

Ανάπτυξη μοντέλου για την επίδραση της φωτιάς στους βοσκότοπους και την εμφάνιση τάσεων ερημοποίησης

Γ. Ξανθόπουλος και Μ. Ξανθάκης
Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας,
Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων
11528 Ιλίσια, Αθήνα, e-mail:gxnrta@fria.gr

Περίληψη

Η εργασία παρουσιάζει τη δομή ενός μοντέλου προσομοίωσης του κύκλου καύσης – βοσκής στους βοσκότοπους της Ελλάδας με στόχο την εξέταση της επίδρασης των σημαντικότερων παραγόντων που επιδρούν σε αυτόν, οδηγώντας συχνά στην υποβάθμιση των βοσκοτόπων και, σε ακραίες περιπτώσεις, στην ερημοποίησή τους. Το μοντέλο αποτελείται από επί μέρους υπο-μοντέλα που αφορούν την παραγωγή βοσκήσιμης ύλης, την απώληση της βοσκήσιμης ύλης μέσω της βόσκησης αιγοπροβάτων, την επίδραση αυτής της απώλησης στην κατάσταση της βλάστησης που απομένει και την κατάσταση του βοσκοτόπου και το οικονομικό αποτέλεσμα για τον κτηνοτρόφο. Από το τελευταίο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό το κίνητρο του τελευταίου για τη χρήση της φωτιάς. Η εκδήλωση αυτής αλλά και η ποσότητα της ετήσιας βροχόπτωσης υπολογίζονται με βάση πιθανότητες ώστε να δώσουν μία δυναμική μορφή στο μοντέλο, όπως συμβαίνει και στην πραγματικότητα. Ο χρήστης ορίζει τον αριθμό των ετών για τον οποίο επιθυμεί να συνεχισθεί η προσομοίωση. Επαναλαμβάνοντας την προσομοίωση πολλές φορές μπορεί εύκολα να υπολογίσει τα όρια βοσκοφόρτωσης κάτω από τα οποία μπορεί να επιτευχθεί ικανοποιητικό αποτέλεσμα χωρίς καταστροφικές συνέπειες. Στην παρούσα μορφή το μοντέλο έχει προγραμματισθεί σε Η/Υ με τη χρήση του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Netlogo.

Λέξεις κλειδιά: Μοντέλο, βοσκότοπος, φωτιά, υπερβόσκηση, ερημοποίηση.

Εισαγωγή

Στα Μεσογειακά οικοσυστήματα η ερημοποίηση αποτελεί μία υποβάθμιση του περιβάλλοντος που προκαλείται ως αποτέλεσμα μεταβολών χρήσεων γης, προκαλούμενων από ανθρωπογενείς επιδράσεις σε συνδυασμό με ακραία κλιματικά φαινόμενα όπως η ξηρασία. Κύριοι ανθρωπογενείς παράγοντες θεωρούνται η υπερβόσκηση και οι πυρκαγιές. Η αλόγιστη χρήση των λιβαδιών μπορεί αποδεδειγμένα να οδηγήσει στην υποβάθμιση.

Ένα ποσοστό 10% περίπου των πυρκαγιών στα λιβάδια οφείλεται διαπιστωμένα στους κτηνοτρόφους. Το ποσοστό αυτό μάλιστα μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερο καθώς τα αίτια μεγάλου μέρους των πυρκαγιών παραμένουν ανεξακρίβωτα (Ξανθόπουλος 1996). Η ένταση του προβλήματος διαφέρει σημαντικά μεταξύ περιοχών και αντίστοιχα διαφέρουν και τα οικολογικά αποτελέσματα. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο κύκλος υπερβόσκηση-πυρκαγιά έχει ήδη οδηγήσει μεγάλες εκτάσεις σε πλήρη υποβάθμιση ενώ σε άλλες τα πράγματα είναι πολύ καλύτερα. Είναι προφανές ότι οι διαφορές αυτές οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στις επιλογές των κτηνοτρόφων.

Η παρούσα εργασία αφορά τη δημιουργία ενός μοντέλου προσομοίωσης του κύκλου καύσης – βόσκης στους βοσκότοπους της Ελλάδας με στόχο την εξέταση της σημασίας των παραγόντων που επιδρούν σε αυτόν και την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεών τους.

