



Πανεπιστήμιο  
Αιγαίου

Ανοικτά  
Ακαδημαϊκά  
Μαθήματα



# Δυναμική πληθυσμών

## 1. Μοντελοποίηση

Κώστας Θεοδώρου, Επίκουρος Καθηγητής  
Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

# Άδειες Χρήσης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, διαγράμματα, κείμενα, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα. Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.

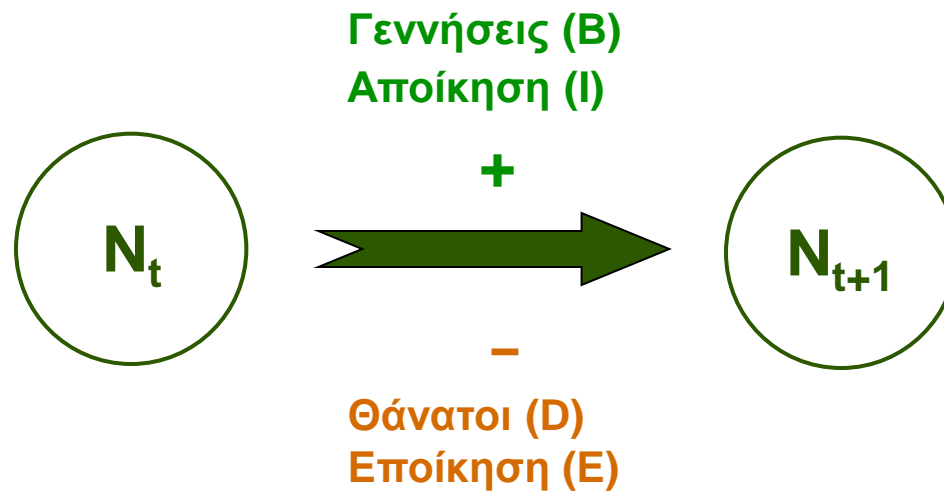


Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# Δυναμική Πληθυσμών

---



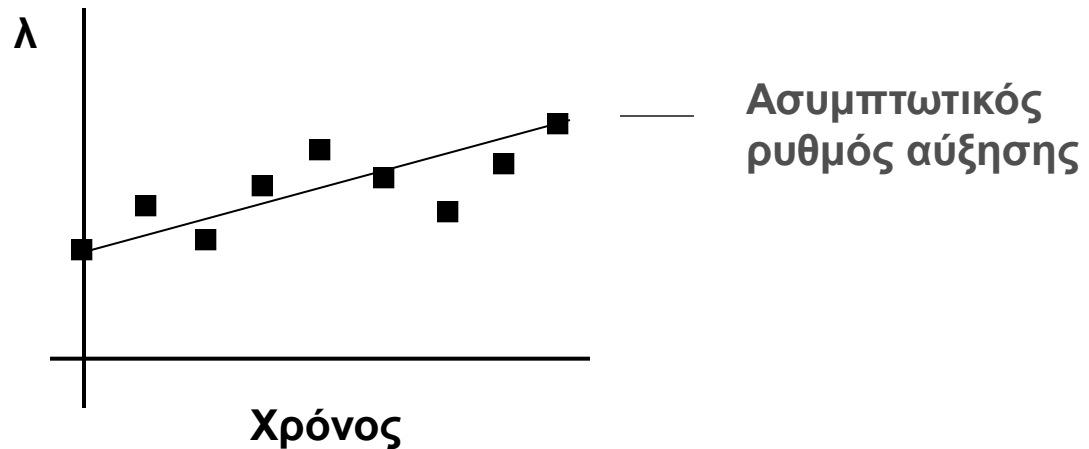
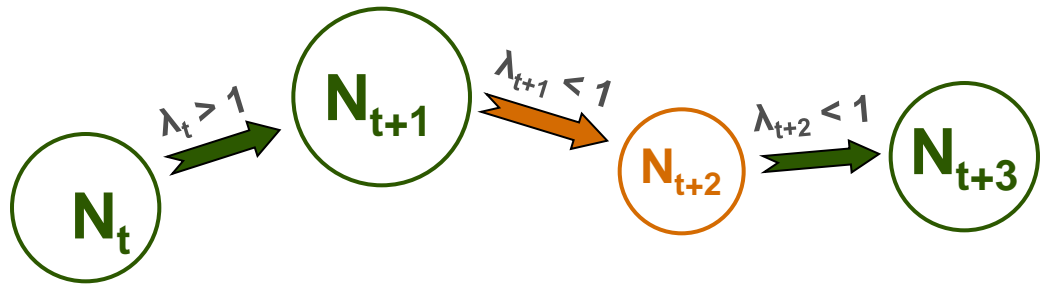
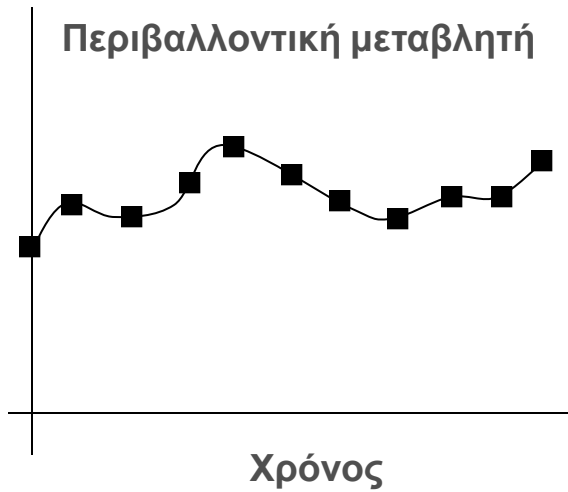
$$N_{t+1} = N_t + B + I - D - E$$

$$\Delta N = N_{t+1} - N_t = (B + I) - (D + E)$$

Ρυθμός αύξησης του πληθυσμού:  $\lambda = N_{t+1} / N_t$

# Δυναμική Πληθυσμών

- Στοχαστικά φαινόμενα



# Δυναμική Πληθυσμών

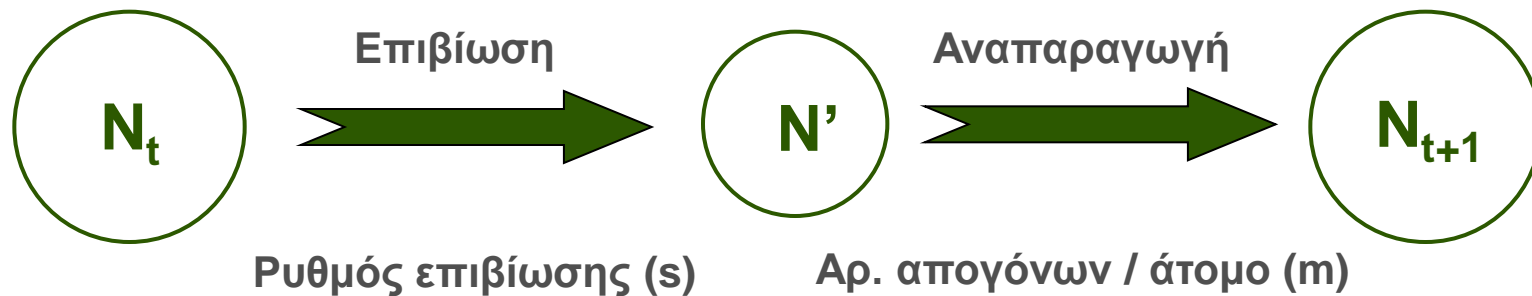
---

## Εφαρμογές στη Διατήρηση :

1. **Εκτίμηση της τάσης του μεγέθους των πληθυσμών**  
(αναγκαία για την ταξινόμηση των ειδών σε κατηγορίες κινδύνου)
2. **Αναγνώριση των δημογραφικών παραμέτρων που έχουν την πιο σημαντική επίδραση πάνω στη δυναμική των πληθυσμών**  
(ανάλυση ελαστικότητας)
3. **Εκτίμηση της αποτελεσματικότητας ενός μέτρου διατήρησης ή μιας ανθρωπογενούς πίεσης**
4. **Κατανόηση της επίδρασης περιβαλλοντικών παραμέτρων πάνω στις δημογραφικές διαδικασίες (π.χ. κλιματική αλλαγή)**
5. ....

