

# Εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης σε λιβαδικές εκτάσεις με βάση το δείκτη ESAI

**Χ.Κ. Ευαγγέλου και Β.Π. Παπαναστάσης**

Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας (286), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,  
541 24 Θεσσαλονίκη, e-mail: katydata@for.auth.gr

## Περίληψη

Στόχος της έρευνας αυτής ήταν η εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης σε βοσκόμενες δασικές εκτάσεις που βασίζεται στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών με την εφαρμογή ενός απλοποιημένου μοντέλου. Για τους σκοπούς της έρευνας επιλέχθηκαν 7 Δημοτικά Διαμερίσματα (Κολχικό, Λοφίσκος, Κρυονέρι, Αρδαμέριο, Βόλβη, Στεφανινά και Απολλωνία) της επαρχίας Λαγκαδά του νομού Θεσσαλονίκης. Το μοντέλο που αναπτύχθηκε ήταν μια απλοποιημένη προσαρμογή του δείκτη ESAI (Environmentally Sensitive Area's Index) για τον καθορισμό των Περιβαλλοντικά Ευαίσθητων Περιοχών (ΠΕΠ), που δημιουργήθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος MEDALUS. Για την εκτίμηση του δείκτη αυτού έγινε συνδυασμός διαφόρων μεταβλητών που αφορούσαν το έδαφος, τη βλάστηση, το κλίμα και τη διαχείριση. Με βάση το δείκτη ESAI, οι περιοχές διακριθήκαν σε κρίσιμες, ευαίσθητες, δυνητικές και μη απειλούμενες, όσον αφορά την ερημοποίηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι πάνω από το 70% της περιοχής έρευνας ταξινομείται στην κρίσιμη κατηγορία, ακολουθούν οι ευαίσθητες με 23,2%, ενώ οι δυνητικές και οι μη απειλούμενες περιοχές είναι πολύ περιορισμένες. Συμπεραίνεται ότι ο δείκτης ESAI αποτελεί έναν σημαντικό δείκτη εκτίμησης του κινδύνου ερημοποίησης. Η κτηνοτροφική δραστηριότητα μπορεί να οδηγήσει στην ερημοποίηση, όταν συνηγορούν άλλες φυσικές παράμετροι, όπως το έδαφος, η βλάστηση και το κλίμα.

**Λέξεις κλειδιά:** Περιβαλλοντικά Ευαίσθητες Περιοχές (ΠΕΠ), έδαφος, βλάστηση, κλίμα, διαχείριση.

## Εισαγωγή

Η ερημοποίηση των γαιών και κατ' επέκταση των οικοσυστημάτων είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο, το οποίο συνδέεται με την υποβάθμιση του εδάφους και προκαλείται από φυσικούς παράγοντες, αλλά και από την άμεση ή έμμεση επίδραση του ανθρώπου (Dregne 1978). Με βάση τη Συνθήκη των Ηνωμένων Εθνών για την Καταπολέμηση της Ερημοποίησης (UNCCD), η ερημοποίηση ορίζεται ως «η υποβάθμιση γαιών σε ξηρές, ημίξηρες και ξηρές ύφυγρες περιοχές προκαλούμενη από διάφορους παράγοντες συμπεριλαμβανομένου του κλίματος και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων» (European Commission 1997). Ο van der Leeuw (1998) διαφοροποίησε την έννοια της ερημοποίησης (desertification) από την υποβάθμιση (degradation) αναφέροντας, ότι η ερημοποίηση είναι πιο σοβαρή από την υποβάθμιση καθώς η τελευταία μπορεί να αποτελέσει ένα στάδιο καθ' οδόν προς την ερημοποίηση. Επιπλέον θεωρεί την ερημοποίηση ως «μη αντιστρεπτή» διαδικασία, σε αντίθεση με την υποβάθμιση που είναι αντιστρεπτή.