Επιπτώσεις της βόσκησης στην παραγωγικότητα των λιβαδικών οικοσυστημάτων

Η πρωτογενής παραγωγή του λιβαδιού, ή αλλιώς η ικανότητα του να συντηρεί τα φυτοφάγα ζώα, μπορεί να μειωθεί ως αποτέλεσμα αλλαγών στην πυκνότητα και το ρυθμό αναγέννησης των λιβαδικών φυτών. Στα Μεσογειακά οικοσυστήματα η παραγωγή επηρεάζεται κυρίως από κλιματικούς παράγοντες, τη βόσκηση και τη φωτιά, αλλά δεν λείπουν και πολυάριθμες αλληλεπιδράσεις των λιβαδικών φυτών με ανταγωνιστές όπως οι συμβιωτικοί μικροοργανισμοί, οι μύκητες, και αλλά ανεπιθύμητα και ανταγωνιστικά λιβαδικά φυτά. Τα πολυετή αγρωστώδη που αποτελούν επιθυμητά είδη για τα κτηνοτροφικά ζώα παράγουν λιγότερους σπόρους και αναβλασταίνουν δυσκολότερα αν το λιβάδι υπερβόσκεται σε σχέση με λιβάδι που βόσκεται κανονικά. Η ηλικιακή δομή του λιβαδιού μεταβαίνει σε γηραιότερες κλάσεις φυτών, γιατί δεν υπάρχουν νεαρά λιβαδικά φυτά να αντικαταστήσουν τα γηραιότερα είδη (Westoby et al. 1989).

Μία συνέπεια της υπερβολικής χρήσης των λιβαδικών φυτών είναι η αλλαγή της σύνθεσης των λιβαδικών οικοσυστημάτων από επιθυμητά σε ανεπιθύμητα (τοξικά και αγκαθωτά) για τα ζώα, είδη (Passera et al. 1992, Westoby et al. 1989). Αυτή η αλλαγή στη σύνθεση εμφανίζεται γιατί τα φυτικά είδη που δεν προτιμώνται από τα κτηνοτροφικά ζώα έχουν συγκριτικό πλεονέκτημα επιβίωσης στο λιβαδικό οικοσύστημα σε σχέση με τα επιθυμητά είδη που έχουν μικρότερη πιθανότητα επιβίωσης λόγω της βόσκησης. με σπόρους ή με αναβλάστηση. Σε ποολίβαδα που δεν υπάρχουν πολλά τοξικά είδη και στα οποία όλα τα είδη φυτών είναι επιθυμητά από τα ζώα, τα ετήσια αγρωστώδη αντικαθιστώνται από βραχύβια είδη, κάνοντας τη διαθεσιμότητα της βοσκήσιμης ύλης λιγότερο ποιοτική, ειδικά σε περιόδους έντονης ξηρασίας (Le Houerou et.al. 1989). Καθώς τα επιθυμητά είδη μειώνονται στο λιβαδικό οικοσύστημα, οι βοσκοί εκτρέφουν άλλες ποικιλίες κτηνοτροφικών ζώων, γενετικά βελτιωμένες που μπορούν να τρέφονται με μικρότερη ποικιλία λιβαδικών φυτών.

Η υπερβόσκηση προκαλεί μείωση του ποσοστού της υπέργειας βιομάζας και μείωση της διήθησης του νερού στο εδάφος (Baker and Guthery 1990). Η αύξηση της απορροής, η διάβρωση και η απόθεση σημαντικής ποσότητας επιφανειακού εδάφους έρχεται σαν λογικό επακόλουθο της υποβάθμισης. Επίσης έχουν παρατηρηθεί αλλαγές στη χωρική κατανομή των διαθέσιμων ιχνοστοιχείων για τα λιβαδικά φυτά (Stafford Smith and Morton 1990). Ο συνδυασμός της μείωσης της κάλυψης του λιβαδιού και της αύξησης της απορροής οδηγεί στην απώλεια του νερού και στη μείωση της παραγωγικότητας, και ως επακόλουθο περιορισμούς στο τύπο των ζώων που μπορεί να συντηρήσει το λιβάδι (Le Houerou et.al. 1989).

