HELECOS

ΤΕΥΧΟΣ 15 | 2023 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ

ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

www.helecos.gr

SARS-CoV-2 και ζώα: Ανάστροφες και δευτερογενείς μεταπηδήσεις

John M. Halley, Καθηγητής Οικολογίας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Εισαγωγή

Πολλοί επιστήμονες του πεδίου της οικολογίας θεωρούν πως μία λοιμώδης ασθένεια, είτε αυτή αφορά ανθρώπους είτε οικόσιτα ζώα, συνδέεται με υποβάθμιση των οικοσυστημάτων, δηλαδή, ότι δεν μπορεί να εμφανισθεί σε ένα «υγιές» και ακμάζον οικοσύστημα. Παράδειγμα μιας τέτοιας αντιμετώπισης είναι να θεωρείται πως η ελονοσία εξαπλώνεται από δεξαμενές στάσιμων υδάτων σε κακοδιαχειριζόμενα ενδιαιτήματα.

Οι μικροοργανισμοί που προκαλούν ασθένειες διαχωρίζονται από τους αβλαβείς συγγενείς τους που θεωρούνται ως φυσικοί και αναφέρονται ως «παθογόνα». Επιπλέον, η μελέτη τους γίνεται από επιστήμονες διακριτά διαφορετικών επιστημονικών πεδίων (π.χ. «Επιδημιολογία», «Επιστήμη ελέγχου παρασιτικών οργανισμών»), γεγονός που ενισχύει ακόμη περισσότερο τον τεχνητό διαχωρισμό. Ωστόσο, ένα πολύ μεγάλο τμήμα των δύο περίπου εκατομμυρίων ειδών που έχουν καταγραφεί στη Γη είναι παράσιτα (ή παρασιτοειδή). Αυτοί οι οργανισμοί αποτελούν σημαντικό στοιχείο της βιοποικιλότητας και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο, όχι μόνο σε σχέση με τη δική τους ποικιλομορφία αλλά και στον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνουν την δομή των οικοσυστημάτων.

Το κυρίαρχο χαρακτηριστικό των μικροπαρασίτων (κυρίως βακτηρίων και ιών) είναι η ταχύτητα της εξέλιξής τους. Εξελίσσονται ταχύτερα από τους οργανισμούς «υψηλότερων βαθμίδων» επειδή ο χρόνος γενιάς τους είναι πολύ μικρότερος: ημέρες, ώρες ή λεπτά έναντι δεκαετιών. Αυτή η διαφορά στην ταχύτητα (περίπου 100.000) ευνοεί τα μικροπαράσιτα.

Πώς όμως αντιμετωπίζουν τα ανώτερα ζώα το προφανές αυτό πλεονέκτημα των μικροπαρασίτων; Σύμφωνα με την «υπόθεση της κόκκινης βασίλισσας», όλα τα πλάσματα βρίσκονται

συνέχεια στη σελ. 2 ►

Παγκόσμιο Πλαίσιο για τη Βιοποικιλότητα

Στις 18 Δεκεμβρίου 2022 στο Μόντρεαλ, στη 15η συνάντηση της Διάσκεψης των Μερών της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για τη Βιοποικιλότητα (COP15), επικυρώθηκε το παγκόσμιο πλαίσιο, του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, για την προστασία της Βιοποικιλότητας (Kunming-Montreal Global Biodiversity framework) μέσω 23 στόχων έως το 2030, 31 χρόνια μετά τη Σύνο-

συνέχεια στη σελ. 2 ►

Cop15: historic deal struck to halt biodiversity loss by 2030, Cop15, The Guardian

Το 11ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Οικολογικής Εταιρείας (Helecos-2023) θα πραγματοποιηθεί στο Συνεδριακό και Πολιτιστικό Κέντρο του Πανεπιστημίου Πατρών, στην Πάτρα, 4-7 Οκτωβρίου 2023.

Το θέμα του Συνεδρίου είναι «Η Οικολογία στην Ανθρωπόκαινο Εποχή». Το HELECOS-2023 στοχεύει στην ανάδειξη του ρόλου της Οικολογίας στη Διαχείριση και Διατήρηση της Βιοποικιλότητας υπό την επίδραση και της κλιματικής αλλαγής, και την αναζήτηση των μελλοντικών τάσεων και προοπτικών.

11ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ
Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΟΚΑΙΝΟ ΕΠΟΧΗ
ΠΑΤΡΑ, 4-7 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 2023

Περισσότερες πληροφορίες στο http://helecos11.upatras.gr

HELECOS
ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

Περιεχόμενα

SARS-CoV-2 και ζώα: Ανάστροφες και δευτερογενείς μεταπηδήσεις ..... J. M. Halley 1
Παγκόσμιο Πλαίσιο για τη Βιοποικιλότητα..... 1
11ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Οικολογικής Εταιρείας 1
«Ξερολιθιά», ένα 30λεπτο ντοκιμαντέρ για τις αναβαθμίδες ..... Θ. Πετανίδου 6
Video για την ποικιλότητα των επικονιαστών ..... Θ. Πετανίδου 8
Ενσωματώνοντας τέσσερεις διαστάσεις στο συστηματικό σχεδιασμό διατήρησης της φύσης ..... Α. Δόξα, Σ. Κατσανεβάκης, Α. Μαζάρης 9
Έρευνα της μακροχρόνιας δυναμικής του τοπίου βασισμένη σε αφήγηση περιηγητή του 19ου αιώνα ..... Β. Δέτσης 12
Αρχαιογενετική μελέτη της ποικιλότητας του ανθρώπου στη Δ. Ασία και Αν. Μεσόγειο ... Ν. Ψώνης 14
Δράσεις της ΕΟΕ για την Ημέρα Οικολογίας 17
Βράβευση της Καλλιόπης Στάρα στη Συνεδρία της Ακαδημίας Αθηνών στις 20 Δεκεμβρίου 2022 18

συνέχεια από τη σελ. 1 ► **Παγκόσμιο Πλαίσιο για τη Βιοποικιλότητα**

δο του Ρίο (1992) και την υπογραφή της Σύμβασης για τη Διατήρηση της Βιολογικής Ποικιλότητας.
Συμφωνήθηκε να προστατευθεί το 30% του πλανήτη για τη φύση έως το 2030, σε μια συμφωνία ορόσημο με στόχο τη διαφύλαξη της βιοποικιλότητας. Ο Γενικός Γραμματέας του ΟΗΕ χαιρέτισε τη συμφωνία λέγοντας: «Επιτέλους αρχίζουμε να συνάπτουμε ένα σύμφωνο ειρήνης με τη φύση».
Τα κύρια σημεία του Παγκόσμιου Πλαισίου για τη Βιοποικιλότητα περιλαμβάνουν:

- Διατήρηση, ενίσχυση και αποκατάσταση των οικοσυστημάτων, συμπεριλαμβανομένης της ανάσχεσης της εξαφάνισης των ειδών και της διατήρησης της γενετικής ποικιλότητας
- «Αειφόρο χρήση» της βιοποικιλότητας - διασφάλιση ότι τα είδη και τα ενδιαιτήματα θα μπορούν να συνεχίσουν να παρέχουν τις υπηρεσίες που παρέχουν στην ανθρωπότητα, όπως τροφή και καθαρό νερό
- Διασφάλιση ότι τα οφέλη των πόρων από τη φύση, όπως τα φάρμακα που προέρχονται από φυτά, μοιράζονται δίκαια και ισότιμα και ότι προστατεύονται τα δικαιώματα των αυτόχθονων πληθυσμών
- Διασφάλιση ότι τα κονδύλια και οι προσπάθειες διατήρησης φτάνουν εκεί που χρειάζονται.

Μπορείτε να το διαβάσετε στο RECOMMENDATION ADOPTED BY THE WORKING GROUP ON THE POST-2020 GLOBAL BIODIVERSITY FRAMEWORK (cbd.int)

συνέχεια από τη σελ. 1 ► **SARS-CoV-2 και ζώα**

σε μια μάχη για επιβίωση και συνεπώς κάθε καινοτόμα στρατηγική επιβίωσης και υπεροχής ενός είδους μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση μίας επίσης καινοτόμας αντι-στρατηγικής στο «αντίπαλο» είδος. Σε αυτή την περίπτωση, ποια ή ποιες είναι οι καινοτομίες που αντιπαρέβαλαν οι ανώτεροι οργανισμοί στη στρατηγική του μικρού χρόνου αναπαραγωγής των μικροπαρασίτων;

Αυτό που πιστεύουμε είναι πως η «αντιπαράθεση» μικροπαρασίτων-ανώτερων οργανισμών οδήγησε στην «εφεύρεση» της σεξουαλικής αναπαραγωγής (που σημαίνει αύξηση της ποικιλομορφίας των γενοτύπων εντός του είδους, καθιστώντας έτσι δυσκολότερο το έργο των παρασίτων στην προσπάθειά τους να κυριαρχήσουν πάνω στους ξενιστές τους), στην αύξηση της βιοποικιλότητας (που θέτει ένα επιπλέον πρόβλημα στα παθογόνα, δηλαδή την ανάγκη να μεταπηδούν από είδος σε είδος) και στην ανομοιόμορφη κατανομή των πληθυσμών στο χώρο (αναγκάζοντας έτσι τα μικρόβια να υπερβούν και γεωγραφικά εμπόδια). Ως εκ τούτου, στρατηγικές όπως σεξουαλική συμπεριφορά αναπαραγωγής, ποικιλία ειδών και ανισοκατανομή πληθυσμών στο χώρο βρίσκονται πάντα «εκεί έξω» έχοντας ως σκοπό και αποτέλεσμα τον περιορισμό/καταπολέμηση των ασθενειών. Έτσι, η εμφάνιση όσο και η εξέλιξη πολλών ασθενειών δεν μπορούν να διαχωριστούν από τον οικολογικό τους ρόλο και την οικολογική τους προέλευση.
Μια πρόσφατη εργασία για τον SARS-CoV-2 που δημοσιεύτηκε από τους Pappas et al [1] έδωσε έμφαση στη σημασία των ασθενειών στο πλαίσιο του οικοσυστήματος. Παρότι οι περισσότερες συζητήσεις κατά τη διάρκεια της πανδημίας επικεντρώθηκαν στα εμβόλια, τα lockdown και τη μεταδοτικότητα στους ανθρώπους, υπάρχει μια σημαντική διάσταση που δεν διερευνήθηκε και που αφορά τις οικολογικές πτυχές της νόσου και το ρόλο τους [2]. Υποστηρίζουμε πως, αν αγνοήσουμε την οικολογική παράμετρο της πανδημίας, θα υποβαθμίσουμε σοβαρά την ποιότητα της ανταπόκρισής μας στις μολυσματικές ασθένειες.

Η προέλευση του SARS-CoV-2

Οι περισσότερες από τις πιο σημαντικές μολυσματικές ασθένειες στην ανθρώπινη ιστορία έχουν την προέλευσή τους σε ένα είδος άλματος του παθογόνου από άλλα ζώα, είτε οικόσιτα είτε άγρια, με μια διαδικασία γνωστή ως μεταπήδηση («spillover»). Παραδείγματα μεταπήδησης από

άγρια ζώα είναι η βουβωνική πανώλη, με προέλευση από τους αρουραίους, το AIDS/HIV, μια μεταπήδηση από τους χιμπατζήδες, και ο SARS από τις νυχτερίδες. Αλλά μεταπήδηση μπορεί να συμβεί και από οικόσιτα ζώα. Για παράδειγμα, πολλά στελέχη γρίπης (π.χ. η ισπανική γρίπη) προέρχονται από οικόσιτα ζώα.

Τα άλματα μεταξύ διαφορετικών ειδών ξενιστών δεν είναι τόσο εύκολα για ένα παθογόνο, καθώς αυτό πρέπει να προσαρμοστεί στον νέο ξενιστή. Έτσι, μια υψηλή βιοποικιλότητα περιορίζει τη μετάδοση παθογόνων μικροοργανισμών. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, συχνές και στενές επαφές μεταξύ των ειδών μπορούν να προσφέρουν σε ένα παθογόνο επαναλαμβανόμενες ευκαιρίες ώστε τελικά να κάνει το άλμα. Ένα περιβόητο παράδειγμα είναι η αποψίλωση των δασών. Η αποψίλωση καταστρέφει τον βιότοπο πολλών δασικών ειδών, μεταξύ των οποίων και των νυχτερίδων. Οι νυχτερίδες είναι ξενιστές για ένα ευρύ φάσμα ιών, στους οποίους οι άνθρωποι κανονικά δεν εκτίθενται. Ωστόσο, μετά την αποψίλωση των δασών, οι νυχτερίδες, έχοντας χάσει το ενδιαίτημά τους, θα προσπαθήσουν να βρουν χώρο εγκατάστασης σε άλλα μέρη, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπινων οικισμών. Οι νυχτερίδες κουρνιάζουν στα δέντρα σε φάρμες, σε πάρκα και σε άλλα μέρη όπου συχνάζουν άνθρωποι και εκεί απελευθερώνουν τα περιττώματά τους. Αυτά τα περιττώματα μπορεί να μεταφερθούν στο δέρμα ή στην τροφή ζώων ή ανθρώπων εκθέτοντάς τους έτσι σε αυτούς τους ιούς. Αρκετά θανατηφόρα παθογόνα, όπως οι ιοί Ebola, Nipa και Hendra, ξεκίνησαν την αλληλεπίδρασή τους με τον άνθρωπο με αυτόν τον τρόπο.

Ένα άλλο ιδανικό περιβάλλον επαφής ανθρώπων με παθογόνα ζωικής προέλευσης είναι οι λεγόμενες «υγρές αγορές» («wetmarkets»), δημοφιλείς στην Κίνα και σε άλλες ασιατικές χώρες. Σε αυτές τις αγορές, οι πωλητές προσφέρουν στους πελάτες διάφορα «εξωτικά» ζώα ως τροφή. Αυτά τα ζώα διατηρούνται ζωντανά κάτω από ένα καθεστώς περιορισμένης υγιεινής (κακής μεταχείρισης) δίπλα σε αυτές τις αγορές, μέσα σε κλουβιά στοιβαγμένα το ένα πάνω στο άλλο, δίνοντας έτσι στα παθογόνα την ιδανική ευκαιρία να κάνουν το άλμα από το ένα είδος στο άλλο. Από αυτές τις«υγρές αγορές» είναι γνωστό ότι προήλθαν ο SARS, ο MERS και πιθανόν και ο SARS-CoV-2.

