

# 10<sup>ο</sup>

## Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας

07-11 | ΜΑΪΟΥ | 2012  
Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα



Διοργάνωση

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ  
ΣΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

e-mail: [symposium@hcmr.gr](mailto:symposium@hcmr.gr)  
<http://symposia.hcmr.gr>



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ

46,7 χλμ. Λεωφ. Αθηνών Σουνίου  
19013, Ανάβυσσος Αττικής  
Τηλ.: (+30) 22910 76 452, Φαξ (+30) 22910 76 347  
<http://www.hcmr.gr>

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΤΣΕΡΟΥΛΑΣ *Spicara flexuosa* Risso, 1810 ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΕΝΟΥΛΑΣ *Spicara maena* (Linnaeus, 1758) ΜΕΣΩ ΕΥΚΟΛΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΙΜΩΝ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ

Μίνος Γ.<sup>1</sup>, Ιμσιρίδου Α.<sup>1</sup>, Αργυρίδης Ν.<sup>1</sup>, Καρύδας Θ.<sup>1</sup>, Κατσέλης Γ.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Τ.Θ.

157, 63200, Ν. Μουδανιά, [gminos@aqua.teithe.gr](mailto:gminos@aqua.teithe.gr), [imsiri@otenet.gr](mailto:imsiri@otenet.gr).

<sup>2</sup> Τμήμα Υδατοκαλλιεργειών & Αλιευτικής Διαχείρισης, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Μεσολογγίου, 30200, Μεσολόγγι, [gkatsel@teimes.gr](mailto:gkatsel@teimes.gr).

### Περίληψη

Η αναγνώριση και ο διαχωρισμός των δύο ειδών του γένους *Spicara* (*Spicara flexuosa*, τσέρουλα και *Spicara maena*, μένουλα) είναι δύσκολος, ενώ μέχρι σήμερα επικρατεί σύγχυση στην συστηματική τους κατάταξη. Στην παρούσα εργασία αξιολογούνται μια σειρά από εύκολα αναγνωρίσιμοι μορφομετρικοί χαρακτήρες (δέκα σωματικές αναλογίες) ως προς την διαγνωστική τους δυνατότητα οι οποίοι θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν από τεχνολογίες πληροφορικής. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών έδειξαν ότι οι αναλογίες του σώματος μήκος κεφαλής και ύψος προς σταθερό μήκος, ύψος της κεφαλής προς μήκος κεφαλής και οι αναλογίες δύο υψών του σώματος είναι ανεξάρτητοι από το στάδιο γεννητικής ωριμότητας των ειδών. Η ανάλυση διαχωρισμού βασισμένη στα παραπάνω έδειξε σχετικά υψηλό ποσοστό αναγνώρισης (83,2%) των εξεταζόμενων δειγμάτων σε δύο διαφορετικά είδη. Τα αποτελέσματα συζητούνται και προτείνονται δυνατότητες βελτίωσης της μεθοδολογίας διαχωρισμού των ειδών.

**Λέξεις κλειδιά:** centracanthidae; spicara; multivariate analysis; μορφομετρία.

### **VALIDATING THE ABILITY TO IDENTIFY PICAREL *Spicara flexuosa* Risso, 1810 AND BLOTCHED PICAREL *Spicara maena* (Linnaeus, 1758) USING EASILY DISTINGUISHABLE MORPHOMETRIC CHARACTERS.**

Minos G.<sup>1</sup>, Imsiridou A.<sup>1</sup>, Argiridis N.<sup>1</sup>, Karidas Th.<sup>1</sup>, Katselis G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki, Department of Aquaculture & Fisheries Technology, P.O.

Box: 157, GR-63200, Nea Moudania, Greece. [gminos@aqua.teithe.gr](mailto:gminos@aqua.teithe.gr), [imsiri@otenet.gr](mailto:imsiri@otenet.gr).

<sup>2</sup>Technological Educational Institute of Messolonghi, Department of Aquaculture & Fisheries Management, GR-30200,

Messolonghi, Greece. [gkatsel@teimes.gr](mailto:gkatsel@teimes.gr).

### Abstract

The recognition and identification of the two species of *Spicara* genus (*Spicara flexuosa*, picarel and *Spicara maena*, blotched picarel) are difficult, while up to date there is a systematic confusion. In the present work a number of easily distinguishable morphometric features are evaluated (ten body ratios) for their diagnostics possibility which could be applied on information technology. According to the results of the Principal Component Analysis, the body ratios head length to standard length, head height to head length and the ratios of two body heights indicated that these characters were not related to the maturity stage of the species. The discriminant analysis based on the above body ratios, indicated rather high level of discrimination (83.2%) of the examined samples in two different species. The results are discussed and we propose possibilities of improvement in the identification methodology for the two species.

**Key words:** centracanthidae; spicara; multivariate analysis; morphometric.

## 1. Εισαγωγή

Τα είδη που ανήκουν στο γένος *Spicara* απαντώνται σε ρηγά βραχώδη και λασπώδη υποστρώματα στη Μεσόγειο, τη Μαύρη Θάλασσα, τον Ατλαντικό από την Πορτογαλία έως το Μαρόκο και τις Κανάριες νήσους (Froese & Pauly 2011). Τα είδη αυτά συμβάλλουν στην αλιεία στις παράκτιες περιοχές των ελληνικών θαλασσών (Mytilineou & Papaconstantinou 1991) ενώ είναι το πιο κοινό δευτερεύον αλιεύμα της παράκτιας αλιείας στη Μεσόγειο (ειδικά σε μηχανότρατες) με χαμηλή εμπορική αξία (Ragonese *et al.* 2004).

