Εγκατάλειψη χρήσης γης σε ημιορεινές περιοχές του νομού Ιωαννίνων

Δ. Κιζιρίδης[1*], Α. Μαστρογιάννη[1], Μ. Πλένιου[2], Φ. Ξυστράκης[2], Ε. Καραδήμου[1], Σ. Τσιφτσής[3], Ι. Τσιριπίδης[1]

[1] Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

[2] Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός ΔΗΜΗΤΡΑ

[3] Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας

*Email: danis.k@zoho.com

Περίληψη

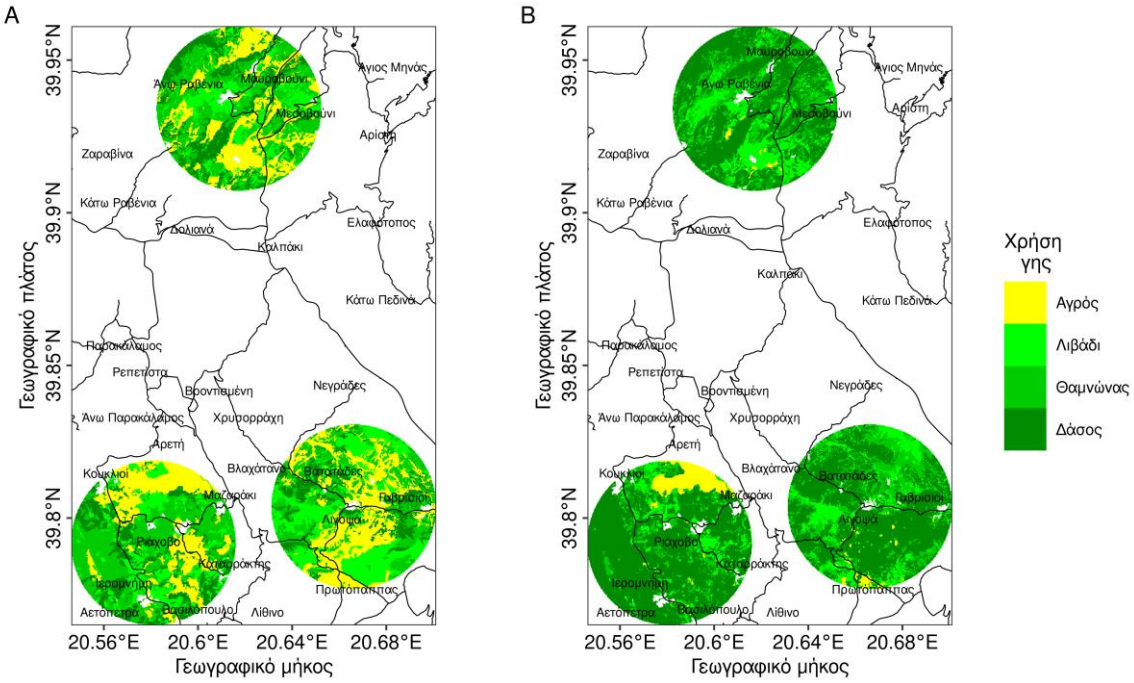
Η εγκατάλειψη χρήσης γης αποτελεί μια σημαντική απειλή για τη διατήρηση των λιβαδιών, λόγω της αντικατάστασής τους από δασικούς τύπους βλάστησης, βάσει της πορείας της φυσικής διαδοχής. Στην παρούσα εργασία, μελετήθηκαν οι διαχρονικές αλλαγές των χρήσεων/κάλυψης γης το 1945 και 2015 σε τρεις περιοχές που καλύπτουν μεγάλο εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών στον νομό Ιωαννίνων. Επιπρόσθετα, διερευνήθηκε η σχέση των αλλαγών αυτών με φυσιογραφικούς και κοινωνικούς παράγοντες εφαρμόζοντας μοντέλο ταξινόμησης (τυχαίων δασών). Βρέθηκε ότι το 67% της έκτασης ακολούθησε φυσική διαδοχή μεταξύ 1945 και 2015. Συνολικά, η κάλυψη όλων των τύπων χρήσεων γης μειώθηκε το 2015 σε σχέση με το 1945, εκτός από τα δάση, η κάλυψη των οποίων αυξήθηκε από 19% σε 63%. Σημαντικότεροι περιβαλλοντικοί παράγοντες για τις προβλέψεις του μοντέλου με σειρά φθίνουσας σημαντικότητας ήταν η πληθυσμιακή πυκνότητα, η εδαφική κλίση, το υψόμετρο και ο βόρειος προσανατολισμός. Επομένως, τα αποτελέσματα συνδέουν την αυξανόμενη ένταση φυσικής διαδοχής με τη γενικότερη τάση εγκατάλειψης της γης από τον τοπικό πληθυσμό. Η παρούσα εργασία αποτελεί το πρώτο βήμα προς την καλύτερη κατανόηση του φαινομένου της εγκατάλειψης χρήσης γης στην περιοχή, καθώς και των επιπτώσεών του στη φυτική ποικιλότητα.

