



Αλιευτική Βιολογία

Εργαστήριο 1

Εκτίμηση συντελεστών σχέσης μήκους–βάρους ψαριών



Βασίλης Τρυγόνης

Μυτιλήνη 2024



Αναφορά δημιουργού – Παρόμοια διανομή (CC BY-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>



Εκτίμηση συντελεστών σχέσης μήκους–βάρους ψαριών

Περιεχόμενα διάλεξης:

- 1) Θεωρητικό υπόβαθρο.
- 2) Επίλυση στο Excel.
- 3) Εκφώνηση εργασίας σπιτιού (τι πρέπει εσείς να κάνετε).

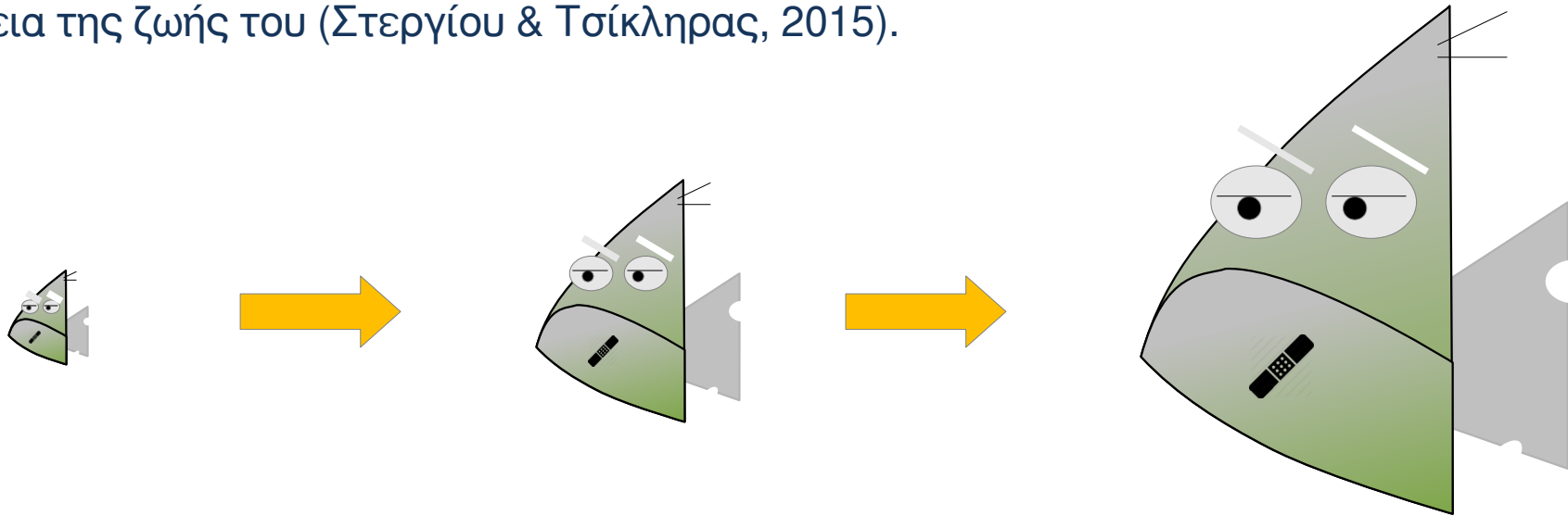


Ενότητα 1

Θεωρητικό υπόβαθρο

Αύξηση

Αύξηση (growth) είναι η μεταβολή του σωματικού μήκους ή βάρους ενός ψαριού στη διάρκεια της ζωής του (Στεργίου & Τσίκληρας, 2015).



- Τα περισσότερα ζώα (θηλαστικά και πουλιά) αποκτούν το μέγιστο μέγεθός τους κατά την ενηλικίωσή τους.
- Τα ψάρια διαφέρουν: αυξάνουν σε μήκος και βάρος σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους, με ρυθμό που μειώνεται με την ηλικία.

