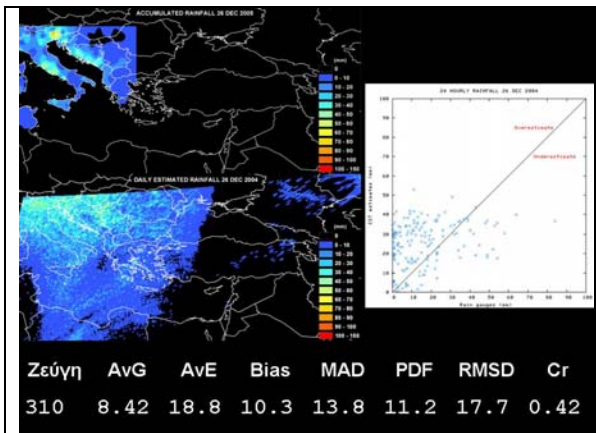




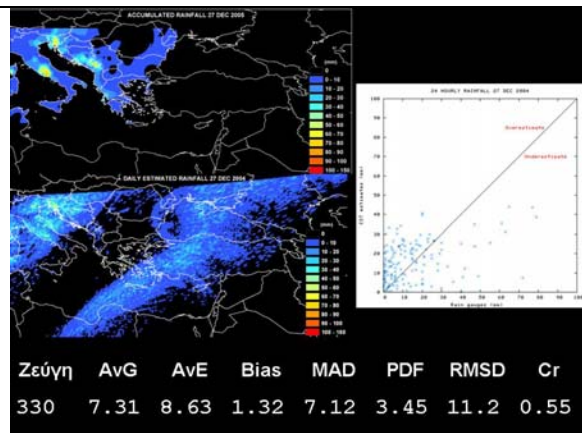
Εικόνα 38:Όμοια με εικόνα 1 αλλά για τις 2/11/2004



Εικόνα 39:Όμοια με εικόνα 1 αλλά για τις 2/11/2004



Εικόνα 40:Όμοια με εικόνα 1 αλλά για τις 2/11/2004



Εικόνα 41:Όμοια με εικόνα 1 αλλά για τις 2/11/2004

Μήνας	Ημέρα	Ωρα/Διάρκεια	Ζεύγη	AvG	AvE	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr
10	29	0 UTC 6h	229	0.17	0.25	0.08	0.40	1.47	1.41	0.01952
10	29	6 UTC 6h	227	0.46	0.32	-0.14	0.65	1.17	2.16	0.18361
10	29	12 UTC 6h	358	0.49	1.08	0.59	1.38	2.59	3.52	0.00830
10	29	18 UTC 6h	309	1.47	1.79	0.32	1.93	4.08	5.83	0.48794
10	29	6 UTC 12h	366	0.91	0.60	-0.31	1.28	2.35	3.89	0.15207
10	29	18 UTC 12h	322	1.93	2.88	0.95	3.04	5.36	7.57	0.32734
10	29	18 UTC 24h	315	2.65	3.39	0.74	3.66	11.60	8.33	0.34611
10	30	0 UTC 6h	228	0.97	1.36	0.40	1.56	6.46	4.27	0.28508
10	30	6 UTC 6h	225	0.73	1.11	0.39	1.53	2.44	4.93	0.11789
10	30	12 UTC 6h	349	0.52	0.81	0.29	1.20	1.51	3.62	0.05707
10	30	18 UTC 6h	322	0.42	0.84	0.41	1.14	1.48	3.44	0.00834
10	30	6 UTC 12h	352	3.48	3.75	0.27	4.94	7.16	11.97	0.30852
10	30	18 UTC 12h	333	0.79	1.51	0.72	1.95	3.42	4.73	0.04084
10	30	18 UTC 24h	325	3.52	4.88	1.36	5.18	11.17	10.91	0.29110
10	31	0 UTC 6h	175	0.61	0.80	0.19	0.96	1.27	3.21	0.44928
10	31	6 UTC 6h	171	0.71	1.17	0.46	1.33	1.36	4.22	0.23451
10	31	12 UTC 6h	341	2.21	1.85	-0.36	2.39	2.81	6.11	0.62262
10	31	18 UTC 6h	314	1.28	1.57	0.29	2.03	1.86	4.92	0.31334
10	31	6 UTC 12h	342	3.79	3.84	0.06	4.33	2.55	9.27	0.37458
10	31	18 UTC 12h	328	3.25	3.40	0.15	4.10	3.12	9.06	0.55141
10	31	18 UTC 24h	314	7.00	6.76	-0.24	7.31	4.88	14.06	0.51072
11	1	0 UTC 6h	225	0.14	0.91	0.77	0.92	3.81	2.13	0.11579
11	1	6 UTC 6h	219	0.31	1.00	0.69	1.00	1.38	2.68	0.27728
11	1	12 UTC 6h	337	0.59	1.58	0.98	1.67	1.81	3.29	0.27831
11	1	18 UTC 6h	310	0.27	1.08	0.81	1.11	2.28	2.68	0.13387
11	1	6 UTC 12h	345	1.69	1.28	-0.41	2.44	2.49	10.24	0.02053
11	1	18 UTC 12h	337	0.95	2.64	1.69	2.71	3.17	5.05	0.25278
11	1	18 UTC 24h	317	1.68	1.97	0.29	2.65	4.42	5.48	0.32207
11	2	0 UTC 6h	223	0.23	1.18	0.96	1.10	3.72	3.00	0.28356
11	2	6 UTC 6h	221	0.47	1.20	0.73	1.02	1.75	3.09	0.51764
11	2	12 UTC 6h	360	0.56	1.14	0.58	1.07	3.94	2.93	0.50202
11	2	18 UTC 6h	331	0.12	0.89	0.77	0.82	9.95	2.36	0.47590
11	2	6 UTC 12h	366	1.40	2.87	1.47	2.34	2.19	5.58	0.55429
11	2	18 UTC 12h	344	0.58	2.02	1.44	1.87	11.37	4.68	0.37643
11	2	18 UTC 24h	338	1.90	4.75	2.85	3.92	6.92	9.06	0.47849
11	13	0 UTC 6h	229	1.96	1.99	0.02	2.62	6.12	13.51	0.43590
11	13	6 UTC 6h	228	0.82	1.80	0.98	1.82	4.28	4.75	0.27688
11	13	12 UTC 6h	351	2.20	2.53	0.33	2.48	3.36	6.43	0.41266
11	13	18 UTC 6h	310	2.82	2.54	-0.28	4.06	4.00	14.63	0.01065
11	13	6 UTC 12h	366	3.22	5.00	1.78	4.54	5.89	12.49	0.47337
11	13	18 UTC 12h	325	4.81	5.00	0.19	5.83	6.00	16.02	0.20600
11	13	18 UTC 24h	317	8.19	9.81	1.63	8.77	8.11	21.75	0.38504
11	14	0 UTC 6h	230	3.15	4.03	0.88	3.84	8.33	6.25	0.47136
11	14	6 UTC 6h	226	4.76	4.00	-0.75	4.54	1.64	8.14	0.37168
11	14	12 UTC 6h	344	4.08	5.48	1.40	5.10	4.82	8.02	0.38462
11	14	18 UTC 6h	311	4.83	5.15	0.32	6.70	2.74	19.64	0.09413
11	14	6 UTC 12h	355	8.51	7.32	-1.19	7.87	5.74	12.65	0.43988
11	14	18 UTC 12h	325	8.48	10.44	1.96	10.67	6.42	21.72	0.18192
11	14	18 UTC 24h	314	15.46	17.54	2.08	16.55	10.31	26.20	0.25843
12	18	0 UTC 6h	233	1.31	3.73	2.42	3.79	9.27	6.10	0.06736
12	18	6 UTC 6h	227	2.81	4.55	1.74	4.82	5.85	9.56	0.25387
12	18	12 UTC 6h	365	2.42	3.25	0.82	3.51	3.48	6.76	0.15208
12	18	18 UTC 6h	335	1.81	2.66	0.86	2.85	2.52	5.00	0.20412
12	18	6 UTC 12h	356	4.39	7.64	3.25	7.59	8.45	12.59	0.18931
12	18	18 UTC 12h	347	4.01	5.86	1.84	5.79	4.61	9.91	0.18938
12	18	18 UTC 24h	331	8.22	13.37	5.16	12.43	7.11	18.91	0.23806
12	19	0 UTC 6h	231	1.48	3.06	1.58	3.31	5.01	5.82	0.01518
12	19	6 UTC 6h	224	1.69	2.25	0.56	2.71	3.68	7.17	0.30859
12	19	12 UTC 6h	343	1.04	1.23	0.19	1.54	3.36	6.52	0.24807
12	19	18 UTC 6h	318	0.85	1.32	0.47	1.55	2.23	4.02	0.40869
12	19	6 UTC 12h	363	2.84	3.89	1.05	4.50	3.60	9.09	0.20147
12	19	18 UTC 12h	339	1.88	2.53	0.65	2.90	5.45	9.73	0.37110
12	19	18 UTC 24h	330	4.47	6.58	2.12	7.00	5.81	15.97	0.27485
12	20	0 UTC 6h	229	0.94	1.49	0.55	1.85	2.31	4.06	0.21986
12	20	6 UTC 6h	223	1.14	1.26	0.11	2.07	3.07	5.53	0.00137
12	20	12 UTC 6h	353	1.03	0.67	-0.36	1.45	1.94	3.78	0.01513
12	20	18 UTC 6h	317	0.59	0.50	-0.10	0.89	2.54	3.04	0.05440
12	20	6 UTC 12h	360	2.01	2.54	0.52	3.45	3.28	7.14	0.14559
12	20	18 UTC 12h	337	1.71	1.20	-0.51	2.19	2.70	6.10	0.01550
12	20	18 UTC 24h	324	3.83	3.66	-0.17	5.30	4.85	12.28	0.05297
12	26	0 UTC 6h	224	0.69	3.69	3.00	3.18	6.97	5.36	0.36151
12	26	6 UTC 6h	221	1.70	6.13	4.43	5.51	4.70	8.17	0.15031
12	26	12 UTC 6h	345	3.54	6.01	2.47	5.60	5.02	8.22	0.23280
12	26	18 UTC 6h	310	2.23	2.23	-0.01	3.18	1.37	5.93	0.11948
12	26	6 UTC 12h	347	3.45	10.94	7.49	8.64	9.38	12.18	0.32310
12	26	18 UTC 12h	325	5.22	8.12	2.90	7.58	6.01	10.26	0.29671
12	26	18 UTC 24h	310	8.42	18.80	10.38	13.89	11.29	17.75	0.42380
12	27	0 UTC 6h	230	1.44	1.78	0.35	2.25	1.51	4.12	0.20715
12	27	6 UTC 6h	226	1.96	2.22	0.25	2.21	2.20	4.38	0.51394
12	27	12 UTC 6h	360	3.27	2.87	-0.40	3.55	3.87	21.24	0.09622
12	27	18 UTC 6h	325	1.02	1.58	0.55	1.48	1.96	3.10	0.40947
12	27	6 UTC 12h	365	5.83	4.60	-1.22	5.28	2.27	10.33	0.51245
12	27	18 UTC 12h	339	4.04	4.29	0.25	4.44	4.16	22.07	0.14311
12	27	18 UTC 24h	330	7.31	8.63	1.32	7.12	3.45	11.25	0.55793

Πίνακας 2: Στατιστικά αποτελέσματα για κάθε χρονικό διάστημα καταγραφών της περιόδου μελέτης

**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 29/10 – 02/11**

ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ	ΖΕΥΓΗ	AV_GR	AV_ES	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr
6	13342	1.51	2.14	0.62	2.19	1.11	7.31	<b>0.23331</b>
12	8284	3.29	4.33	1.04	4.31	2.71	11.13	<b>0.29861</b>
24	3865	6.02	8.3	2.28	7.44	6.07	15.4	<b>0.37933</b>
<b>Cmltv</b>	<b>276</b>	<b>68.52</b>	<b>95.94</b>	<b>27.41</b>	<b>57.29</b>	<b>232.47</b>	<b>71.97</b>	<b>0.27819</b>

**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 13/11 - 14/11**

ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ	ΖΕΥΓΗ	AV_GR	AV_ES	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr
6	2229	3.14	3.53	0.39	3.7	2.48	11.48	<b>0.24689</b>
12	1371	6.21	6.89	0.68	6.82	5.97	15.99	<b>0.32432</b>
24	631	11.8	13.66	1.85	12.24	15.26	24.07	<b>0.33621</b>
<b>Cmltv</b>	<b>336</b>	<b>15.02</b>	<b>17.61</b>	<b>2.59</b>	<b>15.77</b>	<b>20.93</b>	<b>25.57</b>	<b>0.25692</b>

**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 18/12 - 20/12**

ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ	ΖΕΥΓΗ	AV_GR	AV_ES	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr
6	3398	1.41	2.08	0.66	2.22	1.69	5.74	<b>0.20676</b>
12	2102	2.82	3.97	1.15	4.14	3.88	9.34	<b>0.22926</b>
24	985	5.52	7.9	2.39	7.89	8.65	15.98	<b>0.25294</b>
<b>Cmltv</b>	<b>330</b>	<b>9.11</b>	<b>10.97</b>	<b>1.86</b>	<b>11.61</b>	<b>15.35</b>	<b>25.93</b>	<b>0.22583</b>

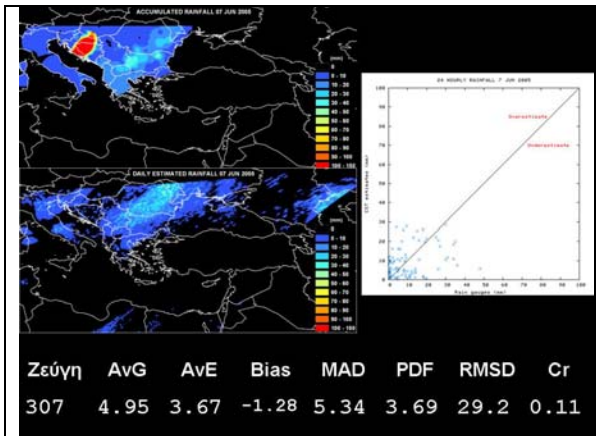
**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 26/12 - 27/12**

ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ	ΖΕΥΓΗ	AV_GR	AV_ES	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr
6	2241	2.11	3.3	1.19	3.15	1.65	10.11	<b>0.13606</b>
12	1376	4.64	6.96	2.31	6.13	4.72	14.51	<b>0.20879</b>
24	640	7.85	13.56	5.71	10.02	9.53	14.76	<b>0.45724</b>
<b>Cmltv</b>	<b>334</b>	<b>7.37</b>	<b>8.75</b>	<b>1.38</b>	<b>6.82</b>	<b>5.28</b>	<b>11.3</b>	<b>0.55329</b>

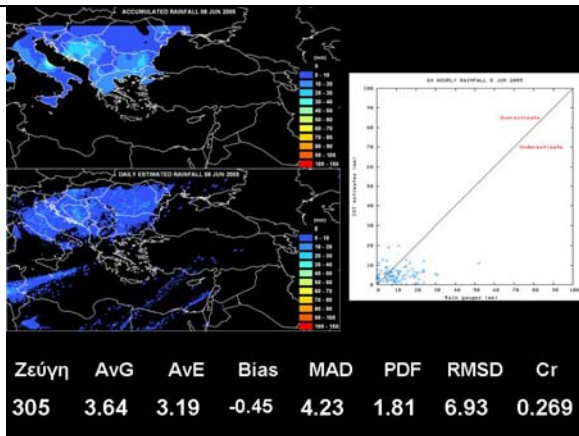
**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΨΥΧΡΗ ΠΕΡΙΟΔΟ**

ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ	ΖΕΥΓΗ	AV_GR	AV_ES	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr
6	13342	1.51	2.13	0.62	2.39	3.59	7.31	<b>0.23330</b>
12	8284	3.29	4.33	1.04	4.58	5.01	11.13	<b>0.29860</b>
24	3865	6.02	8.30	2.29	7.78	7.38	15.40	<b>0.37933</b>

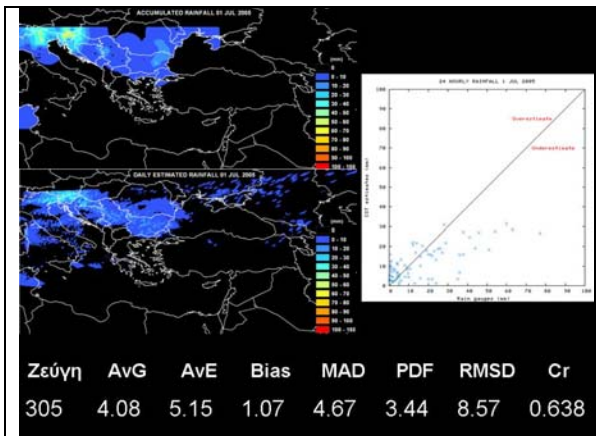
**Πίνακας 3: Συγκεντρωτικά στατιστικά για κάθε γεγονός και συνολικά για κάθε χρονικό διάστημα καταγραφής για τη ψυχρή περίοδο**



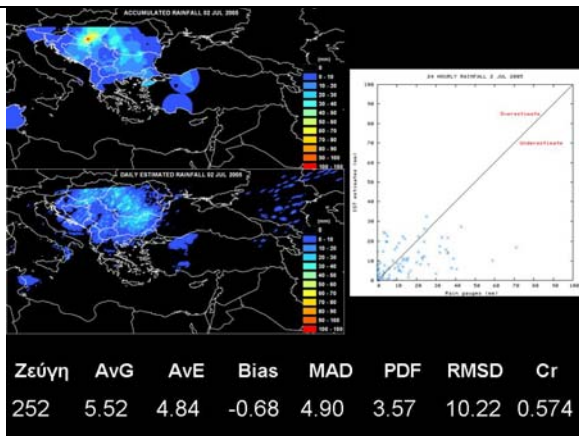
Εικόνα 42: Βροχόπτωση για 07/06/2004. Πάνω, δεδομένα σταθμών. Κάτω, εκτίμηση CST MET7. Δεξιά διάγραμμα διασποράς



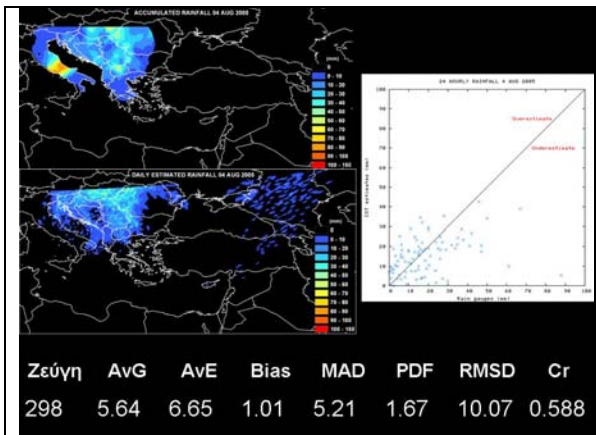
Εικόνα 43: Όμοια με την εικόνα 11 αλλά για τις 08/06/2004



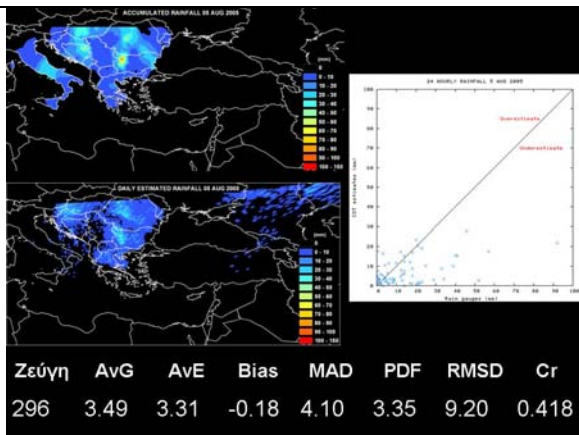
Εικόνα 44: Όμοια με την εικόνα 11 αλλά για τις 01/07/2004



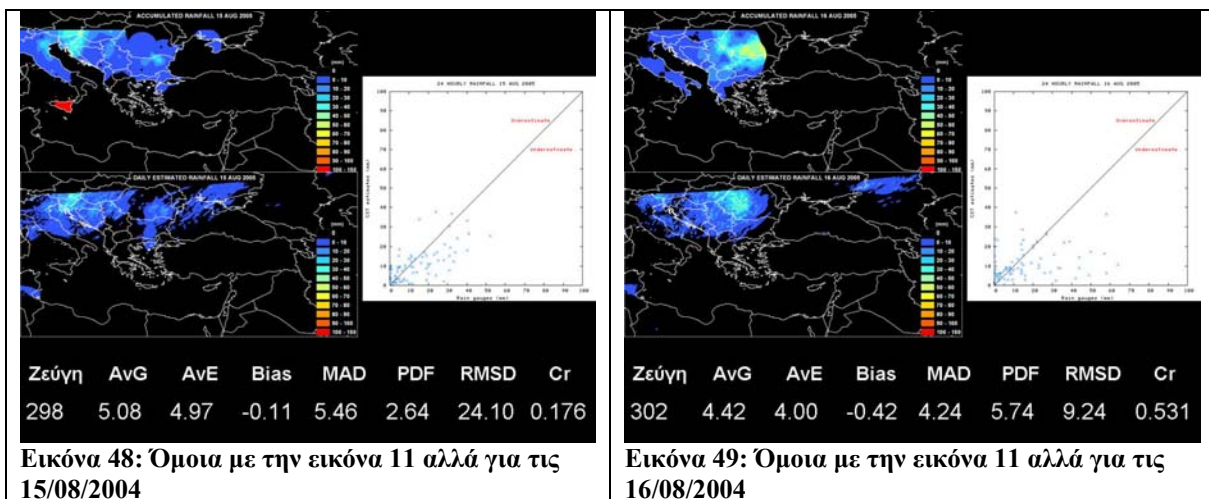
Εικόνα 45: Όμοια με την εικόνα 11 αλλά για τις 02/07/2004



