

Συλλήψεις του *Ruvettus pretiosus* (Cocco 1829) στα ξιφοπαράγδα της Ανατολικής Μεσογείου και η συσχέτισή τους με χωρικές, χρονικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους

Δημήτριος Δαμαλάς, Περσεφόνη Μεγαλοφώνου

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας,
Τομέας Ζωολογίας-Θαλάσσιας Βιολογίας, Πανεπιστημιούπολη, 15784 Αθήνα,
e-mail: ddamalas@biol.uoa.gr; shark@ath.hcmr.gr

ABSTRACT

Dimitrios Damalas & Persefoni Megalofonou: By-catches of oilfish (*Ruvettus pretiosus*, Cocco 1829) in the swordfish long line fishery of the eastern Mediterranean Sea and their association with spatial, temporal and environmental factors.

By-catches of the oilfish, *Ruvettus pretiosus*, in the swordfish long line fishery and their association with spatial, temporal and environmental factors were studied in the eastern Mediterranean Sea during the eight-year period 1998-2005. A total of 821 oilfish with a mean weight of 12.4 kg were recorded from 1263 fishing days sampled. In the area examined oilfish represented 9.6% in number and 4.1% in biomass of the total catch sampled. An Intra- and inter-annual variation in the nominal CPUE values was observed and interesting associations with some environmental features probably linked to the species biology were revealed. Results of a two staged generalized linear model (Delta-GLM) relating oilfish relative abundance indices (CPUE) to a series of environmental, spatial, temporal and operational parameters indicated that the configuration of the fishing gear affected the catches largely. Oilfish were more frequently encountered during fall, however the likelihood of making a larger catch peaked in spring. Spatial distribution revealed a strong latitudinal gradient, catches increased in a north to south direction, peaking in the Levantine region, off the South Cretan coast. Abundance fluctuations were strongly dictated by the lunar cycle, the probability of a catch rising when the lunar disc was less illuminated.

Keywords: oilfish; GLM; Delta-models; environmental factors; lunar cycle; SST

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το *Ruvettus pretiosus* (Cocco 1829), βάτος ή φραγκοσυκιά (oilfish), είναι είδος βενθοπελαγικό της οικογένειας Gempylidae που μπορεί να ξεπεράσει τα δύο μέτρα σε ολικό μήκος και τα 60 κιλά σε βάρος. Παρουσιάζει ευρεία γεωγραφική εξάπλωση σε τροπικές και εύκρατες θάλασσες και απαντάται σε βάθη από 100 έως 700 μέτρα (Nakamura & Parin 1993). Στην Μεσόγειο αποτελεί σημαντικό ποσοστό των συλλήψεων στα παραγάδια του ξιφία, ως συνοδό αλίευμα (Megalofonou *et al.* 1993, Megalofonou *et al.* 2000, Tserpes *et al.* 2005). Στην εργασία αυτή, εξετάζονται οι συλλήψεις του *R. pretiosus* στην ανατολική Μεσόγειο λαμβάνοντας υπόψη τη χωρο-χρονική μεταβολή της σχετικής αφθονίας και την επίδραση ορισμένων περιβαλλοντικών παραμέτρων.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στη διάρκεια αυτής της έρευνας (1998-2005), από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του ελληνικού αλιευτικού στόλου που στοχεύει ξιφία (39 σκάφη από 20 λιμάνια), συλλέχθηκαν στοιχεία για τις συλλήψεις *R. pretiosus* που αφορούσαν τον αριθμό ατόμων, την συμμετοχή τους στο σύνολο των συλλήψεων και το μέσο μέγεθός τους. Συνδυάστηκαν με στοιχεία αλιευτικής προσπάθειας και επιχειρησιακά δεδομένα (τύπος αλιευτικού εργαλείου, ημερομηνία, γεωγραφικό στίγμα). Αυτά αντιστοιχήθηκαν σε μία σειρά περιβαλλοντικών παραμέτρων όπως: επιφανειακή θερμοκρασία θάλασσας (SST), επιφανειακή αλατότητα (SSS), συγκέντρωση *Chl-a*, σεληνιακός δείκτης (εκφρασμένος σε % του ορατού σεληνιακού δίσκου), βαθυμετρία και