Βόσκηση και Πυρκαγιές

Οι πυρκαγιές παίζουν μείζονα ρόλο στην υποβάθμιση της βλάστησης και των εδαφών στα Μεσογειακά λιβαδικά οικοσυστήματα. Η πλειονότητα των πυρκαγιών προκαλείται από τους ίδιους τους κτηνοτρόφους για να «βελτιώσουν» το λιβάδι. Με τον όρο βελτίωση εννοείται η καταστροφή των ανεπιθύμητων ειδών για τα ζώα, ώστε να εγκατασταθούν πιο εύγευστα ποώδη φυτά μετά την πυρκαγιά. Παραδείγματα ανεπιθύμητων ειδών είναι η ασφάκα (*Phlomis fruticosa*), το παλιούρι (*Paliurus spina-christi*), η λαδανιά (*Cistus creticus*) και άλλα αγκαθωτά είδη. Η καύση μειώνει την παραγωγή υπέργειας βιομάζας στα λιβάδια αλλά η ποσότητα και ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης συνήθως ευνοείται από τη φωτιά (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992). Αυτό αποτελεί και το κίνητρο των κτηνοτρόφων. Όμως, ταυτόχρονα, άμεσο αποτέλεσμα των πυρκαγιών είναι η διάβρωση του εδάφους με τις

φθινοπωρινές βροχές και η μακρόχρονη υποβάθμιση της παραγωγικότητας του λιβαδιού. Η κλίση και ο τύπος του εδάφους και τα χαρακτηριστικά της φωτιάς επιδρούν άμεσα στην ένταση της διάβρωσης αλλά εξίσου σημαντική είναι η πίεση της βοσκής αμέσως μετά τη φωτιά.

Κτηνοτρόφοι και εισόδημα

Όπως είναι προφανές στόχος των κτηνοτρόφων είναι η επίτευξη ενός επιθυμητού εισοδήματος. Εφόσον εξασφαλίζεται ένα επαρκές εισόδημα, ο κτηνοτρόφος παραμένει στο επάγγελμα και είναι ικανοποιημένος. Μάλιστα, οι επιδοτήσεις που δόθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση κατά την περίοδο 1981 έως 1992 οδήγησαν στην αύξηση κατά 24% των προβάτων και 20% των αιγών (Νάστης 1994). Το οικονομικό όμως αποτέλεσμα των κτηνοτρόφων δεν εξαρτάται μονοδιάστατα από τις ενισχύσεις. Εξωγενείς παράγοντες όπως οι τιμές του γάλακτος και του κρέατος στην αγορά επηρεάζουν άμεσα τα έσοδα ενώ σημαντικότερο ρόλο παίζει και το κόστος των ζωοτροφών δεδομένου ότι η συμβολή της απευθείας βοσκόμενης τροφής στη διατροφή των αγροτικών ζώων κυμαίνεται από 34% έως 66% (Παπαδόπουλος 1988). Όταν η αύξηση του αριθμού των διατρεφόμενων ζώων έχει σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερο ποσοστό βόσκησης παραγόμενης βοσκήσιμης ύλης από το θεωρούμενο ως ιδανικό (περί το 50%) τότε η υπερβόσκηση οδηγεί σε υποβάθμιση του λιβαδιού. Το τελικό αποτέλεσμα είναι η ανάγκη να δοθεί στα ζώα περισσότερη ζωοτροφή με αντίστοιχη αρνητική επίδραση στο οικονομικό αποτέλεσμα του κτηνοτρόφου. Η επιθυμία για αύξηση της διαθέσιμης βοσκήσιμης ύλης, ώστε να βελτιωθεί το οικονομικό αποτέλεσμα, οδηγεί τότε τον κτηνοτρόφο στην καύση του βοσκοτόπου.