Το γένος *Spicara* έχει δημιουργήσει πολυάριθμα προβλήματα κατά το προσδιορισμό των ειδών που το αποτελούν και συνεπώς έχουν περιγραφεί πολλά είδη, οδηγώντας σε ποικίλα συνώνυμα. Αυτό αποδόθηκε στις χαρακτηρισμένες παραλλαγές του χρωματισμού που σχετίζεται με τα αποτελέσματα του φυλετικού διμορφισμού (και ενισχύεται με την αντιστροφή του φύλου λόγω του πρωτόγυνου ερμαφροδιτισμού) και των αλλαγών του χρώματος λόγω του σταδίου γεννητικής ωριμότητας (Pollard & Pichot 1971).

Σύμφωνα με την ανασκόπηση των Pollard & Pichot (1971), η παλαιά ταξινόμηση διάκρινε δύο γένη, *Maena* και *Smaris* που στη συνέχεια μετονομάστηκαν σε *Maena* και *Spicara* και τελικά συγχωνεύθηκαν σε ένα ενιαίο γένος *Spicara* το οποίο περιλαμβάνει τρία είδη: *Spicara maena* (L., 1758), *Spicara smaris* (L., 1758) και *Spicara chrysalis* Valenciennes, 1830, που είναι συνώνυμο του *Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810 (Tortonese 1975).

Στην βιβλιογραφία διατηρείται μια συστηματική σύγχυση για το αν το *S. maena* και το *S. flexuosa* αποτελούν ίδιο (Tortonese 1975, Eschmeyer & Fricke 2011, Froese & Pauly 2011) ή διαφορετικό είδος (Vasiliev 1980, Papakonstantinou 1988, Golani *et al.* 2006, Vasil'eva 2007, Imsiridou *et al.* 2011). Η ανωτέρω διχογνωμία διατηρείται μέχρι και σήμερα, παρόλο που μελέτες που ασχολήθηκαν με την ανάλυση του καρυότυπου (Vasiliev 1980) και με γενετικά στοιχεία (Chiba *et al.* 2009, Imsiridou *et al.* 2011) υποστηρίζουν αναμφισβήτητα ότι τα *S. maena* και *S. flexuosa* είναι δύο διαφορετικά είδη. Ξεπερνώντας την παραπάνω σύγχυση και θεωρώντας ότι τα *S. maena* και *S. flexuosa* είναι δύο διαφορετικά είδη, ο προσδιορισμός τους μπορεί να γίνει με μεριστικά και μορφομετρικά χαρακτηριστικά (Tortonese 1986, Fischer *et al.* 1987, Rizkalla 1996).

Η πολυμεταβλητή ανάλυση θεωρείται μια ισχυρή τεχνική για τον προσδιορισμό των μορφολογικών σχέσεων μεταξύ των διαφορετικών πληθυσμών ενός είδους (Clayton & MacCrimmon 1988, Corti & Crosetti 1996, Vidalis *et al.* 1997) και για την έρευνα των ταξινομικών προβλημάτων μεταξύ των ειδών (Spain *et al.* 1980, Karakousis *et al.* 1991, Iliadou *et al.* 1996, Katselis *et al.* 2006) αλλά επίσης δημιουργεί και το μαθηματικό υπόβαθρο για την ανάπτυξη και υποστήριξη νέων εργαλείων. Η ανάπτυξη εξειδικευμένων λογισμικών εργαλείων όπως το TPS-dig software, version 1.37 (Rohlf 2003) που παρέχουν την δυνατότητα μετρήσεων από ψηφιακή φωτογραφία του αντικειμένου, χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην ιχθυολογία. Παρόλα όμως τα πλεονεκτήματα, θέτουν περιορισμούς που σχετίζονται με την ποιότητα της εξαγόμενης πληροφορίας. Είναι σαφές ότι εάν μια φωτογραφία πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του είδους, θα πρέπει οι χαρακτήρες αναγνώρισης να είναι εύκολα αναγνωρίσιμοι και μετρήσιμοι.

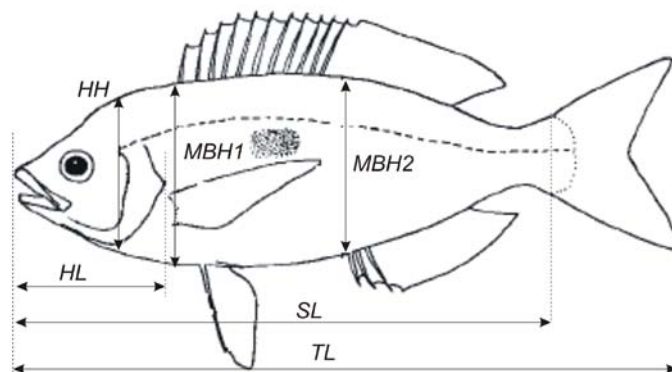
Στόχος της παρούσης μελέτης είναι η αξιολόγηση της δυνατότητας διαχωρισμού του *S. flexuosa* και του *S. maena* μέσω εύκολα αναγνωρίσιμων μορφομετρικών χαρακτήρων και η ανάπτυξη ενός μαθηματικού υποβάθρου διάγνωσης μέσω της χρήσης μιας πολυμεταβλητής ανάλυσης.