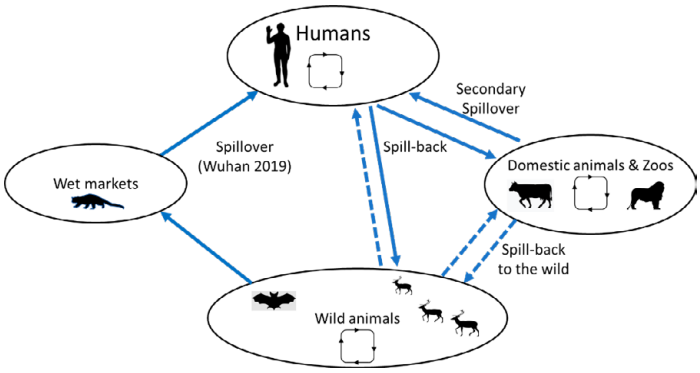
SARS-CoV-2 spill-back και δευτερεύουσα μεταπήδηση

Γενικά, θεωρούμε ότι η μεταπήδηση συμβαίνει από τα ζώα στους ανθρώπους. Ωστόσο, μπορεί να ακολουθήσει και αντίστροφη πορεία –από τους ανθρώπους στα ζώα. Τα παθογόνα μπορούν να μεταπηδήσουν από τον άνθρωπο στα κατοικίδια ή ακόμα και στα άγρια ζώα. Η πορεία αυτή αναφέρεται ως ζωοανθρωπονωτική μετάδοση. Αυτό έχει συμβεί πολλές φορές κατά τη διάρκεια της πανδημίας του SARS-CoV-2. Μετά από μεταπήδηση, ένας παθογόνος μικροοργανισμός μπορεί να κυκλοφορήσει στον ζωικό πληθυσμό και στη συνέχεια να εξελιχθεί σε νέες παραλλαγές. Αργότερα, μπορεί να μεταπηδήσει ξανά πίσω, στον ανθρώπινο ξενιστή του, στην τροποποιημένη πλέον μορφή. Αυτό είναι ένα δευτερεύον spillover. Ιδιαίτερη ανησυχία προκαλεί, όμως, η πιθανότητα να εξελιχθεί σε μια πιο λοιμώδη ή μολυσματική μορφή. Έτσι, υπάρχει ένα ολόκληρο πλέγμα αλληλεπιδράσεων που περιλαμβάνει ανθρώπους και ζώα για όλες τις ζωονοσογόνες μολυσματικές ασθένειες, συμπεριλαμβανομένου του SARS-CoV-2. Η εργασία των Pappas et al [1] εξετάζει τα στοιχεία για ζωονοσογονικές αλληλεπιδράσεις και αποκαλύπτει έναν ευρύ πλέγμα αλμάτων του SARS-CoV-2 μεταξύ διαφορετικών ειδών (Εικ. 2).

Εικ. 1. Φωτογραφίες από μια «υγρή αγορά» στο Canton της Κίνας, που τραβήχτηκαν από τον συγγραφέα το 1990. Οι κακές συνθήκες διαβίωσης, η κακή υγεία των ζώων, ο συνωστισμός στα κλουβιά και τα στοιβαγμένα κλουβιά είναι εμφανή. Σημειώστε επίσης (α) τη συνύπαρξη οικόσιτων και άγριων ζώων, (β) την ύπαρξη νεκρών ζώων ανάμεσα στα ζωντανά και (γ) την κοινή διαβίωση διαφορετικών ειδών άγριων ζώων.

Στη μελέτη δίνονται οι περιπτώσεις αλμάτων του SARS-CoV-2 μεταξύ διαφορετικών ειδών που έχουν βρεθεί μέχρι σήμερα, αλλά τα ζώα που μελετήθηκαν δεν έχουν όλα την ίδια βαρύτητα όσον αφορά στην εξέλιξη του ιού. Ορισμένα είδη έχουν παίξει πιο ενεργό ρόλο στη φιλοξενία του SARS-CoV-2 και επιτρέπουν την εξέλιξη νέων μορφών-στελεχών, ενώ άλλα ήταν περιέργως ουδέτερα. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τις παρατηρήσεις ανάστροφων μεταπηδήσεων και δευτερογενών μεταπηδήσεων που έχουν παρατηρηθεί για τον SARS-CoV-2.

Τα δύο ζώα που εμφάνισαν εκτεταμένη ενδοειδική μετάδοση ή και δευτερογενή μεταπήδηση είναι τα μινκ ή βιζόν (*Neovison vison*) και τα ελάφια (*Odocoileus virginianus*), ενώ για τις γάτες και τα χάμστερ υπάρχουν πολλαπλές αναφορές μετάδοσης με πιθανότητα δευτερογενούς μεταπήδησης ή εκτεταμένης μετάδοσης εντός του είδους. Υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις πως δευτερογενής μεταπήδηση συμβαίνει και στα ελάφια (*O. virginianus*), τα λιοντάρια, τις τίγρεις και τους σκύλους.



Εικόνα 2. Σχηματική περιγραφή γνωστών και συναγόμενων οδών μετάδοσης του SARS-CoV-2. Ο ιός προήλθε από τη φύση, πιθανόν από νυχτερίδες, με την αρχική μεταπήδηση να συμβαίνει στην «υγρή αγορά» της Γιουχάν. Εισερχόμενος στον ανθρώπινο πληθυσμό, ο ιός προκάλεσε την πανδημία COVID-19. Η προκύπτουσα κυκλοφορία οδήγησε στην εξέλιξη πολλών νέων στελεχών. Η μεταπήδηση σε οικόσιτα ζώα και ζώα σε ζωολογικούς κήπους παρατηρήθηκε από το 2020, ιδίως στα βιζόν της Δανίας, όπου η κυκλοφορία στους πληθυσμούς αγροκτημάτων με αυτά τα ζώα οδήγησε στην εμφάνιση νέων στελεχών. Έχει επίσης παρατηρηθεί άμεση μεταπήδηση από ανθρώπους σε άγρια ζώα, ακολουθούμενη από κυκλοφορία και εξέλιξη νέων στελεχών. Η δευτερεύουσα μεταπήδηση από τη φύση σε οικόσιτα ζώα ή ανθρώπους ή και η μεταπήδηση ξανά πίσω στην άγρια φύση από αιχμάλωτα ζώα (η τελευταία δεν έχει ακόμη παρατηρηθεί) υποδηλώνονται με διακεκομμένες γραμμές.

Η περίπτωση των μινκ

Το πρώτο ζώο που εμφανίστηκε στη βιβλιογραφία να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε μια διαρκή ενδοειδική μετάδοση αλλά και με δευτερεύον δυναμικό μεταπήδησης ήταν το μινκ (*Neovison vison*). Αναφέρθηκαν πολυάριθμα κρούσματα σε φάρμες μινκ της Ευρώπης και των ΗΠΑ. Η αρχική μόλυνση αυτών των ζώων, πιθανόν από ανθρώπους που εργάζονταν σε τέτοιες φάρμες, ακολουθήθηκε από συνεχή μετάδοση από ζώο σε ζώο που διευκολύνθηκε από τον πυκνό πληθυσμό των ζώων μέσα στους κλωβούς. Αυτή η έντονη ενδοειδική μετάδοση είχε ως αποτέλεσμα την επακόλουθη εμφάνιση νέων παραλλαγών-στελεχών, που στη συνέχεια μόλυναν ξανά ανθρώπους. Στη Δανία, ο εντοπισμός μιας τέτοιας παραλλαγής, μεταδοτικής στον άνθρωπο, που προέρχεται από μινκ, ήταν πολύ ανησυχητικός καθώς αφορούσε ανοσολογική διαφυγή, γεγονός που οδήγησε στην απόφαση μαζικής σφαγής των ζώων προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί περαιτέρω ο κίνδυνος για τον άνθρωπο. Αυτή η απόφαση θύμιζε τις οδυνηρές μαζικές σφαγές στο Ηνωμένο Βασίλειο κατά τη διάρκεια της κρίσης της BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy) τη δεκαετία του 1980, όταν θανατώθηκαν 4,4 εκατομμύρια βοοειδή, υπογραμμίζοντας παράλληλα τις ήδη υπάρχουσες ηθικού τύπου ενστάσεις για αυτές τις φάρμες. Παρόμοια κρούσματα φαίνεται πως παρατηρήθηκαν και αλλού, καθ' όλη τη διάρκεια της πανδημίας, αλλά αυτά τα κρούσματα έχουν σε μεγάλο βαθμό αγνοηθεί, τόσο από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης όσο και από τον επιστημονικό τύπο.

Τα κρούσματα SARS-CoV-2 σε μινκ αποκαλύπτουν το ζωονοσογόνο δυναμικό του ιού που περιλαμβάνει την περαιτέρω μεταπήδησή του από τα ζώα εκτροφής στην άγρια ζωή. Ο ιός μπορεί να ξεφύγει από τέτοιες φάρμες και να γίνει παθογόνος για τα άγρια μινκ. Για παράδειγμα, επαναλαμβανόμενα επεισόδια απόδρασης μινκ (μερικές φορές με τη βοήθεια ακτιβιστών) έχουν λάβει χώρα στη βορειοδυτική Ελλάδα, με αποτέλεσμα να υπάρχει βιώσιμος πληθυσμός ελεύθερων μινκ στην περιοχή. Η μετάδοση από ζώα που εκτρέφονται σε φάρμα σε ημι-οικόσιτα ζώα (όπως οι αδέσποτες γάτες) έχει ήδη αποδειχθεί στην Ολλανδία, ενώ η μόλυνση από άγρια ζώα έχει ήδη αναφερθεί στην Ισπανία.

Η ιστορία με τα μινκ δείχνει πώς μπορεί να συμβεί μεταπήδηση του ιού από τον άνθρωπο στα ζώα και ότι το γεγονός αυτό μπορεί να ακολουθηθεί από διαρκή κυκλοφορία στον πληθυσμό των ζώων που οδηγεί ακολούθως στην εξέλιξη νέων παραλλαγών-στελεχών, τα οποία με τη σειρά τους μπορούν να μεταπηδήσουν ξανά στους ανθρώπους. Ωστόσο, αυτό δεν συμβαίνει απαραίτητα με όλα τα οικόσιτα ζώα.

COVID σε ζωολογικούς κήπους και κατοικίδια

Η επόμενη σημαντική ιστορία μόλυνσης ζώων κατά τη διάρκεια της πανδημίας αφορούσε ζώα σε αιχμαλωσία, συμπεριλαμβανομένων των πολυαναφερόμενων περιπτώσεων λιονταριών και τίγρεων στον ζωολογικό κήπο της Νέας Υόρκης. Τα ζώα στους ζωολογικούς κήπους συνήθως είναι απομονωμένα από άλλα ζώα και μολύνονται από το προσωπικό του ζωολογικού κήπου, τους χειριστές ή τους παρόχους τροφής. Αλλά για πιο φιλικά προς τον άνθρωπο ζώα, η μόλυνση από επισκέπτες είναι επίσης μια πιθανότητα. Κατά τη διάρκεια της πανδημίας, αναφέρθηκαν πολλές περιπτώσεις ομαδικών κρουσμάτων σε όλο τον κόσμο που αφορούσαν πολλά και διαφορετικά είδη ζώων, κυρίως γορίλλες, πούμα, ιπποπόταμους, λεοπαρδάλεις του χιονιού, ύαινες, βίδρες καθώς επίσης λιοντάρια και τίγρεις. Οι λοιμώξεις από τον SARS-CoV-2 στους ζωολογικούς κήπους συνήθως περιορίζονται σε μεμονωμένα άτομα ή μικρές ομάδες, καθώς η χωρική απομόνωση των ζώων σε αιχμαλωσία αποκλείει την εξέλιξη τέτοιων ομαδικών μολύνσεων σε οικολογικά σημαντικά γεγονότα. Παραμένει άγνωστο εάν αυτά τα ομαδικά κρούσματα θα μεταφραστούν σε διαρκή ιική κυκλοφορία σε έναν άγριο πληθυσμό του ίδιου ή συγγενικού ζωικού είδους. Επομένως, αυτά τα καταγεγραμμένα συμβάντα αποτελούν περισσότερο απόδειξη της πιθανότητας μόλυνσης παρά απόδειξη ενεργούς συμβολής τους στην πανδημική αλυσίδα.

Στα κατοικίδια, από την άλλη, εμφανίζεται μια διαφορετική μορφή μεταπήδησης. Έχουν υπάρξει πολλές αναφορές μετάδοσης του SARS-CoV-2 σε γάτες και σκύλους. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι οι γάτες μπορούν να μολυνθούν, μετά την προσβολή του ιδιοκτήτη τους από SARS-CoV-2, με ποικίλα ποσοστά θετικότητας. Το ποσοστό θετικότητας έφτασε το 52% των δειγμάτων σε

μια καναδική μελέτη, η οποία ανέφερε επίσης ποσοστό 41% για οικιακούς σκύλους των οποίων ο ιδιοκτήτης είχε επίσης μολυνθεί. Σε νοικοκυριά με πολλά κατοικίδια, η μετάδοση από ζώο σε ζώο φαίνεται πολύ πιθανή, αλλά δεν υποστηρίζεται από βιβλιογραφικές αναφορές. Η εμπειρία από μελέτες σε αδέσποτες γάτες και σκύλους που ζουν σε περιβάλλον με έντονη δυνατότητα μετάδοσης έχουν δείξει εξαιρετικά χαμηλά ποσοστά μόλυνσης. Άλλες μελέτες, από την Ιταλία και την Ισπανία, έχουν δείξει περιορισμένη κυκλοφορία του ιού σε γάτες. Αντίθετα, μελέτες σε αδέσποτα σκυλιά στον Ισημερινό (όπου υπάρχει εξαιρετικά υψηλή ιική κυκλοφορία μεταξύ των ανθρώπων) έδειξαν υψηλή θετικότητα. Συνολικά, οι οικόσιτες γάτες και οι σκύλοι δεν έχουν αποδειχθεί σταθερός φορέας δευτερογενούς μετάδοσης στον άνθρωπο ή σε άλλα είδη. Ενώ προσβάλλονται εύκολα από την ασθένεια, δεν φαίνεται πιθανό να λειτουργούν ούτε ως σημαντικοί φορείς ούτε ως δεξαμενές για τον SARS-CoV-2.