Χαρακτηριστικά της ερημοποίησης εμφανίζονται και στον Ελληνικό χώρο. Ο Γιάσογλου (2002) αναφέρει, ότι η Αττική είναι μία από τις πιο ευαίσθητες περιοχές της Ελλάδας. Επίσης

στη Λέσβο παρουσιάζεται το φαινόμενο της ερημοποίησης με κύρια αιτία την υπερβόσκηση (Arianoutsou-Faragitaki 1984), ενώ στο βουνό Ψηλορείτης στην Κρήτη παρουσιάζεται ως το αθροιστικό αποτέλεσμα ανθρώπινων επιδράσεων μετά από μια μεγάλη περίοδο περιβαλλοντικής διατάραξης (Lyrintzis and Papanastasis 2000).

Η παρούσα εργασία στοχεύει στο να συμβάλει στην εκτίμηση του φαινομένου της ερημοποίησης σε τοπικό επίπεδο, με την εφαρμογή ενός απλοποιημένου μοντέλου διάκρισης των ευαίσθητων περιοχών, ιδίως σε βοσκόμενες λιβαδικές εκτάσεις.

## Περιοχή Έρευνας

Η έρευνα έγινε στην επαρχία Λαγκαδά, η οποία καταλαμβάνει το βορειοανατολικό τμήμα του νομού Θεσσαλονίκης. Για τους σκοπούς της έρευνας επιλέχθηκαν 7 Δημοτικά Διαμερίσματα με βάση τη βοσκοφόρτωση και την υψομετρική ζώνη στην οποία ανήκουν. Στη χαμηλή υψομετρική ζώνη (0-200 μ.) ανήκουν το Κολχικό, η Απολλωνία και η Βόλβη, στη μεσαία (200-600 μ.) το Αρδαμέριο, ο Λοφίσκος και τα Στεφανινά και τέλος το Κρυονέρι στην υψηλή (>600 μ.). Οι περιοχές αυτές καλύπτουν συνολικά μια έκταση 30.752,55 εκταρίων χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η έκταση των οικισμών. Με βάση τους ορθοφωτοχάρτες Ελλάδος, η περιοχή καλύπτεται κυρίως από θαμνολίβαδα πουργαριού, γεωργικές καλλιέργειες (κυρίως σιτηρά) και φυλλοβόλα δάση (δρυς, οξυά και μεικτά) (Υπουργείο Γεωργίας 1983).

## Μεθοδολογία

Η ερημοποίηση σχετίζεται με ένα μεγάλο αριθμό μεταβλητών-δεικτών (φυσικών, οικολογικών, κοινωνικοοικονομικών), οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την περαιτέρω κατανόηση των διαδικασιών που οδηγούν στην ερημοποίηση.

Για την εκτίμηση του κινδύνου ερημοποίησης στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ESAI (Environmentally Sensitive Areas index), ο οποίος δημιουργήθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος MEDALUS (Kosmas et al. 1999). Η μεθοδολογία στηρίζεται στο συνδυασμό διαφόρων μεταβλητών που αφορούν το έδαφος, τη βλάστηση, το κλίμα και τη διαχείριση με βάση την εξίσωση 1. Αποτέλεσμα είναι η δημιουργία τεσσάρων ποιοτικών χαρτών, οι οποίοι επανασυνδυάζονται με βάση την εξίσωση 2 για την εκτίμηση του δείκτη ESAI και τον καθορισμό των Περιβαλλοντικά Ευαίσθητων Περιοχών (ΠΕΠ) στην ερημοποίηση.

$$\text{Ποιότητα\_x}_{ij} = (\text{μεταβλητή\_1}_{ij} * \text{μεταβλητή\_2}_{ij} * \dots * \text{μεταβλητή\_n}_{ij})^{(1/n)} \quad (1)$$

$$\text{ES}_{ij} = (\text{ποιότητα\_1}_{ij} * \text{ποιότητα\_2}_{ij} * \text{ποιότητα\_3}_{ij} * \text{ποιότητα\_4}_{ij})^{(1/4)} \quad (2)$$