Εικόνα 46: Όμοια με την εικόνα 11 αλλά για τις 04/08/2004



Εικόνα 47: Όμοια με την εικόνα 11 αλλά για τις 05/08/2004



Εικόνα 48: Όμοια με την εικόνα 11 αλλά για τις 15/08/2004

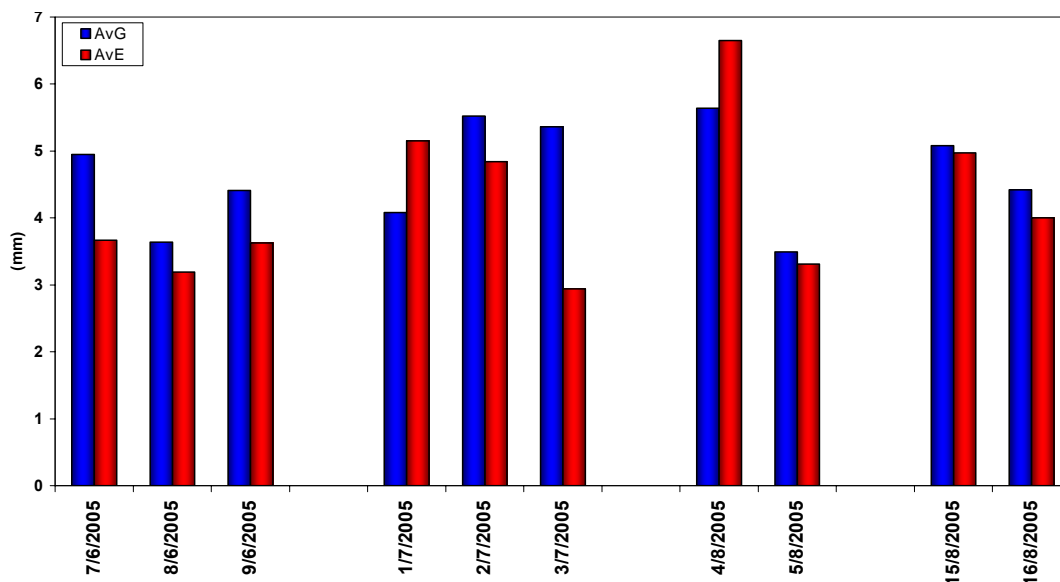
Εικόνα 49: Όμοια με την εικόνα 11 αλλά για τις 16/08/2004

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ 07 - 09 /06/ 2005									
ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ									
	ΖΕΥΓΗ	AV_GR	AV_ES	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr	
6	3357	1.12	0.88	-0.24	1.32	2.11	9.14	0.14025	
12	2022	2.12	1.68	-0.44	2.38	2.34	12.14	0.19785	
24	914	4.34	3.50	-0.84	4.66	2.59	18.20	0.23276	
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ 01 - 03 /07/ 2005									
ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ									
	ΖΕΥΓΗ	AV_GR	AV_ES	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr	
6	3019	1.32	1.05	-0.27	1.47	2.78	4.27	0.46215	
12	1918	2.54	2.04	-0.50	2.66	3.19	6.72	0.47600	
24	858	4.95	4.29	-0.67	4.61	2.91	9.78	0.61669	
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ 04 - 05 ΚΑΙ 15 - 16 /08/ 2005									
ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ									
	ΖΕΥΓΗ	AV_GR	AV_ES	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr	
6	4391	1.12	1.08	-0.04	1.41	3.14	7.07	0.21953	
12	2645	2.41	2.29	-0.12	2.77	3.81	9.83	0.30418	
24	1194	4.66	4.73	0.07	4.75	3.36	14.59	0.35372	
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΜΗ ΠΕΡΙΟΔΟ									
ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ									
	ΖΕΥΓΗ	AV_GR	AV_ES	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr	
6	10767	1.18	1.01	-0.17	1.40	2.70	7.18	0.22860	
12	6585	2.36	2.03	-0.33	2.62	3.16	9.86	0.29775	
24	2966	4.64	4.22	-0.42	4.68	2.97	14.68	0.36559	

Πίνακας 4: Συγκεντρωτικά στατιστικά για κάθε γεγονός και συνολικά για κάθε χρονικό διάστημα καταγραφής για τη θερμή περίοδο

Μήνας	Ημέρα	Ωρα/Διάρκεια	Ζεύγη	AvG	AvE	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr
6	7	0 UTC 6h	235	1.36	1.43	0.08	1.65	2.44	3.72	<b>0.35298</b>
6	7	6 UTC 6h	211	1.42	1.62	0.20	1.53	1.67	4.31	<b>0.46515</b>
6	7	12UTC 6h	356	0.51	0.44	-0.08	0.62	1.95	1.76	<b>0.36098</b>
6	7	18UTC 6h	319	2.08	0.86	-1.22	2.72	3.32	28.13	<b>0.01601</b>
6	7	6 UTC 12h	340	2.01	2.11	0.10	2.24	2.94	5.47	<b>0.50158</b>
6	7	18UTC 12h	335	2.61	1.38	-1.23	3.13	3.34	27.52	<b>0.00244</b>
6	7	18UTC 24h	307	4.95	3.67	-1.28	5.34	3.69	29.26	<b>0.11753</b>
6	8	0 UTC 6h	229	0.42	0.66	0.24	0.67	1.77	1.75	<b>0.50331</b>
6	8	6 UTC 6h	204	0.42	0.48	0.06	0.66	1.28	1.63	<b>0.29621</b>
6	8	12UTC 6h	358	0.90	0.68	-0.23	1.07	1.18	2.64	<b>0.37436</b>
6	8	18UTC 6h	332	1.49	0.85	-0.63	1.42	1.75	3.42	<b>0.43769</b>
6	8	6 UTC 12h	334	1.24	1.59	0.35	1.94	1.31	3.93	<b>0.33012</b>
6	8	18UTC 12h	341	2.32	1.49	-0.83	2.26	1.49	4.59	<b>0.46753</b>
6	8	18UTC 24h	305	3.64	3.19	-0.45	4.23	1.81	6.93	<b>0.26908</b>
6	9	0 UTC 6h	231	2.06	1.29	-0.77	1.71	1.37	3.88	<b>0.63875</b>
6	9	6 UTC 6h	208	1.71	1.14	-0.57	1.49	1.69	3.90	<b>0.60263</b>
6	9	12UTC 6h	359	0.73	0.74	0.01	1.12	2.93	3.03	<b>0.18940</b>
6	9	18UTC 6h	315	0.67	0.91	0.24	1.18	4.34	2.67	<b>0.24795</b>
6	9	6 UTC 12h	343	3.09	1.91	-1.18	2.55	1.42	6.42	<b>0.65018</b>
6	9	18UTC 12h	329	1.42	1.60	0.19	2.17	3.56	4.82	<b>0.23771</b>
6	9	18UTC 24h	302	4.41	3.63	-0.78	4.40	2.28	9.19	<b>0.60770</b>
7	1	6 UTC 6h	198	0.52	0.52	-0.01	0.61	1.72	2.26	<b>0.64723</b>
7	1	12UTC 6h	356	1.40	1.09	-0.31	1.28	0.89	3.78	<b>0.71885</b>
7	1	18UTC 6h	324	1.29	2.14	0.85	2.37	4.48	4.93	<b>0.31325</b>
7	1	6 UTC 12h	341	1.67	2.11	0.44	1.79	1.56	3.87	<b>0.64617</b>
7	1	18UTC 12h	334	2.43	3.06	0.63	3.34	4.20	6.63	<b>0.49063</b>
7	1	18UTC 24h	305	4.08	5.15	1.07	4.67	3.44	8.57	<b>0.63825</b>
7	2	0 UTC 6h	228	1.45	1.63	0.18	2.13	7.96	5.45	<b>0.31880</b>
7	2	6 UTC 6h	204	1.34	0.94	-0.40	1.22	2.15	3.27	<b>0.59997</b>
7	2	12UTC 6h	348	0.81	0.62	-0.19	0.87	1.52	2.53	<b>0.39600</b>
7	2	18UTC 6h	251	1.90	1.44	-0.46	1.88	3.61	4.57	<b>0.60987</b>
7	2	6 UTC 12h	331	2.72	2.09	-0.63	3.07	5.93	7.52	<b>0.34561</b>
7	2	18UTC 12h	256	2.92	2.26	-0.65	2.76	3.70	5.97	<b>0.52970</b>
7	2	18UTC 24h	252	5.52	4.84	-0.68	4.90	3.57	10.22	<b>0.57403</b>
7	3	0 UTC 6h	234	1.53	1.16	-0.37	1.55	4.15	4.62	<b>0.50547</b>
7	3	6 UTC 6h	212	2.01	0.66	-1.35	2.00	1.16	6.45	<b>0.32197</b>
7	3	12UTC 6h	346	1.09	0.73	-0.36	1.07	1.82	3.60	<b>0.47099</b>
7	3	18UTC 6h	318	1.40	0.55	-0.86	1.35	1.29	4.42	<b>0.46833</b>
7	3	6 UTC 12h	330	3.12	1.45	-1.67	2.82	1.39	8.99	<b>0.49194</b>
7	3	18UTC 12h	326	2.53	1.31	-1.22	2.24	1.97	6.14	<b>0.61164</b>
7	3	18UTC 24h	301	5.36	2.94	-2.42	4.29	1.66	10.53	<b>0.70134</b>
8	4	0 UTC 6h	225	1.73	1.95	0.22	1.77	1.75	4.86	<b>0.56026</b>
8	4	6 UTC 6h	205	1.90	1.83	-0.07	1.87	2.07	4.91	<b>0.53861</b>
8	4	12UTC 6h	355	1.00	1.63	0.63	1.72	4.42	3.86	<b>0.24894</b>
8	4	18UTC 6h	318	1.11	1.45	0.33	1.84	4.81	4.58	<b>0.20413</b>
8	4	6 UTC 12h	334	3.51	3.16	-0.36	3.13	1.42	6.72	<b>0.62303</b>
8	4	18UTC 12h	326	2.14	3.11	0.97	3.29	4.69	6.64	<b>0.31672</b>
8	4	18UTC 24h	298	5.64	6.65	1.01	5.21	1.67	10.07	<b>0.58887</b>
8	5	0 UTC 6h	224	1.61	1.08	-0.54	1.62	0.98	4.12	<b>0.49400</b>
8	5	6 UTC 6h	201	1.29	0.68	-0.61	1.50	3.07	4.42	<b>0.34962</b>
8	5	12UTC 6h	356	0.66	0.34	-0.32	0.71	1.52	2.59	<b>0.48144</b>
8	5	18UTC 6h	309	0.58	0.85	0.27	0.87	2.54	2.53	<b>0.45278</b>
8	5	6 UTC 12h	340	2.56	1.81	-0.75	3.14	2.65	7.88	<b>0.28792</b>
8	5	18UTC 12h	320	1.15	1.23	0.08	1.35	2.64	3.40	<b>0.52989</b>
8	5	18UTC 24h	296	3.49	3.31	-0.18	4.10	3.35	9.20	<b>0.41879</b>
8	15	0 UTC 6h	227	2.81	0.96	-1.85	2.86	1.97	26.35	<b>0.06506</b>
8	15	6 UTC 6h	204	0.60	0.57	-0.03	0.82	1.18	2.74	<b>0.28571</b>
8	15	12UTC 6h	350	0.28	1.31	1.03	1.29	10.64	3.15	<b>0.17510</b>
8	15	18UTC 6h	316	0.77	0.81	0.05	0.92	2.97	2.65	<b>0.55256</b>
8	15	6 UTC 12h	331	4.28	2.89	-1.39	4.28	2.51	22.63	<b>0.19647</b>
8	15	18UTC 12h	323	0.93	2.13	1.20	2.01	10.16	4.28	<b>0.35217</b>
8	15	18UTC 24h	298	5.08	4.97	-0.11	5.46	2.64	24.10	<b>0.17649</b>
8	16	0 UTC 6h	225	1.44	1.03	-0.41	1.37	3.93	4.94	<b>0.48421</b>
8	16	6 UTC 6h	204	0.93	0.78	-0.15	0.95	1.35	3.25	<b>0.45444</b>
8	16	12UTC 6h	357	0.93	0.88	-0.05	1.22	2.44	3.73	<b>0.39159</b>
8	16	18UTC 6h	315	1.37	1.15	-0.22	1.72	4.30	4.86	<b>0.36567</b>
8	16	6 UTC 12h	343	2.29	1.99	-0.29	2.23	3.67	5.76	<b>0.46720</b>
8	16	18UTC 12h	328	2.32	2.00	-0.32	2.68	4.21	6.63	<b>0.43548</b>
8	16	18UTC 24h	302	4.42	4.00	-0.42	4.24	5.74	9.24	<b>0.53180</b>

**Πίνακας 5: Στατιστικά αποτελέσματα για κάθε χρονικό διάστημα καταγραφών της θερμής περιόδου μελέτης**



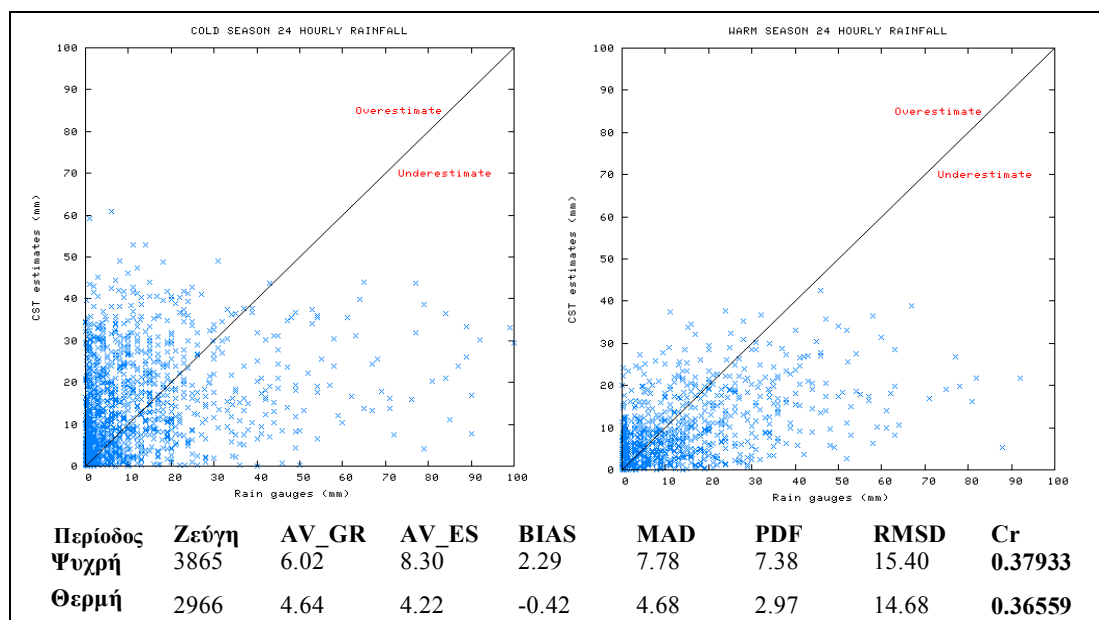
Σχήμα 6: Χωρικός μέσος για κάθε εικοσιτετράωρο της θερμής περιόδου. Μπλέ χρώμα οι μέσες τιμές των βροχόμετρων και με κόκκινο των εκτιμήσεων

Χωρικός μέσος για τη θερμή περίοδο

Χρονικό

διάστημα	Ζεύγη	AvG	AvE	BIAS	MAD	PDF	RMSD	cR
6	39	1.22	1.02	-0.20	0.42	0.38	0.58	0.41371
12	20	2.36	2.03	-0.33	0.72	0.32	0.86	0.39450
24	10	4.66	4.24	-0.42	0.84	0.17	1.06	0.49424

Πίνακας 6: Χωρικός μέσος για τη θερμή περίοδο



Σχήμα 7: Δεξιά διάγραμμα διασποράς για όλα τα εικοσιτετράωρα της ψυχρής περιόδου. Αριστερά για τη θερμή περίοδο. Κάτω πίνακας με τα στατιστικά μέτρα για τις δύο περιόδους

## ***5.2 Μεγάλης χρονικής διάρκειας με σημειακά δεδομένα***

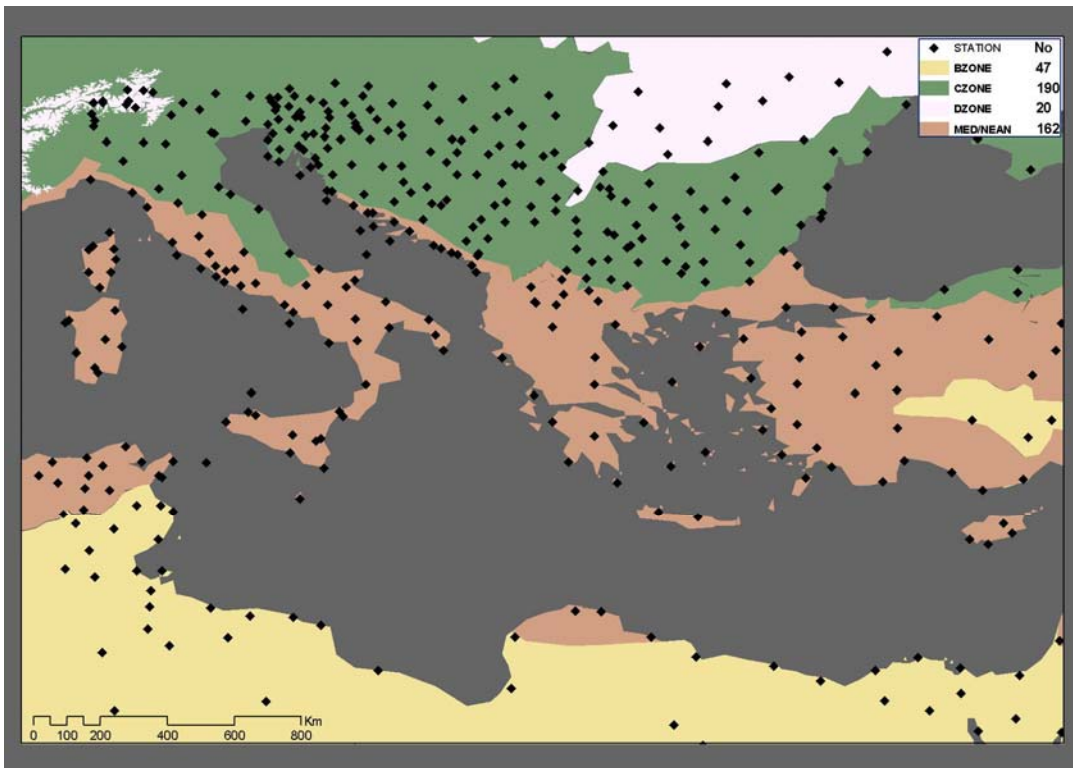
Η μελέτη σε κλιματική κλίμακα του CST MET7 με σημειακά δεδομένα έδειξε ένα ανώτερο όριο στην δυνατότητα εκτίμησης της τεχνικής. Τα αποτελέσματα στη BZONE συνολικά ήταν τα καλύτερα με συντελεστή συσχέτισης που έφτασε το 0.91 τον Αύγουστο (πίνακας). Όμως ακόμα και σε αυτή τη περίπτωση το Bias ήταν λίγο μεγαλύτερο από την μέση τιμή των σταθμών εδάφους (AvG 5.38, AvE 11.32), διαπιστώνοντας ότι η συσχέτιση εμπεριέχει μεγάλο ποσοστό υπερεκτίμησης. Φυσικά δεν πρέπει να αγνοηθεί ότι η BZONE (εικόνα 50) αποτελεί τη λιγότερο βροχοφόρα κλιματική ζώνη της περιοχής μελέτης οπότε ειδικά τον Αύγουστο τα δεδομένα έχουν πολλά ζεύγη με μικρές ή μηδενικές τιμές βροχόπτωσης. Η χειρότερη εκτίμηση φαίνεται στη κλιματική ζώνη CZONE όπου το μέγιστο της συσχέτισης φτάνει μόλις το 0,46 (πίνακας) τον Οκτώβριο. Σε όλες τις χρονικές περιόδους πλην του Οκτωβρίου και του φθινοπώρου στη CZONE οι τιμές Bias είναι μεγαλύτερες από τις μέσες τιμές των σταθμών. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι η CZONE βρίσκεται βορειότερα από τα περάσματα του TRMM. Έτσι η τεχνική δεν βαθμονομήθηκε λαμβάνοντας υποψιν τα πολύ διαφορετικά νεφικά χαρακτηριστικά από αυτά των τροπικών ζωνών.

Συνολικά για όλη τη περιοχή διαπιστώθηκε μεγάλη αστοχία τη χειμερινή περίοδο (πίνακας) αν και συνολική υπερεκτίμηση ήταν αναλογικά μικρότερη από αυτή της άνοιξης. Το χειμώνα το Bias ήταν 263,17 σε 205,01mm μέσης καταγεγραμμένης βροχόπτωσης, σε αντίθεση με την άνοιξη όπου οι αντίστοιχες τιμές ήταν 189,99 με 87,81. Η καλύτερη συσχέτιση των δεδομένων για την άνοιξη σε σχέση τον χειμώνα (0.34 και 0 .01 αντίστοιχα) εξηγείται από τα διαγράμματα διασποράς για τις δύο αυτές περιόδους (εικόνα 24). Την άνοιξη όλα σχεδόν τα σημεία των γραφημάτων βρίσκονται στην περιοχή υπερεκτίμησης, όμως έχουν μικρότερη διασπορά από τα αντίστοιχα του χειμώνα. Η καλύτερη ταύτιση των σημειακών δεδομένων φαίνεται στη CZONE για τη περίοδο του καλοκαιριού.