Δομή του μοντέλου προσομοίωσης του κύκλου καύσης – βοσκής

Ο συνδυασμός των ανωτέρω εφαρμόστηκε σε ένα απλό μοντέλο προσομοίωσης του κύκλου καύσης – βοσκής που έχει στόχο να βοηθήσει την ανάλυση των δυνατών συνδυασμών των παραμέτρων και των αποτελεσμάτων που έχουν όταν εφαρμόζονται επί σειρά, λαμβάνοντας υπόψη και τη δυναμικότητα παραμέτρων όπως η βροχόπτωση. Το μοντέλο αποτελείται από επί μέρους υπο-μοντέλα που αφορούν: (i) Την παραγωγή βοσκήσιμης ύλης σε μία υπό εξέταση περιοχή ανάλογα με τον τύπο και την κατάσταση του βοσκοτόπου, τη βροχόπτωση και το χρόνο μετά την πυρκαγιά. (ii) Την απόληψη της βοσκήσιμης ύλης μέσω της βόσκησης αιγοπροβάτων. (iii) Την επίδραση αυτής της απόληψης στην κατάσταση της βλάστησης που απομένει και την κατάσταση του βοσκοτόπου. (iv) Το οικονομικό αποτέλεσμα για τον κτηνοτρόφο που εξαρτάται τόσο από την ίδια του την εκμετάλλευση όσο και από εξωγενείς παράγοντες (τιμές κρέατος, γάλακτος και ζωοτροφών, καθώς και επιδοτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης). Το οικονομικό αποτέλεσμα συγκρινόμενο με το ύψος ετησίας προσόδου που γενικά θεωρείται ως αποδεκτό μπορούν να αποτελέσουν κίνητρο που αυξάνει την πιθανότητα ο βοσκός ο οποίος δεν επιτυγχάνει τον «αποδεκτό μισθό» να χρησιμοποιήσει την φωτιά ως μέσο για να αυξήσει προσωρινά την παραγωγή βοσκήσιμης ύλης.

Η προσομοίωση γίνεται για σειρά ετών όπως ορίζει ο χρήστης. Η βροχόπτωση για κάθε προσομοιούμενο έτος υπολογίζεται αυτόματα μέσω ενός τυχαίου υπολογισμού (random) τέτοιου ώστε, οι λαμβανόμενες τιμές να έχουν μακροπρόθεσμα μορφή καμπύλης με μέσο όρο και τυπική απόκλιση όμοια με τα βροχομετρικά δεδομένα της περιοχής. Επίσης, η χρήση φωτιάς από τον κτηνοτρόφο αποφασίζεται από το μοντέλο με βάση τις πιθανότητες που προκύπτουν από το κίνητρο που υπολογίζεται ότι έχει βάσει των οικονομικών επιδόσεων της εκμετάλλευσής του.

Μοντελοποίηση και στάδια υποβάθμισης των λιβαδιών

Το μοντέλο έχει υλοποιηθεί σε Η/Υ σε προγραμματιστικό περιβάλλον Netlogo το οποίο διατίθεται δωρεάν μέσω διαδικτύου στην διεύθυνση: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/> (Wilensky 1999).

Ο χρήστης αρχικά επιλέγει δεδομένα εισαγωγής όπως: το εμβαδόν λιβαδιού, τη μέση βροχόπτωση, τη τυπική απόκλιση βροχόπτωσης, το τύπο βλάστησης, τον αριθμό των ζώων, τους μήνες βόσκησης, το έτος έναρξης προσομοίωσης και το έτος λήξης προσομοίωσης, τα έτη μετά την πυρκαγιά, την επιδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση, την τιμή του γάλατος, την τιμή του κρέατος, την τιμή ζωοτροφής και το επιδιωκόμενο εισόδημα από τον κτηνοτρόφο.

Η παραγωγή της βοσκήσιμης ύλης ανά μονάδα έκτασης κάθε χρόνο υπολογίζεται, και για τους 3 τύπους βλάστησης (ποολίβαδο, σκληρόφυλλη βλάστηση και φρυγανολίβαδο), με βάση τα ετήσια κατακρημνίσματα από τον τύπο που ανέπτυξαν οι Le Houerou and Hoste (1977) για ολόκληρη τη μεσογειακή λεκάνη μεταξύ της βοσκήσιμης ύλης (F) σε Kgr/ha και της ετήσιας βροχόπτωσης (X) σε mm και ο οποίος έχει ως εξής:

$$F = (-10,372 + 0,217 X) * 10$$

Η εξίσωση αυτή ισχύει για μέση ετήσια βροχόπτωση από 50 - 900 mm.