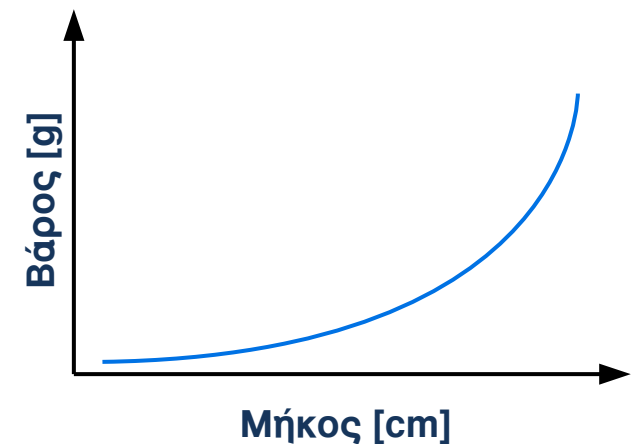
Σχέση μήκους – βάρους

- Το μήκος και το βάρος των ψαριών συνδέονται στενά.
- Η σχέση αυτή περιγράφεται από την εξίσωση:

$$W = a \cdot L^b$$

Όπου:

- **W** είναι το βάρος του ψαριού, σε γραμμάρια (g).
 - **L** είναι το μήκος του ψαριού, σε εκατοστά (cm).
 - **a** και **b** είναι οι συντελεστές της σχέσης μήκους-βάρους.
- Η εξίσωση έχει αυτήν (την εκθετική) μορφή:



Σχέση μήκους – βάρους

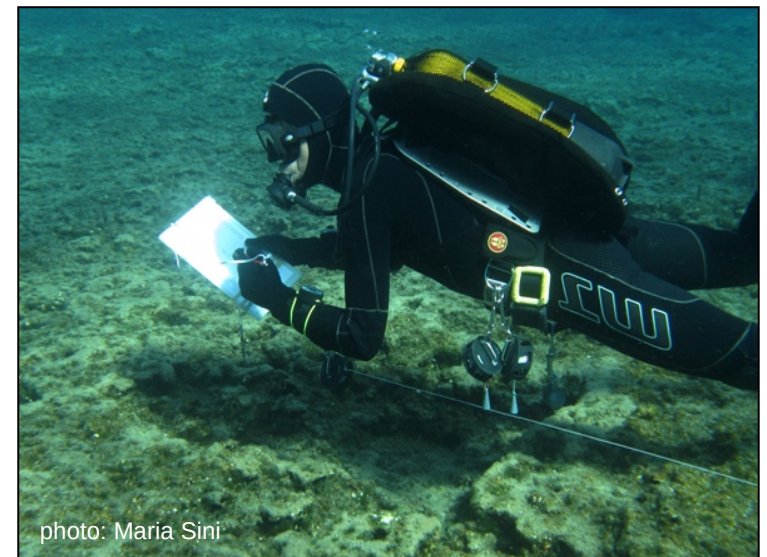
Η γνώση της είναι σημαντική, διότι:

- Δίνει πληροφορίες για τη φυσική κατάσταση του ψαριού (γενικώς, όσο βαρύτερο είναι ένα ψάρι σε συγκεκριμένο μήκος, τόσο καλύτερη η φυσική του κατάσταση).
- Επιτρέπει συγκρίσεις μεταξύ διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών.
- Επιτρέπει την εκτίμηση βιομάζας όταν είναι γνωστές μόνο πληροφορίες του μήκους ατόμων και του συνολικού αριθμού τους.