όπου  $i, j$  = σειρές και στήλες ενός εικονοστοιχείου (30\*30) της κάθε μεταβλητής/ποιότητας  
 $n$  = αριθμός χρησιμοποιούμενων μεταβλητών

Για την εξειδίκευση του παραπάνω δείκτη στις βοσκόμενες δασικές εκτάσεις της περιοχής έρευνας, τροποποιήθηκε ο αριθμός και το είδος των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών σε σχέση με αυτές που προτείνονταν στο MEDALUS, ενώ σε κάποιες άλλες χρειάστηκε να γίνει προσαρμογή τους στις διάφορες κατηγορίες. Οι χρησιμοποιούμενες μεταβλητές, η ταξινόμηση τους στις διάφορες κλάσεις με βάση την ευαισθησία τους στην ερημοποίηση και οι αντίστοιχοι συντελεστές βαρύτητας (ΣΒ) που αποδόθηκαν σε αυτές παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Οι τελευταίοι αντιστοιχούν στις τιμές που δόθηκαν σε κάθε κλάση των μεταβλητών για κάθε εικονοστοιχείο.

Η εκτίμηση του δείκτη ESAI έγινε με την εισαγωγή και επεξεργασία των δεδομένων με τη βοήθεια των λογισμικού προγράμματος ArcGIS 9.0. Αυτό περιλάμβανε τη δημιουργία του

DEM, τη μετατροπή όλων των δεδομένων σε αρχεία κανάβου (GRID) με μέγεθος εικονοστοιχείου 30 μ. και την ταξινόμηση τους στις διάφορες κλάσεις. Τέλος, έγινε ο συνδυασμός των διάφορων μεταβλητών με τις εξισώσεις 1 και 2 και η ταξινόμηση της περιοχής σε τέσσερις κατηγορίες με βάση την ευαισθησία στην ερημοποίηση (Κρίσιμη, Ευαίσθητη, Δυνητική, Μη απειλούμενη).

*Πίνακας 1: Κλάσεις και συντελεστές βαρύτητας (ΣΒ) των χρησιμοποιούμενων μεταβλητών*

| Ποιότητα                 | Μεταβλητή                                                            | Κλάσεις                                                                   | ΣΒ  |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Έδαφος <sup>11</sup>     | Μητρικό υλικό                                                        | Σχιστόλιθος, Βασικά, Υπερβασικά, Άργιλοι, Μολάσσα, Αποθέσεις, Αμφιβολίτες | 1   |
|                          |                                                                      | Γνεύσιος, Γρανίτης, Ψαμμίτης, Χαλαζίτης, Μάρμαρο                          | 1,7 |
|                          |                                                                      | Βαθός                                                                     | 1   |
|                          | Βάθος εδάφους (Αντιστοίχιση εδαφολογικού χάρτη και κλάσεων MEDALUS). | Βαθός (>75 εκ.)                                                           | 1   |
|                          |                                                                      | Μέτριο(75-30 εκ.)                                                         | 2   |
|                          |                                                                      | Αβαθές (15-30 εκ.)                                                        | 3   |
|                          |                                                                      | Πολύ αβαθές (<15 εκ.)                                                     | 4   |
|                          | Κλίση (%)                                                            | <6                                                                        | 1   |
|                          |                                                                      | 6-18                                                                      | 1,2 |
|                          |                                                                      | 18-35                                                                     | 1,5 |
|                          |                                                                      | >35                                                                       | 2   |
| Βλάστηση <sup>21</sup>   | Κίνδυνος πυρκαγιάς                                                   | Γυμνά, Ελιές, Αρδευόμενες καλλιέργειες                                    | 1   |
|                          |                                                                      | Ποολίβαδα, Σιτηρά, Πλατύφυλλα δάση, Πρινώνες                              | 1,3 |
|                          |                                                                      | Κωνοφόρα                                                                  | 2   |
|                          | Προστασία στη διάβρωση                                               | Πρινώνες                                                                  | 1   |
|                          |                                                                      | Κωνοφόρα, Πολυετή ποολίβαδα, ελιές                                        | 1,3 |
|                          |                                                                      | Πλατύφυλλα δάση                                                           | 1,6 |
|                          |                                                                      | Ετήσιες καλλιέργειες (σιτηρά), ετήσια ποολίβαδα                           | 2   |
|                          | Αντοχή στην ξηρασία                                                  | Γυμνά, Πρινώνες                                                           | 1   |
|                          |                                                                      | Κωνοφόρα, Πλατύφυλλα δάση, ελιές                                          | 1,2 |
|                          |                                                                      | Πολυετή ποολίβαδα                                                         | 1,7 |
|                          |                                                                      | Ετήσιες καλλιέργειες (σιτηρά), ετήσια ποολίβαδα                           | 2   |
| Ξυλώδης κάλυψη ( %)      | > 40                                                                 | 1                                                                         |     |
|                          | 10 -40                                                               | 1,8                                                                       |     |
|                          | <10                                                                  | 2                                                                         |     |
| Κλίμα <sup>31</sup>      | Βροχόπτωση (χλσ./χρόνο)                                              | > 650                                                                     | 1   |
|                          |                                                                      | 280-650                                                                   | 2   |
|                          | Έκθεση                                                               | Βόρειες, ΒΔ, ΒΑ, επίπεδες                                                 | 1   |
|                          |                                                                      | Νότιες, ΝΔ, ΝΑ                                                            | 2   |
| Διαχείριση <sup>41</sup> | Βοσκοφόρτωση (ΜΖΜ/εκτάριο)                                           | <0.5                                                                      | 1   |
|                          |                                                                      | 0.5 – 2.5                                                                 | 1,5 |
|                          |                                                                      | > 2.5                                                                     | 2   |
|                          | Πυροσφαιρική επίδραση (μ)                                            | 0-150                                                                     | 2   |
|                          |                                                                      | 150-400                                                                   | 1,8 |
|                          |                                                                      | >400                                                                      | 1   |

