

Η οικολογική διάσταση των δασικών πυρκαγιών στην Ελλάδα

Μ. Αριανούτσου

Τομέας Οικολογίας – Ταξινομικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών,
15784 Ιλίσια, e-mail: marianou@biol.uoa.gr

Περίληψη

Αν και η φωτιά αποτελεί ένα περιβαλλοντικό παράγοντα ενσωματωμένο στη λειτουργία των Μεσογειακών οικοσυστημάτων, η πρόσφατη δράση της, ενδέχεται να δημιουργεί προβλήματα σε είδη και συστήματα, τα οποία δεν έχουν εξελιχθεί υπό την επίδρασή της. Η γνώση της βιολογίας των ειδών και της οικολογίας των συστημάτων που αρχίζουν να πλήττονται καθίσταται πλέον επιτακτική ανάγκη.

Λέξεις κλειδιά: Μεσογειακή λεκάνη, φωτιά, βιοποικιλότητα, κλιματική αλλαγή.

Εισαγωγή

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις περιοχές που απαντούν Μεσογειακά οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται από την εναλλαγή θερμών και ψυχρών, άνυδρων και υγρών περιόδων. Είναι γνωστό και ευρέως πλέον αποδεκτό ότι από τη στιγμή της εγκατάστασής τους στη Γη, τα οικοσυστήματα Μεσογειακού κλιματικού τύπου έχουν δεχθεί την επίδραση συχνών πυρκαγιών έχοντας συνεξελιχθεί με αυτά. Η συνεξέλιξη αυτή έχει επιδράσει στη διαμόρφωση των προτύπων της βιοποικιλότητάς τους (Cowling et al. 1996) και έχει καθορίσει και τον τρόπο λειτουργίας τους (Rundel 1981). Το καθεστώς της φωτιάς σε μια περιοχή είναι καθοριστικής σημασίας για τον καθορισμό των αποκρίσεων των οικοσυστημάτων, καθώς για παράδειγμα μπορεί να εμποδίσει την ανανέωση της εδαφικής ή επίγειας τράπεζας σπερμάτων των υποχρεωτικώς σπέρμοαναγεννώμενων ειδών (Αριανούτσου 1999), μπορεί να εξαντλήσει τα αποθέματα υδατανθράκων στους ληθαργικούς οφθαλμούς των υποχρεωτικά αναβλαστανόντων ειδών (Canadell and Lopez-Soria 1998, Αριανούτσου 1999) ή/και να προωθήσει και να υποβοηθήσει την εμφάνιση και εγκατάσταση ξενικών ειδών (π.χ. Vilá et al. 2001). Η εμφάνιση της φωτιάς σχετίζεται με μία σειρά διαφορετικούς παράγοντες, ανάμεσα στους οποίους είναι και οι δραστηριότητες του ανθρώπου. Ωστόσο, τα χαρακτηριστικά της φωτιάς καθορίζονται άμεσα από τους κλιματικούς παράγοντες (π.χ. Chandler et al. 1983, Clark 1990). Οι ενδείξεις για σοβαρές αποκλίσεις στο Μεσογειακό κλιματικό πρότυπο είναι πλέον πολύ ισχυρές. Τα διάφορα σενάρια που έχει δοκιμάσει η Διακυβερνητική Επιτροπή για τις Κλιματικές Αλλαγές ήδη από το 2001 (IPCC 2001) προβλέπουν θερμότερη άνοιξη και ακόμη θερμότερα καλοκαίρια, που θα συνοδεύονται από παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας στα όρια της Μεσογειακής λεκάνης. Ο συνδυασμός των συνθηκών αυτών αναμένεται να οδηγήσει σε εμφάνιση συχνότερων περιστατικών φωτιάς, κατά συνέπεια, η πρόβλεψη των δυνατοτήτων αναγέννησης και ανάκαμψης των ενοτήτων βλάστησης που είναι πιθανόν να καίγονται, καθίσταται πρώτη ερευνητική προτεραιότητα, και σημαντική παράμετρος στη διαχείριση των οικοσυστημάτων.