Λέξεις κλειδιά: εγκατάλειψη χρήσης γης, μοντέλο ταξινόμησης, κάλυψη βλάστησης, φυσική διαδοχή

Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, η εγκατάλειψη χρήσης γης (ΕΧΓ) των σχετικά μη-παραγωγικών αγροτικών και λιβαδικών περιοχών αναγνωρίζεται ολοένα και συχνότερα ως σημαντική απειλή για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και των λιβαδικών τύπων βλάστησης (Janssen et al. 2016). Οι επιπτώσεις της ΕΧΓ έγκεινται στη σταδιακή αντικατάσταση των τοπικών ειδών από ανταγωνιστικότερα είδη, λόγω της μείωσης της συχνότητας και της έντασης των διαταραχών (Prévosto et al. 2011). Η ΕΓΧ αποτελεί φαινόμενο που οφείλεται κυρίως σε κοινωνικο-οικονομικούς παράγοντες (Xystrakis et al. 2017, Huang et al. 2020), αλλά οι αλλαγές που επιφέρει στο τοπίο σχετίζονται και με φυσιογραφικούς ή άλλους οικολογικούς παράγοντες (Perpiña Castillo et al. 2021). Το φαινόμενο της ΕΧΓ, και της επακόλουθης φυσικής διαδοχής, έχει ξεκινήσει στην Ευρώπη από τον 19ο αιώνα, αλλά η ένταση και η έκτασή του έχει αυξηθεί σημαντικά από τη δεκαετία του 1960 (Queiroz et al. 2014).

Στην παρούσα εργασία, χαρτογραφήθηκαν σε περιοχές του νομού Ιωαννίνων οι διαχρονικές αλλαγές στη χρήση γης και κάλυψη βλάστησης («χρήση/κάλυψη γης» εφεξής). Βασικοί σκοποί μας ήταν ο προσδιορισμός των χωρο-χρονικών αλλαγών στη σύνθεση του τοπίου, και η σύνδεσή τους με περιβαλλοντικούς παράγοντες.



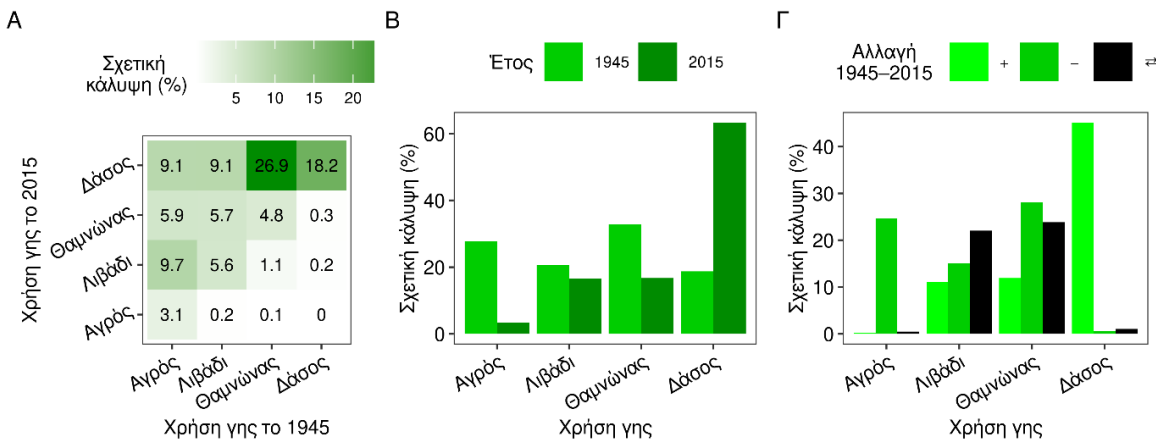
Εικόνα 1. Χρήση/κάλυψη γης το 1945 (A) και το 2015 (B) στις τρεις κυκλικές περιοχές ενδιαφέροντος. Οι κύκλοι είχαν διάμετρο 6 km. Τα χωρικά πλέγματα είχαν ανάλυση 25 m. Δίνονται ονόματα χωριών