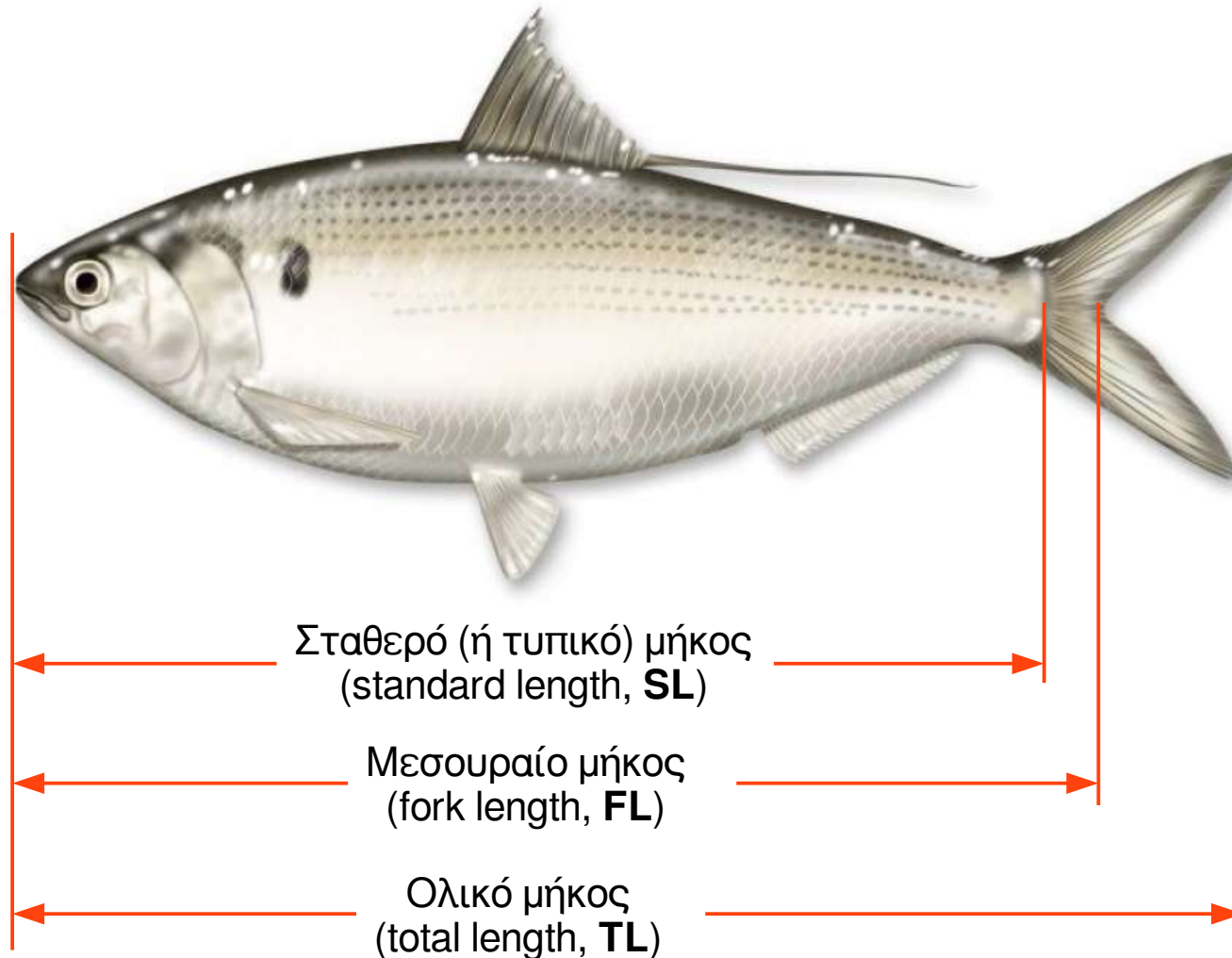
Π.χ. σε οπτικές υποβρύχιες δειγματοληψίες εκτίμησης ιχθυαφθονίας:

- Ο δύτες κινείται σε προκαθορισμένη διατομή (transect) και καταγράφει: (α) τα είδη ψαριών που βλέπει, (β) τον αριθμό τους, και (γ) το μήκος τους.
- Για την εκτίμηση βιομάζας ανά είδος, απαιτείται η μετατροπή των μετρήσεων <μήκους> σε <βάρους>.