Ο COVID στα άγρια ζώα

Η εμπειρία στους ζωολογικούς κήπους δείχνει ότι η διαρροή του COVID στα άγρια ζώα μπορεί σίγουρα να συμβεί. Θα μπορούσε όμως η διαρροή αυτή να μετατραπεί σε κυκλοφορία οικολογικής σημασίας με πιθανότητα δευτερογενούς μεταπήδησης; Σε αυτό το πλαίσιο, η πιο σημαντική περίπτωση είναι αυτή του λευκόουρου ελαφιού (*Odocoileus virginianus*). Αυτό το ελάφι είναι το είδος στο οποίο ο SARS-CoV-2 κατάφερε να φιλοξενηθεί πιο αποτελεσματικά. Τα γονιδιωματικά δεδομένα δείχνουν ότι αυτά τα ελάφια, σε πολλές περιπτώσεις, είχαν μολυνθεί από ανθρώπους. Με βάση τις αρχικές αναφορές, τα ποσοστά θετικότητας ήταν συστηματικά υψηλά (αυξημένα το 2021 σε σύγκριση με το 2020) σε πληθυσμούς λευκόουρων ελαφιών σε διάφορες περιοχές των ΗΠΑ και του Καναδά, υποδηλώνοντας μετάδοση μεταξύ των ειδών. Οι πιο ανησυχητικές πτυχές της κυκλοφορίας του ιού στο ελάφι που έχουν παρατηρηθεί μέχρι στιγμής είναι η εμφάνιση ιδιόμορφων παραλλαγών-στελεχών SARS-CoV-2, η εμμονή παλαιότερων παραλλαγών-στελεχών που προκαλούν ανησυχία (πολύ καιρό αφότου έχουν πάψει να ανιχνεύονται σε ανθρώπους) και περαιτέρω η διάχυση στους ανθρώπους (μέσω κυνηγιού).

Ήμασταν τυχεροί που ανακαλύψαμε την κυκλοφορία του ιού στα ελάφια και μπορέσαμε έτσι να ανιχνεύσουμε και να χαρακτηρίσουμε τον ιό, αλλά αυτό ήταν ένα τυχαίο αποτέλεσμα επειδή από τα ελάφια λαμβάνονταν συνεχώς δείγματα για άλλους επιστημονικούς λόγους. Η ιογενής ενδημικότητα στα ελάφια της Βόρειας Αμερικής σηματοδοτεί μια από τις πιο αξιοσημείωτες ελλείψεις στην παρακολούθηση του SARS-CoV-2: αν ανακαλύφθηκε μια τόσο μεγάλη κυκλοφορία ενός παθογόνου 'κατά λάθος', πώς μπορούμε να είμαστε σίγουροι ότι κάτι παρόμοιο δεν συμβαίνει ήδη σε άλλα ζωικά είδη, στα οποία δεν γίνεται καμία δειγματοληψία; Για παράδειγμα, τα ελάφια *O. virginianus*, που υπάρχουν στην Κεντρική ή στη Νότια Αμερική δεν μελετώνται σε αυτό το πλαίσιο. Θα έπρεπε να έχει ήδη διερευνηθεί εάν ο SARS-CoV-2 έχει επίσης διαρρεύσει σε αυτές τις περιοχές. Επιπλέον, θα πρέπει επίσης να αξιολογηθούν και άλλα είδη ελαφιών, όπως για παράδειγμα το *O. hemionus*, για το οποίο έχουν αναφερθεί μεμονωμένα θετικά περιστατικά, αλλά και άλλα είδη ελαφιών των οποίων οι υποδοχείς ACE2 μοιάζουν πολύ με τον ανθρώπινο ACE2 και μπορούν επομένως να υποφέρουν από ανάστροφες μεταπηδήσεις.

Πίνακας 1. Αριθμός ειδών ζώων που, σύμφωνα με τις υπάρχουσες μελέτες, εμπλέκονται σε δευτερογενείς μεταπηδήσεις του SARS-CoV-2.

Εύρος μετάδοσης	Αριθμός ειδών
Τεκμηριωμένη εκτεταμένη ενδοειδική μετάδοση ή και δευτερογενής μεταπήδηση	2
Αναφορές μετάδοσης με δυνατότητα δευτερογενούς μεταπήδησης ή εκτεταμένης ενδοειδικής μετάδοσης	2
Αναφορές μικρών ομάδων ατόμων	5
Αναφορές μεμονωμένων περιστατικών	22
Δευτερεύουσες μεταπηδήσεις	7

Δεδομένου ότι η ανακάλυψη μιας τόσο μεγάλης κυκλοφορίας στα λευκόουρα ελάφια ήταν ουσιαστικά ένα ατύχημα, είμαστε υποχρεωμένοι να εξετάσουμε και το επόμενο ερώτημα: πόσα άλλα άγρια είδη έχουν επηρεαστεί; Άλλοι αναφερόμενοι ξενιστές του ιού είναι οι μεγάλοι τριχωτοί αρμαδίλλοι (*Chaetophractus villosus*) των αργεντίνικων πάμπας, καθώς αναφέρονται τόσο ως ζώα που μπορούν να κινούνται ελεύθερα μεταξύ των ενδιαιτημάτων του ανθρώπου και της άγριας ζωής όσο και ως δεξαμενές παραλλαγών-στελεχών που προκαλούν ανησυχία και οι οποίες έχουν πάψει από καιρό να κυκλοφορούν μεταξύ των ανθρώπων (π.χ. η παραλλαγή Gamma). Μία από τις θεωρίες για την προέλευση της παραλλαγής Omicron, για παράδειγμα, που ξάφνιασε τον επιστημονικό κόσμο, είναι ότι προέκυψε από ποντίκια αρχικά μολυσμένα από ανθρώπους (ή από πηγές που σχετίζονται με τον άνθρωπο). Η θεωρία προυποθέτει μια έντονη κυκλοφορία του παθογόνου μεταξύ των ποντικών για παρατεταμένη χρονική περίοδο που οδήγησε σε προσαρμοστικές μεταλλάξεις και στη συνέχεια σε μια νέα παραλλαγή, η οποία με τη σειρά της μεταπήδησε ξανά στους ανθρώπους. Υπάρχουν βέβαια και άλλες υποθέσεις, όπως η παρατεταμένη θετικότητα των ανοσοκατεσταλμένων ανθρώπων που ευνοεί την εμφάνιση νέων παραλλαγών. Επομένως, χρειάζεται περαιτέρω ερευνητική προσπάθεια για να διευκρινιστεί η πραγματική προέλευση του στελέχους Omicron.

Συμπεράσματα

Οι πανδημίες δεν περιορίζονται μόνο στους ανθρώπους αλλά αφορούν και άλλους οργανισμούς. Ενώ αναγνωρίζε-

ται (από τους περισσότερους) η ζωονοσογόνος προέλευση της πανδημίας SARS-CoV-2, ένα ζήτημα που παραμελήθηκε ήταν η ανάστροφη μεταπήδηση (spill-back) -από τον άνθρωπο ξανά πίσω στα ζώα. Έχουν αναφερθεί πολλές περιπτώσεις μεταπήδησης σε ζώα μέσα σε ζωολογικούς κήπους, σε κατοικίδια, αλλά και σε άγρια ζώα. Τα περισσότερα από αυτά τα κρούσματα είναι περιορισμένα και δεν έφτασαν σε σημαντικά επίπεδα κυκλοφορίας σε πληθυσμούς ζώων. Ωστόσο, για δύο είδη, το εξημερωμένο μινκ (*Neovison vison*) και το (άγριο) ελάφι (*Odocoileus virginianus*), η μετάδοση προχώρησε πολύ περισσότερο. Και τα δύο είδη φιλοξένησαν παρατεταμένη κυκλοφορία του SARS-CoV-2, με νέα στελέχη που εξελίχθηκαν λόγω αυτής της κυκλοφορίας και με δευτερογενείς μεταπηδήσεις στους ανθρώπους. Τα κρούσματα σε άγρια ελάφια στη Β. Αμερική είναι ιδιαίτερα ανησυχητικά επειδή η ανακάλυψη της μετάδοσης του ιού σε αυτά έγινε τυχαία, γεγονός που υποδηλώνει πως είναι πολύ πιθανό να υπάρχουν και άλλα άγρια είδη που έχουν πληγεί με παρόμοιο τρόπο, τα οποία όμως δεν γνωρίζουμε.

Η αποτυχία αναγνώρισης των σχέσεων της μολυσματικής νόσου με τα οικοσυστήματα, είναι ένας σημαντικός περιορισμός για το σύστημα υγείας μας, επειδή αγνοεί τόσο την επίδραση που έχουμε σε άλλους οργανισμούς όσο και συνακόλουθους κινδύνους για εμάς, όπως η επιτάχυνση των ρυθμών δημιουργίας νέων στελεχών [3]. Μια προσπάθεια διεπιστημονικής προσέγγισης, στην οποία θα συμμετείχαν όχι μόνο μικροβιολόγοι και ειδικοί λοιμωξιολόγοι, αλλά και επιστήμονες περιβάλλοντος, κτηνίατροι, ειδικοί στη δημόσια υγεία κ.α., θα ήταν μια ιδιαίτερα θετική εξέλιξη.

Αναφορές

[1] Pappas Georgios, Despoina Vokou, Ioannis Sainis, John M. Halley. «SARS-CoV-2 as a Zooanthroponotic Infection: Spillbacks, Secondary Spillovers, and Their Importance.» Microorganisms 10, no. 11 (2022): 2166.

[2] Daszak Peter, Andrew A. Cunningham, Alex D. Hyatt. «Emerging infectious diseases of wildlife-threats to biodiversity and human health.» Science 287, no. 5452 (2000): 443-449.

[3] Snowden Frank M. «Emerging and reemerging diseases: a historical perspective.» Immunological reviews 225, no. 1 (2008): 9-26.

«Ξερολιθιά», ένα 30λεπτο ντοκιμαντέρ για τις αναβαθμίδες

Θεοδώρα Πετανίδου, Καθηγήτρια, Εργαστήριο Βιογεωγραφίας & Οικολογίας, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Έχοντας χρησιμοποιηθεί για αιώνες και χιλιετίες ως το αποτελεσματικότερο εργαλείο διαχείρισης της γης του νησιωτικού Αιγαίου, οι αναβαθμίδες όχι μόνον έκαναν δυνατή και διαχρονικά βιώσιμη την παραγωγική διαδικασία, πρωταρχικό στόχο, άλλωστε, για τον οποίον είχαν δημιουργηθεί, αλλά και παράλληλα λειτούργησαν προσδίδοντας στα φυσικά οικοσυστήματα ικανότητα προσαρμογής στις όποιες κλιματικές και άλλες περιβαλλοντικές αλλαγές. Ταυτόχρονα, αποτέλεσαν τη βάση για τη διατήρηση ενός συνεκτικού κοινωνικού ιστού και, συναφώς, για την ανάπτυξη του ανυπέρβλητου πολιτισμού του Αιγαίου.

Κατά τη διάρκεια υλοποίησης του έργου LIFE TERRACESCAPE – Μετατροπή των εγκαταλειμμένων τοπίων αναβαθμίδων σε Πράσινες Υποδομές μέσω Συμμετοχικής Επιστασίας Γης για καλύτερη προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (http://www.lifeterracescape.aegean.gr/) που, χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, είχε θέσει ως σκοπό τη λειτουργική αποκατάσταση μεγάλης έκτασης αναβαθμίδων της Νήσου Άνδρου, μέσω επανακαλλιέργειάς τους με την επικουρία του πρώτου Οργανισμού Συμμετοχικής Επιστασία Γης στη χώρα μας, δημιουργήθηκε η «Ξερολιθιά», ένα 30λεπτο ντοκιμαντέρ που φιλοδοξεί να ευαισθητοποιήσει τους πολίτες σχετικά με τις ποικίλες αξίες του αναβαθμιδωμένου τοπίου· μια υποδομή που σήμερα καταρρέει.

Το ντοκιμαντέρ σκιαγραφεί τη διαχρονική σχέση των νησιωτών με το τοπίο του Αιγαίου, εστιάζοντας στη γένεση και καλλιέργεια των αναβαθμίδων, απόλυτα συνυφασμένων με τη νησιώτικη ζωή. Παρουσιάζεται το παρελθόν, παρόν και μέλλον της καλλιέργειας σε αναβαθμίδες, η πολιτιστική και οικολογική τους αξία, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην περιβαλλοντική σημασία τους, μέσα από τη διαχρονική λειτουργία τους ως Πράσινες Υποδομές που αποτελούν εργαλείο ανυπέρβλητο για την ανάσχεση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής που απειλούν σήμερα το Αιγαίο.

Στο ντοκιμαντέρ αποτυπώνονται βιώματα της καθημερινής αγροτικής ζωής των κατοίκων της Άνδρου, προβάλλονται οι παραδοσιακές γεωργικές πρακτικές που εφαρμόσθηκαν διαχρονικά και αναδεικνύεται η τέχνη της ξερολιθιάς, η οποία το 2018 εντάχθηκε από την UNESCO στον Αντιπροσωπευτικό Κατάλογο της Άυλης Πολιτιστικής Κληρονομιάς της Ανθρωπότητας.