# Δημογραφικά μοντέλα ανάλογα με τον κύκλο ζωής του είδους

- Μη επικαλυπτόμενες γενιές



$$N_{t+1} = smN_t = \lambda N_t$$

# Δημογραφικά μοντέλα ανάλογα με τον κύκλο ζωής του είδους

- Συνεχείς γεννήσεις και θάνατοι

*b* : στιγμιαίος ρυθμός γεννήσεων [αρ. γεννήσεων / (μονάδα χρόνου και άτομο)]

*d* : στιγμιαίος ρυθμός θανάτων

$$\Delta N_t = (b-d) \cdot N_t \cdot \Delta t = r \cdot N_t \cdot \Delta t$$

$$dN_t / dt = r \cdot N_t \quad \longrightarrow \quad N_t = N_0 e^{rt}$$

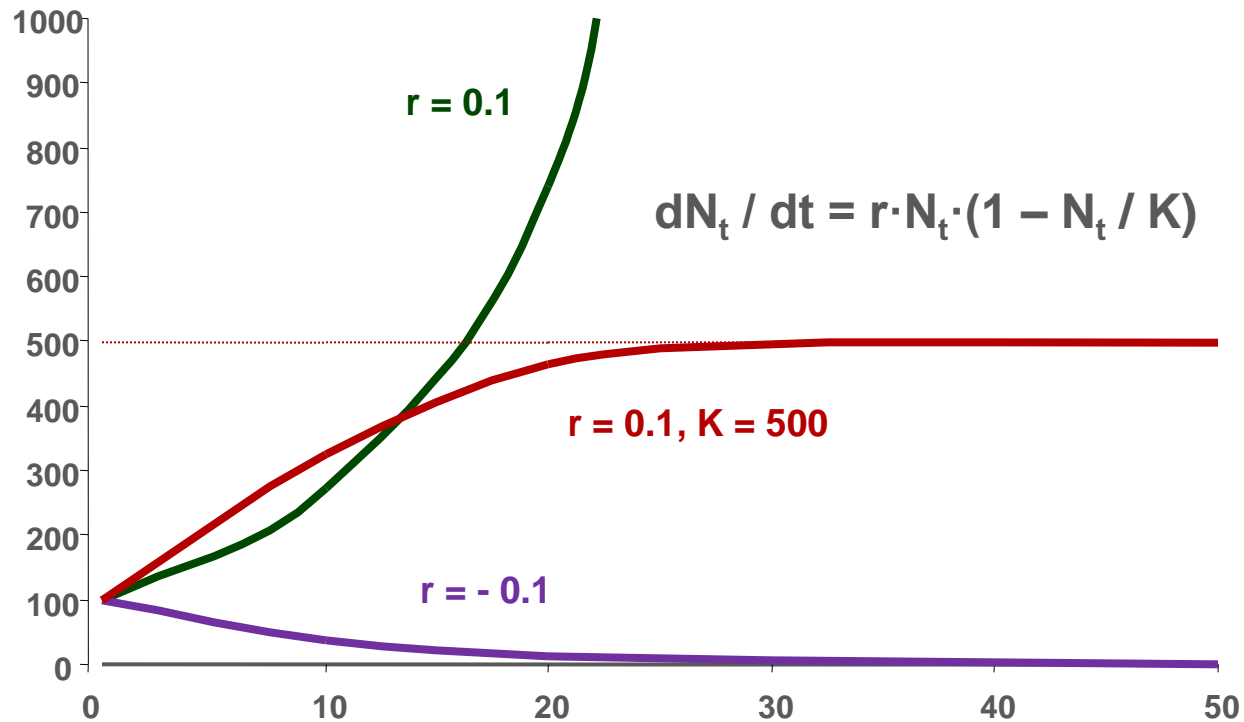
*r* : εγγενής ρυθμός αύξησης

Σημειώστε ότι:  $r = \ln(\lambda)$



# Δημογραφικά μοντέλα ανάλογα με τον κύκλο ζωής του είδους

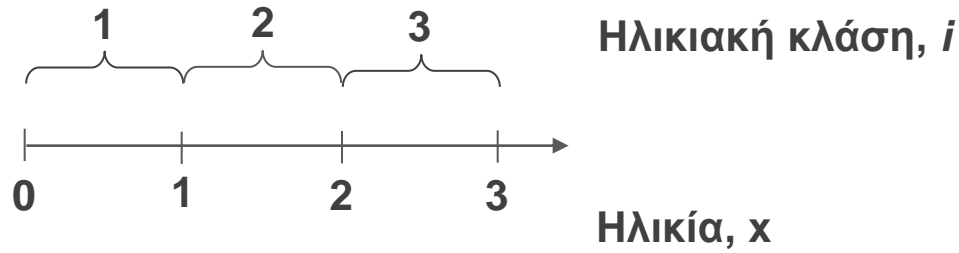
Μέγεθος πληθυσμού



Χρόνος

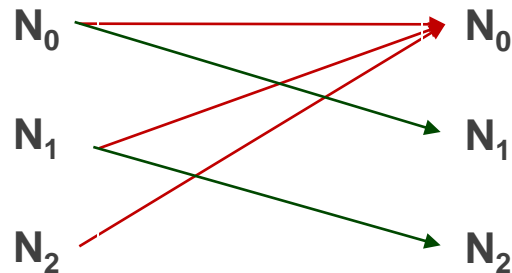
# Δημογραφικά μοντέλα ανάλογα με τον κύκλο ζωής του είδους

- Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



Αριθμός ατόμων σε κάθε κλάση  
στο χρόνο  $t$

Αριθμός ατόμων σε κάθε κλάση  
στο χρόνο  $t + 1$

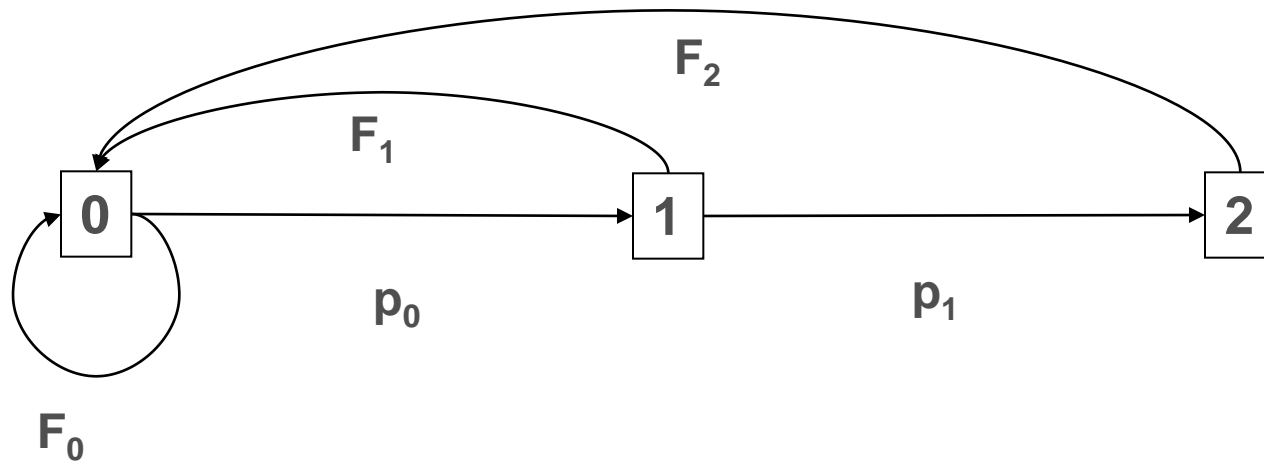


$\rho_i$  : ρυθμός επιβίωσης των ατόμων της κλάσης  $i$

$F_i$  : αριθμός απογόνων ανά άτομο της κλάσης  $i$  που επιβιώνουν μέχρι το χρόνο  $t + 1$

# Δημογραφικά μοντέλα ανάλογα με τον κύκλο ζωής του είδους

- Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



1. Επιλέξτε τις κλάσεις για να περιγράψετε τον κύκλο ζωής.
2. Επιλέξτε ένα χρονικό βήμα.
3. Σχεδιάστε ένα κόμβο για κάθε κλάση.
4. Ενώστε μ'ένα βέλος την κλάση  $i$  με την κλάση  $j$  εάν τα άτομα της κλάσης  $i$  στο χρόνο  $t$  συνεισφέρουν στην κλάση  $j$  στο χρόνο  $t+1$ .
5. Βάλτε πάνω στο γράφημα τους συντελεστές (επιβίωσης, αναπαραγωγής) για το κάθε βέλος.