Κλιματικές αλλαγές και Μεσογειακά οικοσυστήματα

Διενεργώντας μια συνολική αξιολόγηση της δράσης διαφόρων παραγόντων που μπορεί να επηρεάζουν την κατάσταση της βιοποικιλότητας οι Sala et al. (2000) διαπίστωσαν ότι ο πλέον σημαντικός παράγοντας ήταν η μεταβολή των χρήσεων γης, ακολουθούμενη από την κλιματική αλλαγή θεωρώντας ότι τα Μεσογειακά οικοσυστήματα θεωρούνται ευάλωτα σε όλους τους εξετασθέντες παράγοντες. Πρόσφατα, οι Thomas et al. (2004) διατύπωσαν την άποψη ότι η κλιματική αλλαγή μπορεί να αποδειχθεί ως η σοβαρότερη απειλή για την απώλεια της βιοποικιλότητας στα επόμενα 50 χρόνια. Ειδικά για τη Μεσογειακή λεκάνη, προβλέπεται ανύψωση των θερμοκρασιών κατά 2 έως 4 °C μέσα στον επόμενο αιώνα (Palutikof and Wigley 1996), ενώ οι βροχοπτώσεις προβλέπεται να μειωθούν κατά το φθινόπωρο και να αυξηθούν το χειμώνα (Déqué et al. 1998). Αυτές οι μεταβολές αναμένεται να επηρεάσουν τη διαβίωση των φυτικών οργανισμών (επηρεάζοντας για παράδειγμα τα πρότυπα της αύξησής τους, την παραγωγή στρωμνής), την αναπαραγωγή τους, τη σύνθεση των φυτοκοινοτήτων που συγκροτούν και τα πρότυπα της βιοποικιλότητάς τους (Lavorel et al. 1998, Arianoutsou 2007).

Η φωτιά στη Μεσογειακή λεκάνη

Ένα από τα σοβαρότερα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν κυρίως οι χώρες της Νότιας Ευρώπης είναι η εκδήλωση περιστατικών δασικών πυρκαγιών κατά τη διάρκεια των ξηρών και θερμών μηνών. Πάνω από 60.000 περιστατικά καταγράφονται κάθε χρόνο στη Μεσογειακή λεκάνη καίγοντας περισσότερο από 6.000.000 στρέμματα και αυτό συμβαίνει παρά τη συνεχιζόμενη και διαρκώς αυξανόμενη οικονομική ενίσχυση στην κατεύθυνση της καταστολής των πυρκαγιών (JRC 2005). Σύμφωνα με τα πλέον πρόσφατα στοιχεία (S-M-Ayanz 2007) οι φωτιές του 2007 κατέκαψαν εκτάσεις 8.100.560 στρεμμάτων στα όρια της ευρύτερης Μεσογειακής περιοχής. Από την έκταση αυτή 4.654.620 στρέμματα αφορούσαν καθαρά τις Μεσογειακές χώρες του Ευρωπαϊκού νότου. Τα πρότυπα της εμφάνισης των δασικών πυρκαγιών κατά τα τελευταία 25 χρόνια έχουν συνδεθεί στενά με τις αλλαγές στη χρήση γης, μια και αυτές είναι αισθητές μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και πολύ περισσότερο έντονες μετά τη δεκαετία του 1980 στις περισσότερες χώρες της Μεσογειακής Ευρώπης (Moreira et al. 2001, Arianoutsou 2001, Arianoutsou et al. 2002). Ο βαθμός αλλά και η ένταση με την οποία είναι πιθανόν το κλίμα να έχει επηρεάσει – κυρίως σε τοπικό επίπεδο- το καθεστώς των δασικών πυρκαγιών έχουν μελετηθεί ελάχιστα. Μία τέτοια συστηματική μελέτη έχει γίνει για επαρχίες της νότιας Ισπανίας από τους Piñol et al. (1998), οι οποίοι ανέλυσαν μία σειρά κλιματικών δεδομένων 50 ετών και τη συσχέτισαν με δύο δείκτες επικινδυνότητας πυρκαγιάς. Η τάση μεταβολής των δύο δεικτών έβαινε αυξανόμενη για το χρονικό αυτό διάστημα ως συνέπεια της αυξανόμενης μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας και της μειούμενης μέσης ημερήσιας υγρασίας. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η συσχέτιση αυτή μπορεί να υποδηλώνει την επίδραση των κλιματικών αλλαγών στο καθεστώς της φωτιάς στην περιοχή μελέτης. Ο Pausas (2004) αναλύοντας δεδομένα από 350 μετεωρολογικούς σταθμούς στην ανατολική Ιβηρική Χερσόνησο που αντιστοιχούσαν στην περίοδο (1950-2000) καθώς επίσης και δεδομένα περιστατικών φωτιάς για την ίδια περιοχή και περίοδο κατέληξε πως υπάρχει σαφής σχέση μεταξύ του αυξανόμενου αριθμού περιστατικών φωτιάς και της έκτασης που καίγεται, θεωρώντας πως η αύξηση αυτή οφείλεται και στις διαπιστωμένες κλιματικές αλλαγές.