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

Η συλλογή των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με επαγγελματική αλιεία στο Θερμαϊκό κόλπο (40° 23' N; 22° 50' E). Τα άτομα της μένουλας *S. maena* και της τσέρουλας *S. flexuosa* συλλέχτηκαν τυχαία από τον Μάρτιο έως τον Αύγουστο του 2008. Η περίοδος δειγματοληψίας επιλέχτηκε να συμπίπτει με την περίοδο φωτοκίας των 2 ειδών. Τα άτομα του *S. maena* συλλέχτηκαν με γρι γρι (20 mm μέγιστο άνοιγμα “ματιού”), σε 25-35 m βάθος σε αμμώδες υπόστρωμα καλυμμένο με λειμώνες *Posidonia oceanica*, ενώ τα αντίστοιχα του *S. flexuosa* συλλέχτηκαν με ιχθυοπαγίδα δολωμένη με σαρδέλα (διαστάσεων 80x60x30 cm και άνοιγμα ματιού 20 mm) σε αμμώδες ή λασπώδες υπόστρωμα με ορισμένα τμήματα καλυμμένα με σκληρό υπόστρωμα. Τα πλεονεκτήματα αυτών των εργαλείων (γρι-γρι και ιχθυοπαγίδα) είναι ότι συλλαμβάνουν μεγάλη γκάμα μεγεθών από συγκεκριμένο πληθυσμό και περιοχή σε αντίθεση με τα στατικά δίχτυα και τη τράτα βυθού που αλιεύουν συγκεκριμένα μεγέθη και σαρώνουν μεγάλη περιοχή αντίστοιχα.

Ο προσδιορισμός των ειδών έγινε σύμφωνα με τα γνωρίσματα που αναφέρονται από τον Tortonese (1986) και τους Fischer *et al.* (1987).

Για τη μορφομετρική ανάλυση μελετήθηκαν συνολικά οχτακόσια ογδόντα οχτώ (888) άτομα (9,6-18,1 cm ολικό μήκος και 9,9-84,3 g ολικό σωματικό βάρος). Σε κάθε άτομο ελήφθησαν έξι μορφομετρικά γνωρίσματα (Εικ. 1). Συγκεκριμένα, το ολικό μήκος (*TL*) που ορίζεται ως η απόσταση από την άκρη του ρύγχους έως το μακρύτερο άκρο του ουραίου πτερυγίου, το σταθερό μήκος (*SL*) που ορίζεται ως η απόσταση από την άκρη του ρύγχους έως το τέλος της σπονδυλικής στήλης, το μήκος της κεφαλής (*HL*) που ορίζεται ως η απόσταση από το άκρο του ρύγχους έως το οπίσθιο άκρο του βραγχιακού επικαλύμματος, το ύψος κεφαλής (*HH*) που ορίζεται ως η απόσταση από το κατώτερο έως το ανώτερο σημείο της κεφαλής, το μέγιστο ύψος σώματος 1 (*MBH<sub>1</sub>*) που ορίζεται ως η κάθετη απόσταση από το εμπρόσθιο άκρο του ραχιαίου πτερυγίου έως το κατώτερο άκρο του σώματος και το μέγιστο ύψος σώματος 2 (*MBH<sub>2</sub>*) που ορίζεται ως η κάθετη απόσταση από το ραχιαίο πτερύγιο έως το κοιλιακό τμήμα του σώματος στο σημείο της έδρας. Οι χαρακτήρες αυτοί είναι εύκολα διακριτοί και ευκρινείς σε μια φωτογραφία ψαριού και μερικοί από αυτούς έχουν χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση των δύο ειδών (Lythgoe & Lythgoe 1992, Fischer *et al.* 1987, Golani *et al.* 2006). Όλες οι μετρήσεις ελήφθησαν με τη χρήση ιχθυόμετρου και ψηφιακού παχύμετρου με ακρίβεια 0,1 cm.



Εικ. 1. Μορφομετρικές μετρήσεις που ελήφθησαν στα άτομα της τσέρουλας και της μένουλας.

Μετά τις μετρήσεις, το κάθε άτομο εκσπλαχνιζόταν και αφαιρούνταν οι γονάδες του και γίνονταν μακροσκοπικά εκτίμηση του φύλου και του σταδίου γεννητικής ωριμότητας σύμφωνα με την κλίμακα Nikolsky (1963), ελαφρά τροποποιημένη για να ταιριάζει στα χαρακτηριστικά των γονάδων των δύο ειδών (Vidalis 1994). Το ολικό βάρος σώματος ( $W$ ) και το βάρος των γονάδων ( $Wg$ ) ελήφθη με ακρίβεια 0,1g, και υπολογίστηκε ο γοναδοσωματικός δείκτης ( $GSI=100*Wg/W$ ).

Για την ελαχιστοποίηση πιθανής διακύμανσης που προκύπτει από την αλομετρική αύξηση, όλες οι μορφομετρικές μετρήσεις τυποποιήθηκαν σύμφωνα με τον Reist (1985):  $X'_{i,j} = \overline{\log X_i} - b \cdot (\log TL_j - \overline{\log TL_i})$ , όπου  $X'_{i,j}$  είναι η τυποποιημένη μέτρηση του  $i$  μορφομετρικού χαρακτήρα,  $\overline{\log X_i}$  είναι ο μέσος λογάριθμος της  $i$  μέτρησης του μορφομετρικού χαρακτήρα,  $TL_j$  είναι το ολικό μήκος του ατόμου  $j$ ,  $\overline{\log TL}$  είναι ο λογάριθμος του μέσου ολικού μήκους του συνόλου των ατόμων και  $b$  είναι η κλίση της γραμμικής σχέσης  $\log X$  ( $\log TL$ ). Στη συνέχεια, εκτιμήθηκε ο αντιλογάριθμος των τυποποιημένων μετρήσεων και οι μεταξύ τους αναλογίες. Για να προσδιοριστεί εάν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των ειδών για κάθε αναλογία των χαρακτήρων, χρησιμοποιήθηκε το  $t$ -test (ZAR 1999).

Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση κύριων συνιστωσών (Principal Component Analysis: PCA) για τον έλεγχο της συμβολής των αναλογιών των μορφομετρικών χαρακτήρων και του λογαρίθμου του  $GSI$  στη διαμόρφωση της διαφοράς της μορφής των δύο ειδών των ψαριών (Hair *et al.* 1998). Για να αξιολογηθεί η δυνατότητα διάγνωσης των δύο ειδών, χρησιμοποιήθηκε διαχωριστική ανάλυση (Discriminant Analysis: DA) σε χαρακτήρες βασισμένους στη γενικευμένη απόσταση Mahalanobis με σκοπό να προσδιοριστεί η ομοιότητα μεταξύ των ομάδων και η δυνατότητα αυτών των μεταβλητών να προσδιορίσουν τα δείγματα σωστά (Hair *et al.* 1998).

Προκειμένου να προσδιοριστούν σημαντικές διαφορές μεταξύ του φύλου ανά ομάδες ειδών (ανώριμα, αρσενικά και θηλυκά) σχετικά με τα αποτελέσματα της κάθε εξαγόμενης κανονικής μεταβλητής (CaV), εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA). Επιπλέον, η δοκιμή Tukey HSD εφαρμόστηκε για να ελέγξει ποιο φύλο ανά είδος διαφέρει το ένα από το άλλο. Επίσης, για να ελαχιστοποιήσουμε τη διακύμανση που συνδέεται με το στάδιο γεννητικής ωριμότητας των ατόμων, οι μορφομετρικές αναλογίες που σχετίζονται με τον γοναδοσωματικό δείκτη  $GSI$  αποκλείστηκαν από την ανάλυση DA. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS PC ver. 10.

### 3. Αποτελέσματα

Η περιγραφική στατιστική και τα αποτελέσματα του  $t$ -test παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε όλες τις εξεταζόμενες αναλογίες των μορφομετρικών χαρακτήρων μεταξύ των ειδών ( $t$ -test>5; df= 887;  $P<0,05$ ).

Πίνακας 1. Περιγραφική στατιστική για το ολικό μήκος ( $TL$ ), Γοναδοσωματικός δείκτης ( $GSI$ ) και αναλογίες μεταξύ των μορφομετρικών χαρακτήρων που εκτιμήθηκαν σύμφωνα με την τυποποίηση κατά Reist (1985).  $X$ : μέση τιμή (cm);  $SD$ : standard deviation; Min-max: ελάχιστη και μέγιστη τιμή (cm);  $N$ : αριθμός ατόμων; AN: ανώριμα άτομα; A: αρσενικά και Θ: θηλυκά.

Χαρακτήρας	<i>Spicara maena</i>			<i>Spicara flexuosa</i>			t-test	P
	N=299 (AN=0; A=78; Θ=221)			N=589 (AN=174; A=269; Θ=146)				
$TL$	X	SD	Min-max	X	SD	min-max		
	15,373	1,09	11,6-18,1	14,101	1,80	9,6-18,1	13,1	<0,05
$GSI$	X	SD	Min-max	X	SD	min-max		
	0,083	0,05	0-0,37	0,011	0,02	0-0,24	23,2	<0,05

<i>HL/SL</i>	0,283	0,01	0,25-0,31	0,294	0,01	0,27-0,33	18,4	<0,05
<i>HH/SL</i>	0,243	0,01	0,21-0,29	0,238	0,01	0,19-0,31	5,1	<0,05
<i>MBH<sub>1</sub>/SL</i>	0,296	0,02	0,25-0,34	0,274	0,01	0,24-0,36	20,3	<0,05
<i>MBH<sub>2</sub>/SL</i>	0,300	0,02	0,26-0,35	0,274	0,01	0,22-0,32	24,8	<0,05
<i>HH/HL</i>	0,860	0,04	0,75-1,02	0,811	0,04	0,67-1,00	17,9	<0,05
<i>MBH<sub>1</sub>/HL</i>	1,050	0,06	0,87-1,21	0,933	0,04	0,79-1,11	29,0	<0,05
<i>MBH<sub>2</sub>/HL</i>	1,063	0,06	0,93-1,22	0,933	0,04	0,73-1,08	33,0	<0,05
<i>MBH<sub>1</sub>/HH</i>	1,222	0,07	0,97-1,45	1,151	0,05	0,90-1,40	16,2	<0,05
<i>MBH<sub>2</sub>/HH</i>	1,238	0,07	1,03-1,49	1,151	0,06	0,92-1,34	17,8	<0,05
<i>MBH<sub>2</sub>/MBH<sub>1</sub></i>	1,013	0,04	0,93-1,17	1,001	0,04	0,72-1,23	4,5	<0,05

Η ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA) έδωσε τέσσερις παράγοντες με ιδιοτιμή (eigenvalues)>1, εξηγώντας το 96% της διακύμανσης (Πιν. 2). Χρησιμοποιώντας μια τιμή των παραγοντικών φορτίων (factor loadings) > 0,6, ο παράγοντας 1 αποδίδει χαρακτήρες που σχετίζονται με το μέγιστο ύψος σώματος προς τους ρυθμούς μήκους και τον γοναδοσωματικό δείκτη, ο παράγοντας 2 αποδίδει χαρακτήρες που σχετίζονται με το ύψος κεφαλής προς το μήκος κεφαλής και το σταθερό μήκος (*HH/HL* και *HH/SL* αντίστοιχα), ο παράγοντας 3 εκφράζεται από το μήκος κεφαλής προς το σταθερό μήκος (*HL/SL*), ενώ τέλος ο παράγοντας 4 εκφράζεται από το μέγιστο ύψος σώματος (*MBH<sub>2</sub>/MBH<sub>1</sub>*).