# Δημογραφικά μοντέλα ανάλογα με τον κύκλο ζωής του είδους

- Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες

$$N_0(t+1) = F_0 N_0(t) + F_1 N_1(t) + F_2 N_2(t)$$

$$N_1(t+1) = p_0 N_0(t)$$

$$N_2(t+1) = p_1 N_1(t)$$

$$\begin{pmatrix} N_0 \\ N_1 \\ N_2 \end{pmatrix}_{t+1} = \begin{pmatrix} F_0 & F_1 & F_2 \\ p_0 & 0 & 0 \\ 0 & p_1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N_0 \\ N_1 \\ N_2 \end{pmatrix}_t$$

# Δημογραφικά μοντέλα ανάλογα με τον κύκλο ζωής του είδους

- Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



Το παράδειγμα του *Hirundo rustica*

Επιβίωση

Χρόνος  $t$

Χρόνος  $t+1$

Θηλυκά 1<sup>ος</sup> έτους

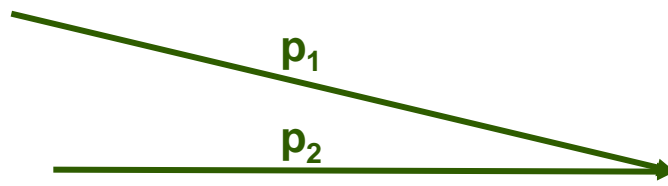
Θηλυκά 1<sup>ος</sup> έτους

Θηλυκά  $> 1^{\text{ος}}$  έτους

Θηλυκά  $> 1^{\text{ος}}$  έτους

$p_1$

$p_2$

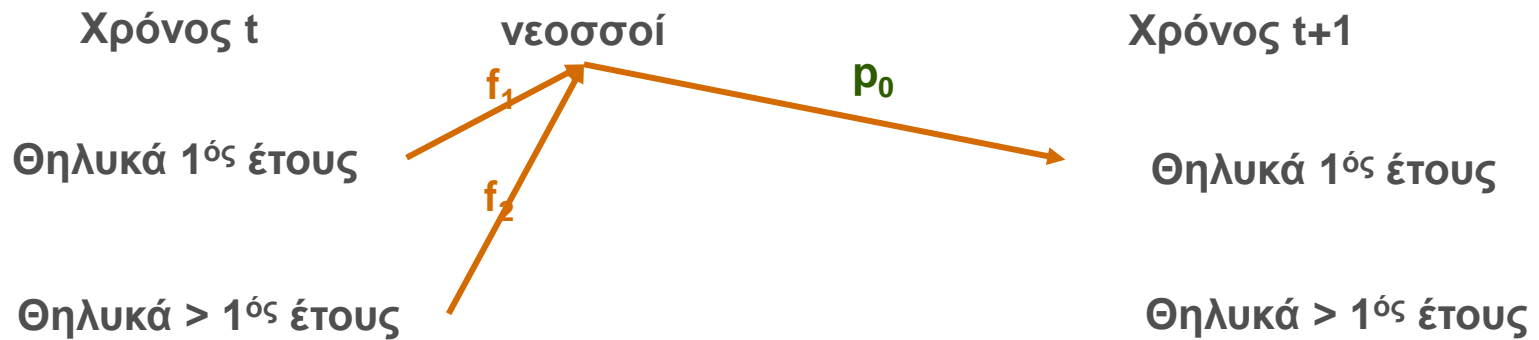


# Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



Το παράδειγμα του *Hirundo rustica*

Αναπαραγωγή

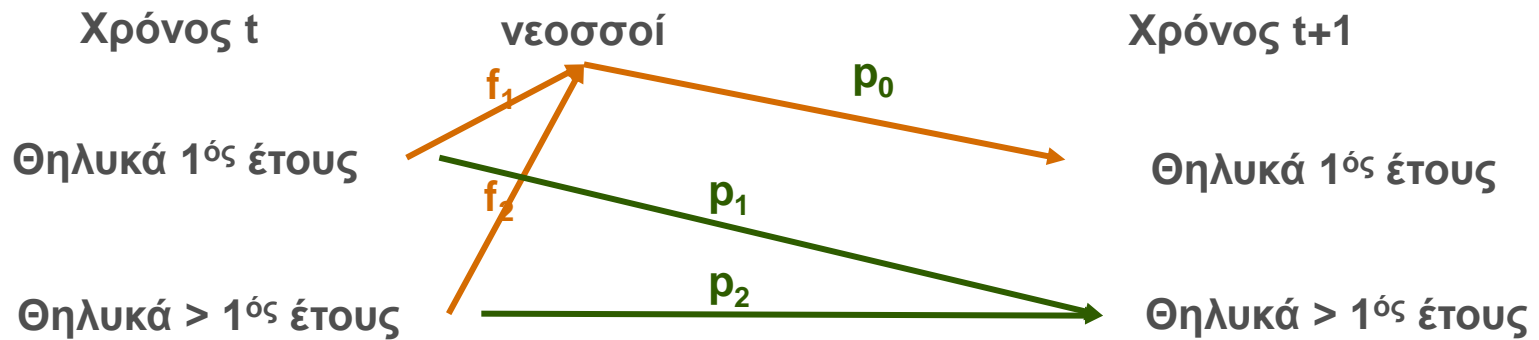


# Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



Το παράδειγμα του *Hirundo rustica*

Επιβίωση + Αναπαραγωγή



## Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



$$N_1(t+1) = p_0 f_1 N_1(t) + p_0 f_2 N_2(t)$$

$$N_2(t+1) = p_1 N_1(t) + p_2 N_2(t)$$

$$\begin{pmatrix} N_1 \\ N_2 \end{pmatrix}_{t+1} = \begin{pmatrix} p_0 f_1 & p_0 f_2 \\ p_1 & p_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N_1 \\ N_2 \end{pmatrix}_t$$

$$\mathbf{n}(t + 1) = \mathbf{A}\mathbf{n}(t)$$



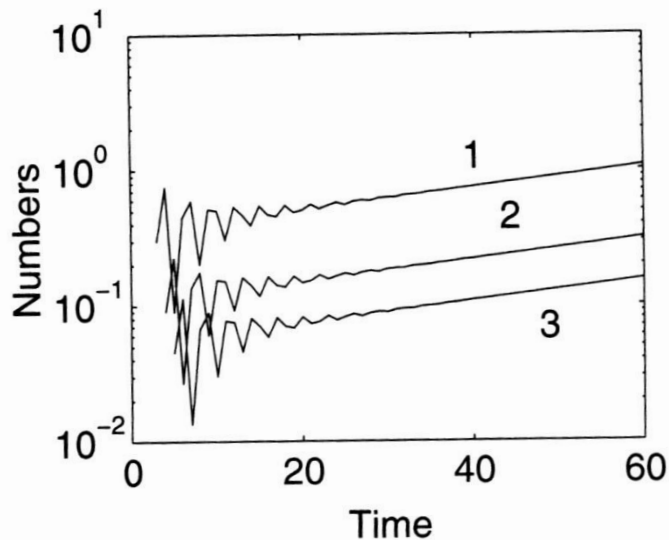
# Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες

## Σταθερή ηλικιακή κατανομή (ασυμπτωτικά)

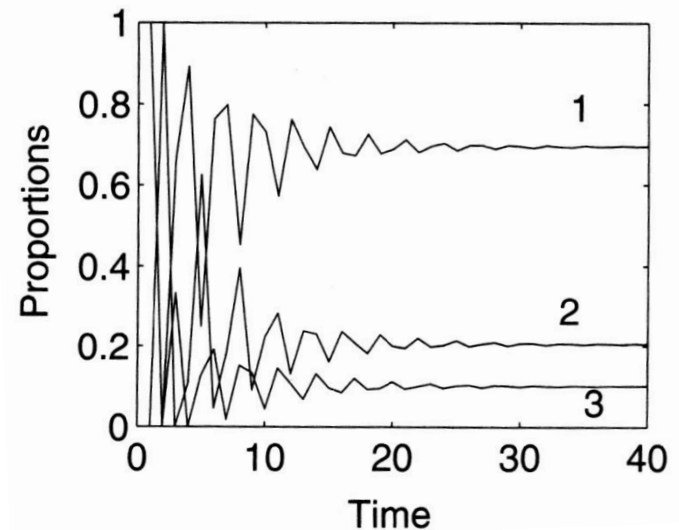
Παράδειγμα : Ο πληθυσμός αποτελείται αρχικά από 1 άτομο στην 1<sup>η</sup> ηλικιακή κλάση:

$$n(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Αριθμός ατόμων σε κάθε ηλικιακή κλάση



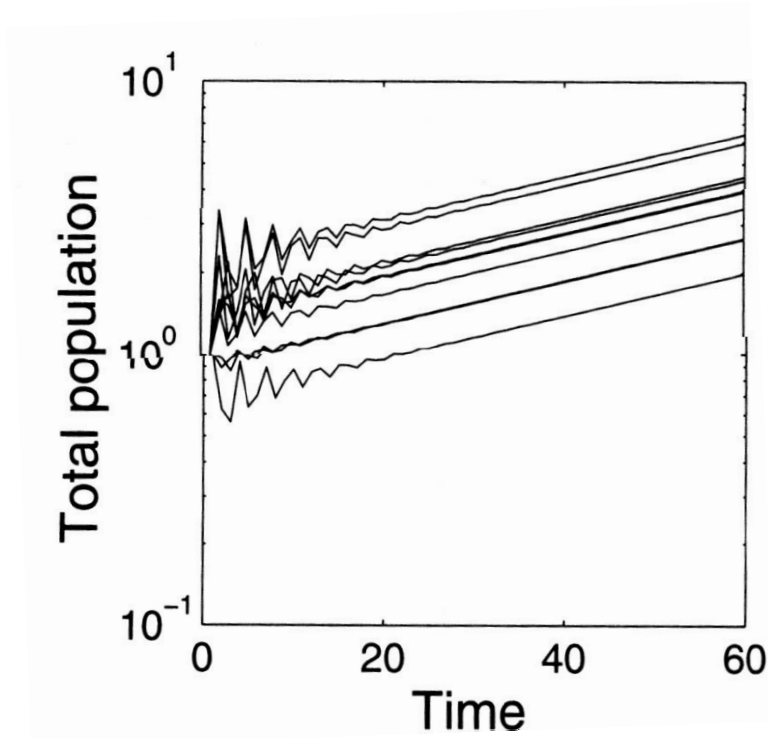
Ποσοστό του πληθυσμού σε κάθε ηλικιακή κλάση



# Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες

## Επίδραση των αρχικών συνθηκών

Παράδειγμα: 10 διαφορετικοί πληθυσμοί με 1 άτομο. Η αρχική ηλικιακή κλάση του ατόμου έχει επιλεγθεί τυχαία



# Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



Σταθερή ηλικιακή κατανομή:

$$\begin{pmatrix} N_1 \\ N_2 \end{pmatrix}_{t+1} = \lambda \begin{pmatrix} N_1 \\ N_2 \end{pmatrix}_t$$

$$n(t+1) = \lambda n(t)$$

$$An(t) = \lambda n(t)$$

Το σύστημα εξισώσεων έχει λύσεις όταν:

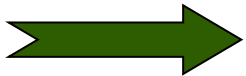
$$\text{Det}(A - \lambda I) = 0$$

## Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



$$\text{Det}(A - \lambda I) = 0$$

$$\begin{vmatrix} p_0 f_1 - \lambda & p_0 f_2 \\ p_1 & p_2 - \lambda \end{vmatrix} = 0$$



Υπάρχουν δύο ιδιοτιμές  $\lambda_1, \lambda_2$  ( $\lambda_1 > \lambda_2$ )

$$Aw_1 = \lambda_1 w_1$$

$$Aw_2 = \lambda_2 w_2$$

Τα διανύσματα που ικανοποιούν αυτές τις εξισώσεις λέγονται ιδιοδιανύσματα (δεξιά)

# Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



Το μέγεθος του πληθυσμού:

$$n(0) = c_1 w_1 + c_2 w_2$$

$$n(1) = \lambda n(0)$$

$$= c_1 \lambda_1 w_1 + c_2 \lambda_2 w_2$$

⋮  
⋮  
⋮

$$n(t) = c_1 \lambda_1^t w_1 + c_2 \lambda_2^t w_2$$

• Ασυμπτωτικά (μεγάλο  $t$ ),  
το μέγεθος του πληθυσμού καθορίζεται από την πιο μεγάλη ιδιοτιμή

$$n(t)/\lambda_1^t = c_1 w_1 + c_2 (\lambda_2/\lambda_1)^t w_2 \xrightarrow{t \rightarrow \infty} \boxed{n(t) = c_1 \lambda_1^t n(0)}$$

## Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



$$n(t) = c_1 \lambda_1^t n(0)$$

$$c_1 = v_1^T n(0)$$

ή

$$v_1^T A = \lambda_1 v_1^T$$

Το διάνυσμα  $v$  που ικανοποιεί την εξίσωση είναι το αριστερό ιδιοδιάνυσμα

**Δεξιό ιδιοδιάνυσμα,  $w$  :** η κατανομή σε ηλικιακές κλάσεις

**Αριστερό ιδιοδιάνυσμα,  $v$  :** η αναπαραγωγική αξία κάθε ηλικιακής κλάσης  
(αριθμός απογόνων ενός ατόμου σε κάθε ηλικιακή κλάση)

## Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες

---

### Ασυμπτωτικός ρυθμός αύξησης:

- Ο πληθυσμός ακολουθεί αυτό το ρυθμό αύξησης αφού η ηλικιακή κατανομή του πληθυσμού έχει σταθεροποιηθεί.
- Αν  $\lambda = 1$  : σταθερός πληθυσμός,  
     $\lambda < 1$  : φθίνων πληθυσμός,  
     $\lambda > 1$  : αύξων πληθυσμός
- Ο ασυμπτωτικός ρυθμός αύξησης δε είναι συνήθως ο πραγματικός ρυθμός αύξησης...

# Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες – Αριθμητικό παράδειγμα

---



**Δεδομένα :**

$$p_0 = 0.20, p_1 = 0.50, p_2 = 0.65$$

**50% των θηλυκών αναπαράγονται στην ηλικία 1,  
6 νεοσσοί ανά φωλιά**

**Ερωτήσεις:**

- Ο ασυμπτωτικός ρυθμός αύξησης
- Η κατανομή σε ηλικιακές κλάσεις
- Η αναπαραγωγική αξία κάθε ηλικιακής κλάσης

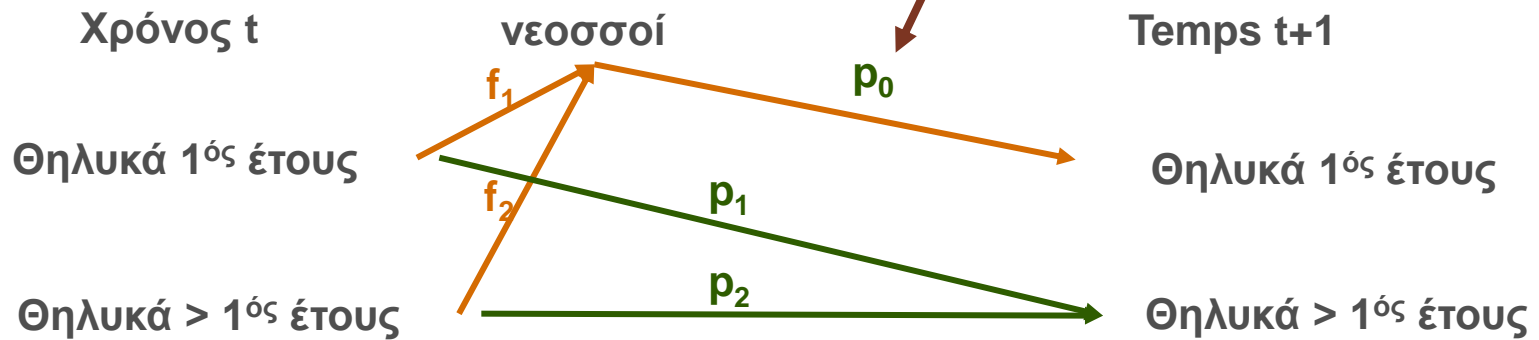


# Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



## Μεταβολή των δημογραφικών παραμέτρων

Τι θα συμβεί αν ο ρυθμός επιβίωσης των νεοσσών μεταβληθεί;



## Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες



### Μεταβολή των δημογραφικών παραμέτρων

Ποια είναι η επίδραση κάθε δημογραφικής παραμέτρου  
Πάνω στη δυναμική του πληθυσμού;

Ευαισθησία του  $\lambda$  στην επιβίωση των νεοσσών :  $s(p_0) = \partial\lambda / \partial p_0$

Ελαστικότητα του  $\lambda$  στην επιβίωση των νεοσσών :  $e(p_0) = (p_0 / \lambda) \partial\lambda / \partial p_0$

*Ελαστικότητα  $e$  σημαίνει ότι μια μεταβολή κατά  $x$  % του  $p_0$   
μεταφράζεται σε μια μεταβολή κατά  $ex$  % του  $\lambda$*

# Γενιές διακριτές και επικαλυπτόμενες

---

## Ευαισθησία και ελαστικότητα

- Περιγράφουν πως αλλάζει η δυναμική ενός πληθυσμού όταν μια δημογραφική παράμετρος αλλάζει
- Αναγνωρίζει ποια δημογραφική παράμετρος επηρεάζει πιο σημαντικά τη δυναμική ενός πληθυσμού
- Δεν μας δίνουν πληροφορίες σχετικά με τα αίτια των σχέσεων

# Ανθρώπινος πληθυσμός των Η.Π.Α.

---

## Ηλικιακές κλάσεις 5 ετών

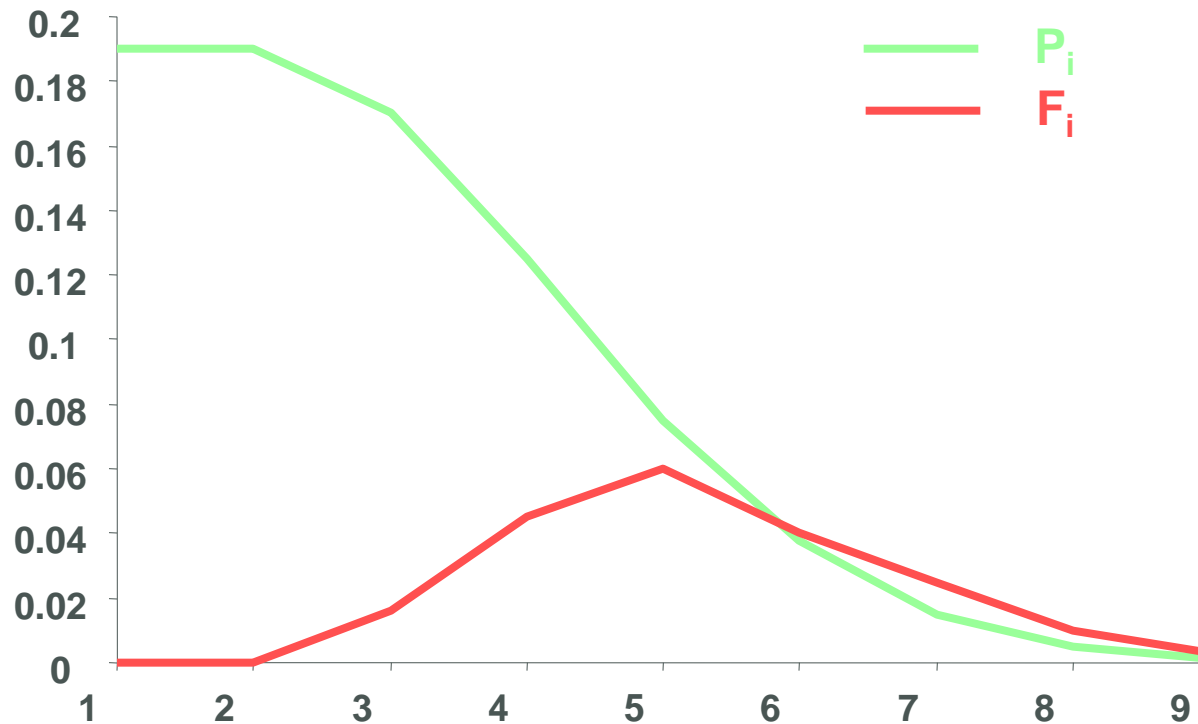
| $i$ | $F_i$   | $P_i$   |
|-----|---------|---------|
| 1   | 0       | 0.99670 |
| 2   | 0.00102 | 0.99837 |
| 3   | 0.08515 | 0.99780 |
| 4   | 0.30574 | 0.99672 |
| 5   | 0.40002 | 0.99607 |
| 6   | 0.28061 | 0.99472 |
| 7   | 0.15260 | 0.99240 |
| 8   | 0.06420 | 0.98867 |
| 9   | 0.01483 | 0.98274 |
| 10  | 0.00089 |         |