Εφόσον ο χρήστης του μοντέλου επιλέξει τον αριθμό των ετών μετά την φωτιά, τότε ο υπολογισμός της βοσκήσιμης ύλης γίνεται με βάση τις παρακάτω εξισώσεις όπως δείχνει ο πίνακας 1:

Πίνακας 1. Εξισώσεις που δίνουν την βοσκήσιμη ύλη μετά την πυρκαγιά για τους τρεις τύπους βλάστησης

Είδος βοσκοτόπου	Εξισώσεις	Μονάδα μέτρησης
Θαμνολίβαδο	$Y = (34.2434 + 101.18X) * 10 * (60/100)$ (Papanastasis 1988)	Kgr/ha
Φρυγανολίβαδο	$Y = (48.97 + 245.998 \ln x) * 10 * (30/100)$ (Arianoutsou-Faraggitaki 1984)	Kgr/ha

Στις παραπάνω εξισώσεις το X εκφράζει τα έτη μετά την πυρκαγιά και το Y τη ποσότητα της βοσκήσιμης ύλης σε Kgr/ha. Στο μοντέλο θεωρείται ότι η βοσκήσιμη ύλη αποτελεί συνήθως το 50% της ετήσιας λιβαδικής παραγωγής στα ποολίβαδα, το 60% στα θαμνολίβαδα (Παπαναστάσης και Νοιτσάκης 1992) και ένα 30% για τα φρυγανολίβαδα στα οποία φύονται λιγότερο επιθυμητά είδη για τα ζώα.

Οι μηνιαίες απαιτήσεις των κτηνοτροφικών ζώων θεωρήθηκαν ίσες με 60 kgf, ξηρής ουσίας ανά ημέρα όπως αναφέρει ο (Grant et al. 1997). Μετά την εισαγωγή των δεδομένων εισόδου το μοντέλο υπολογίζει τις ενδιάμεσες μεταβλητές.

Συγκεκριμένα, αρχικά υπολογίζεται η κατανάλωση βοσκήσιμης ύλης ανά ζωική μονάδα σε μία περίοδο βόσκησης ως γινόμενο των μηνών βόσκησης και των μηνιαίων απαιτήσεων των ζώων. Στη συνέχεια, υπολογίζεται η διαθέσιμη βοσκήσιμη ύλη ανά ζωική μονάδα ως γινόμενο της έκτασης του λιβαδιού επί της ποσότητας της βοσκήσιμης ύλης ανά εκτάριο το χρόνο διά τον αριθμό των ζώων. Η αφαίρεση των δύο παραπάνω μεγεθών αν πολλαπλασιαστεί με τον αριθμό των ζώων, δίνει την ποσότητα ζωοτροφών ανά ζώο που πρέπει να λάβουν ακόμη κι αν όλη η βοσκήσιμη ύλη καταναλωθεί στο λιβάδι. Επίσης το πηλίκο της κατανάλωσης βοσκήσιμης ύλης ανά ζωική μονάδα σε μία περίοδο βόσκησης με τη διαθέσιμη βοσκήσιμη ύλη ανά ζωική μονάδα, δίνει το ποσοστό κατανάλωσης της βοσκήσιμης ύλης στο λιβάδι. Αν αυτό το ποσοστό συγκριθεί με το ποσοστό 50% που θα πρέπει να παραμείνει στο λιβάδι για τη συντήρηση και τη διηνέκεια του οικοσυστήματος τότε

μπορεί ο χρήστης του συστήματος να βγάλει χρήσιμα συμπεράσματα για την κατάσταση του λιβαδιού όσον αφορά την υπερβόσκησή του ή όχι.

Το μοντέλο επίσης δίνει και ένα οικονομικό υπολογισμό των εσόδων και των εξόδων της κτηνοτροφικής επιχείρησης. Τα έσοδα της κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης υπολογίζονται με βάση τον παρακάτω τύπο:

Συνολικά έσοδα = Επιδοτήσεις ΕΕ + Έσοδα από την εμπορία γάλατος + Έσοδα από την εμπορία κρέατος

Στο παραπάνω τύπο η τιμή του γάλατος και του κρέατος καθορίζεται από τον χρήστη, ενώ ο αριθμός των επιδοτήσεων καθορίζεται από τον αριθμό των ζώων επί την τιμή της επιδότησης, που επίσης καθορίζει ο χρήστης. Αντίστοιχα γίνεται και ο υπολογισμός των εξόδων της κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης. Ο τύπος υπολογισμού των εξόδων είναι:

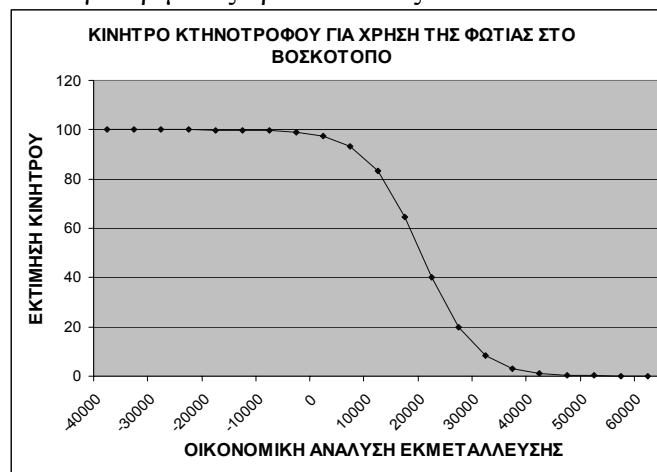
Συνολικά έξοδα = Κόστος ζωικού κεφαλαίου + Κόστος ζωοτροφών + πρόσθετα έξοδα

Στο παραπάνω τύπο το κόστος ζωικού κεφαλαίου υπολογίζεται από το γινόμενο του αριθμού των ζώων επί την αξία ενός πρόβατου που θεωρήθηκε ίσο με 300 € επί επιτόκιο 3 %. Για το κόστος των ζωοτροφών το μοντέλο ανάλογα με την τιμή που δίνει ο χρήστης υπολογίζει το κόστος ανάλογα και με την ποσότητα ζωοτροφής που πρέπει να χορηγήσει ο κτηνοτρόφος στα ζώα και έχει προκύψει από ενδιάμεσο υπολογισμό. Τέλος, στα πρόσθετα έξοδα συμπεριλαμβάνονται ετήσια έξοδα κοπαδιού όπως έξοδα μεταφοράς, έξοδα κτηνιάτρου κλπ. που θεωρήθηκαν ίσα με 5 € ανά ζώο κατ' έτος.

Η σημαντικότερη πτυχή που πραγματεύεται το μοντέλο είναι η προσπάθεια του να εκτιμήσει την πιθανότητα της χρήσης της φωτιάς από τους κτηνοτρόφους, δηλαδή το «κίνητρο» που έχουν να χρησιμοποιήσουν τη φωτιά ως διαχειριστικό μέσο. Εφόσον η χρήση της φωτιάς είναι παράνομη και σχετίζεται με την αποδοχή του ρίσκου της προσωποκράτησης του κτηνοτρόφου, θεωρείται ότι ο κτηνοτρόφος θα κάνει χρήση της φωτιάς, μόνο αν είναι σίγουρος ότι το εισόδημα του θα αυξηθεί σημαντικά με τη χρήση της φωτιάς σε σχέση με ένα προσδοκώμενο εισόδημα που καθορίζει ο χρήστης (YSALARY). Βασιζόμενο το μοντέλο σε αυτήν την θεώρηση, το οικονομικό αποτέλεσμα της κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης χρησιμοποιείται ως δεδομένο σε μία εμπειρική σχέση που υπολογίζει την ανάγκη του κτηνοτρόφου να πάρει «μέτρα» ώστε να αυξήσει το εισόδημά του. Η εξίσωση δίνει μία τιμή που εκφράζει αυτήν την ανάγκη με ένα εύρος 0-100, με ένα συνεχή μη-γραμμικό τρόπο και έχει την παρακάτω μορφή:

$$NEED = 100 - (100 / 1 + e^{-(FR - YSALARY) / RC})$$

όπου: RC το εύρος εισοδήματος μέσα στο οποίο αλλάζει η «ανάγκη» του κτηνοτρόφου, YSALARY είναι το ετήσιο εισόδημα του κτηνοτρόφου, το οποίο καθορίζεται από το χρήστη και FR προκύπτει από την αφαίρεση εξόδων και εσόδων. Η εικόνα 2 δείχνει την συμπεριφορά της εξίσωσης κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις: YSALARY=18000€ και RC=8000€



