



Γεωργικός Πειραματισμός

Ενότητα 3^η: Πλήρεις Ομάδες σε Ελεύθερη Διάταξη

Γεώργιος Μενεξές
Τμήμα Γεωπονίας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

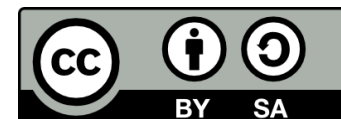


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» 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.





Πλήρεις Ομάδες σε Ελεύθερη Διάταξη

(Randomized Complete Block Design - RCBD)

Πλήρεις Ομάδες σε Ελεύθερη Διάταξη

Παράδειγμα 22, Φασούλας (2006, σ. 106)

- Ίδιο με το Παράδειγμα 21 με τη διαφορά ότι η τυχαιοποίηση των 10 γενοτύπων έγινε μέσα σε κάθε μία από 10 ομάδες (blocks-replications).
- Να ελεγχθεί αν οι γενότυποι παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.



Παραμετροποίηση (1)

- **Πειραματικό Σχέδιο** (*Experimental Design*): Πλήρεις Ομάδες σε Ελεύθερη Διάταξη (*Randomized Complete-block Design-RCBD*)
- **Πλήθος Παραγόντων** (*Factors*): 2 (Γενότυπος και Ομάδα *Blocks-Replications*)
- **Πλήθος Επιπέδων** (*Levels*) του Παράγοντα Γενότυπος (π): 10, του Παράγοντα Ομάδα (σ): 10
- **Συνολικό πλήθος μετρήσεων** (N): 100
- **Σχέδιο**: Ισορροπημένο (*Balanced*), δηλ. ίδιος αριθμός μετρήσεων-επαναλήψεων σε κάθε επέμβαση



Παραμετροποίηση (2)

- **Εξαρτημένη** μεταβλητή (*Depended Variable*):
Πρωϊμότητα ξεσταχιάσματος (ημέρες)
- **Ανεξάρτητες** μεταβλητές-Παράγοντες (*Independed Variables*): Γενότυπος (δομικός), Ομάδα (σχεδίου)
- **Πρότυπο III** (*Model type III*): Μεικτές Επιδράσεις (*Mixed Effects*)
 - ✓ **Γενότυπος**: Καθορισμένες Επιδράσεις (*Fixed Effects*)
 - ✓ **Ομάδα**: Τυχαίες Επιδράσεις (*Random Effects*)



Μεθοδολογία Εγκατάστασης Πειράματος (1)

- Προηγούμενη εμπειρία και γνώση σχετικά με το πειραματικό υλικό
- Εμπειρία και γνώση σχετικά με προηγούμενα πειράματα στον ίδιο πειραματικό αγρό
- Έλεγχοι ομοιομορφίας και ομοιογένειας πειραματικού υλικού
- Διαστάσεις πειραματικών τεμαχίων
- Πλήθος φυτών
- Αποστάσεις



Μεθοδολογία Εγκατάστασης Πειράματος (2)

- Καλλιεργητική φροντίδα
- Περίοδος πειραματισμού
- Μέθοδος μέτρησης εξαρτημένης μεταβλητής
- Εγκυρότητα-Αξιοπιστία μετρήσεων
- Εδαφολογικά στοιχεία
- Κλιματολογικά στοιχεία
- Τήρηση Ημερολογίου Πειράματος



Πότε εφαρμόζεται το RCBD;

- Όταν δεν μπορούμε να εξασφαλίσουμε **ομοιόμορφο περιβάλλον**
- Όταν δεν μπορούμε να ελέγξουμε την **ανομοιομορφία-ανομοιογένεια**
- Όταν έχουμε αποδείξεις ή ενδείξεις ότι η **ανομοιογένεια του περιβάλλοντος βαίνει προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση (κλίση-gradient)**



Σκοπός

- Η ελάττωση του πειραματικού σφάλματος και η αύξηση της ευαισθησίας του πειράματος.
- Ο έλεγχος γνωστής πηγής παραλλακτικότητας.
- Η απομάκρυνση της επίδρασης της γνωστής πηγής παραλλακτικότητας.
- Η αύξηση του βαθμού γενίκευσης των αποτελεσμάτων όταν οι ομάδες τοποθετούνται π.χ. σε διαφορετικές τοποθεσίες.



Χρήσιμες οδηγίες (1)

- Όταν η κλίση βαίνει προς μία κατεύθυνση χρησιμοποιείτε στενόμακρα blocks-ομάδες. Διευθετήστε τα blocks στον αγρό ώστε η μεγάλη τους πλευρά να είναι κάθετη στη διεύθυνση της κλίσης.
- Όταν η ανομοιογένεια βαίνει προς δύο διευθύνσεις όπου η μία είναι πολύ πιο ισχυρή-σημαντική από την άλλη, αγνοείστε την ασθενέστερη και εφαρμόστε την προηγούμενη οδηγία.



