

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

*"Μεταβολές της βλάστησης την περίοδο 2000-2005 στη δυτική Κρήτη και η χαρτογράφηση τους μέσω δορυφορικών εικόνων Landsat TM"*

**Ονοματεπώνυμο: Παππά Χαρίκλεια**

**Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δρ. Κούλη Μαρία**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτριά μου για την καθοδήγηση και την βοήθεια της καθ'όλη την διάρκεια της εργασίας, τον Αργυρέα Παναγιώτη και την οικογένειά μου.



# ΕΠΙΤΡΟΠΗ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η ανίχνευση των αλλαγών της φυσικής βλάστησης, των χρήσεων γης και του φυσικού περιβάλλοντος στην περιοχή της δυτικής Κρήτης την περίοδο 2000 έως και 2005.

Τα σημαντικότερα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι η δορυφορική τηλεπισκόπηση και τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών. Η καταγραφή των αλλαγών της βλάστησης, των χρήσεων γης και της κάλυψης γης ολοκληρώθηκε με την ανάλυση δορυφορικών εικόνων μέσω του προγράμματος ERDAS.

## **ABSTRACT**

The purpose of my thesis is to locate changes in flora, land usage and the natural environment at the west of Crete general area from 2000 to 2005.

The most important tools used to locate those changes, were satellite remote sensing and Geographical Informational System (G.I.S.). Locating and tracking changes in flora growth, land usage and land covered was done analyzing satellite photo of the area using ERDAS.

## Περιεχόμενα

ΤΟΜΕΑΣ .....	0
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ .....	0
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	<b>8</b>
1.1. Η Τηλεπισκόπηση	8
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>	<b>9</b>
2.1. ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ	9
2.2. Εκδήλωση της ερημοποίησης	10
2.3. Αίτια της ερημοποίησης	12
2.4. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ	14
2.5. ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	15
2.6. ΞΗΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΞΥΡΑΣΙΑΣ	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>	<b>18</b>
3.1 ΦΥΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗΣ	18
3.2 ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ	19
3.3.1 Οι ιδιότητες ενός καλού δείκτη	20
<b>3.3.2 ΠΩΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ</b>	21
3.4 Οι πολλές πλευρές της ερημοποίησης	22
3.6 ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗ ΚΛΙΜΑΚΑ	23
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b>	<b>25</b>
4.1 ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	25
4.2 Αποτύπωση χρήσεων γης με μεθόδους Τηλεπισκόπησης	26
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b>	<b>27</b>
5.1 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ-ΦΑΣΜΑΤΙΚΑ ΚΑΝΑΛΙΑ	27
5.2 ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ	29
5.3 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ	30
5.4 Γενικά για τους δορυφόρους	34
5.5 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΕΚΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΟΜΕΝΗΣ Η/Μ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	37
<b>5.6. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Δεδομένων</b>	<b>40</b>

Τα δεδομένα που μεταδίδονται από τους ανιχνευτές (αερομεταφερόμενοι ή σε τροχιά) μετατρέπονται σε 2-διάστατους πίνακες  $x$   $y$  γραμμών  $x$   $y$  στηλών όπου η τιμή κάθε εικονοστοιχείου αντιπροσωπεύει την

αντανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Γενικά τα τηλεπισκοπικά δεδομένα δηλαδή οι ψηφιακές εικόνες χαρακτηρίζονται από τα τις παρακάτω ιδιότητες: 40

I. Χωρική Ανάλυση: 40

## **5.7 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ 41**

5.8 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ. 43

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 46**

6.1 ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ 46

6.2 Χρωματικά μοντέλα 48

6.3 ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ 50

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 53**

7.1 LANSAT 53

7.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΠΛΙΑΣ (Lλ) 58

7.3.2 Band 6 Μετατροπή σε θερμοκρασία 62

7.3.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕ BIAS/GAIN 63

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 66**

8.1 Γενικά χαρακτηριστικά της νήσου Κρήτης 66

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 67**

9.1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ 68

9.2.1 Δείκτης IR/R στην περιοχή της Βόρειας Κρήτης για τα έτη 2000(πάνω) και 2005 (κάτω). 71

9.2.2 Δείκτης Ndni στην περιοχή της Κρήτης για τα έτη 2000(πάνω) και 2005 (κάτω). 72

9.2.3 Δείκτης SQRT για το βόρειο τμήμα του νησιού το 2000(πάνω). 73

9.2.4 Δείκτης Tndni για το βόρειο τμήμα (πάνω) για το 2000 και κάτω 2005. 74

9.2.5 Δείκτης Veg.index στη βόρεια Κρήτη 2000 (πάνω) και 2005 (κάτω). 75

9.2.6 Δείκτης IR/R στην περιοχή της νότιας Κρήτη 2000 (πάνω) και 2005 (κάτω). 76

9.2.7 Δείκτης NDVI για το νότιο τμήμα της νησιού το 2000(πάνω) και 2005(κάτω). 77

9.2.8 Δείκτης Sqrt για το νότιο τμήμα του νησιού το έτος 2000(πάνω). 78

9.2.9 Δείκτης Veg.intex για το νότιο τμήμα το 2000 (πάνω) και το 2005 (κάτω) αντίστοιχα. 79

9.2.10 Στην εικόνα βλέπουμε τις % ποσοστό μείωσης και αύξησης της βλάστησης στο νότιο τμήμα του νησιού την περίοδο 2000-2005. 80

## **Επιπτώσεις και αποτελέσματα 81**

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 83**



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1. Η Τηλεπισκόπηση

Η τηλεπισκόπηση (remote sensing) είναι η επιστήμη που ασχολείται με την συλλογή πληροφορίας σχετικά με ένα αντικείμενο, μια περιοχή ή ένα φαινόμενο μέσω ανάλυσης δεδομένων τα οποία προέρχονται από ένα σύστημα που δεν βρίσκεται σε επαφή με το συγκεκριμένο αντικείμενο πάνω στην επιφάνεια της γης.

Πλεονέκτημα της επιστήμης αυτής αποτελεί το γεγονός της συλλογής δεδομένων με μεγάλη συχνότητα αλλά και ακρίβεια παρέχοντας μας πληροφορίες τόσο για τα φασματικά χαρακτηριστικά των στοιχείων της χρήσης γης τόσο και για το σχήμα, το μέγεθος καθώς και το χώρο τους.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί ένα μέσο για την εκτίμηση των αλλαγών χρήσεων γης και βλάστησης στην περιοχή της δυτικής Κρήτης, ο συνδυασμός της τηλεπισκόπησης και των GIS σε αυτή την εργασία, παρέχει πολύ σημαντικές πληροφορίες για την φύση των αλλαγών των χρήσεων γης καθώς και της φυτοκάλυψης της περιοχής.

Η μελέτη εστιάζεται στην ανάπτυξη της μεθοδολογίας που παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής της βλάστησης μιας περιοχής, τις αλλαγές των χρήσεων γης που ενδεχομένως να υπέστη η προς μελέτη περιοχή, με στόχο την κατανόηση και την ανάλυση των ανθρωπογενών και περιβαλλοντικών παραμέτρων που επηρεάζουν τις εν λόγω αλλαγές.

Σε μια περιοχή η βλάστηση αλλάζει όσο διαφοροποιείται το υψόμετρο. Ο διαχωρισμός και η διαδοχή των βασικών διαπλάσεων βλάστησης δεν είναι ιδιαίτερα σαφής και ανάλογα με το ανάγλυφο, τον βαθμό ανθρώπινης επέμβασης (βόσκηση, αστικοποίηση, υλοτομία) τις φυσικές καταστροφές την διάβρωση κτλ. δημιουργούνται ενδιάμεσες διαβαθμίσεις ανάμεσα στις διάφορες διαπλάσεις. Μελετώντας τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής και καταγράφοντας τις χρήσεις γης, μπορούν να προσδιοριστούν οι πιθανές περιοχές όπου θα μπορούσαν να συμβούν αλλαγές στην κάλυψη γης.

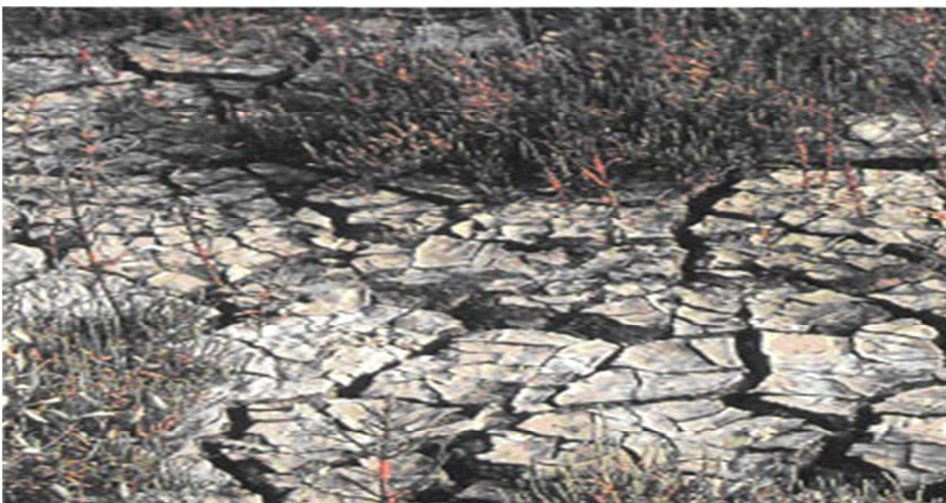
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1. ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ

*Σύμφωνα με την σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών κατά της Ερημοποίησης (UNCCD), το φαινόμενο ορίζεται ως «η υποβάθμιση των γαιών στις ξηρές, ημίξηρες και ξηρές ύφυγρες περιοχές, που προκαλείται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των κλιματικών αλλαγών και των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων».*

Η σύμβαση UNCCD, με την ενσωμάτωση του 5<sup>ου</sup> παραρτήματος που περιλαμβάνει χώρες της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης ουσιαστικά επεκτείνεται και σε περιοχές υγρότερες από τις αρχικές. Η ερημοποίηση δεν είναι καινούργιο φαινόμενο. Αποτελεί μέρος της εξελικτικής πορείας του πλανήτη μας.

Καταστρέφει παραγωγικές περιοχές εδώ και πολλούς αιώνες. Ίχνη λιμνών, απολιθώματα φυτών και απολιθωμένα εδάφη μαρτυρούν ότι πριν από χιλιάδες χρόνια επικρατούσαν στη σημερινή έρημο Σαχάρα τροπικές συνθήκες με πλούσια βλάστηση.



**Εικόνα 1: Δείγμα Ερημοποίησης**



Σήμερα το φαινόμενο αναφέρεται κυρίως στην επέκταση της ερήμου, λόγω της αλόγιστης δράσης του ανθρώπου, σε περιοχές που δεν είναι ερημικές.

Ο ρυθμός της επέκτασης αυξάνεται τα τελευταία χρόνια με ανησυχητικά αυξημένους ρυθμούς. Ένας από τους καθοριστικούς παράγοντες στην αύξηση των ερημοποιημένων εκτάσεων είναι η ένταση της παραγωγικής δραστηριότητας, γεγονός που οδηγεί σε ελάττωση της γονιμότητας του εδάφους

Σε ιδιαιτέρως ευαίσθητα οικοσυστήματα, όπως αυτά κοντά σε ερήμους η απώλεια βιολογικής παραγωγής λόγω της υποβάθμισης φυτών, ζώων και αποθεμάτων νερού μπορεί εύκολα να γίνει μη αναστρέψιμη και να μειώσει μόνιμα την ικανότητα του εδάφους να υποστηρίξει την ανθρώπινη δράση.

Η ερημοποίηση είναι μια **αυτό-επιταχυνόμενη** διαδικασία και καθώς επεκτείνεται, το κόστος της αποκατάστασης αυξάνει εκθετικά. Το φαινόμενο χαρακτηρίζεται και ως « έρπουσα καταστροφή » αφού δεν αναγνωρίζεται, παρά μόνο όταν η εξαλλοίωση προχωρήσει σε βάθος και επιφέρει την υποβάθμιση της γονιμότητας και της παραγωγικότητας του εδάφους. Πρόκειται για ένα παράγοντα βλάβης του περιβάλλοντος εξίσου σημαντικό με το φαινόμενο του θερμοκηπίου, της τρύπας του όζοντος κτλ., και η καταστροφή που προκαλεί είναι μη αναστρέψιμη γεγονός που την διαφοροποιεί από την ξηρασία.

Μέτρα για την αντιμετώπιση της ερημοποίησης απαιτούνται επείγοντως πριν το κόστος της αποκατάστασης ξεπεράσει τις πραγματικές δυνατότητες ή πριν η ευκαιρία μας να δράσουμε χαθεί για πάντα .

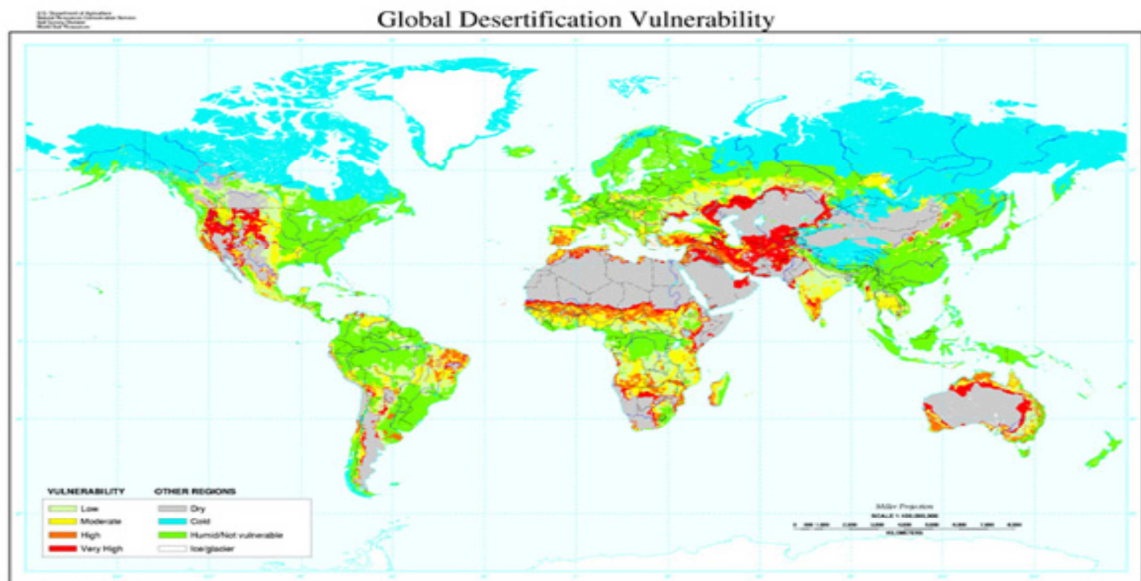
## 2.2. Εκδήλωση της ερημοποίησης

Η ερημοποίηση σήμερα, τόσο σε μικρής κλίμακας γεωγραφικά συστήματα όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, έχει δημιουργήσει περιοχές στις οποίες το έδαφος έχει φθάσει σε τελικό στάδιο υποβάθμισης. Δηλαδή αδυνατεί να παρέχει το απαραίτητο ζωτικό χώρο, νερό και θρεπτικά συστατικά. Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO

(παγκόσμιος οργανισμός τροφίμων και γεωργίας), **πάνω από 36.000 στρέμματα γης σε 100 χώρες έχουν σήμερα υποστεί ερημοποίηση**

Η ερημοποίηση εμφανίζεται σε όλες τις ηπείρους εκτός από την Ανταρκτική και επηρεάζει την ζωή εκατομμυρίων ανθρώπων και κυρίως των φτωχότερων πληθυσμών που κατοικούν σε ξηρές περιοχές του πλανήτη όπως η Αφρικανική έρημος, η κεντρική Ασία και η Αυστραλία .

Το φαινόμενο της ερημοποίησης φαίνεται ότι αφορά και την Ευρώπη, με τη μεσογειακή λεκάνη να αντιμετωπίζει το σημαντικότερο πρόβλημα και με τις Ελλάδα, Ιταλία και Πορτογαλία να απειλούνται άμεσα. Το μεγαλύτερο πρόβλημα εξ' αυτών το αντιμετωπίζει η Ισπανία, εξαιτίας της τεράστιας εκμετάλλευσης των λοφωδών περιοχών της χώρας αποτέλεσμα της αστικοποιήσεις των εκτάσεων και του πληθυσμού. Εκτιμάται ότι ποσοστό μεγαλύτερο του 40% των εδαφών της Ιβηρικής χερσονήσου απειλείται από ερημοποίηση. Ακολουθούν η Ιταλία και η χώρα μας .Μεγάλα προβλήματα αντιμετωπίζει και η Πορτογαλία. Με το κεντρικό τμήμα το οποίο αποτελεί και τον κύριο σιτοβολώνα της χώρας.



Εικόνα 2: Στον χάρτη διακρίνουμε με κόκκινο χρώμα οι περιοχές του πλανήτη που αντιμετωπίζουν εξαιρετικά μεγάλο κίνδυνο ερημοποίησης, με πορτοκαλί αυτές που αντιμετωπίζουν μεγάλο και με κίτρινο αυτές με μέτριο κίνδυνο ερημοποίησης. (USDA-Natural Resources Service).

Περαιτέρω πληροφορίες μας δίνει η έκθεση *World Atlas of Desertification* [<http://wad.jrc.ec.europa.eu/>] της U.N.E.P. (1992) σύμφωνα με την οποία:

- Το 1/6 του παγκόσμιου πληθυσμού απειλείται από τις συνέπειες της ερημοποίησης.
- Το 1977 η υποβάθμιση του εδάφους δεν επέτρεπε σε 57 εκατομμύρια ανθρώπους να παράγουν αρκετή τροφή για να συντηρηθούν.
- Το 1984 ο αριθμός τους αυξήθηκε σε 135 εκατομμύρια.
- Το διάστημα 2000-2005 ο πληθυσμός αυτός ξεπέρασε το 1 δισεκατομμύριο, γεγονός που θα οδηγήσει σε υπεραύξηση των οικονομικών μεταναστεύσεων.

### 2.3. Αίτια της ερημοποίησης

Το φαινόμενο της ερημοποίησης οφείλεται σε δύο κυρίως, αλληλένδετες μεταξύ τους, αιτίες:

1. Την ανθρώπινη παρέμβαση
2. Τις κλιματολογικές αλλαγές.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν:

- Η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων
- Η εντατικοποίηση των καλλιεργειών λόγω της αύξησης πληθυσμού και αναγκών
- Η ανορθόδοξες και ακατάλληλες τεχνικές χρήσεις της γης, κακή χρήση της άρδευσης
- Η υπερβόσκηση (ιδιαίτερα σε εδάφη που δεν έχουν επανακάμψει ύστερα από περιόδους ξηρότητας ή μετά από πυρκαγιά)
- Η αστική και βιομηχανική ανάπτυξη (Τα τοξικά απορρίμματα προκαλούν επιφανειακή ρύπανση ενώ η απόπλυση των επιφανειακών ρύπων από τη βροχή μολύνει και το υπόγειο νερό)
- Η αλάτωση (εισχώρηση νερού με μεγάλη αλατότητα - θαλασσινού νερού στους υπόγειους υδροφορείς

- Η ρύπανση από την χρήση φυτοφαρμάκων. Ιδιαίτερα επικίνδυνη είναι η ρύπανση από χλωριωμένες οργανικές ενώσεις (DDT) οι οποίες είναι εξόχως τοξικές και εμφανίζουν σταθερότητα στις βιολογικές δράσεις
- Η ρύπανση λόγω υπερβολικής χρήσης λιπασμάτων η οποία αλλάζει την σύσταση του εδάφους και επιφανειακού και υπόγειου νερού
- Η ελλιπής μέριμνα για τις ανάγκες των ήδη πληγέντων περιοχών
- Η ανεπάρκεια τεχνογνωσίας για τον έλεγχο και την αντιμετώπιση του φαινομένου
- Πολιτικές που επιτρέπουν την εξάντληση των πόρων του εδάφους
- Οι πυρκαγιές.

Στην δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνονται:

- οι μεγάλες περίοδοι ξηρασίας
- η μείωση των βροχοπτώσεων
- οι μεγάλες ταχύτητες του ανέμου

Οι έντονες κλιματικές αλλαγές μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την βιοποικιλία και να αυξήσουν την ερημοποίηση σε περιόδους ξηρασίας αλλά ακόμη και οι έντονες βροχοπτώσεις σε μερικές περιπτώσεις φαίνεται να προκαλούν περισσότερη ζημιά από όσο καλό. Σε περιοχές που η πανίδα είναι ήδη αποδυναμωμένη, η έντονη βροχόπτωση εντείνει την αποψίλωση του εδάφους (τα φυτά δεν μπορούν να αντισταθούν στην δυνατή ροή του νερού). Τα ίδια αποτελέσματα προκαλούν και οι δυνατοί άνεμοι .

Ωστόσο και η ερημοποίηση επηρεάζει τη κλιματική αλλαγή μέσω της απώλειας γης και βλάστησης με συνέπεια την μείωση της κατακράτησης του διοξειδίου άνθρακα και την αύξηση της ανακλαστικότητας της επιφάνειας της γης.

Το έδαφος των ξηρών εκτάσεων περιέχει το ¼ του οργανικού άνθρακα όλου του πλανήτη και το μεγαλύτερο του ανόργανου. Η ανεξέλεγκτη ερημοποίηση μπορεί να απελευθερώσει στην ατμόσφαιρα ένα μεγάλο μέρος αυτών γεγονός που επιφέρει σημαντικότερες αλλαγές στο παγκόσμιο κλιματικό σύστημα .

Βέβαια, όπως αναφέρθηκε και στην αρχή της παραγράφου αλλά παρατηρείτε και από την παράθεση των αιτιών ότι ενώ πρόκειται για ένα καθόλα φυσικό γεγονός ο

ανθρωπινός παράγοντας επιδεινώνει την κατάσταση και αυξάνει τους ρυθμούς της ερημοποίησης.

#### **2.4. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ**

Το κλίμα στη μεσογειακή Ευρώπη είναι ημίξηρο και ευαίσθητο σε εποχιακές ξηρασίες με μεγάλη μεταβλητότητα στις ετήσιες βροχοπτώσεις. Έντονες ξαφνικές καταιγίδες είναι χαρακτηριστικό του κλίματος αυτού. Δεδομένου ότι η περιοχή της βόρειας Μεσογείου έχει κατοικηθεί και καλλιεργηθεί για χιλιάδες έτη, ο όρος "έρημος", αν και όπου τελικά χρησιμοποιηθεί, αφορά περιοχές απομονωμένες και ημι-αναπτυγμένες.

Εκτός από το ημίξηρο κλίμα, υπάρχουν και άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που επηρεάζουν την ερημοποίηση μιας περιοχής.

Όπως:

- φτωγά και ιδιαίτερα διαβρωμένα εδάφη
- επικλινή τοπία με απότομες κλίσεις
- Εκτενής δασική καταστροφή
- εγκατάλειψη της παραδοσιακής γεωργίας σε συνδυασμό με την υποβάθμιση των κατασκευών προστασίας εδάφους και νερού
- υπερεκμετάλλευση των υδατικών πόρων
- συγκέντρωση της οικονομικής δραστηριότητας στις παράκτιες περιοχές.

Τα εδάφη συχνά μετατρέπονται σε αλατούχα, ξηρά και άγονα, σε συνδυασμό με τις φυσικές καταστροφές όπως ξηρασίες, πλημμύρες, δασικές πυρκαγιές και μη αειφορικές καλλιεργητικές πρακτικές που περιλαμβάνουν την ισοπέδωση και συμπίεση του εδάφους από μπουλντόζες, γεωργικούς ελκυστήρες και υπερβόσκηση.

Η ρύπανση των εδαφών από υπερβολική χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων αποτελεί κίνδυνο σε σχέση με την ευαισθησία στη διάβρωση.

Επιπλέον, η ποιότητα της γης μπορεί να επηρεαστεί από την ανακατανομή των υδάτινων πόρων ,μέσω της κατασκευής ταμιευτήρων ύδατος και καναλιών . Η ευρεία υποβάθμιση των υπόγειων υδροφορέων αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Ειδικά κατά μήκος των ακτών όπου υπάρχουν αυξημένες ανάγκες από τον τουρισμό , καθώς επίσης και από την αρδευόμενη γεωργία, την βαριά και ελαφριά βιομηχανία. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα έχουν μελετηθεί στα πλαίσια δημιουργίας δεικτών καθορισμού της υπάρχουσας κατάστασης ερημοποίησης της γης και του πιθανού κινδύνου ερημοποίησης γενικότερα.