**11 Ποιότητα εδάφους:** Για τον προσδιορισμό του μητρικού πετρώματος χρησιμοποιήθηκε ο γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας αφού έγινε επαναταξινόμηση του σε ευρύτερες κατηγορίες. Οι κατηγορίες βάθους εδάφους δημιουργήθηκαν με βάση τον εδαφολογικό χάρτη της Ελλάδας αφού προσαρμόστηκαν σε εκατοστά. Η κλίση εκτιμήθηκε από το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM), το οποίο δημιουργήθηκε από τους ψηφιοποιημένους τοπογραφικούς χάρτες.

**21 Ποιότητα βλάστησης:** Η εκτίμηση του δείκτη αυτού έγινε με βάση τις κατηγορίες χρήσεων γης/κάλυψης των ορθοφωτοχάρτων, οι οποίοι ψηφιοποιήθηκαν και διορθώθηκαν το 2002 (GeoRange 2002). Οι γεωργικές καλλιέργειες των ορθοφωτοχάρτων διαχωρίστηκαν σε αρδευόμενες και μη με τη βοήθεια των χρήσεων γης του CORINE, ενώ παράλληλα λήφθηκε υπόψη ότι η κύρια γεωργική καλλιέργεια είναι τα σιτηρά.

**31 Ποιότητα κλίματος:** Η έκθεση υπολογίστηκε από το DEM. Για τον υπολογισμό του μέσου ετήσιου ύψους βροχόπτωσης εφαρμόστηκε η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων για τον καθορισμό της γραμμικής σχέσης (Εξίσωση 3) μεταξύ βροχόπτωσης (Y) και υψομέτρου (X) από μετεωρολογικά δεδομένα σταθμών που υπήρχαν στην περιοχή. Μετά χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των ισοϋετών καμπυλών για τον υπολογισμό της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης (Κωτούλας 1996).