Χρήσιμες οδηγίες (2)

- Όταν η ανομοιογένεια βαίνει προς **δύο διευθύνσεις** όπου και οι δύο είναι εξίσου **ισχυρές-σημαντικές και κάθετες** μεταξύ τους τότε:
 - ✓ Εγκαταστήστε blocks που το σχήμα τους να είναι τετράγωνο (όσο το δυνατόν).
 - ✓ Εγκαταστήστε μακρόστενα blocks με τη μεγάλη τους πλευρά να είναι κάθετη προς τη μία διεύθυνση και χρησιμοποιείστε την Ανάλυση Συνδυασφοράς (ANCOVA) για να ελέγξετε τη δεύτερη κλίση.
 - ✓ Χρησιμοποιείστε το σχέδιο του Λατινικού Τετραγώνου.
- Όταν η ανομοιογένεια είναι **μη προβλέψιμη** τότε το σχήμα των ομάδων θα πρέπει να είναι **τετράγωνο** (όσο το δυνατόν).



Γενικός κανόνας σχεδιασμού

- Η εγκατάσταση των ομάδων θα πρέπει να γίνει με τρόπο ώστε η παραλλακτικότητα **εντός** (*within*) των ομάδων να είναι όσο το δυνατόν **μικρότερη** ενώ η παραλλακτικότητα μεταξύ (*between*) των ομάδων όσο το δυνατόν **μεγαλύτερη**



Πίνακας Δεδομένων (1)

Γενότυποι	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	Σύνολα
A	5	6	6	5	2	3	2	2	5	5	41
B	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	25
Γ	2	7	6	3	2	1	3	3	2	3	32
Δ	3	2	9	3	2	2	3	3	4	3	34
E	8	5	9	4	4	3	4	4	6	5	52
Z	1	8	8	4	3	2	4	2	3	1	36
H	8	8	1	5	2	2	2	3	2	1	34
Θ	7	3	3	2	1	2	4	2	3	2	29
I	4	9	9	4	3	2	2	3	3	3	42
K	3	4	6	3	3	3	3	3	3	3	34
Σύνολα	43	55	60	36	25	23	29	27	33	28	359



Πίνακας Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (ή Διακύμανσης)

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F
Λιπάσματα	ο-1	ΑΤΟ	ΜΤΟ= ΑΤΟ /ο-1	F=ΜΤΟ/ΜΤΣ
Γενότυποι (ή Παράγοντες)	π-1	ΑΣΠ	ΜΤΠ= ΑΤΠ/ π-1	F=ΜΤΠ/ΜΤΣ
Σφάλμα (ή υπόλοιπο)	(π-1)(ο-1)	ΑΤΣ	ΜΤΣ=ΑΤΣ/ (π-1)(ο-1)	
Ολική	πο-1	ΣΑΤ		

- Για τους γενότυπους, η δειγματική τιμή F συγκρίνεται με την Κρίσιμη Τιμή (θεωρητική) της F-Κατανομής με (π-1) και [(π-1)(ο-1)] β.ε., σε επίπεδο σημαντικότητας α.
- Για τις ομάδες, με την τιμή της F((ο-1), (π-1)(ο-1)) σε ε.σ. α.



Πίνακας ΑΝΟΝΑ

Source of Variation	Degrees of Freedom (df)	Sum of Squares (SS)	Mean Squares (MS)	<i>F</i>
Blocks	$o-1$	Block SS (SSB)	$MSB = \frac{Block\ SS}{o-1}$	$F = \frac{MSB}{MSE}$
Treatments or Factor A (Genotype)	$\pi-1$	Treatment SS (SSA)	$MSA = \frac{Treatment\ SS}{\pi-1}$	$F = \frac{MSA}{MSE}$
Error	$(\pi-1)(o-1)$	Error SS (SSE)	$MSE = \frac{Error\ SS}{(\pi-1)(o-1)}$	
Total	$\pi o-1$	Total SS (SST)		



Πίνακας Δεδομένων (2)

Γενότυποι	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	Σύνολα
A	5	6	6	5	2	3	2	2	5	5	41
B	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	25
Γ	2	7	6	3	2	1	3	3	2	3	32
Δ	3	2	9	3	2	2	3	3	4	3	34
E	8	5	9	4	4	3	4	4	6	5	52
Z	1	8	8	4	3	2	4	2	3	1	36
H	8	8	1	5	2	2	2	3	2	1	34
Θ	7	3	3	2	1	2	4	2	3	2	29
I	4	9	9	4	3	2	2	3	3	3	42
K	3	4	6	3	3	3	3	3	3	3	34
Σύνολα	43	55	60	36	25	23	29	27	33	28	359

Υπολογισμοί

Διορθωτικός Όρος (Correction Term)

$$\Delta O = \frac{359^2}{100} = 1.288,81$$

Συνολικό Άθροισμα Τετραγώνων

$$\Sigma AT = (5^2 + 6^2 + 6^2 + \dots + 3^2 + 3^2 + 3^2) - \Delta O = 400,19$$

Άθροισμα Τετραγώνων Παραγόντων

$$AT\Pi = \left(\frac{41^2 + 25^2 + \dots + 34^2}{10} \right) - \Delta O = 51,49$$

Άθροισμα Τετραγώνων Ομάδων

$$ATO = \left(\frac{43^2 + 55^2 + \dots + 28^2}{10} \right) - \Delta O = 147,89$$

Άθροισμα Τετραγώνων Σφαλμάτων

$$AT\Sigma = \Sigma AT - AT\Pi - ATO = 400,19 - 51,49 - 147,89 = 200,81$$



Πίνακας Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (ή Διακύμανσης)