Πίνακας 2. Αποτελέσματα της PCA: κύριες συνιστώσες και παραγοντικά φορτία για κάθε μορφολογικό χαρακτήρα για τις τέσσερις κύριες συνιστώσες.

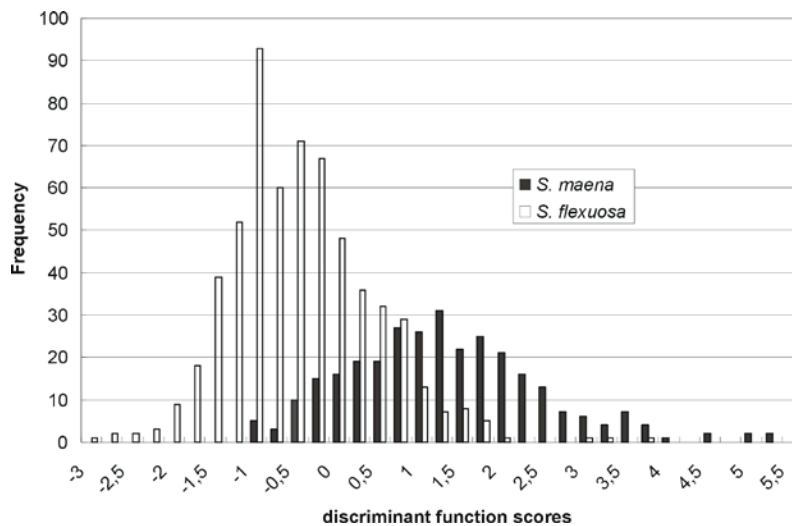
	Κύρια συνιστώσα			
	<i>F1</i>	<i>F2</i>	<i>F3</i>	<i>F4</i>
<b>Ιδιοτιμή</b>	5,668	2,416	1,382	1,094
<b>% Διακύμανση</b>	43,25	23,09	15,15	14,52
<b>% Αθροιστική διακύμανση</b>	43,25	66,34	81,49	96,00
<b>Χαρακτήρας</b>				
<i>GSI</i>	0,67	0,22	0,35	0,07
<i>HL/SL</i>	-0,23	0,08	-0,96	-0,05
<i>HH/SL</i>	0,07	0,95	-0,29	-0,08
<i>MBH<sub>1</sub>/SL</i>	0,86	0,45	-0,08	-0,23
<i>MBH<sub>2</sub>/SL</i>	0,83	0,38	-0,05	0,39
<i>HH/HL</i>	0,24	0,89	0,38	-0,04
<i>MBH<sub>1</sub>/HL</i>	0,83	0,34	0,39	-0,16
<i>MBH<sub>2</sub>/HL</i>	0,80	0,28	0,40	0,34
<i>MBH<sub>1</sub>/HH</i>	0,90	-0,34	0,18	-0,18
<i>MBH<sub>2</sub>/HH</i>	0,79	-0,35	0,18	0,46
<i>MBH<sub>2</sub>/MBH<sub>1</sub></i>	0,00	-0,09	0,04	0,99

Η διαχωριστική ανάλυση (DA) στις αναλογίες *HL/SL*, *HH/SL*, *HH/HL* και *MBH<sub>2</sub>/MBH<sub>1</sub>* (οι υπόλοιποι χαρακτήρες συνδέονται με τον παράγοντα 1 και αποκλείστηκαν εξαιτίας της

συσχέτισης τους με το στάδιο γεννητικής ωριμότητας των ψαριών) έδωσαν μια κανονική μεταβλητή που συνεισέφερε στο σύνολο της διακύμανσης. Οι χαρακτηριστικές πρώτης προτεραιότητας για τον διαχωρισμό (προσδιορισμό) των ειδών ήταν τα πηλίκα *HL/SL* και *HH/HL*.

$$DF = -134.03 - 539.8 \cdot (HH/SL) + 384.4 \cdot (HL/SL) + 175.2 \cdot (HH/HL) + 6.96 \cdot (MBH_2/MBH_1)$$

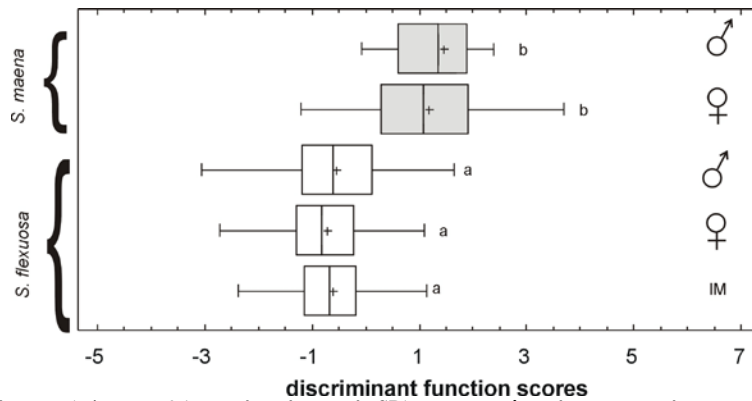
Η εξίσωση διαχωρισμού επαναποθετήσε σωστά στα είδη στο 83,19% των ατόμων. Το ποσοστό ορθού προσδιορισμού των ατόμων του *S. maena* και του *S. flexuosa* ήταν 64,5% και 92,7%, αντίστοιχα (Πίν. 3). Η κατανομή συχνοτήτων των αποτελεσμάτων της εξίσωσης διαχωρισμού (DF) για δύο είδη δίνεται στην Εικόνα 2. Το 77% των ατόμων του *S. flexuosa* έδωσε  $DF < 0$  ενώ το 83% του *S. maena* έδωσε  $DF > 0$  (Εικ. 2). Οι τιμές του DF διέφεραν σημαντικά μεταξύ των ειδών αλλά όχι μεταξύ των φύλων του ίδιου είδους (ANOVA;  $df=4,804$ ;  $F=162$ ;  $P < 0,05$ ; Tukey HSD test;  $P > 0,05$ ; (Εικ. 3).