$$\lambda = 1.0498$$

# Ανθρώπινος πληθυσμός των Η.Π.Α.

Ελαστικότητα του  $\lambda$  σε σχέση με τα  $P_i$  και τα  $F_i$

Ελαστικότητα

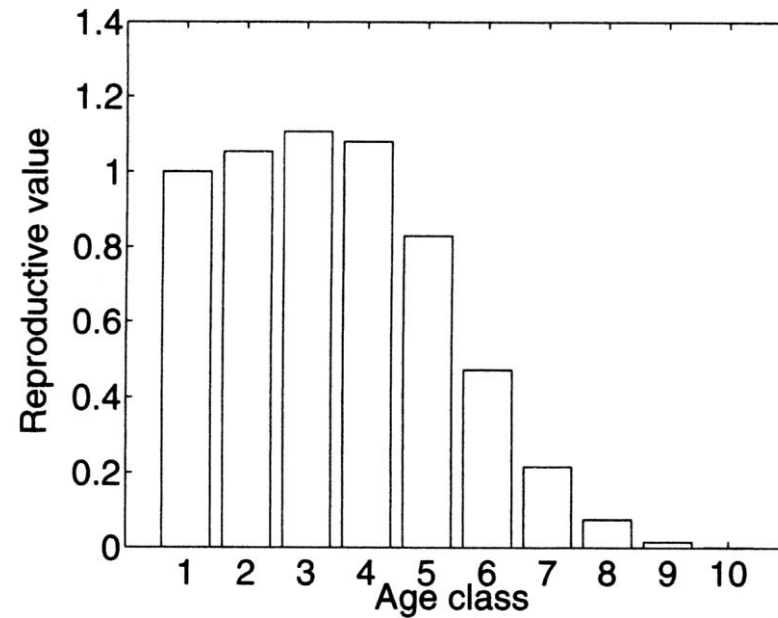


Ηλικιακές κλάσεις

# Ανθρώπινος πληθυσμός των Η.Π.Α.

---

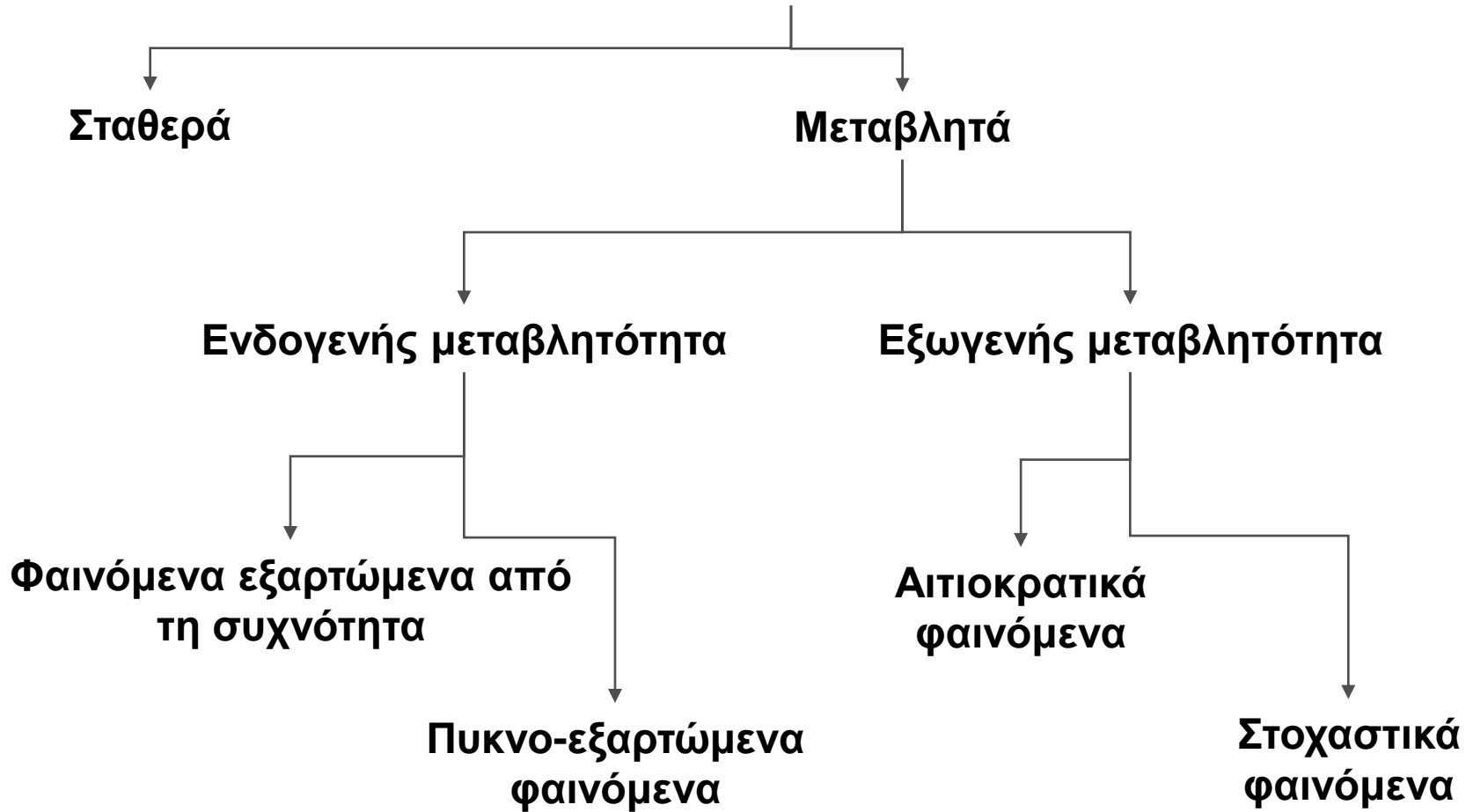
Αναπαραγωγική αξία κάθε ηλικιακής κλάσης (αριστερό ιδιοδιάνυσμα,  $v$ )



# Προεκτάσεις

---

## Τα στοιχεία του πίνακα A



## Προεκτάσεις – Πυκνο-εξαρτώμενα φαινόμενα

---

Τα στοιχεία του πίνακα εξαρτώνται από την πυκνότητα του πληθυσμού

$$n(t+1) = A_n n(t)$$

Για παράδειγμα, ο αναπαραγωγικός ρυθμός είναι πυκνοεξαρτώμενος

$$A = \begin{pmatrix} P_0 f_1(N) & p_0 f_2(N) \\ p_1 & p_2 \end{pmatrix}$$

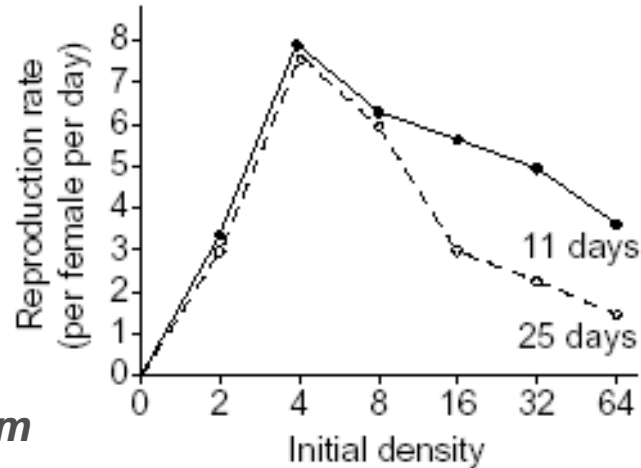


# Προεκτάσεις – Πυκνο-εξαρτώμενα φαινόμενα

## Πυκνο-εξάρτηση στο σκαθάρι του αλευριού *Tribolium confusum*



*Tribolium confusum*



Δύο ανταγωνιστικά φαινόμενα:

- Ο κανιβαλισμός των αυγών και των νυμφών αυξάνεται με την πυκνότητα
- Η γονιμότητα των θηλυκών αυξάνεται με τον αριθμό των διασταυρώσεων

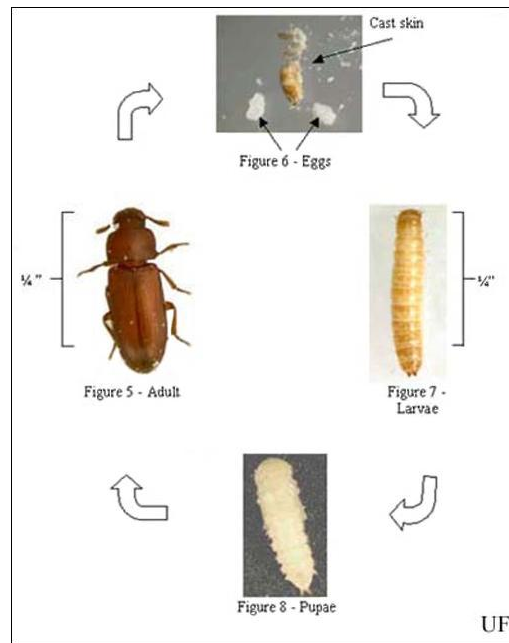
# Προεκτάσεις – Πυκνο-εξαρτώμενα φαινόμενα

## Πυκνο-εξάρτηση στο σκαθάρι του αλευριού *Tribolium confusum*

Δημογραφικό μοντέλο:

Τρεις κλάσεις :

- Προνύμφες
- Νύμφες
- Ενήλικα



Παράμετροι :

- $C_{EA}$ ,  $C_{EL}$ ,  $C_{PA}$  :  
ρυθμός κανιβαλισμού των αυγών από τα ενήλικα, των αυγών από τις προνύμφες και των νυμφών από τα ενήλικα
- $\mu_L$ ,  $\mu_A$  : ρυθμός θνησιμότητας
- $b$  : μέγιστος ρυθμός γονιμότητας