$$Y=0,3272 X+434,78 \quad R^2=0,573 \quad p<0.05 \quad (3)$$

**41 Ποιότητα διαχείρισης:** Για την εκτίμηση του δείκτη αυτού λήφθηκαν υπόψη η βοσκοφόρτωση (MZM/εκτάριο) και η πυοσφαιρική επίδραση που προκαλείται από τα ζώα γύρω από τις στάνες. Οι στάνες, ως χώρος συγκέντρωσης των ζώων, επηρεάζουν την ξυλώδη βλάστηση με τη ζώνη επιρροής να φτάνει τα 800 μέτρα (Ghossoub 2003). Με βάση τη γραμμική ανάλυση της ξυλώδους κάλυψης και του ύψους των θάμνων σε σχέση με την απόσταση από τις στάνες (Ghossoub 2003) καθώς και τη διαφοροποίηση της βιομάζας με βάση το ύψος και την κάλυψη (Πλατής 1994), βρέθηκε σημαντική μείωση της ξυλώδους κάλυψης στα πρώτα 150 μέτρα και μέτρια μέχρι τα 400 μέτρα. Σύμφωνα με τα παραπάνω καθορίστηκαν τρεις κλάσεις για τη πυοσφαιρική επίδραση (Πίνακας 1).

## Αποτελέσματα και συζήτηση

Με την ταξινόμηση και το συνδυασμό των μεταβλητών δημιουργήθηκαν τέσσερις ποιοτικοί χάρτες για το έδαφος, τη βλάστηση, το κλίμα και τη διαχείριση. Στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής έρευνας κυριαρχεί ο χαμηλός δείκτης ποιότητας εδάφους (60,4% της έκτασης). Αυτό αποδίδεται κυρίως στα αβαθή εδάφη που επικρατούν στην περιοχή (43,87%) και δευτερευόντως στις απότομες κλίσεις (30,52%) και στα μητρικά πετρώματα με μέτρια ευαισθησία στην ερημοποίηση (62,85%). Η μέτρια και υψηλή κατηγορία του δείκτη αυτού (23,47% και 16,13% αντίστοιχα) παρουσιάζεται στις θέσεις όπου υπάρχουν μέτρια και βαθιά εδάφη αντίστοιχα.

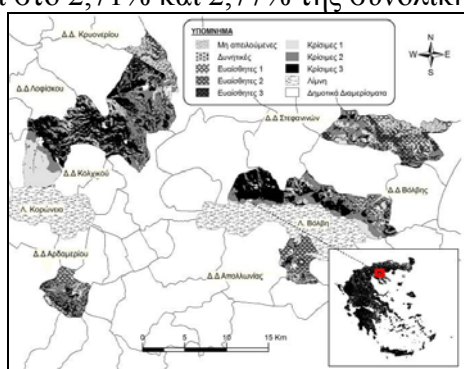
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων για το δείκτη ποιότητας βλάστησης έδειξαν, ότι είναι χαμηλός σε ποσοστό που φτάνει το 40,58% της συνολικής έκτασης και ακολουθούν η μέτρια και υψηλή κλάση με 34,93% και 24,49% της έκτασης αντίστοιχα. Η χαμηλή ποιότητα βλάστησης αποδίδεται κυρίως στην παρουσία των ετήσιων γεωργικών καλλιεργειών με ποσοστό που καλύπτει το 29,01% της έκτασης, λόγω της πολύ χαμηλής αντοχής της στην ξηρασία και της πολύ χαμηλής προστασίας του εδάφους από τη διάβρωση που προσφέρει. Επίσης η έκταση που καταλαμβάνουν τα ποολίβαδα (7,42% της έκτασης) εμφανίζει χαμηλό δείκτη ποιότητας βλάστησης, κυρίως λόγω της χαμηλής αντοχής στην ξηρασία. Η μέτρια ποιότητα βλάστησης εμφανίζεται κυρίως στα φυλλοβόλα δάση (24,58% της έκτασης), λόγω του μέτριου βαθμού προστασίας που παρέχουν στο έδαφος και στο μέτριο κίνδυνο πυρκαγιάς. Η ίδια ποιότητα εμφανίζεται και στα θαμνολίβαδα (38,64%), ιδίως εκεί που επικρατεί η χαμηλή κάλυψη ξυλώδους βλάστησης (18,02% της έκτασης). Ο δείκτης ποιότητας χαρακτηρίζεται ως υψηλός στις εκτάσεις εκείνες που καλύπτονται από πυκνά θαμνολίβαδα με κάλυψη της ξυλώδους βλάστησης >40%.