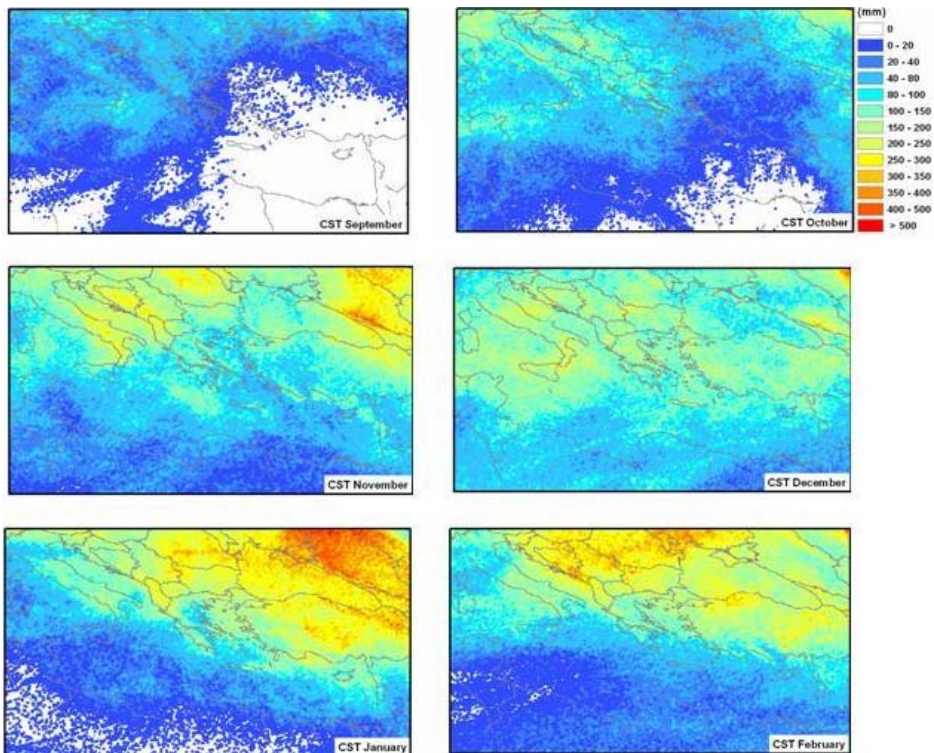
Για όλες τις χρονικές περιόδους και για όλες τις κλιματικές ζώνες ελέγχθηκε η χρονική κάλυψη των σταθμών. Φαίνεται πώς οι σταθμοί που παρέχουν συστηματικά



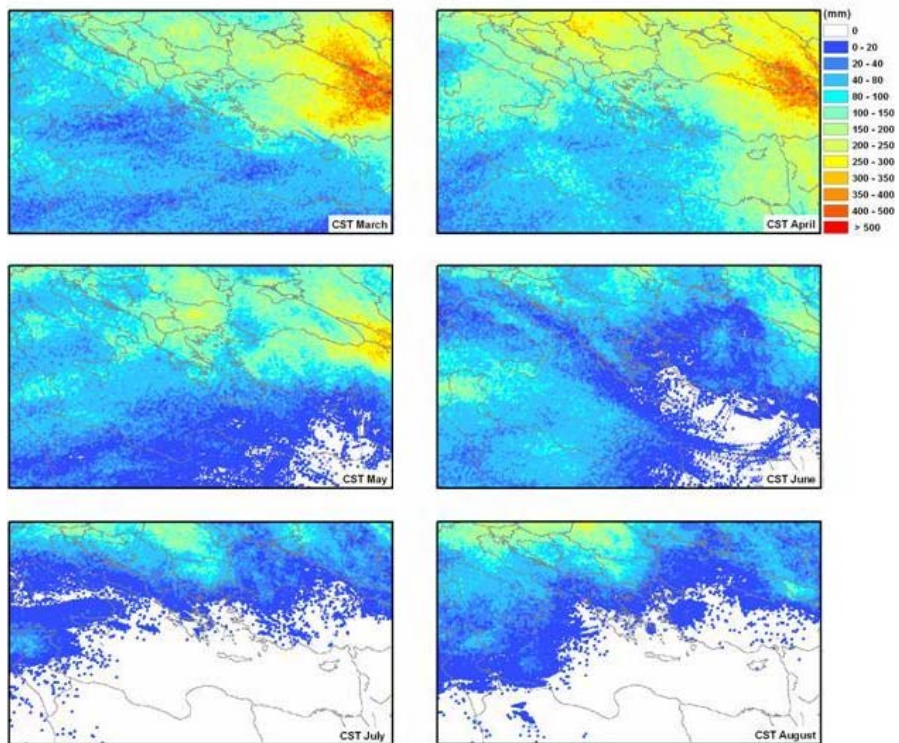
σωστές πληροφορίες δεν ξεπερνούν το 70% του συνόλου. Για αυτό ο έλεγχος της χρονικής ακρίβειας θεωρείται σημαντικός.



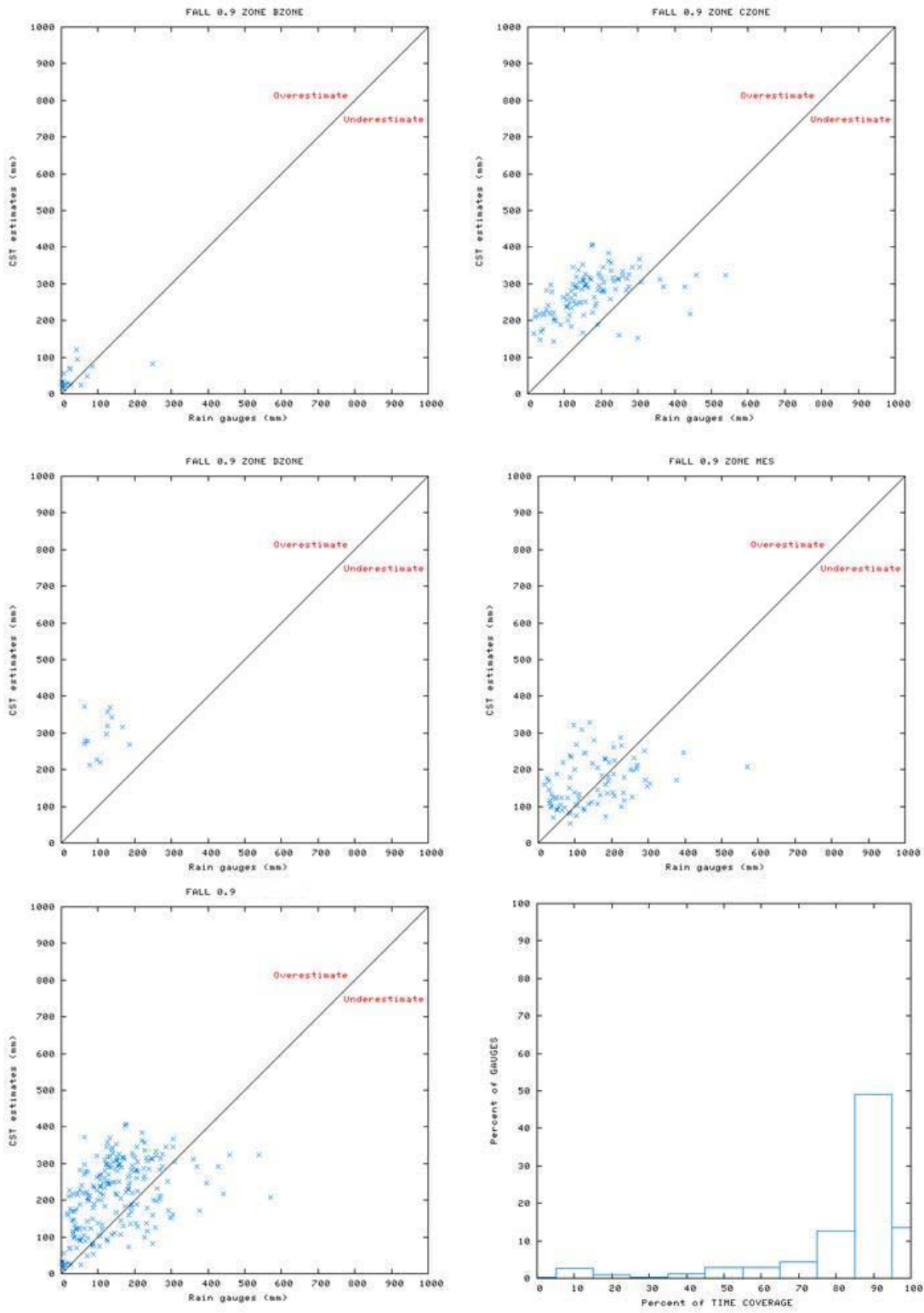
**Εικόνα 50: Κλιματικές ζώνες της περιοχής μελέτης και διαθέσιμοι σταθμοί**



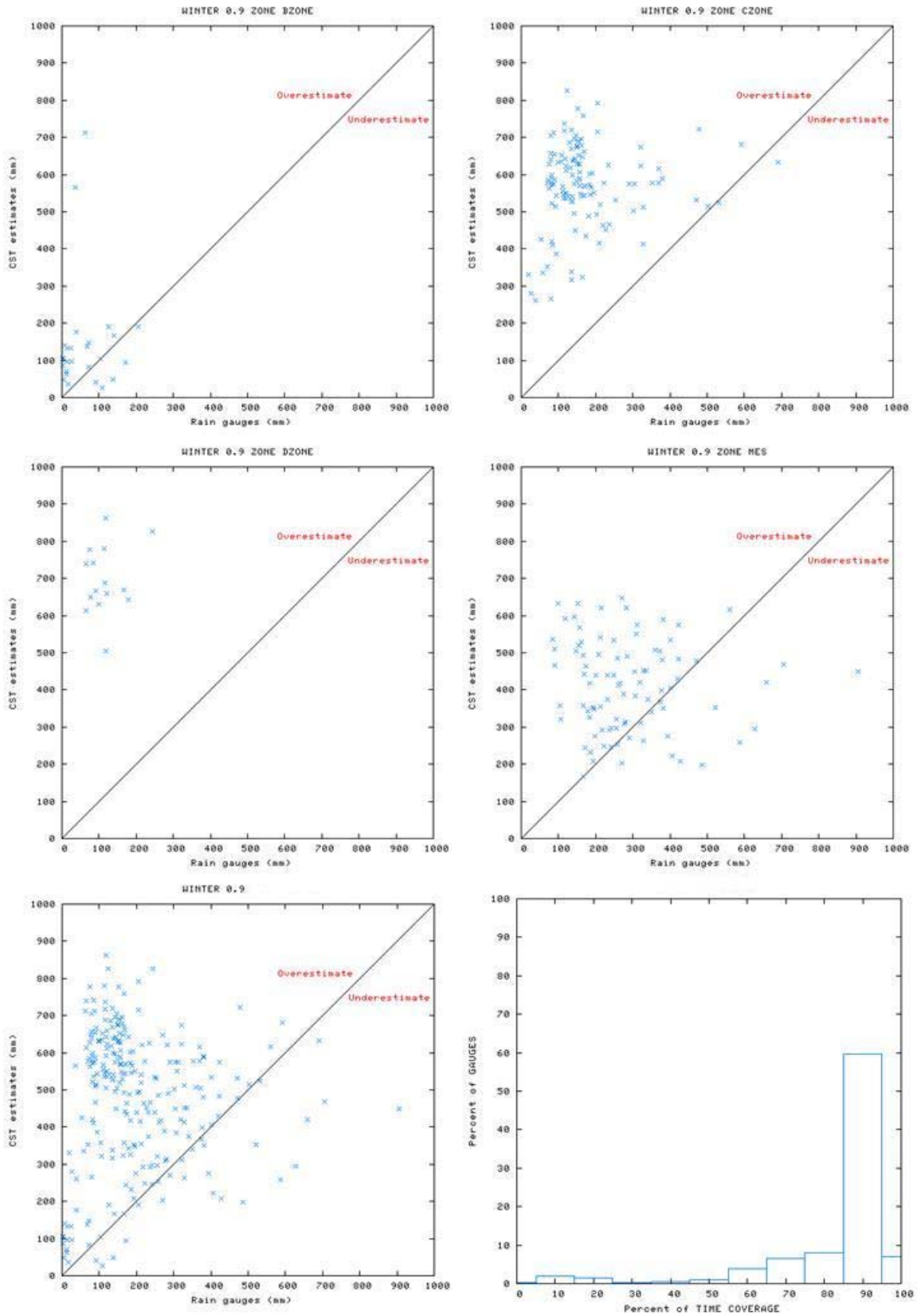
**Εικόνα 51: Μηνιαίοι χάρτες βροχόπτωσης CST MET7 για την περίοδο Σεπτεμβρίου 2004, Φεβρουαρίου 2005**



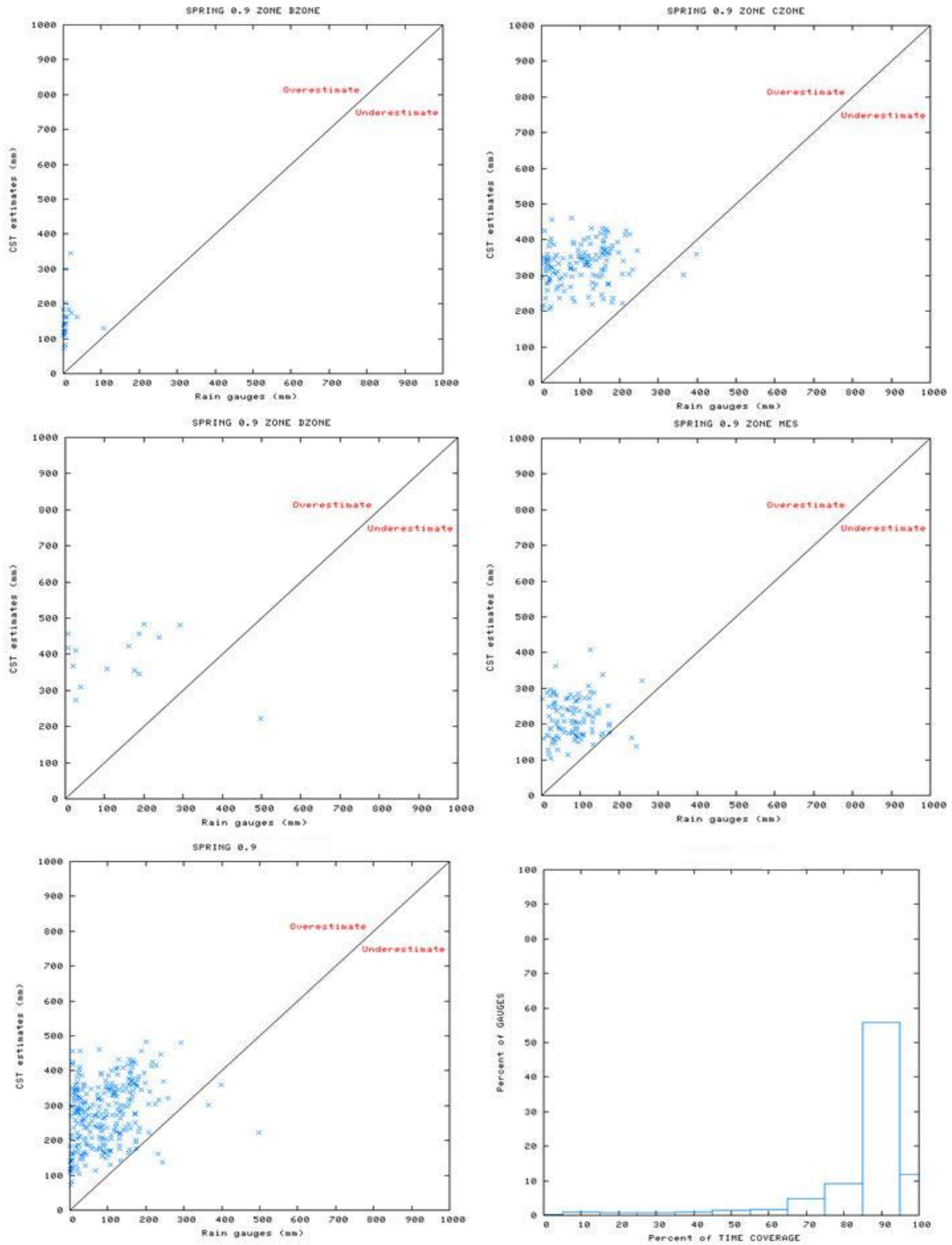
**Εικόνα 52: Μηνιαίοι χάρτες βροχόπτωσης CST MET7 για την περίοδο Μαρτίου - Αυγούστου 2005**



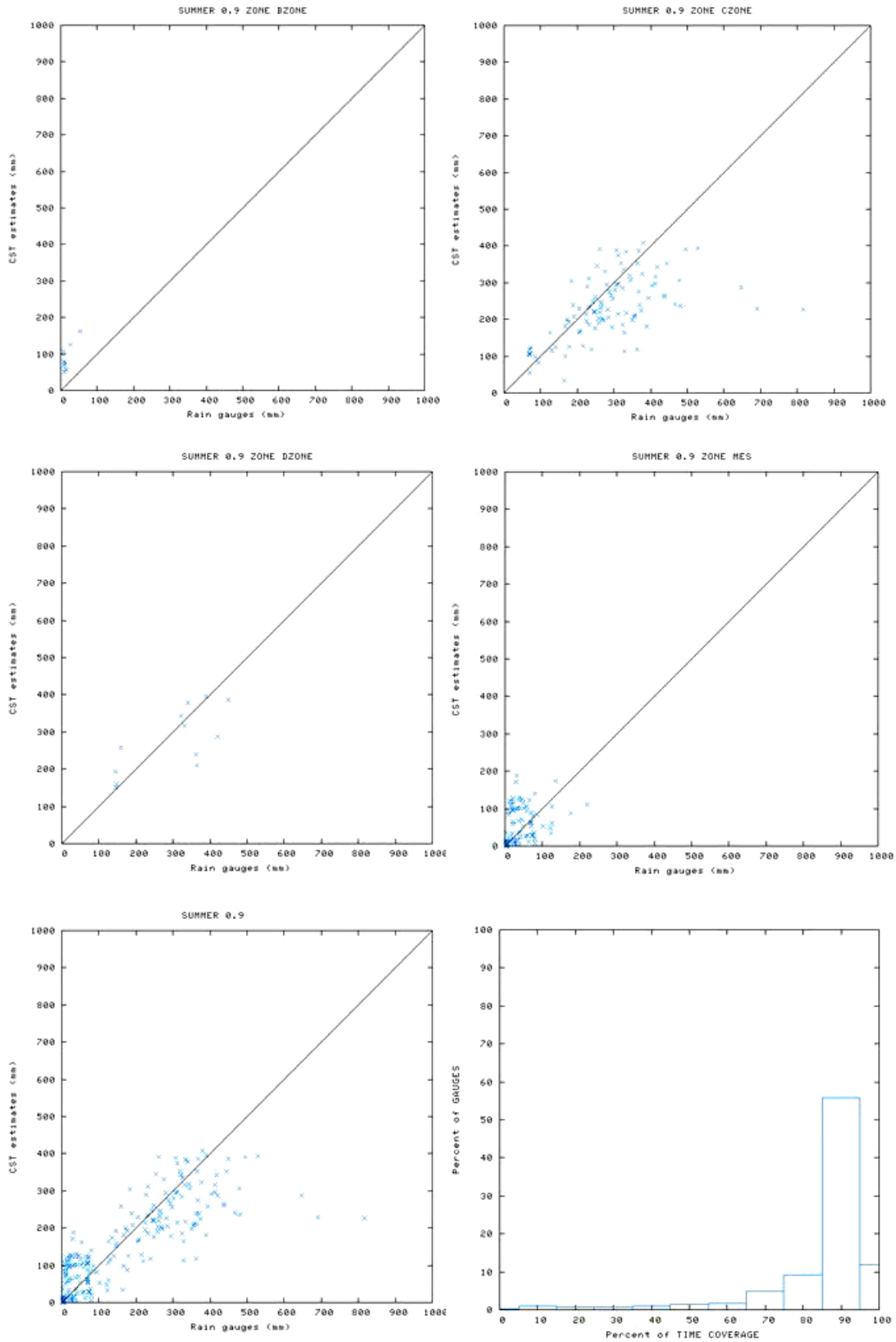
Εικόνα 53: Διαγράμματα διασποράς ανά κλιματική ζώνη και συνολικά και χρονικής κάλυψης σταθμών για το φθινόπωρο 2004



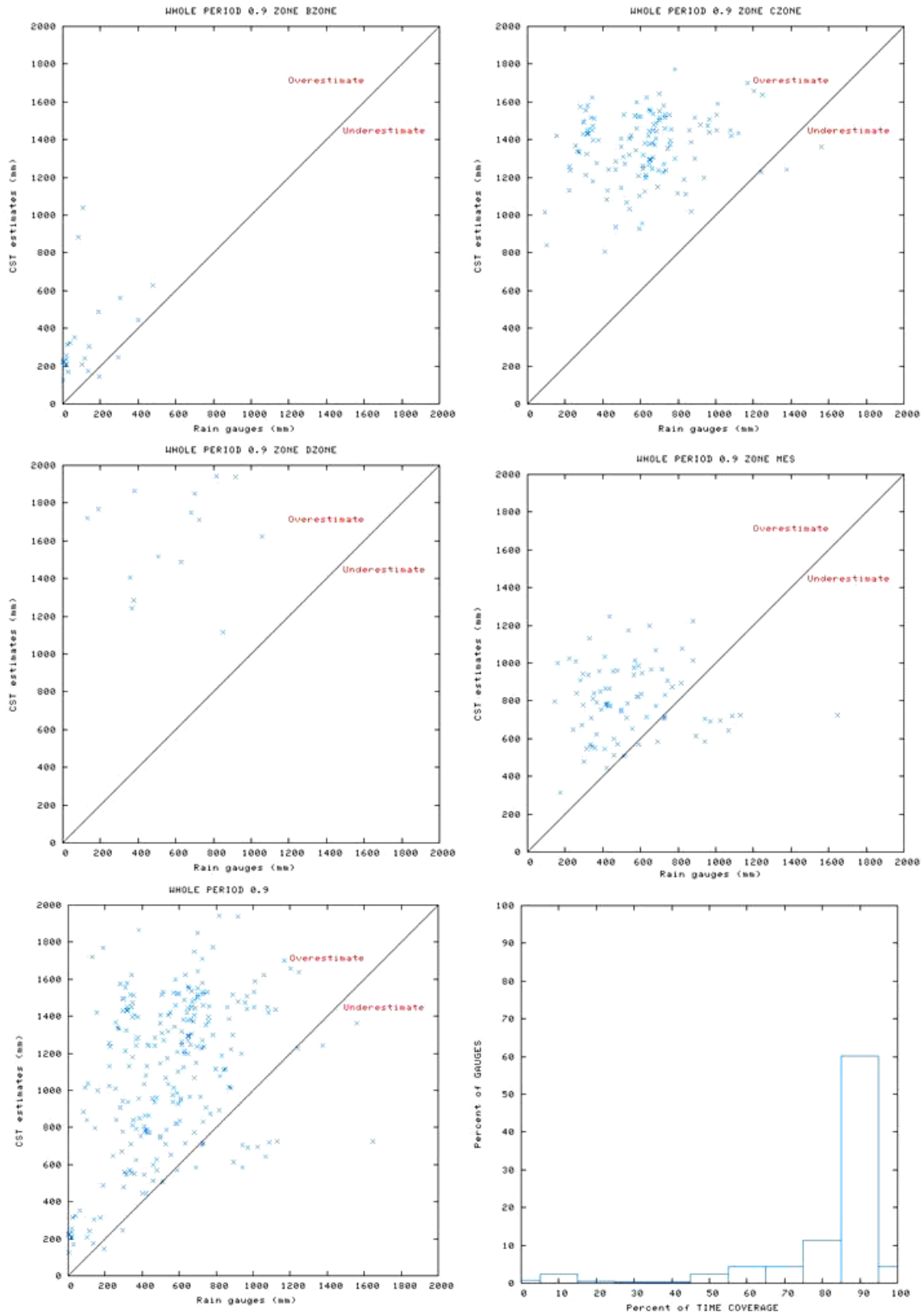
Εικόνα 54: Ομοίως αλλά για το χειμώνα 2005