# Προεκτάσεις – Πυκνο-εξαρτώμενα φαινόμενα

## Πυκνο-εξάρτηση στο σκαθάρι του αλευριού *Tribolium confusum*

Δημογραφικό μοντέλο:

$$\begin{pmatrix} L \\ P \\ A \end{pmatrix}_{t+1} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & F_A(\mathbf{n}) \\ P_L & 0 & 0 \\ 0 & P_P(\mathbf{n}) & P_A \end{pmatrix} \begin{pmatrix} L \\ P \\ A \end{pmatrix}_t$$



$$F_A(\mathbf{n}) = b \exp(-c_{EA}A - c_{EL}L)$$

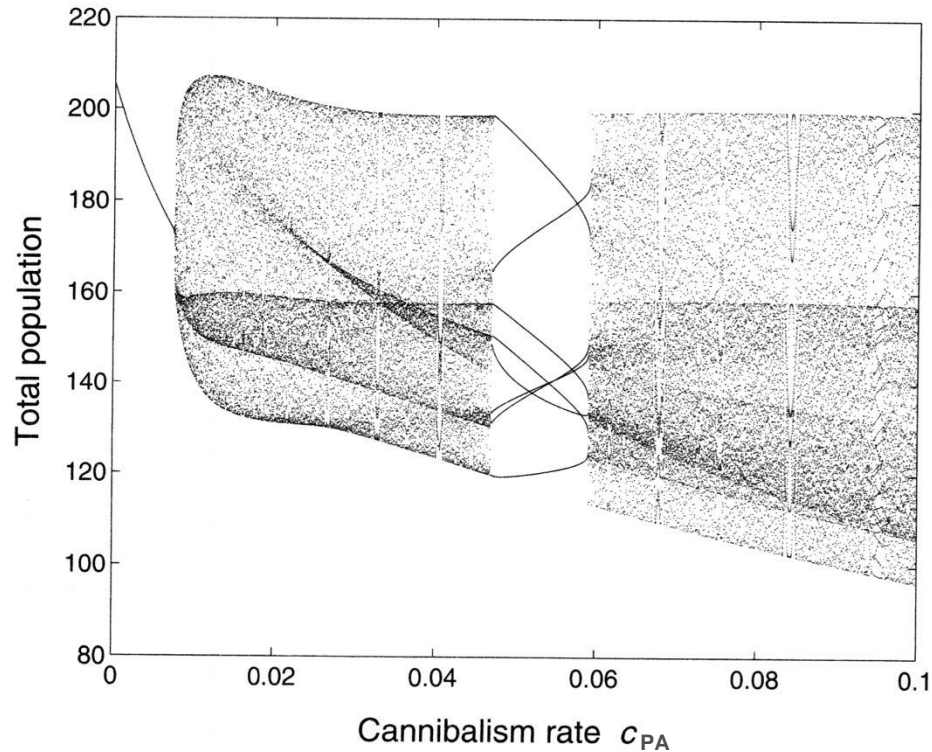
$$P_P(\mathbf{n}) = \exp(-c_{PA}A)$$

$$P_L = 1 - \mu_L$$

$$P_A = 1 - \mu_A$$

# Προεκτάσεις – Πυκνο-εξαρτώμενα φαινόμενα

## Πυκνο-εξάρτηση στο σκαθάρι του αλευριού *Tribolium confusum*



## Προεκτάσεις – Στοχαστικά φαινόμενα

---

Τα στοιχεία του πίνακα μεταβάλλονται στο χρόνο

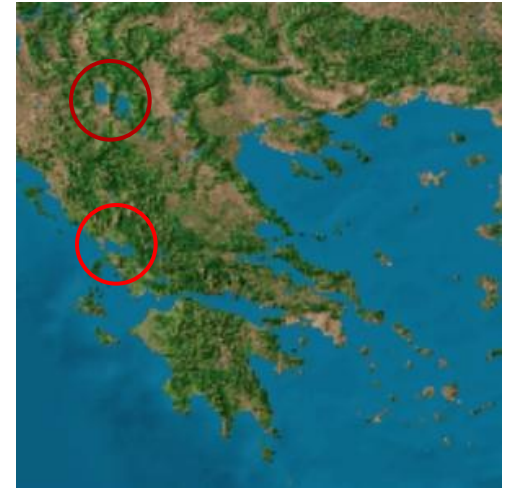
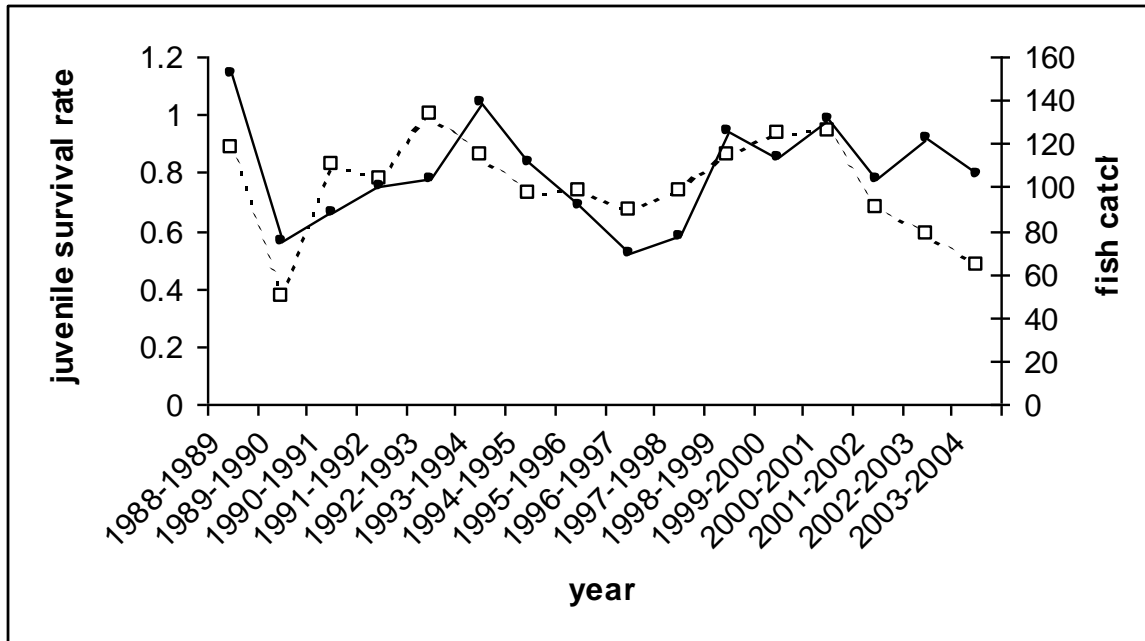
$$n(t+1) = A_t n(t)$$

$$n(t+1) = A_t A_{t-1} \dots A_0 n(t)$$

**Παράδειγμα:** Οι δημογραφικές παράμετροι επηρεάζονται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες

# Προεκτάσεις – Στοχαστικά φαινόμενα

## Πληθυσμός Αργυροπελεκάνου στον Αμβρακικό



# Δυναμική του πληθυσμού του αγριόγαλου *Centrocercus urophasianus*



Ενδημικό στις στέπες (*Artemisia spp.*)  
στη δυτική πλευρά της Β. Αμερικής



Εντατική βόσκηση

Αλλαγή χρήσεων γης

Κυνήγι



Τρωτό, απειλούμενο ή εκλιπόν  
στο μεγαλύτερο μέρος  
της αρχικής του κατανομής

# **Δυναμική του πληθυσμού του αγριόγαλου *Centrocercus urophasianus***

---

## **Μελέτη του πληθυσμού του αγριόγαλου στο Κολοράντο**

### **Στόχοι:**

- Εκτίμηση της δημογραφικής τάσης**
- Πρόβλεψη της μέλλουσας δυναμικής του πληθυσμού**
- Αναγνώριση των πιο σημαντικών δημογραφικών παραμέτρων**
- Υποδείξεις σχετικά με το κυνήγι**



