



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
Α.Π.Θ.

Πλήρεις Ομάδες σε Ελεύθερη Διάταξη

Δρ. Γεώργιος Μενεξές
Τομέας Φυτών Μεγάλης
Καλλιέργειας και Οικολογίας



Πλήρεις Ομάδες σε Ελεύθερη Διάταξη (*Randomized Complete-block Design-RCBD*)

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** (ρ): 10
- **Συνολικό πλήθος μετρήσεων** (N): 100
- **Σχέδιο: Ισορροπημένο** (*Balanced*), δηλ. ίδιος αριθμός μετρήσεων-επαναλήψεων σε κάθε επέμβαση

Παραμετροποίηση -2

- **Εξαρτημένη** μεταβλητή (*Depended Variable*):
Πρωιμότητα ξεστασιάσματος (ημέρες)
- **Ανεξάρτητες** μεταβλητές-Παράγοντες (*Independend 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

- 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
- 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*).

ΣΚΟΠΟΣ

- 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 Συνδυασποράς (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

| 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 | <i>F</i> |
|-----------------------------|-------------------|---------------------|--|------------------------------|
| Ομάδες | $o-1$ | ΑΤΟ | | |
| Γενότυποι (ή Παράγοντας) | $\pi-1$ | ΑΤΠ | $MT\Pi = \frac{AT\Pi}{\pi-1}$ | $F = \frac{MT\Pi}{MT\Sigma}$ |
| Σφάλμα (ή Υπόλοιπο) | $(\pi-1)(o-1)$ | ΑΤΣ | $MT\Sigma = \frac{AT\Sigma}{(\pi-1)(o-1)}$ | |
| Ολική | $po-1$ | ΣΑΤ | | |

Για τους γενότυπους, η δειγματική τιμή *F* συγκρίνεται με την Κρίσιμη Τιμή (θεωρητική) της *F*-Κατανομής με $(\pi-1)$ και $[(\pi-1)(o-1)]$ β.ε., σε επίπεδο σημαντικότητας α .

Για τις ομάδες, με την τιμή της $F(o-1, (\pi-1)(o-1))$ σε ε.σ. α .

ANOVA Table

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

Πίνακας Δεδομένων

| 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 | $F_{0,05}$ |
|------------------------|-------------------|---------------------|----------------|------|------------|
| Ομάδες | 9 | 147,89 | 16,43 | 6,62 | 1,99 |
| Γενότυποι (Παράγοντας) | 9 | 51,49 | 5,72 | 2,30 | 1,99 |
| Σφάλμα | 81 | 200,81 | 2,48 | | |
| Ολική | 99 | 400,19 | | | |

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

Επειδή $2,30 > 1,99 \Rightarrow$ 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

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

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

Παραδοχές:

$$\sum_{i=1}^{\pi} t_i = 0 \quad \sum_{j=1}^{\rho} b_j = 0 \quad e_{ij} \square N(0, \sigma_e^2)$$

Προϋποθέσεις:

- Οι παρατηρήσεις προέρχονται από **τυχαία δείγματα**
- Οι παρατηρήσεις είναι **ανεξάρτητες** η μία από την άλλη
- Οι πληθυσμοί ($\rho \times \pi$ 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 ($\rho \times \pi$ σε πλήθος) είναι ίσες (**Ομοσκεδαστικότητα**)