Εικόνα 55: Ομοίως αλλά για την άνοιξη 2005



Εικόνα 56: Ομοίως αλλά για το καλοκαίρι 2005



Εικόνα 57: Ομοίως αλλά για το έτος 2005

Χρονική κάλυψη μεγαλύτερη ή ίση του 90% για τη ζώνη "BZONE"											
Μήνας	Ζεύγη	Min Ώρες	Max Ώρες	AvG	AvE	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr	
1	23	610	678	24.67	35.28	10.62	37.53	2.32	76.70	0.10331	
2	27	480	534	13.86	16.72	2.86	26.58	9.89	41.55	0.00732	
3	29	297	330	2.39	30.88	28.49	28.49	27.33	39.69	0.67026	
4	28	513	570	3.85	91.48	87.63	87.63	99.39	99.10	0.08136	
5	20	642	714	6.20	38.42	32.22	42.22	62.15	53.78	0.21442	
6	21	615	684	10.92	44.03	33.11	33.11	6.70	46.76	0.58362	
7	10	626	696	2.73	10.25	7.52	7.60	11.72	10.10	0.81496	
8	12	577	642	5.38	11.32	5.96	5.99	6.02	7.02	0.93667	
9	7	307	342	5.70	12.43	6.73	6.85	0.80	9.19	0.71873	
10	17	507	564	15.03	20.93	5.90	27.03	6.85	48.87	0.24515	
11	23	594	660	21.71	29.98	8.27	18.70	10.77	23.15	0.40413	
12	27	626	696	19.17	61.97	42.81	47.64	19.81	60.11	0.18008	
Έτος	26	6399	7110	123.29	358.83	235.54	243.19	9.50	314.90	0.32599	
Χειμώνας	25	2014	2238	63.28	143.71	80.43	105.96	5.29	182.38	0.04388	
Φθινόπωρο	23	1409	1566	44.39	52.22	7.83	39.97	3.67	57.09	0.60631	
Άνοιξη	27	1452	1614	10.33	150.49	140.16	140.16	68.10	152.26	0.09338	
Καλοκαίρι	19	1819	2022	13.89	54.89	41.00	41.00	4.58	58.54	0.69142	

Χρονική κάλυψη μεγαλύτερη ή ίση του 90% για τη ζώνη "CZONE"											
Μήνας	Ζεύγη	Min Ώρες	Max Ώρες	AvG	AvE	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr	
1	115	610	678	39.75	179.50	139.75	144.90	31.56	155.83	0.27756	
2	132	480	534	48.24	195.81	147.57	147.74	7.70	158.11	0.33059	
3	148	297	330	18.65	61.58	42.94	43.75	5.02	47.82	0.27155	
4	147	513	570	38.53	170.30	131.77	131.96	20.96	140.22	0.12739	
5	134	642	714	45.98	99.31	53.34	60.29	1.17	72.48	0.27858	
6	149	615	684	45.35	70.10	24.75	46.00	0.64	68.31	0.00342	
7	154	626	696	69.23	76.21	6.98	49.08	0.49	62.12	0.39832	
8	149	577	642	90.42	99.13	8.71	66.09	0.45	80.66	0.21657	
9	119	307	342	27.22	34.14	6.92	16.53	5.44	21.14	0.37633	
10	112	507	564	64.78	84.66	19.88	51.43	1.91	62.33	0.46047	
11	125	594	660	70.56	155.44	84.88	93.19	5.61	100.90	0.19796	
12	122	626	696	69.59	130.26	60.67	75.26	2.17	87.26	0.10461	
Έτος	134	6399	7110	617.36	1348.53	731.17	734.38	1.68	780.97	0.27184	
Χειμώνας	127	2014	2238	172.43	557.71	385.28	386.31	3.32	412.85	0.17030	
Φθινόπωρο	118	1409	1566	174.10	273.65	99.55	121.04	1.33	133.76	0.46677	
Άνοιξη	143	1452	1614	100.85	332.50	231.65	233.05	8.34	244.77	0.26493	
Καλοκαίρι	154	1819	2022	204.52	244.44	39.93	136.86	0.27	180.22	0.17560	

Χρονική κάλυψη μεγαλύτερη ή ίση του 90% για τη ζώνη "DZONE"											
Μήνας	Ζεύγη	Min Ώρες	Max Ώρες	AvG	AvE	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr	
1	16	610	678	41.58	256.34	214.76	214.76	6.74	217.91	0.43516	
2	15	480	534	38.96	255.95	216.99	216.99	7.05	219.23	0.27292	
3	16	297	330	11.41	56.28	44.87	44.87	8.66	48.24	0.31271	
4	16	513	570	47.27	206.83	159.56	159.56	4.08	164.24	0.59434	
5	18	642	714	76.02	121.05	45.03	91.76	1.15	126.76	0.28890	
6	20	615	684	53.66	85.08	31.42	44.78	0.29	56.30	0.06964	
7	19	626	696	66.49	88.00	21.50	60.28	0.34	76.24	0.20196	
8	19	577	642	70.28	114.33	44.05	65.04	0.35	78.91	0.42731	
9	15	307	342	25.84	38.99	13.15	14.68	1.13	17.65	0.46308	
10	15	507	564	19.28	52.58	33.30	33.33	2.39	36.04	0.67502	
11	14	594	660	70.90	213.43	142.53	142.53	2.48	150.90	0.08547	
12	15	626	696	21.89	124.86	102.98	102.98	6.20	108.13	0.00447	
Έτος	16	6399	7110	581.30	1610.35	1029.05	1029.05	2.81	1080.43	0.14206	
Χειμώνας	16	2014	2238	114.71	693.02	578.31	578.31	5.81	585.20	0.20439	
Φθινόπωρο	15	1409	1566	112.47	298.14	185.67	185.67	1.94	193.67	0.27082	
Άνοιξη	16	1452	1614	144.21	383.42	239.21	273.58	11.21	285.63	0.15004	
Καλοκαίρι	19	1819	2022	188.10	284.19	96.09	147.41	0.21	196.89	0.20565	

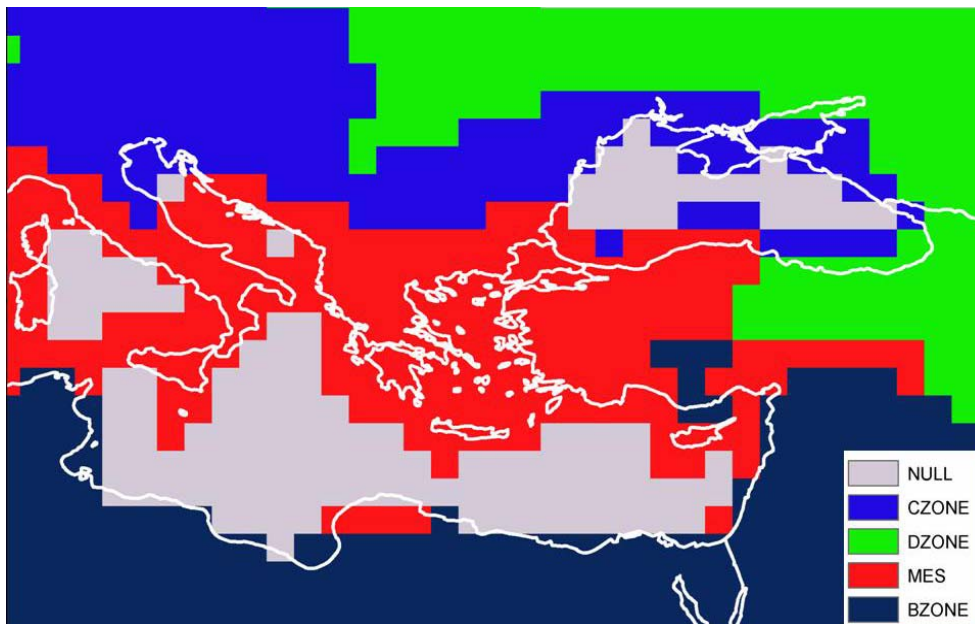


Χρονική κάλυψη μεγαλύτερη ή ίση του 90% για όλη τη περιοχή μελέτης										
Μήνας	Ζεύγη	Min Ωρες	Max Ωρες	AvG	AvE	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr
<b>1</b>	248	610	678	51.96	145.43	93.46	110.43	16.08	133.29	<b>0.10863</b>
<b>2</b>	276	480	534	57.04	150.54	93.50	108.73	5.48	130.81	<b>0.08443</b>
<b>3</b>	310	297	330	18.23	52.46	34.23	35.72	7.52	41.32	<b>0.35151</b>
<b>4</b>	310	513	570	34.16	136.76	102.60	104.89	25.31	119.02	<b>0.13973</b>
<b>5</b>	267	642	714	37.20	88.02	50.82	58.74	5.55	72.23	<b>0.30557</b>
<b>6</b>	276	615	684	33.19	58.35	25.16	39.63	4.96	58.69	<b>0.22184</b>
<b>7</b>	273	626	696	48.38	53.36	4.97	37.16	1.91	52.27	<b>0.54552</b>
<b>8</b>	258	577	642	62.27	74.05	11.78	49.57	1.23	66.98	<b>0.48265</b>
<b>9</b>	234	307	342	24.54	26.87	2.32	16.61	3.74	31.76	<b>0.32009</b>
<b>10</b>	230	507	564	44.61	64.18	19.57	39.56	5.21	51.47	<b>0.52607</b>
<b>11</b>	256	594	660	80.35	130.87	50.52	79.48	4.14	95.01	<b>0.14170</b>
<b>12</b>	258	626	696	78.46	125.38	46.92	67.13	3.95	82.30	<b>0.33597</b>
<b>Έτος</b>	267	6399	7110	541.68	1079.39	537.71	571.30	2.24	665.14	<b>0.41516</b>
<b>Χειμώνας</b>	270	2014	2238	205.01	468.18	263.17	296.46	2.75	353.17	<b>0.01283</b>
<b>Φθινόπωρο</b>	251	1409	1566	151.99	214.19	62.19	100.67	1.40	120.36	<b>0.44362</b>
<b>Άνοιξη</b>	285	1452	1614	87.81	277.81	189.99	193.86	12.36	212.40	<b>0.34801</b>
<b>Καλοκαίρι</b>	288	1819	2022	135.49	175.24	39.75	102.59	1.73	147.25	<b>0.49748</b>

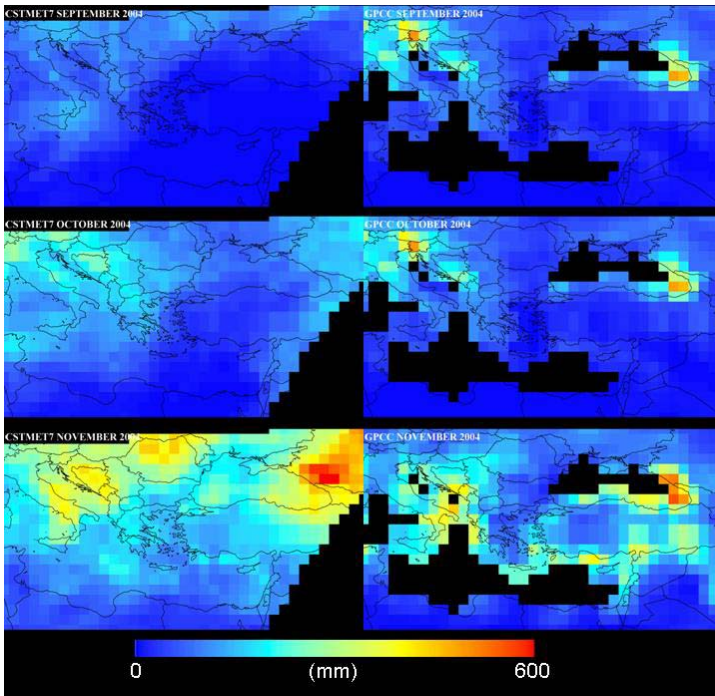
### 5.3 Μεγάλης χρονικής διάρκειας με ψηφιδωτά δεδομένα GPCC

Τα αποτελέσματα με βάση τα ψηφιδωτά δεδομένα GPCC παρουσιάζουν την ίδια συμπεριφορά με τα σημειακά δεδομένα. Βασική διαφορά τους όμως είναι η καλύτερη συσχέτιση που παρατηρείται στο μεγαλύτερο μέρος των αποτελεσμάτων. (πίνακες κεφαλαίου). Αυτό οφείλεται κυρίως στην μεγαλύτερη χωρική κλίμακα των δεδομένων GPCC -1°- η οποία εξομαλύνει αρκετά τα αποτελέσματα του CST MET7. Η δυνατότητα χαρτογράφησης των δεδομένων GPCC σε αντίθεση με τα σημειακά δεδομένα (εξαιτίας των μεγάλων σφαλμάτων των ντετερμινιστικών μεθόδων χωρικής παρεμβολής) προσφέρει την δυνατότητα ποιοτικής σύγκρισης των αποτελεσμάτων. Στους χάρτες 28 – 33 βλέπουμε την υπερεκτίμηση του CST MET7.

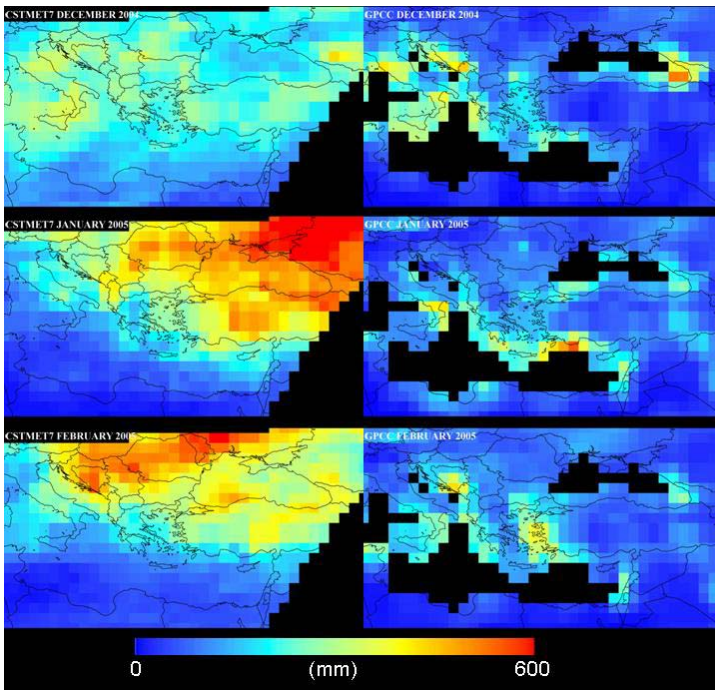
Ειδικότερα τους καλοκαιρινούς μήνες καθώς και τον Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, φαίνεται η ταύτιση των δύο δεδομένων ως προς τις βροχοφόρες περιοχές. Όμως σε αυτούς τους μήνες διαγράφεται καθαρά η αποτυχία του CST MET7 να εκτιμήσει σωστά μεγάλες τιμές βροχόπτωσης. Το γεγονός ενισχύεται και από τα αποτελέσματα στους πίνακες 7, όπου οι τιμές των στατιστικών μεγεθών αγγίζουν το ιδανικό. Άρα ο αλγόριθμος αναγνωρίζει τις περιοχές βροχόπτωσης στη χωρική κλίμακα της 1° σε τιμές βροχόπτωσης μεγαλύτερες του ελάχιστου κατωφλιού.



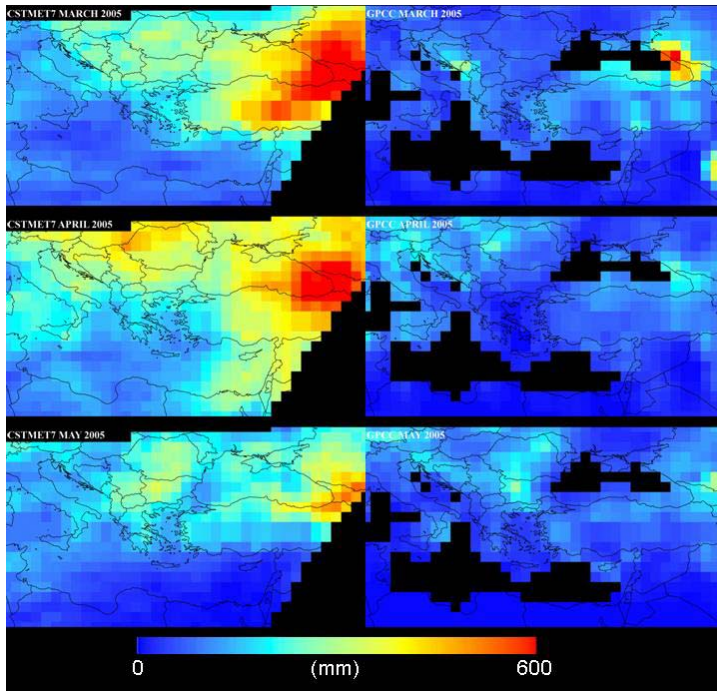
Εικόνα 58: Κλιματικές ζώνες στο κάναβο του GPCC με χωρική ανάλυση 1°



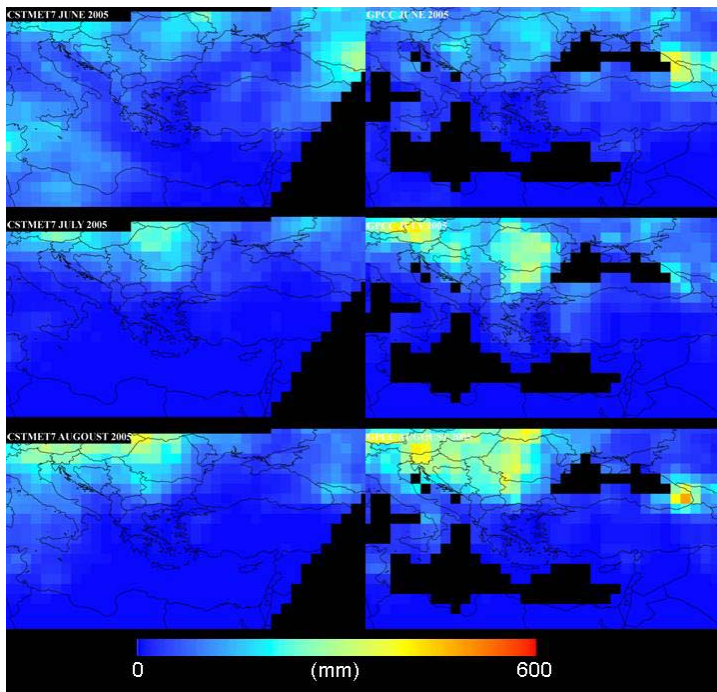
**Εικόνα 59:** Αριστερά χάρτες CST MET7 και δεξιά GPCC, με κοινή χωρική ανάλυση για τους Φθινοπωρινούς μήνες



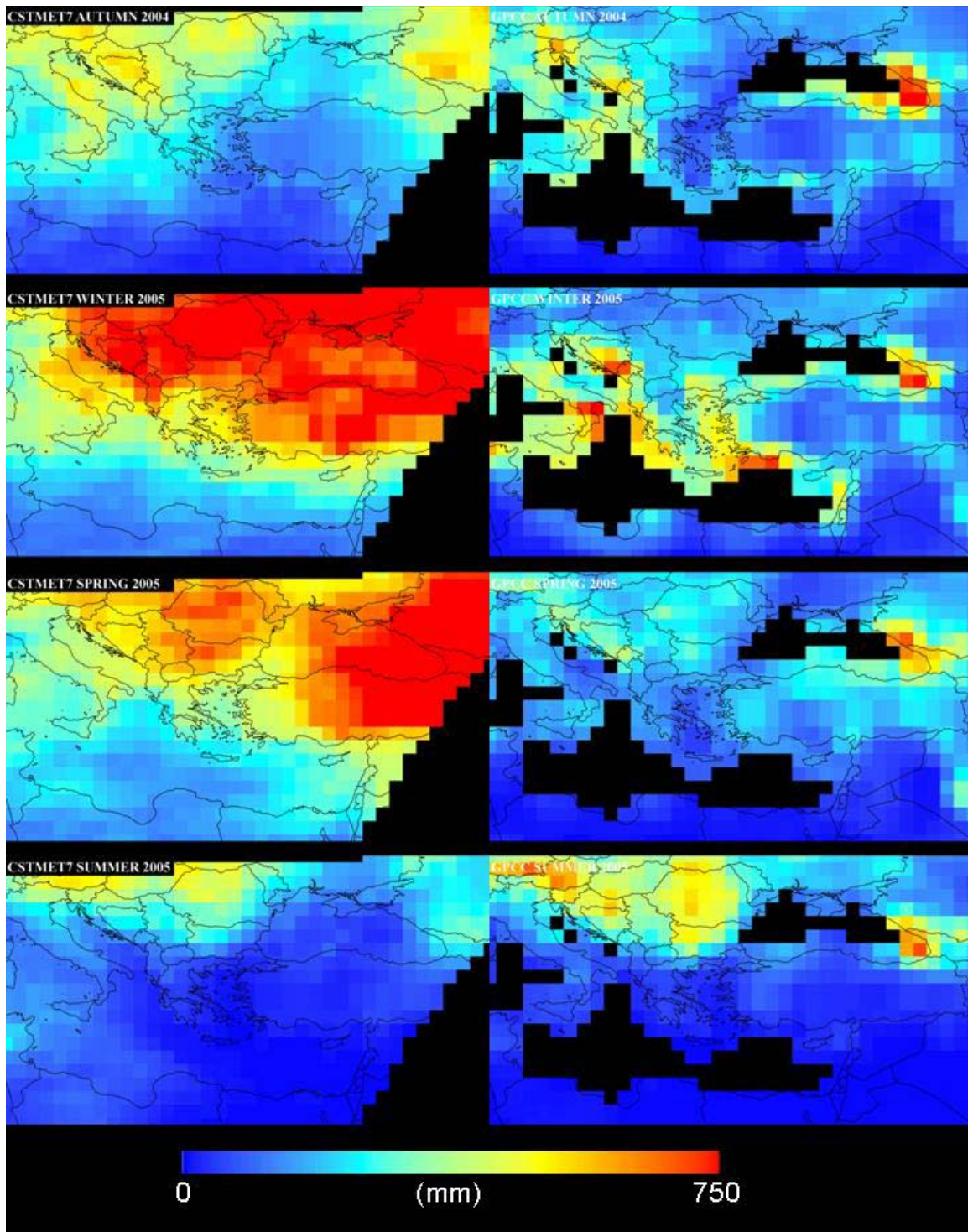
**Εικόνα 60:** Ομοίως με προηγούμενη εικόνα αλλά για τους χειμερινούς μήνες