## **2.5. ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

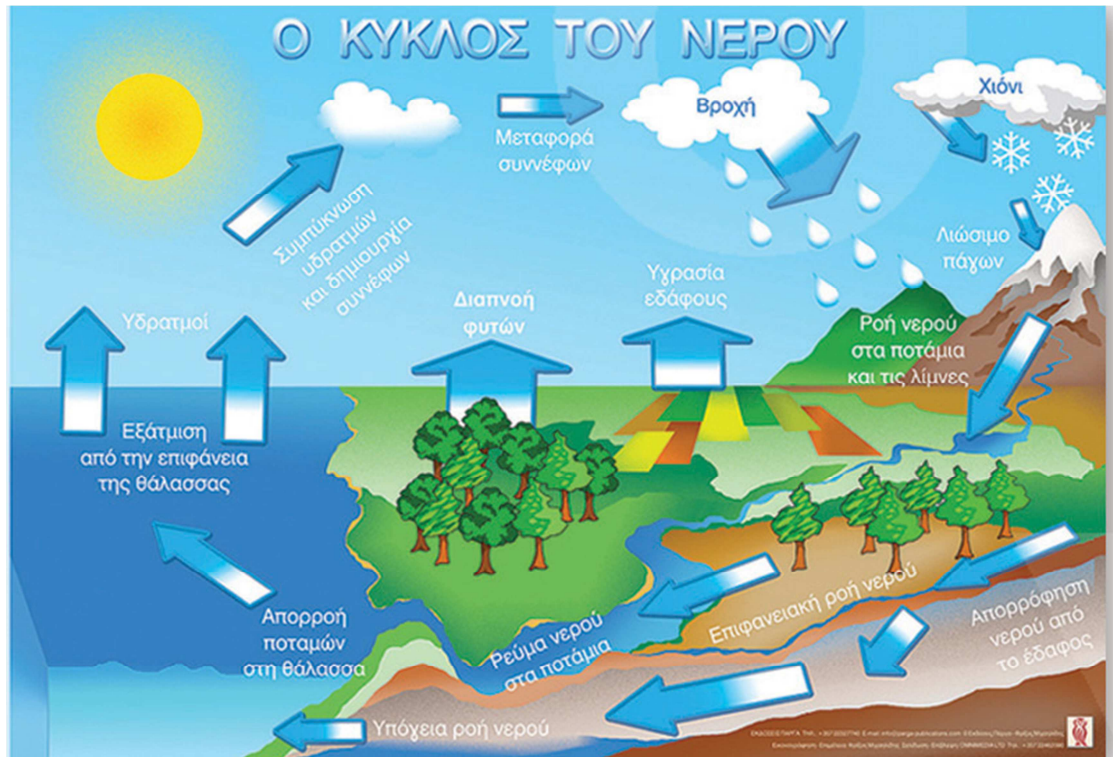
Το φαινόμενο της ερημοποίησης των ελληνικών γαιών είναι ένα φαινόμενο που συνεχίζεται για περίπου τρεις χιλιετίες και αφορά την εξάντληση της παραγωγικότητας των εδαφών και των διαθέσιμων υδατικών αποθεμάτων. Η ακραία αυτή υποβάθμιση των δύο σπουδαιών πόρων μας συμβαίνει στην ζώνη εξάπλωσης της ελιάς και έχει ήδη επεκταθεί σε περισσότερο του 20% της συνολικής έκτασης.

Οι απειλούμενες από ερημοποίηση περιοχές ανέρχονται στο 30% της συνολικής έκτασης της χώρας, ενώ το 49% βρίσκεται σε στάδιο πιθανής ερημοποίησης. Η μεγαλύτερη απειλή εντοπίζεται σε Κρήτη, Λέσβο, Ανατολική Στερεά, Πελοπόννησο καθώς και σε σημεία της Θεσσαλίας και της Θράκης.

Παρά το αντίξοο των φυσικών συνθηκών που επικρατούν στη Ευρωπαϊκή Μεσόγειο, ερημοποίηση συμβαίνει μόνον αν συνυπάρξει και αλόγιστη ανθρώπινη δράση. Επομένως τόσο στην Ελλάδα όσο και στις άλλες χώρες της περιοχής η ερημοποίηση έχει συντελεστεί και συντελείται στις ευαίσθητες ζώνες της με την υπερεκμετάλλευση των εδαφικών, των υδάτινων και γενικώς των φυσικών πόρων.

Το φαινόμενο εξελίσσεται πολύ αργά και παρουσιάζει χρονική και τοπική ασυνέχεια. Έτσι δεν γίνεται άμεσα αντιληπτό από τις εκάστοτε κοινωνίες των ανθρώπων μέχρις ότου τις πλήξει ανεπανόρθωτα

## 2.6 ΞΗΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΞΥΡΑΣΙΑΣ



Εικόνα 3 : Ο κύκλος του νερού.

Είναι προφανές ότι η ξηρασία εξαρτάται από την αλληλεπίδραση ενός φυσικού φαινομένου (λιγότερη βροχή από την αναμενόμενη) με την λειτουργία των υδατικών συστημάτων από τον άνθρωπο, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις σε νερό.

Η ξηρότητα, η λειψυδρία καθώς και η ερημοποίηση είναι κοινές και επικαλυπτόμενες διεργασίες στις μεσογειακές χώρες και συχνά παρερμηνεύονται

**Ξηρότητα:** φυσική μόνιμη κλιματική κατάσταση με πού χαμηλές ετήσιες ή εποχιακές βροχοπτώσεις.

**Ξηρασία:** φυσική προσωρινή κατάσταση συνεχούς μείωσης στη βροχόπτωση και σε διαθεσιμότητα ύδατος αναφορικά με τις κανονικές τιμές.

**Λειψυδρία:** μόνιμη κατάσταση ανισορροπίας μεταξύ των υδατικών πόρων σε μια περιοχή η οποία χαρακτηρίζεται από ένα ξηρό κλίμα και γρήγορη αύξηση της ζήτησης ύδατος που σχετίζεται με πληθυσμιακή ανάπτυξη.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 ΦΥΣΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗΣ

Οι δείκτες χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν ένα φαινόμενο και να προσδώσουν μετρήσιμα ποσοτικά μεγέθη σε ένα χαρακτηριστικό, αλλά δεν αποτελούν πάντα πηγή ανησυχίας. Η εμφάνιση ενός δείκτη ερημοποίησης υποδεικνύει ότι μπορεί να υπάρξει πρόβλημα αλλά δεν είναι οριστικό. Ένα αβαθές έδαφος μπορεί να είναι ένας δείκτης ερημοποίησης, αλλά δεν σημαίνει ότι θα υπάρξει σίγουρα ο οποιοσδήποτε κίνδυνος ερημοποίησης χωρίς να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες (δείκτες) όπως η ετήσια βροχόπτωση ή η κλίση της επιφάνειας του εδάφους.

#### Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος καθορίζει ένα δείκτη ως:

*«μια παράμετρο ή μία τιμή που προσδιορίζεται από δεδομένα και η οποία παρέχει πληροφορίες για ένα φαινόμενο. Οι δείκτες είναι ποσοτικές πληροφορίες που βοηθούν να εξηγηθεί πώς αλλάζουν με τον χρόνο και πώς μεταβάλλονται στο χώρο τα πράγματα. Ο δείκτης απλοποιούν γενικά την πραγματικότητα προκειμένου να προσδιορίσουν ποσοτικά σύνθετα φαινόμενα, έτσι οι πληροφορίες να μπορούν να είναι μεταδόσιμες».*

Είναι συχνά προτιμότερο διάφοροι δείκτες να συνδυαστούν με μια τιμή βαρύτητας (index) έτσι ώστε είναι δυνατή ενσωμάτωση πολλών παραγόντων συγχρόνως. Ο δείκτης ξηρότητας είναι ένα παράδειγμα συνδυασμού ετήσιας βροχόπτωσης και δυνητικής εξατμισοδιαπνοής.

### 3.2 ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

*Η χρήση τους απαιτείται από την επιτροπή UNCCD*

Πριν αρχίσουν τα ερευνητικά προγράμματα της ΕΕ προς το τέλος της δεκαετίας του '80, η ερημοποίηση δεν είχε μελετηθεί σε ολόκληρη την Ευρώπη στην ίδια λεπτομέρεια που είχε για την Αφρική. Σήμερα έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στην ερημοποίηση και την καταγραφή όλων των μορφών υποβάθμισης της γης σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο. Η επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης (UNCCD) παρέχει ένα διεθνές πλαίσιο γι' αυτές τις διεργασίες.

Οι κύριοι στόχοι της επιτροπής είναι να συντονίσει τη συλλογή, την ανάλυση, την ανταλλαγή δεδομένων και να προσδιορίσει τους δείκτες που βοηθούν στην αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης. Σε περιπτώσεις όπως πιθανών μεταβολών του κλίματος και σε αλλαγές χρήσεων γης και γεωργικών πρακτικών.



**Εικόνα4: δείγμα ερημοποίησης**

Ο δεύτερος στόχος είναι να ορισθούν δείκτες για την εκτίμηση της προόδου από την εφαρμογή της Συνθήκης. Η διευκρίνιση των δεικτών και των κρίσιμων τιμών συνεχίζει να αποτελεί προτεραιότητα για την UNCCD. Η χρήση των δεικτών ερημοποίησης και των κρίσιμων τιμών μπορεί να είναι είτε ως «η αντιπροσωπευτική

*περιοχή όπου πραγματοποιούνται λεπτομερείς μελέτες και τα αποτελέσματα επεκτείνονται σε μια μεγαλύτερη περιοχή η οποία αντιπροσωπεύεται από την περιοχή μελέτης» ή ως «ένα σύνολο δεδομένων που αναφέρονται σε μια βασική γραμμή αφετηρίας για την αξιολόγηση των αναμενόμενων τάσεων σε έναν δείκτη ή σε ένα θέμα».*

Με αυτούς τους τρόπους μπορούν να προσδιοριστούν περιοχές που βρίσκονται σε κίνδυνο υποβάθμισης και να ληφθούν άμεσα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας. Οι συνενώσεις δεικτών από άλλες συνθήκες, όπως της κλιματικής μεταβολής και της βιοποικιλότητας, ενισχύουν την ανάπτυξη τεχνολογιών που είναι περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά αποδεκτές.

Εθνική δράση και συνεργασία είναι απαραίτητα συστατικά για την καταπολέμηση της ερημοποίησης στις επηρεαζόμενες χώρες της βόρειας Μεσογείου. Ως μέλη της UNCCD, η Πορτογαλία, η Ισπανία, η Ιταλία και η Ελλάδα έχουν οργανώσει θεματικά δίκτυα και ημερίδες για την ανταλλαγή επιστημονικής γνώσης και την εκπαίδευση μέσα στο Παράρτημα της βόρειας Μεσογείου αλλά και με γειτονικά Παραρτήματα όπως της κεντρικής και ανατολικής Ευρώπης και της βόρειας Αφρικής. Η Ιταλία, η Ελλάδα, η Πορτογαλία και η Τουρκία επικύρωσαν τα Εθνικά Προγράμματα Δράσης (NAPs) τον Αύγουστο του 2005 και άλλες επηρεαζόμενες χώρες ακολουθούν. Σε αυτό το πλαίσιο οι δείκτες χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα για τον έλεγχο της συμμόρφωσης με τις αποφάσεις της UNCCD και για τη χαρτογράφηση την επικοινωνία και την εκπαίδευση. Σε τοπικό επίπεδο, οι δείκτες παρέχουν στοιχεία για την κατάσταση βιωσιμότητας των αγροοικοσυστημάτων και προσδιορίζουν εάν απαιτείται δράση για αλλαγές, ώστε να προωθηθεί η αειφορία του οικοσυστήματος.

### 3.3.1 Οι ιδιότητες ενός καλού δείκτη

Για να κριθεί ένας δείκτης κατάλληλος πρέπει να πληροί ορισμένα κριτήρια και προϋποθέσεις. Ένα δείκτης θα πρέπει να είναι Συγκεκριμένος, Μετρήσιμος, Επιτεύξιμος, Σχετικός και Αμετάβλητος με τον χρόνο. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Περιβάλλοντος (ΕΕΑ) προτείνει οι δείκτες να παρέχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν από την πολιτική και τους χρήστες, να είναι καταφανή και μετρήσιμα χαρακτηριστικά. Πρέπει το κόστος συλλογής του δείκτη να είναι σχετικά χαμηλό και αποτελεσματικό για το σκοπό που θα χρησιμοποιηθεί. *Για παράδειγμα, η*

ετήσια βροχόπτωση αποτελεί εξίσου σημαντικό δείκτη ερημοποίησης όπως το μητρικό υλικό (τύπος πετρώματος) και η πυκνότητα πληθυσμού. Τα στοιχεία για αυτούς τους δείκτες είναι ευρέως διαθέσιμα, εύκολα κατανοητά, μετρήσιμα και ελεγχόμενα. Τα προβλήματα διαθεσιμότητας στοιχείων μπορούν να υπερνικηθούν με την παροχή δυνατότητας μέτρησης ενός δείκτη με διαφορετικές μεθόδους.

*Για παράδειγμα, είναι δυνατό να προσδιορισθεί η τιμή του δείκτη φυτοκάλυψη με χαρτογράφηση στον αγρό και με την χρήση αεροφωτογραφιών ή δορυφορικών εικόνων. Οι δείκτες πρέπει επίσης να είναι κατανοητοί, εύκολο να ερμηνευθούν και κατάλληλοι για την πρόβλεψη αλλαγών στο χρόνο. Μια κρίσιμη τιμή αποτελεί μια διαχωριστική γραμμή μεταξύ δύο καταστάσεων ενός συστήματος ή μια αφετηρία για μια νέα κατάσταση, π.χ. μεταξύ ξηρής και ημίξηρης κλιματικής κατάστασης. Τέτοιου είδους δείκτες θα χρησιμοποιήσουμε και στην πτυχιακή εργασία.*

Κρίσιμες τιμές για ένα δείκτη δίδονται όπου είναι δυνατόν παρέχοντας την πληροφορία εάν συγκεκριμένες διεργασίες ερημοποίησης αποτελούν πρόβλημα ή όχι. Για πολλούς λόγους μπορεί να είναι πολύ δύσκολο να οριστούν συγκεκριμένες κρίσιμες τιμές ή κρίσιμα επίπεδα σε ένα δείκτη. Συχνά προτείνονται κλάσεις 3 τιμών ή εύρος τιμών. Μερικές κλάσεις μπορεί να έχουν συγκεκριμένα όρια όπως: βάθος εδάφους (<15cm, 15-30cm, ..., >150 cm), φυτοκάλυψη (<10%, 10-25%, ..., >75%), μέγεθος αγρού (<2ha, 2-5ha, ... >100ha). Άλλες κλάσεις μπορεί να είναι απλώς ποιοτικές όπως χαμηλή, μέτρια ή μεγάλη, για δείκτες όπως ένταση χρήση γης ή στράγγιση εδάφους.

### **3.3.2 ΠΩΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ**

Από τις εστιακές επιτροπές, την έρευνα και τους τοπικούς κατοίκους, η Επιτροπή των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (συμβούλιο για την αειφόρο ανάπτυξη, το οποίο μεταξύ των άλλων έχει ως αντικείμενο τον έλεγχο της προόδου υλοποίησης της συνθήκης 21 και διακήρυξης του Ρίο για την προστασία του περιβάλλοντος) άρχισε να εργάζεται μερικά έτη πριν από την UNCCD.

Υιοθέτησε μια μέθοδο, από την ανώτερη προς την κατώτερη κλίμακα, για τον προσδιορισμό και την χρήση δεικτών για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Ένας κατάλογος πιθανών δεικτών προσδιορίστηκε και στη συνέχεια η εφαρμογή και η

χρήση τους από διαφορετικές χώρες συντονίστηκαν από ένα κεντρικό φορέα. Σε αντίθεση με την Επιτροπή Επιστήμης και Τεχνολογίας της UNCCD που συνέταξε περισσότερο γενικές οδηγίες για τις χώρες και τις οργανώσεις σε κάθε Παράρτημα και στη συνέχεια συνεργάστηκε με κάθε Παράρτημα για την ανάπτυξη των δικών τους δεικτών. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην ανάπτυξη δεικτών που περιλαμβάνονται στα ενδιαφέροντα και στις ανησυχίες των τοπικών κοινωνιών, παρά στις στρατηγικές της εθνικής κυβέρνησης.

Κατά τη διάρκεια των πρόσφατων ετών διάφορες ομάδες έχουν εργαστεί για τον προσδιορισμό των δεικτών ερημοποίησης, αποτελέσματα έχουν προέλθει από τα Εθνικά Σχέδια Δράσης τις κάθε επηρεαζόμενης χώρα, όπου έχουν χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσουν τις περιοχές που επηρεάζονται από την ερημοποίηση. Γι αυτούς τους δείκτες συνήθως υπάρχουν δεδομένα σε εθνική κλίμακα (όπως ο Δείκτης Ξηρότητας). Επίσης δείκτες έχουν προέλθει από την Ευρωπαϊκή έρευνα διάρκειας περισσότερο από μία δεκαετία. Οι δείκτες αυτοί κυμαίνονται από κλίμακα της ευρύτερης Μεσογείου

### **3.4 Οι πολλές πλευρές της ερημοποίησης**

Ακόμη και μέσα στη μεσογειακή Ευρώπη υπάρχουν διάφορα χαρακτηριστικά μεταξύ των επικρατουσών διεργασιών και των επιπτώσεων της ερημοποίησης. Για παράδειγμα στο Alentejo (Πορτογαλία) η ερημοποίηση θεωρείται ως προοδευτική υποβάθμιση της βλάστησης και του εδάφους που προκαλείται πρώτα από την εκτεταμένη παραγωγή δημητριακών και στη συνέχεια από την υιοθέτηση διαφόρων περιβαλλοντικά καταστρεπτικών γεωργικών πρακτικών. Τα χαμηλά εισοδήματα από την καλλιέργεια και η σχετικά ανεπαρκής υποδομή αναγκάζουν τις νεότερες γενεές σε εσωτερική μετανάστευση. Στην Guadalentin (της Ισπανίας) η ερημοποίηση αποδίδεται στην αλάτωση και την υπερεκμετάλλευση των υπογείων υδάτων για εντατική καλλιέργεια με άρδευση. Στις ανωτέρω περιοχές, όπου η ξερική γεωργία εγκαταλείφθηκε, οι πρακτικές διαχείρισης, οι οποίες έλεγχαν τη διάβρωση του εδάφους, δεν υπάρχουν πλέον.

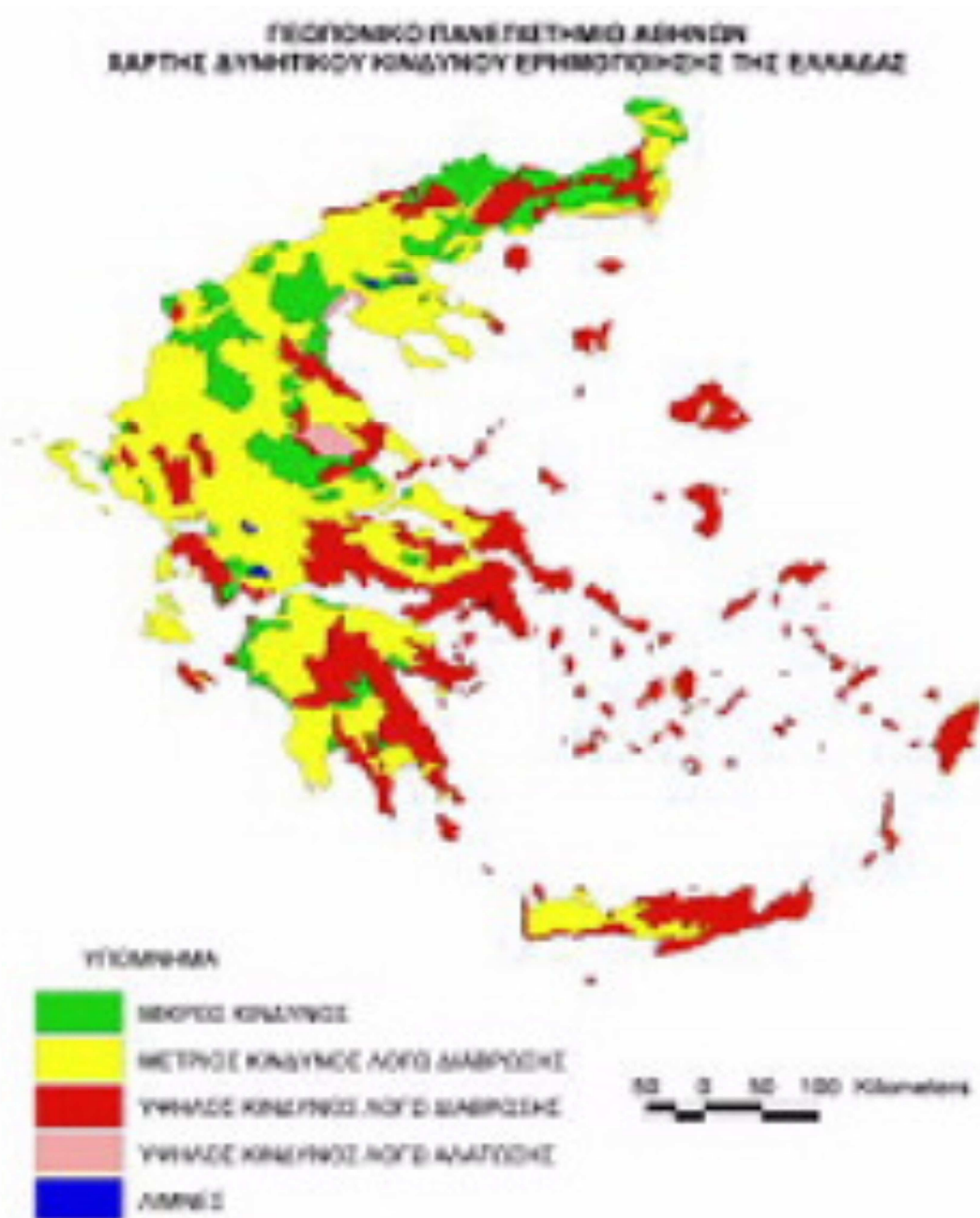
### **3.6 ΔΕΙΚΤΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΕΘΝΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗ ΚΛΙΜΑΚΑ**

Δεν είναι όλοι οι δείκτες κατάλληλοι για χρήση σε όλες τις κλίμακες. Μερικοί είναι καταλληλότεροι για τοπικές ή και περιπτώσεις τοπίου ,άλλοι για περιφερειακές, εθνικές και ευρύτερα μεσογειακού επιπέδου κλίμακες. Η επιλογή του κατάλληλου δείκτη σε τόσο μεγάλες περιοχές εξαρτάται από πολλούς παράγοντες.

Η πρώτη περίπτωση χρήσης δεικτών είναι αυτή για την αξιολόγηση των κύριων διεργασιών ερημοποίησης σε εθνικό επίπεδο , η οποία ποικίλει από χώρα σε χώρα. Χώρες όπως η Ισπανία, η Πορτογαλία, η Ιταλία και η Ελλάδα θεωρούν την ξηρασία και την ευαισθησία του εδάφους και της βλάστησης σημαντικές διεργασίες ,ενώ άλλες χώρες περιλαμβάνουν επίσης τις πυρκαγιές, τη χρήση των χρήση των υπογείων υδάτων ή τη μεταβολή του πληθυσμού.

Ένας δεύτερος σημαντικός καθοριστικός παράγοντας στην επιλογή των δεικτών είναι η διαθεσιμότητα των δεδομένων που χρησιμοποιούνται ευρέως και είναι διαθέσιμα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τέτοιες πληροφορίες μπορεί να αντληθούν από μετεωρολογικά δεδομένα ,εδαφολογικές μελέτες και χάρτες χρήσης γης. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για την επιλογή και χρήση δεικτών σε εθνική και διεθνή κλίμακα. Πρώτον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη χαρτογράφηση περιοχών που επηρεάζονται από την ερημοποίηση και τον καθορισμό των μέτρων καταπολέμησης της ερημοποίησης.

Εάν χρησιμοποιούνται οι ίδιοι δείκτες σε ολόκληρη τη περιοχή της μεσογείου τότε είναι δυνατή η σχετική εκτίμηση του βαθμού ερημοποίησης στις διάφορες περιοχές. Υπάρχει όμως και ένας άλλος σημαντικός λόγος για τη χρήση των ίδιων δεικτών. Η προσπάθεια προσδιορισμού των κύριων διεργασιών και παραγόντων ερημοποίησης με τη δημιουργία της κατάλληλης βάσης δεδομένων και υποδομής και ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ διαφορετικών ινστιτούτων σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.



Εικόνα 5: Εθνικός χάρτης ευαίσθητων στην ερημοποίηση περιοχών, Ελλάδα. Με κόκκινο χρώμα αναγράφονται οι περιοχές με υψηλό κίνδυνο, με κίτρινο οι περιοχές με μέτριο κίνδυνο .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Η λέξη τηλεπισκόπηση συντίθεται από το επίρρημα «τήλε» (=από μακριά) και το ρήμα «επισκοπεύω που σημαίνει επιθεωρώ-εξετάζω κάτι από μακριά. Επομένως ο όρος Τηλεπισκόπηση (remote sensing, teledetection , telerilevamento) σημαίνει αντίληψη αντικειμένων ή φαινομένων από απόσταση. Ορίζεται, ως η επιστήμη της συλλογής, ανάλυσης και ερμηνείας της πληροφορίας γύρω από ένα στόχο για την αναγνώριση και μέτρηση των ιδιοτήτων του, εξετάζοντας τις αλληλεπιδράσεις του με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χωρίς στη πραγματικότητα να έρθουμε σε απευθείας επαφή με αυτόν. Έτσι η τηλεπισκόπηση, μπορεί να αποδοθεί και ως η ανάγνωση ενός αντικειμένου από απόσταση ενώ παράλληλα υπάρχει και ο όρος Τηλανίχνευση.

Η Τηλεπισκόπηση, θα λέγαμε, υιοθετεί όλες εκείνες τις διαδικασίες και τεχνολογικές μεθόδους που επιτρέπουν την συλλογή από απόσταση πληροφοριών που αφορούν γήινα αντικείμενα χρησιμοποιώντας τις ιδιότητες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που αυτά τα αντικείμενα εκπέμπουν ή αντανακλούν. Τα δεδομένα της τηλεπισκόπησης συλλέγονται είτε από αεροπλάνα είτε από δορυφόρους. Οι δορυφόροι διαθέτουν αισθητήρες, όργανα ανίχνευσης και μέτρησης από απόσταση της ανακλώμενης ή εκπεμπόμενης ακτινοβολίας. Υπάρχει ένα μεγάλο πλήθος δορυφορικών συστημάτων σε τροχιά οι οποίοι παρατηρούν την γήινη επιφάνεια.

Λόγος για τις ιδιότητες και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την συλλογή πληροφοριών γίνεται σε παρακάτω παραγράφους.