απόσταση από την πλησιέστερη ακτή. Τα δεδομένα προήλθαν κυρίως από δορυφορικές παρατηρήσεις με χρονική διακριτότητα μίας εβδομάδας και χωρική έως και 0.013 της μοίρας. Η συμμετοχή των παραμέτρων στην επίδραση που ασκεί το περιβάλλον στην σχετική αφθονία και κατανομή του είδους εξετάστηκε με εφαρμογή γενικευμένων γραμμικών μοντέλων (Generalized Linear Models-GLMs, McCullagh & Nelder 1987) σε δύο στάδια (Delta models): (α) μοντελοποιήθηκε η πιθανότητα ύπαρξης *R. pretiosus* ανά ημέρα αλιείας και (β) μόνο για τις ημέρες αλιείας που υπήρξαν συλλήψεις *R. pretiosus*, μοντελοποιήθηκε ο δείκτης αφθονίας τους συναρτήσει των εξεταζόμενων παραμέτρων. Εκφράσαμε ως δείκτη αφθονίας (CPUE-Catch Per Unit of Effort), το λόγο των συλλήψεων (σε αριθμό ατόμων) προς την αλιευτική προσπάθεια (σε αριθμό αγκιστριών). Στα αρχικά μοντέλα περιλήφθηκαν 11 ανεξάρτητες μεταβλητές (μεθοδολογία αναλυτικά στους Ortiz & Argocha 2004):

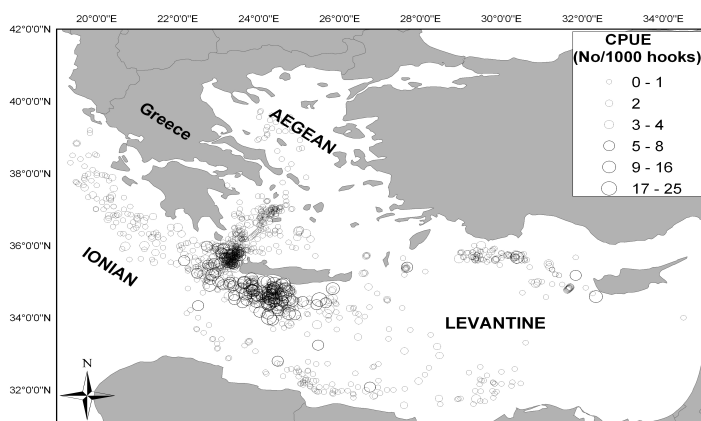
$$\text{Παρουσία (1 or 0)} = c + a_1(\text{Γεωγραφικό μήκος}) + a_2(\text{SST}) + a_3(\text{Γεωγραφικό πλάτος}) + a_4(\text{Βαθυμετρία}) + a_5(\text{Απόσταση από ακτή}) + a_6(\text{Σεληνιακός δείκτης}) + a_7(\text{SSS}) + a_8(\text{Chl-a}) + a_9(\text{Αλιευτικό εργαλείο}) + a_{10}(\text{Μήνας}) + a_{11}(\text{Έτος}) + e,$$

$$\log_e(\text{CPUE} + 10\% \text{ μέση CPUE}) = c + a_1(\text{Γεωγραφικό μήκος}) + a_2(\text{SST}) + a_3(\text{Γεωγραφικό πλάτος}) + a_4(\text{Βαθυμετρία}) + a_5(\text{Απόσταση από ακτή}) + a_6(\text{Σεληνιακός δείκτης}) + a_7(\text{SSS}) + a_8(\text{Chl-a}) + a_9(\text{Αλιευτικό εργαλείο}) + a_{10}(\text{Μήνας}) + a_{11}(\text{Έτος}) + e,$$

όπου: Παρουσία μία μεταβλητή που υποδηλώνει την ύπαρξη (1) ή μη (0) *R. pretiosus* ανά ημέρα αλιείας, c είναι μία σταθερά, a_i οι άγνωστοι συντελεστές και e το τυχαίο σφάλμα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι συνολικά 1263 ημέρες αλιείας σκεδάστηκαν σε μία περιοχή που περικλείεται από τον 19^ο έως τον 35^ο μεσημβρινό και τον 31^ο έως τον 40^ο παράλληλο (Εικ. 1). Αλιεύθηκαν 831 άτομα με ένα μέσο καθαρό βάρος 12.4 kg (min=1.6 kg, max = 30kg, διάμεσος = 12 kg). Δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στο μέσο μέγεθος ανά αλιευτικό εργαλείο. Επίσης, το μέσο μέγεθος δεν παρουσίασε κάποια μηνιαία ή ετήσια τάση. Αντίθετα, η συμμετοχή του είδους στις συνολικές συλλήψεις παρουσίασε αυξητική τάση σε όλη την 8-ετία ξεπερνώντας το 5% σε βάρος και το 15% σε αριθμό ατόμων την τελευταία διετία (μέση τιμή = 4.1% σε βάρος και 9.6% σε αριθμό). Επίσης, η συμμετοχή στις συνολικές συλλήψεις παρουσίασε έντονη εποχικότητα με τα ποσοστά της να είναι μεγαλύτερα του 10% σε βάρος τους εαρινούς μήνες. Αναφορικά με την πιθανότητα παρουσίας και τους δείκτες σχετικής αφθονίας (CPUE), το πρώτο υπο-μοντέλο έδειξε ότι οι 4 παράμετροι και η αλληλεπίδραση τριών επηρέασαν σημαντικά την πιθανότητα παρουσίας *R. pretiosus* ανά ημέρα αλιείας. Η παράμετρος Έτος εμφάνισε την μεγαλύτερη επίδραση ερμηνεύοντας ένα επιμέρους 8.6% της συνολικής