Υλικά και μέθοδοι

Για τη χαρτογράφηση των αλλαγών των χρήσεων/κάλυψης γης, επιλέχθηκαν τρεις περιοχές που καλύπτουν μεγάλο εύρος περιβαλλοντικών συνθηκών κατά την παλαιότερη (1945) και πλέον πρόσφατη χρονολογία (2015) για τις οποίες υπάρχουν αεροφωτογραφίες (Εικόνα 1). Οι αεροφωτογραφίες παραχωρήθηκαν από το ΝΠΔΔ «ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ». Η χαρτογράφηση πραγματοποιήθηκε με φωτοερμηνεία των ορθοεικόνων, ακολουθούμενη από την ψηφιοποίηση των διανυσματικών δεδομένων. Αποτυπώθηκαν οι εκτάσεις αγροτικής, λιβαδικής, θαμνώδους και δασικής μορφής. Για την ποσοτικοποίηση των χρονικών αλλαγών χρήσης γης, δημιουργήθηκε πίνακας χρονικών μεταβάσεων των τεσσάρων τύπων χρήσης γης.

Η μελέτη της σχέσης των χαρτογραφημένων αλλαγών χρήσης γης με περιβαλλοντικούς παράγοντες έγινε με μοντέλο ταξινόμησης (classification) που βασίζεται βασίζεται σε αλγόριθμο συνδυασμού δέντρων απόφασης (random forest). Το μοντέλο εκπαιδεύτηκε για να προβλέπει τη χρήση/κάλυψη γης με βάση τους ακόλουθους παράγοντες: (α) υψόμετρο, από το Ευρωπαϊκό Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους, ανάλυσης πλέγματος 25 m (EU-DEM 2016)· (β) εδαφική κλίση· (γ) βορινότητα και ανατολικότητα, ως το συνημίτονο και ημίτονο του αζιμούθιου του προσανατολισμού της πλαγιάς, αντίστοιχα· (δ) πληθυσμιακή πυκνότητα, σε επίπεδο τοπικών διαμερισμάτων από τις κοντινότερες στο 1945 και 2015 αντίστοιχες απογραφές του 1940 και 2011 από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία· και (ε) το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, και 48 ακόμη γεωγραφικές κατευθύνσεις που κάλυπταν τακτικά τις 360° κατά ίσες γωνίες (Møller et al. 2020). Όλα τα δεδομένα αναπαραστάθηκαν χωρικά με πλέγμα ανάλυσης 25 m.

Για την εκπαίδευση του μοντέλου, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από $N = 5000$ τυχαίως επιλεγμένα κελιά, συμπεριλαμβάνοντας κελιά με όλες τις δυνατές χρονικές μεταβάσεις χρήσεων γης. Ο τελικός αριθμός παρατηρήσεων εκπαίδευσης ήταν 2 N, γιατί τα δεδομένα ήταν δύο χρονολογιών. Το μοντέλο παραμετροποιήθηκε με υποσύνολα εκπαίδευσης και ελέγχου (10-fold cross-validation). Ως εφαρμογή του μοντέλου, έγινε πρόβλεψη των χρήσεων/κάλυψης