Μέτρηση μήκους ψαριού

- Υπάρχουν τρεις επιλογές.
- Αναφέρουμε πάντα την επιλογή που χρησιμοποιήσαμε.

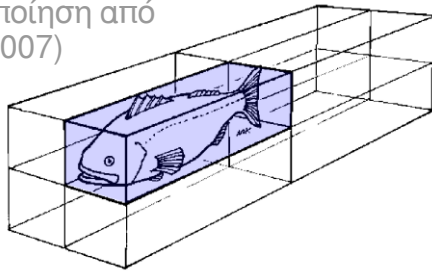




Σχέση μήκους–βάρους

Αν όλες οι διαστάσεις διπλασιαστούν, ο όγκος αυξάνει κατά 2^3 φορές.

Τροποποίηση από King (2007)



Αν το άτομο αυξάνει **ισομετρικά** (με τον ίδιο ρυθμό σε όλες τις διαστάσεις), το βάρος του θα αυξάνει σε σχέση με τον όγκο. Δηλαδή, θα υπάρχει κυβική σχέση μεταξύ μήκους L και βάρους W . Στη γενική περίπτωση:

$$W_{[g]} = a L^b_{[cm]}$$

όπου a και b είναι οι συντελεστές του μοντέλου.

αλλομετρική ανάπτυξη ←

- $b=3$: ισομετρική–ομοιόμορφη ανάπτυξη (σπάνια στη φύση).
- $b<3$: μεγαλώνει ταχύτερα σε μήκος αντί σε βάρος (“λεπτό”).
- $b>3$: γίνεται βαρύτερο για το μήκος του (“παχύ”).

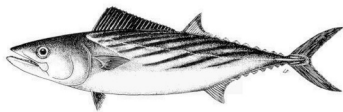
Ενδεικτικές τιμές

$a \approx 0.1$



μικρά ψάρια με στρογγυλό σώμα (στρογγυλόμορφα)

$a \approx 0.01$



ψάρια με υδροδυναμικό σχήμα (ατρακτόμορφα)

$a \approx 0.001$



ψάρια με έντονα επίμηκες σώμα (μακρόστενα)

Εκτίμηση συντελεστών της σχέσης μήκους–βάρους

$$W = a L^b$$



Πώς;

- Συλλέγουμε δείγματα ψαριών.
- Μετρούμε το μήκος και το βάρος τους.

Απαιτήσεις:

- Μεγάλο μέγεθος δείγματος ($N \geq 100$ άτομα).
 - Το δείγμα πρέπει να περιέχει τόσο μικρά, όσο και μεγάλα, άτομα.
 - Αναφορά ελάχιστων/μέγιστων τιμών μήκους που μετρήθηκαν,
 - Αναφορά του N (μέγεθος δείγματος),
 - Αναφορά της περιοχής μελέτης.
 - Αναφορά του μήκους που χρησιμοποιήθηκε (SL, FL, TL).
-
- Μία συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος εκτίμησης των συντελεστών a και b είναι η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) μεταξύ των λογαριθμημένων L και W .