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσα Τετράγωνα	F	F _{0,05}
Λιπάσματα	9	147,89	16,43	6,62	1,99
Γενότυποι (ή Παράγοντες)	9	51,49	5,72	2,30	1,99
Σφάλμα (ή υπόλοιπο)	81	200,81	2,48		
Ολική	99	400,19			

Κρίσιμη Τιμή F (9, 81)=1,99, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$

- Επειδή $2,30 > 1,99$ ---> Οι γενότυποι παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.
- Η επίδραση του περιβάλλοντος είναι επίσης στατιστικά σημαντική



Συντελεστής Παραλλακτικότητας (Coefficient of Variation), CV

$$CV = \frac{\sqrt{MT\Sigma}}{\bar{Y}..} \times 100 = \frac{\sqrt{MSE}}{\bar{Y}..} \times 100$$

Στο παράδειγμα: $CV = \frac{1,57}{3,59} \times 100 = 43,9\%$



Το Γενικό Γραμμικό Πρότυπο (General Linear Model)

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

- t_i : η κύρια επίδραση της επέμβασης (γενότυπος) i ($i=1,\dots,10$)
- b_j : η κύρια επίδραση της ομάδας j ($j=1,\dots,10$)



Παραδοχές και Προϋποθέσεις (1)

Παραδοχές:

$$\sum_{i=1}^{\pi} t_i = 0$$

$$\sum_{j=1}^{\rho} b_j = 0$$

$$e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$$



Παραδοχές και Προϋποθέσεις (2)

Προϋποθέσεις:

- Οι παρατηρήσεις προέρχονται από **τυχαία δείγματα**
- Οι παρατηρήσεις είναι **ανεξάρτητες** η μία από την άλλη
- Οι πληθυσμοί (ο x π σε πλήθος) των παρατηρήσεων ακολουθούν **Κανονική Κατανομή**
- Ισχύει η ιδιότητα της **αθροιστικότητας (προσθετικότητας)**. Ισοδύναμα, δεν υπάρχει αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων (Γενότυπος \times Ομάδα). Η επέμβαση i έχει το ίδιο αποτέλεσμα **ανεξάρτητα** από την ομάδα στην οποία εφαρμόζεται. Η επίδραση της Ομάδας είναι η ίδια ανεξάρτητα από την επέμβαση.
- Οι διασπορές των πληθυσμών (ο x π σε πλήθος) είναι **ίσες (Ομοσκεδαστικότητα)**



Στατιστικοί Έλεγχοι

Μηδενικές Υποθέσεις

$$H_{0B} : \sigma_b^2 = 0$$

$$H_{0\Gamma} : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_\pi$$

Εναλλακτικές Υποθέσεις

$H_{1\Gamma}$ ή $H_{\alpha\Gamma}$: τουλάχιστον 2 Μέσοι Όροι διαφέρουν, $\exists k, z, (k, z = 1, \dots, \pi) : \mu_k \neq \mu_z$

$$H_{1B}$$
 ή $H_{\alpha B} : \sigma_b^2 > 0$



Άλλες Στατιστικές Αναλύσεις

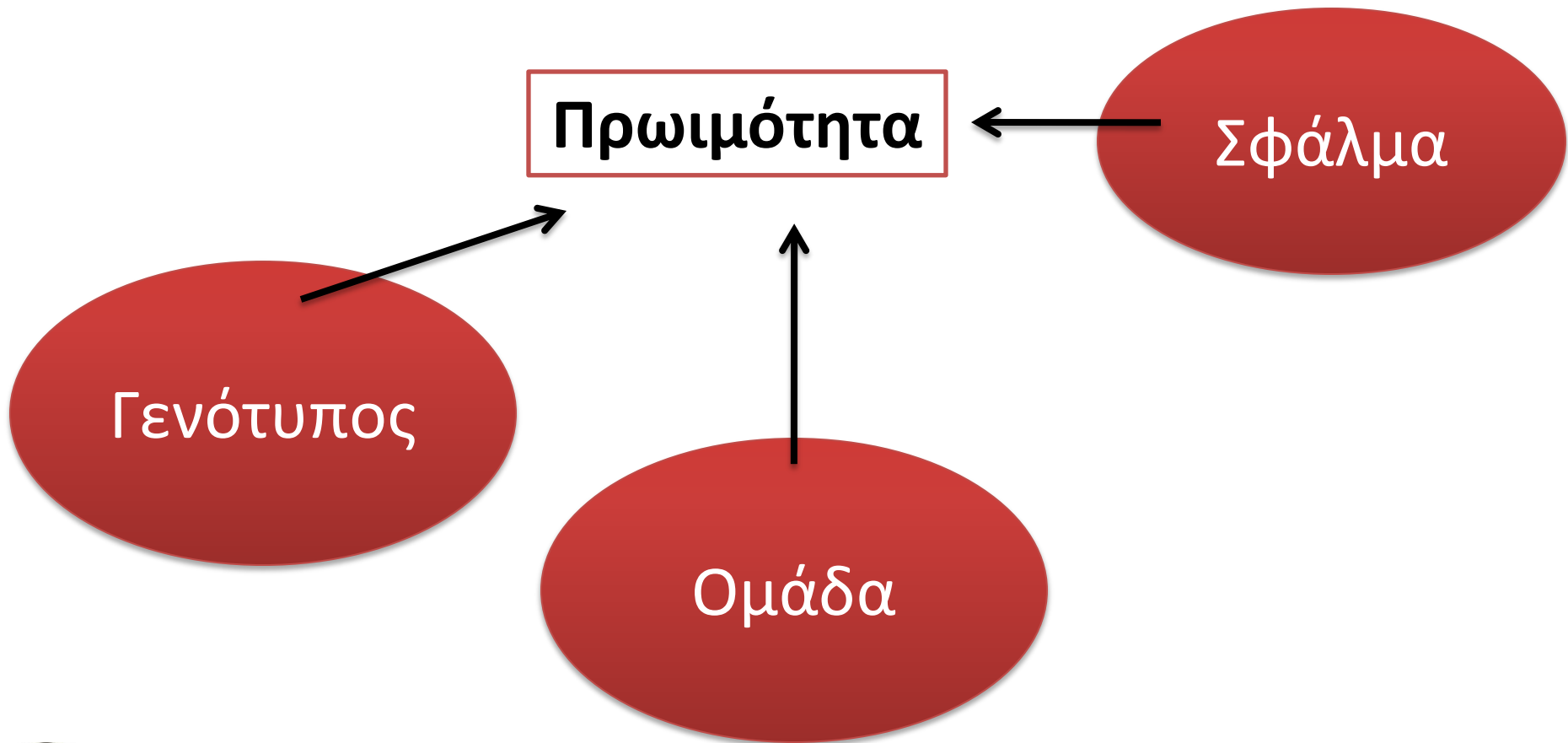
- Αν η ANOVA ανιχνεύσει στατιστικά σημαντικές διαφορές:



- Ακολουθούν συγκρίσεις μέσω *όρων* (*a priori, ad hoc*)



Διαγραμματική Αναπαράσταση του Υποδείγματος



Συγκρίσεις Μέσων Όρων

- Το Κριτήριο της Ελάχιστης (Στατιστικά) Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ-LSD)

$$ΕΣΔ = t_{(\pi-1)(\sigma-1); \alpha/2} \sqrt{\frac{2 \times ΜΤΣ}{\sigma}} = t_{(\pi-1)(\sigma-1); \alpha/2} \sqrt{\frac{2 \times ΜΣΕ}{\sigma}}$$

- Όπου $t_{(\pi-1)(\sigma-1); \alpha/2}$: Κρίσιμη τιμή της t -Κατανομής με $(\pi-1)(\sigma-1)$ β.ε., σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha/2$

Στο παράδειγμα:

$$ΕΣΔ = 1,99 \times \sqrt{\frac{2 \times 2,48}{10}} = 1,99 \times \sqrt{\frac{4,96}{10}} = 1,99 \times \sqrt{0,496} = 1,99 \times 0,704 = 1,40$$

...σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,005$

- Στο προηγούμενο παράδειγμα: **ΕΣΔ=1,75**



Στο παράδειγμα

Γενότυποι	ΜΟ	ΤΑ	Ν
A	4,10	1,66	10
B	2,50	0,53	10
Γ	3,20	1,87	10
Δ	3,40	2,07	10
Ε	5,20	1,93	10
Z	3,60	2,55	10
H	3,40	2,67	10
Θ	2,90	1,66	10
I	4,20	2,62	10
K	3,40	0,97	10
ΕΣΔ _{0,10}	1,17		
ΕΣΔ _{0,05}	1,40		
ΕΣΔ _{0,01}	1,86		
ΕΣΔ _{0,0011}	2,38		