Οι προσαρμογές της μεσογειακής βλάστησης στη φωτιά

Έχοντας υποστεί τη δράση της φωτιάς για χιλιάδες ετών, τα φυτικά είδη της Μεσογειακής λεκάνης έχουν αναπτύξει προσαρμοστικές στρατηγικές έναντι αυτής, οι οποίες εξασφαλίζουν την επιβίωσή τους. Αποκρίνονται στη δράση της φωτιάς με δύο βασικούς μηχανισμούς: αναβλαστάνοντας, δηλαδή σχηματίζοντας νέους βλαστούς και φύλλα από οφθαλμούς που βρίσκονται προστατευμένοι από το έδαφος στη βάση των καμένων βλαστών (π.χ. *Q. coccifera*, *P. lentiscus*, *A. unedo*) ή/και με νέα άτομα, τα οποία προκύπτουν από τη φύτευση σπερμάτων. Τα σπέρματα αυτά είχαν παραχθεί και, είτε είχαν διασπαρεί πριν από τη φωτιά, παραμένοντας προστατευμένα μέσα στα πρώτα εκατοστά του εδάφους, όπου σχηματίζουν την εδαφική τράπεζα σπερμάτων (π.χ. είδη των Cistaceae, Leguminosae), είτε είχαν παραχθεί και παρέμεναν ως επίγεια τράπεζα σπερμάτων στην πλειοψηφία τους μέσα σε κώνους, οι οποίοι ανοίγουν με τη θερμότητα της φωτιάς και τα διασπείρουν άθικτα μετά τη φωτιά, όπως στα μεσογειακά πεύκα (Arianoutsou 1999). Η εμφάνιση των αρτιβλάστων γίνεται αφού διαβρεχούν ικανοποιητικά τα σπέρματα το φθινόπωρο. Συνήθως, ο αριθμός των αρτιβλάστων που εμφανίζεται είναι μεγάλος στην αρχή και σταθεροποιείται στα όρια της φέρουσας ικανότητας του συστήματος μετά την πρώτη περίοδο της θερινής καταπόνησης (Arianoutsou and Margaris 1981, Papavassiliou and Arianoutsou 1997, Daskalaku and Thanos 1996, Σκούρου και Αριανούτσου, 1998). Η αύξηση των αρτιβλάστων είναι ταχεία. Σύντομα τα νεαρά φυτά ανθίζουν και παράγουν καρπούς, διασπείρουν τα σπέρματα αναπληρώνοντας τα αποθέματα της εδαφικής τράπεζας σπερμάτων. Η ανάκαμψη των αναβλαστανόντων ειδών εξαρτάται λιγότερο από τις κλιματικές συνθήκες απ' ό,τι η φύτευση των σπερμάτων, εξαρτάται όμως στενά και αυτή από τις ιδιαιτερότητες της περιοχής και συγκεκριμένα από τη διαθεσιμότητα θρεπτικών στο έδαφος, το διαειδικό ανταγωνισμό και τους εξωγενείς παράγοντες πχ τη βόσκηση. Η δομή των πληθυσμών των σπερμοαναγεννώμενων ειδών εξαρτάται σημαντικά από τα πρότυπα ζωής των συγκεκριμένων ειδών, π.χ. αν από το εάν είναι ετήσια είδη, όπως τα ποώδη ψυχανθή ή σχετικά βραχύβια, όπως τα είδη της οικογένειας Cistaceae, ή πολυετή, όπως τα μεσογειακά πεύκα. Από τις ελάχιστες δημογραφικές μελέτες που είναι διαθέσιμες για τις μεταπυρικές φυτοκοινότητες, είναι γνωστό ότι η μαζική εμφάνιση αρτιβλάστων συμβαίνει κατά το πρώτο έτος μετά τη φωτιά για τα ξυλώδη είδη ενώ τα ποώδη ψυχανθή εμφανίζουν σημαντικούς αριθμούς αρτιβλάστων και τη δεύτερη μεταπυρική χρονιά (Papavassiliou and Arianoutsou, στο Arianoutsou and Ne'eman, 2000). Η νεανική φάση των περισσότερων ξυλωδών θαμνωδών ειδών που αναγεννώνται με φύτευση σπερμάτων διαρκεί μόλις δύο έτη (Αριανούτσου 1979). Η νεανική φάση για την *P. halepensis* είναι περίπου 4 έτη, ενώ για την *P. brutia* είναι μεγαλύτερος (Thanos et al. 1998). Ωστόσο, για να είναι ο πληθυσμός συνολικά αναπαραγωγικά ώριμος, το διάστημα που απαιτείται δε είναι σε καμία περίπτωση μικρότερο των 25 ετών. Υπό την έννοια αυτή, το μεσοδιάστημα μεταξύ δύο επαναλαμβανόμενων περιστατικών είναι ο πλέον κρίσιμος παράγοντας για την απόκριση των συστημάτων, τόσο από πλευράς βιοκοινοτήτων όσο και από πλευράς του αβιοτικού περιβάλλοντος (απώλεια θρεπτικών, διάβρωση κ.λ.π.).