Η πρώτη προβολή του ντοκιμαντέρ έγινε στις 10 Σεπτεμβρίου 2022 στην Άνδρο, κατά τα εγκαίνια της έκθεσης

Αναβαθμίδες του Αιγαίου: Εικόνες από το Παρελθόν έως το Μέλλον που πραγματοποιείται στην Καΐρειο Βιβλιοθήκη της Χώρας (10.09.2022 – 31.01.2023). Τον Οκτώβριο, το ντοκιμαντέρ έλαβε το Βραβείο Καλύτερου Ντοκιμαντέρ (Odysseus Awards) στο 1ο Διεθνές Φεστιβάλ Κινηματογράφου Επιδαύρου 2022, όπου διακρίθηκε μεταξύ πολλών ταινιών μεγάλου και μικρού μήκους. Η σκηνοθεσία είναι του Στέλιου Χαραλαμπόπουλου, επιστημονικώς υπεύθυνη η Θεοδώρα Πετανίδου, και η παραγωγή του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Ψήγματα του ντοκιμαντέρ είναι διαθέσιμα στην ιστοσελίδα του έργου:

- http://www.lifeterracescape.aegean.gr/mia-progeysi-tou-ntokimanter-xerolithia-smileyontas-topia-stis-aimasies-tou-aigaiou-n-76
- http://www.lifeterracescape.aegean.gr/to-2o-demo-tou-eperxomenou-ntokimanter-xerolithia-smileyontas-topia-stis-aimasies-tou-aigaiou-n-95
- http://www.lifeterracescape.aegean.gr/mia-deyterimatia-sto-eperxomeno-ntokimanter-xerolithia-smileyontas-topia-stis-aimasies-tou-n-81

Συντελεστές:

Σκηνοθεσία: Στέλιος Χαραλαμπόπουλος
Επιστημονικώς υπεύθυνη: Θεοδώρα Πετανίδου
Παραγωγή: Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Video για την ποικιλότητα των επικονιαστών

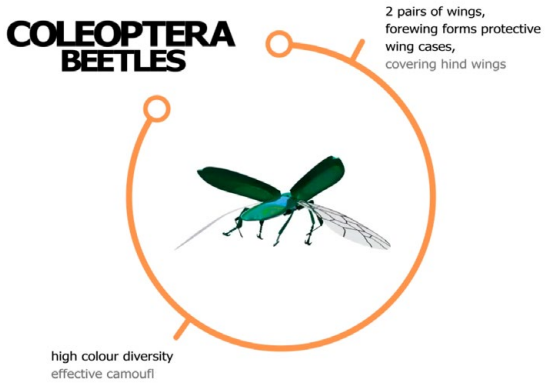
Θεοδώρα Πετανίδου, Καθηγήτρια, Εργαστήριο Βιογεωγραφίας & Οικολογίας, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

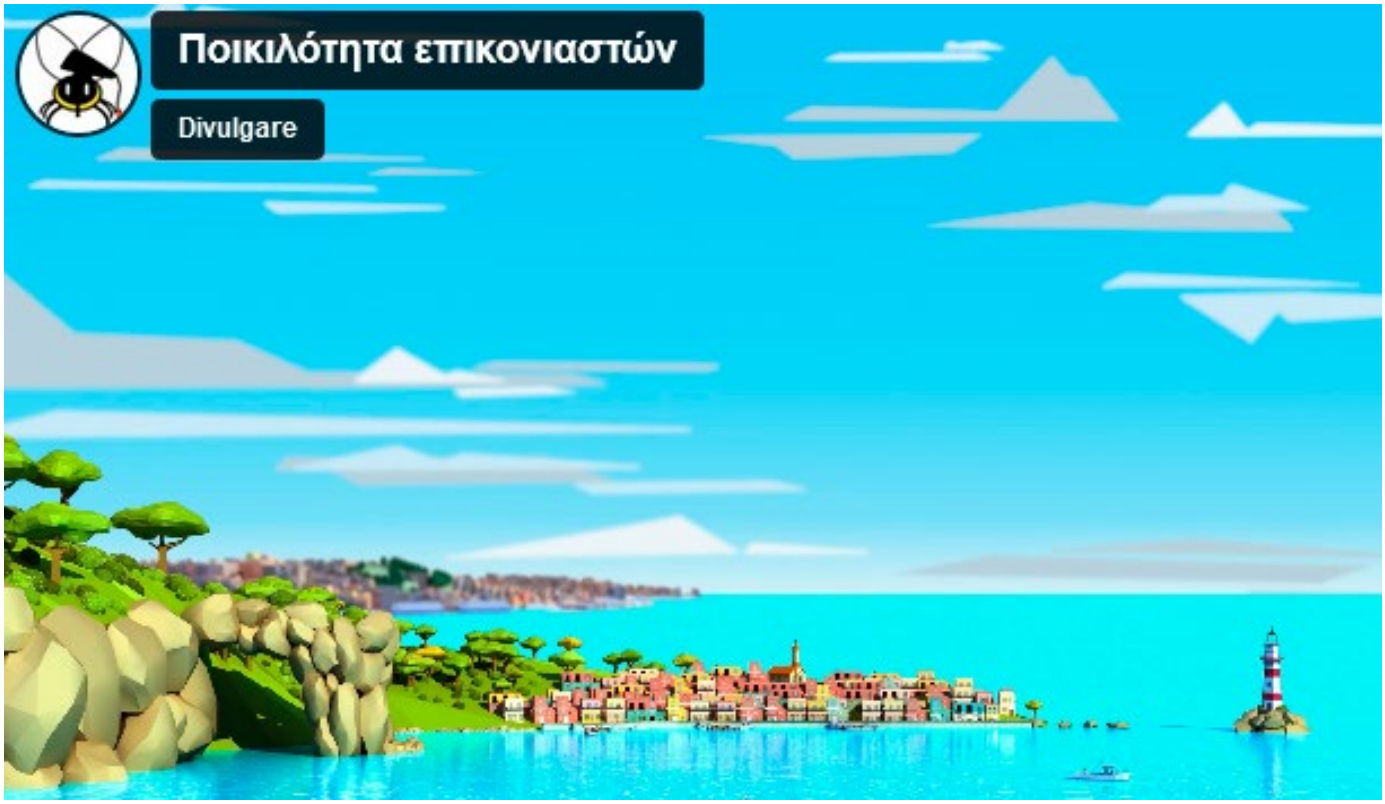
Σε μια χώρα που της αξίζει να υπερηφανεύεται για τη βιοποικιλότητα των επικονιαστών της, η οποία ξεπερνά σε μέγεθος εκείνη άλλων χωρών πολύ μεγαλύτερων σε μέγεθος, ακόμη και Μεσογειακών, όπως της Ιταλίας και Ισπανίας, η γνώση για τους επικονιαστές είναι ανολοκλήρωτη, και η επίγνωση για τα έντομα αυτά μηδενική. Φυσικά ανύπαρκτη είναι και η αιγίδα για τους επικονιαστές, μιας και όλοι μας φροντίζουμε αυτό που γνωρίζουμε, τουλάχιστον γνωρίζουμε ότι υπάρχει. Με αυτά τα δεδομένα, η απουσία μέριμνας για σύσταση «Εθνικής Πρωτοβουλίας για τους Επικονιαστές» στην Ελλάδα, όπως αναμένεται ως επιταγή της «Πρωτοβουλίας της ΕΕ για τους Επικονιαστές», του 2018, δεν αποτελεί έκπληξη.

Στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Έργου LIFE 4 Pollinators (www.life4pollinators.eu) που αφορά στη Μεσόγειο, δημιουργήθηκε πολυπληθές εκλαϊκευτικό υλικό για την αναγνώριση των εντόμων αυτών, καθώς και των φυτών-εταίρων τους. Το υλικό, που χρησιμοποιείται ήδη σε δράσεις επιστήμης των πολιτών, έχει μεταγλωττισθεί και στην Ελληνική και αναρτηθεί στη σχετική ιστοσελίδα του Έργου (https://www.life4pollinators.eu/el). Στην ίδια σελίδα έχει αναρτηθεί και ένα μικρό video – μια πρώτη προσπάθεια ενημέρωσης στην Ελληνική, σχετικά με την ποικιλότητα των επικονιαστών στη χώρα μας και την Ευρώπη γενικώς, με σκοπό να πληροφορήσει τους μη ειδικούς και να εξάρει το ενδιαφέρον για περισσότερη γνώση που γρήγορα θα μεταφραστεί σε πράξεις μέριμνας για τους επικονιαστές της χώρας μας. Ελπίζουμε να διαδοθεί!

Εκτός από την παραπάνω ιστοσελίδα του Έργου, το video είναι επίσης διαθέσιμο και στο

https://vimeo.com/771069326





Ενσωματώνοντας τέσσερεις διαστάσεις στο συστηματικό σχεδιασμό διατήρησης της φύσης

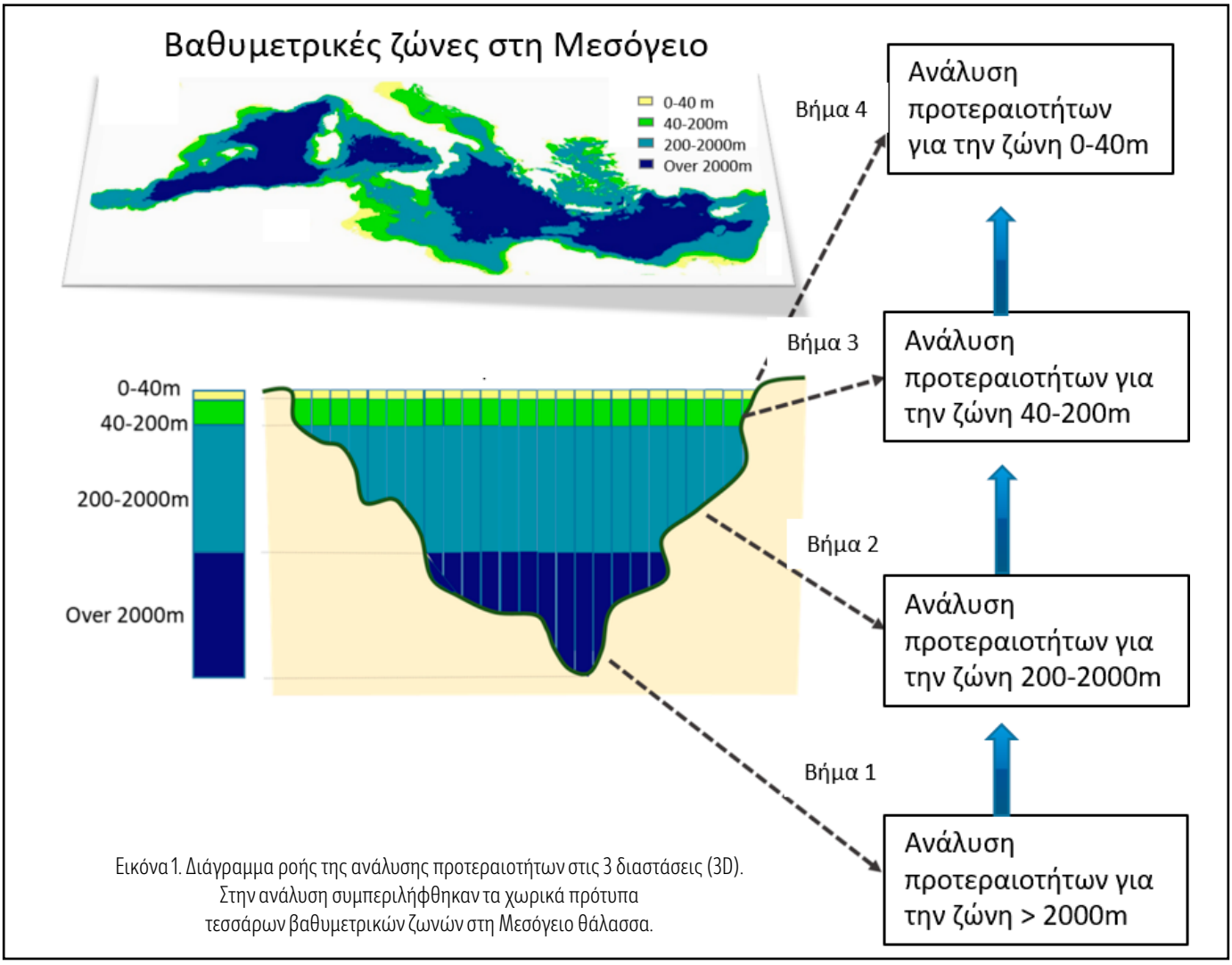
Αγγελική Δόξα, μεταδιδ. ερευνήτρια ΑΠΘ, Τμήμα Βιολογίας, **Στέλιος Κατσανεβάκης**, Καθηγητής Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Ωκεανογραφίας και θαλασσίων Βιοεπιστημών, **Αντώνιος Μαζάρης**, Αναπληρ. Καθηγητής ΑΠΘ, Τμήμα Βιολογίας

Μία πρόσφατη δημοσίευση στο περιοδικό Global Change Biology, ανάδειξε την αναγκαιότητα για την οριοθέτηση μελλοντικών, «κλιματικά ευφυών» καταφυγίων θαλάσσιας βιοποικιλότητας (Doxa et al. 2022, DOI: 10.1111/gcb.16268). Οι ερευνητές ανέπτυξαν μία πρωτοποριακή προσέγγιση που επιτρέπει την χωρική αναγνώριση κρίσιμων ενδιαιτημάτων, λαμβάνοντας υπόψη 4 διαστάσεις: το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, το βάθος των ωκεανών καθώς και τον χρόνο. Διαμορφώθηκαν μελλοντικά σενάρια για το πώς πιθανολογείται να κατανεμηθεί η θαλάσσια βιοποικιλότητα της Μεσογείου μέχρι το 2100. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι παροντικές και μελλοντικές κατανομές 2043 ειδών, συμπεριλαμβάνοντας όλα τα απειλούμενα είδη της Μεσογείου. Ταυτόχρονα, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ποσοτικοποιημένη χωρική ανάλυση και προβλεπτικά μοντέλα για την ταχύτητα της κλιματικής αλλαγής και την επίδρασή της στη βιοποικιλότητα, μέσω μίας καινοτόμου μεθοδολογίας για την αναγνώριση κλιματικών καταφυγίων (η οποία δημοσιεύτηκε στο ίδιο περιοδικό στις αρχές του έτους Doxa et al. 2022, DOI: 10.1111/gcb.16072). Στην ερευνητική αυτή προσπάθεια συνεργάστηκαν ερευνητές του Τμήματος Βιολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, του Τμήματος Ωκεανογραφίας από το Πανεπιστήμιο Αιγαίου, του Πανεπιστήμιο του Plymouth (UK) αλλά και ερευνητές από το Albert-Ludwigs (Germany), το GEOMAR (Germany) και το κέντρο Quantitative Aquatics (Philippines).