Εικόνα 1. Χάρτης σχετικής αφθονίας *R. pretiosus* (1998-2005).

Figure 1. Sampling sites map with CPUE values for *R. pretiosus* (1998-2005)

παράγοντες και 3 σημαντικές αλληλεπιδράσεις τους, που επιδρούν στην σχετική αφθονία του *R.*

απόκλισης στις τιμές της πιθανότητας. Ο Μήνας (7.1 %), ο Σεληνιακός δείκτης (4.8 %), η αλληλεπίδραση Μήνα : Γεωγραφικού Μήκους : Γεωγραφικού πλάτους (4.4%) και η SST (0.5%) αποτέλεσαν τις επόμενες σημαντικές ερμηνευτικές μεταβλητές. Στο σύνολό του το μοντέλο με τις 4 μεταβλητές ερμήνευσε περισσότερο από 25% της μεταβλητότητας στην πιθανότητα να συλληφθεί *R. pretiosus*. Το δεύτερο υπο-μοντέλο κατέληξε σε 7

pretiosus: Αλιευτικό εργαλείο (21%), Μήνας (12.9%), Γεωγραφικό πλάτος (6.3%), Έτος (4.5%), SST (3.1%), Βαθυμετρία (2.2%), Σεληνιακός δείκτης (2.2%) και Έτος : Αλιευτικό εργαλείο (2.2%), Μήνας : Αλιευτικό εργαλείο (2.2%), Έτος: Γεωγραφικό Μήκος : Γεωγραφικό Πλάτος (3.1%). Συνολικά το μοντέλο ερμήνευσε περισσότερο από 59% της μεταβλητότητας στις τιμές των θετικών CPUE.

Η χρονική κατανομή των συλλήψεων φανέρωσε ότι τόσο η πιθανότητα σύλληψης όσο και η σχετική αφθονία αυξάνονται σε ετήσια βάση από το 1998 έως το 2005. Αντίθετα οι εποχιακές τάσεις διαφέρουν με τη πιθανότητα σύλληψης να αυξάνει μονότονα με την πάροδο της αλιευτικής περιόδου από τον Μάρτιο έως τον Σεπτέμβριο, ενώ τη σχετική αφθονία να λαμβάνει μέγιστο στους εαρινούς μήνες (Εικ. 2). Αυτή η διαφοροποίηση πιθανό να οφείλεται σε αναπαραγωγικές ή διατροφικές συνθήκες του είδους, που επηρεάζουν την κατανομή του στην στήλη του νερού.

Η πιθανότητα σύλληψης *R. Pretiosus* (παρουσία-απουσία) φαίνεται ότι δεν επηρεάστηκε από τον τύπο του αλιευτικού εργαλείου που χρησιμοποιήθηκε. Αντίθετα, στην μελέτη της σχετικής αφθονίας (θετικές CPUE), το ξιφοπαράγαδο «Αμερικάνικου τύπου» αποδείχτηκε περισσότερο αποδοτικό από το παραδοσιακό ξιφοπαράγαδο. Πιθανές αιτίες αποτελούν η χρήση χημικά φωσφορίζοντων στοιχείων που έλκουν τα ψάρια, η μεγαλύτερης διαμέτρου-ανθεκτικότερη πετονιά και το μεγαλύτερο εύρος βαθών στην στήλη του νερού που αλιεύει το «Αμερικάνικου τύπου» ξιφοπαράγαδο.