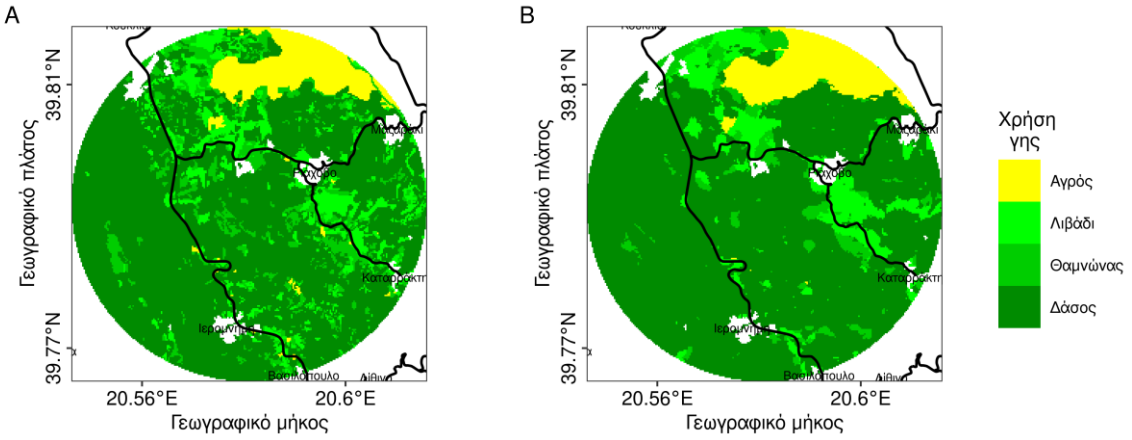
Εικόνα 2. Αλλαγές χρήσης/κάλυψης γης μεταξύ 1945 και 2015. (Α) Πίνακας μεταβάσεων. (Β) Συνολικά ποσοστά κάλυψης των χρήσεων γης. (Γ) Αύξηση (+), απώλεια (−) και μετατόπιση (⇄) χρήσεων γης.

γης κατά το 2015. Επίσης, απεικονίστηκε η μέση πιθανότητα πρόβλεψης κάθε τύπου χρήσης/κάλυψης γης σε σχέση με καθέναν από τους σημαντικότερους παράγοντες, όταν οι υπόλοιποι παράγοντες μπορούσαν να πάρουν οποιονδήποτε συνδυασμό των τιμών τους (partial dependence plots).

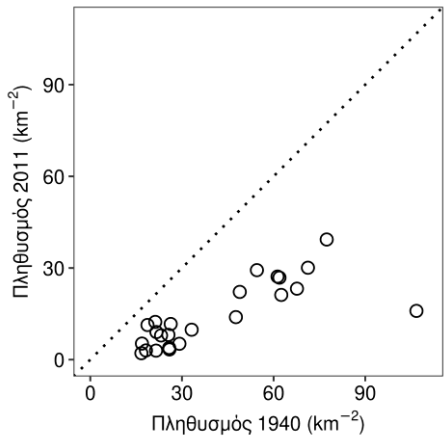
Αποτελέσματα

Μια οπτική σύγκριση των χαρτών χρήσεων γης από τα έτη 1945 και 2015 φανερώνει την έκταση και ένταση της διαδοχής στη βλάστηση των τριών περιοχών ενδιαφέροντος (Εικόνα 1). Συγκεκριμένα, το 67% περίπου της χαρτογραφημένης έκτασης ακολούθησε πορεία φυσικής διαδοχής (Εικόνα 2 Α): το 25% ήταν αγροί και έγιναν λιβάδια, θαμνώνες ή δάση· το 15% ήταν λιβάδια και έγιναν θαμνώνες ή δάση· και το 27% ήταν θαμνώνες και έγιναν δάση. Συνολικά, όλοι οι τύποι χρήσεων γης μειώθηκαν το 2015 σε σχέση με το 1945, εκτός από τα δάση των οποίων η κάλυψη αυξήθηκε από 19% σε 63% περίπου (Εικόνα 2 Β). Εκτός από τις απώλειες και αυξήσεις χρήσεων γης, παρατηρήθηκαν και χωρικές μετατοπίσεις, κυρίως λιβαδιών και θαμνώνων, μεταξύ των δύο χρονολογιών (Εικόνα 2 Γ).

Το μοντέλο ταξινόμησης προέβλεψε ικανοποιητικά τη γενική χωρική κατανομή των χρήσεων γης το 2015, αν και δημιούργησε πιο ομοιογενή τμήματα χρήσεων σε σχέση με τη χαρτογραφημένη κατανομή τους (Εικόνα 3). Συγκεκριμένα, το μοντέλο επέδειξε στατιστικώς



Εικόνα 3. Παρατηρηθείσα (Α) και προβλεφθείσα (Β) χρήση/κάλυψη γης σε μια περιοχή ενδιαφέροντος το 2015. Η προβλεφθείσα χρήση γης σε κάθε κελί είναι αυτή που το μοντέλο εκτίμησε ως πιθανότερη.