## **Δυναμική του πληθυσμού του αγριόγαλου *Centrocercus urophasianus***

---

### **Παρακολούθηση του πληθυσμού:**

- 27 παρατηρητήρια
- 1973 – 1995 : Καθημερινές παρατηρήσεις από τον Απρίλιο μέχρι το Μάιο
- Εκτίμηση της αφθονίας των αρσενικών (πιο εύκολη η παρατήρησή τους)
- Υπόθεση: όλα τα αρσενικά του ενδιαίτηματος έχουν παρατηρηθεί

### **Αναγνώριση τριών ηλικιακών κλάσεων:**

- Ανώριμα
- Άτομα 1<sup>ος</sup> έτους
- Ενήλικα

# Δυναμική του πληθυσμού του αγριόγαλου *Centrocercus urophasianus*

Εκτίμηση των δημογραφικών παραμέτρων

Αναπαραγωγική επιτυχία:

Το ποσοστό των θηλυκών που αλλάζουν φτέρωμα  
(δείκτης αναπαραγωγικής δραστηριότητας)

+

Αριθμός ανώριμων θηλυκών ανά θηλυκό κάθε ηλικιακής κλάσης  
(ίδιος αριθμός απογόνων για κάθε ηλικιακή κλάση)

Ετήσια επιβίωση:

Διαφορές στην αφθονία κάθε ηλικιακής κλάσης ανάμεσα σε δύο διαδοχικά έτη

## **Δυναμική του πληθυσμού του αγριόγαλου *Centrocercus urophasianus***

---

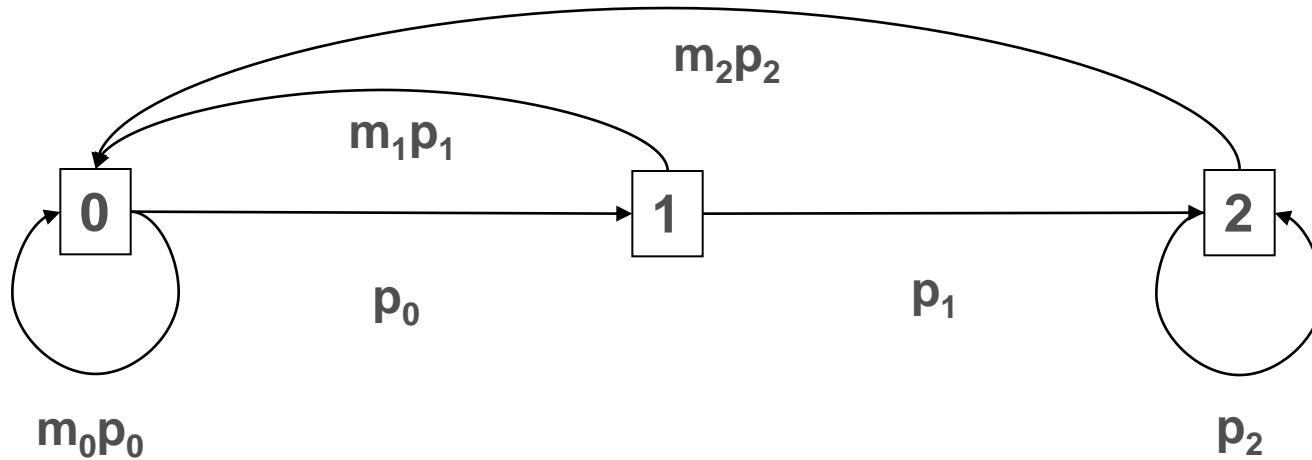
| Κλάση | Ηλικία | Επιβίωση       |       | Γονιμότητα     |       |
|-------|--------|----------------|-------|----------------|-------|
|       |        | Μέσος          | SE    | Μέσος          | SE    |
| 0     | <1     | 0.330<br>$p_0$ | 0.119 | 0.550<br>$m_0$ | 0.217 |
| 1     | 1-2    | 0.731<br>$p_1$ | 0.212 | 0.817<br>$m_1$ | 0.245 |
| 2     | >2     | 0.733<br>$p_2$ | 0.213 | 0.817<br>$m_2$ | 0.245 |

---

$p_i$  : ρυθμός ετήσιας επιβίωσης της κλάσης  $i$

$m_i$  : αριθμός απογόνων ανά άτομο για την κλάση  $i$

# Δυναμική του πληθυσμού του αγριόγαλου *Centrocercus urophasianus*



$$A = \begin{pmatrix} m_0 p_0 & m_1 p_1 & m_2 p_2 \\ (0.181) & (0.596) & (0.598) \\ p_0 & 0 & 0 \\ (0.330) & & \\ 0 & p_1 & p_2 \\ & (0.731) & (0.733) \end{pmatrix}$$

Ασυμπτωτικός ρυθμός αύξησης:

$$\lambda = 0.9794$$

## Δυναμική του πληθυσμού του αγριόγαλου *Centrocercus urophasianus*

| Κλάση | Ηλικία | Επιβίωση       |       | Γονιμότητα     |       | Αναπαραγωγική αξία | Ηλικιακή κατανομή |
|-------|--------|----------------|-------|----------------|-------|--------------------|-------------------|
|       |        | Μέσος          | SE    | Μέσος          | SE    |                    |                   |
| 0     | <1     | 0.330<br>$p_0$ | 0.119 | 0.550<br>$m_0$ | 0.217 | 1.00               | 0.428             |
| 1     | 1-2    | 0.731<br>$p_1$ | 0.212 | 0.817<br>$m_1$ | 0.245 | 2.42               | 0.144             |
| 2     | >2     | 0.733<br>$p_2$ | 0.213 | 0.817<br>$m_2$ | 0.245 | 2.43               | 0.428             |

$p_i$  : ρυθμός ετήσιας επιβίωσης της κλάσης  $i$

$m_i$  : αριθμός απογόνων ανά άτομο για την κλάση  $i$

## Δυναμική του πληθυσμού του αγριόγαλου *Centrocercus urophasianus*

---

Ελαστικότητα:

$$\mathbf{e} = \begin{pmatrix} 0.0436 & 0.0483 & 0.1438 \\ 0.1941 & & \\ & 0.1440 & 0.4282 \end{pmatrix}$$

Οι παράμετροι που επηρεάζουν περισσότερο το ρυθμό αύξησης:

- Η επιβίωση των ενήλικων ατόμων
- Η επιβίωση των ανώριμων ατόμων
- Η επιβίωση των ατόμων 1<sup>ος</sup> έτους
- Η γονιμότητα των ενήλικων ατόμων

## Δυναμική του πληθυσμού του αγριόγαλου *Centrocercus urophasianus*

|   | $\lambda$ |
|---|-----------|
| 5% αύξηση της γονιμότητας των ενήλικων                    | 0.986     |
| 10% αύξηση της γονιμότητας των ενήλικων                   | 0.993     |
| 5% αύξηση της επιβίωσης των ενήλικων                      | 1.008     |
| 5% αύξηση της επιβίωσης των ατόμων 1 <sup>ος</sup> έτους  | 0.989     |
| 5% αύξηση της επιβίωσης των ανώριμων                      | 0.986     |
| 10% αύξηση της επιβίωσης των ενήλικων                     | 1.036     |
| 10% αύξηση της επιβίωσης των ατόμων 1 <sup>ος</sup> έτους | 1.026     |
| 10% αύξηση της επιβίωσης των ανώριμων                     | 1.001     |

## Δυναμική του πληθυσμού του αγριόγαλου *Centrocercus urophasianus*

### Συμπεράσματα:

- Ο πληθυσμός παρουσιάζει μια μικρή πτωτική τάση
- Η επιβίωση των ενήλικων είναι η πιο σημαντική παράμετρος για τη δυναμική των πληθυσμών  
(η καταστροφή ενός αυγού έχει λιγότερη επίδραση από να σκοτωθεί ένα ενήλικο άτομο)
- Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το κυνήγι έχει καταστροφικές συνέπειες (:)