Οι θαλάσσιες προστατευόμενες περιοχές (ΘΠΠ) αποτελούν παγκοσμίως ίσως το σημαντικότερο εργαλείο διαχείρισης και προστασίας των παράκτιων και ωκεάνιων οικοσυστημάτων. Όντας στην πλειονότητά τους σε κοντινές από την ακτογραμμή περιοχές (νηριτική ζώνη), οι ΘΠΠ εκτίθενται στην επίδραση διαφόρων ανθρωπογενών παραγόντων, όπως ρύπανση, αλιεία και όχληση π.χ από τουριστικές δραστηριότητες. Δρώντας συνεργατικά με τους παραπάνω παράγοντες, η κλιματική αλλαγή αποτελεί μία από τις κυριότερες απειλές για τους θαλάσσιους οργανισμούς και τα οικοσυστήματα, επιδρώντας άμεσα ή έμμεσα στην δυναμική των πληθυσμών και στην χωρική κατανομή των ειδών. Έχει παρατηρηθεί, για παράδειγμα, ότι πολλά είδη μετακινούνται σε γεωγραφικά βορειότερες περιοχές ή/και σε χαμηλότερα βάθη, για να μπορέσουν να ανταποκριθούν στις συνεχώς αυξανόμενες θερμοκρασίες στα μέχρι τώρα ενδιαιτήματά τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, είδη τα οποία συμπεριλαμβάνονται σε ΘΠΠ να κινδυνεύουν να βρεθούν σύντομα εκτός των ορίων προστασίας των περιοχών αυτών. Δεδομένης της πληθώρας στοιχείων που τεκμηριώνουν « διαχειριστικά κενά » που θα δημιουργηθούν λόγω πιθανών μετατοπίσεων των ειδών, γεννιόνται κάποια κρίσιμα ερωτήματα: ποια θα είναι η επίπτωση της κλιματικής αλλαγής σε 50 ή 80 χρόνια από σήμερα αναφορικά με τις ΘΠΠ και τα είδη για τα οποία, σε μεγάλο βαθμό, οι υπάρχουσες ΘΠΠ συστάθηκαν για να προστατεύσουν; Παραδοσιακές, στατικές προσεγγίσεις οριοθέτησης κρίσιμων ενδιαιτημάτων θα παραμείνουν επαρκείς για να μετριάσουν ή να αναχαιτίσουν τις πολλαπλές επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στα διάφορα βάθη;

Η ερευνητική ομάδα προσέγγισε τα παραπάνω ερωτήματα προτείνοντας μία σπονδυλωτή προσέγγιση. Χρησιμοποιήθηκαν αλγόριθμοι συστηματικού χωρικού σχεδιασμού, που επιτρέπουν την αξιολόγηση και ιεράρχηση περιοχών ανάλογα με τον τωρινό και μελλοντικό τους ρόλο στην διατήρηση των ειδών. Η ανάλυση αυτή, αξιοποιείται για τον προσπορισμό προτεραιοτήτων για την διατήρηση, ορίζει τις πιο κρίσιμες ή αλλιώς, πιο αναντικατάστατες για την διατήρηση περιοχές, των οποίων η απώλεια συνεπάγεται και ταυτόχρονη απώλεια βιοποικιλότητας. Με δεδομένη την τρισδιάστατη υπόσταση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, οι ερευνητές θεώρησαν ότι οι κρίσιμες για την βιοποικιλότητα περιοχές θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα αφθονίας ειδών σε διαφορετικές βαθυμετρικές ζώνες. Για να ικανοποιήσουν το κριτήριο αυτό, ανέπτυξαν μία καινούργια μέθοδο ανάλυσης προτεραιοτήτων, η οποία επιτρέπει την επιλογή περιοχών βάσει γεωγραφικού πλάτους και μήκους, λαμβάνοντας όμως και πληροφορία από βαθύτερα θαλάσσια στρώματα, οδηγώντας σε προτεραιοποίηση στις 3 διαστάσεις. Για την ανάλυση αυτή, αξιοποιήθηκαν οι τωρινές κατανομές όλων των θαλάσσιων ειδών της Μεσογείου, οι οποίες και διαχωρίστηκαν σε βαθυμετρικές ζώνες ανάλογα με το βαθυμετρικό εύρος στο οποίο απαντάται το κάθε είδος. Στη συνέχεια, μέσω συστηματικού χωρικού σχεδιασμού, επετράπη η ανάδειξη των πλέον αναντικατάστατων περιοχών για το σύνολο των βαθυμετρικών ζωνών στη στήλη του νερού.

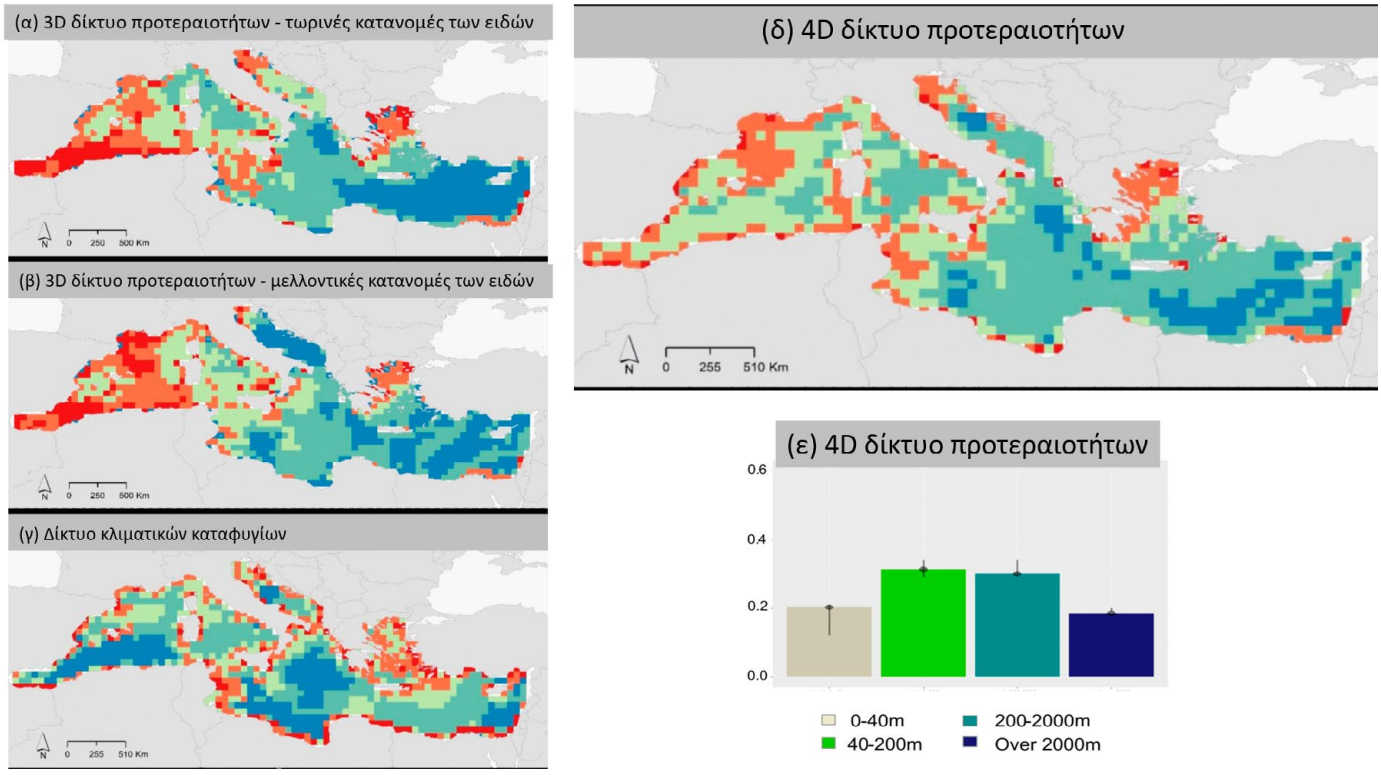
Για την τελική ιεράρχηση και επιλογή των περιοχών



Εικόνα 1. Διάγραμμα ροής της ανάλυσης προτεραιοτήτων στις 3 διαστάσεις (3D). Στην ανάλυση συμπεριλήφθηκαν τα χωρικά πρότυπα τεσσάρων βαθυμετρικών ζωνών στη Μεσόγειο θάλασσα.

αξιοποιήθηκαν και επιπλέον κριτήρια που έδιναν έμφαση στις δυνητικές συνθήκες σταθερότητας τόσο της κατανομής ειδών όσο και των κλιματικών συνθηκών. Ακολουθώντας την αρχή ότι οι πλούσιες σε είδη περιοχές θα πρέπει να χαρακτηρίζονται και από σταθερότητα στον χρόνο, οι ερευνητές ανέδειξαν στην μελέτη τους τις περιοχές όπου υψηλά επίπεδα αφθονίας ειδών προβλέπεται να διατηρηθούν και στο μέλλον. Μεθοδολογικά για την εκπλήρωση αυτού του κριτηρίου, εφαρμόστηκε η ίδια τρισδιάστατη προσέγγιση χωρικού σχεδιασμού, χρησιμοποιώντας αυτή τη φορά, τις μελλοντικές κατανομές (για το 2100) των ειδών της Μεσογείου, όπως αυτές προέκυψαν με χρήση κλιματικών μοντέλων κατανομής. Τέλος, ανεξάρτητα από κριτήρια που αφορούν στα είδη και στις κατανομές αυτών, οι ερευνητές αναγνώρισαν περιοχές ως κλιματικά καταφύγια, θεωρώντας ότι οι κρίσιμες για την βιοποικιλότητα περιοχές θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από κλιματική σταθερότητα στο χρόνο αλλά και κλιματική ετερογένεια στο χώρο. Η λογική πίσω από αυτή την ιδέα είναι ότι οι περιοχές αυτές έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να ευνοήσουν την βιοποικιλότητα στο μέλλον, είτε γιατί οι μεταβολές στις κλιματικές τους συνθήκες προβλέπονται να είναι μικρές είτε γιατί ακόμα και αν χρειαστεί τα είδη να μετακινηθούν, λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών, το πιθανότερο είναι να βρουν ευνοϊκά κλίματα σε σχετικά κοντινές αποστάσεις από τα αρχικά τους ενδιαιτήματα. Για το τελικό αυτό κριτήριο, οι ερευνητές αξιοποίησαν κλιματικά δεδομένα σχετικά με την θερμοκρασία της θάλασσας στην επιφάνεια και τον βυθό και υπολόγισαν την κλιματική σταθερότητα στον χρόνο, μέσω αλγόριθμων κλιματικών ανάλογων, καθώς και την κλιματική ετερογένεια στο χώρο, με χρήση αλγόριθμων εντροπίας.

Η ανάλυση προτεραιοτήτων στις 4 διαστάσεις προέκυψε από τον συνδυασμό όλων των παραπάνω κριτηρίων, δηλαδή των κρίσιμων διαχειριστικά περιοχών βάσει τωρινών και μελλοντικών κατανομών της θαλάσσιας βιοποικιλότητας αλλά και κλιματικών χαρακτηριστικών της Μεσογείου. Η μελέτη κατέδειξε την σημαντικότητα παράκτιων αλλά και θαλάσσιων περιοχών μεγάλου βάθους για την διατήρηση της βιοποικιλότητας.



Εικόνα 2. (α-γ) Δίκτυα προτεραιοτήτων με βάση τις τωρινές, τις μελλοντικές (2100) κατανομές των ειδών στις 3 διαστάσεις και τα κλιματικά καταφύγια. (δ) Το δίκτυο προτεραιοτήτων στις 4 διαστάσεις (4D) προκύπτει από τον συνδυασμό των (α),(β) και (γ). Οι κρίσιμες περιοχές μέγιστης προτεραιότητας φαίνονται με κόκκινο και μέτριας προς υψηλής προτεραιότητας με πορτοκαλί. (ε) Το ποσοστό των κρίσιμων περιοχών ανά βαθυμετρική ζώνη.

Το Αιγαίο αλλά και περιοχές της Νότιας Μεσογείου χαρακτηρίστηκαν από έντονη χωρική κλιματική ετερογένεια. Παράλληλα το Αιγαίο αλλά και τμήματα της Δυτικής Μεσογείου αναγνωρίστηκαν ως ιδιαιτέρως σημαντικές περιοχές για την διατήρηση των τωρινών και μελλοντικών κατανομών της θαλάσσιας βιοποικιλότητας της Μεσογείου.

Η σύγκριση της προσέγγισής αυτής με πιο στατικές (π.χ. δυσδιάστατες) χωρικά και χρονικά προσεγγίσεις κατέδειξε σύνολο περιορισμών που επιβάλλουν οι δεύτερες στον χωρικό σχεδιασμό, οδηγώντας σε αποτελέσματα που συνήθως αγνοούν περιοχές πέρα από αυτές που βρίσκονται στην παράκτια ζώνη. Οι ερευνητές επεσήμαναν την αναγκαιότητα να συμπεριληφθούν στα δίκτυα ΘΠΠ περιοχές ανοιχτής θάλασσας, καταδεικνύοντας τον ρόλο τους για την διατήρηση της θαλάσσιας βιοποικιλότητας στο μέλλον.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία

Brito-Morales, I., Molinos, J. G., Schoeman, D. S., Burrows, M. T., Poloczanska, E. S., Brown, C. J., Ferrier, S., Harwood, T. D., Klein, C. J., McDonald-Madden, E., Moore, P. J., Pandolfi, J. M., Watson, J. E. M., Wenger, A. S., & Richardson, A. J. (2018). Climate velocity can inform conservation in a warming world. Trends in Ecology & Evolution, 33, 441-457.