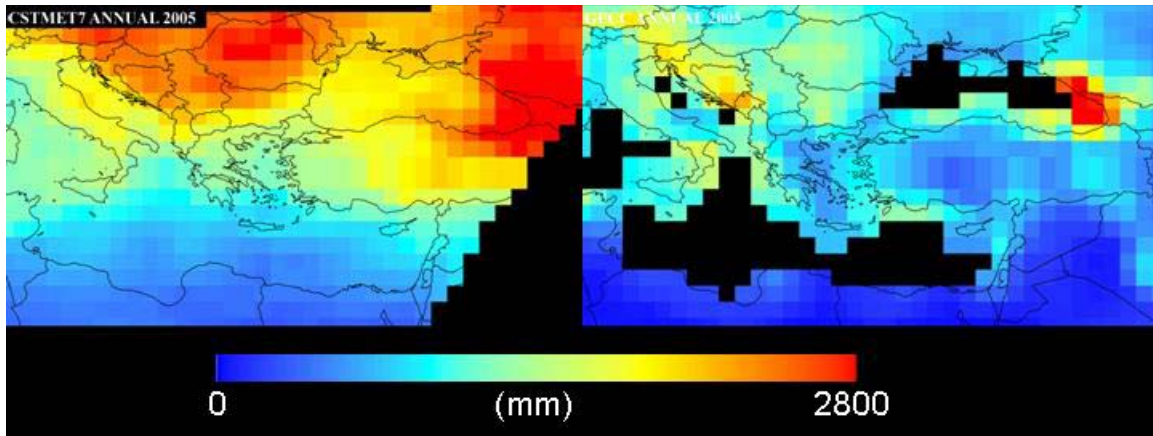
Εικόνα 61: Ομοίως με προηγούμενη εικόνα αλλά για τους ανοιξιάτικους μήνες



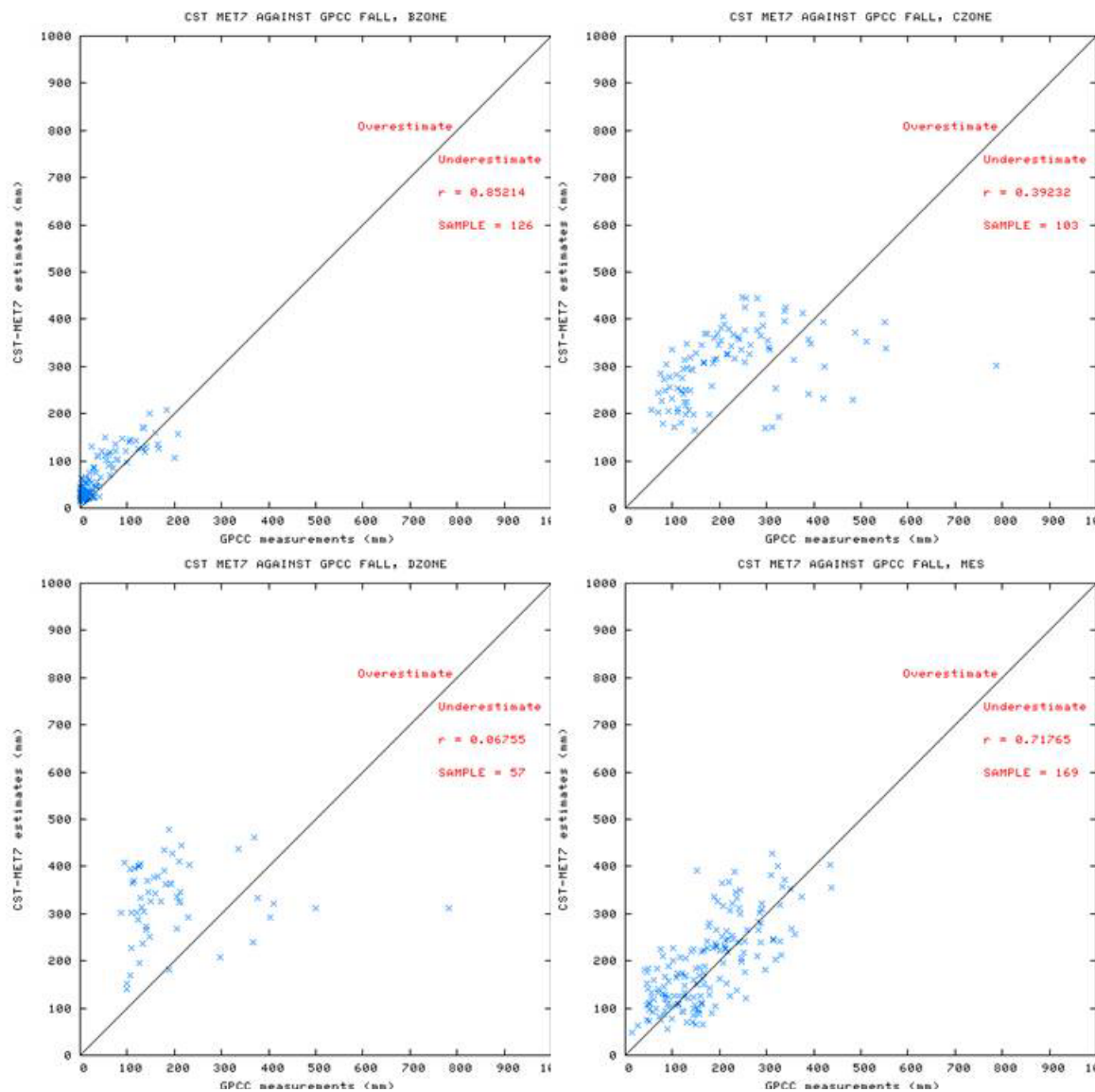
Εικόνα 62: Ομοίως με προηγούμενη εικόνα αλλά για τους καλοκαιρινούς μήνες



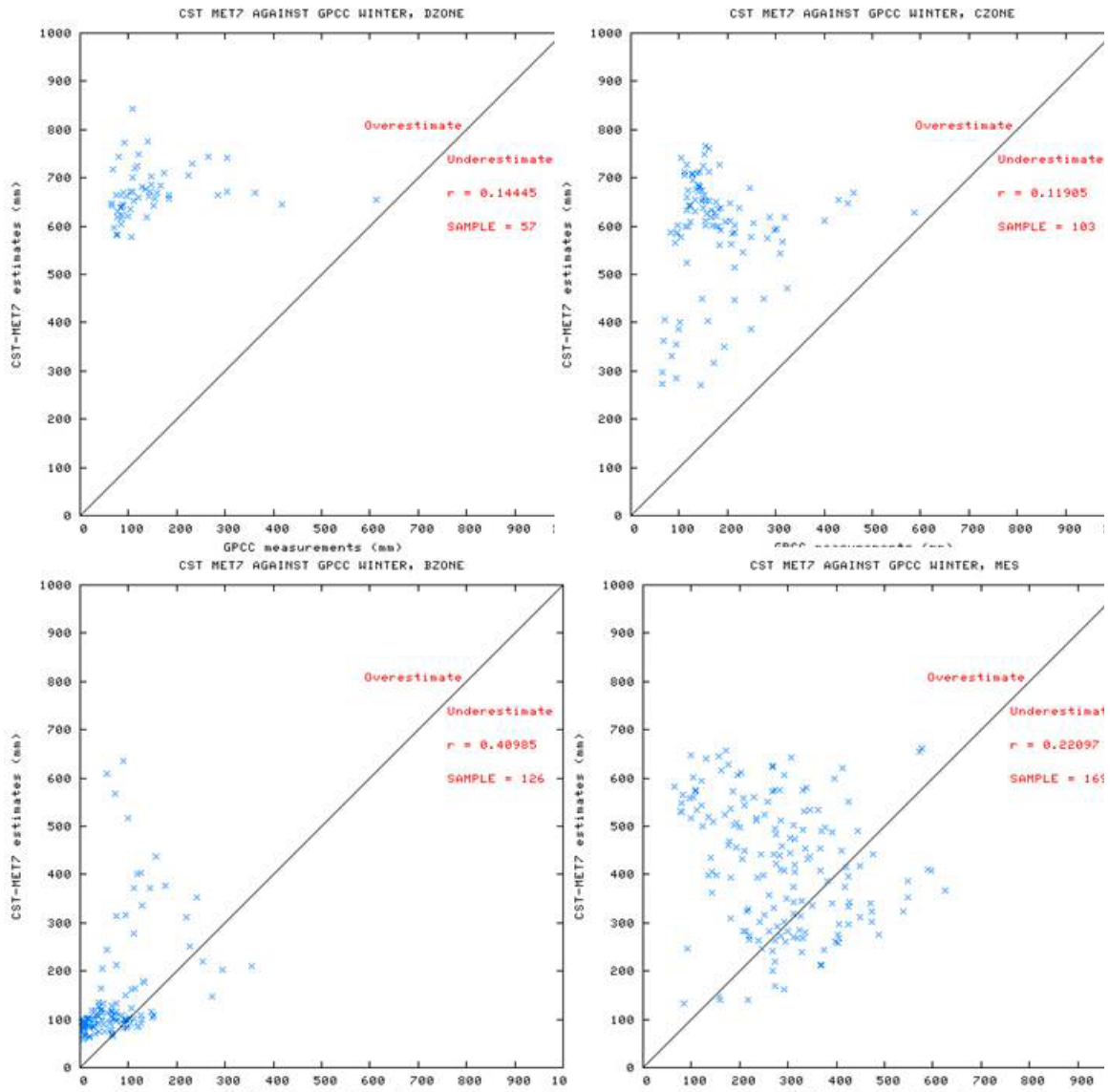
Εικόνα 63: Ομοίως με προηγούμενη εικόνα αλλά για τους κάθε εποχή



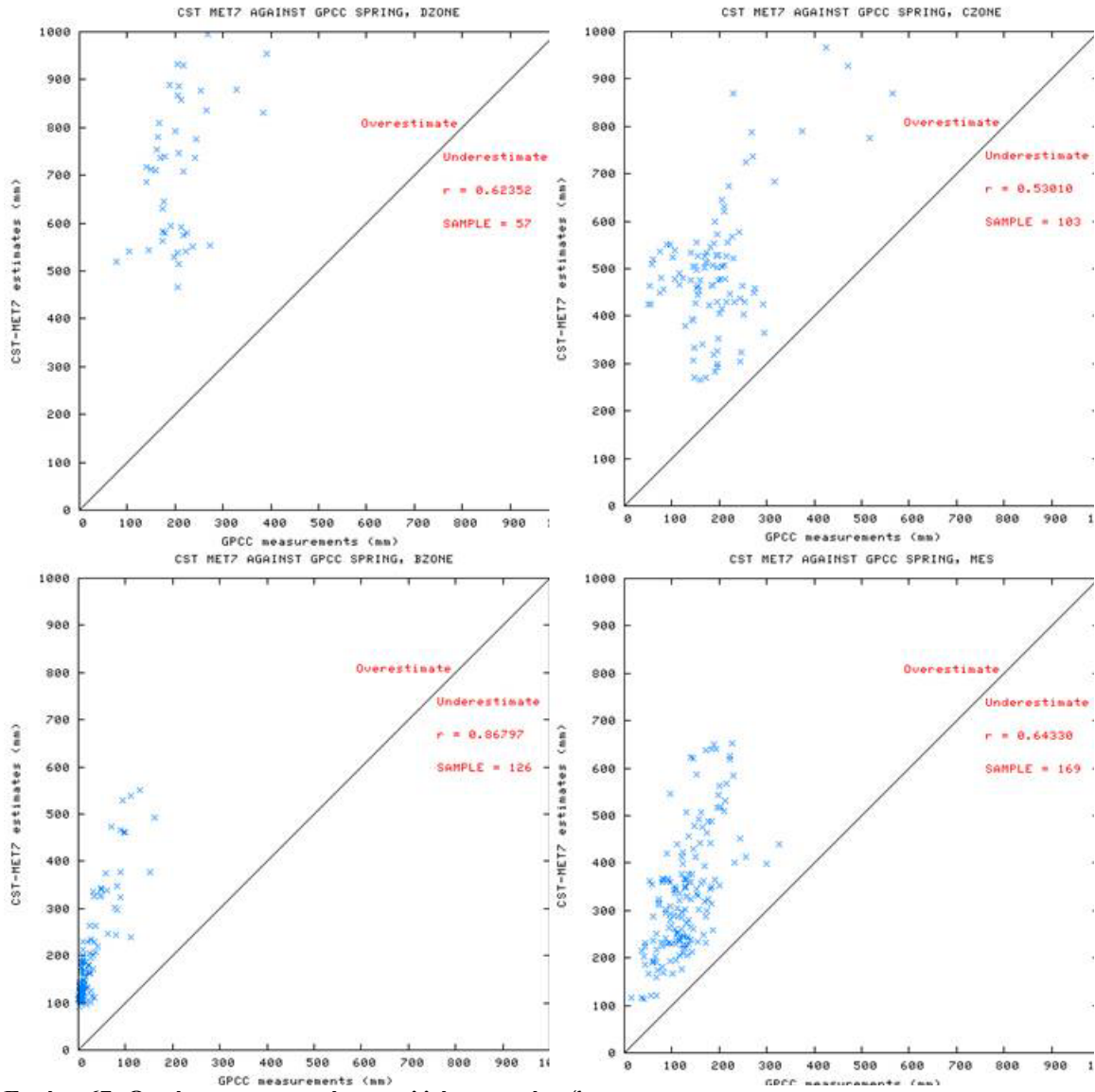
Εικόνα 64: Ομοίως με προηγούμενη εικόνα αλλά για το έτος 2005



Εικόνα 65: Διαγράμμα διασποράς για το φθινόπωρο. Πάνω αριστερά BZONE, πάνω δεξιά CZONE, κάτω αριστερά DZONE, κάτω δεξιά Mes