**Εικόνα 6: Δείγμα δορυφορικού αναμεταδότη**

#### **4.2 Αποτύπωση χρήσεων γης με μεθόδους Τηλεπισκόπησης**

Στην πράξη χρησιμοποιούμε τα επιτεύγματα της τηλεπισκόπησης τόσο στην καθημερινή μας ζωή όσο και σε πολύ εξειδικευμένα πεδία επιστημών παρατήρηση της γης με μεθόδους τηλεματικής δίνει την δυνατότητα , εκτός από μετρήσεις περιβαλλοντικών παραμέτρων να αποτυπώνονται οι χωροχρονικές παρεμβάσεις αλλά και σε εποχικές διακυμάνσεις.

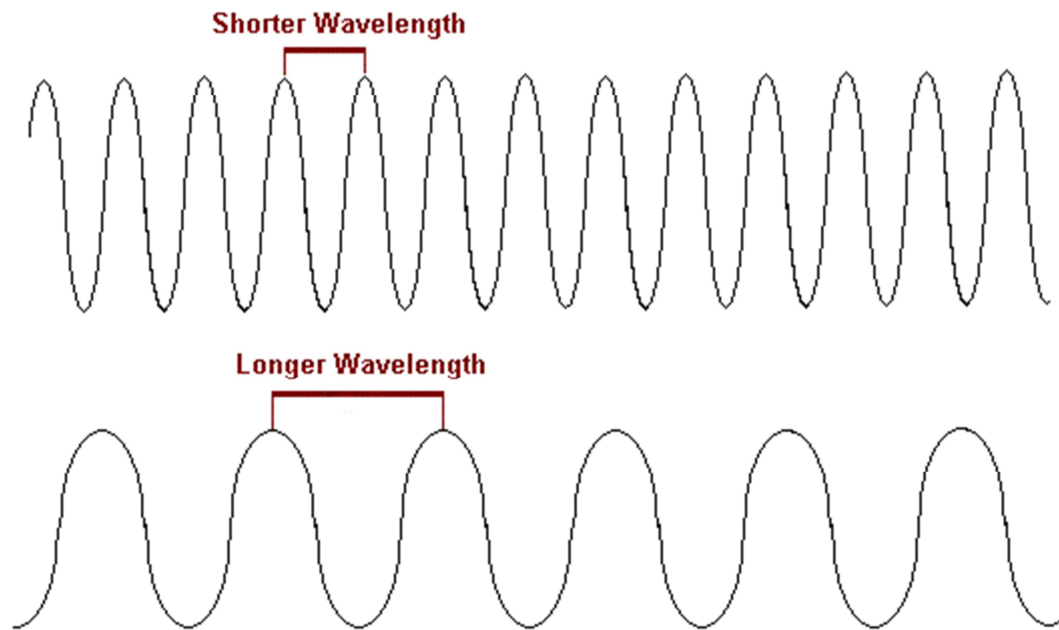
Οι δορυφορικές εικόνες, σε συνδυασμό με τα κατάλληλα προγράμματα λογισμικού έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν γρήγορα και αξιόπιστους χάρτες χρήσεων γης σε ποικιλία χωρικών και χρονικών κλιμάκων ανάλυση της χωρικής κατανομής της εδαφικής κάλυψης σε διάφορες χρονικές περιόδους αναλύεται μέσω τηλεσκοπικών εικόνων συγκρίνοντας τη συμβατική έρευνα πεδίου, οι πληροφορίες που προκύπτουν από την τηλεπισκόπηση όχι μόνο εξοικονομεί χρόνο αλλά αυξάνει την πιθανότητα κατηγοριοποίησης της φυτοκάλυψης μέσω φασματικών και χαρακτηριστικών αναλύσεων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

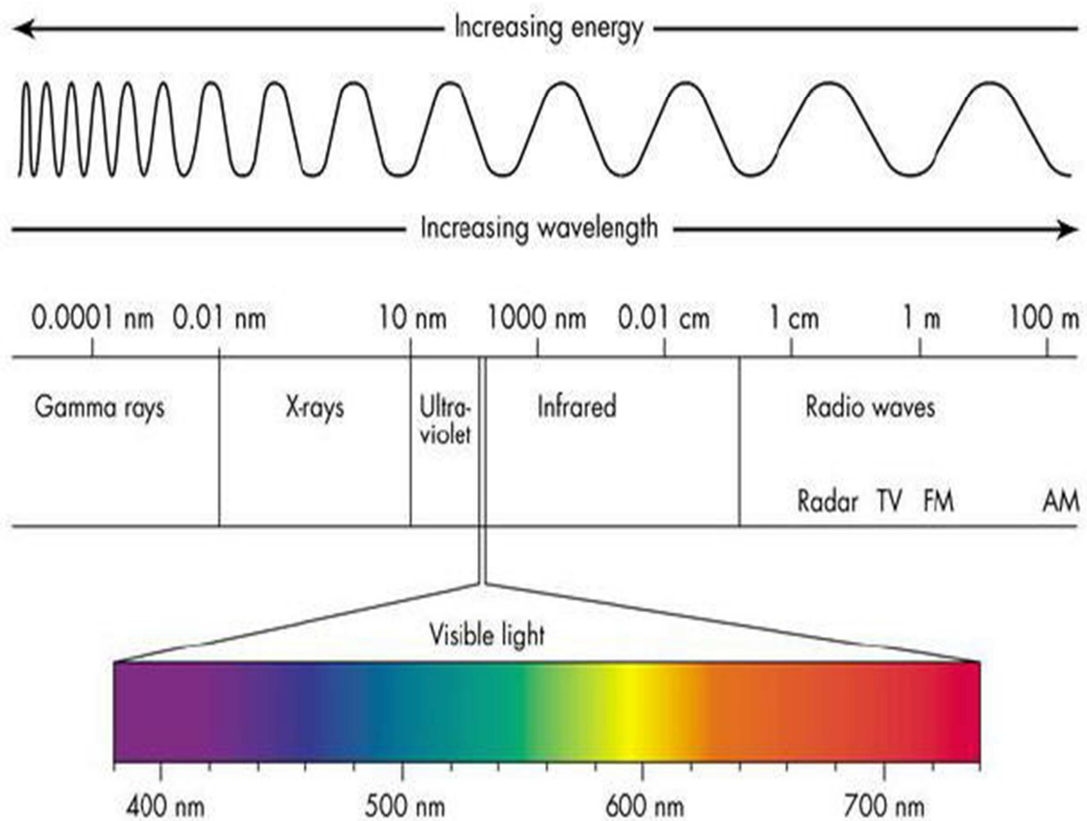
### 5.1 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΦΑΣΜΑ-ΦΑΣΜΑΤΙΚΑ ΚΑΝΑΛΙΑ

Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (ΗΜΦ) είναι όλο το εύρος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Διαχωρίζεται σε φασματικά κανάλια (spectral bands). Τα οποία κανάλια είναι:

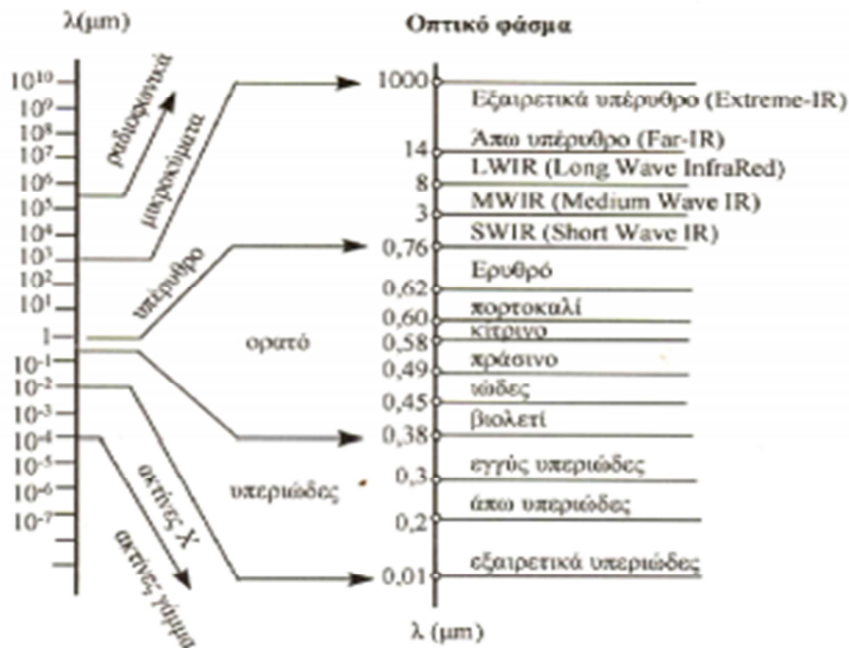
1. Το υπεριώδης φάσμα (u v) το οποίο βρίσκεται μεταξύ των ακτινών X και ορατού στο ΕΜΦ με μήκος κύματος από 0,01 έως 0,40 μm.
2. Το ορατό με μήκος κύματος από 0,40 έως 0,70μm έχει όρια που καθορίζονται από την ανθρώπινη όραση. Τα βασικά χρώματα του ορατού είναι μπλε (0,40-0,50μm) το πράσινο(0,50-0,60μm)και το ερυθρό(0,60-0,70μm)με κατάλληλο συνδυασμό των οποίων προκύπτουν τα υπόλοιπα.
3. Το υπέρυθρο (IR) κυμαίνεται από το ερυθρό του ορατού μέχρι τα μικροκύματα με μήκος κύματος από 0,70 έως 1000μm.
4. Το κανάλι των μικροκυμάτων τοποθετείται μεταξύ του υπέρυθρου και των ραδιοκυμάτων με μήκος κύματος από 0,1 cm έως 1m. Περιβάλλει τα μεγαλύτερα μήκη κύματος που χρησιμοποιούνται στην τηλεπισκόπηση. Η ακτινοβολία του έχει την ικανότητα να διαπερνάει τα σύννεφα και διάφορα επιφανειακά αντικείμενα.



Εικόνα 7: Γραφική απεικόνιση μήκος κύματος



Εικόνα 8: Ανάλυση μήκος κύματος και φασματικών καναλιών



Εικόνα 9: οι βασικές υποδιαιρέσεις (αποχρώσεις) και η ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

## 5.2 ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ

Η παρατήρηση της επιφάνειας της γης είναι δυνατή με τη χρήση ψηφιακών σαρωτών (τηλεσκοπικών ανιχνευτών) που ανιχνεύουν την αντανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας της γήινης επιφάνειας και την αποδίδουν ως ψηφιακή εικόνα. Οι σαρωτές μπορεί να είναι εγκατεστημένοι σε τεχνητούς δορυφόρους που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη γη ή να βρίσκονται σε αερομεταφερόμενα μέσα (αεροσκάφη, ελικόπτερα). Ένα διαστημικό όχημα μπορεί να μεταφέρει περισσότερους από ένα ανιχνευτές, έτσι πολλές φορές προκαλείται σύγχυση μεταξύ οχήματος και σαρωτή. Για παράδειγμα ο δορυφόρος Terra μεταφέρει, μεταξύ άλλων, τον ανιχνευτή ASTER και τον ανιχνευτή MODIS. Όταν αναφερόμαστε στα δεδομένα που μεταδίδονται στη γη, συνήθως τα διακρίνουμε βάση του ανιχνευτή, έτσι λοιπόν μιλάμε για δορυφορική εικόνα ASTER και όχι για δορυφορική εικόνα TERRA.

### **5.3 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΚΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ**

Για την παρατήρηση της γήινης επιφάνειας, οι ανιχνευτές μετρούν το ποσοστό της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που αντανακλάται από τα διάφορα υλικά. Κάθε αντικείμενο - επιφάνεια - υλικό που βρίσκεται επάνω στη γη, έχει ένα μοναδικό τρόπο να αντανακλά την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε διαφορετικά μήκη κύματος. Για παράδειγμα η χλωροφύλλη που βρίσκεται στα πράσινα μέρη των φυτών, έχει την ιδιότητα να αντανακλά σε μεγάλο βαθμό την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο πράσινο τμήμα του ορατού ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και να την απορροφά στο μπλε και κόκκινο τμήμα . Η φασματική αυτή συμπεριφορά έχει ως αποτέλεσμα να αντιλαμβανόμαστε το πράσινο χρώμα των ζωντανών φυτών.

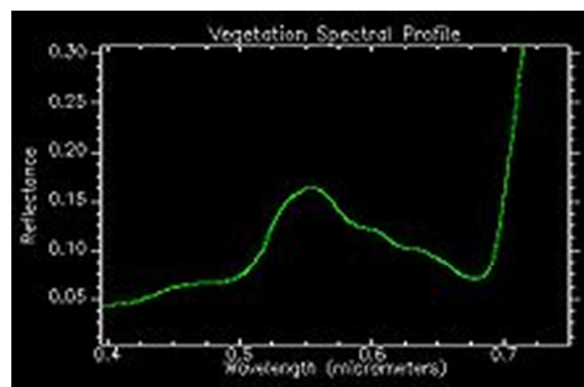
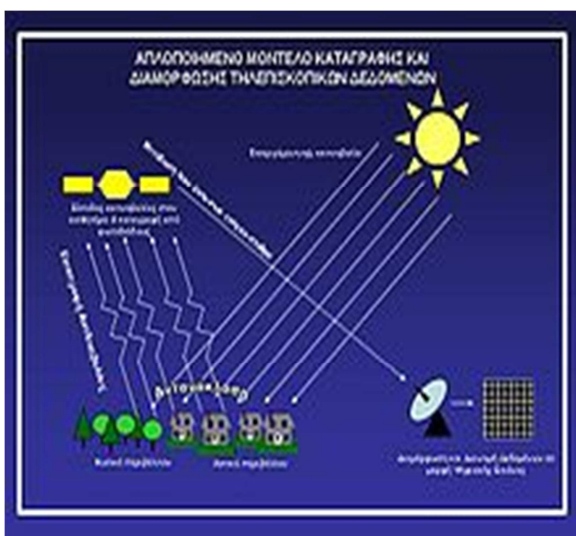
Κατά παρόμοιο τρόπο όλα τα υλικά μπορούν να μελετηθούν, να εντοπισθούν και να απεικονισθούν χρησιμοποιώντας την αντανακλαστική τους συμπεριφορά. Εάν χρησιμοποιείται το ορατό τμήμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας για την αναπαράσταση, τότε έχουμε μια πραγματική έγχρωμη εικόνα, ισοδύναμη με αυτές που καταγράφουν οι ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές.

**Στην Τηλεπισκόπηση** οι ανιχνευτές "κοιτούν" πολύ πέρα από το ορατό φάσμα. Υπάρχουν αισθητήρες που ανιχνεύουν ακτινοβολία στο εγγύς υπέρυθρο, στο μέσο υπέρυθρο, στο θερμικό υπέρυθρο, στα μικροκύματα κλπ. με αποτέλεσμα να λαμβάνουμε μια ποικιλία εικόνων. Δηλαδή το αποτέλεσμα ποικίλει ανάλογα με τη φασματική ζώνη που λειτουργεί ο αισθητήρας, ένας ανιχνευτής που λειτουργεί στο θερμικό υπέρυθρο θα δώσει μια θερμική εικόνα ενώ ένας ανιχνευτής που λειτουργεί στο ορατό φάσμα θα δώσει μια έγχρωμη εικόνα πραγματικού χρώματος (True Color).

Σε μια απλή περιγραφή του τρόπου που λαμβάνονται τα τηλεσκοπικά δεδομένα μπορούμε να αναφέρουμε: Μία πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (π.χ. ο ήλιος) που εκπέμπει προς όλες τις κατευθύνσεις, "φωτίζει" την επιφάνεια της γης αφού περάσει μέσα από την ατμόσφαιρα, γεγονός που περιορίζει το φασματικό εύρος της ακτινοβολίας που τελικά θα χτυπήσει στην επιφάνεια. Ένα μέρος της ακτινοβολίας που τελικά φθάνει στη γη, αντανακλάται, ένα άλλο μέρος διαχέεται στο περιβάλλον,

ένα άλλο μεταδίδεται και ένα άλλο απορροφάται και αποδίδεται και πάλι στο περιβάλλον. Η ακτινοβολία που αντανακλάται διέρχεται και πάλι μέσα από την ατμόσφαιρα με προορισμό το διάστημα. Σε πολύ μεγάλο ύψος (300χλμ - 800χλμ συνήθως) βρίσκονται σε τροχιά οι τεχνητοί δορυφόροι που είναι εξοπλισμένοι με τους ανιχνευτές. Η ακτινοβολία που αντανακλάστηκε προς το διάστημα, διέρχεται μέσα από πρισματικές διατάξεις που την διαχωρίζουν σε φασματικές ζώνες προκαθορισμένου εύρους, έπειτα οδηγείται σε φωτοδιόδους που μετατρέπουν την ακτινοβολία σε ηλεκτρικό σήμα. Το σήμα αυτό κβαντοποιείται σε μορφή δυαδικών αριθμών και μεταδίδεται προς τη γη στους επίγειους σταθμούς (Ground Stations) όπου επεξεργάζεται, διορθώνεται και λαμβάνει την τελική μορφή ψηφιακής εικόνας που διανέμεται στους τελικούς χρήστες.

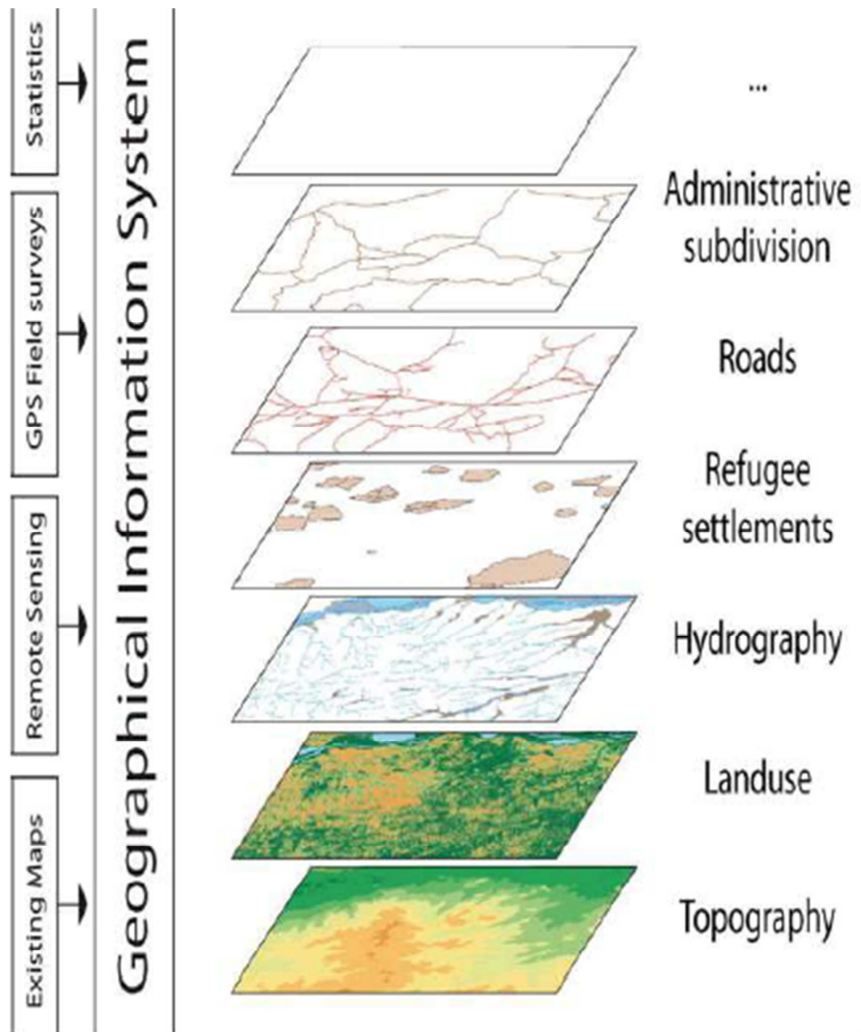
Ανάλογα με το χαρακτηριστικό που επιθυμούμε να μελετήσουμε, επιλέγεται ο φασματικός τύπος του ανιχνευτή ώστε να ληφθεί η μέγιστη πληροφορία. Εάν κάποιος επιθυμεί να μελετήσει τα παράκτια θαλάσσια οικοσυστήματα θα πρέπει να εξετάσει εικόνες στο μπλε τμήμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, καθώς σε αυτή τη φασματική περιοχή υπάρχει η δυνατότητα διείσδυσης της ακτινοβολίας στο νερό. Εάν όμως ζητούμενο είναι η χαρτογράφηση της ακτογραμμής θα χρειαστεί το φασματικό τμήμα στο εγγύς υπέρυθρο καθώς το νερό απορροφά πλήρως την η/μ ακτινοβολία σε αυτό το τμήμα ενώ το έδαφος (ακτή) θα εμφανίζει αντανάκλαση με αποτέλεσμα να εμφανίζεται μια σαφής διαφοροποίηση κατάλληλη για την αποτύπωση του ορίου ύδατος-ακτής.



**Εικόνα 10: Απλοποιημένο μοντέλο λήψης τηλεσκοπικών δεδομένων και φασματικό προφίλ τυχαίου δείγματος**

Ανάλογα με το χαρακτηριστικό που επιθυμούμε να μελετήσουμε, επιλέγεται ο φασματικός τύπος του ανιχνευτή ώστε να ληφθεί η μέγιστη πληροφορία. Εάν κάποιος επιθυμεί να μελετήσει τα παράκτια θαλάσσια οικοσυστήματα θα πρέπει να εξετάσει εικόνες στο μπλε τμήμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, καθώς σε αυτή τη φασματική περιοχή υπάρχει η δυνατότητα διείσδυσης της ακτινοβολίας στο νερό. Εάν όμως ζητούμενο είναι η χαρτογράφηση της ακτογραμμής θα χρειαστεί το φασματικό τμήμα στο εγγύς υπέρυθρο καθώς το νερό απορροφά πλήρως την η/μ ακτινοβολία σε αυτό το τμήμα ενώ το έδαφος (ακτή) θα εμφανίζει αντανάκλαση με αποτέλεσμα να εμφανίζεται μια σαφής διαφοροποίηση κατάλληλη για την αποτύπωση του ορίου ύδατος-ακτής.





Εικόνα 11: Αρχές ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών



#### **5.4 Γενικά για τους δορυφόρους**

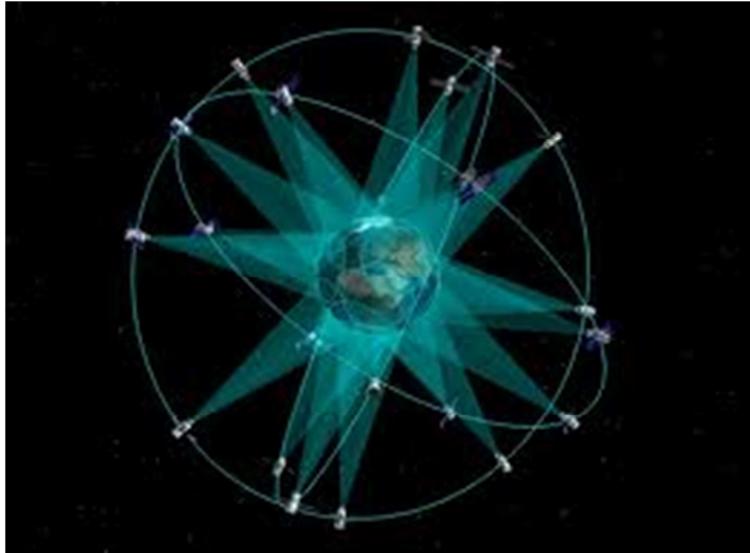
Πρόκειται για ένα μη επανδρωμένο διαστημικό όχημα, που τίθεται σε τροχιά γύρω από τη Γη σε ύψος μεταξύ 500 και 35.000 χιλιομέτρων από την επιφάνειά της, και εξοπλισμένο με κατάλληλα όργανα συλλέγει εικόνες και στοιχεία, τα οποία μεταδίδει σε επίγειους σταθμούς.

Από το 1957, έτος εκτόξευσης του πρώτου δορυφόρου (Sputnik, ΕΣΣΔ), έως τα μέσα της δεκαετίας του 1990, έχουν εκτοξευτεί και τεθεί σε τροχιά χιλιάδες δορυφόροι, που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ερευνών και εφαρμογών, άλλοι πραγματοποιώντας επιστημονικές παρατηρήσεις και μετρήσεις (επιστημονικοί δορυφόροι) και άλλοι εξυπηρετώντας οικονομικούς και εμπορικούς σκοπούς (δορυφόροι εφαρμογής). Έτσι, μέσω δορυφόρων πραγματοποιούνται αστρονομικές παρατηρήσεις, μετρήσεις κοσμικής ακτινοβολίας, μετεωρολογικές προβλέψεις, γεωλογικές έρευνες, χαρτογράφηση ηπείρων και ωκεανών, περιβαλλοντολογικές έρευνες κ.λπ. και διεξάγονται οι τηλεπικοινωνίες, η ναυσιπλοΐα, η κατασκόπευση στρατηγικών στόχων κ.ά.

Η μεταφορά των δορυφόρων και η τοποθέτησή τους σε τροχιά γίνεται από πυραύλους ή διαστημικά λεωφορεία. Μόλις αυτά φτάσουν στην προκαθορισμένη απόσταση από την επιφάνεια της Γης, αποδεσμεύουν το δορυφόρο, προσδίδοντάς του την κατάλληλη κλίση και ταχύτητα, ώστε να εξασφαλίζεται η εξισορρόπηση της βαρυτικής έλξης και της φυγόκεντρης δύναμης που ασκούνται επάνω του.

Κατά τη δεκαετία του 1990 το ενδιαφέρον από κατασκευαστική άποψη συγκεντρώνουν οι μικροί δορυφόροι (Mini satellites), που χρησιμοποιούνται πλέον όχι μόνο για τηλεπικοινωνιακούς σκοπούς και για τηλεπισκόπηση, αλλά και σε πλήθος άλλων εφαρμογών, χάρη στο μικρό τους βάρος και κόστος.