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΈΛΕΓΧΟΙ

Μηδενικές Υποθέσεις

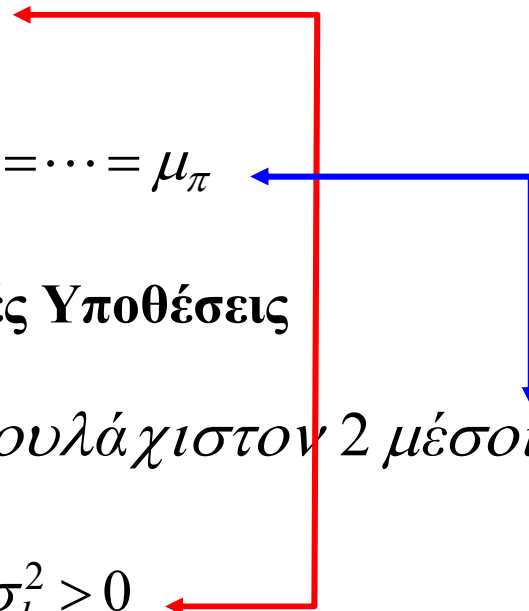
$$H_{0B} : \sigma_b^2 = 0$$

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

Εναλλακτικές Υποθέσεις

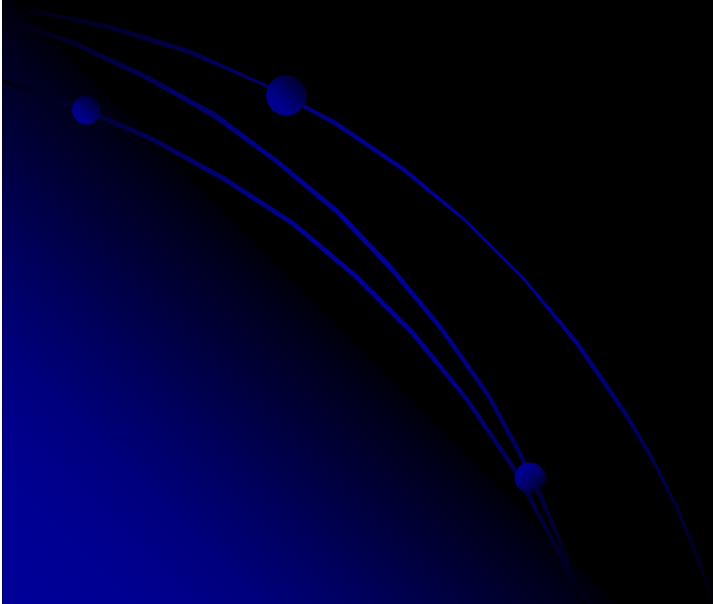
$H_{1\Gamma}$ ή $H_{\alpha\Gamma}$: τουλάχιστον 2 μέσοι όροι διαφέρουν, $\exists k, z, (k, z = 1,$