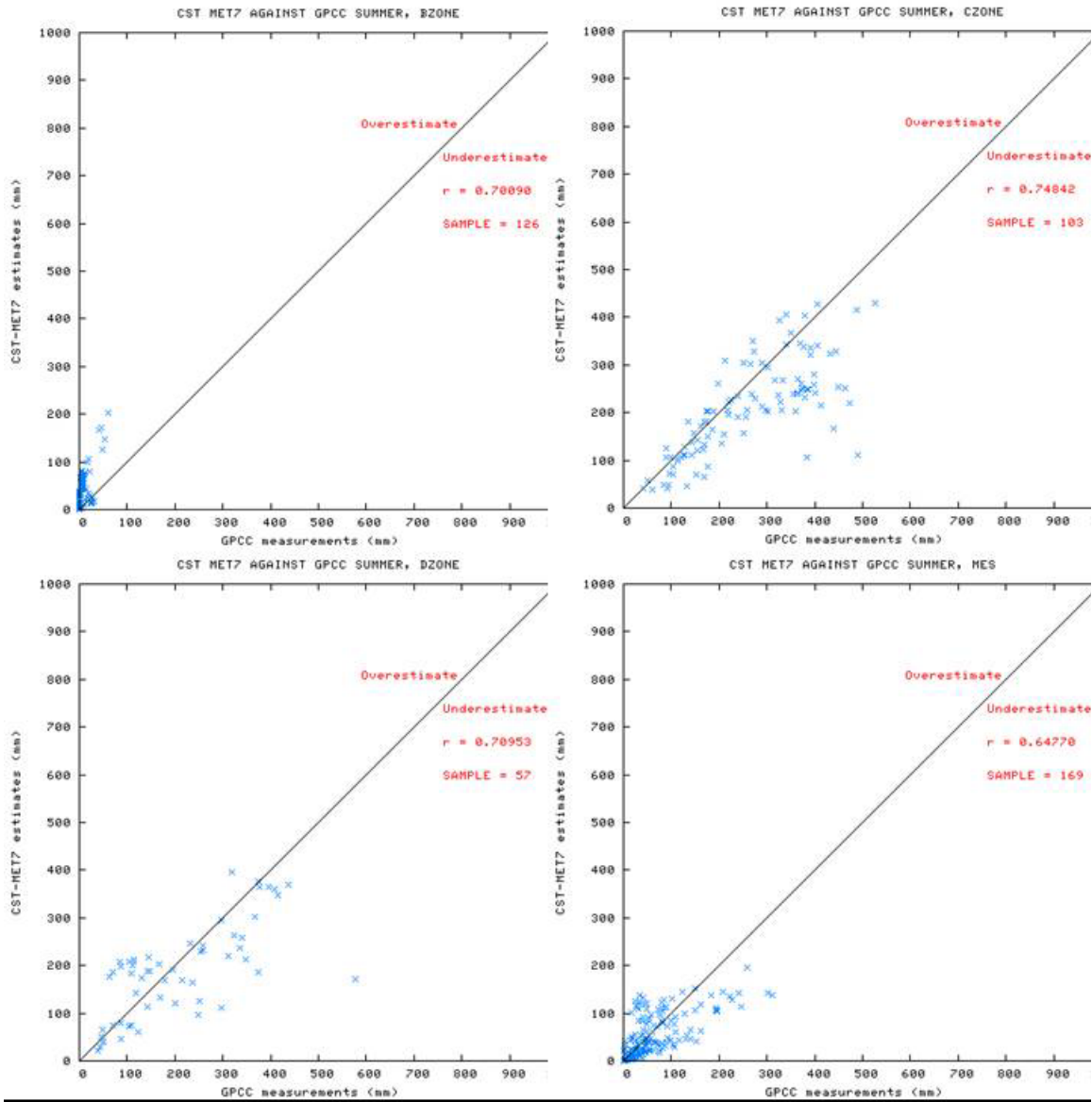


Εικόνα 66: Ομοίως με προηγούμενη αλλά για το χειμώνα

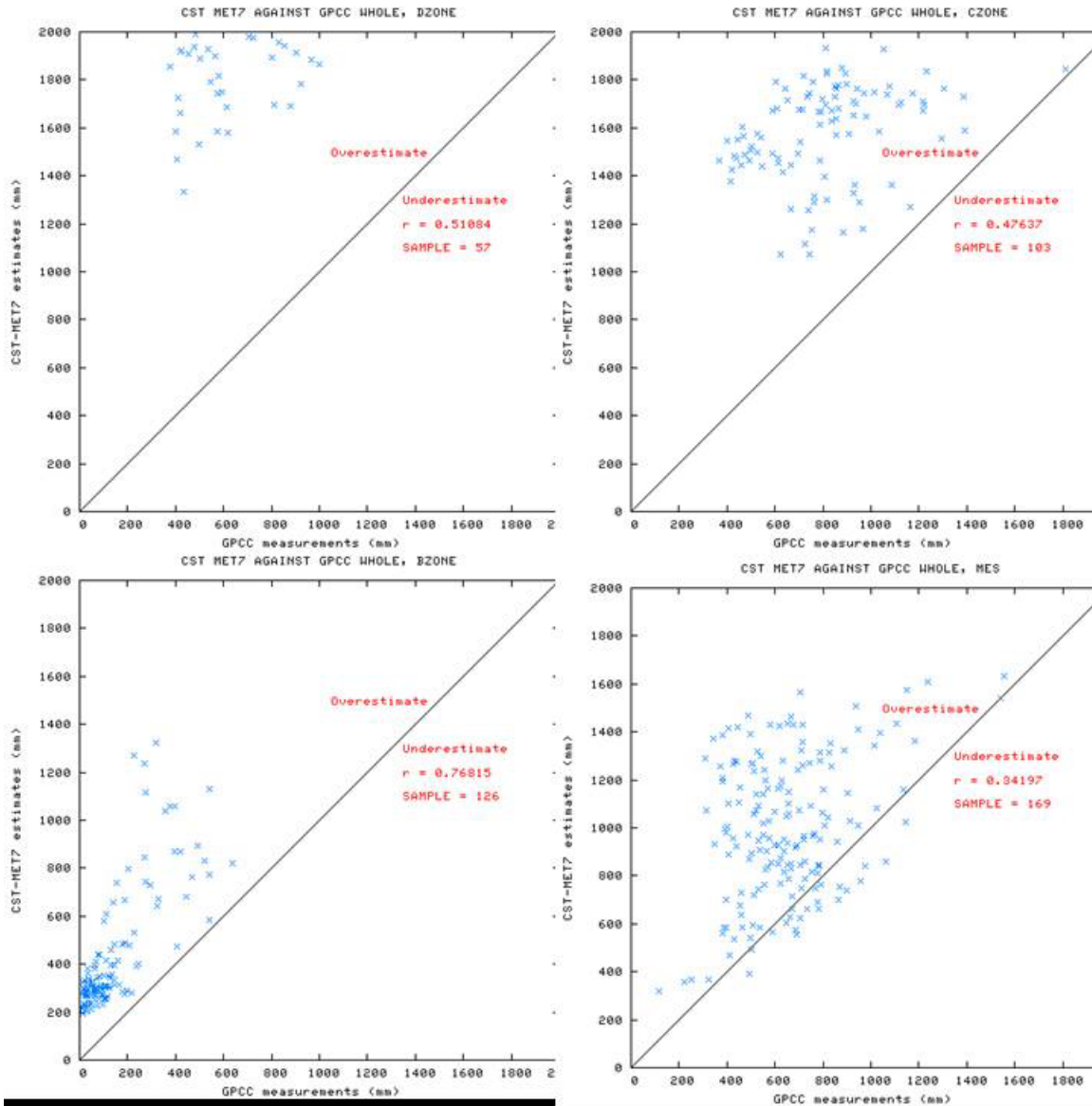


Εικόνα 67: Ομοίως με προηγούμενη αλλά για το άνοιξη





Εικόνα 68: Ομοίως με προηγούμενη αλλά για το καλοκαίρι



Εικόνα 69: Ομοίως με προηγούμενη αλλά για το έτος

Περίοδος	Ζώνη	Ζεύγη	AvG	AvC	BIAS	MAD	PDF	RMSD	Cr
Σεπτέμβριος	CZONE	103	53,17	47,34	-5,82	22,67	0,44	37,04	<b>0,0146</b>
Σεπτέμβριος	DZONE	57	51,71	25,56	-26,14	31,71	0,59	49,07	0,08182
Σεπτέμβριος	MES	169	28,29	21,15	-7,14	10,48	1,6	17,99	<b>0,8337</b>
Σεπτέμβριος	BZONE	126	2,62	2,83	0,21	1,38	12,06	3,24	<b>0,9348</b>
Οκτώβριος	CZONE	103	75,81	87,34	11,53	43,16	0,91	54,38	0,44469
Οκτώβριος	DZONE	57	55,15	74,27	19,13	42,15	0,97	51,5	0,10654
Οκτώβριος	MES	169	37,08	58,48	21,4	27,44	1,92	35,41	0,66767
Οκτώβριος	BZONE	126	3,04	19,83	16,79	16,85	74,15	26,51	0,79793
Νοέμβριος	CZONE	103	92,3	170,2	77,9	83,39	1,52	91,37	0,61691
Νοέμβριος	DZONE	57	89,84	228,57	138,73	141,3	2,34	158,7	0,01991
Νοέμβριος	MES	169	106,35	112,72	6,36	42,27	0,57	51,7	0,44693
Νοέμβριος	BZONE	126	32,1	40,95	8,85	22,63	6,79	28,13	<b>0,8125</b>
Δεκέμβριος	CZONE	103	71,67	131,21	59,54	70,4	1,52	79,18	0,16205
Δεκέμβριος	DZONE	57	56,61	142,07	85,46	95,52	3,21	105,4	0,09358
Δεκέμβριος	MES	169	97,25	137,22	39,97	53,35	1,38	65,18	0,42029
Δεκέμβριος	BZONE	126	16,1	69,24	53,14	53,14	16,45	59,57	0,4512
Ιανουάριος	CZONE	103	51,36	231,99	180,63	180,63	5	193,66	0,46568
Ιανουάριος	DZONE	57	47,97	310,64	262,67	262,67	6,73	266,91	0,11624
Ιανουάριος	MES	169	92,87	146,04	53,16	86,23	1,5	105,75	0,06545
Ιανουάριος	BZONE	126	34,59	37,26	2,67	33,38	2,69	57,43	0,34813
Φεβρουάριος	CZONE	103	55,56	227,32	171,76	171,76	3,96	180,67	0,42387
Φεβρουάριος	DZONE	57	41,48	217,67	176,19	176,19	5,54	181,22	0,41265
Φεβρουάριος	MES	169	93,12	137,23	44,11	73,58	1,18	90,33	0,0215
Φεβρουάριος	BZONE	126	21,29	40,07	18,78	26,19	2,81	39,85	0,39854
Μάρτιος	CZONE	103	62,45	162,9	100,45	101,3	2,46	108,4	0,7948
Μάρτιος	DZONE	57	85,25	294,93	209,68	209,68	3,11	220,99	0,61689
Μάρτιος	MES	169	53,06	116,69	63,63	65,33	1,44	82,74	0,54425
Μάρτιος	BZONE	126	13,03	65,25	52,22	52,22	9,45	65,63	0,77073
Απρίλιος	CZONE	103	64,63	209,39	144,76	144,76	3,31	154,32	0,15776
Απρίλιος	DZONE	57	67,62	291,28	223,66	223,66	4	229,88	0,53897
Απρίλιος	MES	169	39,75	132,47	92,72	93,04	6,34	103,1	0,42853
Απρίλιος	BZONE	126	9,25	105,8	96,54	96,54	<b>402,59</b>	108,84	0,59428
Μάιος	CZONE	103	64,83	125,75	60,92	61,88	1,45	72,6	0,26868
Μάιος	DZONE	57	77,42	193,45	116,02	116,02	1,84	125,28	0,50959
Μάιος	MES	169	35,63	83,87	48,24	51,31	2,11	57,68	0,56254
Μάιος	BZONE	126	3,53	21,15	17,62	18,57	217,71	27,99	0,41083
Ιούνιος	CZONE	103	68,03	67,83	<b>-0,2</b>	22,72	0,37	32,72	0,4519
Ιούνιος	DZONE	57	77,5	89,32	11,81	27,8	0,52	37,36	0,55434
Ιούνιος	MES	169	20,88	29,8	8,92	17,62	22,84	25,15	0,32001
Ιούνιος	BZONE	126	4,2	29,07	24,88	25,46	77,22	38,1	0,4157
Ιούλιος	CZONE	103	87,69	59,92	-27,78	30,81	0,35	40,87	<b>0,8164</b>
Ιούλιος	DZONE	57	59,11	43,2	-15,91	20,03	0,46	26,57	<b>0,8716</b>
Ιούλιος	MES	169	20,64	8,04	-12,61	13,7	0,84	21,35	<b>0,8324</b>
Ιούλιος	BZONE	126	0,36	0,91	0,55	<b>0,92</b>	3,5	3,54	0,47046
Αύγουστος	CZONE	103	106,48	80,9	-25,58	34,87	0,38	46,97	0,7737
Αύγουστος	DZONE	57	68,72	53,66	-15,06	34,41	0,92	48,85	0,69409
Αύγουστος	MES	169	22,16	16,92	-5,25	11,85	0,7	18,88	0,77142
Αύγουστος	BZONE	126	2,33	1,93	-0,4	1,06	1,97	<b>2,94</b>	<b>0,9185</b>
Φθινόπωρο	CZONE	103	221,28	304,88	83,61	131,29	0,83	145,93	0,39232
Φθινόπωρο	DZONE	57	196,69	328,4	131,71	171,42	1,11	190,93	0,06755
Φθινόπωρο	MES	169	171,72	192,35	20,62	56,33	0,48	70,01	0,71765
Φθινόπωρο	BZONE	126	37,75	63,61	25,86	30,35	6,74	36,58	<b>0,8521</b>
Χειμώνας	CZONE	103	178,58	590,51	411,93	411,93	2,88	434,37	0,11905
Χειμώνας	DZONE	57	146,07	670,39	524,32	524,32	4,83	534,47	0,14445
Χειμώνας	MES	169	283,24	420,49	137,25	190,86	1,09	239,8	0,22097
Χειμώνας	BZONE	126	71,97	146,57	74,59	85,96	3,13	129,12	0,40985
Άνοιξη	CZONE	103	191,91	498,04	306,13	306,13	2,08	327,29	0,5301
Άνοιξη	DZONE	57	230,29	779,66	549,36	549,36	2,61	570,74	0,62352
Άνοιξη	MES	169	128,44	333,03	204,59	204,59	1,82	228,26	0,6433
Άνοιξη	BZONE	126	25,81	192,19	166,38	166,38	18,14	184,66	<b>0,868</b>
Καλοκαίρι	CZONE	103	262,2	208,64	-53,56	69,4	<b>0,25</b>	96,71	0,74842
Καλοκαίρι	DZONE	57	205,33	186,17	-19,16	64,91	0,4	91,75	0,70953
Καλοκαίρι	MES	169	63,69	54,76	-8,93	34,44	1,45	48	0,6477
Καλοκαίρι	BZONE	126	6,89	31,91	25,03	26,33	66,89	40,04	0,7009
Έτος	CZONE	103	853,98	1602,08	748,1	753,54	1,09	805,32	0,47637
Έτος	DZONE	57	778,38	1964,61	<b>1186,2</b>	<b>1195,3</b>	1,89	<b>1229,7</b>	0,51084
Έτος	MES	169	647,09	1000,62	353,53	376,74	0,71	465,14	0,34197
Έτος	BZONE	126	142,42	434,28	291,86	291,86	4,94	339,26	0,76815

Πίνακας 7: Στατιστικά μεγέθη εγγύτητας ανά χρονική περίοδο και κλιματική ζώνη μεταξύ CST MET7 και GPCC

Ακολουθούν τα αποτελέσματα της ποιοτικής σύγκρισης (πίνακας πιθανότητας – contingency table) για κάθε χρονική περίοδο για κάθε κλιματική ζώνη και για δύο κατώφλια βροχόπτωσης με βάση τα δεδομένα GPCC.

Σεπτέμβριος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>24.73 mm	79.0	3.0	7.0	14.0	103	0.849	0.925	0.081	0.79000
	>73.55 mm	7.0	76.0	6.0	14.0	103	0.333	0.619	0.462	0.25926
<b>DZONE</b>	>14.13 mm	35.0	7.0	1.0	14.0	57	0.714	0.735	0.028	0.70000
	>67.00 mm	0.0	39.0	3.0	15.0	57	0.000	0.200	1.000	0.00000
<b>MES</b>	>0.18 mm	129.0	14.0	14.0	12.0	169	0.915	1.014	0.098	0.83226
	>57.35 mm	10.0	131.0	6.0	22.0	169	0.312	0.500	0.375	0.26316
<b>BZONE</b>		RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
	>0.03 mm	42.0	43.0	24.0	17.0	126	0.712	1.119	0.364	0.50602
	>5.20 mm	11.0	107.0	6.0	2.0	126	0.846	1.308	0.353	0.57895

Οκτώβριος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>19.59 mm	92.0	0.0	11.0	0.0	103	1.000	1.120	0.107	0.89320
	>114.63 mm	9.0	63.0	19.0	12.0	103	0.429	1.333	0.679	0.22500
<b>DZONE</b>	>23.74 mm	51.0	3.0	2.0	1.0	57	0.981	1.019	0.038	0.94444
	>54.22 mm	13.0	8.0	33.0	3.0	57	0.812	2.875	0.717	0.26531
<b>MES</b>	>6.89 mm	148.0	1.0	19.0	1.0	169	0.993	1.121	0.114	0.88095
	>59.39 mm	31.0	80.0	56.0	2.0	169	0.939	2.636	0.644	0.34831
<b>BZONE</b>		RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
	>0.06 mm	57.0	6.0	63.0	0.0	126	1.000	2.105	0.525	0.47500
	>11.82 mm	11.0	71.0	43.0	1.0	126	0.917	4.500	0.796	0.20000

Νοέμβριος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>36.97 mm	92.0	0.0	11.0	0.0	103	1.000	1.120	0.107	0.89320
	>117.45 mm	21.0	8.0	74.0	0.0	103	1.000	4.524	0.779	0.22105
<b>DZONE</b>	>32.83 mm	55.0	0.0	2.0	0.0	57	1.000	1.036	0.035	0.96491
	>94.04 mm	17.0	0.0	40.0	0.0	57	1.000	3.353	0.702	0.29825
<b>MES</b>	>6.89 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
	>59.39 mm	130.0	4.0	31.0	4.0	169	0.970	1.201	0.193	0.78788
<b>BZONE</b>	>42.22 mm	28.0	85.0	9.0	4.0	126	0.875	1.156	0.243	0.68293
	>143.78 mm	0.0	121.0	0.0	5.0	126	0.000	0.000	-	0.00000

Δεκέμβριος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>32.20 mm	92.0	0.0	11.0	0.0	103	1.000	1.120	0.107	0.89320
	>105.14 mm	18.0	16.0	67.0	2.0	103	0.900	4.250	0.788	0.20690
<b>DZONE</b>	>18.95 mm	51.0	0.0	6.0	0.0	57	1.000	1.118	0.105	0.89474
	>56.43 mm	13.0	0.0	44.0	0.0	57	1.000	4.385	0.772	0.22807
<b>MES</b>	>6.89 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
	>59.39 mm	123.0	0.0	45.0	1.0	169	0.992	1.355	0.268	0.72781
<b>BZONE</b>	>24.34 mm	27.0	3.0	96.0	0.0	126	1.000	4.556	0.780	0.21951
	>149.28 mm	0.0	126.0	0.0	0.0	126	nan	nan	nan	nan

Ιανουάριος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>15.61 mm	92.0	0.0	11.0	0.0	103	1.000	1.120	0.107	0.89320
	>68.90 mm	20.0	0.0	83.0	0.0	103	1.000	5.150	0.806	0.19417
<b>DZONE</b>	>27.74 mm	50.0	0.0	7.0	0.0	57	1.000	1.140	0.123	0.87719
	>67.27 mm	11.0	0.0	46.0	0.0	57	1.000	5.182	0.807	0.19298
<b>MES</b>	>6.89 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
	>59.39 mm	102.0	7.0	42.0	18.0	169	0.850	1.200	0.292	0.62963
<b>BZONE</b>	>37.55 mm	18.0	70.0	7.0	31.0	126	0.367	0.510	0.280	0.32143
	>126.98 mm	1.0	111.0	13.0	1.0	126	0.500	7.000	0.929	0.06667

Φεβρουάριος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>25.83 mm	92.0	0.0	11.0	0.0	103	1.000	1.120	0.107	0.89320
	>72.23 mm	20.0	0.0	83.0	0.0	103	1.000	5.150	0.806	0.19417
<b>DZONE</b>	>19.59 mm	49.0	0.0	8.0	0.0	57	1.000	1.163	0.140	0.85965
	>56.71 mm	10.0	0.0	47.0	0.0	57	1.000	5.700	0.825	0.17544
<b>MES</b>	>6.89 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
	>59.39 mm	112.0	5.0	40.0	12.0	169	0.903	1.226	0.263	0.68293
<b>BZONE</b>	>37.09 mm	17.0	83.0	21.0	5.0	126	0.773	1.727	0.553	0.39535
	>132.89 mm	0.0	122.0	3.0	1.0	126	0.000	3.000	1.000	0.00000

Μάρτιος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>21.79 mm	92.0	0.0	11.0	0.0	103	1.000	1.120	0.107	0.89320
	>74.35 mm	20.0	6.0	77.0	0.0	103	1.000	4.850	0.794	0.20619
<b>DZONE</b>	>27.21 mm	56.0	0.0	1.0	0.0	57	1.000	1.018	0.018	0.98246
	>86.58 mm	17.0	0.0	40.0	0.0	57	1.000	3.353	0.702	0.29825
<b>MES</b>	>6.89 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
	>59.39 mm	56.0	27.0	83.0	3.0	169	0.949	2.356	0.597	0.39437
<b>BZONE</b>	>23.74 mm	23.0	5.0	98.0	0.0	126	1.000	5.261	0.810	0.19008
	>72.19 mm	1.0	99.0	26.0	0.0	126	1.000	27.000	0.963	0.03704

Απρίλιος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>28.58 mm	92.0	0.0	11.0	0.0	103	1.000	1.120	0.107	0.89320
	>85.93 mm	21.0	0.0	82.0	0.0	103	1.000	4.905	0.796	0.20388
<b>DZONE</b>	>23.84 mm	54.0	0.0	3.0	0.0	57	1.000	1.056	0.053	0.94737
	>83.33 mm	15.0	0.0	42.0	0.0	57	1.000	3.800	0.737	0.26316
<b>MES</b>	>6.89 mm	156.0	0.0	13.0	0.0	169	1.000	1.083	0.077	0.92308
	>59.39 mm	45.0	3.0	121.0	0.0	169	1.000	3.689	0.729	0.27108
<b>BZONE</b>	>7.87 mm	36.0	0.0	90.0	0.0	126	1.000	3.500	0.714	0.28571
	>65.92 mm	1.0	43.0	82.0	0.0	126	1.000	83.000	0.988	0.01205

Μάιος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>27.60 mm	92.0	0.0	11.0	0.0	103	1.000	1.120	0.107	0.89320
	>86.89 mm	20.0	19.0	63.0	1.0	103	0.952	3.952	0.759	0.23810
<b>DZONE</b>	>19.77 mm	55.0	0.0	2.0	0.0	57	1.000	1.036	0.035	0.96491
	>90.95 mm	14.0	0.0	43.0	0.0	57	1.000	4.071	0.754	0.24561
<b>MES</b>	>11.45 mm	143.0	2.0	19.0	5.0	169	0.966	1.095	0.117	0.85629
	>54.53 mm	30.0	30.0	107.0	2.0	169	0.938	4.281	0.781	0.21583
<b>BZONE</b>	>0.11 mm	37.0	0.0	89.0	0.0	126	1.000	3.405	0.706	0.29365
	>19.46 mm	7.0	81.0	37.0	1.0	126	0.875	5.500	0.841	0.15556

Ιούνιος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>36.13 mm	85.0	2.0	9.0	7.0	103	0.924	1.022	0.096	0.84158
	>80.81 mm	12.0	62.0	20.0	9.0	103	0.571	1.524	0.625	0.29268
<b>DZONE</b>	>33.78 mm	48.0	2.0	7.0	0.0	57	1.000	1.146	0.127	0.87273
	>100.98 mm	11.0	32.0	9.0	5.0	57	0.688	1.250	0.450	0.44000
<b>MES</b>	>11.45 mm	99.0	27.0	29.0	14.0	169	0.876	1.133	0.227	0.69718
	>54.53 mm	2.0	137.0	22.0	8.0	169	0.200	2.400	0.917	0.06250
<b>BZONE</b>	>2.04 mm	57.0	31.0	37.0	1.0	126	0.983	1.621	0.394	0.60000
	>31.22 mm	0.0	75.0	51.0	0.0	126	nan	inf	1.000	0.00000

Ιούλιος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>22.93 mm	86.0	6.0	4.0	7.0	103	0.925	0.968	0.044	0.88660
	>136.27 mm	3.0	81.0	1.0	18.0	103	0.143	0.190	0.250	0.13636
<b>DZONE</b>	>15.23 mm	39.0	8.0	1.0	9.0	57	0.812	0.833	0.025	0.79592
	>89.04 mm	9.0	46.0	0.0	2.0	57	0.818	0.818	0.000	0.81818
<b>MES</b>	>11.45 mm	33.0	77.0	7.0	52.0	169	0.388	0.471	0.175	0.35870
	>54.53 mm	2.0	151.0	0.0	16.0	169	0.111	0.111	0.000	0.11111
<b>BZONE</b>	>0.57 mm	10.0	107.0	6.0	3.0	126	0.769	1.231	0.375	0.52632
	>33.18 mm	0.0	126.0	0.0	0.0	126	nan	nan	nan	nan

Αύγουστος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>20.04 mm	86.0	4.0	6.0	7.0	103	0.925	0.989	0.065	0.86869
	>163.38 mm	3.0	80.0	2.0	18.0	103	0.143	0.238	0.400	0.13043
<b>DZONE</b>	>9.36 mm	40.0	4.0	4.0	9.0	57	0.816	0.898	0.091	0.75472
	>129.12 mm	6.0	43.0	2.0	6.0	57	0.500	0.667	0.250	0.42857
<b>MES</b>	>11.45 mm	59.0	81.0	2.0	27.0	169	0.686	0.709	0.033	0.67045
	>54.53 mm	8.0	139.0	10.0	12.0	169	0.400	0.900	0.556	0.26667
<b>BZONE</b>	>0.45 mm	22.0	84.0	3.0	17.0	126	0.564	0.641	0.120	0.52381
	>35.88 mm	1.0	122.0	1.0	2.0	126	0.333	0.667	0.500	0.25000

Φθινόπωρο	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>94.07 mm	92.0	0.0	11.0	0.0	103	1.000	1.120	0.107	0.89320
	>303.31 mm	13.0	38.0	44.0	8.0	103	0.619	2.714	0.772	0.20000
<b>DZONE</b>	>100.18 mm	53.0	0.0	4.0	0.0	57	1.000	1.075	0.070	0.92982
	>204.77 mm	16.0	5.0	36.0	0.0	57	1.000	3.250	0.692	0.30769
<b>MES</b>	>6.89 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
	>59.39 mm	151.0	1.0	16.0	1.0	169	0.993	1.099	0.096	0.89881
<b>BZONE</b>	>57.27 mm	30.0	76.0	20.0	0.0	126	1.000	1.667	0.400	0.60000
	>243.73 mm	0.0	126.0	0.0	0.0	126	nan	nan	nan	nan

Χειμώνας	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>95.06 mm	93.0	0.0	10.0	0.0	103	1.000	1.108	0.097	0.90291
	>215.37 mm	21.0	0.0	82.0	0.0	103	1.000	4.905	0.796	0.20388
<b>DZONE</b>	>78.06 mm	48.0	0.0	9.0	0.0	57	1.000	1.188	0.158	0.84211
	>161.55 mm	13.0	0.0	44.0	0.0	57	1.000	4.385	0.772	0.22807
<b>MES</b>	>11.45 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
	>54.53 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
<b>BZONE</b>	>119.91 mm	14.0	82.0	23.0	7.0	126	0.667	1.762	0.622	0.31818
	>377.06 mm	0.0	119.0	7.0	0.0	126	nan	inf	1.000	0.00000

Άνοιξη	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>95.94 mm	92.0	0.0	11.0	0.0	103	1.000	1.120	0.107	0.89320
	>232.16 mm	20.0	0.0	83.0	0.0	103	1.000	5.150	0.806	0.19417
<b>DZONE</b>	>86.86 mm	56.0	0.0	1.0	0.0	57	1.000	1.018	0.018	0.98246
	>242.73 mm	17.0	0.0	40.0	0.0	57	1.000	3.353	0.702	0.29825
<b>MES</b>	>11.45 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
	>54.53 mm	159.0	0.0	10.0	0.0	169	1.000	1.063	0.059	0.94083
<b>BZONE</b>	>60.76 mm	17.0	0.0	109.0	0.0	126	1.000	7.412	0.865	0.13492
	>171.29 mm	0.0	76.0	50.0	0.0	126	nan	inf	1.000	0.00000

Καλοκαίρι	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>100.21 mm	86.0	7.0	3.0	7.0	103	0.925	0.957	0.034	0.89583
	>379.29 mm	4.0	79.0	3.0	17.0	103	0.190	0.333	0.429	0.16667
<b>DZONE</b>	>70.49 mm	46.0	6.0	3.0	2.0	57	0.958	1.021	0.061	0.90196
	>319.42 mm	6.0	43.0	1.0	7.0	57	0.462	0.538	0.143	0.42857
<b>MES</b>	>8.53 mm	137.0	11.0	6.0	15.0	169	0.901	0.941	0.042	0.86709
	>92.81 mm	19.0	111.0	24.0	15.0	169	0.559	1.265	0.558	0.32759
<b>BZONE</b>	>0.10 mm	78.0	5.0	43.0	0.0	126	1.000	1.551	0.355	0.64463
	>17.75 mm	11.0	39.0	50.0	6.0	126	0.647	3.588	0.820	0.16418