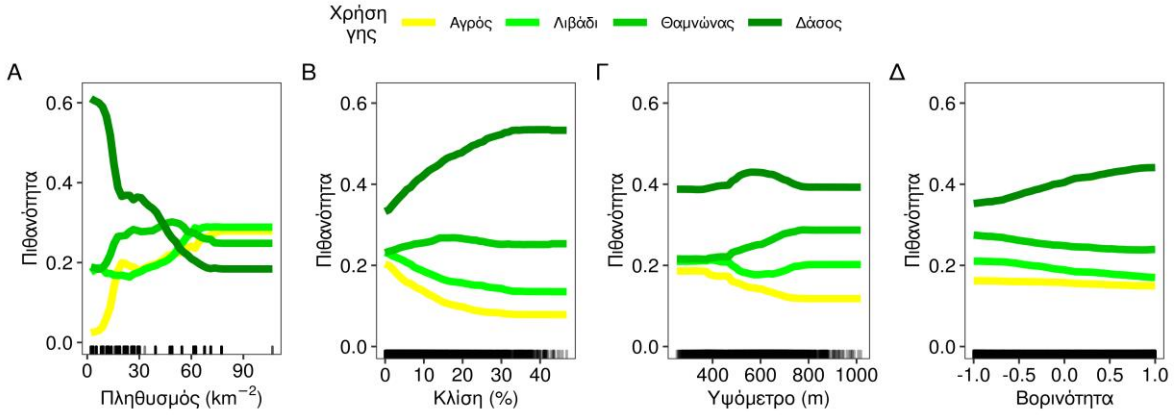
Εικόνα 4. Πληθυσμιακή πυκνότητα το 1940 και 2011 σε 24 τοπικά διαμερίσματα. Πρόκειται για τα διαμερίσματα που τέμνονται από τις τρεις περιοχές ενδιαφέροντος. Δίνεται η ευθεία $\psi = \chi$ με διακεκομμένη γραμμή.

σημαντικότερη από το τυχαίο ακρίβεια 76% στην πρόβλεψη χρήσεων που υπήρχαν, και στην αποφυγή πρόβλεψης χρήσεων που απουσίαζαν. Ο παράγοντας με τη μέγιστη σημαντικότητα για την πρόβλεψη των χρήσεων γης από το μοντέλο ήταν η πληθυσμιακή πυκνότητα, η οποία εντός περίπου 70 ετών μειώθηκε σε όλα τα τοπικά διαμερίσματα (Εικόνα 4). Για το μοντέλο, η πληθυσμιακή πυκνότητα είχε αρνητική σχέση με την πιθανότητα εμφάνισης δασών, και θετική σχέση με την πιθανότητα εμφάνισης των άλλων χρήσεων γης (Εικόνα 5 Α). Ο επόμενος παράγοντας σε σημαντικότητα ήταν η κλίση (33% της μέγιστης σημαντικότητας), η οποία σχετιζόταν θετικά με τα δάση, και αρνητικά με τους αγρούς και τα λιβάδια (Εικόνα 5 Β). Ακολουθούσαν το υψόμετρο και η βορινότητα, με σημαντικότητα 20 και 17% της μέγιστης, αντίστοιχα (Εικόνα 5 Γ,Δ). Τέλος, όλες οι γεωγραφικές κατευθύνσεις είχαν παρόμοια σημαντικότητα η οποία ήταν μικρότερη του 2% της μέγιστης.

Συζήτηση

Με την παρούσα εργασία, παρουσιάσαμε την έντονη αλλαγή στη σύνθεση του τοπίου που παρατηρήθηκε κατά το εξεταζόμενο χρονικό διάστημα. Οι κυρίαρχες αλλαγές αφορούσαν τη μετατροπή των γεωργικών καλλιεργειών σε δάση. Η ένταση αυτής της μεταβολής και η ταχύτητα της διαδοχής έχει ήδη παρατηρηθεί τόσο στην υπό μελέτη περιοχή (Μαραγκού 2012), όσο και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας (Xystrakis et al. 2017).