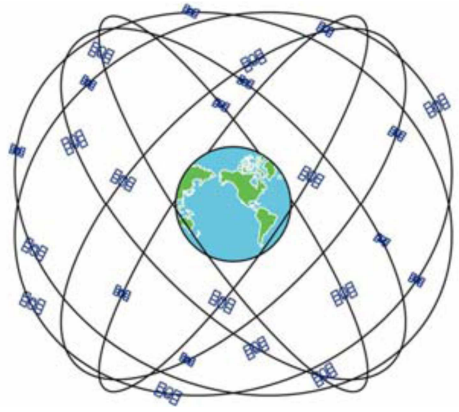
[ <http://www.neo.gr/website/ergasiamathiti/75.htm>]



**Εικόνα 12** εικόνα δορυφόρου

Οι δορυφόροι της δεκαετίας του 1990 ανήκουν στην τρίτη γενιά των δορυφόρων της κατηγορίας αυτής, είναι εξελιγμένοι τεχνολογικά και έχουν δυνατότητα παρατήρησης όλο το 24ωρο.

Είναι εξοπλισμένοι με όργανα υψηλής διακριτικής ικανότητας (ραδιόμετρα, μονάδα διερεύνησης με μικροκύματα, ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας, ανιχνευτές πρωτονίων και νετρονίων) και χαρτογραφούν όλα τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τη βλάστηση, την επιφανειακή θερμοκρασία ποταμών, λιμνών και θαλασσών, τις περιοχές με ηφαιστειακή δραστηριότητα, τις μετεωρολογικές μεταβολές και τα νέφη τόσο την ημέρα όσο και τη νύχτα, καθώς και την κατάσταση του όζοντος της στρατόσφαιρας. Τα στοιχεία που συλλέγουν περνούν από επεξεργασία και μετατρέπονται σε εικόνες υψηλής ευκρίνειας. Σ' αυτές χρησιμοποιούνται διαφορετικά χρώματα, για να απεικονιστούν οι διαφορές μεταξύ των περιοχών και οι διακυμάνσεις που παρουσιάζει το κάθε υπό μέτρηση μέγεθος σ' αυτές.

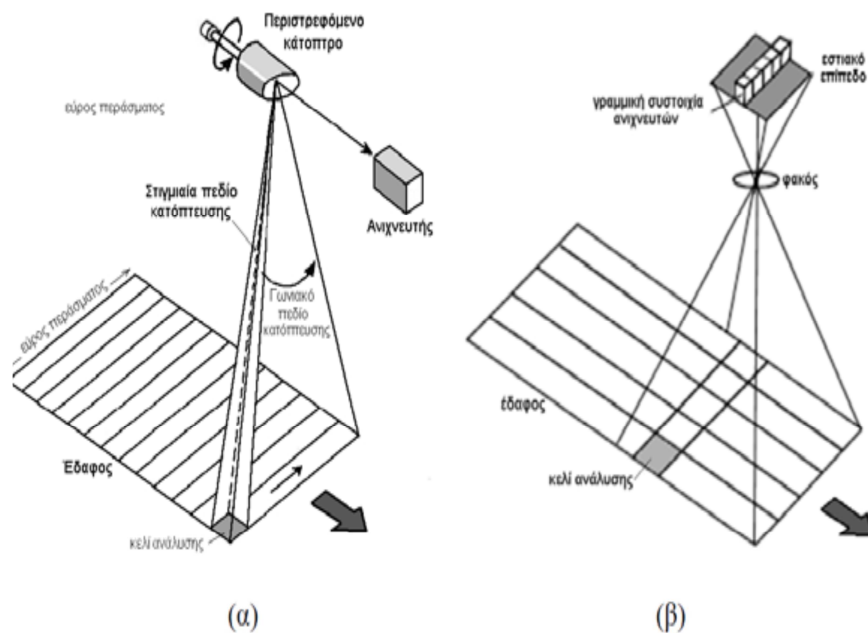
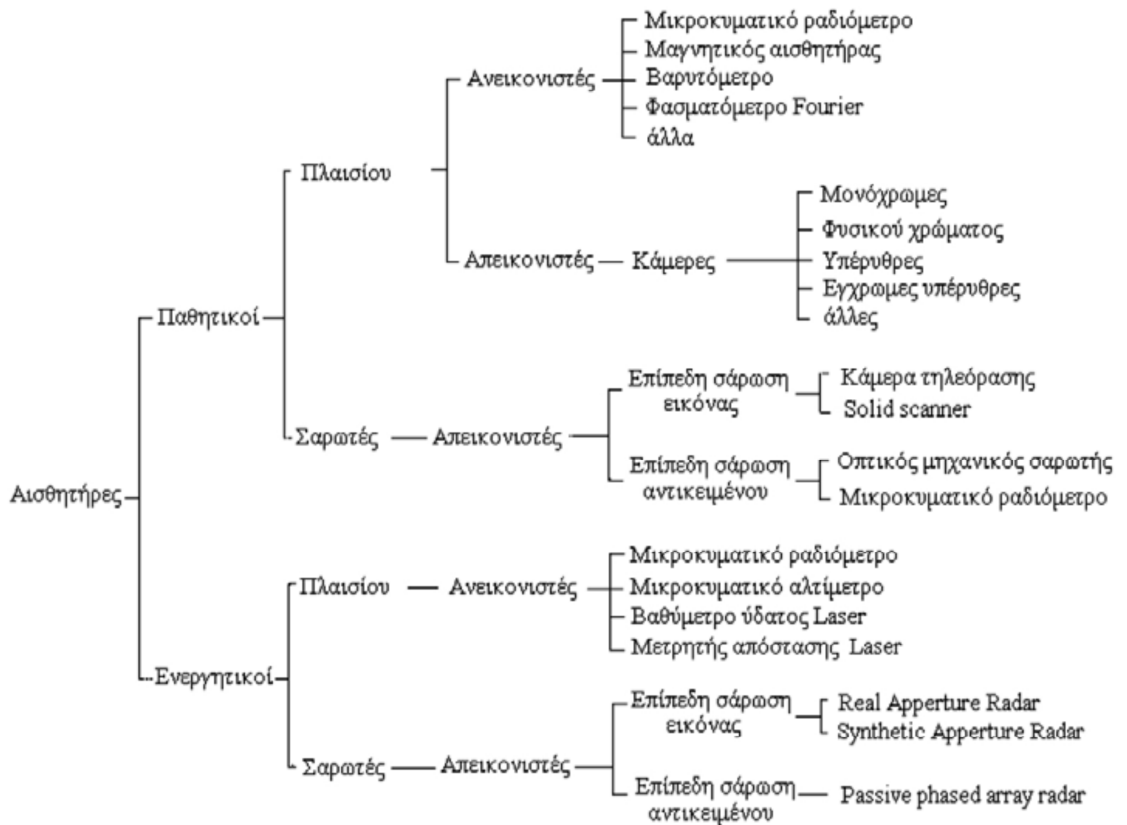


**Εικόνα 13: Αστερισμός των 24 δορυφόρων του συστήματος GPS (Trimble 2004)**

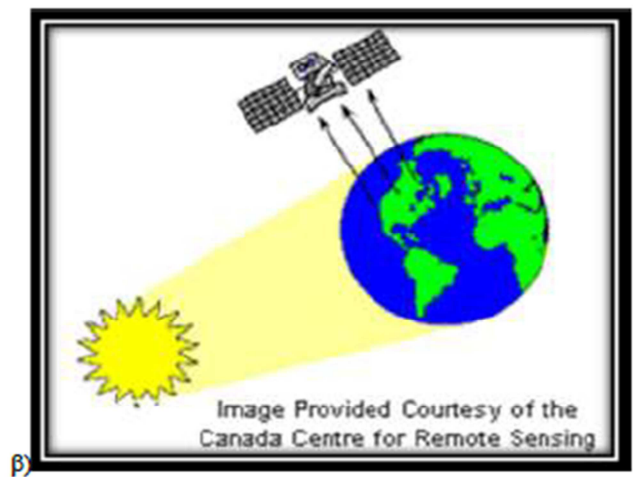
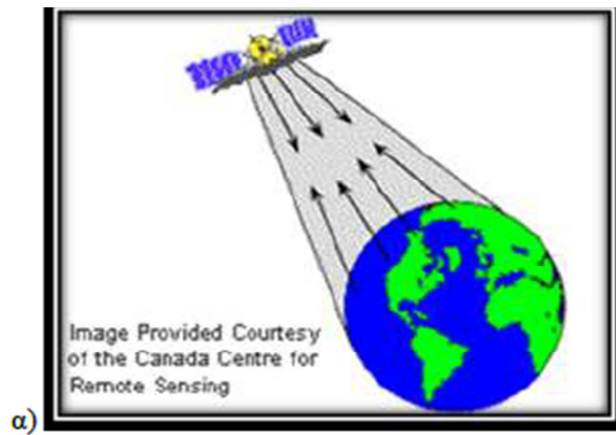
## **5.5 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΕΚΤΩΝ ΑΝΙΧΝΕΥΟΜΕΝΗΣ Η/Μ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ**

Ανάλογα με την προέλευση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία αντανακλάται και στη συνέχεια ανιχνεύεται, οι δέκτες - σαρωτές (ή αισθητήρες) μπορούν να διακριθούν σε παθητικούς και σε ενεργητικούς. Παθητικοί είναι εκείνοι που ανιχνεύουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία προερχόμενη από μία φυσική πηγή (συνήθως ο ήλιος), ενώ ενεργητικοί σαρωτές είναι εκείνοι που "φωτίζουν" (προσβάλλουν) οι ίδιοι το στόχο χρησιμοποιώντας την δική τους πηγή ακτινοβολίας, π.χ. εικονοληπτικά ραντάρ. Η τελευταία αυτή περίπτωση ονομάζεται "ραδιοεντοπισμός" ή "ραδιοανίχνευση".

Άλλη διάκριση των ανιχνευτών μπορεί να γίνει ανάλογα με το πόσα κανάλια ανιχνεύουν και σε τι φασματικό εύρος. Ένας ανιχνευτής που καταγράφει σε μία φασματική ζώνη καλείται μονοφασματικός, και μπορεί να ανιχνεύει την φασματική αντανάκλαση σε ένα μικρό (στενό) τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ή σε μια ευρύτερη περιοχή. Μονοφασματικοί ανιχνευτές που καταγράφουν σε ολόκληρο το ορατό τμήμα και στο εγγύς υπέρυθρο (Visible & Near Infrared) δίνουν δεδομένα (εικόνες) που καλούνται παγχρωματικά. Ανιχνευτές που καταγράφουν δεδομένα σε περισσότερες από μία φασματικές ζώνες οι οποίες λέγονται πολυφασματικοί (multispectral). Τέλος, ανιχνευτές που καταγράφουν την αντανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε πολλές φασματικές ζώνες, στενού εύρους, συνήθως 10-20 νανομέτρων καλούνται υπερφασματικοί.



Εικόνα 14: Παραδείγματα δορυφορικών αισθητήρων με διαφορετικό τρόπο κατόπτωσης .α)σαρωτής με εγκάρσια στην τροχιά διεύθυνση β)σαρωτής κατά μήκος της τροχιάς (Δρ. Νεκτάριος Χρυσουλάκης 2011)



εικόνα 15 τύποι δορυφορικών συστημάτων τηλεπισκόπησης α) ενεργά β) παθητικά.

Πηγή: [www.rsgisrs.com](http://www.rsgisrs.com)

## **5.6. Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Δεδομένων**

Τα δεδομένα που μεταδίδονται από τους ανιχνευτές (αερομεταφερόμενοι ή σε τροχιά) μετατρέπονται σε 2-διάστατους πίνακες  $n$  γραμμών  $x$   $m$  στηλών όπου η τιμή κάθε εικονοστοιχείου αντιπροσωπεύει την αντανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Γενικά τα τηλεπισκοπικά δεδομένα δηλαδή οι ψηφιακές εικόνες χαρακτηρίζονται από τα τις παρακάτω ιδιότητες:

### **I. Χωρική Ανάλυση:**

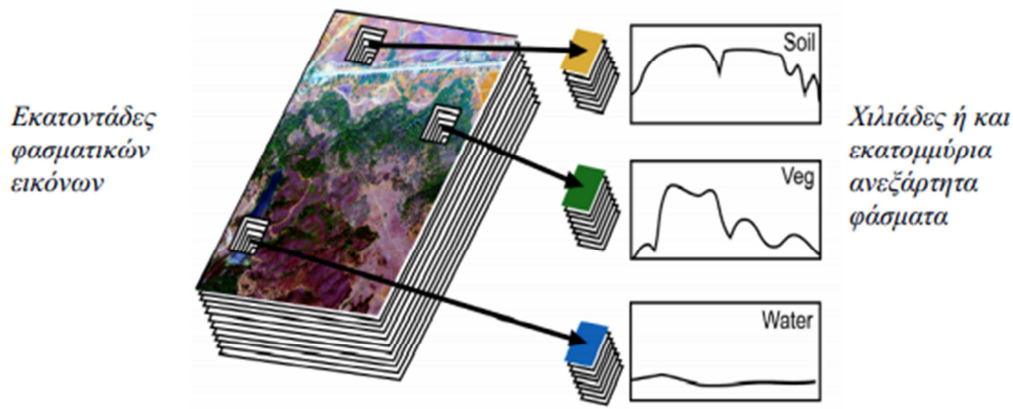
*Είναι η χωρική διακριτική ικανότητα της εικόνας, δηλαδή το μέγεθος του pixel σε πραγματικές διαστάσεις. Στην πράξη η χωρική ανάλυση καθορίζει τις ελάχιστες διαστάσεις των αντικειμένων ικανών να αποτυπωθούν στη ψηφιακή εικόνα. Υψηλής χωρικής ανάλυσης εικόνες, διαθέσιμες για πολιτική χρήση, έχουν μέγεθος pixel από 15μ έως και 0,6μ όπως η εικόνα δεξιά, ενώ για την Ελλάδα δεν αναμένονται εικόνες από τεχνητούς δορυφόρους παρατήρησης της γης, με χωρική ανάλυση μικρότερη του 0,5μ έως το τέλος της δεκαετίας.*

### **II. Φασματική Ανάλυση:**

*Είναι το φασματικό εύρος κάθε φασματικού καναλιού. Εικόνες με μικρό φασματικό εύρος (π.χ. 10 νανόμετρα) είναι εικόνες υψηλής φασματικής ανάλυσης και προσφέρονται για λεπτομερή εξέταση και αναγνώριση των υλικών που αποτυπώνονται, χρησιμοποιώντας τεχνικές υπερφασματικής ανάλυσης.*

### **III. Ραδιομετρική Ανάλυση:**

*Είναι η φασματική διακριτική ικανότητα, δηλαδή το πόσο εύκολα ή δύσκολα μπορούν να διακριθούν υλικά γειτονικής φασματικής συμπεριφοράς σε μια εικόνα (π.χ. μπορεί ένα αντικείμενο γαλάζιας απόχρωσης να διακριθεί από ένα αντικείμενο μπλε απόχρωσης;)*



Εικόνα 16.: υπερφασματική απεικόνιση. Κάθε pixel με ένα συνεχές φάσμα το οποίο χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση του υλικού.

## 5.7 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Στην περίπτωση των δορυφόρων η ανακλώμενη στην επιφάνεια της γης ακτινοβολία διέρχεται από όλο το πάχος της ατμόσφαιρας με συνέπεια η επίδραση να είναι πολύ μεγάλη

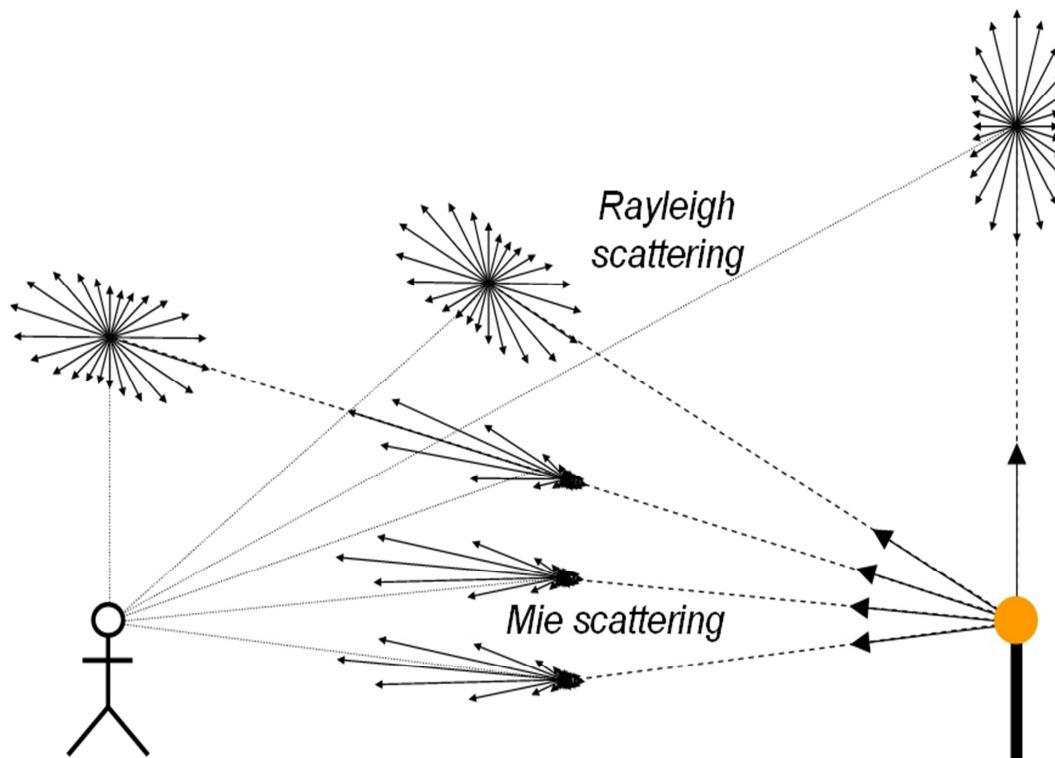
Οι επιδράσεις ταξινομούνται ως εξής:

1. **Σκέδαση:** είναι η διασκόρπιση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από σωματίδια που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα. Το ποσοστό της σκέδασης εξαρτάται από το μέγεθος των σωματιδίων, το μήκος κύματος της ακτινοβολίας και το πάχος της ατμόσφαιρας από το οποίο διέρχεται η ακτινοβολία. Τρία είδη σκέδασης διακρίνονται :

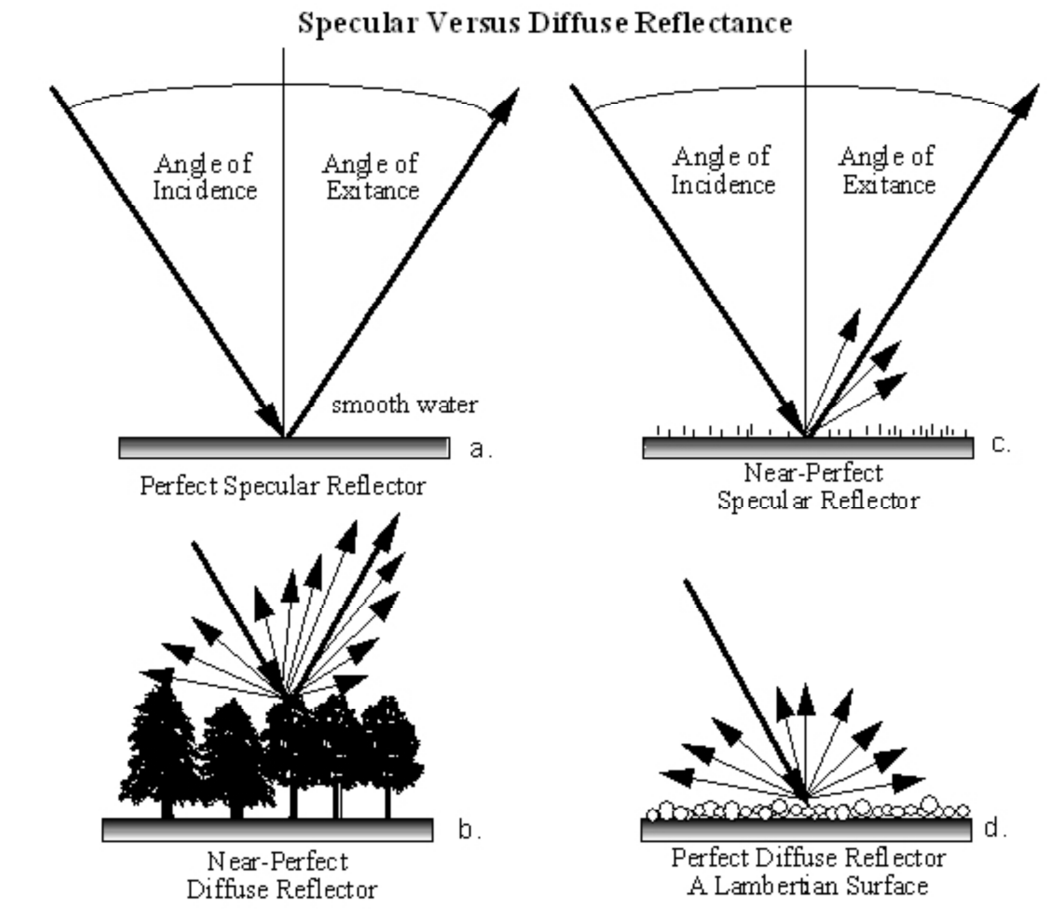
- η σκέδαση *Rayleigh*
- η σκέδαση *Mie*
- και τέλος η επιλεκτική σκέδαση



2. **Απορρόφηση:** πιο σημαντικοί παράγοντες που απορροφούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι το όζον, το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα και η υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα.



Εικόνα 17: Απεικόνιση σκέδασης Rayleigh και Mie.



**Εικόνα 18:** Παραδείγματα ανάκλασης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας προερχομένης την ίδια πηγή. Οι τρόπος ανάκλασης καθορίζεται κυρίως από το υλικό, την κατάσταση και τον προσανατολισμό του στόχου.

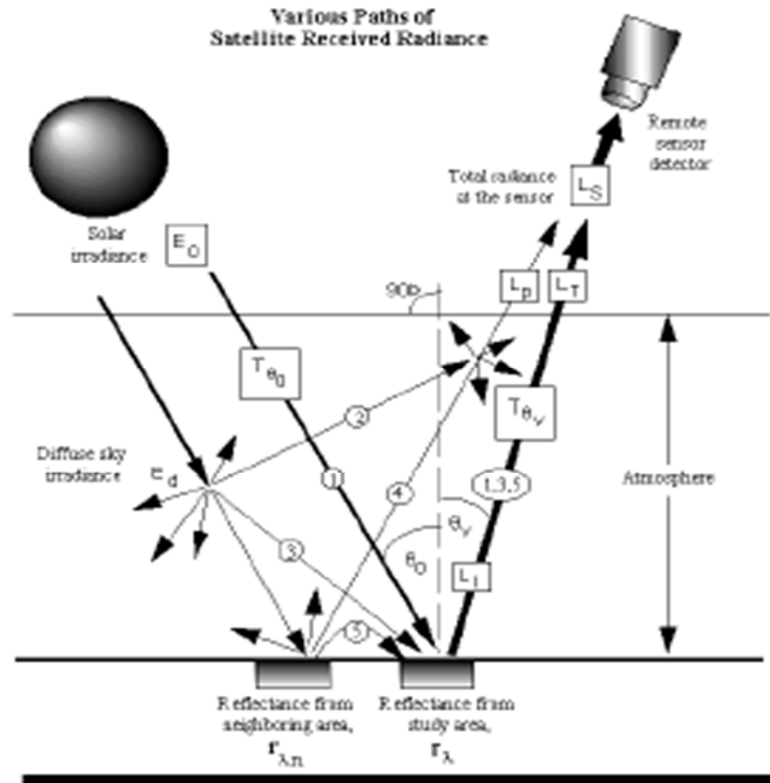
## **5.8 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ**

### **ΕΙΚΟΝΩΝ.**

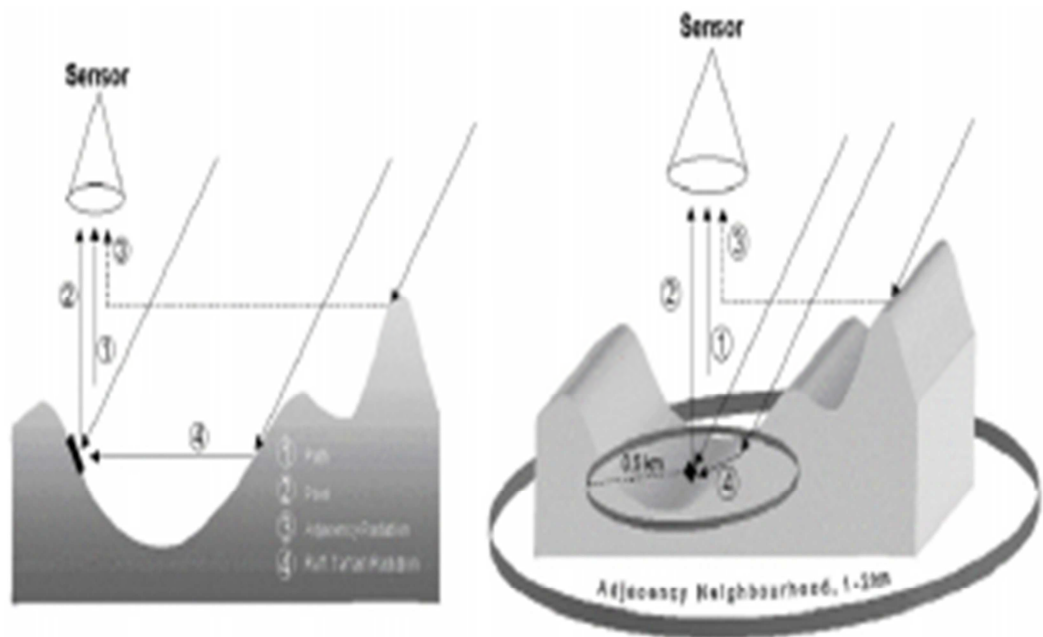
Πριν από την επαφή με την επιφάνεια της γης, η ακτινοβολία ,διανύει μια μεγάλη απόσταση μέσα στην ατμόσφαιρα και έρχεται σε επαφή με πολλά σωματίδια και αέρια και έχει ως συνέπεια να την επηρεάζουν μέσω της σκέδασης και της απορρόφησης.