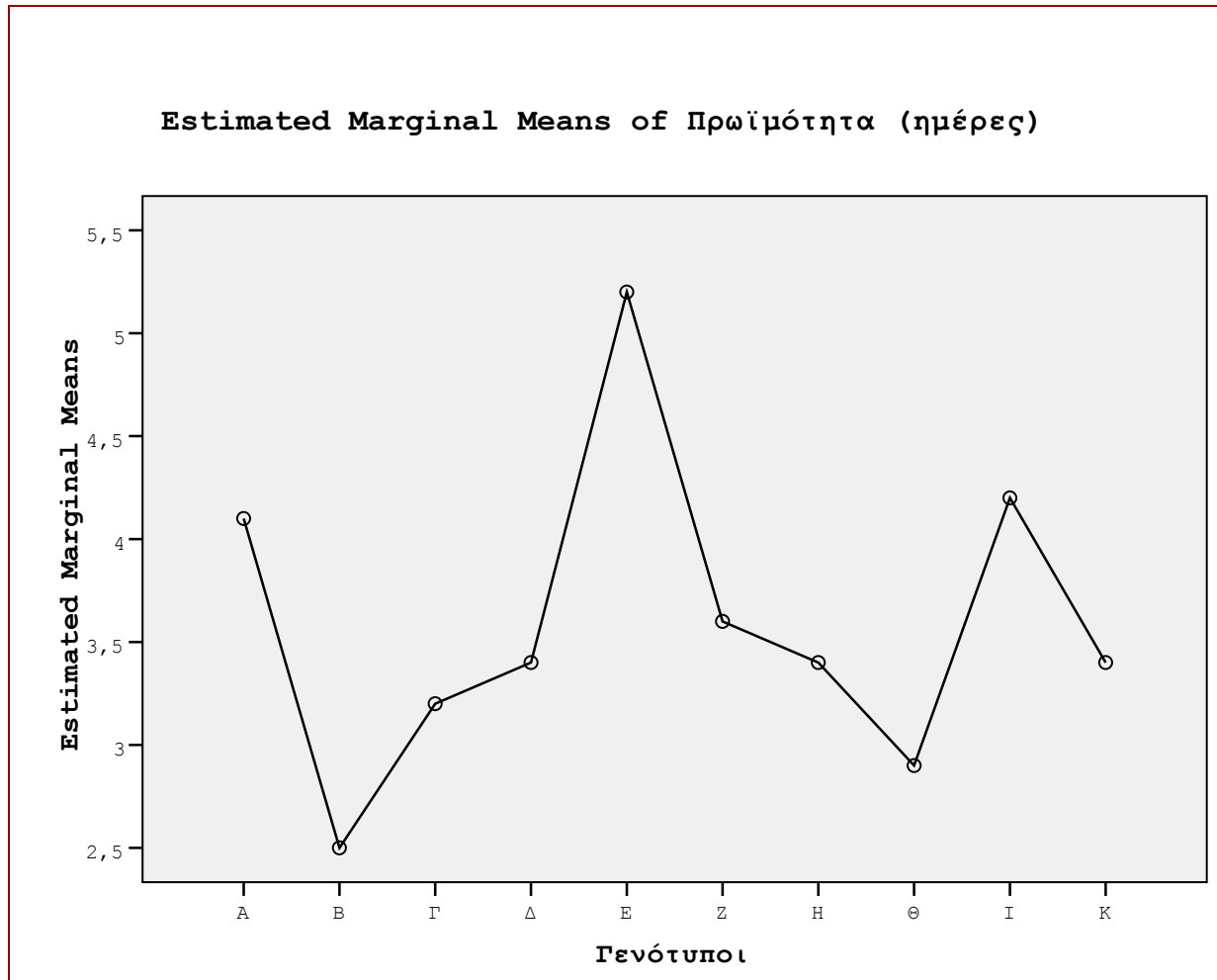


Στο προηγούμενο παράδειγμα (CRD)

Γενότυποι	ΜΟ	ΤΑ	Ν
A	4,10	1,66	10
B	2,50	0,53	10
Γ	3,20	1,87	10
Δ	3,40	2,07	10
E	5,20	1,93	10
Z	3,60	2,55	10
H	3,40	2,67	10
Θ	2,90	1,66	10
I	4,20	2,62	10
K	3,40	0,97	10
ΕΣΔ _{0,10}	1,46		
ΕΣΔ _{0,05}	1,75		
ΕΣΔ _{0,01}	2,32		
ΕΣΔ _{0,0011}	2,97		



Αποτελέσματα με το SPSS (1)



Αποτελέσματα με το SPSS (2)

Fixed Effects Model

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Πρωιμότητα (ημέρες)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Observed Power ^a
Corrected Model	199.380 ^b	18	11.077	4.468	.000	.498	1.000
Intercept	1288.810	1	1288.810	519.863	.000	.865	1.000
Block	147.890	9	16.432	6.628	.000	.424	1.000
Genotype	51.490	9	5.721	2.308	.023	.204	.880
Error	200.810	81	2.479				
Total	1689.000	100					
Corrected Total	400.190	99					

P-value

a. Computed using alpha = .05

b. R Squared = .498 (Adjusted R Squared = .387)

$$R^2=0,498$$

(Συντελεστής Προσδιορισμού-Coefficient of Determination)



Αποτελέσματα με το SPSS (3)

Mixed Effects Model

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Πρωϊμότητα (ημέρες)

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
Intercept	Hypothesis	1288.810	1	1288.810	78.432	.000	.897	78.432	1.000
	Error	147.890	9	16.432 ^b					
Genot	Hypothesis	51.490	9	5.721	2.308	.023	.204	20.769	.880
	Error	200.810	81	2.479 ^c					
Block	Hypothesis	147.890	9	16.432	6.628	.000	.424	59.654	1.000
	Error	200.810	81	2.479 ^c					

a. Computed using alpha = .05

b. MS(Block)

c. MS(Error)



Αποτελέσματα με το SPSS (4)

Πρωϊμότητα (ημέρες)

	Γενότυποι	N	Subset		
			1	2	3
Tukey HSD ^{a,b}	B	10	2.50		
	Θ	10	2.90		
	Γ	10	3.20	3.20	
	Η	10	3.40	3.40	
	Δ	10	3.40	3.40	
	Κ	10	3.40	3.40	
	Ζ	10	3.60	3.60	
	Α	10	4.10	4.10	
	Ι	10	4.20	4.20	
	Ε	10		5.20	
	Sig.		.331	.141	
Duncan ^{ab}	B	10	2.50		
	Θ	10	2.90	2.90	
	Γ	10	3.20	3.20	
	Η	10	3.40	3.40	
	Δ	10	3.40	3.40	
	Κ	10	3.40	3.40	
	Ζ	10	3.60	3.60	
	Α	10	4.10	4.10	4.10
	Ι	10		4.20	4.20
	Ε	10			5.20
	Sig.		.054	.120	.144

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
 Based on Type III Sum of Squares
 The error term is Mean Square(Error) = 2.479.
 a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.
 b. Alpha = .05.