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

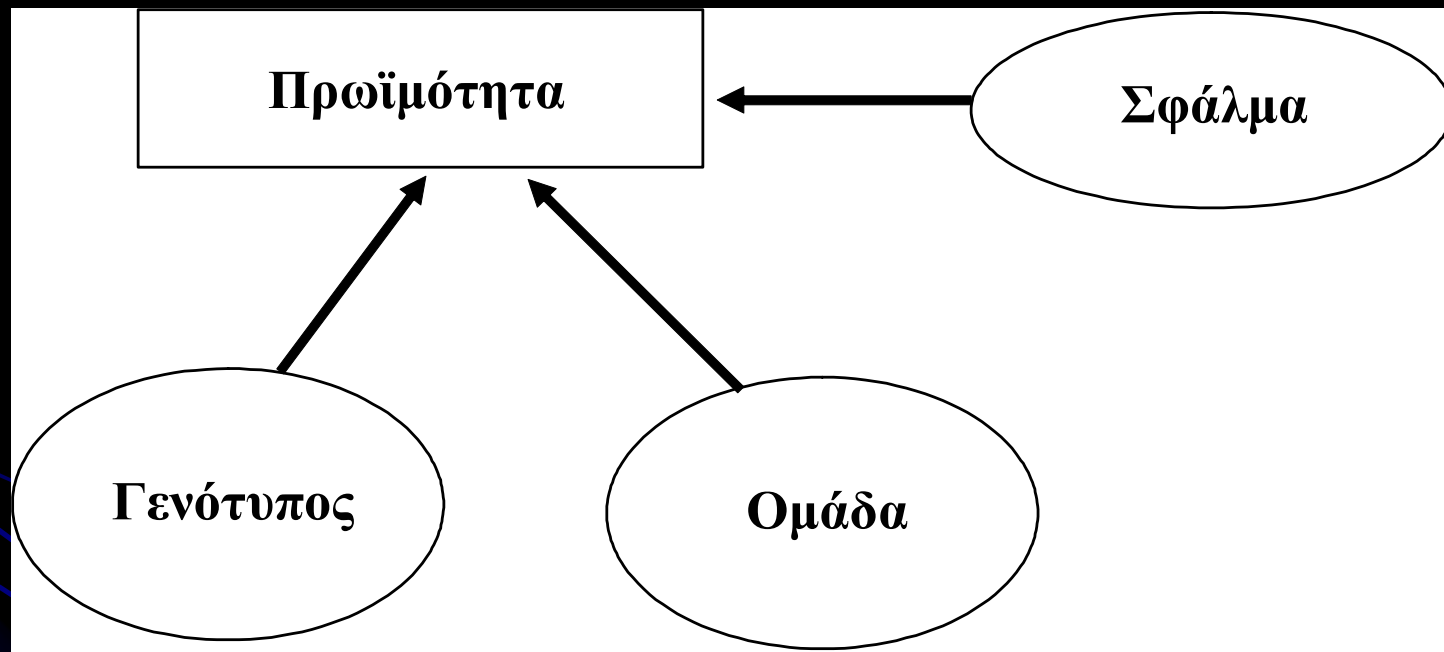


Άλλες Στατιστικές Αναλύσεις

- 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)

$$\text{ΕΣΔ} = t_{(\pi-1)(o-1);a} \sqrt{\frac{2 \times \text{ΜΤΣ}}{o}} = t_{(\pi-1)(o-1);a} \sqrt{\frac{2 \times \text{MSE}}{o}}$$

Όπου $t_{(\pi-1)(o-1);a}$: Κρίσιμη τιμή της t -Κατανομής με $(\pi-1)(o-1)$ β.ε., σε επίπεδο σημαντικότητας α

Στο παράδειγμα:

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

επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$.