Μέσω της σκέδασης η επιφάνεια του εδάφους δέχεται την διάχυτη ακτινοβολία όχι την άμεση ακτινοβολία που χρειάζεται με αποτέλεσμα η τιμή που καταγράφεται σε οποιαδήποτε θέση του εικονοστοιχείου να μην αποτελεί την πραγματική ανακλώμενη ακτινοβολία από το έδαφος για συγκεκριμένο σημείο γιατί το σήμα μεταβάλλεται από την απορρόφηση και την σκέδαση τμήματος της ακτινοβολίας. Το όζον, το διοξείδιο του άνθρακα καθώς και οι

υδρατμοί είναι στοιχεία που ευθύνονται για το φαινόμενο αυτό. Επίσης και η σκέδαση της ακτινοβολίας από γειτονικά αντικείμενα τα οποία έχουν διαφορετική ανάκλαση εντείνουν το πρόβλημα.



Εικόνα 19: Διάγραμμα πολλαπλών μονοπατιών-εισόδων εισερχόμενης ακτινοβολίας.



Εικόνα:20

Εκτός από την ακτινοβολία που φτάνει στο δέκτη προερχόμενη από το στόχο (2), φτάνει επίσης ακτινοβολία που προέρχεται από :την ατμόσφαιρα λόγω της σκέδασης(1), τα γειτονικά εικονοστοιχεία είτε μέσω του στόχου (4).Σκοπός της ατμοσφαιρικής διόρθωσης είναι η εξάλειψη των συνιστωσών (1),(3) και (4).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

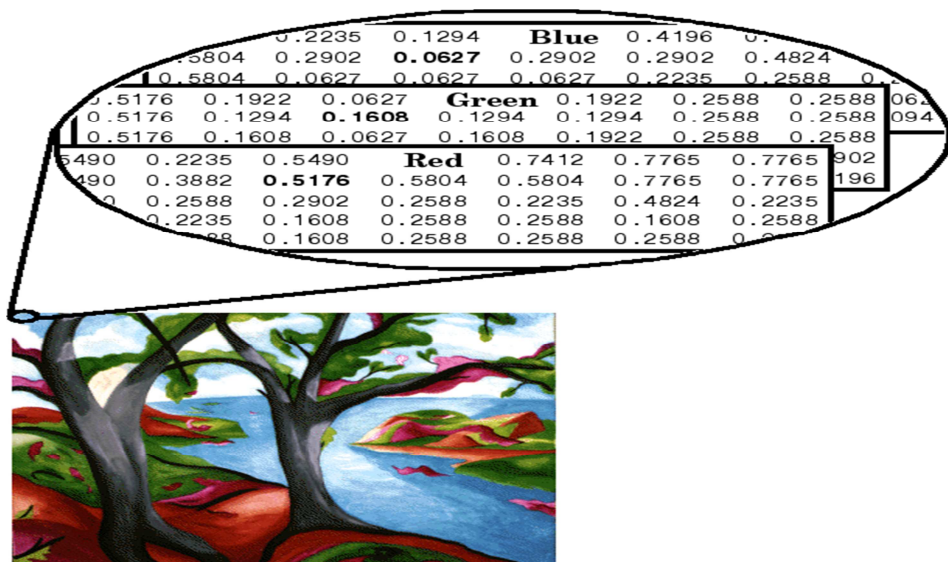
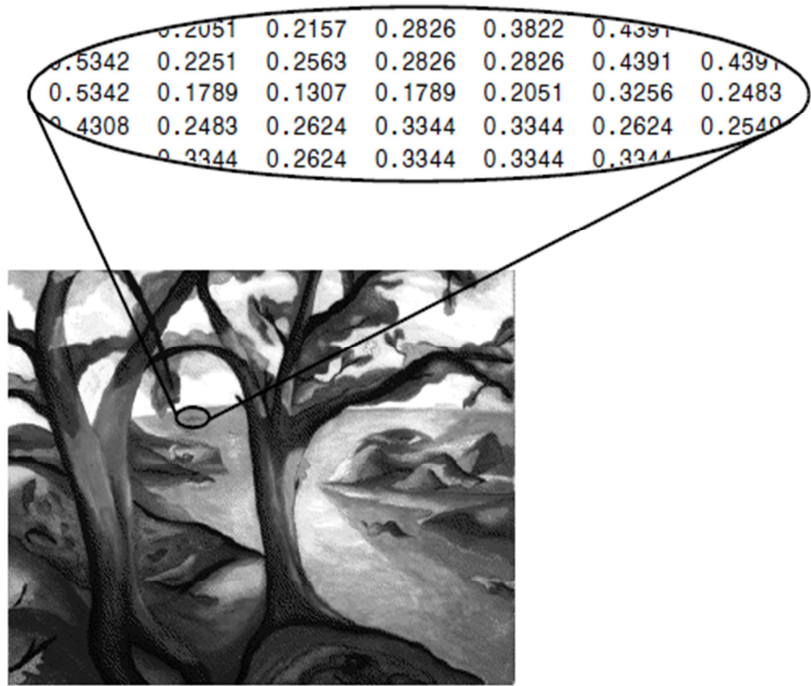
### 6.1 ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΕΙΚΟΝΕΣ

Η μετάβαση από τον αναλογικό κόσμο στον ψηφιακό συνεπάγεται τη μετατροπή των αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά. Έτσι μια πραγματική εικόνα μεταφέρεται στον ψηφιακό κόσμο με τη μορφή διακεκριμένου σήματος που έχει τη μορφή μαθηματικών πινάκων. Μια ψηφιακή εικόνα μπορεί να είναι δυαδική (binary image), μονοχρωματική αποχρώσεων του γκρι (gray level ή grayscale image) ή έγχρωμη (color image). Μια ψηφιακή εικόνα αποχρώσεων του γκρι διαστάσεων  $N \times M$  παριστάνεται από έναν δισδιάστατο πίνακα ακεραίων αριθμών που παίρνουν τιμές στο διάστημα  $[0, G-1]$ . Το  $G$  ισούται συνήθως με μια δύναμη του 2, δηλαδή  $G = 2^m$  με συνηθέστερη τιμή το  $m = 8$  που αντιστοιχεί σε  $2^8=256$  αποχρώσεις του γκρι. Η τιμή του  $(i,j)$  στοιχείου του πίνακα είναι ανάλογη της φωτεινότητας της εικόνας στο εικονοστοιχείο (pixel)  $(i,j)$  και συνεπώς ο δισδιάστατος αυτός πίνακας είναι ουσιαστικά μια διακεκριμένη συνάρτηση που εκφράζει την ένταση της φωτεινότητας της εικόνας (light intensity function) σε κάθε εικονοστοιχείο. Η λέξη pixel προέρχεται και αντικαθιστά ουσιαστικά τη φράση "picture element".

Η απλούστερη μορφή μιας εικόνας είναι η δυαδική μορφή. Μια δυαδική εικόνα έχει μόνον δύο στάθμες φωτεινότητας που συνήθως είναι το μαύρο και το άσπρο. Το μαύρο αντιστοιχεί στη τιμή 0 και το άσπρο στην τιμή 1 (στις grayscale εικόνες στην τιμή 255). Μια δυαδική εικόνα καταλαμβάνει μικρότερη μνήμη και οι επεξεργασίες της απαιτεί μικρότερο υπολογιστικό κόστος. Σε δυαδική μορφή μπορούν να παρατεθούν σημαντικές πληροφορίες όπως είναι το εμβαδόν και η θέση αντικειμένων, η μορφή αντικειμένων κα. Σημειώνεται ότι πάρα πολλές και σημαντικές εφαρμογές της ΨΕΣ όπως είναι η οπτική αναγνώριση χαρακτήρων (OCR: Optical Character Recognition), η αναγνώριση υπογραφής (signature recognition) και η αναγνώριση αποτυπωμάτων (fingerprint recognition) γίνονται συνήθως με τη χρήση δυαδικών εικόνων.

Οι έγχρωμες ψηφιακές εικόνες αποτελούν το μέσο για την απεικόνιση του πραγματικού κόσμου. Μια έγχρωμη ψηφιακή εικόνα αποτελείται ουσιαστικά από

τρεις grayscale εικόνες. Δηλαδή, το χρώμα κάθε εικονοστοιχείου έχει τρεις συνιστώσες που αντιστοιχούν στις αποχρώσεις των αντίστοιχων εικονοστοιχείων των τριών γκρι εικόνων. Για παράδειγμα, στο χρωματικό σύστημα RGB, στο οποίο γίνεται περαιτέρω ανάλυση σε επόμενη παράγραφο, το κάθε χρώμα παράγεται από την μίξη των τριών χρωμάτων: κόκκινο (Red), πράσινο (Green) και μπλε (Blue).



Εικόνα 21: χρωματικό σύστημα Grayscale και RGB.

## **6.2 Χρωματικά μοντέλα**

Ένα χρωματικό μοντέλο είναι ένα τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων όπου κάθε χρώμα αναπαριστάται από ένα σημείο. Σήμερα, τα περισσότερα μοντέλα είναι προσαρμοσμένα στα φυσικά εξαρτήματα υπολογιστικών συστημάτων ή σε εφαρμογές.

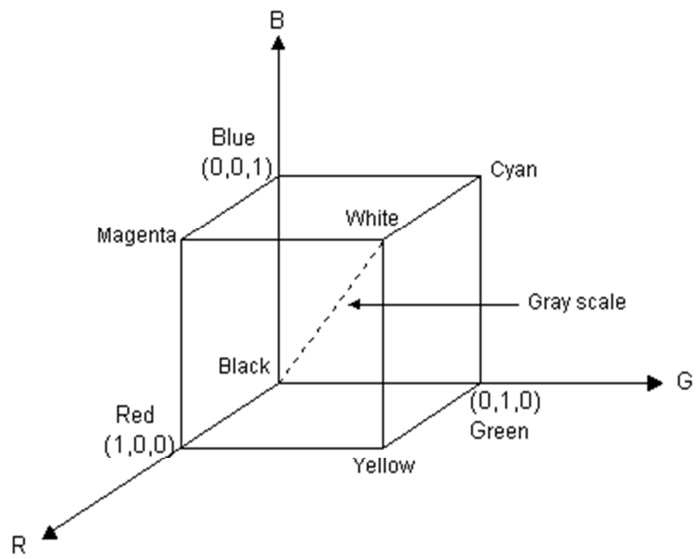
Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν το μοντέλο RGB (Red, Green, Blue) για έγχρωμες οθόνες και κάμερες, το μοντέλο CMY (cyan, magenta, yellow) για έγχρωμους εκτυπωτές και το μοντέλο YIQ που είναι το πρότυπο για την τηλεοπτική μετάδοση. Στην δεύτερη κατηγορία έχουμε το μοντέλο HSI (hue, saturation, intensity) και το HSV (hue, saturation, value).

### ➤ *Το χρωματικό μοντέλο RGB*

*Στο μοντέλο RGB το κάθε χρώμα εκφράζεται συναρτήσει των τριών βασικών*

*χρωμάτων, του κόκκινου, του πράσινου και του μπλε και βασίζεται σε ένα καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Το μοντέλο αυτό φαίνεται στην Εικόνα 20 όπου στις τρεις γωνίες του κύβου που είναι πάνω στους άξονα βρίσκονται τα τρία κύρια χρώματα. Το κυανό, το ματζέντα και το κίτρινο είναι στις άλλες τρεις κορυφές, ενώ το μαύρο είναι στην αρχή των αξόνων και το άσπρο στην απόστατη κορυφή από την αρχή. Τα επίπεδα του γκρι είναι οι τιμές που εκφράζει το ευθύγραμμο τμήμα από την αρχή (μαύρο) μέχρι το άσπρο.*

*Ένα οποιαδήποτε άλλο σημείο μέσα ή πάνω στον κύβο εκφράζει κάποιο χρώμα. Όλες οι τιμές συνήθως είναι κανονικοποιημένες στο διάστημα [0,1].*



Εικόνα 22: γραφικό σύνθετο RGB

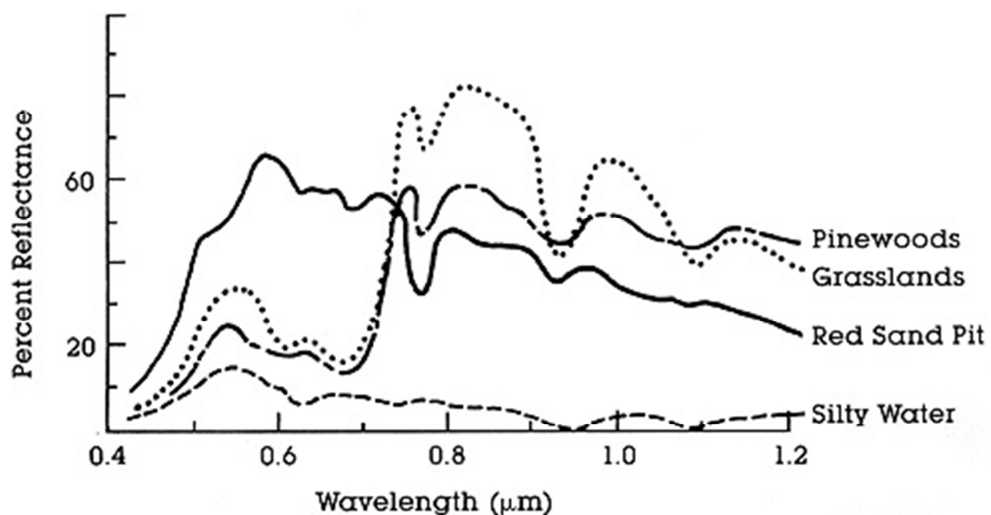


Εικόνα 23: Έγχρωμο σύνθετο R,G,B (3,2,1) από περιοχή της Νέας Υόρκης



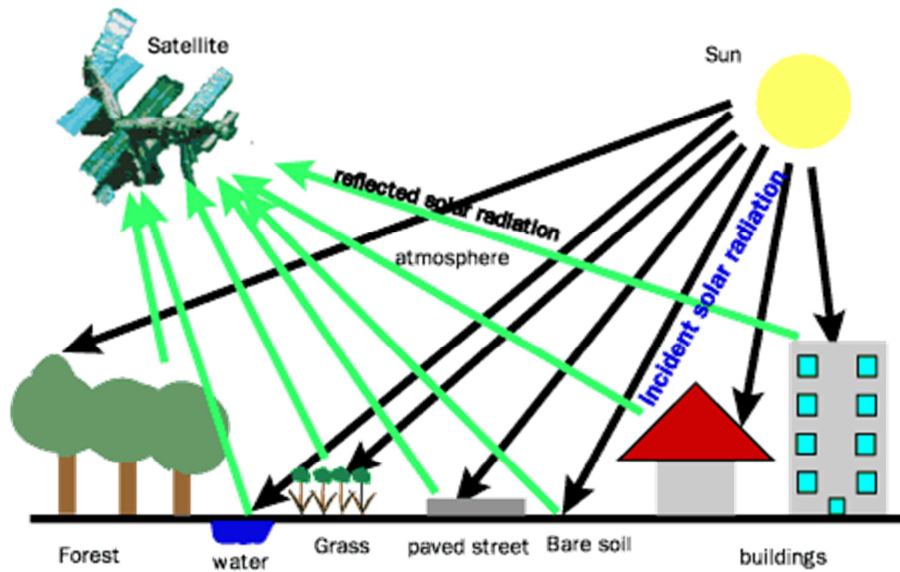
### 6.3 ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Η *φασματική δειγματοληψία* ενός καταγραφικού συστήματος αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο καταγράφεται η ανακλώμενη ακτινοβολία-ενέργεια. Το σε ποιες περιοχές του φάσματος θα καταγραφούν και το εύρος τους, έχει σχέση με τις εφαρμογές για τις οποίες έχει σχεδιασθεί το συγκεκριμένο καταγραφικό σύστημα. Όσο πιο πολλές και πιο στενές είναι οι ζώνες, με τόσο πιο μεγάλη ακρίβεια καταγράφεται η καμπύλη φασματικής απόκρισης, τόσο μεγαλύτερη είναι η φασματική διακριτική ικανότητα του συστήματος. Σήμερα εικονοληπτικά φασματομέτρα καταγράφουν σχεδόν όλο το εύρος φάσματος



Εικόνα 24: Καμπύλες φασματικής ανάκλασης για Τέσσερις διαφορετικούς στόχους

Κάθε υλικό παρουσιάζει ξεχωριστή κατανομή ανακλώμενης ή εκπεμπόμενης ακτινοβολίας σε σχέση με το μήκος κύματος  $\lambda$  (φασματική απόκριση). Η καμπύλη φασματικής απόκρισης δηλαδή η καταγραφή της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας ως προς το μήκος κύματος ονομάζεται *φασματική υπογραφή* του αντικειμένου και είναι μοναδική για κάθε υλικό.

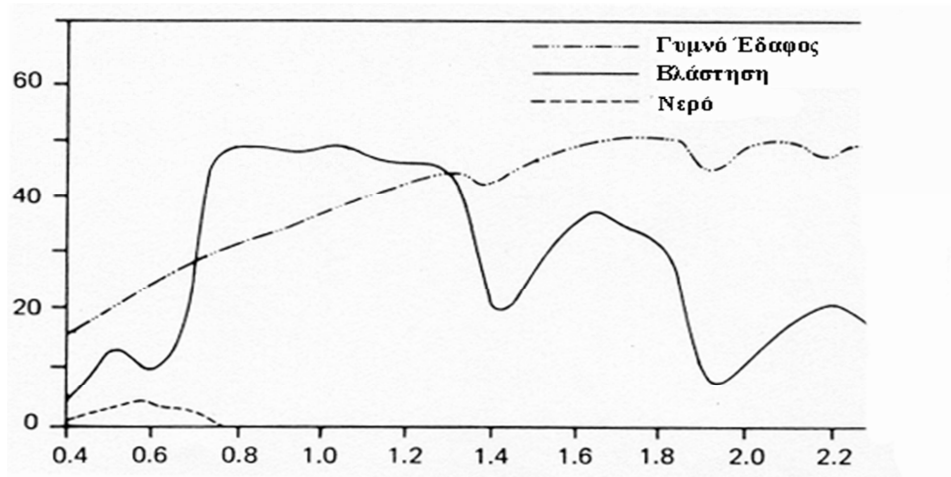


Εικόνα 25: Σχηματική απεικόνιση ανακλώμενης ενέργειας.

Η μελέτη της φασματικής υπογραφής ενός αντικειμένου μας επιτρέπει να επιλέξουμε τα τμήματα του φάσματος στα οποία είναι ευκολότερη η διάκριση ενός αντικειμένου, μας επιτρέπει επίσης να επιλέξουμε τα τμήματα του φάσματος στα οποία είναι ευκολότερη η διάκριση ενός αντικειμένου από το περιβάλλον.

Η βασική προϋπόθεση της χρήσης φασματικών υπογραφών είναι ότι παρόμοια αντικείμενα ή κλάσεις των αντικειμένων θα έχει παρόμοιες ιδιότητες με διαδραστικό electromagnetic της ακτινοβολίας σε οποιαδήποτε δεδομένο μήκος κύματος.

Η πλοκή της συλλογικής διαδραστικών μηχανισμών (σκέδαση, emittance, ανάκλασης, και απορρόφησης) σε μήκος κύματος σχετικά με το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα θα πρέπει, σύμφωνα με τη βασική προϋπόθεση, να οδηγήσει σε μια μοναδική καμπύλη, ή φασματική υπογραφή, που είναι διαγνωστική του αντικειμένου ή της κατηγορίας αντικείμενα. Η υπογραφή σε ένα τέτοιο διάγραμμα μπορεί να οριστεί ως ανάκλασης ως συνάρτηση του μήκους κύματος. Οι τέσσερις αυτές υπογραφές φαίνονται στο διάγραμμα.



Εικόνα 26: Ανάκλαση του γυμνού εδάφους, της βλάστησης και του νερού σε σχέση με το μήκος κύματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### 7.1 LANSAT

“Οι δορυφορικές εικόνες LANDSAT αποτελούν τις πιο παλιές εμπορικά διαθέσιμες εικόνες. Ο πρώτος δορυφόρος LANDSAT εκτοξεύτηκε το 1972 και από τότε πέντε συνολικά δορυφόροι έχουν εκτοξευθεί επιτυχώς. Μερικά από τα χαρακτηριστικά τους είναι:

Περισσότερα από 16 χρόνια συνεχών λήψεων. Το μεγαλύτερο τμήμα της Γης έχει συλλεχθεί περισσότερες από 350 φορές.

Έξι φασματικά κανάλια πολυφασματικής εικόνας σε ανάλυση 30m και ταυτόχρονη λήψη του παγχρωματικού καναλιού σε ανάλυση 15m. Ένα θερμικό κανάλι σε ανάλυση 60m. Στον ακόλουθο πίνακα φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των δορυφόρων LANDSAT.”

[/https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomena-lr/landsat](https://sites.google.com/a/totalview.gr/totalview/home/dedomena-lr/landsat)

<b>ΔΟΥΡΥΦ ΟΡΟΣ</b>	<b>ΗΜΕΡΟΜ ΗΝΙΑ ΕΚΤΟΞΕΥ ΣΗΣ</b>	<b>ΤΕΛΟΣ ΑΠΟΣΤΟ ΛΗΣ</b>	<b>ΥΨΟΣ ΠΤΗΣ ΗΣ</b>	<b>ΓΩΝ ΙΑ</b>	<b>REVISIT ΣΤΟΝ ΙΣΗΜΕΡΙ ΝΟ</b>	<b>ΔΕΚΤ ΕΣ</b>
<i>LANDSA T 1</i>	<i>23/07/1972</i>	<i>06/01/197 8</i>	<i>920km</i>	<i>99.2<sup>0</sup></i>	<i>18μέρες</i>	<i>RBV, MSS</i>
<i>LANDSA T 2</i>	<i>22/06/1975</i>	<i>05/02/198 2</i>	<i>920km</i>	<i>99.2<sup>0</sup></i>	<i>18μέρες</i>	<i>RBV, MSS</i>
<i>LANDSA T 3</i>	<i>05/03/1978</i>	<i>07/1987</i>	<i>920km</i>	<i>99.2<sup>0</sup></i>	<i>18μέρες</i>	<i>RBV, MSS</i>
<i>LANDSA T 4</i>	<i>16/07/1982</i>	<i>Σε λειτουργία</i>	<i>705km</i>	<i>98.2<sup>0</sup></i>	<i>16μέρες</i>	<i>MSS, TM</i>
<i>LANDSA T 5</i>	<i>01/03/1985</i>		<i>705km</i>	<i>98.2<sup>0</sup></i>	<i>16μέρες</i>	<i>MSS, TM</i>
<i>LANDSA T 6</i>	<i>Χάθηκε κατά την εκτόξευση</i>					
<i>LANDSA T 7</i>	<i>15/04/1999</i>	<i>Σε λειτουργία</i>	<i>705km</i>	<i>98.2<sup>0</sup></i>	<i>16μέρες</i>	<i>ETM +</i>

Πίνακας 1: Ο πίνακας αυτός μας δείχνει τις πληροφορίες των δορυφόρων που έχουν εκτοξευτεί. Σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε πως το 2013 έγινε εκτόξευση του δορυφόρου Landsat 8.

Πρόκειται για έναν νέο δορυφόρο, ο οποίος θα κρατά αρχείο από τις αλλαγές που υφίσταται το τοπίο της γης. Ο δορυφόρος εκτοξεύτηκε από την αεροπορική βάση Βαντενμπεργκ της Καλιφόρνια . Το σκάφος θα παρέχει εικόνες σε φυσικό και υπέρυθρο φως από απόσταση 705 χιλιομέτρων πάνω από τη Γη. Διαθέτουν έναν θερμικό υπέρυθρο αισθητήρα, που μετρά τη θερμική ακτινοβολία που εκλύεται από την επιφάνεια της Γης ( Reuters -BBC-NASA).