Η ικανότητα επανισορρόπησης των Μεσογειακών οικοσυστημάτων

Η τάση απώλειας της βιοποικιλότητας που καταγράφεται με αμείωτο ρυθμό κατά τις τελευταίες δεκαετίες (και που πιθανά να συνοδεύεται από απώλεια της ικανότητας απόκρισης των συστημάτων στις διαταραχές) από την μια πλευρά και η επίδραση που αναμένεται να έχουν οι κλιματικές αλλαγές στο καθεστώς των πυρκαγιών έχουν τοποθετήσει το θέμα της μελέτης της ικανότητας επανισορρόπησης των οικολογικών συστημάτων (resilience) έντονα στο προσκήνιο (Lavorel 1999, Arianoutsou 2007). Ως έννοια, η ικανότητα επανισορρόπησης παραπέμπει στο εύρος των μεταβολών που μπορεί να επιφέρει μια διαταραχή – στην προκειμένη περίπτωση η φωτιά – καθώς και στη δυναμική της μεταπυρικής αναγέννησης.

Στην περίπτωση των Μεσογειακών οικοσυστημάτων η ικανότητα αυτή εκτιμάται είτε μέσω της παρακολούθησης της δυναμικής της μεταπυρικής κοινότητας είτε μέσα από δείκτες που εκφράζουν την κατάσταση της φυτοκοινότητας, όπως οι λειτουργικές ομάδες (Kazanis and Agianoutsou 2004, Pausas and Lloret 2007). Αναμένεται ότι οι κλιματικές μεταβολές θα τροποποιήσουν τα πρότυπα της εμφάνισης των πυρκαγιών όχι μόνο εντός των ορίων των τυπικών Μεσογειακών οικοσυστημάτων αλλά θα επηρεάσουν και άλλα συστήματα, όπως αυτά των ψυχρόβιων κωνοφόρων που βρίσκονται στο υγρό άκρο της βροχομετρικής διαβάθμισης του Μεσογειακού κλίματος με πιθανή, σταδιακή επέκταση προς ακόμη ψυχρότερα κλίματα και βορειότερα γεωγραφικά πλάτη (Agianoutsou 2007). Στην Ελλάδα παρατηρούνται τα πρώτα συμπτώματα αυτής της κρίσιμης αλλαγής ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 2000. Δασικές πυρκαγιές έχουν ήδη κάνει την εμφάνισή τους στα δάση *Pinus nigra* στον Ταΰγετο, στην Πίνδο αλλά και σε δάση με την ενδημική *Abies cephalonica* στο Καλλίδρομο, στο Μαίναλο, στην Πάρνηθα, σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 1000 μέτρων, που είναι συνήθως το υψομετρικό όριο εξάπλωσης των Μεσογειακών