Brito-Morales, I., Schoeman, D.S., Everett, J.D., Klein, C., Dunn, D., Molinos, J. G., Burrows, M. T., Buenafe, K.C., Dominguez, R. M., Possingham, H., & Richardson, A. (2022). Towards climate-smart, three-dimensional protected areas for biodiversity conservation in the high seas. Nat. Clim. Chang. 12, 402-407.

Doxa A., Almpanidou V., Katsanevakis S., Queirós A.M., Kaschner K., Garilao C., Reyes K., Mazaris A., 2022. 4D marine conservation networks: combining 3D prioritization of present and future biodiversity with climatic resilient areas. Global Change Biology, 28: 4577-4588. DOI: 10.1111/gcb.16268

Doxa, A., Kamarianakis, Y., & Mazaris, A. D. (2022). Spatial heterogeneity and temporal stability characterize future climatic refugia in Mediterranean Europe. Global Change Biology, 00:1-12. DOI: 10.1111/gcb.16072

Doxa, A., & Prastacos, P. (2020). Using Rao's quadratic entropy to define environmental heterogeneity priority areas in the European Mediterranean biome. Biological Conservation, 241, 108366.

García Molinos, J., Schoeman, D. S., Brown, C. J., & Burrows, M. T. (2019). VoCC: An R package for calculating the velocity of climate change and related climatic metrics. Methods in Ecology and Evolution, 10, 2195-2202.

García Molinos, J., Takao, S., Kumagai, N. H., Poloczanska, E. S., Burrows, M. T., Fujii, M., & Yamano, H. (2017). Improving the interpretability of climate landscape metrics: An ecological risk analysis of Japan's Marine Protected Areas. Global Change Biology, 23, 4440-4452.

Katsanevakis, S., Coll, M., Fraschetti, S., Giakoumi, S., Goldsborough, D., Mačić, V., Mackelworth, P., Rilov, G., Stelzenmüller, V., Albano, P. G., Bates, A. E. , Bevilacqua, S., Gissi, E., Hermoso, V., Mazaris, A, D., Pita, C., Rossi, V., Teff-Seker, Y., & Yates, K. (2020). Twelve recommendations for advancing marine conservation in European and contiguous seas. Frontiers in Marine Science, 7, 879.

Mazaris, A. D., Almpanidou, V., Giakoumi, S., & Katsanevakis, S. (2018). Gaps and challenges of the European network of protected sites in the marine realm. ICES Journal of Marine Science, 75, 190-198.

Mazaris, A.D., Kallimanis, A., Gissi, E., Pipitone, C., Danovaro, R., Claudet, J., Rilov, G., Badalamenti, F., Stelzenmüller, V., Thiault, L., Benedetti-Cecchi, L., Goriup, P., Katsanevakis, S., Fraschetti, S., (2019). Threats to marine biodiversity in European protected areas. Science of The Total Environment 677, 418-426

Rocchini, D., Marcantonio, M., & Ricotta, C. (2017). Measuring Rao's Q diversity index from remote sensing: An open source solution. Ecological Indicators, 72, 234-238.

Έρευνα της μακροχρόνιας δυναμικής του τοπίου βασισμένη σε αφήγηση περιηγητή του 19ου αιώνα

Βασίλης Δέτσης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Οικονομίας & Βιώσιμης Ανάπτυξης Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Είναι πλέον κοινός τόπος ότι η κατανόηση της σημερινής κατάστασης της φύσης και των τοπίων απαιτεί και την κατανόηση της μακροχρόνιας ιστορικής τους πορείας. Η ανάγκη για ακριβέστερες αναπαραστάσεις της ιστορικής κατάστασης και δυναμικής αυξάνεται καθώς τα μοντέλα που επιχειρούν την προσέγγιση μεγάλης κλίμακας οικολογικών διεργασιών, όπως το ισοζύγιο άνθρακα ή οι οικοσυστημικές υπηρεσίες, βασίζονται σε πολύ αδρές παραδοχές που επιπλέον ελάχιστα διαφοροποιούνται γεωγραφικά. Ο περιορισμός του χρονικού πλαισίου της σχετικής έρευνας στην εποχή της αεροφωτογραφίας δεν είναι πλέον ικανοποιητικός. Η έλλειψη τυπικών, για την κοινότητα των οικολόγων, πηγών από προγενέστερες περιόδους μπορεί να αντιμετωπιστεί με την αξιοποίηση μη τυπικών πηγών. Μία τέτοια προσπάθεια με τίτλο «Long-Term Landscape Dynamics to Assess Land Degradation Hypotheses—An Exploratory Study of Evidence from Travelers' Narrations» δημοσιεύτηκε από τους Δέτση, Γκαδόλου, Κουτσοβούλου, Τόλια πρόσφατα. Χρησιμοποιήθηκε το έργο του W.M. Leake «Travels in the Morea», στο οποίο περιγράφονται ταξίδια μεταξύ 1805-1806. Ο Leake ενδιαφεροταν κυρίως για τις αρχαιολογικές τοποθεσίες αλλά παραθέτει επίσης πληροφορίες για το σύστημα διοίκησης, την οικονομία, τις στρατιωτικές δυνάμεις και οχυρώσεις αλλά και περιγραφές τοπίων στις περιοχές που επισκέπτεται. Η λεπτομερής περιγραφή των διαδρομών που ακολούθησε σε συνδυασμό με τον ψηφιοποιημένο χάρτη της, περίπου σύγχρονης, Γαλλικής Αποστολής του Μοριά, επέτρεψε τη γεωαναφορά των περιγραφών του. Από τις 482 τέτοιες περιγραφές 464 διατηρήθηκαν για την ανάλυση. Χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονα δεδομένα του προγράμματος CORINE για τη σύγκριση και συμπληρωματικά τα δεδομένα της χαρτογράφησης των οικοτόπων για τις περιγραφές που αφορούσαν θέσεις εντός προστατευομένων περιοχών.

William Martin Leake

Τα κυριότερα ευρήματα αφορούσαν την αύξηση των καλλιεργούμενων περιοχών σε βάρος της φυσικής βλάστησης καθώς και τις ενδείξεις υποβάθμισης ορισμένων τύπων φυσικής βλάστησης. Σχετικά με το πρώτο, οι θέσεις με φυσική βλάστηση (κατηγορία 3 του CORINE) μειώθηκαν από το 51% του συνόλου σε 37% ενώ οι καλλιεργούμενες αυξήθηκαν από 42% σε 56%. Η διαφορά αυτή υποτιμά τον πραγματικό αριθμό μεταβάσεων καθώς υπήρξε και ένας σχετικά μικρός αριθμός θέσεων όπου η μετάβαση έγινε από καλλιέργειες προς φυσική βλάστηση. Η ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης έδειξε ότι η μετάβαση από φυσική βλάστηση προς καλλιέργειες συσχετίζεται αρνητικά με το υψόμετρο και θετικά με τη βροχόπτωση (AUC 0,831). Το υψόμετρο είναι η σημαντικότερη ερμηνευτική μεταβλητή (ιεραρχική διαμέριση 96% υψόμετρο, 4% βροχόπτωση) με αποτέλεσμα το μέσο υψόμετρο των θέσεων με φυσική βλάστηση να αυξηθεί από 484 m σε 738 m. Η αντίθετη πορεία μετάβασης από καλλιέργειες σε φυσική βλάστηση συσχετίζεται θετικά με την κλίση της τοπογραφίας (AUC 0,758).

Σχετικά με το δεύτερο πρέπει να σημειωθεί ότι δεν εντοπίστηκαν ούτε σε καλλιεργούμενες θέσεις ούτε σε θέσεις φυσικής βλάστησης μεταβάσεις που θα μπορούσαν να ερμηνευθούν ως ακραία υποβάθμιση εκτός από τόσο λίγες περιπτώσεις που δεν έχει νόημα η αξιολόγησή τους. Ωστόσο ενδείξεις υποβάθμισης υπάρχουν. Ο Leake αναφέρει την ελάτη σε 46 περιπτώσεις, οι 35 από αυτές αφορούν δάση. Οι 24 στη σύγχρονη εποχή χαρτογραφούνται ως κατηγορία CORINE 312 "δάσος κωνοφόρων", οι υπόλοιπες 11 έχουν αλλάξει χαρακτήρα με τις 9 να ταξινομούνται ως 324 "μεταβατικές δασώδεις/θαμνώδεις εκτάσεις", κατηγορία στην οποία εντάσσονται και οι θέσεις που η διάσπαση του δάσους έχει οδηγήσει σε σχετικά ανοιχτή βλάστηση με διάσπαρτα δένδρα μεγάλης ηλικίας (χάρτης 1). Μόλις δύο θέσεις καταγράφονται ως κέρδος της κατηγορίας 312 σε σχέση με το παρελθόν. Ενδιαφέρον έχει ότι δύο από τις θέσεις που παραμένουν στην κατηγορία 312 ταξινομούνται ως δάση μαύρης πεύκης στη χαρτογράφηση των οικοτόπων. Το είδος αυτό δεν αναφέρεται πουθενά από τον Leake αλλά επίσης δεν περιλαμβάνεται στον κατάλογο των 1376 ειδών αγγειωδών φυτών της Γαλλικής Αποστολής του Μοριά που βασίστηκε σε εργασία πεδίου του 1829, ένας συνδυασμός που δημιουργεί ερωτήματα για το

εύρος της ιστορικής κατανομής της μαύρης πεύκης στην Πελοπόννησο.

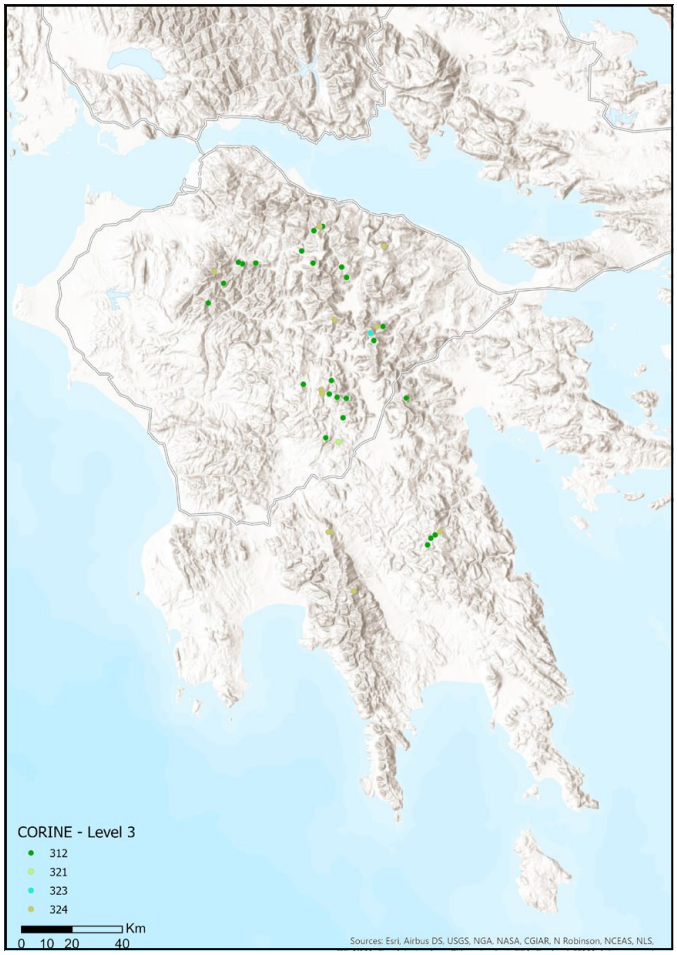
Προέκυψαν επίσης, αφού αφαιρέθηκαν οι αναφορές σε αείφυλλα είδη και μεμονωμένα δένδρα, 40 αναφορές σε δάση φυλλοβόλων δρυών. Μόλις 3 από αυτές τις θέσεις κατατάσσονται σήμερα στην κατηγορία 311 "δάσος πλατύφυλλων" και άλλες 3 εν μέρει (313 "μικτό δάσος"). Το 40% του συνόλου έχει μετατραπεί σε καλλιέργειες με την πλειονότητα να εντάσσεται στην κατηγορία 243 "γη που καλύπτεται κυρίως από γεωργία με σημαντικές εκτάσεις φυσικής βλάστησης". Άλλο ένα 40% ταξινομείται στην κατηγορία 3.2 "συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης" (χάρτης 2). Καθώς το μεσοδιάστημα είναι μεγάλο είναι πιθανό σε ορισμένες από αυτές τις θέσεις να συνέβησαν δύο μεταβάσεις: από δάση δρυός σε καλλιέργειες και πάλι πίσω προς άλλους τύπους φυσικής βλάστησης.

Συνοψίζοντας παρατηρήθηκε μεγάλης κλίμακας μετάβαση από φυσική βλάστηση προς καλλιέργειες, ένα πρότυπο το οποίο συνδέεται με τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της υπαίθρου στη διάρκεια του 19ου αιώνα και έως τα μέσα του 20ου καθώς και ενδείξεις υποβάθμισης ορισμένων τύπων βλάστησης. Απαιτείται περισσότερη έρευνα ώστε να επιβεβαιωθούν τα ευρήματα να αποσαφηνιστεί περαιτέρω το γεωγραφικό τους πλαίσιο και οι αιτιακές σχέσεις που οδηγούν τις μεταβάσεις. Για να γίνει αυτό απαιτείται ένα πυκνότερο δίκτυο εμπειρικών δεδομένων στο χώρο καθώς και δεδομένα για το ενδιάμεσο χρονικό διάστημα.