Εκτίμηση συντελεστών της σχέσης μήκους–βάρους συνοπτική περιγραφή της επίλυσης

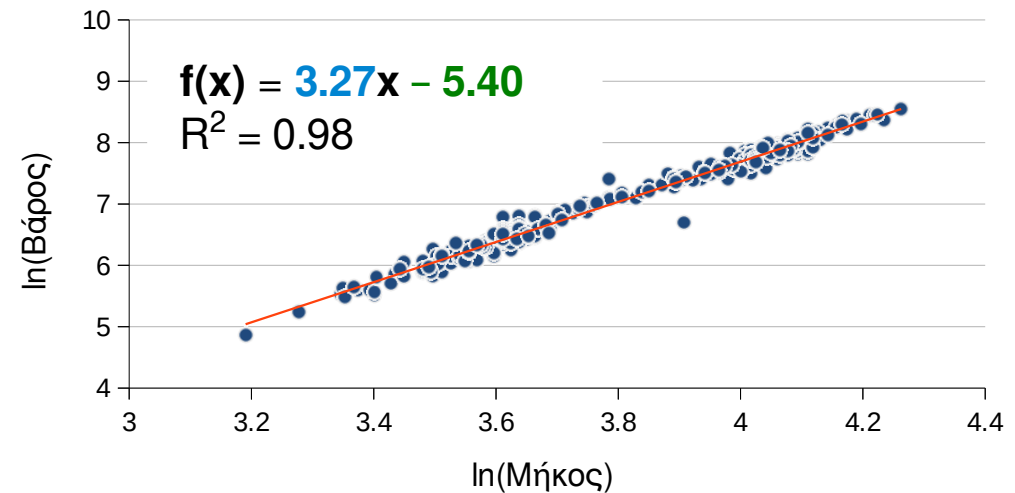
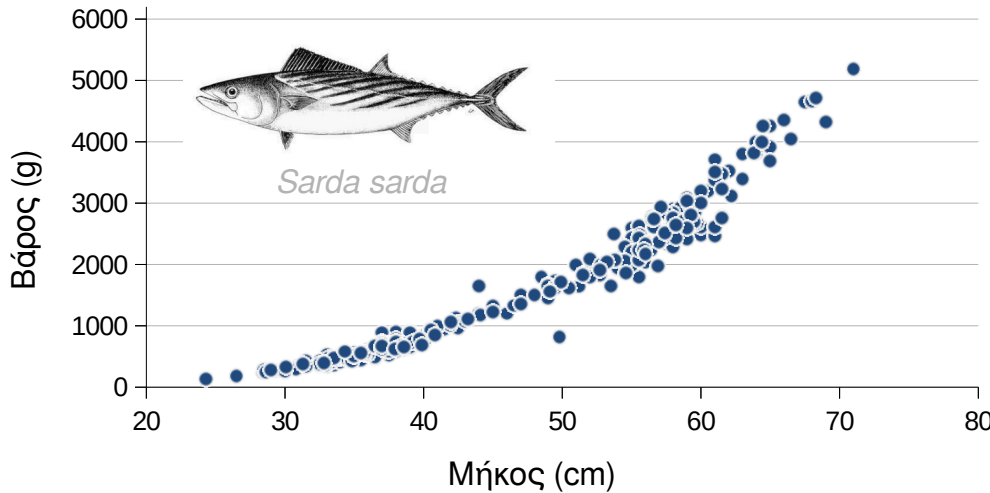
$$W_{[g]} = a L^b_{[cm]}$$

λογαρίθμηση
→

$$\ln(W) = \ln(a) + b \ln(L)$$

↓ γραμμική παλινδρόμηση (εκτίμηση σταθεράς **a** και κλίσης **b**)

Μετρήσεις μήκους (L) και βάρους (W)



Σχέση μήκους–βάρους παλαμίδα

$$W = 0.0045 L^{3.27}$$

N = 272, R² = 0.98, FL.
L_{min} = 24.3 cm, L_{max} = 71 cm.



↓ αντιλογάριθμος του **a**

$$a = \exp(-5.40) = 0.0045$$

$$b = 3.27$$

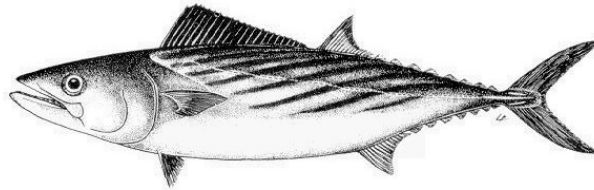
R²: συντελεστής προσδιορισμού (coefficient of determination).
Λαμβάνει τιμές μεταξύ του 0 και 1.