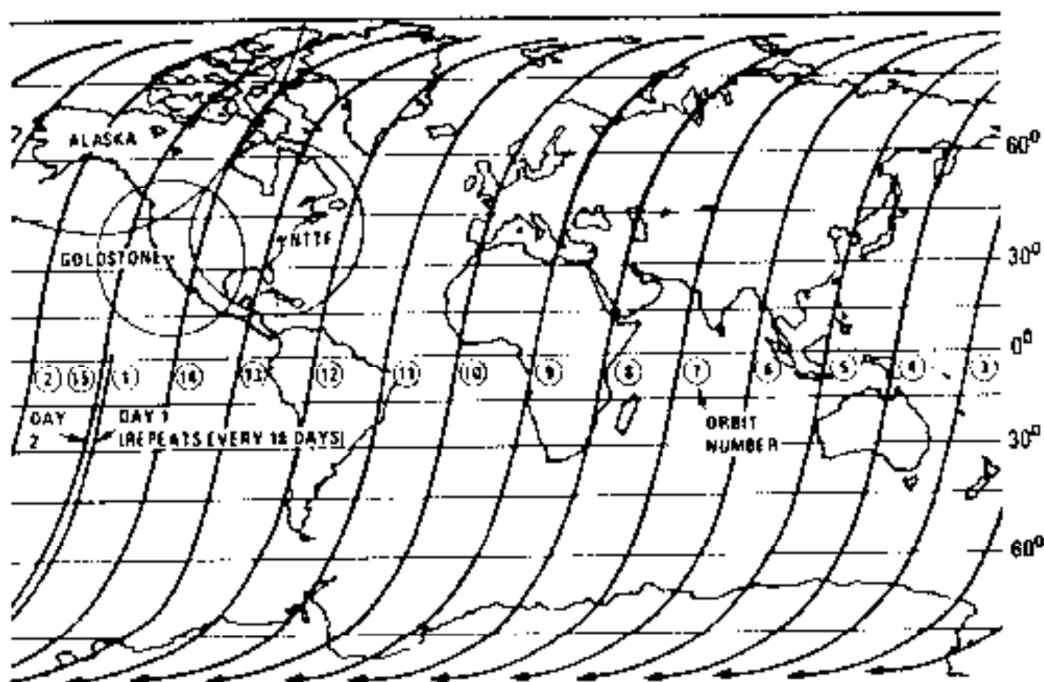
*Ακολουθεί η ανάλυση των δεκτών.*

<b>MSS</b>								
<b>Κανάλι</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>				
<b>Mm</b>	0,5- 0,6	0,6- 0,7	0,7- 0,8	0,8- 0,11				
<b>Ανάλυση (m)</b>	80	80	80	80				
<b>TM &amp; ETM+</b>	<b>TM</b>							<b>ETM+</b>
<b>Κανάλι</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
						<b>Θερμικό</b>		<b>(PAN)</b>
						<b>ό</b>		<b>)</b>
<b>Mm</b>	0,45 - 0,52	0,52 - 0,60	0,63 - 0,69	0,76 - 0,90	1,55 - 1,75	10,42- 12,50	2,08 - 2,35	0,52- 0,90
<b>Ανάλυση (m)</b>	30	30	30	30	30	120	30	15
<i>Το θερμικό κανάλι των λήψεων που γίνονται από το Σταθμό της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Διαστήματος (ESA) έχει ανάλυση 30m.</i>								

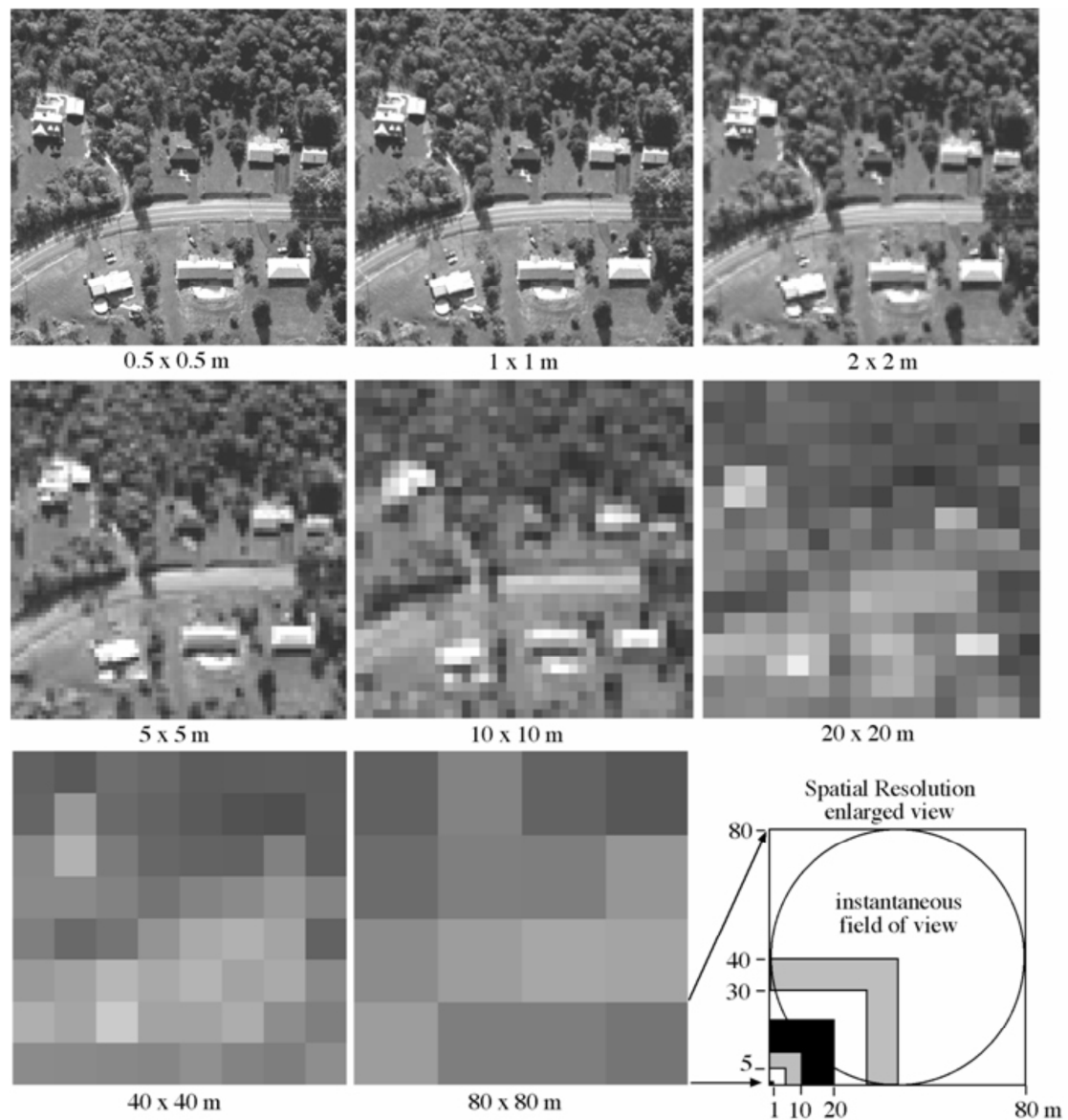
Το πρόγραμμα Landsat χρησιμοποιεί μια σειρά δορυφόρων για τη συλλογή των δεδομένων των πόρων της Γης.

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά του συστήματος ETM+ του δορυφόρου LANDSAT-7 (Eurimage 2005)

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΝΑΛΙΟΥ	ΡΑΔΙΟΜΕΤΡΙΚΟ ΕΥΡΟΣ	ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ
1	0,45-0,515	30
2	0,525-0,605	30
3	0,63-0,690	30
4	0,75-0,90	30
5	1,55-1,75	30
6	10,40-12,5(θερμικό)	60
7	2,09-2,35	30
παγχρωματικά	0,52-0,90	15



Εικόνα 27: Χρειάζονται 16 ημέρες για πλήρη κάλυψη της γης από τους δορυφόρους Landsat 4, 5 και 7.



Εικόνα 28 : Παραδείγματα απεικόνισης μια συγκεκριμένης περιοχής από αισθητήρες με διαφορετική χωρική διακριτική ικανότητα (από 80 x 80 m έως 0,5 x 0,5 m). Είναι προφανές ότι ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής, επιλέγεται και δορυφορικός δέκτης ανάλογης χωρικής διακριτικής ικανότητας.

## ERDAS IMAGINE

Η εργασία πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του προγράμματος ERDAS.

*Ο σκοπός του προγράμματος Landsat* είναι να δώσει στους επιστήμονες του κόσμου και σε μηχανικούς μια συνεχή ροή τηλεσκοπικών δεδομένων για την παρακολούθηση και τη διαχείριση των πόρων της Γης.

Ο Landsat 8 είναι ο τελευταίος δορυφόρος της NASA. Μαζί με τα στοιχεία των προμηθειών και των συστημάτων USGS αρχαικού και διανομής, το πρόγραμμα περιλαμβάνει τις τεχνικές επεξεργασίας δεδομένων που απαιτούνται για να τοποθετήσουν το Landsat 8 σε μια επιστημονικά χρήσιμο εργαλείο.

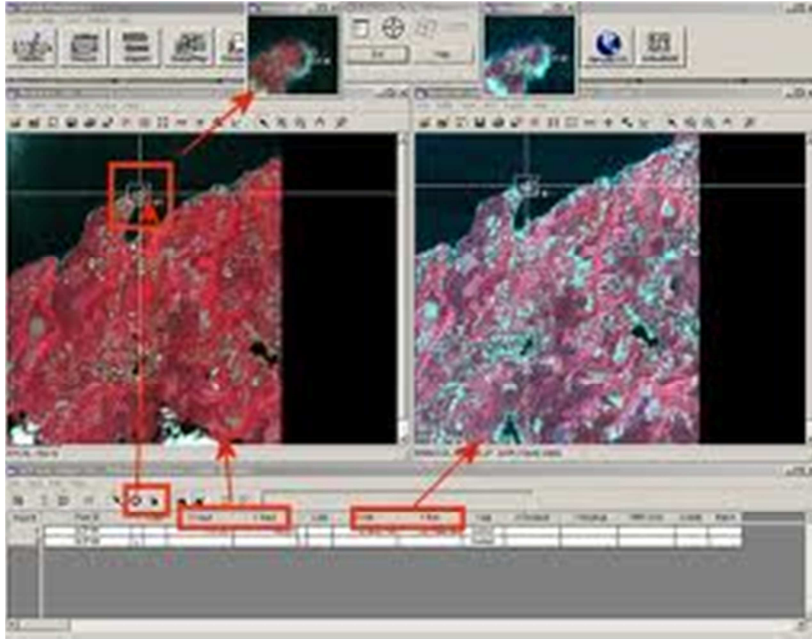
Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στην περιοδική ανανέωση των παγκόσμιων αρχείων, διατηρώντας την ακριβή βαθμονόμηση του οργάνου, την παροχή δεδομένων σε λογικές τιμές, και τη δημιουργία ενός συστήματος επεξεργασίας που παρέχει προϊόντα υψηλής ποιότητας.

Τέτοια συστήματα αναπτύσσονται μέσα από μια σειρά απλών διαδικασιών σε καθημερινή βάση, καθώς οι επιστήμονες ή υπηρεσίες μπορούν να αναπτύξουν τη δική τους τράπεζα βιοτικών και αβιοτικών πληροφοριών και να την εισάγουν στο σύστημα δίνοντας τους την δυνατότητα να κάνουν συνδυασμούς και αναλύσεις και να προτείνουν περιορισμούς, τάσεις κτλ. οι οποίες σχετίζονται με το φυσικά οικοσύστημα.

Τα τηλεπισκοπικά δεδομένα που παρέχουν την καλύτερη πληροφορία σχετικά με τις μεταβολές των οικοσυστημάτων και πιο ειδικά με την κατάσταση της βλάστησης, είναι αυτά που εμφανίζονται στο ορατά, κοντινό υπέρυθρο και στο τμήμα των μικροκυμάτων του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.

Πριν μερικά χρόνια η διακριτική ικανότητα ενός δορυφόρου δεν ξεπερνούσε τα 10 μέτρα ενώ στις μέρες μας δίνονται αναλύσεις των 0.50 μέτρων.





Το σύστημα είναι σχεδιασμένο για να συλλέγει 7 μπάντες και να επιτρέπει την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας που συλλέγεται από τον αισθητήρα σε απόλυτες μονάδες ακτινοβολίας.

Η ακτινοβολία ( Radiance) αναφέρεται στην ροή της ενέργειας και αντιστοιχεί σε τιμές φωτεινότητας σε μια δεδομένη κατεύθυνση προς τον αισθητήρα ,συχνά συγγέεται με ανάκλαση η οποία είναι ο λόγος του αντικατοπτριζόμενης έναντι συνολικής ενέργειας. Λάμψη είναι αυτό που μετράται από τον αισθητήρα και εξαρτάται από την ανάκλαση.

### 7.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΠΛΙΑΣ (Lλ)

Ο τύπος μετατροπής είναι:

$$L \lambda = * \text{Grayscale QCAL} + \text{Brescale}$$

ο οποίος εκφράζεται επίσης ως:

$$L \lambda = ((L_{\max} \lambda - L_{\min} \lambda) / (QCAL_{\max} - QCAL_{\min})) * (QCAL - QCAL_{\min}) + L_{\min} \lambda$$

όπου:

$L \lambda$  = Φασματική ακτινοβολία σε αισθητήρα

QCAL = Κβαντικού βαθμονομημένη τιμή pixel σε DN

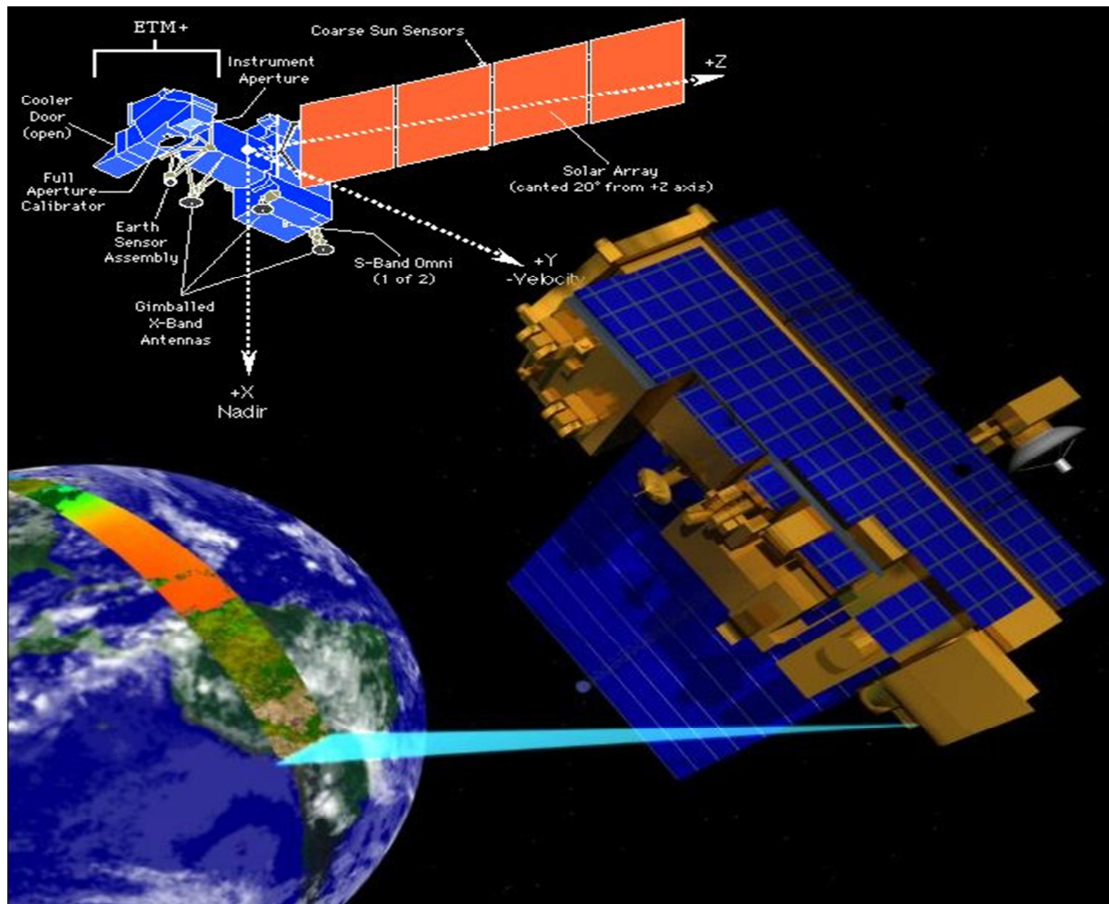
$L_{min} \lambda$  = Η φασματική ακτινοβολία προσαρμόζεται ώστε να QCALMIN

$L_{max} \lambda$  = Η φασματική ακτινοβολία προσαρμόζεται ώστε να QCALMAX

QCALMIN = η ελάχιστη κβαντισμένη βαθμονομημένη τιμή pixel (που αντιστοιχούν σε  $L_{min} \lambda$ ) στο DN

QCALMAX = Η μέγιστη κβαντισμένη βαθμονομημένη τιμή pixel (που αντιστοιχούν σε  $L_{max} \lambda$ ) στο DN  
= 255

Η LMINs και LMAXs τιμές είναι η φασματικές τιμές Radiance για κάθε ψηφιακή ζώνη με αριθμούς 0 ή 1 και 255 (δηλαδή QCALMIN, QCALMAX),



Εικόνα 29: Landsat 7 εικόνα από το university California

Η συνδυασμένη επιφάνεια και η ατμοσφαιρική ανακλαστικότητα της Γης υπολογίζεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$\rho_p = \frac{\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2}{ESUN_\lambda \cdot \cos\theta_s}$$

Όπου:

$\rho_p$  = τιμή της ανακλαστικότητας

$L_\lambda$  = Φασματική ακτινοβολία στο άνοιγμα του αισθητήρα

$d$  = απόσταση της γης σε αστρονομικές μονάδες  
ή με παρεμβολή από τις τιμές που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα

$ESUN_\lambda$  = Μέση ηλιακή τιμή ακτινοβολίας,

$\theta_s$  = Γωνία ζενίθ σε μοίρες

<b>Πίνακας ETM + Solar Φασματική ακτινοβολίας, (Που παράγονται χρησιμοποιώντας την Thuillier ηλιακό φάσμα)</b>	
Μπάντα	watts / (μέτρο τετράγωνο * $\mu\text{m}$ )
1	1997
2	1812
3	1533
4	1039
5	230.8
7	84.90
8	1362.

Πίνακας απόστασης Γης-Ήλιο σε αστρονομικές μονάδες

Ημέρα του Έτους	Απόσταση	Ημέρα του Έτους	Απόσταση	Ημέρα του Έτους	Απόσταση	Ημέρα του Έτους	Απόσταση	Ημέρα του Έτους	Απόσταση
1	.98331	74	.99446	152	1.01403	227	1.01281	305	.99253
15	.98365	91	.99926	166	1.01577	242	1.00969	319	.98916
32	.98536	106	1.00353	182	1.01667	258	1.00566	335	.98608
46	.98774	121	1.00756	196	1.01646	274	1.00119	349	.98426
60	.99084	135	1.01087	213	1.01497	288	.99718	365	.98333

### 7.3.2 Band 6 Μετατροπή σε θερμοκρασία

ETM + Band 6 μπορεί επίσης να μετατραπεί από φασματική ακτινοβολία (όπως περιγράφεται παραπάνω) σε μια πιο φυσική χρήσιμη μεταβλητή

Ο τύπος μετατροπής είναι:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

Πού:

**Ta** = Πραγματική θερμοκρασία σε Kelvin

**K2** = βαθμονόμηση σταθερά 2

**K1** = Βαθμονόμηση σταθερή 1

= Φασματική ακτινοβολία

**L**

<b>Πίνακας ETM + και TM Θερμική Σταθερές Βαθμονόμηση Band</b>		
	<b>Συνεχής 1 - K1</b> watts / (μέτρο τετράγωνο αστέρι * * μm)	<b>Σταθερή 2 - K2</b> Kelvin
Landsat 7	666.09	1282.71
Landsat 5	607.76	1260.56

### 7.3.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕ BIAS/GAIN

Η μετατροπή γίνεται με τον ακόλουθο τύπο

$$L\lambda = \text{gain} * \text{DN} + \text{bias}$$

Όπου :

**L<sub>λ</sub>** = η τιμή του κελιού της ακτινοβολίας

**Gain** = οι τιμές που αντιστοιχούν στην εικόνα

**D<sub>n</sub>** = η τιμή του κελιού των ψηφιακών τιμών

**Bias** = οι τιμές που αντιστοιχούν στην εικόνα

#### **7.4. Φασματικοί λόγοι**

Οι φασματικοί λόγοι είναι ενισχύσεις των καναλιών που χρησιμοποιούμε και προκύπτει από την διαίρεση των φασματικών καναλιών με ένα άλλο κανάλι, δίνοντας μας πληροφορίες για τα φασματικά χαρακτηριστικά. Από την επεξεργασία των φασματικών λόγων γίνεται επιλογή αντιπροσωπευτικών δειγμάτων ταξινόμησης.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήσαμε τους εξής δείκτες βλάστησης:

✓ **Κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης (NDVI)**

Ο συγκεκριμένος δείκτης είναι μια μέθοδος που αναδεικνύει τις περιοχές με την βλάστηση και πιο ειδικά την υγιείς βλάστηση δίνοντας σχετικές πληροφορίες.

Μαθηματικά μπορεί να ορισθεί ως:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

Όπου :

**NIR** = η τιμή στο εγγύς υπέρυθρο κανάλι

**R** = η τιμή στο κόκκινο κανάλι

Η υγιής βλάστηση φαίνεται με πιο έντονο κόκκινο άρα απορροφά περισσότερη ακτινοβολία .Οι περιοχές που έχουν λιγότερη ή μη υγιής βλάστηση μας δίνουν αρνητικές τιμές ή τιμές κοντά στο μηδέν ενώ η πλούσια και υγιής βλάστηση μας δίνουν τιμές κοντά στο +1.

➤ **ΔΕΙΚΤΗΣ IR/R**

Είναι δείκτης που μας υποδεικνύει την υγιής βλάστηση .

**BAND 4/BAND 3**

➤ **ΔΕΙΚΤΗΣ VEGETATION INDEX**

Πρόκειται για δείκτη εκτίμησης υγιούς βλάστησης.

**BAND 4-BAND3**

➤ **ΔΕΙΚΤΗΣ TNDVI**

Πρόκειται για μετασχηματισμένο δείκτη βλάστησης

**SQRT ((BAND 4 - BAND 3 / BAND 4 + BAND 3) + 0,5 )**



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### 8.1 Γενικά χαρακτηριστικά της νήσου Κρήτης

Γεωγραφικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά της Κρήτης



Εικόνα 31: χάρτης της Κρήτης

Η Κρήτη, σύμφωνα με τον Ν.1739/87 αποτελεί περί διαχείρισης υδατικών πόρων ένα αυτόνομο υδατικό διαμέρισμα από τα συνολικά δεκατέσσερα ,στα οποία χωρίζεται η χώρα .έχει συνολική έκταση  $8.335 \text{ km}^2$  .

Λόγω της γεωγραφικής της θέσης, της μεγάλης έκτασης των ορεινών όγκων καταλαμβάνει ιδιαίζουσα θέση στα όρια μεταξύ κεντρικής και ανατολικής λεκάνης της μεσογείου. Το επιμήκης σχήμα της με προσανατολισμό από δυτικά προς τα ανατολικά έχει μήκος 254 k m και πλάτος μεταξύ 12 και 56 k m.

Ο τύπος του κλίματος είναι ένας μεταβατικός ενδιάμεσος τύπος μεταξύ του χερσαίου μεσογειακού και του ερημοειδους μεσογειακού, στο οποίο υπάγεται κυρίως η νοτιοανατολική Κρήτη. Το κύριο χαρακτηριστικό του κλίματος είναι η γλυκύτητα και η ηπιότητα νομός Χανίων ανήκει στις πεδινές και ημιορεινές περιοχές του στον ύψηγο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα θερμό ήπιο ή ψυχρό.

Από πλευρά βλαστήσεως ολόκληρη η παραλιακή ζώνη της Κρήτης και σε απόσταση μερικά χιλιόμετρα από την ακτή, περιλαμβάνει θερμομεσογειακές διαπλάσεις Ανατολικής Μεσογείου μέση ετήσια βροχόπτωση παρουσιάζει από τα ανατολικά προς τα δυτικά και από νότια προς βόρεια.

Η Κρήτη βρίσκεται στο νοτιοανατολικό μέρος του ελληνικού τόξου πίσω από το μέτωπο της αλπικής ορογένεσης ,και σε μικρή απόσταση από αυτό .Η γεωλογική δομή της είναι πολύπλοκη. Στους γεωλογικούς σχηματισμούς εντοπίζονται πτυχώσεις που παρουσιάζουν δυτική-ανατολική διεύθυνση και χωρίζονται σε τρία κύρια τμήματα βάσει της προέλευσης τους.

Πιο συγκεκριμένα ο νομός Χανίων είναι μια ημιορεινή περιοχή με χειμώνα θερμό ήπιο ή ψυχρό. Τέλος ολόκληρη η παραλιακή ζώνη της βόρειας και της νότιας Κρήτης έχει έντονο θερμομεσογειακό χαρακτήρα με αριθμό βιολογικώς ξηρών ημερών κατά την θερμή περίοδο. Αυτά τα χαρακτηριστικά μας δίνουν μια αρχική εικόνα της περιοχής .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

## 9.1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η εργασία έχει στόχο την αναδείξει τυχόν μεταβολών στο νησί της Κρήτης την περίοδο 2000-2005. Σημαντικό βήμα είναι ο υπολογισμός της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (interpreter-Landsat 7 reflectance conversion). Απαραίτητα δεδομένα είναι η απόσταση ήλιου –γης ( solar distance) ο οποίος κυμαίνεται από το 0 έως και το 2 και μπορούμε να τον βρούμε από την ημέρα λήψης της δορυφορικής εικόνας. Για τα δικά μας δεδομένα ο πρώτος αριθμός είναι το 181(για την εικόνα του 2000) και ο αριθμός 154 για την εικόνα του 2005.

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται όλες οι σημαντικές πληροφορίες των εικόνων που χρειαζόμαστε για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

**Πληροφορίες από το αρχείο της μεταδιδόμενης δορυφορικής εικόνας Landsat ETM με ημερομηνία λήψης 30/06/2000 για την περιοχή της βόρειας Κρήτης.**

<b>Acquisition date 2000/6/30</b>	
<b>Sun elevation</b>	<b>65,5759647</b>
<b>Sun azimuth</b>	<b>115,2665355</b>
<b>Solar distance</b>	<b>1,01665</b>

<b>BAND</b>	<b>MIN TIMEΣ</b>	<b>MAX TIMEΣ</b>
<b>1</b>	<b>-6,2</b>	<b>191,6</b>
<b>2</b>	<b>-6,4</b>	<b>196,5</b>
<b>3</b>	<b>-5</b>	<b>152,9</b>
<b>4</b>	<b>-5,100</b>	<b>241,100</b>
<b>5</b>	<b>-1</b>	<b>31,060</b>
<b>7</b>	<b>-0,350</b>	<b>10,800</b>

Πληροφορίες από το αρχείο μεταδιδόμενη δορυφορικής εικόνας Landsat ETM με ημερομηνία λήψης 2000/6/03 της βόρειας Κρήτης.