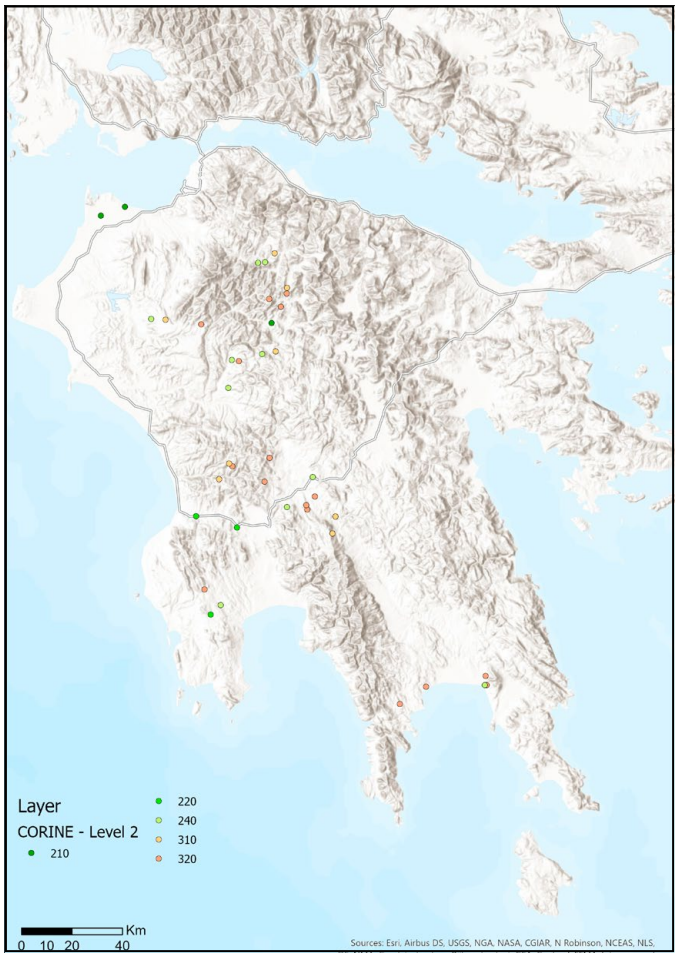
Οι γεωαναφερμένες περιγραφές μπορούν να αναζητηθούν σε μία χαρτογραφική εφαρμογή, όπως και περισσότερες πληροφορίες για το πρόγραμμα απ' όπου προέκυψαν.

Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού, Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση».

Χάρτης 1. Σύγχρονη κάλυψη γης των θέσεων με **ελατοδάση** το 19ο αιώνα σύμφωνα με το πρόγραμμα CORINE (2018). 312: Δάσος κωνοφόρων, 321: Φυσικοί βοσκότοποι, 323: Σκληροφυλλική βλάστηση, 324: Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις. Πηγή: https://www.mdpi.com/article/10.3390/su14148543/s1.



Χάρτης 2. Σύγχρονη κάλυψη γης των θέσεων με **δάση φυλλοβόλων δρυών** το 19ο αιώνα σύμφωνα με το πρόγραμμα CORINE (2018). 210: Αρόσιμη γη, 220: Μόνιμες καλλιέργειες, 240: Ετερογενείς γεωργικές περιοχές, 310: Δάση, 320: Συνδυασμοί θαμνώδους και/ή ποώδους βλάστησης. Πηγή: https://www.mdpi.com/article/10.3390/su14148543/s1.



Αρχαιογενετική μελέτη της ποικιλότητας του ανθρώπου στη Δυτική Ασία και Ανατολική Μεσόγειο

Νικόλαος Ψώνης, Εργαστήριο Αρχαίου DNA, Ινστιτούτο Μοριακής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας

Στις 09/12/2022 δημοσιεύτηκε στο επιστημονικό περιοδικό Current Biology ερευνητική εργασία με αντικείμενο την ανάλυση αρχαίων γονιδιωμάτων από την Δυτική Ασία και την Ανατολική Μεσόγειο που κάλυπταν χρονικά την Ολόκαινο εποχή (Koptekin et al. 2022, DOI: https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.11.034).

Η μελέτη αποτέλεσε μια διεθνή συνεργασία μεταξύ του Εργαστηρίου Αρχαίου DNA (ομάδα Παλαιογονιδιωματικής και Εξελικτικής Γενετικής, ΠΕΓ) του Ινστιτούτου Μοριακής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (IMBB-ITE) της Κρήτης (επικεφαλής: Νίκος Πουλακάκης) και των αντίστοιχων εργαστηρίων της Άγκυρας (επικεφαλής: Mehmet Somel) και της Στοκχόλμης (επικεφαλής: Anders Götherström). Στην ελληνική ομάδα ανάλυσης DNA συμμετείχαν οι Παύλος Παυλίδης, Αλέξανδρος Σταματάκης, Νίκος Πουλακάκης, Νικόλαος Ψώνης, Δέσποινα Βάσσου, Ευγενία Ταμπακάκη και Αργυρώ Ναυπλιώτη.

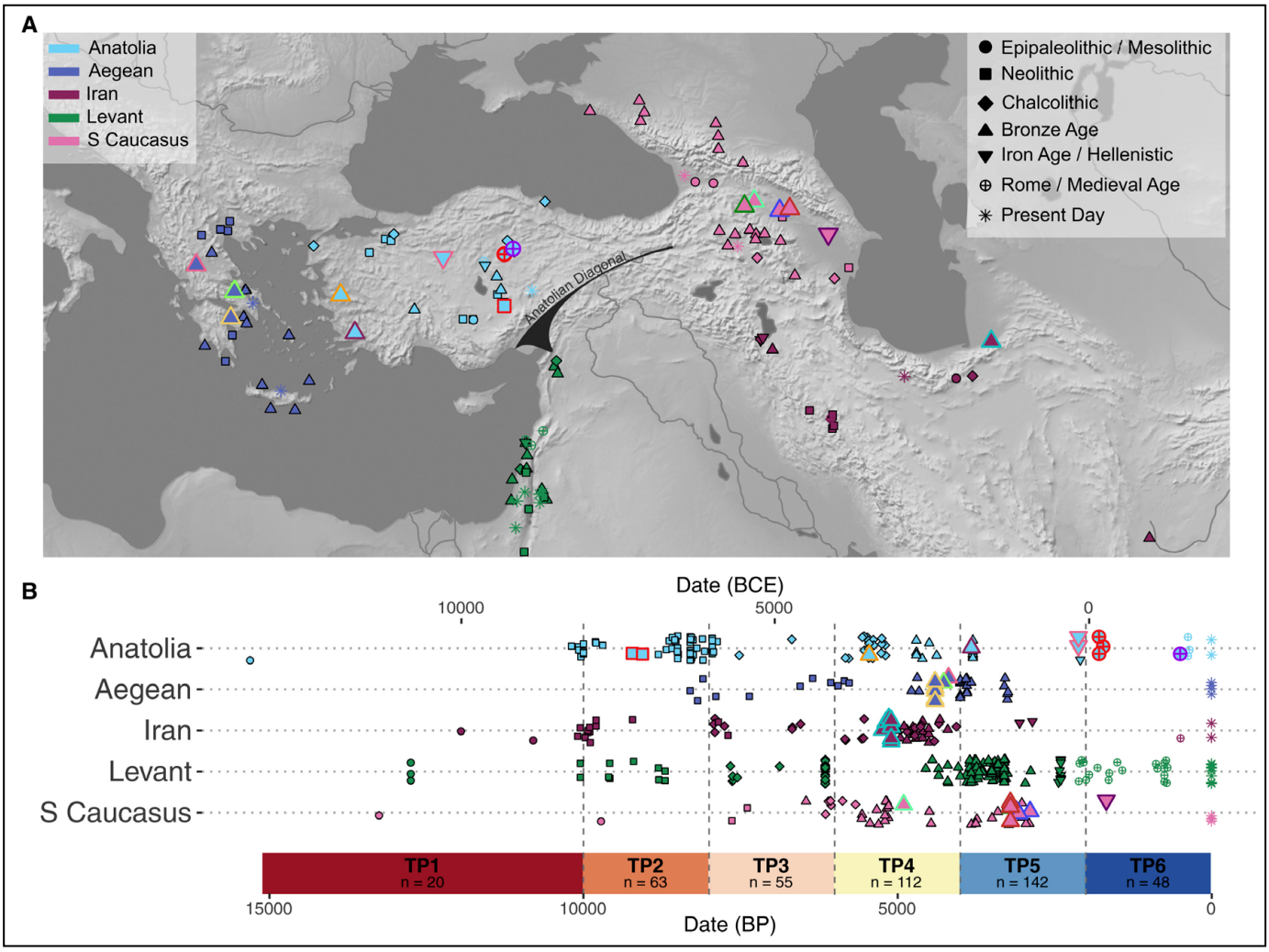
Το φαινόμενο της μετακίνησης των ανθρώπων μπορεί να αποτελέσει τόσο αιτία πολιτισμικών και κοινωνικών αλλαγών, όσο και αποτέλεσμα. Μελετώντας τα πρότυπα της κινητικότητας στο χώρο και τον χρόνο παράλληλα με της πολιτισμικές και κοινωνικές μεταβολές μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα το ανθρώπινο παρελθόν. Η νοτιοδυτική Ασία και η ανατολική Μεσόγειος αποτελούν μια ελκυστική περίπτωση συστήματος μελέτης λόγω της ύπαρξης κοινωνιών με ιδιαίτερα μακρά ιστορία στον τομέα της παραγωγής τροφής. Η ευρύτερη αυτή περιοχή αποτέλεσε το μέρος που πραγματοποιήθηκαν βασικοί πολιτισμικοί και κοινωνικοί μετασχηματισμοί κατά τη διάρκεια του Ολοκαίνου (12.000 χρόνια πριν έως σήμερα), από τα πρώιμες μόνιμες (μη νομαδικές) κατοικίες και την αγροκαλλιέργεια, στις πρώτες μορφές της μεταλλουργίας, στην εμφάνιση οργανωμένων κοινωνιών, στα πρώτα συστήματα γραφής, και πιο πρόσφατα στις διαπεριφερειακές αυτοκρατορίες. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, παρατηρούνται αλλαγές που επηρέασαν άμεσα τη δυναμική του φαινομένου της μετακίνησης, όπως για παράδειγμα η πληθυσμιακή αύξηση, η εγκαθίδρυση δικτύων εμπορίου μεγάλης απόστασης υποστηριζόμενα από ζώα μεταφοράς και από την κατασκευή δρόμων, η οργάνωση στρατών εισβολής και οι μαζικές απελάσεις.

Ωστόσο, η δυναμική του φαινομένου της ανθρώπινης διαπεριφερειακής μετακίνησης στη νοτιοδυτική Ασία και την ανατολική Μεσόγειο παραμένει ακαθόριστη. Η παρούσα μελέτη θέλησε να ρίξει φως σε αυτόν τον τομέα χρησιμοποιώντας δεδομένα αρχαίων ανθρώπινων γονιδιωμάτων. Πιο συγκεκριμένα, στα πλαίσια της μελέτης αυτής παρήχθησαν 35 νέα αρχαία γονιδιώματα από την περιοχή μελέτης (Εικόνα 1Α) και μαζί με άλλα ήδη δημοσιευμένα γονιδιώματα (382, αρχαία και 23 μοντέρνα) δημιούργησαν ένα σύνολο δεδομένων που κάλυπτε χρονικά όλο το Ολόκαινο (Εικόνα 1Β). Από το χώρο της Ελλάδας τα νέα αρχαία γονιδιώματα (επτά σε αριθμό) προέρχονται από την εποχή του Χαλκού και από τις περιοχές της Θεσσαλίας (σπήλαιο Θεόπετρας) και της Στερεάς Ελλάδας (σπήλαιο Σαρακηνός και σπήλαιο Περαχώρας Λουτρακίου).

Αρχικά, χώρισαν την περιοχή μελέτης σε πέντε κύριες ανθρωπογεωγραφικές ζώνες (Ανατολία, Αιγαίο, Ιράν, Λεβαντίνη και Νότιος Καύκασος) και τον χρονικό ορίζοντα σε έξι διαστήματα. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας το προαναφερθέν σύνολο δεδομένων έγινε περιγραφή της συνολικής γενετικής δομής της ευρύτερης περιοχής μελέτης, δηλαδή του που και πότε εντοπίζονται διακριτοί πληθυσμοί και του πόσο διαφορετικοί είναι οι άνθρωποι μεταξύ τους. Το αποτέλεσμα έδειξε την ύπαρξη γενετικής δομής (διαφορετικότητας μεταξύ πληθυσμών) η οποία ακολουθούσε σε γενικές γραμμές δύο γεωγραφικούς άξονες, Βορρά-Νότο και Δύση-Ανατολή, αλλά και ως ένα βαθμό γενετική συνέχεια εντός κάθε γεωγραφικής ζώνης.

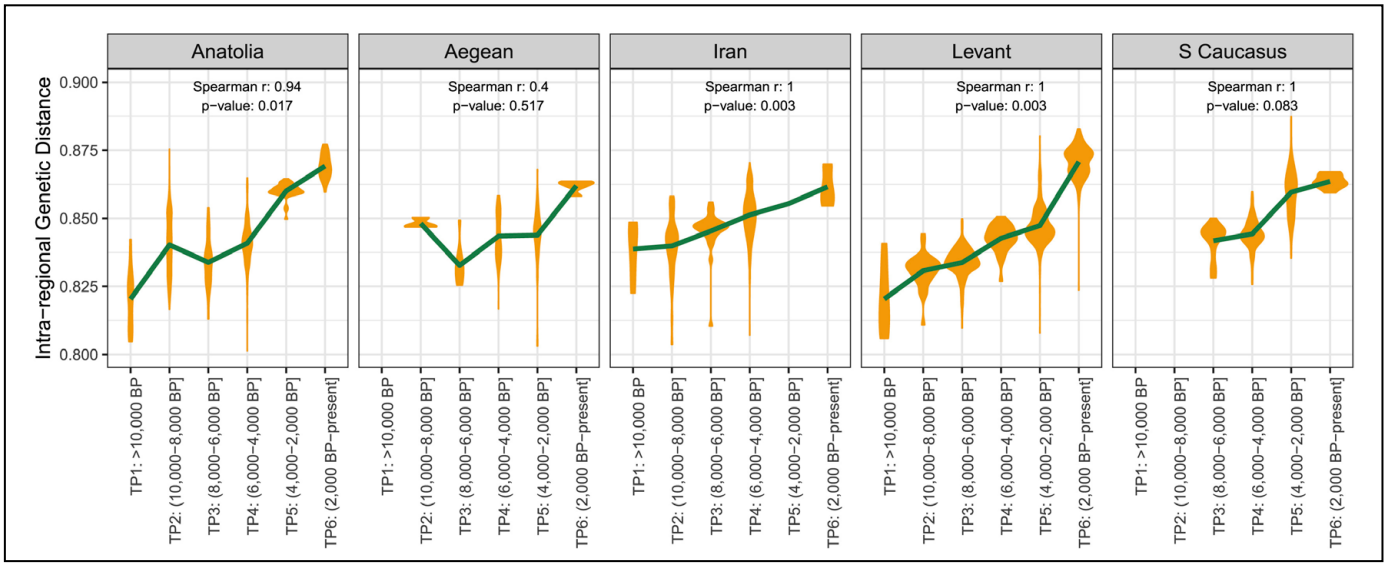
Στη συνέχεια, διερευνήθηκε το πως αλλάζει η γενετική ποικιλότητα εντός κάθε γεωγραφικής ζώνης, αλλά και η διαφορετικότητα (γενετική απόσταση) μεταξύ των ζωνών, με το πέρασμα του χρόνου. Φάνηκε ότι σε όλες τις περιπτώσεις η γενετική ποικιλότητα αυξανόταν σταδιακά κατά τη διάρκεια του Ολοκαίνου (Εικόνα 2).