Από την εκτίμηση του δείκτη ποιότητας κλίματος, συνδυάζοντας το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης και την έκθεση, προέκυψε ότι αυτός είναι χαμηλός (56,12% της περιοχής έρευνας) και ακολουθούν ο μέτριος και υψηλός με 37,68% και 6,2% της έκτασης αντίστοιχα. Ο χαμηλός δείκτης συνεπάγεται νότιες εκθέσεις (66,24%) και μέσο ύψος βροχόπτωσης μεταξύ 450-650 χλσ. (83,72%). Υψηλό δείκτη εμφανίζουν οι εκτάσεις εκείνες με υψηλά ποσοστά βόρειων εκθέσεων και επίπεδων εκτάσεων, αλλά και ύψος βροχόπτωσης >650 χλσ. (16,28%). Η μέτρια ποιότητα κλίματος παρουσιάζει ενδιάμεση κατάσταση.

Τέλος, ο δείκτης ποιότητας διαχείρισης είναι υψηλός (58,15%) και αντιπροσωπεύει τις εκτάσεις που δεν ασκείται μεγάλη βοσκοφόρτωση. Ακολουθεί η μέτρια διαχείριση με 35,16% της έκτασης, η οποία οφείλεται στις βοσκόμενες δασικές εκτάσεις με μεγάλη βοσκοφόρτωση.

Η χαμηλότερη ποιότητα διαχείρισης περιορίζεται στο 6,69% της περιοχής έρευνας και εμφανίζεται γύρω από τις στάνες. Αυτό οφείλεται στη πυοσφαιρική επίδραση που ασκείται από τα ζώα. Η υψηλή ποιότητα διαχείρισης εφαρμόζεται στις εκτάσεις, όπου η βοσκοφόρτωση είναι μικρή έως μέτρια (κυρίως στο Λοφίσκο). Υψηλή ποιότητα υπάρχει και στις γεωργικές περιοχές και τα πυκνά φυλλοβόλα δάση, που η βοσκοφόρτωση θεωρείται μικρή. Εκτάσεις με μεγάλο βαθμό βοσκοφόρτωσης, που βρίσκονται εκτός των ορίων της πυοσφαιρικής επίδρασης (ζώνη >400 μέτρα), έχουν μέτριο δείκτη ποιότητας διαχείρισης.

Μετά το συνδυασμό των τεσσάρων ποιοτικών χαρτών προέκυψε ο δείκτης ESAI, με τον οποίο και καθορίστηκαν οι ΠΕΠ ως κρίσιμες, ευαίσθητες, δυνητικές και μη απειλούμενες για ερημοποίηση (Χάρτης 1). Επιπλέον, οι δύο πρώτες κατηγορίες διαιρέθηκαν σε τρεις υποκατηγορίες (η 3<sup>η</sup> με υψηλότερη ευαισθησία). Η πλειονότητα της περιοχής έρευνας ταξινομείται στη κρίσιμη και ευαίσθητη κατηγορία ΠΕΠ με ποσοστό 71,32% και 23,20% της έκτασης αντίστοιχα. Αυτό οφείλεται κυρίως στο συνδυασμό της χαμηλής ποιότητας εδάφους, κλίματος και βλάστησης. Οι δυνητικές και οι μη απειλούμενες περιοχές καλύπτουν μικρό ποσοστό, το οποίο ανέρχεται στο 2,71% και 2,77% της συνολικής έκτασης αντίστοιχα.