Στο προηγούμενο παράδειγμα ΕΣΔ=1,75

Στο Παράδειγμα

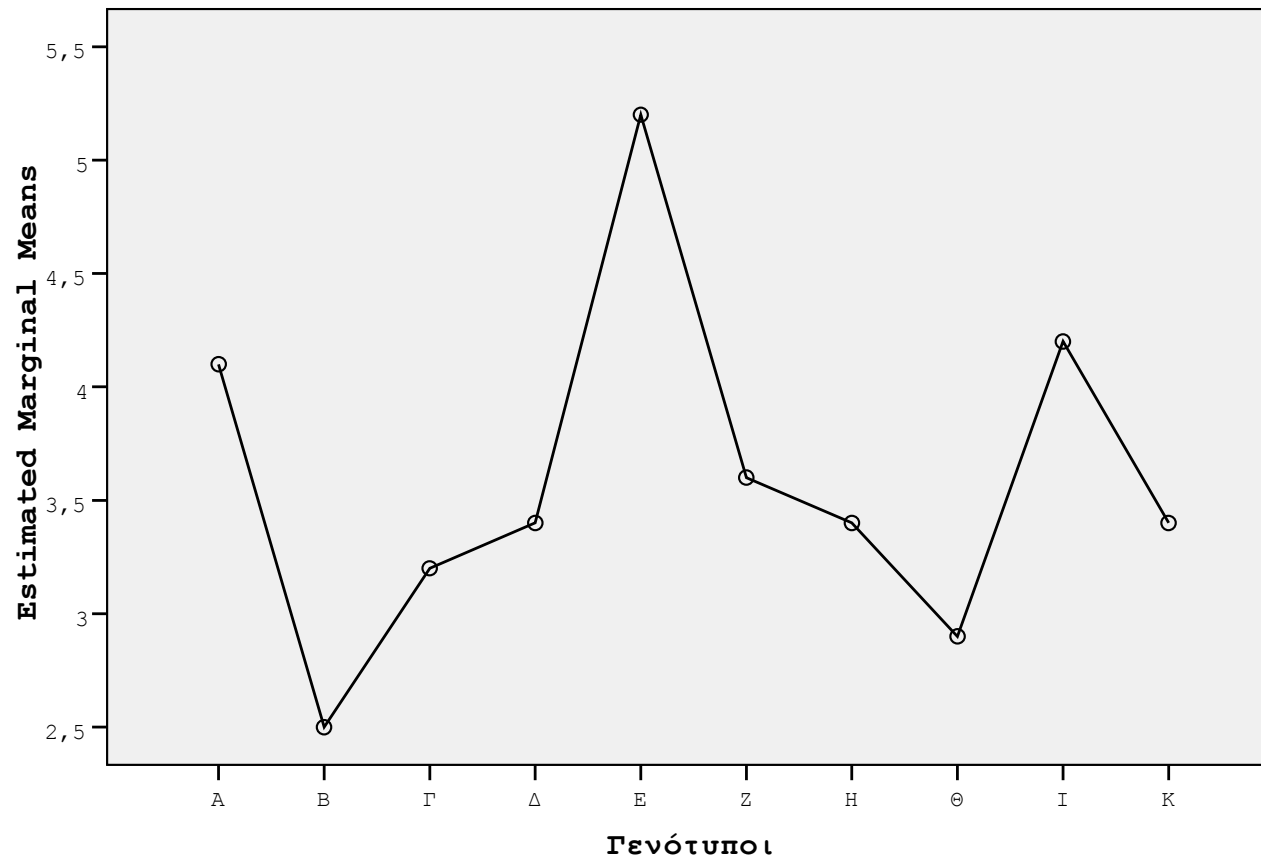
| Γενότυποι | ΜΟ | ΤΑ | N |
|-----------------------------|-------------|-------------|-----------|
| A | 4,10 | 1,66 | 10 |
| B | 2,50 | 0,53 | 10 |
| Γ | 3,20 | 1,87 | 10 |
| Δ | 3,40 | 2,07 | 10 |
| E | 5,20 | 1,93 | 10 |
| Z | 3,60 | 2,55 | 10 |
| H | 3,40 | 2,67 | 10 |
| Θ | 2,90 | 1,66 | 10 |
|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

Στο προηγούμενο παράδειγμα (CRD)

| Γενότυποι | ΜΟ | ΤΑ | N |
|-----------------------------|-------------|-------------|-----------|
| 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 |
| EΣΔ_{0,10} | 1,46 | | |
| EΣΔ_{0,05} | 1,75 | | |
| EΣΔ_{0,01} | 2,32 | | |
| EΣΔ_{0,0011} | 2,97 | | |

Αποτελέσματα με το SPSS (1)

Estimated Marginal Means of Πρωϊμότητα (ημέρες)



Αποτελέσματα με το SPSS (2)