Η θετική συσχέτιση της πληθυσμιακής πυκνότητας με την πρόβλεψη της εμφάνισης των χρήσεων γης «αγρός» και «λιβάδι» τονίζει την έντονη σχέση μεταξύ της χρήσης γης για πρωτογενή παραγωγή και της ανθρώπινης παρουσίας. Αφού τα δεδομένα πυκνότητας που χρησιμοποιήθηκαν είχαν και χρονική διάσταση, τα αποτελέσματα συνδέουν την αυξανόμενη ένταση φυσικής διαδοχής με τη γενικότερη τάση εγκατάλειψης της υπαίθρου κατά τα νεότερα χρόνια. Για παράδειγμα, παρατηρήθηκε απότομη αύξηση της πιθανότητας πρόβλεψης αγρών



Εικόνα 5. Μερική εξάρτηση της μέσης πιθανότητας εμφάνισης των χρήσεων γης. Οι παράγοντες παραθέτονται με σειρά φθίνουσας σημαντικότητας: (Α) πληθυσμιακή πυκνότητα· (Β) εδαφική κλίση· (Γ) υψόμετρο· και (Δ) εδαφικός προσανατολισμός ως προς Βορρά. Σημάδια πάνω από τον χ-άξονα υποδεικνύουν τις τιμές με τις οποίες εκπαιδεύτηκε το μοντέλο.

και λιβαδιών από το μοντέλο για τιμές πληθυσμιακής πυκνότητας μεγαλύτερες των 30 κατοίκων km^{-2} οι οποίες καταγράφηκαν μόνο στο 1940 (εκτός ενός διαμερίσματος). Αντίθετα, η μειωμένη ανθρώπινη παρουσία σχετίστηκε έντονα με την επικράτηση φυσικών καλύψεων βλάστησης, όπως αυτό φανερώνεται από την αρνητική συσχέτιση της πυκνότητας του πληθυσμού και της πρόβλεψης της κάλυψης γης «δάση». Οι ορεινές περιοχές, και περισσότερο εκείνες που χαρακτηρίζονται από οριακή ως προς την καλλιέργεια γη, είναι οι πρώτες που εγκαταλείπονται (Falcucci et al. 2007), ή που θα παρουσιάσουν μεγάλη πιθανότητα εγκατάλειψης στο μέλλον (Perpiña Castillo et al. 2021). Αυτό το πρότυπο, αν και σε διαφορετική χωρική κλίμακα, διακρίνεται και στα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, καθώς φαίνεται η τάση για εγκατάλειψη αγροτικής γης κυρίως σε μέτριες ή έντονες κλίσεις με μειωμένη παραγωγικότητα. Η ΕΧΓ και η άρση διαταραχών που σχετίζονται με την ανθρώπινη δραστηριότητα (π.χ. βόσκηση, χορτοκοπή), όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα, σχετίζεται με την ομογενοποίηση του τοπίου. Γενικότερα, αυτό συνδέεται με την απώλεια βιοποικιλότητας, αφού έχει αποδειχθεί ότι ενδιάμεσης έντασης και διάρκειας διαταραχές, όπως αυτές που χαρακτηρίζουν περιοχές με παραδοσιακές πρακτικές χρήσης γης, σχετίζονται με υψηλότερες τιμές βιοποικιλότητας (Amici et al. 2015).

Η παρούσα εργασία ανέδειξε την έντονη εγκατάλειψη χρήσης γης στην περιοχή μελέτης. Παρόλα αυτά, χρησιμοποιήθηκαν μόνο δύο σημεία στον χρόνο, και έναν μόνο παράγοντα που διέθετε χρονική διάσταση (πληθυσμιακή πυκνότητα). Από την άλλη, προηγούμενες εργασίες έχουν αναδείξει υπο-περιόδους που χαρακτηρίζονται από διαφορετικές κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες μεταξύ των ετών 1945 και 2007 στην Ευρώπη (Falcucci et al. 2007; Papanastasis 2007). Έτσι, απαιτείται χαρτογράφηση των χρήσεων/κάλυψης γης και σε ενδιάμεσες χρονικές περιόδους, καθώς και η ανάλυση επιπρόσθετων παραγόντων οι οποίοι σχετίζονται και άμεσα με τον πρωτογενή τομέα παραγωγής (π.χ. πλήθος ζώων που βόσκουν στην περιοχή). Μια τέτοια περαιτέρω διερεύνηση θα επιτρέψει την πληρέστερη εξέταση του φαινομένου της ΕΧΓ στην περιοχή του νομού Ιωαννίνων, κάτι που προβλέπεται να πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου «Abandon-diversity» (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.).