Παρουσίαση των Αποτελεσμάτων (1)

- Η ANOVA έδειξε ότι **υπάρχουν** στατιστικά σημαντικές διαφορές, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, μεταξύ των 10 Γενοτύπων:
- **$F(9,81)=2.30, p=0,023<0,05$**
- Η ANOVA έδειξε ότι η επίδραση του **περιβάλλοντος** (ομάδες) είναι στατιστικά σημαντική (**$p<0,001$**)



Παρουσίαση των Αποτελεσμάτων (2)

Γενότυποι	ΜΟ	ΤΑ	N
A	4,10 ab	1,66	10
B	2,50 b	0,53	10
Γ	3,20 ab	1,87	10
Δ	3,40 ab	2,07	10
E	5,20 a	1,93	10
Z	3,60 ab	2,55	10
H	3,40 ab	2,67	10
Θ	2,90 b	1,66	10
I	4,20 ab	2,62	10
K	3,40 ab	0,97	10

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου Tukey HSD



Παρουσίαση των Αποτελεσμάτων (3)

Γενότυποι	ΜΟ	ΤΑ	N
A	4,10abc	1,66	10
B	2,50c	0,53	10
Γ	3,20bc	1,87	10
Δ	3,40bc	2,07	10
E	5,20a	1,93	10
Z	3,60bc	2,55	10
H	3,40bc	2,67	10
Θ	2,90bc	1,66	10
I	4,20ab	2,62	10
K	3,40bc	0,97	10

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου Duncan

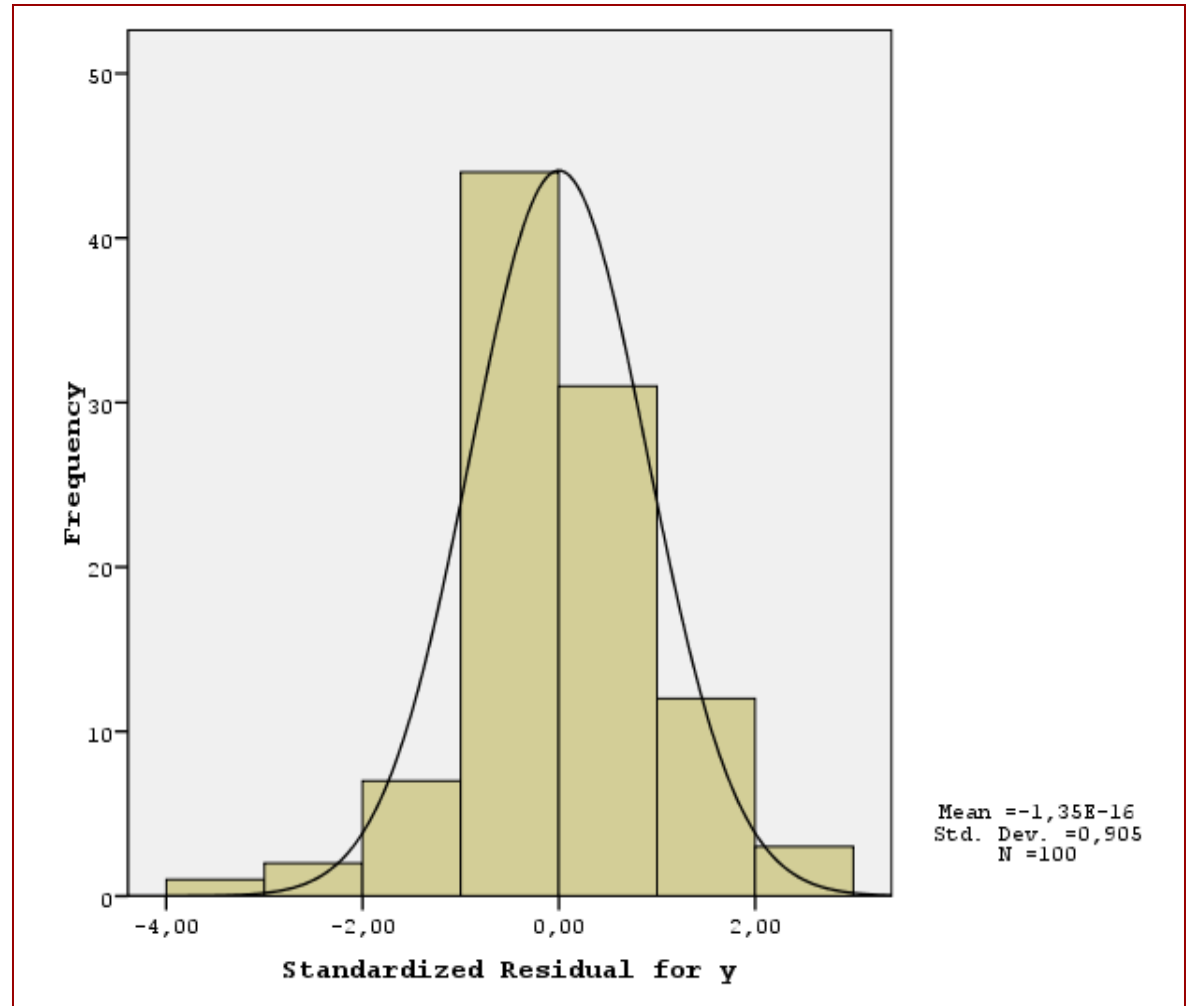




Έλεγχοι Προϋποθέσεων

Έλεγχος Κανονικότητας

Κατανομή των Σφαλμάτων (1)