Fixed Effects Model

Tests of Between-Subjects Effects

Tests of Between-Subjects Effects

P-value

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 | | | | | |

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 | 1288.810 | 1 | 1288.810 | 78.432 | .000 | .897 | 78.432 | 1.000 |
| Hypothesis Error | 147.890 | 9 | 16.432 ^b | | | | | |
| Genot | 51.490 | 9 | 5.721 | 2.308 | .023 | .204 | 20.769 | .880 |
| Hypothesis Error | 200.810 | 81 | 2.479 ^c | | | | | |
| Block | 147.890 | 9 | 16.432 | 6.628 | .000 | .424 | 59.654 | 1.000 |
| Hypothesis 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 | |
| | H | 10 | 3.40 | 3.40 | |
| | Δ | 10 | 3.40 | 3.40 | |
| | K | 10 | 3.40 | 3.40 | |
| | Z | 10 | 3.60 | 3.60 | |
| | A | 10 | 4.10 | 4.10 | |
| | I | 10 | 4.20 | 4.20 | |
| | E | 10 | | 5.20 | |
| | Sig. | | | .331 | .141 |
| Duncan ^{a,b} | B | 10 | 2.50 | | |
| | Θ | 10 | 2.90 | 2.90 | |
| | Γ | 10 | 3.20 | 3.20 | |
| | H | 10 | 3.40 | 3.40 | |
| | Δ | 10 | 3.40 | 3.40 | |
| | K | 10 | 3.40 | 3.40 | |
| | Z | 10 | 3.60 | 3.60 | |
| | A | 10 | 4.10 | 4.10 | 4.10 |
| | I | 10 | | 4.20 | 4.20 |
| | E | 10 | | | 5.20 |
| | Sig. | | | .054 | .120 |

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

Αποτελεσματικότητα Πειραματικού Σχεδίου

- Σκοπός του Γεωργικού Πειραματισμού είναι να καταλήξουμε σε **αμερόληπτα** συμπεράσματα σχετικά με τις διαφορές των μέσων όρων διαφόρων επεμβάσεων με τη λιγότερη δυνατή δαπάνη σε πόρους.

Η **Ευαισθησία** ενός Π. Σχεδίου μετριέται μέσω του **Πειραματικού Σφάλματος** (διασπορά κατά πειραματική μονάδα). Όσο πιο μικρή είναι η διασπορά αυτή τόσο πιο **αποτελεσματικό** το αντίστοιχο πειραματικό σχέδιο.

Για να συγκρίνουμε την αποτελεσματικότητα δύο σχεδίων χρησιμοποιούμε το **λόγο των διασπορών** τους.

Σχετική Αποτελεσματικότητα (για το RCBD)

$$RE = \frac{(o-1)MTO + o(\pi-1)MT\Sigma}{(o\pi-1)MT\Sigma} = \frac{(o-1)MSB + o(\pi-1)MSE}{(o\pi-1)MSE}$$

Relative Efficiency: *RE*

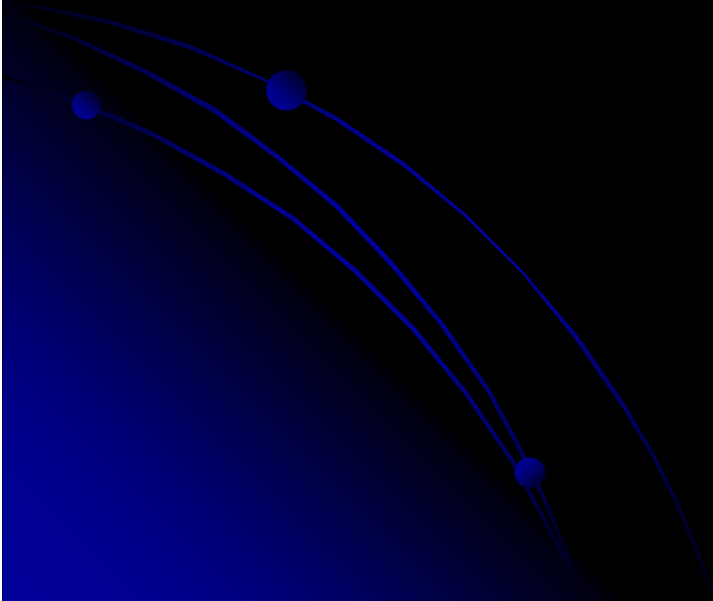
Στη μαθηματική σχέση ο **αριθμητής** αντιστοιχεί στο **CRD** ενώ ο **παρονομαστής** στο **RCBD**