Ενότητα 2

Παράδειγμα ανάλυσης στο Excel

Εκτίμηση παραμέτρων σχέσης μήκους-βάρους
του είδους *Sarda sarda* (παλαμίδα)





Στόχος

- Εκτίμηση των παραμέτρων της σχέσης μήκους – βάρους για το είδος *Sarda sarda* (παλαμίδα).

Δεδομένα

- Μετρήσεις μεσουραίου (FL) μήκους-βάρους για 272 άτομα του είδους *Sarda sarda*, στην περιοχή της Λέσβου. Οι μετρήσεις δίνονται στο αρχείο **LW_sarda_sarda.xls**, το οποίο βρίσκεται στα Έγγραφα του eclass:

Έγγραφα/Εργαστήρια/Εργαστήριο_1

Εντολές του Excel που χρησιμοποιούνται

- **LN(x)** : Φυσικός λογάριθμος ενός αριθμού.
- **SLOPE(y,x)** : Εκτίμηση κλίσης (slope) γραμμικής παλινδρόμησης.
- **INTERCEPT(y,x)** : Εκτίμηση σταθεράς (intercept) γραμμικής παλινδρόμησης.
- **EXP(x)** : Υλοποιεί τη φυσική εκθετική συνάρτηση e^x , όπου e είναι ο αριθμός Euler ($e \approx 2.718...$, η βάση του φυσικού λογαρίθμου). Η πράξη **EXP(x)** ισοδυναμεί με τον αντιλογάριθμο του x , π.χ. λογάριθμος **LN(5) = 1.609**, αντιλογάριθμος **EXP(1.609) = 5**.
- **^** : Ύψωση σε δύναμη, π.χ. $3^2 = 9$

Οι ίδιες εντολές ισχύουν και για το ελεύθερο λογισμικό **LibreOffice calc**.

Επίλυση

- Η επίλυση βρίσκεται στο αρχείο **LW_sarda_sarda_SOLVED.xls**



Ενότητα 3

Εργασία για το σπίτι



Αν δεν έχεις μεγάλο δείγμα μετρήσεων μήκους–βάρους ή αν έχεις μόνο δεδομένα μήκους, τι κάνεις;

1. Συμβουλευέσαι τη βιβλιογραφία (δες π.χ. Moutopoulos & Stergiou, 2002).
2. Συμβουλευέσαι τη **Fishbase**: www.fishbase.org



Boops boops (Linnaeus, 1758)
Bogue

Upload your [photos](#) and [videos](#)
[Pictures](#) | [Stamps, Coins](#) | [Google image](#)



Boops boops
Picture by Pontes, M.

Γώπα

Add your observation in [Fish Watcher](#)
[Native range](#) | [Point map](#) | [Year 2100](#)



Boops boops AquaMaps Data sources: GBIF OBIS

Συντελεστές σχέσης μήκους–βάρους ανά χώρα και περιοχή (π.χ. Ελλάδα – Κυκλάδες)

Year	n	%	Method	Sex	Length (mm)	Weight (g)	W _{max}	W _{max} (%)	W _{max} (g)	Country	Source
2017	1,000	2.04	visual	male	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2018	1,000	2.03	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2019	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2020	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2021	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2022	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2023	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2024	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2025	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2026	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2027	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2028	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2029	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2030	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2031	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2032	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2033	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2034	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2035	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2036	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2037	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2038	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2039	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2040	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2041	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2042	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2043	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2044	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2045	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2046	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2047	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2048	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2049	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009
2050	1,000	2.04	visual	unknown	9.7-18.7	0.7	0.71		0.71	Spain	Elmi-Lopez, 2009