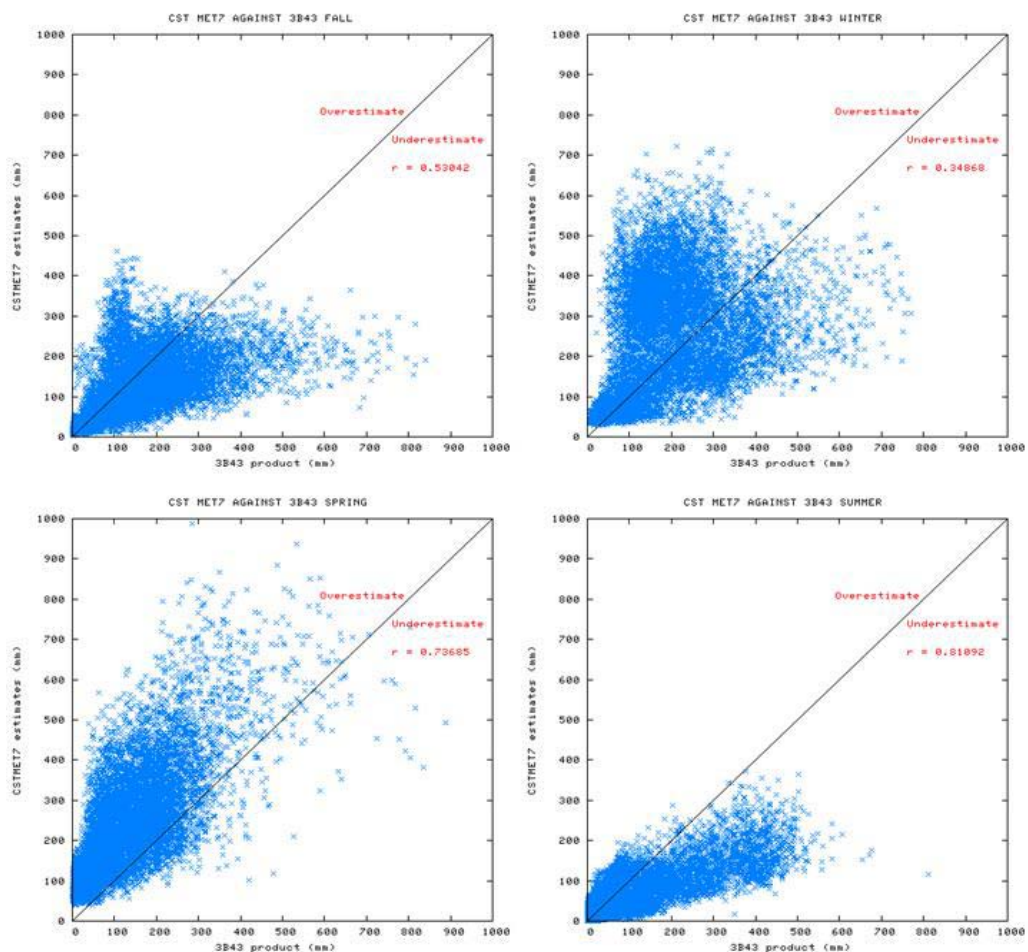
Καλοκαίρι	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>467.97 mm	93.0	0.0	10.0	0.0	103	1.000	1.108	0.097	0.90291
	>1033.33 mm	21.0	0.0	82.0	0.0	103	1.000	4.905	0.796	0.20388
<b>DZONE</b>	>423.41 mm	50.0	0.0	7.0	0.0	57	1.000	1.140	0.123	0.87719
	>905.23 mm	15.0	0.0	42.0	0.0	57	1.000	3.800	0.737	0.26316
<b>MES</b>	>8.53 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
	>92.81 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
<b>BZONE</b>	>394.31 mm	11.0	81.0	34.0	0.0	126	1.000	4.091	0.756	0.24444
	>785.14 mm	0.0	111.0	15.0	0.0	126	nan	inf	1.000	0.00000

Έτος	Κατώφλι	RR	NN	RN	NR	TOTAL	POD	BIAS	FAR	CSI
<b>CZONE</b>	>467.97 mm	93.0	0.0	10.0	0.0	103	1.000	1.108	0.097	0.90291
	>1033.33 mm	21.0	0.0	82.0	0.0	103	1.000	4.905	0.796	0.20388
<b>DZONE</b>	>423.41 mm	50.0	0.0	7.0	0.0	57	1.000	1.140	0.123	0.87719
	>905.23 mm	15.0	0.0	42.0	0.0	57	1.000	3.800	0.737	0.26316
<b>MES</b>	>8.53 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
	>92.81 mm	169.0	0.0	0.0	0.0	169	1.000	1.000	0.000	100.000
<b>BZONE</b>	>394.31 mm	11.0	81.0	34.0	0.0	126	1.000	4.091	0.756	0.24444
	>785.14 mm	0.0	111.0	15.0	0.0	126	-	-	1.000	0.00000

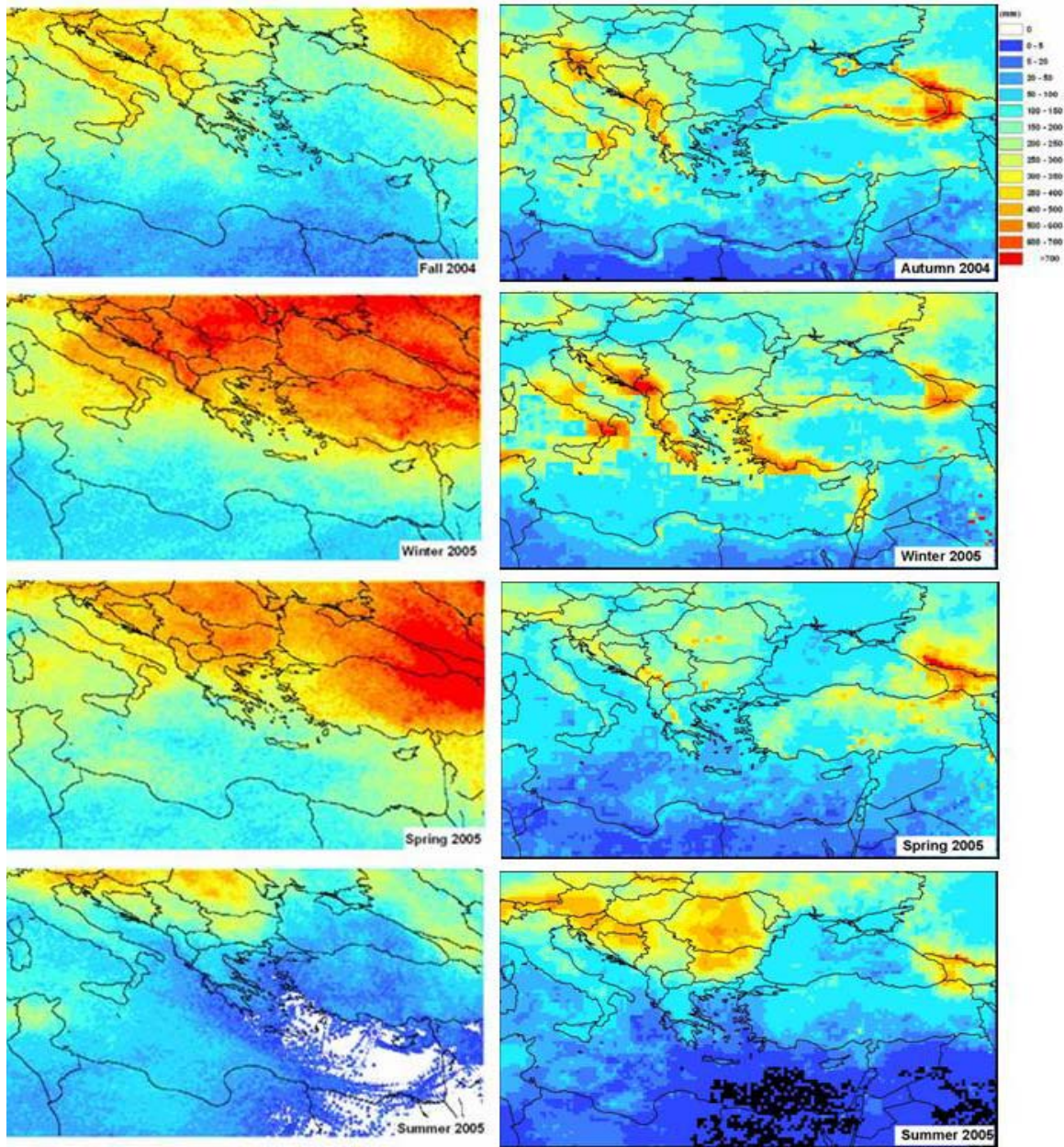


## 5.4 Μεγάλης χρονικής διάρκειας με ψηφιδωτά δεδομένα 3B43

Τα αποτελέσματα με βάση τα ψηφιδωτά δεδομένα 3B43 παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά με τα δεδομένα GPCC. Βασική διαφορά τους όμως είναι η καλύτερη συσχέτιση που παρατηρείται στο μεγαλύτερο μέρος των αποτελεσμάτων. (πίνακας 8). Αυτό οφείλεται κυρίως σε κοινή πηγή δεδομένων 3B43 και CST MET7. Φυσικά τα δεδομένα 3B43 επειδή αποτελούνται από σύνδεση επίγειων και δορυφορικών δεδομένων TRMM και γεωστάσιμων δορυφόρων θεωρούνται ορθότερα από τα δεδομένα CST MET7. Η δυνατότητα χαρτογράφησης με μεγαλύτερη ανάλυση των δεδομένων 3B43 σε αντίθεση με τα GPCC προσφέρει την δυνατότητα ποιοτικής σύγκρισης των αποτελεσμάτων μεταξύ τους. Επειδή η μελέτη αυτή έγινε διερευνητικά, δεν παρουσιάζονται δεδομένα ανά κλιματική ζώνη αλλά για το σύνολο της περιοχής.



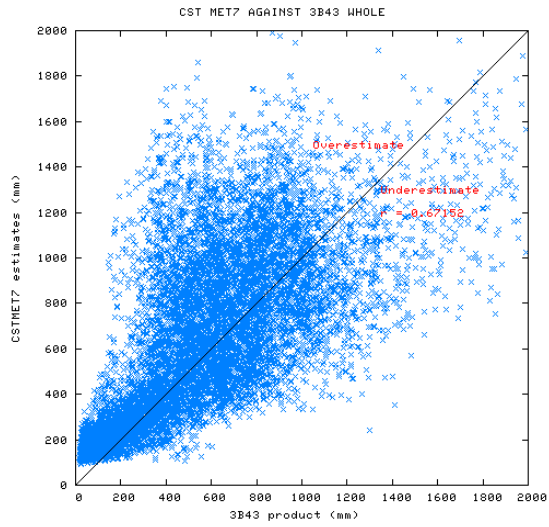
Εικόνα 70: Γραφήματα διασποράς CST MET7 με 3B43 για τις 4 εποχές του 2005



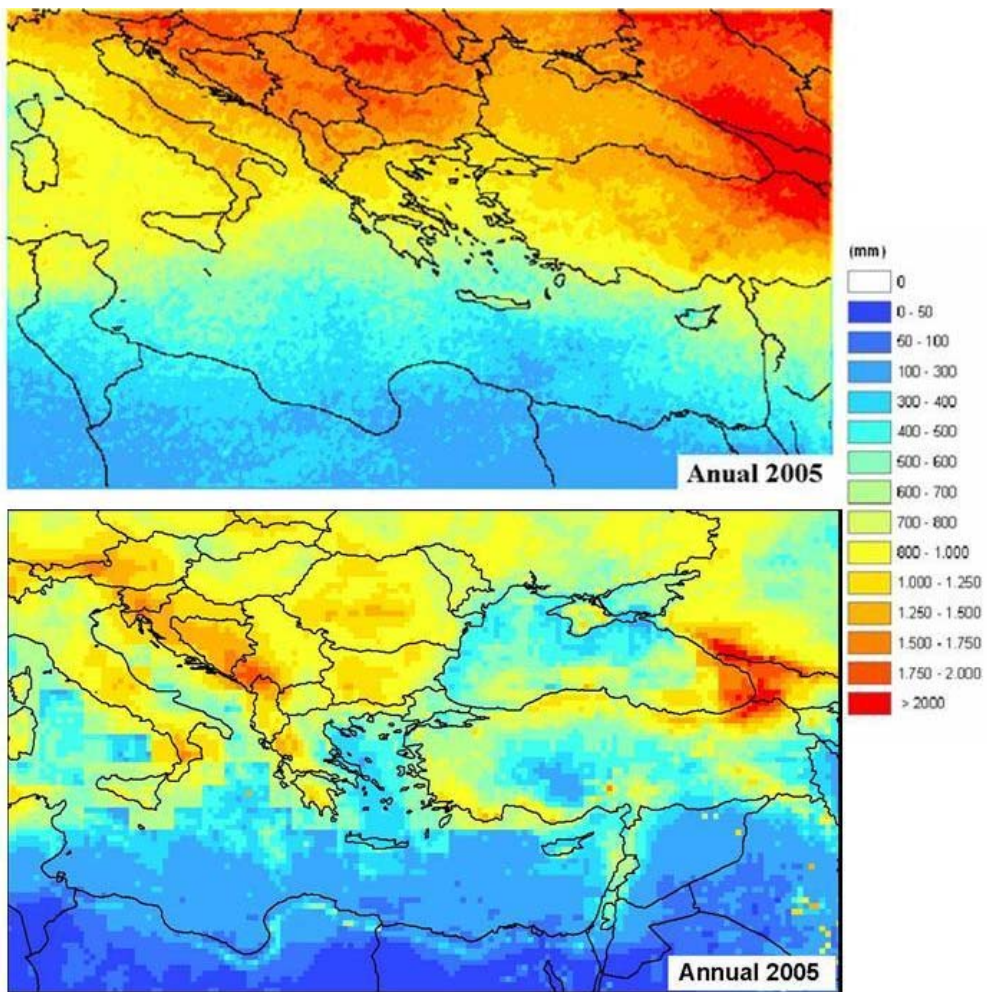
Εικόνα 71: Χάρτες εκτίμησης CST MET7 (αριστερά) και 3B43 (δεξιά) ανά εποχή του 2005

Περίοδος	Ζεύγη	AvG	AvE	Bias	MAD	PDF	RMSD	Cr
SEPTEMBER	10229	31,70	14,64	-17,06	19,21	2,17	31,40	<b>0,60365</b>
OCTOBER	10229	44,99	34,69	-10,30	25,04	7,72	41,81	<b>0,52857</b>
NOVEMBER	10229	89,16	76,31	-12,85	48,33	0,92	65,60	<b>0,33842</b>
DECEMBER	10229	74,76	69,71	-5,05	37,43	1,56	50,69	<b>0,45015</b>
JANUARY	10229	59,53	99,21	39,68	64,38	3,41	87,15	<b>0,27547</b>
FEBRUARY	10229	63,06	82,10	19,04	47,28	1,72	61,03	<b>0,41446</b>
MARCH	10229	52,01	79,60	27,58	37,12	2,66	50,79	<b>0,68991</b>
APRIL	10229	41,43	97,73	56,30	59,60	842,96	71,68	<b>0,56410</b>
MAY	10229	35,96	51,98	16,03	25,58	47,13	34,38	<b>0,70571</b>
JUNE	10229	33,91	29,60	-4,32	20,99	119,82	30,35	<b>0,60760</b>
JULY	10229	33,39	13,43	-19,95	20,89	1,41	37,39	<b>0,85081</b>
AUGUST	10229	37,94	18,38	-19,56	22,71	1,45	41,71	<b>0,84163</b>
FALL	10229	164,14	125,64	-38,50	75,02	0,70	107,51	<b>0,53042</b>
WINTER	10229	194,88	251,01	56,13	124,17	0,86	161,13	<b>0,34868</b>
SPRING	10229	126,36	229,31	102,95	110,77	2,83	139,61	<b>0,73685</b>
SUMMER	10229	102,77	61,40	-41,37	57,03	20,25	92,13	<b>0,81092</b>
ANNUAL	10229	588,15	667,36	79,22	227,65	0,63	313,05	<b>0,67152</b>

Πίνακας 8: Μέτρα εγγύτητας μεταξύ CST MET7 και 3B43



Εικόνα 72: Διαγραμμα διασποράς CST MET7 με 3B43 για το 2005



Εικόνα 73: CST MET7 για το 2005 (πάνω) και 3B43 (κάτω)

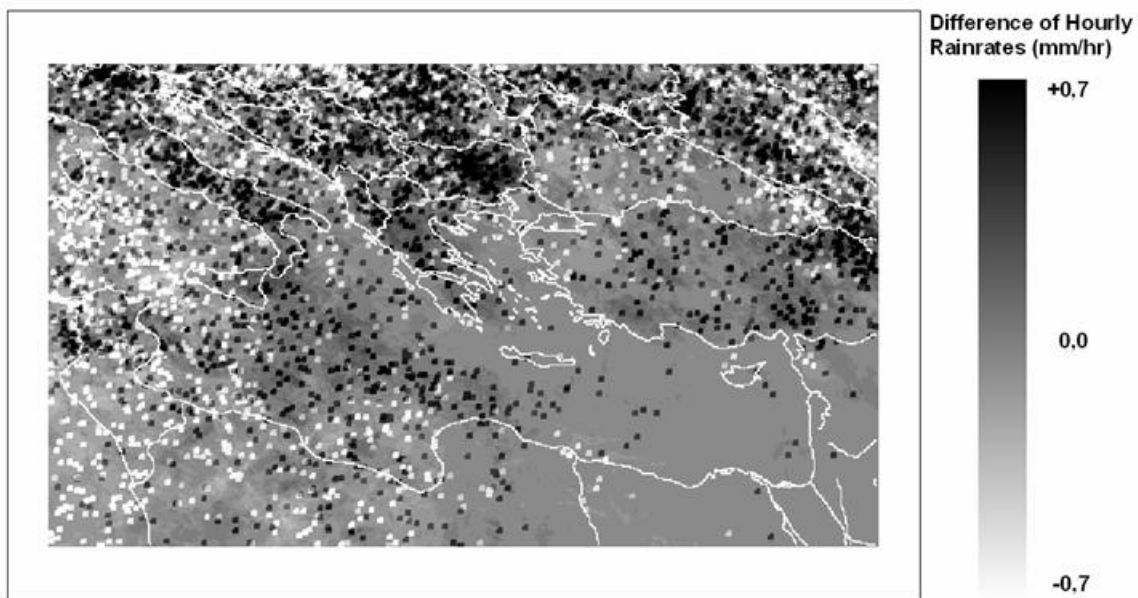
## 5.5 Ενδοημερήσια μεταβολή της της βροχόπτωσης

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της διαδικασίας αξιολόγησης, ο CST MET7 φαίνεται να μπορεί να περιγράψει ποιοτικά και ποσοτικά την βροχόπτωση τη θερμή περίοδο. Εκμεταλευόμενοι την ικανή χωρική ανάλυση και την καλή χρονική κάλυψη, χαρτογραφήσαμε τη βροχόπτωση ανά μισάωρο για το διάστημα Μαΐου – Αυγούστου 2005. Με βάση τα αποτελέσματα (εικόνα 44) διαπιστώνεται η ενδοημερήσια μεταβολή της βροχόπτωσης. Κατά την διάρκεια της θερμής περιόδου (Μάιος – Σεπτέμβριος), στην περιοχή μελέτης είναι σπάνια η εμφάνιση σημαντικών κυκλωνικών συστημάτων. Αυτό οφείλεται στην επέκταση του μόνιμου αντικυκλώνα των αζορών στην περιοχή μας (Feidas *et al.* 2006). Συνεπώς θεωρείται πιθανότερο ο ενδοημερήσιος κύκλος της βροχόπτωσης να οφείλεται στην ατμοσφαιρική αστάθεια που δημιουργείται πάνω από την ξηρά, λόγω της θερμανσής της από την ηλιακή ακτινοβολία. Η υπόθεση ενισχύεται από την ένταση του φαινομένου πάνω από τη ξηρά κυρίως γύρω στις 14:00 UTC.

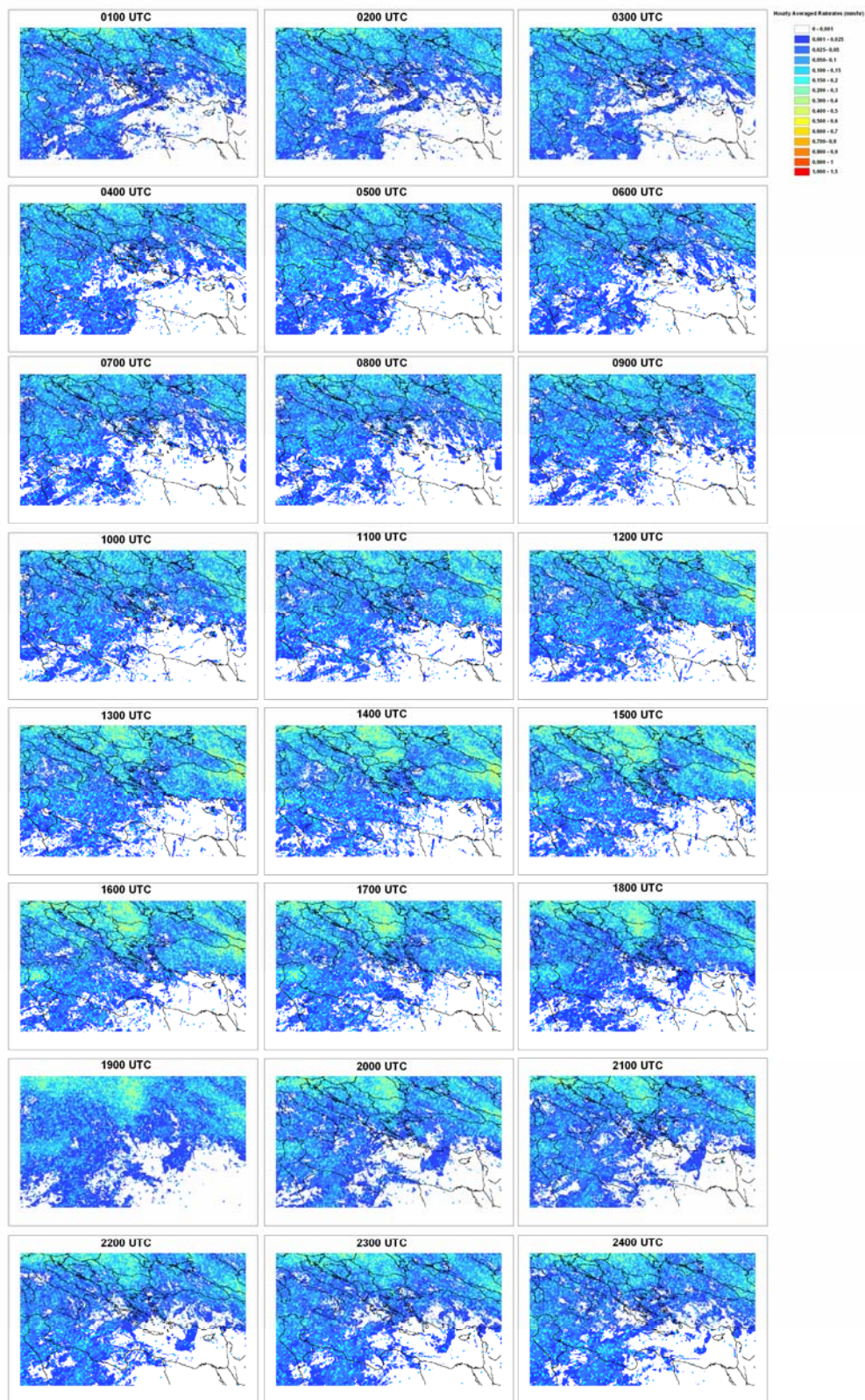
Από την εικόνα 43 που απεικονίζει την διαφορά της έντασης της βροχόπτωσης μεταξύ του μέγιστου 14:00 UTC και του ελάχιστου 02:00 UTC, διαπιστώνεται ότι οι εντονότερες διαφορές στη βροχόπτωση εμφανίζονται κυρίως στη ξηρά. Επιπλέον φαίνεται ότι οι έντονες διαφορές στις εντάσεις της βροχόπτωσης προκύπτουν από τη convective βροχόπτωση. Το φαινόμενο δείχνει εντονότερο στο βορειοανατολικό τμήμα της βαλκανικής χερσονήσου και στην Ιταλική χερσόνησο.