οικοσυστημάτων. Η παρουσία αυτών των οικοσυστημάτων συνδέεται με χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες, συχνούς παγετούς και σαφώς μεγαλύτερα ποσά βροχής από τα 900 mm που συνήθως χαρακτηρίζουν τα υγρότερα Μεσογειακά οικοσυστήματα. Πολλές από τις περιοχές αυτές τελούν υπό ιδιαίτερο καθεστώς προστασίας αποτελώντας συχνά κρίκους της αλυσίδας των προστατευόμενων περιοχών του Δικτύου ΦΥΣΗ 2000. Για παράδειγμα, ο Ταΰγετος, που κάηκε το καλοκαίρι του 1998, αποτελεί το νοτιότερο άκρο εξάπλωσης της μαύρης πεύκης στην Ευρώπη, φιλοξενώντας 21 στενοενδημικά είδη της Ελληνικής χλωρίδας, ενώ τα δάση με μαυρόπευκα είναι οικοτόπος προτεραιότητας (σύμφωνα με την οδηγία οικοτόπων 92/43). Τα μαυρόπευκα δεν σχηματίζουν επίγεια τράπεζα σπερμάτων, έχοντας διασπείρει τα σπέρματά τους νωρίς την άνοιξη. Αυτά, μη αντέχοντας τις υψηλές θερμοκρασίες καίγονται κατά τη φωτιά. Ανάλογη είναι και η συμπεριφορά της Κεφαλληνιακής ελάτης, η οποία επίσης δεν σχηματίζει βραδύχωρους κώνους (προσωπ. παρατηρήσεις), τα σπέρματά της απαιτούν ψυχρή στρωμάτωση για να φυτρώσουν, ενώ το είδος είναι πληροκαρπικό, μη σχηματίζοντας μαζικά κώνους κάθε χρόνο (Politi et al. 2007). Ορεινοί όγκοι όπως ο Εθνικός Δρυμός της Πάρνηθας, το Μαίναλο κ.α. αντιμετωπίζουν πλέον σοβαρό πρόβλημα διατήρησης της φυσιογνωμίας της βλάστησής τους εξαιτίας αυτής της κατάστασης. Δεδομένου δε, ότι τα πρόσφατα περιστατικά φωτιάς φαίνεται ότι δεν αφορούν πια μικρές μόνον εκτάσεις αλλά μεγάλες περιοχές – μεγαπυρκαγιές- τα προβλήματα που ανακύπτουν είναι πολύ σοβαρότερα και αφορούν τόσο τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, όσο και τη διατήρηση του κοινωνικού και οικονομικού ιστού των περιοχών όπου συμβαίνουν. Η κατανόηση της βιολογίας και της οικολογίας των σημαντικών ειδών και των συστημάτων που απειλούνται προβάλλει ως επιτακτική ανάγκη στην κατεύθυνση της ορθολογικής διαχείρισης, πρωταρχικά σε προληπτικό επίπεδο.