More information

Countries	Common names	Age/Size	References	Collaborators
FAO areas	Synonyms	Growth	Aquaculture	Pictures
Ecosystems	Metabolism	Length-weight	Aquaculture profile	Stamps, Coins
Occurrences	Predators	Length-length	Strains	Sounds
Introductions	Ecotoxicology	Length-frequencies	Genetics	Ciguatera
Stocks	Reproduction	Morphometrics	Allele frequencies	Speed
Ecology	Maturity	Morphology	Heritability	Swim. type
Diet	Spawning	Larvae	Diseases	Gill area
Food items	Fecundity	Larval dynamics	Processing	Otoliths
Food consumption	Eggs	Recruitment	Mass conversion	Brains
Ration	Egg development	Abundance	Vision	



Εργασία για το σπίτι

- Επισκεφτείτε την ιστοσελίδα της Fishbase (www.fishbase.org).
- Επιλέξτε ένα είδος ψαριού που απαντάται στα Ελληνικά ύδατα.
- Κοιτάξτε κάτω-κάτω στην ιστοσελίδα, και επιβεβαιώστε ότι το πεδίο “Length-weight” είναι ενεργό για το είδος σας (δηλαδή, υπάρχουν οι συντελεστές **a** και **b** για αυτό).

More information				
Countries	Common names	Age/Size	References	Collaborators
FAO areas	Synonyms	Growth	Aquaculture	Pictures
Ecosystems	Metabolism	Length-weight	Aquaculture profile	Stamps, Coins
Occurrences	Predators	Length-length	Strains	Sounds
Introductions	Ecotoxicology	Length-frequencies	Genetics	Ciguatera
Stocks	Reproduction	Morphometrics	Allele frequencies	Speed
Ecology	Maturity	Morphology	Heritability	Swim. type
Diet	Spawning	Larvae	Diseases	Gill area
Food items	Fecundity	Larval dynamics	Processing	Otoliths
Food consumption	Eggs	Recruitment	Mass conversion	Brains
Ration	Egg development	Abundance	Vision	

- Κάντε κλικ στο πεδίο “Length-weight”. Αυτό θα σας οδηγήσει σε έναν πίνακα των συντελεστών **a** και **b** της σχέσης μήκους-βάρους, κατηγοριοποιημένο ως προς διάφορες θάλασσες, χώρες, ή περιοχές της γης (π.χ. Μεσόγειος, Αδριατική, Ιόνιο, Μαρόκο, Ιταλία, Κυκλάδες, κλπ).
- Εσείς δουλεύετε στο Αιγαίο, και χρειάζεστε τα **a** και **b** για το είδος που επιλέξατε.



Εργασία για το σπίτι

Ως παραδοτέο της εργασίας, καταθέστε ένα σύντομο κείμενο στο οποίο θα αναφέρετε ποια καταχώρηση a και b της Fishbase επιλέξατε για το είδος που μελετάτε, και για ποιον λόγο.

- Μέγιστη έκταση εργασίας: **1 σελίδα A4**.
- Προθεσμία κατάθεσης: **31/5/2024, ώρα 23:55**.
- Τρόπος κατάθεσης: Ως “Εργασία” στο eclass του μαθήματος.
- Το αρχείο που θα καταθέσετε να έχει οπωσδήποτε το όνομά σας, π.χ. **“vasilis_trygonis_lab1.docx”**.

Συμβουλές (tips)

- Αποφύγετε επιλογές με μικρό (ή άγνωστο) μέγεθος δείγματος N, ή με μόνο νεαρά άτομα.
- Μεταξύ δύο συγκρίσιμων επιλογών ως προς τις προδιαγραφές, επιλέξτε την πιο πρόσφατη.
- Οι ανατολικές ακτές της Τουρκίας και η Ίμβρος βρίσκονται επίσης στο Αιγαίο.
- Αν δεν βρίσκετε τίποτα για το είδος σας στο Αιγαίο, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε επιλογές και από τον Κορινθιακό κόλπο.