Εικ. 2. Κατανομή συχνοτήτων των τιμών των αποτελεσμάτων της πρώτης κανονικής μεταβλητής (CaV) (discriminant function scores) για το *S. flexuosa* και το *S. maena*.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα της διαχωριστικής ανάλυσης κατάταξη που δίνει το ποσοστό των ατόμων που κατατάσσονται σε κάθε είδος.

Πρόβλεψη Ειδών			
Είδος	<i>Spicara maena</i>	<i>Spicara flexuosa</i>	Αρ. Ατόμων
<i>Spicara maena</i>	64,5	35,5	299
<i>Spicara flexuosa</i>	7,3	92,7	589



Εικ. 3. Θηκογράμματα (min-max, 95% τιμές, μέση τιμή, SD) των αποτελεσμάτων της πρώτης κανονικής μεταβλητής (CaV) (discriminant function scores) για αρσενικά, θηλυκά και ανώριμα άτομα του *S. flexuosa* και του *S. maena*. Ομάδες που δεν διαφέρουν στατιστικά (Tukey HSD test;  $P > 0.05$ ) εμφανίζονται με το ίδιο γράμμα, a ή b.

#### 4. Συμπεράσματα/Συζήτηση

Οι μορφομετρικοί (φαινοτυπικοί) χαρακτήρες προέρχονται από τη σύνθετη επίδραση του γενοτύπου και των περιβαλλοντικών παραγόντων και είναι κάτω από την επίδραση της φυσικής επιλογής (Dobzansky 1970). Είναι βέβαιο ότι παράμετροι σχετικές με την αλλομετρική αύξηση των ψαριών και το συγχρονισμό της δειγματοληψίας (τροφοληψία και γεννητική ωρίμανση), θα μπορούσαν να επιβάλουν μερικούς σημαντικούς περιορισμούς για τη μελέτη των μορφολογικών σχέσεων μεταξύ των ειδών. Στην παρούσα μελέτη έγινε προσπάθεια να ελαχιστοποιηθούν οι διαφοροποιήσεις που σχετίζονται με αυτές τις παραμέτρους μέσω της κοινής περιόδου δειγματοληψίας, το μετασχηματισμό των αρχικών μετρήσεων (Reist 1985) και να εξαιρέσει από την ανάλυση τους χαρακτήρες που συσχετίζονται με το στάδιο γεννητικής ωριμότητας των ψαριών.

Στην παρούσα μελέτη, η ανάλυση της μορφολογικής μεταβλητότητας έδειξε σημαντικές διαφορές στην εξωτερική μορφολογία μεταξύ των δύο ειδών (Πίν. 1). Οι αναλογίες των μετρήσεων στο σώμα έδειξαν ότι τα άτομα του *S. maena* χαρακτηρίζονται από κοντότερο/υψηλότερο κεφάλι και υψηλότερο σώμα από εκείνες του *S. flexuosa*. Τα ανωτέρω συμπεράσματα συμπίπτουν με άλλους ερευνητές (Pollard & Pichot 1971, Tortonese 1986, Fischer *et al.* 1987, Lythgoe & Lythgoe 1992, Miller & Loates 1997, Golani *et al.* 2006). Ορισμένοι συγγραφείς έχουν χρησιμοποιήσει τη σχέση του μήκους της κεφαλής και του μέγιστου ύψους σώματος για να προσδιορίσουν τα δύο είδη. Το μήκος κεφαλής είναι ίσο ή μεγαλύτερο από το ύψος σώματος στο *S. flexuosa* ενώ το μήκος κεφαλής είναι μικρότερο από το ύψος σώματος στο *S. maena* (Lythgoe & Lythgoe 1992, Fischer *et al.* 1987, Golani *et al.* 2006). Αν και τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με τα ανωτέρω (Πίν. 1:  $MBH_1/HL$  και  $MBH_2/HL$  είναι μεγαλύτερα στο *S. maena* απ' ό,τι στο *S. flexuosa*), είναι γεγονός ότι οι αναλογίες που αφορούν στα ύψη σώματος ( $MBH_1/HL$ ,  $MBH_2/HL$ ,  $MBH_1/HH$ ,  $MBH_2/HH$ ,  $MBH_1/SL$ ,  $MBH_2/SL$ , εκτός από το πηλίκιο του  $MBH_2/MBH_1$ ), σχετίζονται με το στάδιο γεννητικής ωριμότητας των ψαριών (Πίν. 2), οπότε θα πρέπει να θεωρηθούν ακατάλληλοι για τον διαχωρισμό των δύο ειδών.