Τόσο η πιθανότητα σύλληψης όσο και η σχετική αφθονία ατόμων παρουσίασε μία περιοδικότητα που συμβάδιζε με τον σεληνιακό κύκλο. Στη φάση της νέας σελήνης (Σεληνιακός δείκτης 0-25%) παρατηρήθηκε το μέγιστο των τιμών. Τα αποτελέσματα αυτά μας οδήγησαν στην υπόθεση ότι το *R. pretiosus* προτιμά ζώνες χαμηλού φωτισμού ακολουθώντας «ισόφωτες» καμπύλες (isolumes), όπως έχουν προτείνει οι Wilson *et al.* (2005) για τον ερυθρό τόνο. Η υπόθεση αυτή επιβεβαιώνεται σε μεγάλο βαθμό από την εργασία των Pakhorukov & Boltachev (2001) στην οποία διαπιστώνεται ότι το *R. pretiosus* πραγματοποιεί νυχθήμερες κάθετες μεταναστεύσεις παραμένοντας στον πυθμένα κατά την διάρκεια της ημέρας και ανεβαίνοντας στην επιφάνεια την νύχτα.

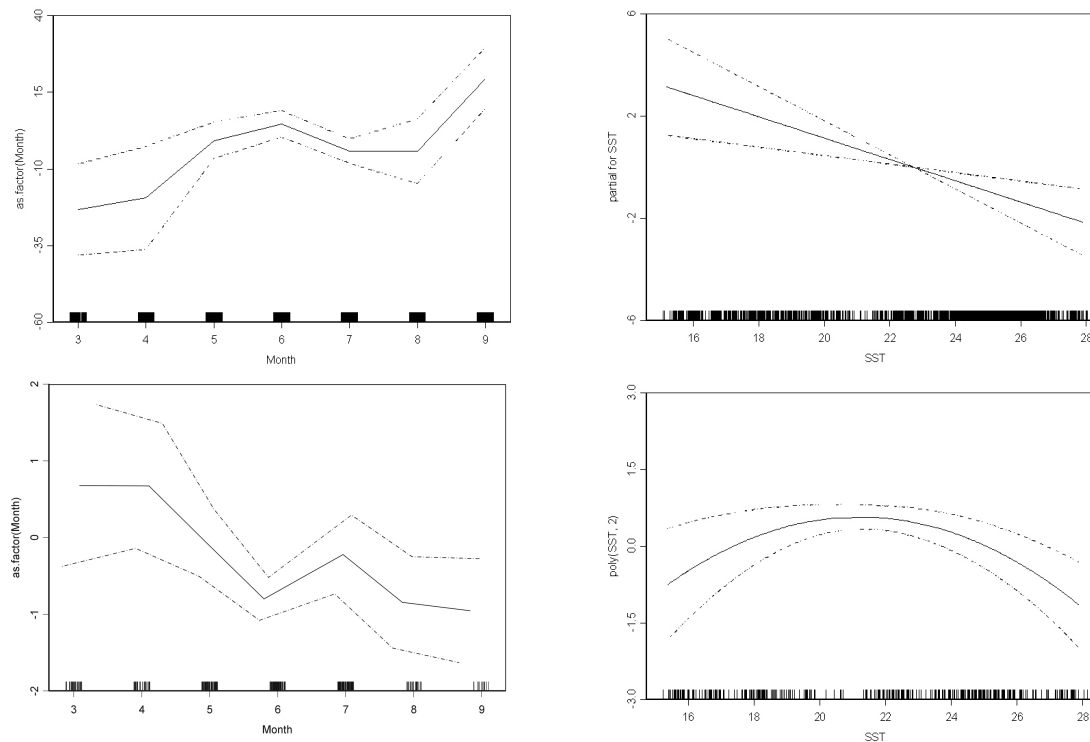
Η πιθανότητα σύλληψης αποδείχτηκε αντιστρόφως ανάλογη της θερμοκρασίας, ενώ η πιθανότητα να υπάρξει τοπικά μεγάλη συγκέντρωση ατόμων ήταν μεγαλύτερη σε περιοχές με θερμοκρασία από 20-22°C (Εικ. 2). Τα αποτελέσματα αυτά έδειξαν ότι το είδος προτιμά κατά κανόνα χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες, ωστόσο εποχιακά μπορεί να συναθροίζεται σε περιοχές με συγκεκριμένο θερμοκρασιακό εύρος (20-22°C) πιθανά για αναπαραγωγικούς ή διατροφικούς λόγους. Το βάθος πυθμένα επηρέασε μόνο την σχετική αφθονία η οποία έλαβε μέγιστο σε περιοχές όπου το βάθος ήταν μικρότερο των 1000μ.