Για τη ποσοτική εκτίμηση του φαινομένου στη περιοχή της Ελληνικής χερσονήσου διαχωρίστηκαν οι εικόνες ανάλογα με το είδος της βροχόπτωσης (stratiform – convective) και ανάλογα με την επιφάνεια (ξηρά θάλασσα). Από τα γραφήματα που προέκυψαν (εικόνες 45 - 48), φαίνεται η διαφορά στη συνολική βροχόπτωση μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Όμως και στις δύο περιπτώσεις οι ακολουθούν την ίδια μορφή, όπου η βροχόπτωση αυξάνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας (μεταξύ 9:00 UTC – 19 UTC ) με τα μέγιστο στις 14:30 UTC. Οι καμπύλες της convective / stratiform βροχόπτωσης ταυτίζονται σχεδόν ακόμα και πάνω από τη ξηρά. Όμως η καμπύλη της convective είναι περισσότερο απότομη με αρκετά σημεία καμψής ειδικά τις μεσημεριανές ώρες. Αντίθετα η stratiform καμπύλη είναι σημαντικά ομαλότερη.

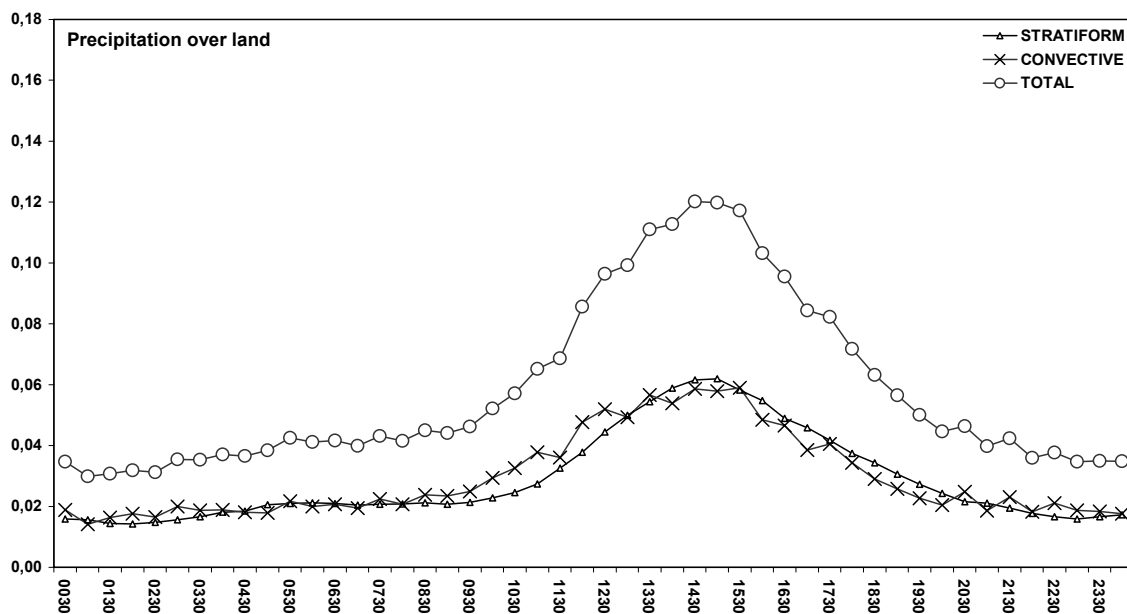
Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εικόνα 48 όπου διαγράφεται το ποσοστό της convective επιφάνειας σε σχέση με το ποσοστό βροχόπτωσης που οφείλεται από αυτή. Όπως είναι αναμενόμενο οι δύο γραμμές είναι σχεδόν ίδιες με μόνη διαφορά τη κλίμακα. Παρατηρούνται απότομες μεταβολές στις γραμμές χωρίς να ξεχωρίζουν ιδιαίτερα χρονικά διαστήματα έντασης ή ύφεσης. Η convective επιφάνεια κινείται γύρω από το 10%, της συνολικής επιφάνειας βροχόπτωσης, ενώ ο convective γύρω από το 50%. Αυτό σημαίνει ότι η συνισφορά της convective βροχόπτωσης είναι σχεδόν ίδια με αυτόν της stratiform (όπως είδαμε και στις εικόνες 45 - 47) αλλά από το 10% της επιφάνειας. Άρα αστοχία στον εντοπισμό convective πυρηγων οδηγεί σε μεγάλες υπερεκτιμήσεις αφού υπολογίζεται για το εικονοστοιχείο διπλάσια βροχόπτωση. Τέλος διαγράφεται καθαρά η μεγάλη χωρική συσχότητα του CST MET7.



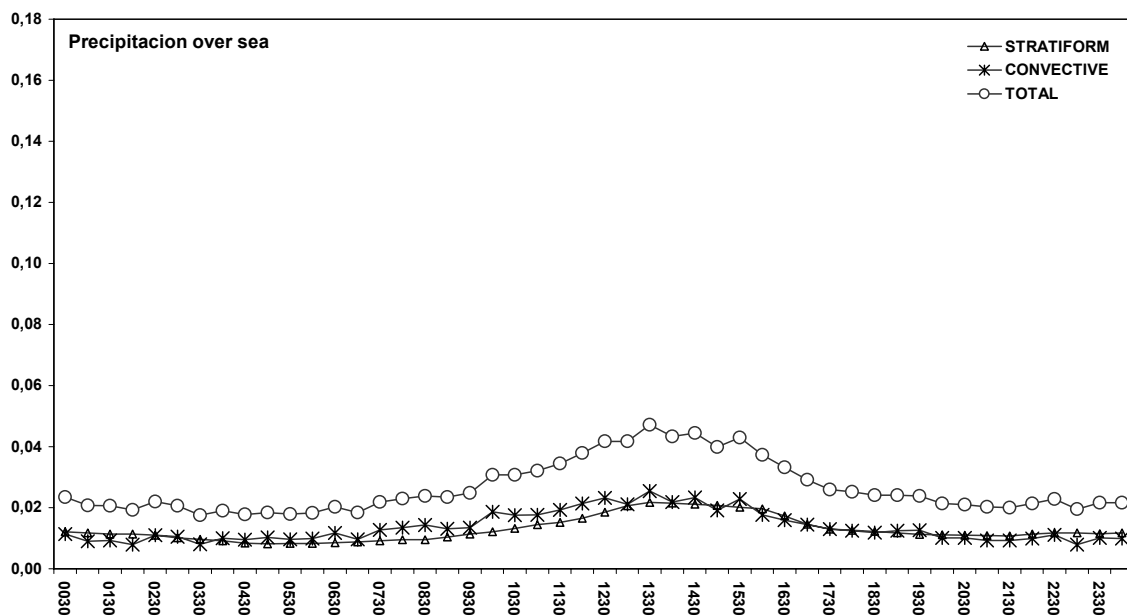
**Εικόνα 74:** Διαφορά των εντάσεων βροχόπτωσης μεταξύ 1400 UTC και 0200 UTC τη περίοδο Μαΐου - Αυγούστου



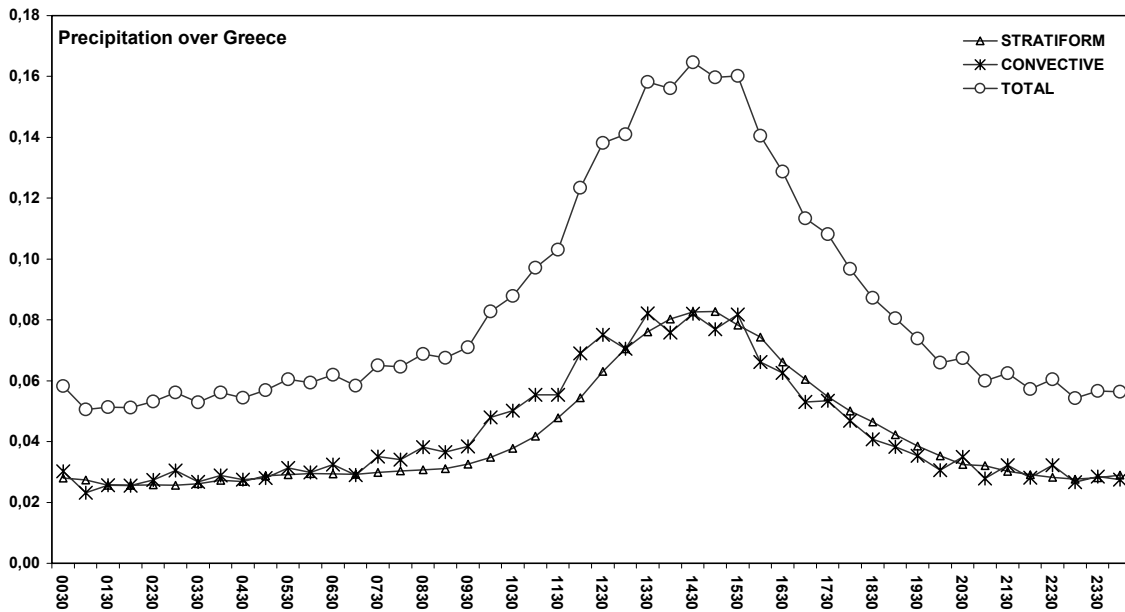
**Εικόνα 75: Ωριαίοι χάρτες έντασης βροχόπτωσης από 0100 UTC – 2400 UTC τη περίοδο Μαΐου - Αυγούστου**



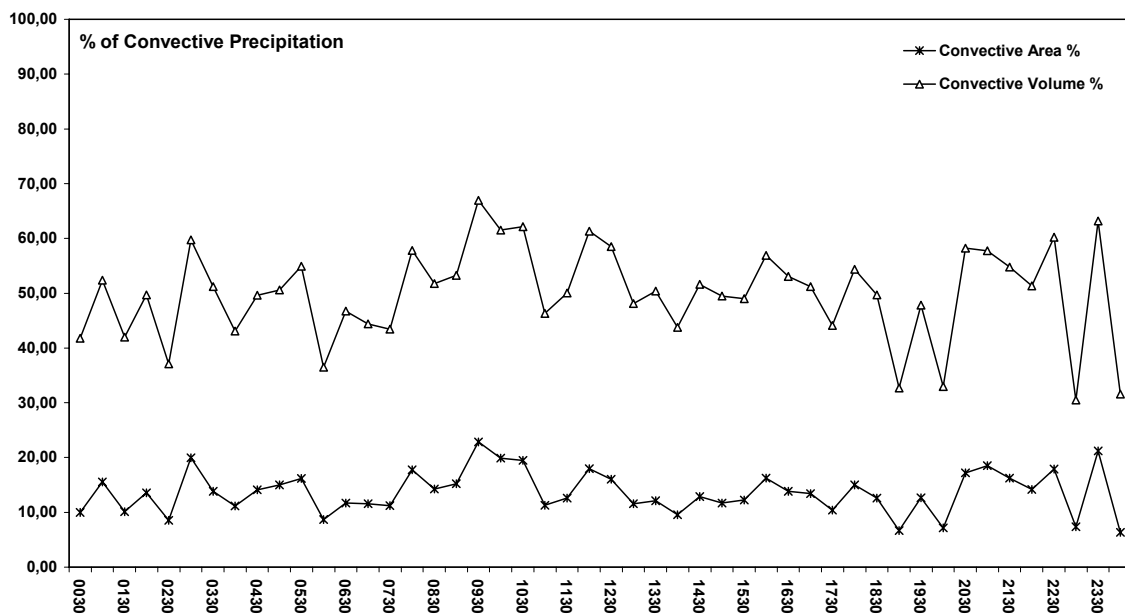
Εικόνα 76: Διάγραμμα convective και stratiform βροχόπτωσης ανά ώρα τη περίοδο Μαΐου - Αυγούστου 2005 στη ξηρά



Εικόνα 77: Διάγραμμα convective και stratiform βροχόπτωσης ανά ώρα τη περίοδο Μαΐου - Αυγούστου 2005 στη θάλασσα



Εικόνα 78: Διάγραμμα convective και stratiform βροχόπτωσης ανά ώρα τη περίοδο Μαΐου - Αυγούστου 2005 για όλη την Ελληνική Χερσόνησο



Εικόνα 79: Ποσοστό της convective επιφάνειας και του αντίστοιχου όγκου βροχής για την ελληνική χερσόνησο τη περίοδο Μαΐου - Αυγούστου 2005



## 6. Συμπεράσματα

Στο σύνολο της μελέτης γίνεται αντιληπτός ο ρόλος τεχνικών της γεωπληροφορικής για τη σύγκριση χωρικών δεδομένων. Οι διεργασίες που αναπτύχθηκαν για την παραγωγή των απαιτούμενων πληροφοριών, ήταν απαραίτητες για για τη σωστή και συνεπή διαχείριση μεγάλου όγκου εταιρόκλητων δεδομένων. Αποθεύχθηκαν λογισμικά προγράμματα γεωπληροφορικής που διατίθενται στο εμπόριο, και δημιουργήθηκαν αλγόριθμοι με την αρωγή ελεύθερων βιβλιοθηκών ειδικά για την παρούσα. Σημαντικότερο πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης, εκτός από το μηδενικό κόστος, είναι ο πλήρης έλεγχος σε κάθε λεπτομέρεια της όλης διαδικασίας. Σημαντικότερο μειονέκτημα είναι η χρονοβόρα διαδικασία ελέγχου της ορθότητας κάθε βήματος.

Η βαθμονόμηση της γνωστής τεχνικής CST για την περιοχή της μεσογείου με τη χρήση δεδομένων από την αποστολή TRMM εμφανίζει τους εγγενείς περιορισμούς τεχνικών βροχόπτωσης από το κανάλι λαμπρότητας θερμοκρασίας. Η τεχνική αξιολογήθηκε σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες για το υδρολογικό έτος 2005. Χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικού τύπου δεδομένα ελέγχου, τόσο σημειακά όσο και επιφάνειας ανάλογα με τη χρονική κλίμακα. Επιπλέον η ελέγχθηκε η ακρίβεια της τεχνικής για τη ψυχρή και θερμή περίοδο του έτους ξεχωριστά καθώς και για κάθε κλιματική ζώνη της περιοχής.

Η τεχνική CST MET7 αξιολογήθηκε για δώδεκα εικοσιτετράωρα έντονης βροχόπτωσης τη ψυχρή περίοδο και δέκα τη θερμή, σε χρονικές κλίμακες των 6, 12 και 24 ωρών καθώς και για το σύνολο των γεγονότων. Η σύγκριση έγινε με σημειακά δεδομένα από το διεθνές δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών της μεσογείου. Τα αποτελέσματα έδειξαν χαμηλούς συντελεστές συσχέτισης και μεγάλα Bias και για τις δύο περιόδους. Διαγράφεται η τάση του CST MET7 να υπερεκτιμά τις μικρές τιμές βροχόπτωσης και να υποεκτιμά τις μεγάλες. Παράλληλα εντοπίστηκαν περιπτώσεις αστοχίας όπου αναγνωρίστηκαν νεφικά συστήματα ως βροχοφόρα από τα οποία καταγράφηκαν χαμηλές ή μηδενικές τιμές βροχόπτωσης. Το φαινόμενο ήταν λιγότερο έντονο κατά τη θερμή περίοδο. Πιθανώς οφείλεται στη δημιουργία της τεχνικής για χρήση μικρά γεωγραφικά πλάτη όπου τα νεφικά συστήματα έχουν διαφορετικά

χαρακτηριστικά από αυτά της μεσογείου. Ενδιαφέρον ο εντοπισμός νεφών κατακόρυφης ανάπτυξης σε ορεινούς όγκους και ιδιαίτερα στην Ιταλική χερσόνησο. Το ορογραφικό φαινόμενο δεν μελετήθηκε στην παρούσα, αλλά ο CST MET7 προσφέρεται λόγω της χωρικής και χρονικής κάλυψης του Meteosat.

Η αξιολόγηση της τεχνικής σε κλιματική χρονική κλίμακα έγινε τόσο με σημειακά όσο και με δεδομένα επιφάνειας λαμβάνοντας υπόψιν τις κλιματικές ζώνες της μεσογείου. Η μελέτη με σημειακά δεδομένα δίνει χειρότερα αποτελέσματα σε σχέση με τα δεδομένα επιφάνειας. Αυτό οφείλεται σε δύο παράγοντες. Πρώτα στην εξομάλυνση της μεγάλης χωρικής συχνότητας της τεχνικής εξαιτίας της διαφορετικής χωρικής ανάλυσης των δεδομένων επιφάνειας. Δεύτερα στην καλύτερη κάλυψη της περιοχής από τα δεδομένα επιφάνειας, αφού τα σημειακά δεδομένα των διεθνών μετεωρολογικών σταθμών δεν έχουν ομαλή κατανομή στην περιοχή μελέτης. Οι σταθμοί εμφανίζουν ένα ομαδοποιημένο πρότυπο ειδικά στη C κλιματική ζώνη παρέχοντας σημαντικά μικρότερη κάλυψη στις υπόλοιπες κλιματικές ζώνες.

Ο έλεγχος του CST MET7 με δεδομένα τύπου 3B43 έδειξε αλύτερη συσχέτιση και μικρότερα Bias σε σχέση με τα δεδομένα τύπου GPCC για όλες τις χρονικές περιόδους. Αυτό οφείλεται στα γεγονότα ότι ο 3B43 χρησιμοποιεί και δεδομένα στο IR. Η ισχυρή συσχέτιση υποστηρίζει τη χρήση της τεχνικής για κλιματικές έρευνες κατά τη θερμή περίοδο του έτους αν κρίνεται χρήσιμη η μεγαλύτερη χωρική ανάλυση του CST MET7 σε σχέση με τα προϊόντα 3B43.

Συνολικά τα αποτελέσματα σε κλιματική κλίμακα δείχνουν την αστοχία της τεχνικής κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες. Τους καλοκαιρινούς μήνες και ειδικότερα τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, όπου η βροχόπτωση εξαρτάται κυρίως από την ατμοσφαιρική αστάθεια που προκαλείται από την θέρμανση του εδάφους, υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των δεδομένων. Συνεπώς δικαιολογείται η χρήση της τεχνικής για την χαρτογράφηση και μελέτη του ενδοημερήσιου κύκλου βροχόπτωσης. Προκύπτει ότι το μέγιστο εμφάνισης νεφών κατακόρυφης ανάπτυξης παρουσιάζεται στη ξηρά κατά τις μεσημεριανές ώρες. Τα νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης καταλαμβάνουν συνολικά το 10% της βροχοφόρας νεφικής επιφάνειας αλλά σε αυτά οφείλεται το 50% του συνολικού όγκου βροχής.

Συμπερασματικά η τεχνική CST MET7 φαίνεται να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μελέτες ή οπτικοποιήσεις της βροχόπτωσης μόνο για την θερμή περίοδο και σε μεγάλη χρονική κλίμακα. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις γίνονται ιδιαίτερα αισθητοί οι εγγενείς περιορισμοί τεχνικών εκτίμησης της βροχόπτωσης από ένα κανάλι στο IR. Ιδιαίτερα τη χειμερινή περίοδο και για μετεωρολογικά φαινόμενα μικρής χρονικής διάρκειας. Από την άλλη η μεγάλη χωρική και χρονική ανάλυση σε συνδιασμό με την ελεύθερη διάθεση των δεδομένων δίνει στην τεχνική την ικανότητα χρήσης για κλιματικές έρευνες μεγάλης διάρκειας.

## 7. Βιβλιογραφία

- ADLER R. F., HUFFMAN G. J., CHANG A., FERRARO A., XIE PING-PING, JANOWIAK J., RUDOLF B, SCHNEIDER U., CURTIS S., BOLVIN D., GRUBER A., SUSSKIND J., ARKIN P., NELKIN E., (2003): The Version-2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Monthly Precipitation Analysis (1979–Present). *Journal of hydrometeorology.*, vol 4., pp. 1147 – 1167
- Adler, R. F., A. J. Negri, and I. M. Hakkarinen, (1991): Rain estimation from combining geosynchronous IR and low-orbit microwave data. *Global Planet. Change*, 90, 87–92.
- Adler, F. R., and Negri, A. J., 1988, A satellite infrared technique to estimate tropical convective and stratiform rainfall. *Journal of Applied Meteorology*, vol. 27, 30–51.
- Feidas H., (2003), A software tool for monitoring the features of convective cloud systems with the use of Meteosat images, *Environmental Modelling & Software*, vol. 18, pp 1–12
- Feidas H., Kokolatos G., Negri J. A., Manyin M., Chrysoulakis N., (2006), A TRMM-Calibrated infrared technique for rainfall estimation: application on rain events over eastern Mediterranean., *Advances in Geosciences*, 7, 181–188,
- Feidas H., Kokolatos G., Negri J. A., Manyin M., Chrysoulakis N., (2006), Application of a calibrated infrared satellite technique for rainfall estimation over the Mediterranean basin (in press)
- Huffman, G. J., 1997: Estimates of root-mean-square random error for finite samples of estimated precipitation. *J. Appl. Meteor.*, vol 36, pp 1191–1201.
- Kamariannakis Y., Chrisoulakis N., Feidas H., Kokolatos G., 2006, Comparing rainfall estimates derived from rain gages and satellite images at the eastern Mediterranean region. 9th AGILE Conference on Geographic Information Science, Visegrád, Hungary
- Kamariannakis Y., Feidas H., Kokolatos G., Chrisoulakis N., Karatzias V., 2006, Validating remotely sensed rainfall estimates by using nonlinear mixed models and geographically weighted regression (in press)
- Negri, A. J., Adler, R. F., and Xu, L.: A TRMM calibrated rainfall algorithm applied over Brazil, *J. Geophys. Res.*, 107, 8048– 8062, 2002.
- Negri, A. J., Adler, R. F., and Xu, L.: A TRMM-calibrated infrared technique for global rainfall estimation, in: *Proceedings of 12th Conference on Satellite Meteorology and Oceanography*, 9–13 February 2003, Long Beach, CA, USA, P4.13., 2003.
- Oh S. J., John B. J, Smith E. A., Turk F. J., (2002) Validating infrared based rainfall retrieval algorithms with 1 minute spatially dense raingage measurement over the Korean peninsula. *J. Appl. Meteor.*
- P. BOI, M. MARROCU, A. GIACHETTI, (2004), Rainfall estimation from infrared data using an improved version of the Auto-Estimator Technique., *INT. J. REMOTE SENSING*, VOL. 25, NO. 21, pp. 4657–4673
- Rudolf B., Schneider U.: Calculation of gridded precipitation data for the global land-surface using in-situ gauge observations. 2nd Workshop of the International Precipitation Working Group