Η διαχωριστική ανάλυση έδειξε ότι οι αναλογίες α) του μήκους κεφαλής προς το σταθερό μήκος ( $HL/SL$ ), β) ύψος κεφαλής προς μήκος κεφαλής ( $HH/HL$ ), γ) ύψος κεφαλής προς το



σταθερό μήκος ( $HH/SL$ ) και δ) των δύο μετρήσεων του ύψους του σώματος ( $MBH_2/ MBH_1$ ), εμφανίζουν μικρή συσχέτιση με το στάδιο γεννητικής ωριμότητας (Πιν. 3: απόλυτη τιμή παραγοντικών φορτίων < 0,24) με υψηλό επίπεδο σωστού προσδιορισμού των δύο ειδών (83,2%) και δεν σχετίζονται με το φυλετικό διμορφισμό των ειδών (Εικ. 3). Κατά συνέπεια, μπορούν να αποτελούν ένα αξιόπιστο εργαλείο για τον προσδιορισμό των δύο ειδών ενώ η ευκρίνεια των χαρακτήρων καθώς και οι διαχωριστική σχέση δίνουν την δυνατότητα αξιοποίησης τους από τις νέες τεχνολογίες. Το μικρό σχετικά ποσοστό μη διάκρισης (16,8%) από τους παραπάνω χαρακτήρες μπορεί να ξεπεραστεί από γενικότερες πληροφορίες που αφορούν τα είδη όπως σε διαφορές σε βιολογικά χαρακτηριστικά (αναπαραγωγική περίοδος: Tortonese 1986, Fischer et al. 1987, Lythgoe & Lythgoe 1992, Dulčić et al. 2000, μήκος αλλαγής φύλου: Lepori 1960, Relini et al. 1999, Dulčić et al. 2000, Karakulak et al. 2007, Καρύδας κ.α. 2009, Καρύδας κ.α. 2011), χρωματικό πρότυπο του σώματος (Lythgoe and Lythgoe 1992, Louisy 2002, Καρύδας κ.α. 2009), και σε στοιχεία της εξωτερικής μορφολογίας (Fischer et al. 1987, Lythgoe & Lythgoe 1992, Louisy 2002, Golani et al. 2006)

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας αποκάλυψαν ικανοποιητικού βαθμού διάκριση μεταξύ της μένουλας *S. maena* και της τσέρουλας *S. flexuosa* βασιζόμενη σε τέσσερις αναλογίες σώματος οι οποίες πρόερχονται από πέντε εύκολα αναγνωρίσιμους μορφολογικούς χαρακτήρες ( $HH$ ,  $HL$ ,  $SL$ ,  $MBH_1$  και  $MBH_2$ ), συμβάλλοντας στην βελτίωση των μεθόδων προσδιορισμού των δύο ειδών που βασίζονται σε εξωτερικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα.

## 6. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Chiba, S.N., Iwatsuki, Y., Yoshino, T. & Hanzawa, N., 2009. Comprehensive phylogeny of the family Sparidae (Perciformes: Teleostei) inferred from mitochondrial gene analyses. *Genes Genetics and Systematics*, 84: 153-170.
- Clayton, R.R. & MacCrimmon, H., 1988. Morphometric and meristic variability among North American Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Zoology*, 66: 310-317.
- Corti, M. & Crosetti, D., 1996. Geographical variation in the grey mullets: a geometric morphometric analysis using partial warp scores. *Journal of Fish Biology*, 48(2): 255-269.
- DOBZANSKY, T., 1970. *Genetic of evolutionary process*. Columbia University Press, New York, 505 pp.
- Dulčić, J., Kraljević, M., Grbec, B. & Cetinić, P., 2000. Age, growth and mortality of blotched picarel *Spicara maena* L. (Pisces: Centranchidae) in the eastern central Adriatic. *Fisheries Research*, 48: 69-78.
- Eschmeyer, W.N. & Fricke, R., 2011. Catalog of Fishes, electronic version. <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> (accessed 20 October 2011).
- FISCHER, W., BAUCHOT, M.-L. & SCHNEIDER, M., 1987. *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés*, FAO, Rome, pp. 1031-1036.
- Froese, R. & Pauly, D., 2011. FishBase. World Wide Web Electronic Publication. <http://www.fishbase.org> (accessed 20 October 2011).
- GOLANI, D., ÖZTÜRK, B. & BAŞUSTA, N., 2006. Centranchidae, pp. 168-169. In: Golani D., Öztürk B. & Başusta N. (eds), *Fishes of the Eastern Mediterranean*, Turkish Marine Research Foundation, Istanbul.
- HAIR, J.F., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L. & BLACK, W.C., 1998. *Multivariate data analysis*. 4<sup>th</sup> edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 730 pp.
- Iliadou, K., Sourdis, J., Economidis, P.S. & Wheeler, A., 1996. Morphological differentiation among species of genus *Scardinius* (Pisces: Cyprinidae) in Greece. *Journal of Natural History*, 30(3): 459-473.
- Imviridou, A., Minos, G., Gakopoulou, A., Katsares, V., Karidas, T. & Katselis, G., 2011. Discrimination of two picarel species *Spicara flexuosa* and *Spicara maena* (Pisces: Centranchidae) based on mitochondrial DNA sequences. *Journal of Fish Biology*, 78(1): 373-377.
- Karakousis, Y., Triandafyllidis, C. & Economidis, P.S., 1991. Morphological variability among seven Greek populations of brown trout (*Salmo trutta*). *Journal of Fish Biology*, 38(6): 807-817.