Εικόνα 2. Παράδειγμα υπολογισμού την ανάγκης του κτηνοτρόφου να χρησιμοποιήσει τη προδιαγεγραμμένη καύση, ώστε να αυξήσει το εισόδημά του. YSALARY=18000€ και RC=8000€

Ένα στιγμιότυπο του μοντέλου παρουσιάζεται στην παρακάτω Εικόνα 3:

FIRE GRAZING SIMULATION SYSTEM

Size_of_managed_area_ha: 70 | Mean_Rainfall_mm: 240 | Standard_deviation_of_rainfall: 1.27 | Number_of_animals: 285 | Grazing_months: 6

Vegetation_Type: Schytophyllus vegetation | Simulation_Start_Year: 1985 | Simulation_End_Year: 2007 | Years_after_fire: 0

MB_price: 0.50 €/kg | Meat_price: 5.0 €/kg | Supplement_feed_price: 1.0 €/kg | Farm_shepherd_yearly_salary: 20100 €

Extra feed requirements with current number of sheep to respect acceptable level of removal: 70110 | Total herbaceous biomass production (kg/year): 65110

Acceptable number of sheep for respecting acceptable removal without resorting to extra feed: 90 | Percent herb utilization without suppl. feeding (%): 100

total income: 65500 | Total expenses (incl. shepherd cost) (euros): 73245

motivation: 73 | Shepherd's motivation to set up a fire (bar chart) | FINANCIAL RESULT OF ENTERPRIZE EXCLUDING SHEPHERD COST: 12255 | FINANCIAL RESULT OF ENTERPRIZE INCLUDING SHEPHERD COST: -7845

Εικόνα 3. Στιγμιότυπο του μοντέλου που υπολογίζει και απεικονίζει γραφικά με ετήσιο βήμα, το κίνητρο του κτηνοτρόφου να βάλει φωτιά σε βοσκότοπο 70 ha για μια περίοδο 22 ετών (1985-2007)

Συμπεράσματα

Από την μελέτη διαφόρων μοντέλων (Hoffman and Cowling 1990b,), (Le Houerou et al. 1988), (Kaushalya 1992), (West 1993, Westoby et al. 1989), που παρουσιάζονται ανά τον κόσμο για την ερημοποίηση σε λιβαδικά οικοσυστήματα, η σύνθεση του λιβαδιού ποικίλει κάθε χρόνο από τη διαθεσιμότητα των κλιματικών παραγόντων και από την εμφάνιση έκτακτων φαινομένων όπως η πυρκαγιά, η υπερβόσκηση και η ξηρασία. Αυτά τα φαινόμενα μπορούν να προκαλέσουν μείωση της βοσκήσιμης ύλης του λιβαδιού. Αυτή ακριβώς την τάση προσπαθεί να προσομοιώσει το μοντέλο καύσης-βοσκής που παρουσιάστηκε σε αυτή την εργασία.

Η χρήση του μοντέλου προσομοίωσης του κύκλου καύσης – βοσκής στους βοσκότοπους της Ελλάδας, επιτρέπει την εξέταση διάφορων συνδυασμών πίεσης-βοσκής, εξωγενών παραγόντων και χρήσης της φωτιάς σε μακρόχρονη βάση με στόχο να υπολογιστούν οι τιμές βοσκοφόρτωσης που εξασφαλίζουν αειφόρο διαχείριση αλλά και τα όρια που μπορούν να οδηγήσουν σε έντονη υποβάθμιση του βοσκοτόπου και τελικά σε ερημοποίηση. Μελλοντικές βελτιώσεις στα επί μέρους υπο-μοντέλα, θα αυξήσουν την πολυπλοκότητα και αντιπροσωπευτικότητά τους ώστε να αποτελέσει το μοντέλο ένα σύγχρονο εργαλείο υποβοήθησης της διαχείρισης των βοσκοτόπων της χώρας μας

Αναγνώριση βοήθειας

Η παρούσα έρευνα, όπως προαναφέρθηκε, έγινε στα πλαίσια της συμμετοχής του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας στο Ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα «Σύστημα επιτήρησης για την εκτίμηση και παρακολούθηση της ερημοποίησης» (DeSurvey, (Contract no. GOCE-CT-2003-003950). Η ερευνητική ομάδα εκφράζει τις ευχαριστίες της

προς την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την υποστήριξή της μέσω του ερευνητικού αυτού προγράμματος.