Βιβλιογραφία

- Agianoutsou, M. 1999. Effects of fire on vegetation demography, p. 265- 274. In: Proceedings of the International Symposium on Forest Fires: Needs and Innovations (DELFI), (CINAR eds), Athens.
- Agianoutsou M. 2001. Landscape changes in Mediterranean Ecosystems of Greece: implications for Fire and Biodiversity issues. *J. Medit. Ecol.*, 2: 165-178.
- Agianoutsou, M. 2007. Resilience of Mediterranean Vegetation to Fire: Issues under the Global Change Scenarios, p. 5-7. In Proceedings of the MEDECOS XI 2007 Conference, (D. Rokich, G. Wardell-Johnson, C. Yates, J. Stevens, K. Dixon, R. McLellan, and G. Moss eds). Perth, Australia. Kings Park and Botanic Garden, Perth, Australia.
- Agianoutsou, M. and N.S. Margaritis. 1981. Early stages of regeneration after fire in a phryganic ecosystem (East Mediterranean). I. Regeneration by seed germination. *Ecol. Medit.*, 7: 119-128.

- Arianoutsou, M. and G. Ne'eman. 2000. Post-fire regeneration of natural *Pinus halepensis* forests in the East Mediterranean Basin, p. 269-290. In: Ecology, Biogeography and Management of Mediterranean Pine Forest, (G. Ne'eman, and L. Trabaud, eds). Backhuys Publishers, The Netherlands, 407p.
- Arianoutsou, M., D. Kazanis, Y. Kokkoris and P. Skourou. 2002. Land-use interactions with fire in Mediterranean *Pinus halepensis* landscapes of Greece: patterns of biodiversity. In: IV International Forest Fire Research Conference (D.X. Viegas ed.). Millpress, Rotterdam, electronic edition.
- Canadell, J. and L. Lopez-Soria. 1998. Lignotuber reserves support regrowth following clipping of two mediterranean shrubs. *Functional Ecology* 12: 31-38.
- Chandler, C., P. Cheney, P. Thomas, L. Trabaud and D. Williams D. 1983. Fire in Forestry, Vol. I, Forest Fire Behaviour and Effects, John Wiley, New York.
- Clark, J. 1988. Effect of climate change on fire regimes in Northwestern Minnesota. *Nature* 334: 233-235.
- Cowling, R., P.W. Rundel, B. Lamont, M. Arroyo and M. Arianoutsou. 1996. Plant diversity in Mediterranean-climate regions. *TREE*, 11: 362-366.
- Daskalaku, E.N. and C.A. Thanos. 1996. Aleppo pine (*Pinus halepensis*) postfire regeneration. The role of canopy and soil seed banks. *Int. J. Wildland Fire*, 6: 59-66.
- De Dios, V.R., Ch. Fischer and C. Colinas. 2007. Climate change effects on mediterranean forests and preventive measures. *New Forests*, 33: 29-40.
- Déqué, M., P. Marquet and R. Jones. 1998. Simulation of climate change over Europe using a global variable resolution general circulation model. *Climate Dynamics*, 14: 173-189.
- IPCC 2001. Climate change 2001. Synthesis report. WMO/UNEP, Wembley.
- Joint Research Center 2005. Forest Fires in Europe 2004. S.P.I.05.147 EN © European Communities.
- Kazanis, D. and M. Arianoutsou. 2004. Long-term post-fire vegetation dynamics in *Pinus halepensis* forests of central Greece: a functional-group approach. *Plant Ecol.*, 171: 101-121.
- Lavorel, S., J. Canadell, S. Rambal and J. Terradas 1998. Mediterranean terrestrial ecosystems: research priorities on global change effects. *Global Ecol. Biogeogr. Letters*, 7: 157-166.
- Lavorel, S. 1999. Ecological diversity and resilience of Mediterranean vegetation to disturbance. *Diversity and Distributions*, 5: 3-13.
- Moreira, F., F. Rego and P. Ferreira. 2001. Temporal (1958-1995) pattern of change in a cultural landscape of northwestern Portugal: implications for fire occurrence. *Landscape Ecol.*, 16: 557-567.
- Palutikof, J. and T. Wigley. 1996. Developing climate change scenarios for the Mediterranean region, p. 27-56. In: (L. Jetric, S. Keckes and J.C. Pernetta, eds). *Climate change and the Mediterranean*, Vol. 2, Arnold, London.
- Papavassiliou, S. and M. Arianoutsou. 1997. Natural post-fire regeneration of Leguminosae in a *Pinus halepensis* forest of Attica, p. 411-419. In: Book of Proceedings of the European School on "Forest Fire Risk and Management", (P. Balabanis, G. Eftichidis and R. Fantechi, eds), European Commission, 443p.
- Pausas, J.G. 2004. Changes in fire and climate in the Eastern Iberian Peninsula (Mediterranean Basin). *Global Change*, 63: 337-350.
- Pausas, J. G. and F. Lloret. 2007. Spatial and temporal patterns of plant functional types under simulated fire regimes. *Int. J. Wildland Fire*, 16: 484-492.
- Piñol, J., J. Terradas and F. Lloret. 1998. Climate warming, wildfire hazard and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. *Climate Change*, 38: 345-357.