- Karakulak, F.S., Bilgin, B., Zengin, M. & Erk, H. 2007. Blotched picarel, *Spicara maena* L. 1758, in the trammel and gill net catches in the Aegean Sea (Turkey). *Rapports de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 38: 511.
- Καρύδας, Θ., Αργυρίδης, Ν. & Μίνος, Γ., 2009. Προσδιορισμός του φύλου στο ερμαφρόδιτο είδος *Spicara flexuosa* (Rafinesque, 1810) με εξωτερικά γνωρίσματα και την ανάλυση του μήκους. Πρακτικά 31<sup>ο</sup> Επιστημονικό Συνέδριο Ε.Ε.Β.Ε., 14-16 Μαΐου Πάτρα, 128-129.
- Καρύδας, Θ., Αργυρίδης, Ν. & Μίνος, Γ., 2011. Εκτίμηση του μήκους αλλαγής φύλου της μένουλας *Spicara maena* (Linnaeus, 1758) στο Θερμαϊκό κόλπο. Πρακτικά 33<sup>ο</sup> Επιστημονικό Συνέδριο Ε.Ε.Β.Ε., 19-21 Μαΐου Έδεσσα, 122-123.
- Katselis, G., Hotos, G., Minos, G. & Vidalis, K., 2006. Phenotypic affinities on fry of four Mediterranean grey mullet species. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 6(1): 49-55.
- Lepori, N.G., 1960. Ermafroditismo proteroginico in *Maena maena* (L.) ed in *Maena chrysalis* (Cuv. e Val.) (Perciformes, Centranchthidae). *Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia*, 14: 155-165.
- LOUISY, P., 2002. *Guide d'identifications des Poissons Marins. Europe de l'ouest et Méditerranée*. ULMER, Paris, 430 pp.
- LYTHGOE, J. & LYTHGOE, G., 1992. *Fishes of the sea. The North Atlantic and Mediterranean*, The MIT Press, pp. 123-124.
- MILLER, P.J. & LOATES, M.J., 1997. *Fish of Britain and Europe*. Collins pocket guide. Harper Collins Publishers, London, pp.200-201.
- Mytilineou, C. & Papaconstantinou, C., 1991. Age and growth of *Spicara flexuosa* (Rafinesque, 1810) (Pisces, Centranchthidae) in the Patraikos gulf (Greece). *Scientia Marina*, 55(3): 483-490.
- NIKOLSKY, G.V., 1963. *The Ecology of Fishes*. Academic Press, London/New York, 352 pp.
- PAPAKONSTANTINOY, C. 1988., *Check-list of marine fishes of Greece*. National Centre for Marine Research, Hellenic Zoological Society, Athens, 257 pp.
- Pollard, D.A. & Pichot, P., 1971. The systematic status of the Mediterranean Centranchthidae fishes of the genus *Spicara*, and in particular *S. chrysalis* (Val.) as indicated by electrophoresis studies of their eye-lens proteins. *Journal of Fish Biology*, 3: 59-72.
- RAGONESE, S., FIORENTINO, F., GAROFALO, G., GRISTINA, M., LEVI, D., GANCITANO, S., GIUSTO, G.B., RIZZO, P. & SINAVORI, G., 2004. Distribution, abundance and biological features of picarel (*Spicara flexuosa*), Mediterranean (*Trachurus mediterraneus*) and Atlantic (*T. trachurus*) horse mackerel based on experimental bottom-trawl data (MEDITS, 1994-2002) in the Strait of Sicily. In Report of the MedSudMed Expert Consultation on Small Pelagic Fishes: Stock Identification and Oceanographic Processes Influencing their Abundance and Distribution. pp. 100-114. MedSudMed (eds.). GCP/RER/010/ITA/MSM-TD-05. MedSudMed Technical Documents 5.
- Reist, J.D., 1985. An empirical evaluation of several univariate methods that adjust for size variation in morphometrics data. *Canadian Journal of Zoology*, 63(6): 1429-1439.
- Relini, G., Bertrand, J. & Zamboni, A., 1999. Synthesis of knowledge of the bottom fishery resources in the central Mediterranean (Italy and Corsica). *Biologia Marina Mediterranea*, 6(1): 868 p.
- Rizkalla, S.I., 1996. A comparative study on the morphometric characters of fishes belonging to family: Centranchthidae in the Egyptian Mediterranean waters. *J. KAU: Mar. Sci. 7, Special Issue: Symp. On Red Sea Mar. Environ. Jeddah*. 1994. pp. 255-261.
- ROHLF, F.J., 2003. TPS-dig, Computer Programme version 1.37. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
- Spain, V.A., Grant, J.C. & Sinclair, F.D., 1980. Phenotypic affinities of 11 species of Australian mullet (Pisces: Mugilidae). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 31: 69-83.
- TORTONESE, E., 1975. *Fauna d'Italia "Osteichthyes"*. *Pesci Ossei*. Edizioni Calderini, Bologna XI.
- TORTONESE, E., 1986. Centranchthidae, pp. 908-911. In: Whitehead P.J.P., Bauchot M.-L., Hureau J.-C., Nielsen J. & Tortonese E. (eds), *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*, UNESCO, Paris.
- Vasiliev, V.P., 1980. The selective mortality of different chromosome morphs in *Spicara flexuosa* Raf. *Genetica*, 52/53(1): 327-331.
- VASILEVA, E.D., 2007. Fish of the Black Sea. Key to marine, Brackish-water, Euryhaline, and Anadromous Species With Color Illustrations, Collected by S. V. Bogorodsky. VNIRO Publishing, Moscow. (In Russian, with English abstract).
- VIDALIS, K., 1994. Biology and population dynamics of the picarel (*Spicara smaris*, L. 1758) on the Cretan Continental Shelf. PhD Thesis, Department of Biology, University of Crete, Greece. 257 pp. (in Greek with English abstract).
- Vidalis, K., Markakis, G. & Tsimenides, N., 1997. Discrimination between populations of picarel (*Spicara smaris* L., 1758) in the Aegean Sea, using multivariate analysis of phenetic characters. *Fisheries Research*, 30(3): 191-197.

ZAR, J.H., 1999. *Biostatistical Analysis*, 4<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, New Jersey, 663 pp., plus appendices.