Χάρτης 1. Περιβαλλοντικά Ευαίσθητες Περιοχές στην ερημοποίηση

## Συμπεράσματα

Οι βοσκόμενες δασικές εκτάσεις στην επαρχία Λαγκαδά ταξινομούνται στην κρίσιμη κατηγορία των Περιβαλλοντικά Ευαίσθητων Περιοχών στην ερημοποίηση. Αν και το κλίμα και το έδαφος παίζουν σημαντικό ρόλο στην ευαισθησία αυτή, εντούτοις η ποιότητα της βλάστησης και της διαχείρισης, που έχουν άμεσα σχέση με την ανθρώπινη δραστηριότητα, είναι οι παράγοντες στους οποίους θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση προκειμένου να αποτραπεί η ερημοποίηση.

## Αναγνώριση βοήθειας

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος του Ευρωπαϊκού Προγράμματος «Σύστημα επιτήρησης για την εκτίμηση και παρακολούθηση της ερημοποίησης» (DeSurvey, Contract no. GOCE-CT-2003-003950). Ο πρώτος συγγραφέας είναι υπότροφος του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών Ελλάδος.

## Βιβλιογραφία

- Arianoutsou – Faragitaki, M. 1984. Desertification by overgrazing in Greece: The case of Lesbos island. J. of Arid Environ., 9: 237-242.
- Dregne, H.E. 1978. Desertification: Man's abuse of the land. J. of Soil and Water Cons, 33: 11-14.

- European Commission. 1997. Addressing Desertification: A Review of EC Policies, programmes, financial instruments and projects, pp 5.
- Γιάσουλ, Ν. 2002. Φυσικοί Πόροι και Ερημοποίηση. Πεμπτούσια: Απρίλιος-Ιούλιος 2002, τεύχος 8, Κέντρο Ελληνικού και Ορθόδοξου Πολιτισμού, σελ.44-53.
- GeoRange, 2002: GeoRange second interim report. Reporting period: 01/01/2002-31/12/2002. Section 3: Detailed work package report.
- Ghossoub, S.R. 2003. Impact of piospheric points on Mediterranean rangelands. Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Crete, Greece.
- Kosmas, C., A. Ferrara, H. Briasouli and A. Imeson. 1999: Methodology for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification, p: 31-47. In: The Medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification (C. Kosmas, M. Kirkby and N. Geeson, eds).
- Κωτούλας, Δ. 1996. Μαθήματα Υδρολογίας και Υδρονομικής. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Lyrantzis, G. and V. Papanastasis. 2000. Human activities and desertification of Psilorites mountain in Crete. In Mediterranean Desertification Research results and Policy implications. Proceedings of the International Conference, 29 October to 1 November 1996 Crete, Greece. Volume 2, Summary of project results.
- Πλατής, Π.Δ. 1994. Κατανομή της φυτοκάλυψης και διαθέσιμης παραγωγής σε θαμνολίβαδα Πουρναριού και εκτίμηση τους με τη βοήθεια αεροφωτογραφιών. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- van der Leeuw, S.E. 1998 (ed). The Archaemedes Project. Understanding the natural and anthropogenic causes of land degradation and desertification in the Mediterranean basin, pp 1-5.
- Υπουργείο Γεωργίας, 1983. Ορθοφωτοχάρτες Ελλάδος. Κλίμακα 1:20000, (Επεξεργασμένα δεδομένα για το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα GeoRange, Contract no. EVK2 -2000 - 22089).

## **Evaluation of desertification risk in rangelands with the ESAI index**

**Ch. Evangelou and V.P. Papanastasis**

Laboratory of Rangeland Ecology (286), School of Forestry and Natural Environment,  
Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece,  
e-mail: katydata@for.auth.gr

### **Summary**

The aim of this study was to evaluate the desertification risk of rangelands in seven village communities of Lagadas county, northern Greece, with the use of the Geographic Information Systems (GIS). Geoinformation data were used in order to combine several layers of information involved in desertification for the formation of a GIS model. The latter is a modified approach of the methodology used for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs). It was found that the majority of the study area is in a critical stage in terms of desertification. The majority of rangelands are under intensive grazing activities. Overgrazing however contributes to the desertification risk in combination with physical parameters such as soil, vegetation and climate.

**Key words:** Environmentally Sensitive Areas, soil, vegetation, climate, management.