Η περιοχή αλιείας (Γεωγραφικό μήκος - Γεωγραφικό πλάτος) συσχετίστηκε άμεσα με την σχετική αφθονία (CPUE) και έμμεσα με την πιθανότητα σύλληψης (μέσω της αλληλεπίδρασής της με τον Μήνα). Η CPUE έλαβε μέγιστες τιμές σε πλάτη μικρότερα του 34^{οο} παραλλήλου, δηλαδή νότια της Κρήτης προς τις Αφρικανικές ακτές. Οι σημαντικές αλληλεπιδράσεις της περιοχής αλιείας με χρονικές παράμετρος (Μήνας, Έτος) μπορεί να αποτελεί ένδειξη ενός μεταναστευτικού σχήματος, το οποίο όμως δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί με το παρόν σύνολο δεδομένων.

Τέλος, η αλληλεπίδραση του Αλιευτικού εργαλείου με το Έτος και τον Μήνα, υποδηλώνει ότι είτε η σχετική αφθονία (CPUE) μεταβάλλεται στον χρόνο (πιθανόν λόγω διαφορετικής κατανομής του είδους στην στήλη του νερού), είτε ότι το είδος είναι πιο ευάλωτο στον έναν από τους δύο τύπους εργαλείων. Η μελέτη της πραγματικής αφθονίας, με διεξαγωγή πειραματικών δειγματοληψιών ανεξάρτητων από την επαγγελματική αλιεία θα μπορέσει στο μέλλον να επιβεβαιώσει ποια από τις δύο υποθέσεις είναι η ορθή.

Συμπερασματικά, από την έρευνα αυτή διαπιστώθηκε ότι τόσο οι περιβαλλοντικές παράμετροι, όπως η θερμοκρασία και οι φάσεις της σελήνης, όσο και οι χωρο-χρονικές, όπως η περιοχή αλιείας και η εποχή του έτους, επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη κατανομή και τη

σχετική αφθονία του *R. pretiosus* στην Ανατολική Μεσόγειο. Επίσης, παρατηρήθηκε μία σταδιακή αύξηση των συλλήψεων από το 1998 έως το 2005.



Εικόνα 2. Αποτελέσματα των μοντέλων για την επίδραση του *Μήνα* και της *SST* στην πιθανότητα σύλληψης (πάνω), καθώς και στη σχετική αφθονία του *R. pretiosus* (κάτω).

Figure 2. GLM derived effects of *Month* and *SST* on the probability of catching an oilfish (upper panel), on the relative abundance (CPUE) of oilfish (lower panel).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- McCullagh, P., & J.A. Nelder, 1989. *Generalized Linear Models*, 2nd ed. Chapman & Hall/CRC, London. 511pp.
- Megalofonou, P., N. Santamaria, F. Giacchetta, G. De Metrio. (1993). Dati preliminari sulla pesca del rovetto, *Ruvettus pretiosus*, nel Golfo di Taranto. (Oilfish fishery in the Gulf of Taranto). *Biologia Marina*, 1: 371-372.
- Megalofonou P., D. Damalas, C. Yannopoulos, G. De Metrio, M. Deflorio, J.M. de la Serna, & D. Macias, 2000. 'By-catches and discards of sharks in the large pelagic fisheries in the Mediterranean Sea'. EU Project 97/50 DG XIV/C1, 2000.
- Nakamura, I. & N.V. Parin, N. V., 1993. FAO species catalogue. Snake mackerels and cutlassfishes of the world (Families Gempylidae and Trichiuridae). *FAO Fisheries Synopsis*. No. 125, Vol. 15. 136 pp., 200 figs.
- Ortiz, M., & F., Arocha, 2004. Alternative error distribution models for standardization of catch rates of non-target species from a pelagic longline fishery: billfish species in the Venezuelan tuna longline fishery. *Fish. Res.* 70: 275-297.
- Pakhorukov, N.P., & A. R. Boltachev, 2001. On the Distribution and Behavior of the Oilfish *Ruvettus pretiosus* (Gempylidae) over Seamounts. *Journal of Ichthyology* Vol. 41(9).
- Tserpes, G., G. Tatamanidis, P. Peristeraki, 2005. Oilfish and shark by-catches of the Greek swordfish fishery in the E. Mediterranean; a preliminary analysis applied to "presence-absence" data. *ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap.* 59 (SCRS/2005/065)
- Wilson, SG; M.E, Lutcavage, R.W., Brill, M.P., Genovese, A.B., Cooper, A.W., Everly, 2005. Movements of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the northwestern Atlantic Ocean recorded by pop-up satellite archival tags. *Marine Biology* 146(2): 409-423.