Κατανομή των Σφαλμάτων (2)

Descriptive Statistics

		Standardized Residual for y
Mean	Statistic	.00
Skewness	Statistic	-.01
	Std. Error	.24
Kurtosis	Statistic	1.27
	Std. Error	.48



Κατανομή των Σφαλμάτων (3)

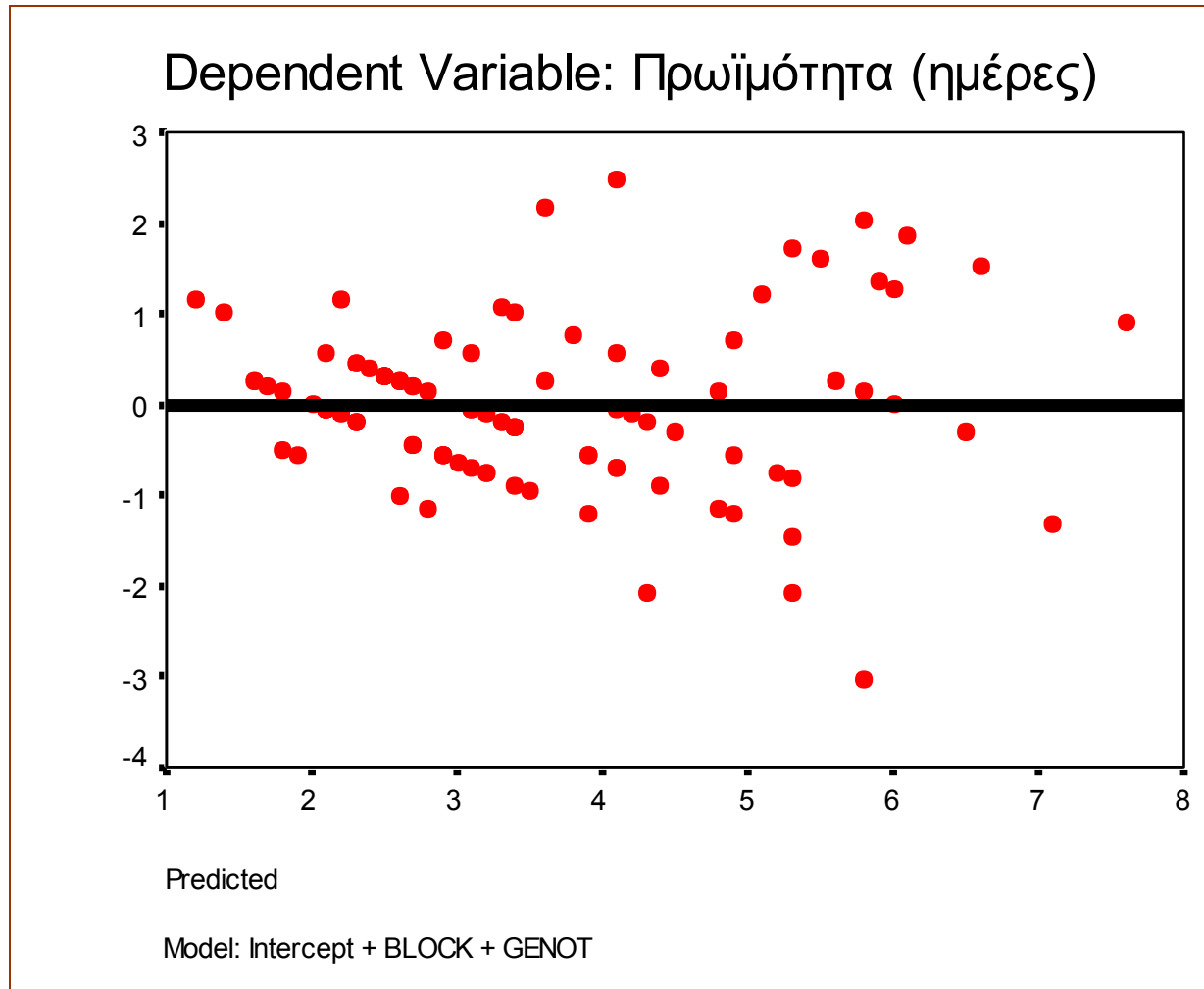
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			Standardized Residual for y
N			100
Normal Parameters ^{a,b}	Mean		.0000
	Std. Deviation		.90453
Most Extreme Differences	Absolute		.105
	Positive		.105
	Negative		-.058
Kolmogorov-Smirnov Z			1.054
Asymp. Sig. (2-tailed)			.217
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.		.204 ^c
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.194
		Upper Bound	.215