Αναγνώριση βοήθειας

Η παρούσα έρευνα υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου: 2333).

Βιβλιογραφία

Amici V., S. Landi, F. Frascaroli, D. Rocchini, E. Santi et al. 2015. Anthropogenic drivers of plant diversity: perspective on land use change in a dynamic cultural landscape. Biodiversity and Conservation, 24: 3185–3199.

EU-DEM (European Digital Elevation Model). 2016. Version 1.1.

Falcucci A., L. Maiorano and L. Boitani. 2007. Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. Landscape Ecology, 22: 617–631.

Janssen J.A.M., J.S. Rodwell, M. García Criado, S. Gubbay, T. Haynes et al. 2016. European Red List of Habitats, Part 2. Terrestrial and freshwater habitats. European Union, England.

Huang,Y., F. Li and H. Xie. 2020. A scientometrics review on farmland abandonment research. Land, 9: 263.

Μαραγκού Π. 2012. Χαρτογράφηση των αλλαγών κάλυψης γης σε επιλεγμένες περιοχές της Ελλάδας. WWF Ελλάς, Αθήνα, σελ. 39.

Møller, A.B., A.M. Beucher, N. Pouladi and M.H. Greve. 2020. Oblique geographic coordinates as covariates for digital soil mapping. Soil, 6: 269–289.

Papanastasis V. 2007. Land abandonment and old field dynamics in Greece. In: Old fields: dynamics and restoration of abandoned farmland (eds. Cramer, V & Hobbs, RJ). Island Press, σελ. 225–246.
Perpiña Castillo C., C. Jacobs-Crisioni, V. Diogo and C. Lavalle. 2021. Modelling agricultural land abandonment in a fine spatial resolution multi-level land-use model: an application for the EU. Environmental Modelling and Software, 104946.
Prévosto B., L. Kuiters, M. Bernhardt-Römermann, M. Dölle, W. Schmidt et al. 2011. Impacts of land abandonment on vegetation: successional pathways in European habitats. Folia Geobotanica, 46: 303–325.
Queiroz C., R. Beilin, C. Folke and R. Lindborg. 2014. Farmland abandonment: threat or opportunity for biodiversity conservation? A global review. Frontiers in Ecology and the Environment, 12: 288–296.
Xystrakis F., T. Psarras and N. Koutsias. 2017. A process-based land use/land cover change assessment on a mountainous area of Greece during 1945–2009: signs of socio-economic drivers. Science of the Total Environment, 587: 360–370.

Land use abandonment in sub-mountainous areas of the Ioannina county

D. Kiziridis[1*], **A. Mastrogianni**[1], **M. Pleniou**[2], **F. Xystrakis**[2], **E. Karadimou**[1], **S. Tsiftsis**[3], **I. Tsiripidis**[1]
[1] School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki
[2] Forest Research Institute, Hellenic Agricultural Organization DEMETER
[3] Department of Forestry and Natural Environment Sciences, International Hellenic University
*Email: danis.k@zoho.com

Abstract

Land use abandonment is an important threat to the conservation of grasslands due to their replacement by forests following the natural succession in the vegetation. In the present work, land use and vegetation cover in 1945 and 2015 were mapped in three focal areas which cover a wide range of environmental conditions in the county of Ioannina, Greece. Furthermore, the relation of these changes with selected physiographic and social factors was investigated by means of a classification model (random forest). It was found that 67% of the mapped area followed a natural succession pattern between 1945 and 2015. Overall, the extent of all land use types decreased in 2015 relative to 1945, except of forests which increased their coverage from 19% to 63%. In descending order of importance, the most important environmental factors for the classification model's land use predictions were population density, slope, altitude and northness. Thus, the results relate the increasing intensity of natural succession with the overall trend of land abandonment by the local population. The present work is a first step towards a better understanding of the land use abandonment phenomenon in the region, and of its effects on plant diversity.

Keywords: land use abandonment, classification model, vegetation cover, natural succession