Acquisition date 2000/6/03	
Sun elevation	65,9180398
Sun azimuth	111,9493771
Solar distance	1,01433

BAND	MIN TIMEΣ	MAX TIMEΣ
1	-6,2	191,600
2	-6,4	196,500
3	-5	152,900
4	-5,100	241,100
5	-1,0	31,060
7	-0,350	10,800

Πληροφορίες από το αρχείο μεταδιδόμενη της δορυφορικής εικόνας Landsat ETM<sup>+</sup> με ημερομηνία λήψης 2005/4/09 για την περιοχή βόρειας Κρήτης.

Acquisition date 2005/4/9	
Sun elevation	55,0300215
Solar distance	1,00155

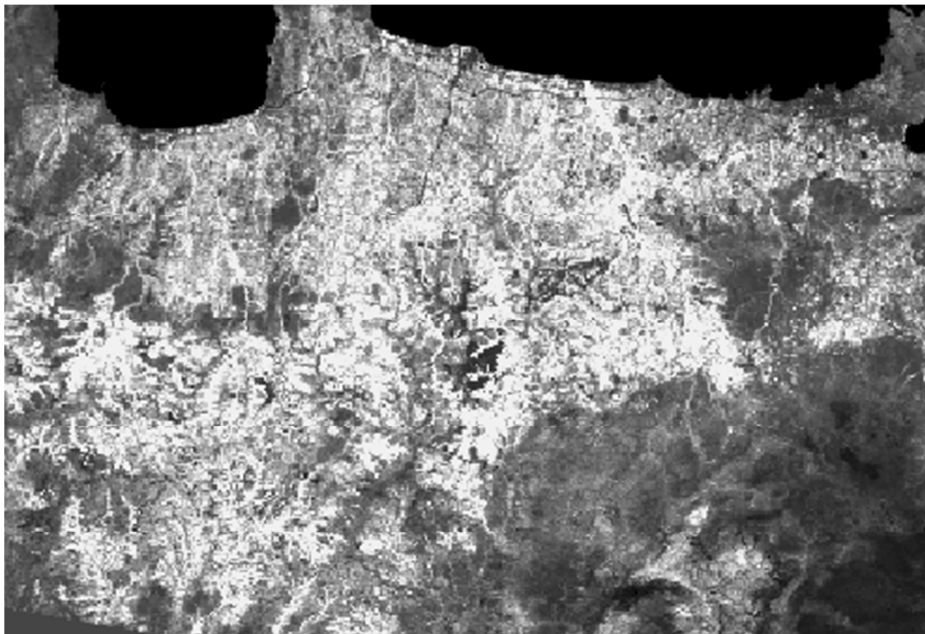
BAND	MIN TIMEΣ	MAX TIMEΣ
1	-6,2	293
2	-6,4	300,9
3	-5	234,4
4	-5,100	241
5	-1	47,570
7	-0,350	16,540

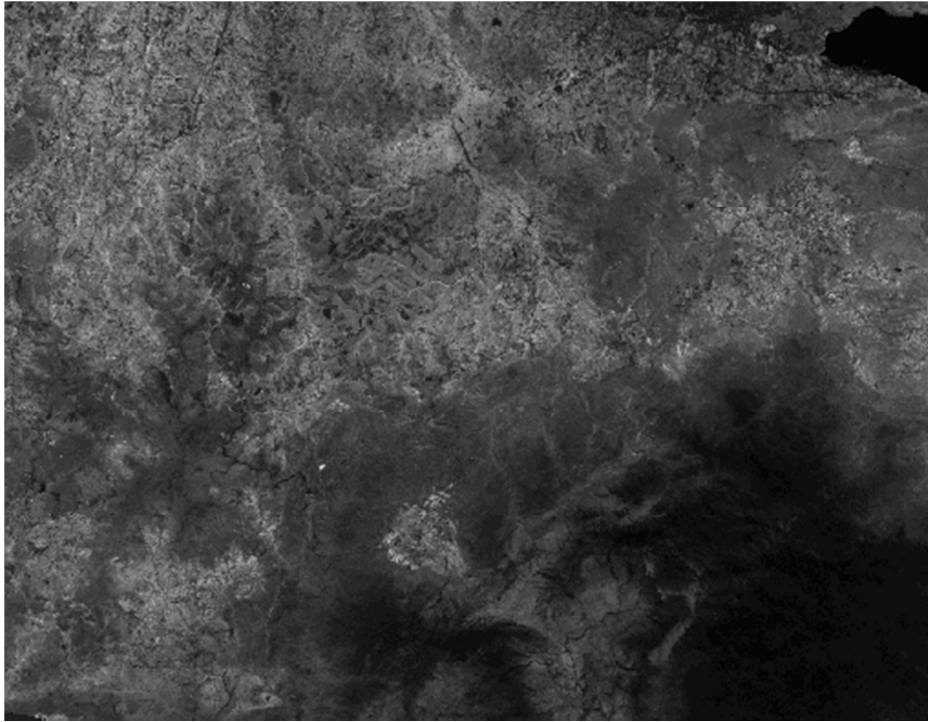
ΕΞΑΓΩΓΗ ΦΑΣΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι με την εφαρμογή καταλλήλων δεικτών να δούμε αλλαγές στις χρήσεις γης και της βλάστησης στη νήσο της Κρήτης την περίοδο 2000 έως και το 2005. Οι φασματικοί δείκτες που υπολογίστηκαν μέσω του προγράμματος ERDAS είναι οι εξής:

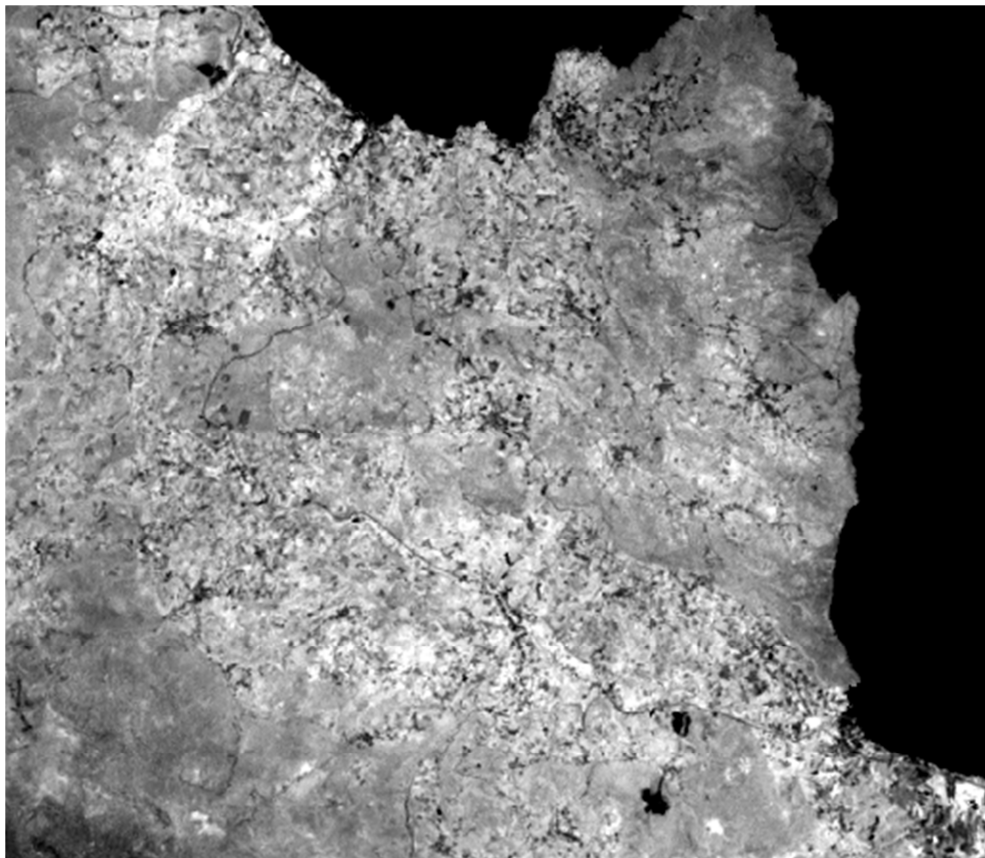
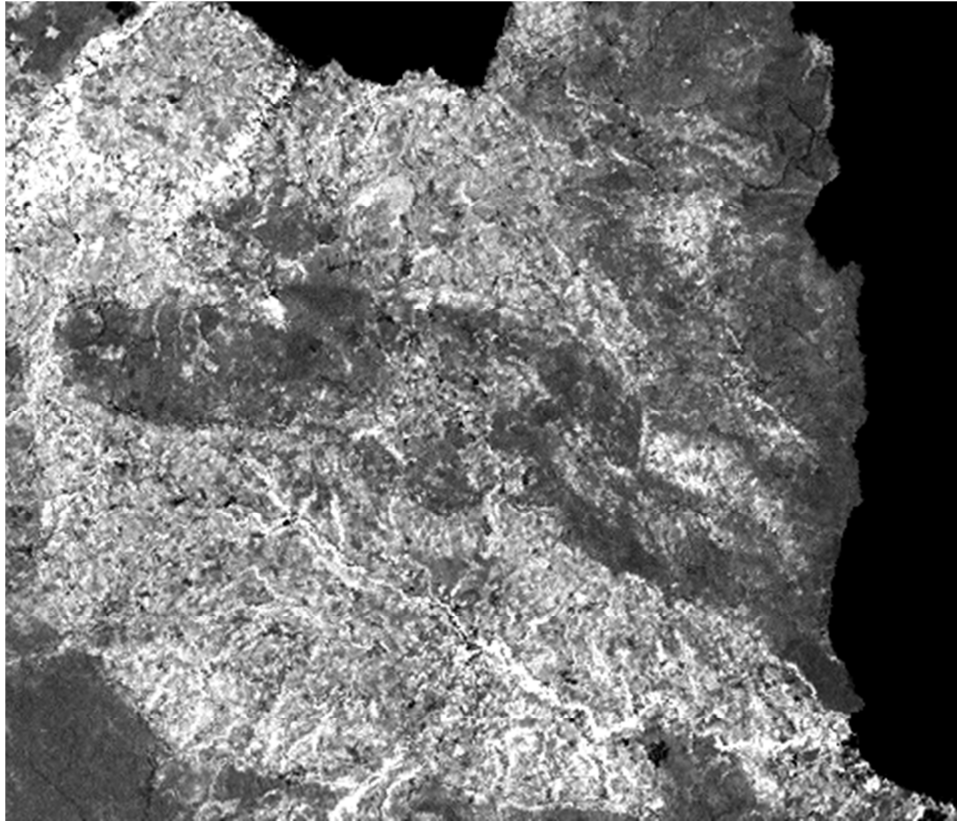
- NDVI
- IR/R
- SQRT
- VEG.INDEX
- TNDVI

Παρακάτω δίνονται οι εικόνες των δεικτών στην περιοχή της Κρήτης .

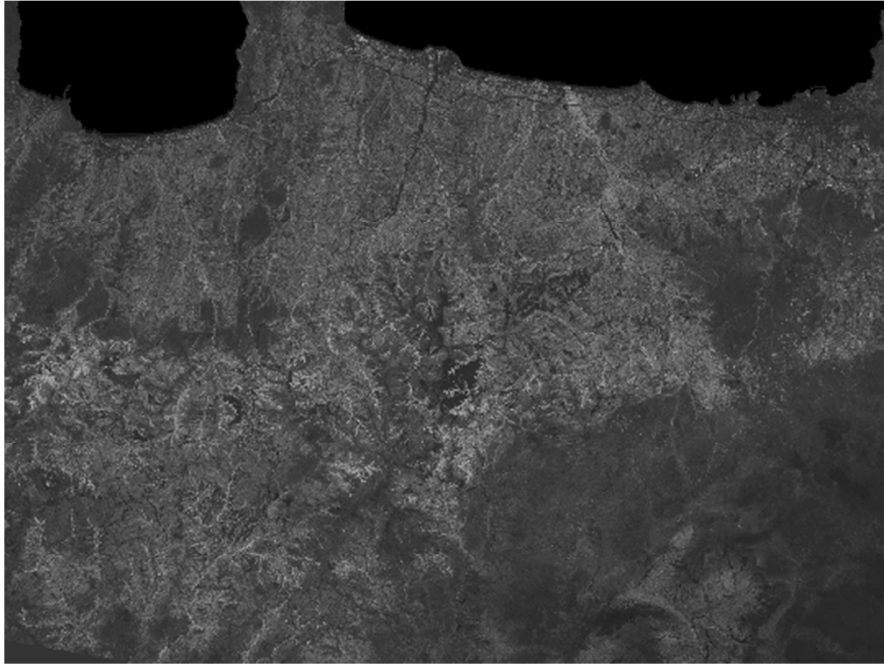




**9.2.1 Δείκτης IR/R στην περιοχή της Βόρειας Κρήτης για τα έτη 2000(πάνω) και 2005 (κάτω).**

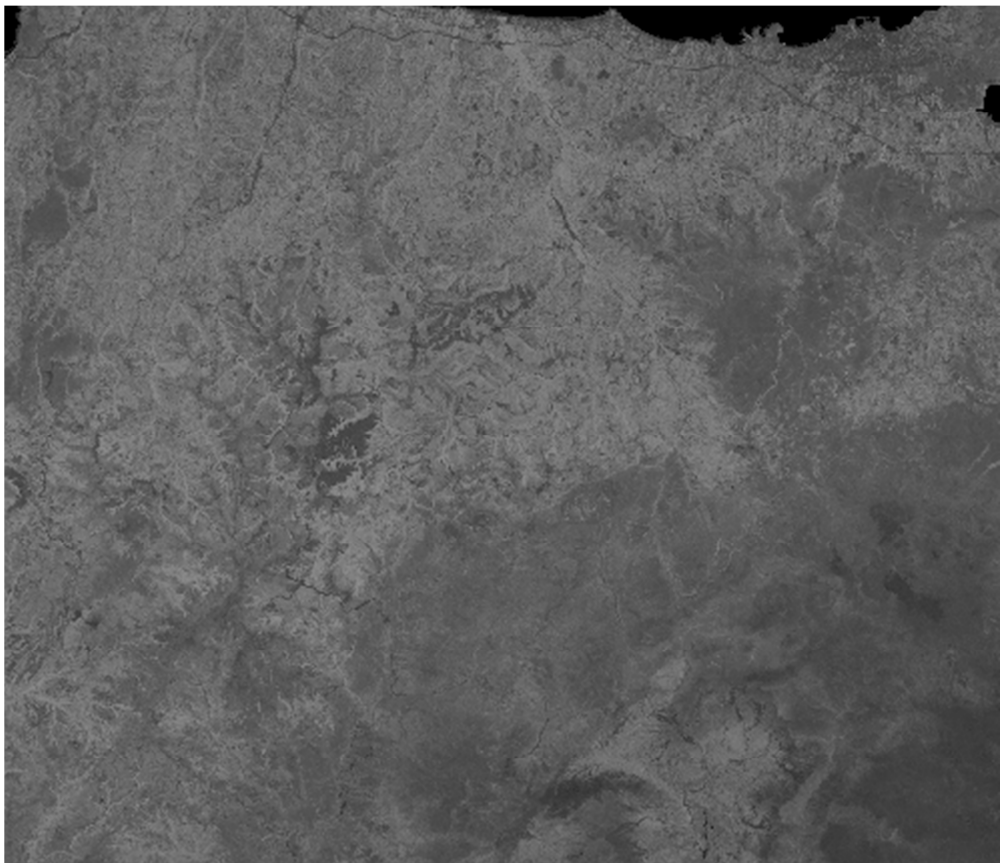
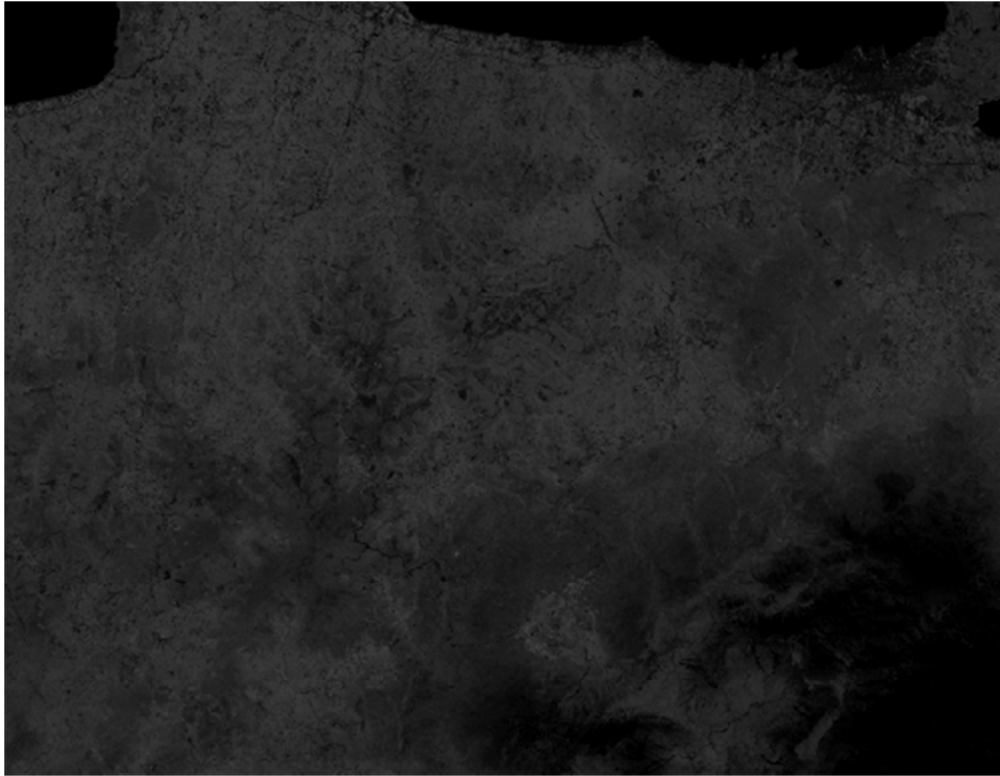


**9.2.2 Δείκτης Ndvi στην περιοχή της Κρήτης για τα έτη 2000(πάνω) και 2005 (κάτω).**

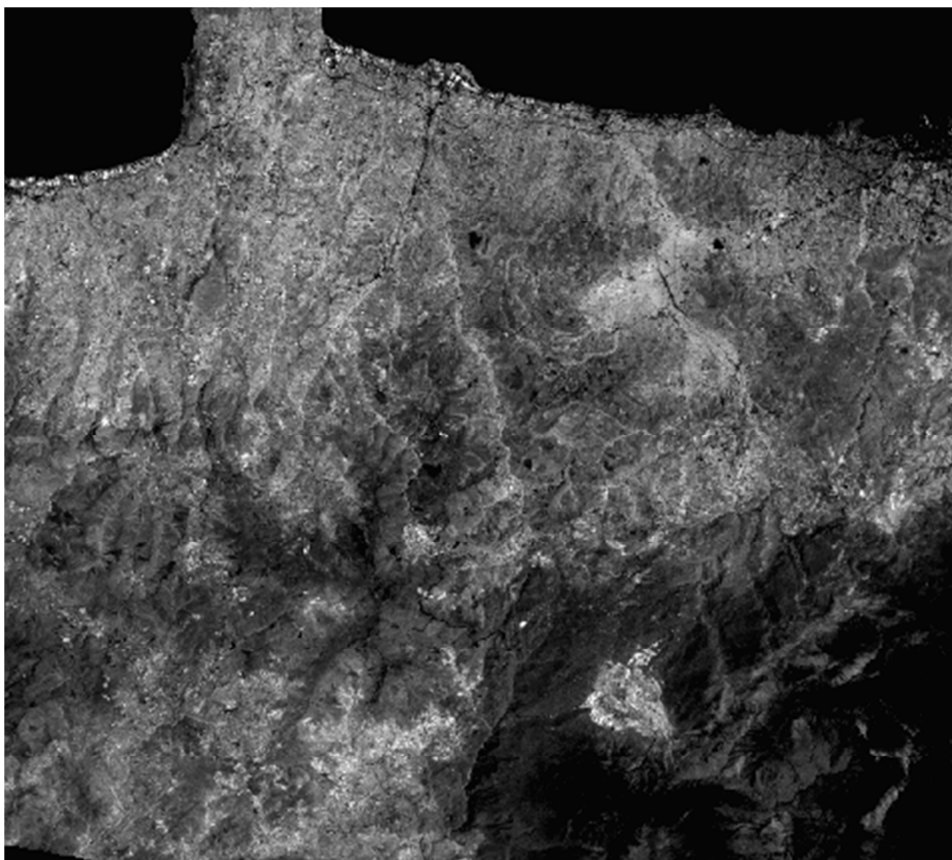
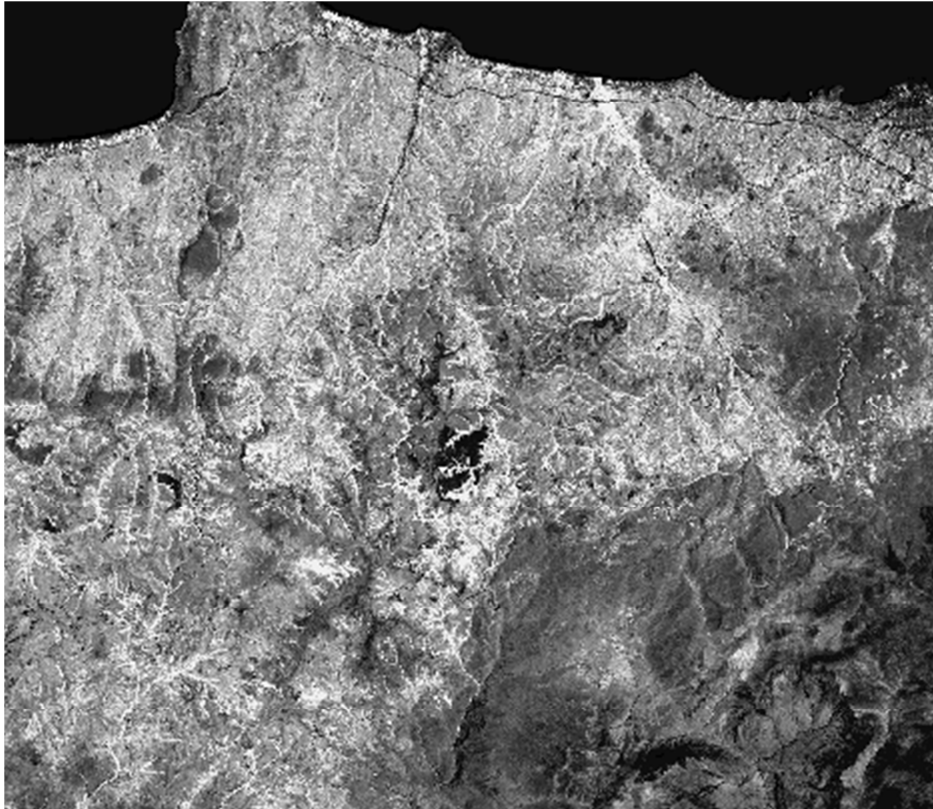


**9.2.3 Δείκτης SQRT για το βόρειο τμήμα του νησιού το 2000(πάνω).**

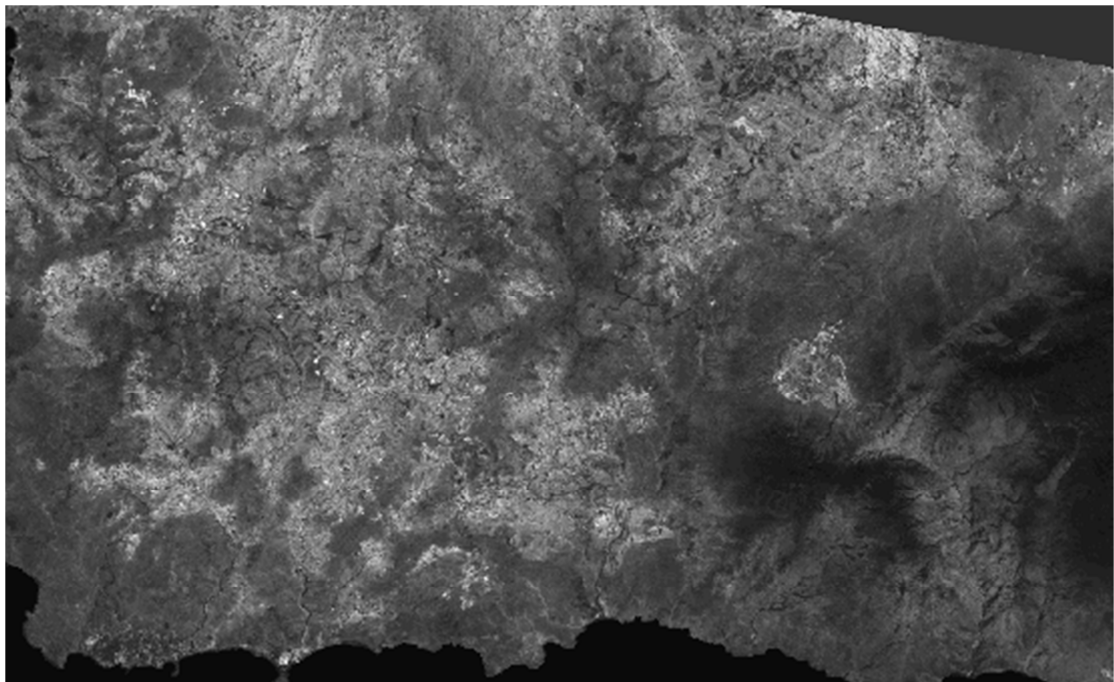
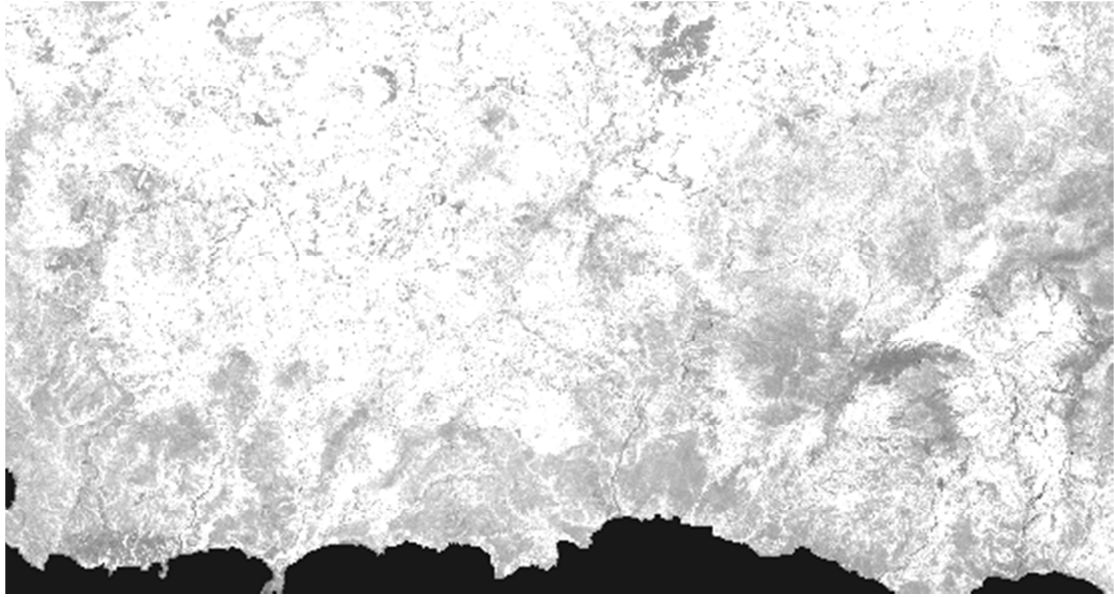