Βιβλιογραφία

- Arianoutsou-Faraggitaki M. 1984. Post fire successional recovery of a phryganic (East Mediterranean) ecosystem. *Acta Oecologica / Oecologia Plantarum*, 5: 378-394.
- Baker, D. L., and F. S. Guthery. 1990. Effect of continuous grazing on habitat and density of ground-foraging birds in south Texas. *J. Range Manage.* 43: 2-5.
- Grant, R., Anderson, B., Rasby, R. & Mader T. 1997. Testing livestock feeds for beef cattle, dairy cattle, sheep and horses. In: A University of Nebraska Netguide Publication.
- Hoffman, M. T., and R. M. Cowling. 1990b. Desertification in the lower Sundays River Valley, South Africa. *J. Arid Environ.* 19: 105-117.
- Kaushalya, R. 1992. Monitoring the impact of desertification in western Rajasthan using remote sensing. *J. Arid Environ.* 22: 293-304
- Le Houerou, H. N., R. L. Bingham, and W. Skerbek. 1988. Relationship between the variability of primary production and the variability of annual precipitation in world arid lands. *J. Arid Environ.* 15: 1-18.
- Νάσσης, Α. 1994. Η συμβολή των λιβαδιών στην ανάπτυξη της κτηνοτροφίας της Ελλάδος. Σελ. 17-29.
- Ξανθόπουλος, Γ. 1996. Πυρκαγιές και κτηνοτροφία στα δάση. Σελ. 30-39. Στα πρακτικά της Επιστημονικής Ημερίδας της Ελληνικής Λιβαδοπονικής Εταιρείας με θέμα “Κτηνοτροφία Πυρκαγιές και Περιβάλλον”. 2 Φεβρουαρίου 1996, Θεσσαλονίκη. 119 σελ.
- Παπαναστάσης Β.Π. και Νοϊτσάκης Β.Ι. 1992. Λιβαδική Οικολογία. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις. Θεσσαλονίκη.
- Παπαδόπουλος Γ. 1988. Στρατηγική διατροφής προβατίνων. 2^ο συμπόσιο Κτηνοτροφίας-Αιγοπροβατοτροφίας Θεσ/νικη.
- Passera, C. B., O. Borsetto, R. J. Candia, and C. R. Stasi. 1992. Shrub control and seedling influences on grazing capacity in Argentina. *J. Range Manage.* 45: 480-482.
- Stafford Smith, D. M., and S. R. Morton. 1990. A framework for the ecology of arid Australia. *J. Arid Environ.* 18: 255-278
- West, N. E. 1993. Biodiversity of rangelands. *J. Range Manage.* 46: 2-13.
- Westoby, M., B. Walker, and I. Noy-Meir. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *J. Range Manage.* 42: 266-274
- Wilensky, U. 1999. Netlogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer –Based Modeling. Northwestern University. Evanston, IL.

Model development for the effect of fire in pasture lands and the appearance of desertification trends

G. Xanthopoulos and M. Xanthakis

National Agriculture Research Foundation (NAGREF)
Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology
11528 Ilisia, Athens, e-mail:gxnrta@fria.gr

Summary

This paper presents the structure of a simulation model about the cycle of fire and grazing in pasture lands of Greece with the aim of studying the impacts of the major factors governing this cycle leading to degradation and under certain circumstances to desertification. The model includes sub-modules about the production of grazing material, the consumption of vegetation through grazing, the condition of the rangeland after grazing and the profit loss or gain for the shepherd. The financial outcome for the shepherd is considered as a main motivation to start a fire to increase short term biomass production in order to make a worthwhile profit. The calculation of the motivation and the amount of yearly rainfall are based on a random algorithm, which gives a dynamic aspect to the model. The user determines the length of the simulation (years). Running the model for several years, he/she can draw conclusions about the grazing pressure on the rangeland, the financial result of the enterprise and the likely role of fire in the way the rangeland will be managed. The model was developed in the Netlogo programming language.

Key words: Modeling, pasture, fire, overgrazing, desertification.