- Politi, P.I., K. Georghiou and M. Arianoutsou. 2007. Aspects of reproductive biology of the Greek fir (*Abies cephalonica* Loudon) in the Mt. Aenos National park (Greece), p. 191-193. In Proceedings of the MEDECOS XI 2007 Conference, (D. Rokich, G. Wardell-Johnson, C. Yates, J. Stevens, K. Dixon, R. McLellan, and G. Moss eds). Perth, Australia. Kings Park and Botanic Garden, Perth, Australia.
- Rundel, P.W. 1981. Fire as an ecological factor, p. 501-538. In: (O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond and H. Ziegler, eds). Encyclopedia of Plant Physiology. Vol. 12A. Physiological Plant Ecology. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
- Sala, O., F. Chapin Stuart, J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. Huenneke, R. Jackson, A. Kinzig, R. Leemns, D. Lodge, H. Mooney, M. Oesterheld, N. Poff, M. Sykes, B. Walker, M. Walker and D. Wall. 2000. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science*, 287: 1770-1774.
- San-Miguel-Ayanz, J., G. Liberta and R. Boca. 2007. Analysis of Forest Fire Damages in NATURA 2000 Sites During the 2007 Fire Season, EUR EN, Office for Official Publications of the European, Communities, Luxembourg, 36 p.
- Thomas, C., A. Cameron, R. Green, M. Bakkenes, L. Beaumont, Y. Collingham, B. Erasmus, M. Ferreira de Siqueira, L. Grainger, L. Hannah, L. Hughes, B. Huntley, S. van Jaarsveld, G. Midgley, L. Miles, M. Ortega-Huerta, A. Townsend Peterson, O. Philips and S. Williams 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*, 427: 145-148.
- Vilá M., F. Lloret, E. Ogheri and J. Terradas. 2001. Positive fire-grass feedback in Mediterranean Basin woodlands. *Forest Ecol. Manage.*, 147: 3-14.
- Αριανούτσου, Μ. 1979. Βιολογική δραστηριότητα μετά από φωτιά σε φρυγανικό οικοσύστημα. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 179 σελίδες.
- Θάνος, Κ.Α., Ε.Ν. Δασκαλάκου και Α. Σκορδίλης. 1998. Αναπαραγωγική βιολογία Μσογειακών πεύκων – η διάρκεια της νεανικής περιόδου, σελ. 155-158. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας.
- Σκούρου, Π. και Μ. Αριανούτσου. 1998. Δυναμική πληθυσμών του είδους *Cistus creticus* σε μεταπυρρικά στάδια διαδοχής δασών *Pinus halepensis* στην Αττική, σελ. 219-223. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας.

The ecology of forest fires in Greece

M. Arianoutsou

Dep. of Ecology and Systematics, Faculty of Biology, University of Athens, 15784 Athens
e-mail: marianou@biol.uoa.gr

Summary

Fire is an environmental factor naturally occurring in Mediterranean climate ecosystems. Recent fire events though are spreading over higher altitudes and geographically northern latitudes thus affecting non-mediterranean ecosystems. The knowledge of the biology of the affected species and the ecological function of the systems they consist is by far a top priority research task, fundamental for the application of integrated management plans.

Key words: Mediterranean Basin, fire, biodiversity, resilience, climatic change.