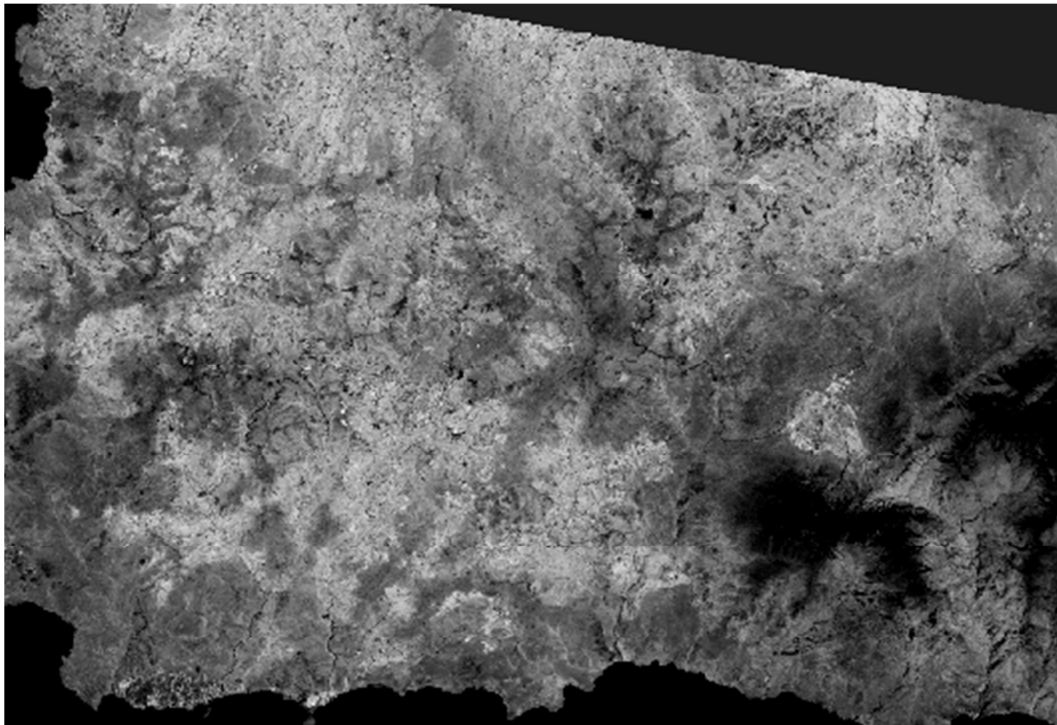
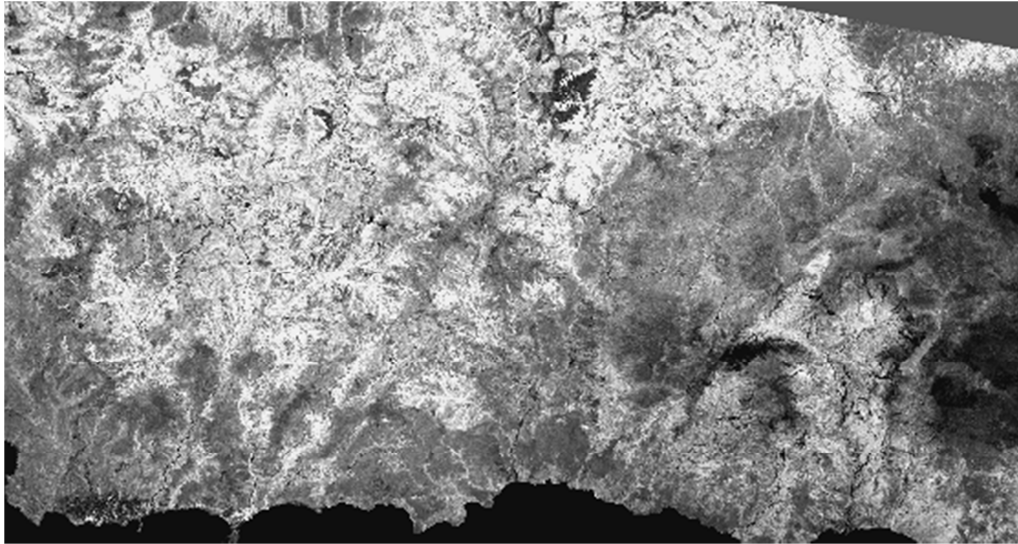
**9.2.4 Δείκτης Tndvi για το βόρειο τμήμα (πάνω) για το 2000 και κάτω 2005.**



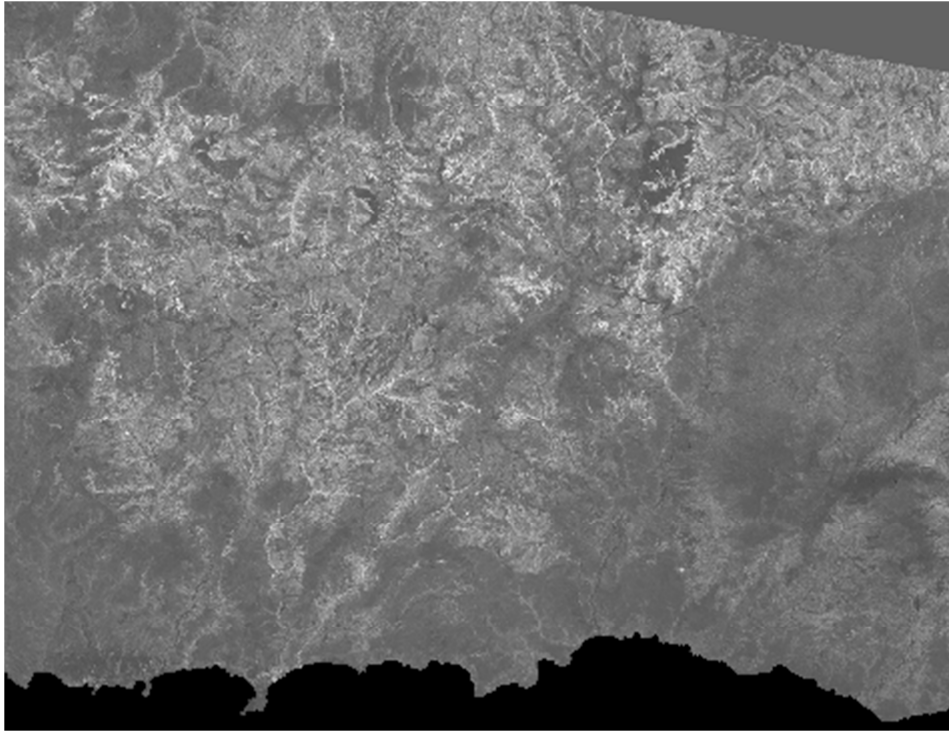
**9.2.5 Δείκτης Veg.index στη βόρεια Κρήτη 2000 (πάνω) και 2005 (κάτω).**



**9.2.6 Δείκτης IR/R στην περιοχή της νότιας Κρήτη 2000 (πάνω) και 2005 (κάτω).**

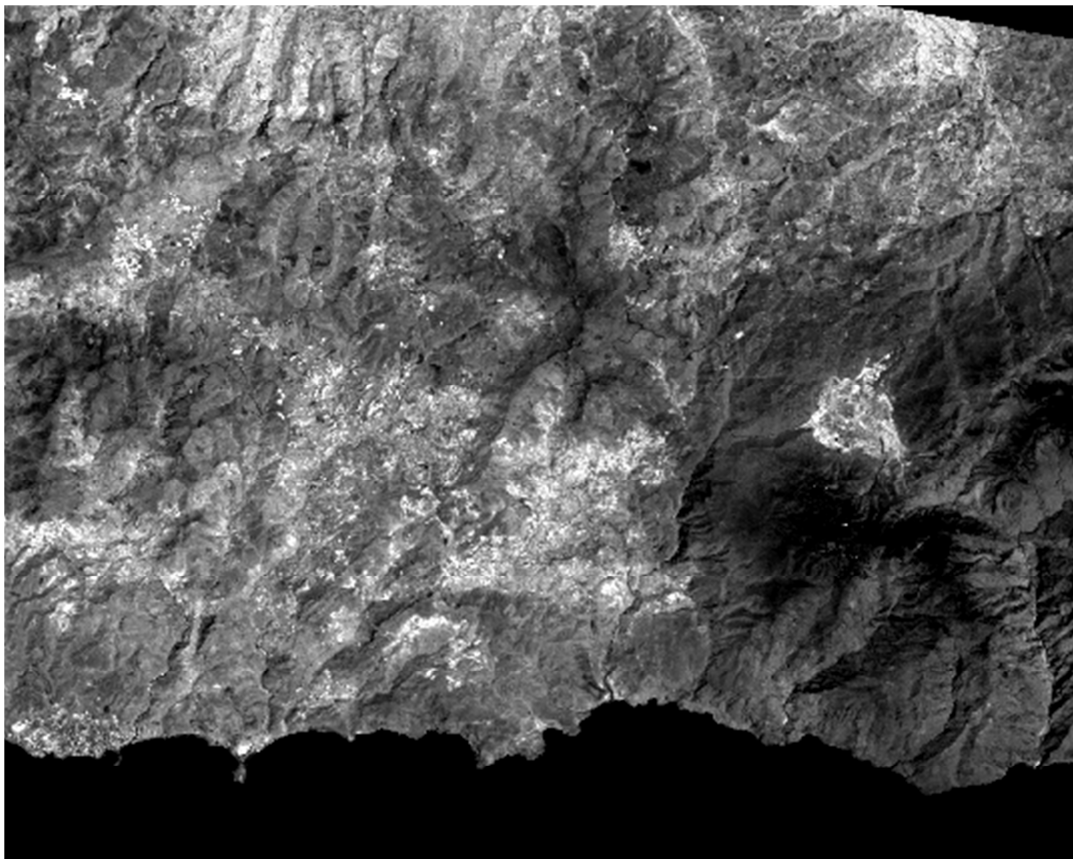
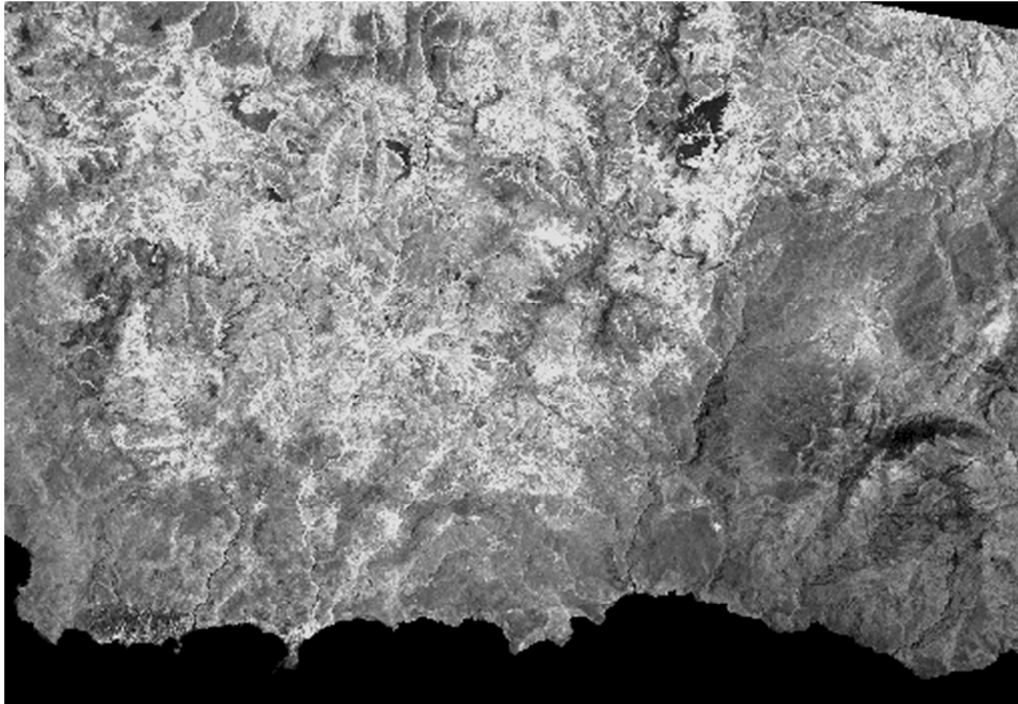


**9.2.7 Δείκτης NDVI για το νότιο τμήμα της νησιού το 2000(πάνω) και 2005(κάτω).**

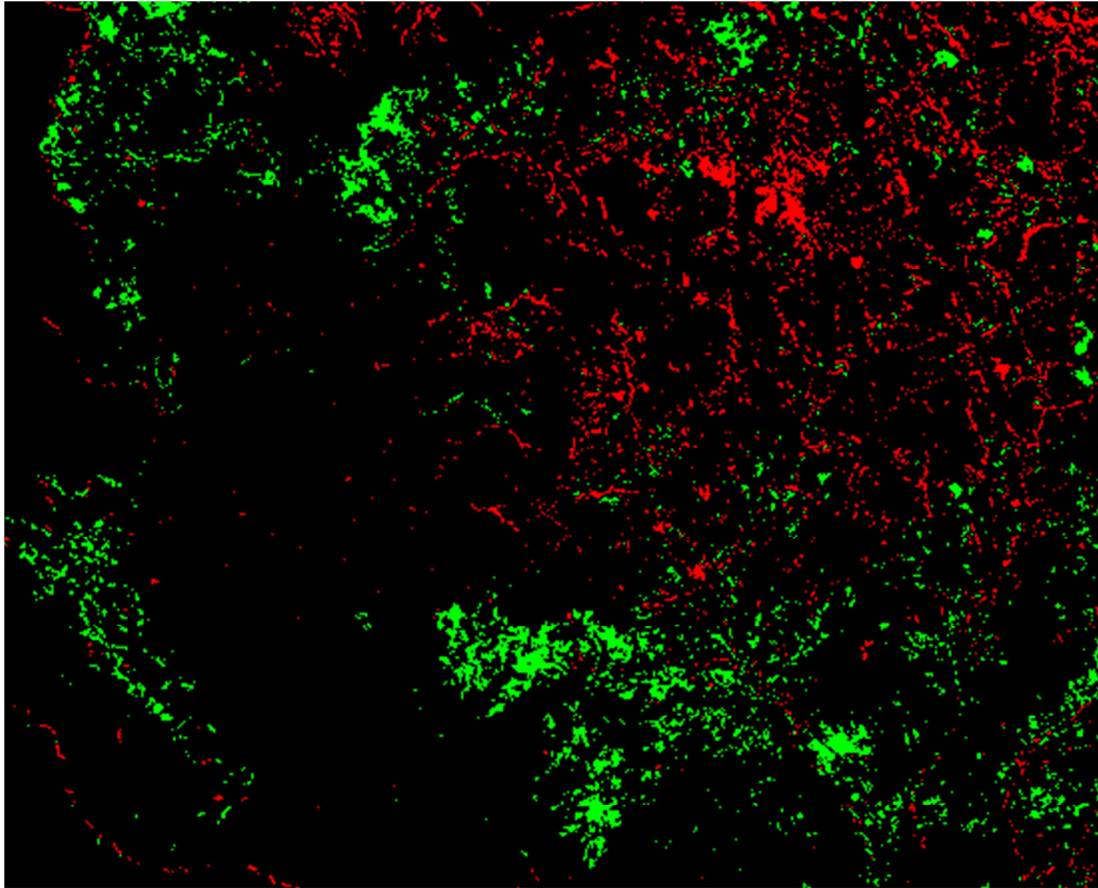


**9.2.8 Δείκτης Sqrt για το νότιο τμήμα του νησιού το έτος 2000(πάνω).**





**9.2.9 Δείκτης Veg.intex για το νότιο τμήμα το 2000 (πάνω) και το 2005 (κάτω) αντίστοιχα.**



**9.2.10 Στην εικόνα βλέπουμε τις % ποσοστό μείωσης και αύξησης της βλάστησης στο νότιο τμήμα του νησιού την περίοδο 2000-2005.**

## Επιπτώσεις και αποτελέσματα

Η ανίχνευση των διαχρονικών μεταβολών της βλάστησης αποτελεί μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση τις αλλαγές της φυτοκάλυψης μεταξύ δύο ή περισσότερων χρονικών περιόδων (Οι δείκτες βλάστησης χρησιμοποιούνται ως δείκτες ανάλυσης των διακυμάνσεων της φυτοκάλυψης μιας περιοχής .

Ο δείκτης NDVI θεωρείται ως ένα βασικό εργαλείο παρακολούθησης αλλαγών της βλάστησης και βασίζεται στις ιδιότητες ανάκλασης των περιοχών βλάστησης σε σύγκρισης με τα σύννεφα, βράχους και τα γυμνά εδάφη.

Η κάλυψη της βλάστησης μπορεί να διαφοροποιείται από τα άλλα είδη εδαφοκάλυψης με το λόγο NIR (εγγύς υπέρυθρο)/RED (κόκκινο). Όσο περισσότερη χλωροφύλλη υπάρχει στην επιφάνεια παρατήρησης , τόσο αυξάνεται η τιμή του δείκτη .Η τιμή του κυμαίνεται από το -1 έως +1 και όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του δείκτη NDVI τόσο μεγαλύτερη είναι η φυτοκάλυψη. Στην παραπάνω εικόνα (9.2.10) βλέπουμε τα % ποσοστά αύξησης της βλάστησης. Με την χρήση δεικτών ανιχνεύουμε τις μεταβολές της βλάστησης ,ενδεικτικά βλέπουμε οι περιοχές με πράσινο χρώμα έχουν μια αύξηση της βλάστησης της τάξεως του 20% ενώ με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι περιοχές που υπέστησαν μείωση της βλάστησης σε ποσοστό 20%.

Έχει αποδειχτεί ότι ο συγκεκριμένος δείκτης συνδέεται σημαντικά με τις βιοφυσικές ιδιότητες της βλάστησης στο και γενικότερα είναι λιγότερο ευαίσθητος στις διακυμάνσεις της ηλιακής ακτινοβολίας και του μητρικού υλικού. Είναι χρήσιμος για τον προσδιορισμό της κατάστασης της υγείας των φυτών συνεισφέρει στην εκτίμηση της πράσινης βιομάζας και της απόδοσης των καλλιεργειών .



Η ξηρασία καθώς και η ερημοποίηση παράγει ένα δίκτυο επιπτώσεων που μπορούν να είναι είτε άμεσες είτε έμμεσες σε οικονομικό, περιβαλλοντικό επίπεδο. Ύψιστης σημασίας θεωρούνται οι οικονομικές συνέπειες, οι οποίες περιλαμβάνουν απώλειες στη ζωική και στην γεωργική παραγωγή.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορεί να αφορά την υποβάθμιση του υδροφόρου ορίζοντα, παράλληλα δυσμενείς επιπτώσεις αποτελούν και η αύξηση των δασικών πυρκαγιών καθώς και η ξήρανση. Πολύ σημαντικές είναι οι κοινωνικές επιπτώσεις όπως η μετακίνηση πληθυσμών, η αύξηση της ανεργίας, αλλαγές χρήσεων γης και επιπτώσεις στον τρόπο ζωής.

Στις υπό μελέτη περιοχές βλέπουμε πως υπάρχει μια μικρή μείωση της βλάστησης κυρίως λόγω της αστικοποίησης στα μεγάλα κέντρα.

Αξίζει να σημειωθεί πως κατά μήκος της ακτογραμμής της υπό μελέτης περιοχής σημειώνεται μια γενική μείωση της βλάστησης, γεγονός το οποίο μπορεί να οφείλεται εν μέρει στην μορφολογία του εδάφους (όπως αναφερθήκαμε στα γενικά χαρακτηριστικά του νησιού),στις κλιματολογικές συνθήκες και κυρίως στην ραγδαία τουριστική ανάπτυξη.

Παρατηρούμαι επιπροσθέτως το φαινόμενο μείωση της υγιούς βλάστησης κυρίως στην ακτογραμμή ενώ στην ενδοχώρα μια αύξηση της βλάστησης πιθανώς λόγω της αγροτικής δραστηριότητας στην ευρύτερη περιοχή των Χανίων, του Καστελίου και της Παλαίοχωρας

Ο δείκτης VEG.INDEX αναδεικνύει μια μείωση της βλάστησης ιδιαίτερα στις περιοχές γύρω από τις πόλεις επισημαίνοντας τον ρυθμό αστικοποίησης στις περιοχές των Χανίων και του Καστελίου αλλά και λόγω πιθανών πυρκαγιών και δημιουργίας νέων οδικών αξόνων. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην περιοχή του Λευκού Όρους σημειώνονται αρνητικές τιμές και αυτό οφείλεται στα χιόνια που λόγω του υψομέτρου βρίσκονται εκεί τους περισσότερους μήνες του χρόνου. Σε περιοχές με υψηλό υψόμετρο η βλάστηση διαφοροποιείται ανάλογα με το βασικό πέτρωμα, τις πυρκαγιές, την διάβρωση καθώς και με την ανθρώπινη παρέμβαση όπως είναι η υλοτομία. Η υπερ-βόσκηση της περιοχής προφανώς εντείνει το πρόβλημα.

Διακυμάνσεις στις τιμές των κλιματικών παραγόντων, στις τιμές της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης έχουν μεγάλη επιρροή στις τιμές του κανονικοποιημένου δείκτη βλάστησης NDVI σε μια περιοχή. Ο υδρολογικός κύκλος μιας περιοχής (βροχόπτωση και θερμοκρασία) επηρεάζει την φυτική ανάπτυξη. Στην ευρύτερη περιοχή των Χανίων καταγράφεται μια αισθητή μείωση της βροχόπτωσης σύμφωνα με τα δεδομένα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

**Μηλιαρέσης Γιώργος(Φωτοερμηνεία -Τηλεπισκόπηση)**

**Αργιαλάς Δ., 2000. Φωτοερμηνεία-Τηλεπισκόπηση. Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων. Εκδόσεις Ε.Μ.Π**

**Μέρτικας Σ. Π., 1999. Τηλεπισκόπηση και Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας. Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα**

**Glantz, M. H., and N. S. Orlovsky. 1983. Desertification: A review of the concept. Desertification Control.**

**Λέκκας, Ε., 1995 Γεωλογία και Περιβάλλον 242σ, Αθήνα**

**Κανελλοπούλου, Ε., 2004 Εφαρμοσμένη Κλιματολογία. Κλιματικά στοιχεία και φυσικές καταστροφές,10,439-440σ,Αθήνα**

**Zafar Adeel, Uriel Safriel, David Niemeijer, and Robin White, A Report of the millennium Ecosystem Assessment, 2005**

**Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων: Ελληνικό προσχέδιο δράσης για την ερημοποίηση ,2000 Αθήνα**

**Flawn, P.T, 1970, Environmental geology, New York, Harper & Row.**

**Clark, R.N “Manual of Remote Sensing”, A. Rencz, Editor, John Wiley and Sons, Inc. 1999.**

**Holben, B. N., Characteristics of maximum-value composite image from temporal AVHRR data, International Journal of Sensing, 7, 1417-1434.**

**Larisa Pozdnyakova, Estimation of spatial and spectral properties of phytophthora root and its effects on cranberry yield.**

**Rogan, J., Franklin, J. and Roberts, D. A. (2002) A comparison of methods for monitoring multitemporal vegetation change using thematic mapper imagery.**

**Δρ. Νεκτάριος Χρυσουλάκης, Ηράκλειο(2011) Αρχές και εφαρμογές δορυφορικής τηλεπισκόπησης, για το τμήμα Φυσικής του Πανεπιστημίου Κρήτης**

**Βροχίδου Κ. Αγγελική-Ελένη, Χωροχρονική ανάλυση ξηρασίας στη νήσο Κρήτη. Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος Πολυτεχνείο Κρήτης.**

**FAO (παγκόσμιος οργανισμός τροφίμων)**

**UNCCD (Επιτροπή Ηνωμένων Εθνών)**

**CEOS (2003)**

**NASA handbook**

**Euromage (2005)**

**Trimble (2004)**