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

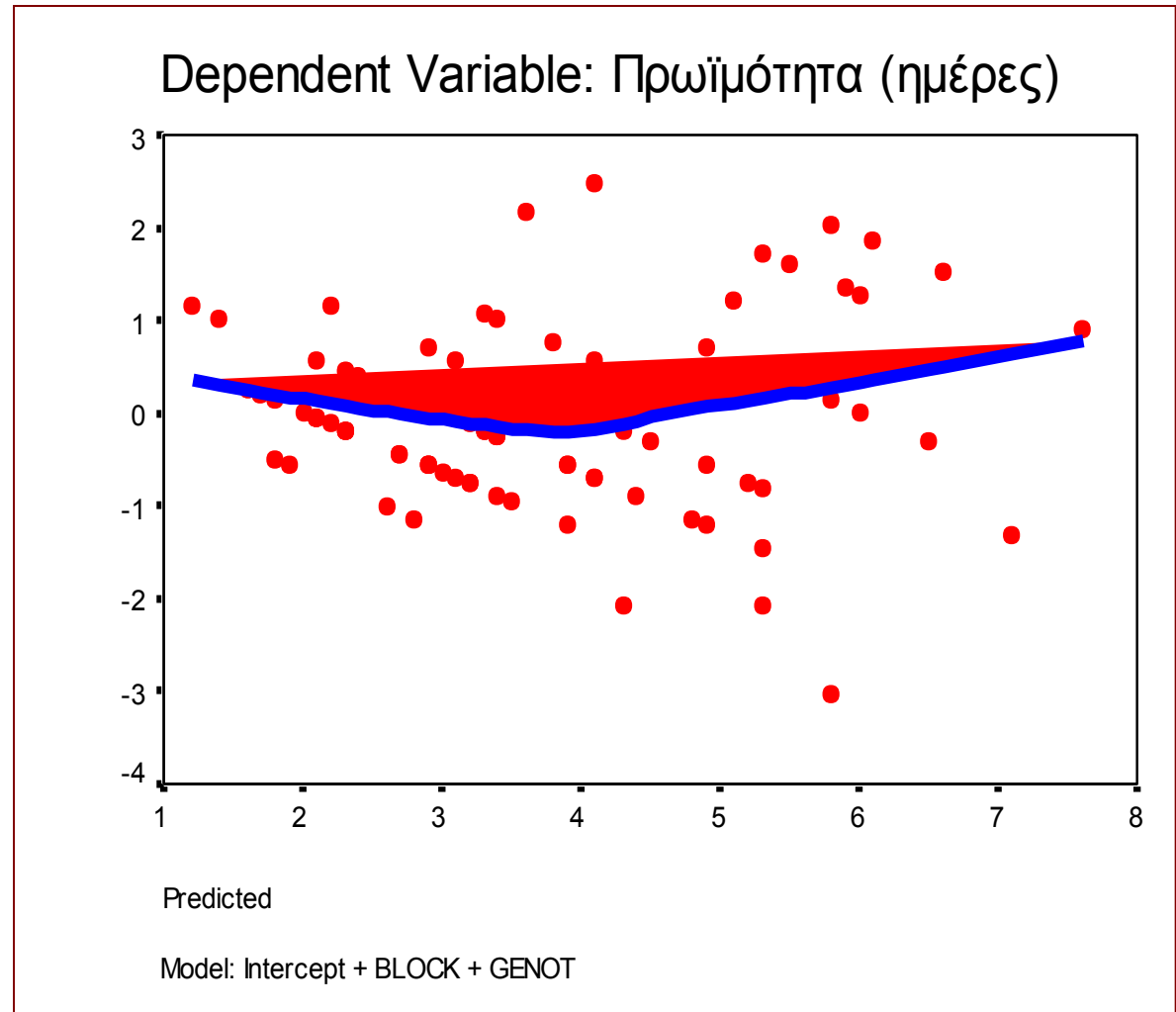


Έλεγχος Ομοσκεδαστικότητας (1)



Έλεγχος Ομοσκεδαστικότητας (2)

Προσαρμογή
Βέλτιστης
Καμπύλης
(Μέθοδος *Loess-90%*)



Έλεγχος Αθροιστικότητας (Additivity) του Tukey

Analysis of Variance

Source of Variation	Sum of Sq.	DF	Mean Square	F	Prob.
Between Genotypes	51.4900	9	5.7211		
Within Genotypes	348.7000	90	3.8744		
Between Blocks	147.8900	9	16.4322	6.6282	.0000
Residual	200.8100	81	2.4791		
Nonadditivity	12.5858	1	12.5858	5.3493	.0233
Balance	188.2242	80	2.3528		
Total	400.1900	99	4.0423		
Grand Mean	3.5900				



Βιβλιογραφία

- **Φασούλας, Α. Κ. (2006).** *Στοιχεία Πειραματικής Στατιστικής*. Θεσσαλονίκη.
- **Καλτσίκης, Π. Ι. (1997).** *Απλά Πειραματικά Σχέδια*. Αθήνα: Εκδόσεις Α. Σταμούλη.
- **Μιχαηλίδης, Ζ. (2005).** *Βιομετρία-Γεωργικός Πειραματισμός*. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης.
- **Steel, R. & Torrie, J. (1986).** *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. Singapore: McGraw-Hill Book Company.
- **Gomez, K. & Gomez, A. (1984).** *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Singapore: John Willey & Sons, Inc.
- **Kuehl, R. (2000).** *Designs of Experiments: Statistical Principles of Research Design and Analysis*. Pacific Grove: Duxbury Thomson Learning.





Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Μαρία Αλεμπάκη
Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