Κατά τη νεολιθική εποχή εμφανίζεται αυξημένη ομοιογένεια και ανάμειξη πληθυσμών από τις διαφορετικές γεωγραφικές ζώνες, ως αποτέλεσμα της εξάπλωσης της γεωργίας και του νεολιθικού τρόπου ζωής (Εικόνα 3). Ωστόσο, με το τέλος της Εποχής του Χαλκού οι πληθυσμοί των πέντε διαφορετικών ζωνών αρχίζουν και διαφοροποιούνται γενετικά μεταξύ τους, ως αποτέλεσμα εξωτερικής γονιδιακής ροής, μετανάστευσης δηλαδή ανθρώπων



Εικόνα 1. Α. Οι τοποθεσίες και Β. η χρονολογήσεις των αρχαίων ατόμων που αναλύθηκαν στην παρούσα μελέτη.
Τα σύμβολα με χρωματισμένο πλαίσιο υποδηλώνουν τα αρχαία γονιδιώματα που παρήχθησαν στη παρούσα μελέτη.

Εικόνα 2. Γραφήματα σε μορφή βιολιού που δείχνουν τη γενετική ποικιλότητα εντός κάθε γεωγραφικής ζώνης για έξι διαφορετικά χρονικά διαστήματα.
Η πράσινη γραμμή υποδηλώνει το μέσο όρο.



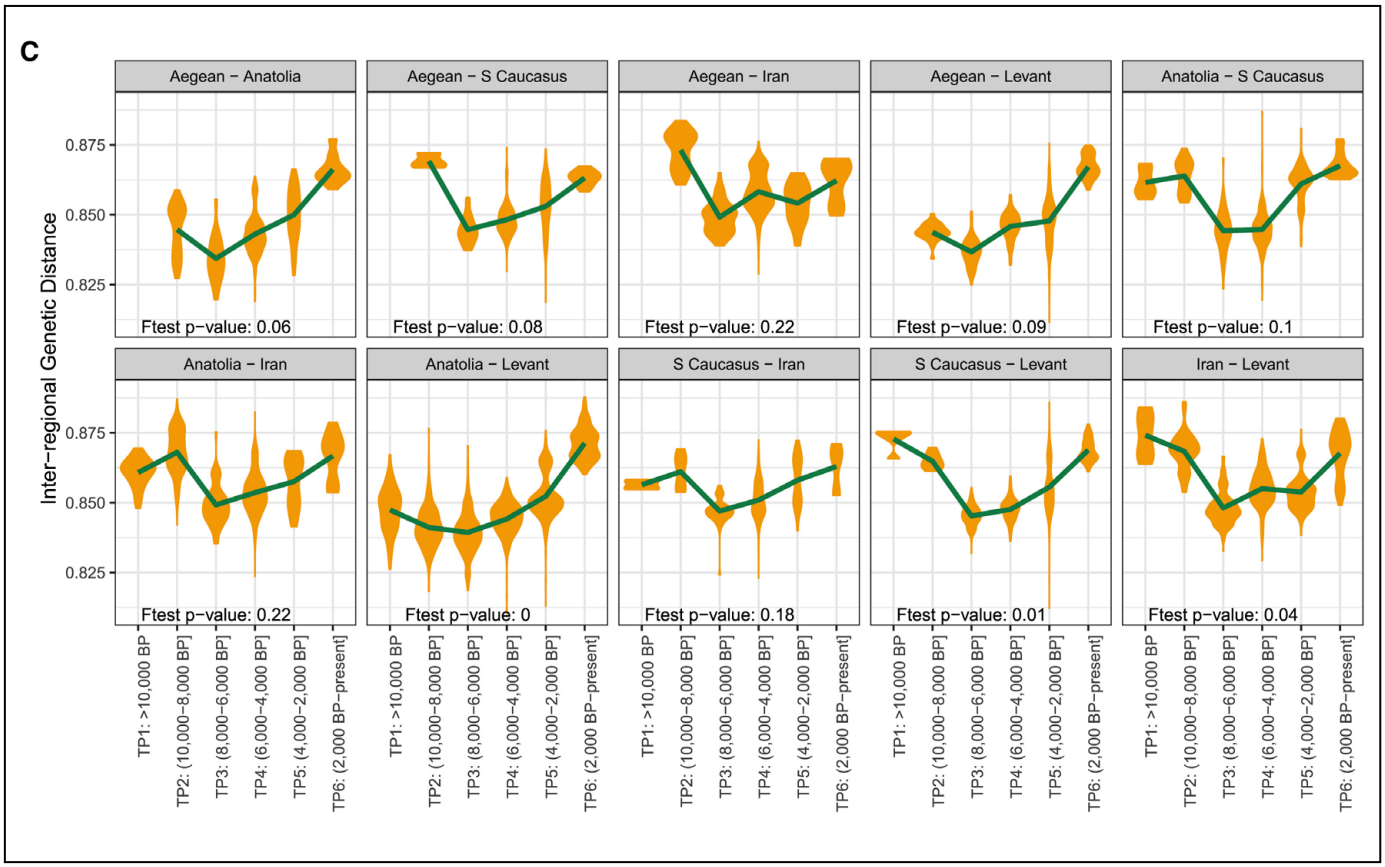
εντός κάθε γεωγραφικής ζώνης από διαφορετική εξωτερική γειτονική πηγή.

Τέλος, έγινε προσπάθεια απάντησης στο ερώτημα της πιθανής φυλετικής (ανδροκεντρικής) μεροληψίας όσον αφορά τη μετακίνηση των ανθρώπων, να μετακινούνται δηλαδή περισσότερο ή λιγότερο οι άντρες σε σχέση με τις γυναίκες, δεδομένου παλαιότερων υποθέσεων για μακρόχρονη μητρογραμμική συνέχεια στην ευρύτερη περιοχή μελέτης. Με βάση τα αποτελέσματα φαίνεται πως με το πέρασμα του χρόνου οι άντρες μετανάστευαν σε όλο και μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τις γυναίκες. Ωστόσο, παραμένει άγνωστο αν αυτό παρατηρείται επειδή οι γυναίκες σταμάτησαν να μετακινούνται τόσο πολύ ή επειδή οι άντρες όντως αύξησαν το δικό τους βαθμό μετανάστευσης.

Τα παραπάνω μεταβαλλόμενά πρότυπα κινητικότητας, τα όποια συνάχθηκαν με βάσει τη στατιστική, συμφωνούν ικανοποιητικά με αρχαιολογικές και ιστορικές μαρτυρίες που αφορούν βελτιώσεις στον τρόπο μετακίνησης, τη σταδιακή εξάπλωση των δικτύων ανταλλαγής και την κοινωνική τάση προς πιο ιεραρχικές και συγκεντρωτικές πολιτικές ικανές να ασκήσουν επιρροή σε μεγαλύτερες περιοχές και πληθυσμούς.

Να σημειωθεί ότι ένα επιπλέον εύρημα για το χώρο της Ελλάδας αποτελεί η παρατήρηση ότι η μετακίνηση πληθυσμών εντός του χώρου της Ελλάδας κατά τη διάρκεια της εποχής του Χαλκού, οι οποίοι φέραν καταγωγή από τις ποντιακές στέπες φαίνεται να είχε αρχίσει ήδη από την Πρώιμη Εποχή του Χαλκού (τουλάχιστον στην βόρεια και κεντρική Ελλάδα) και όχι από τη Μέση Εποχή του Χαλκού όπως γνωρίζαμε μέχρι τώρα από προηγούμενες αρχαιογενετικές μελέτες.

Εικόνα 3. Γραφήματα σε μορφή βιολιού που δείχνουν την ανά ζεύγη διαφορετικότητα (γενετική απόσταση) μεταξύ των πέντε γεωγραφικών ζωνών για έξι διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Η πράσινη γραμμή υποδηλώνει το μέσο όρο.



Ημέρα Οικολογίας

Η Ελληνική Οικολογική Εταιρεία στο πλαίσιο της Ημέρας Οικολογίας ανακοίνωσε τρεις δράσεις:

ΟΜΙΛΙΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τετάρτη 14 Σεπτεμβρίου, ώρα 17:00

Δράσεις του ΟΦΥΠΕΚΑ σχετικές με τη βιοποικιλότητα

Κώστας Τριάντης

Διευθύνων Σύμβουλος ΟΦΥΠΕΚΑ
Αναπλ. Καθηγητής Βιοποικιλότητας Οικοσυστημάτων, Τμήμα Βιολογίας ΕΚΠΑ

ΟΜΙΛΙΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σάββατο 17 Σεπτεμβρίου, ώρα 18:30

Περί Δασικών Πυρκαγιών

Μαργαρίτα Αριανούτσου

Καθηγήτρια Οικολογίας & Χερσαίων Οικοσυστημάτων, Τμήμα Βιολογίας ΕΚΠΑ

ΕΚΘΕΣΗ

Καϊρειος Βιβλιοθήκη, Χώρα Ανδρου

10.09.2022 – 31.01.2023

Αναβαθμίδες του Αιγαίου: Εικόνες από το Παρελθόν έως το Μέλλον

Θεοδώρα Πετανίδου

Καθηγήτρια Οικολογίας – Οικογεωγραφίας, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Το Δ.Σ. της Ελληνικής Οικολογικής Εταιρείας θα ήθελε να ευχαριστήσει θερμά την **Μαργαρίτα Αριανούτσου**, Καθηγήτρια του Τμήματος Βιολογίας ΕΚΠΑ, την **Θεοδώρα Πετανίδου**, Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωγραφίας Πανεπιστημίου Αιγαίου και τον **Κώστα Τριάντη**, Διευθύνοντα Σύμβουλο του ΟΦΥΠΕΚΑ και Αναπλ. Καθηγητή του Τμήματος Βιολογίας ΕΚΠΑ, για τη συμμετοχή και τη συμβολή τους στην πραγματοποίηση των Δράσεων της ΕΟΕ για την Ημέρα Οικολογίας.

Βραβεύσεις – Προσεχή συνέδρια

Βράβευση της Καλλιόπης Στάρα στη Συνεδρία της Ακαδημίας Αθηνών στις 20 Δεκεμβρίου 2022

«Τα δέντρα του τόπου μας – Μια συναρπαστική περιήγηση στα δέντρα της ελληνικής φύσης και στον πολιτισμό της»

Συγχαρητήρια στην Καλλιόπη Στάρα, μεταδιδακτορική ερευνήτρια του Τμήματος Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, μέλος της ΕΟΕ, για τη βράβευση πρωτότυπης και εμπεριστατωμένης επιστημονικής μελέτης λαογραφικού –και κατά προτίμηση μουσικολογικού– περιεχομένου, για το έργο της με τίτλο «Τα δέντρα του τόπου μας. Μια συναρπαστική περιήγηση στα δέντρα της ελληνικής φύσης και στον πολιτισμό της!» (Αρτέον Εκδοτική, Αθήνα 2021).

Περισσότερα για το βιβλίο https://www.e-arteon.gr/vivlia/gi/item/539-ta-dentra-tou-topou-mas

ΕΞΕΛΙΞΗ 2023

Ετήσιο Συνέδριο των American Society of Naturalists, Society for the Study of Evolution, και Society of Systematic Biologists. https://www.evolutionmeetings.org

ECE 2023 CRETE
European Congress of Entomology
XII European Congress of Entomology
16-20.10.2023
Cultural Conference Center of Heraklion, Crete, Greece

12ο Ευρωπαϊκό Συνέδριο Εντομολογίας

Στις 16-20 Οκτωβρίου τρέχοντος έτους, στο Ηράκλειο Κρήτης, θα πραγματοποιηθεί το 12ο Ευρωπαϊκό Συνέδριο Εντομολογίας, ένα σημαντικό γεγονός από επιστημονική άποψη, αλλά και για τη χώρα μας που το φιλοξενεί. Πλήθος θεματικών του Συνεδρίου περιμένει τη συμμετοχή των μελών της Ελληνικής Οικολογικής Εταιρείας, σε μία εποχή που χρειάζεται την εναλλακτική ματιά και την τεκμηριωμένη άποψή τους. Άλλωστε, τα έντομα, ως ομάδα, αποτελούν τον πολυπληθέστερο στρατό εισβολής, αλλά και άμυνας των οικοσυστημάτων μας. Από οποιαδήποτε σκοπιά, μας ενδιαφέρουν πολύ!

Υποβολή περιλήψεων για συμμετοχή στο συνέδριο στο: XII European Congress of Entomology, https://ece2023.com
16-20 Oct. 2023, Heraklion, Crete, Greece

Αξιοποίηση Συλλογών Φυσικής Ιστορίας

14 - 15 Φεβρουαρίου 2023, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας, Λονδίνο, Ηνωμένο Βασίλειο

Υβριδική εκδήλωση σχετικά με τη συμβολή και τις δυνατότητες των συλλογών φυσικής ιστορίας για την αντιμετώπιση ερωτημάτων παγκόσμιας αλλαγής με ομιλίες, συζητήσεις σε πάνελ, περιηγήσεις συλλογών και δικτύωση.
https://www.britishecologicalsociety.org/event/leveraging-natural-history-collections-to-understand-global-change/