Στο παράδειγμα:

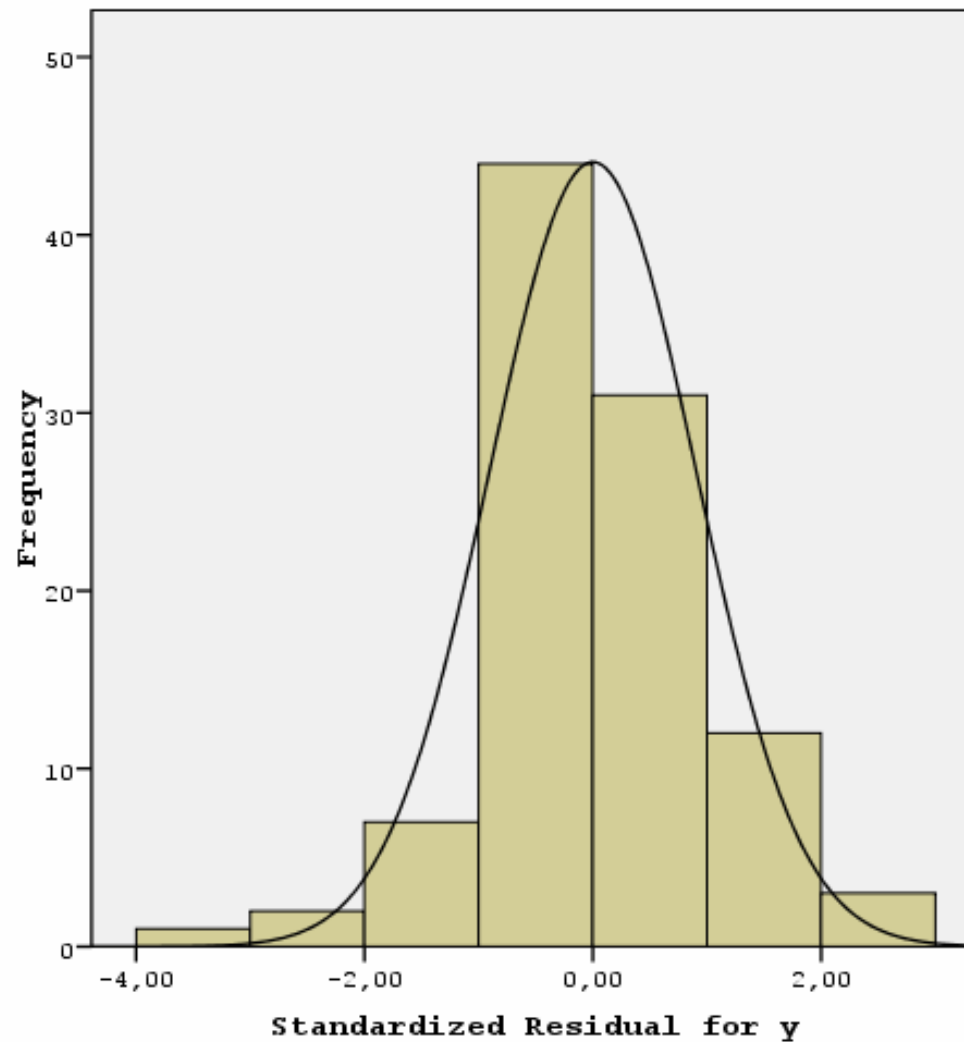
$$RE = \frac{9 \times 16,43 + 90 \times 2,48}{99 \times 2,48} = 1,51$$

Το RCBD αύξησε την αποτελεσματικότητα κατά **51%**
σε σχέση με το CRD

Έλεγχοι Προϋποθέσεων



Έλεγχος Κανονικότητας Κατανομή των Σφαλμάτων (1)



Mean = -1,35E-16
Std. Dev. = 0,905
N = 100

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

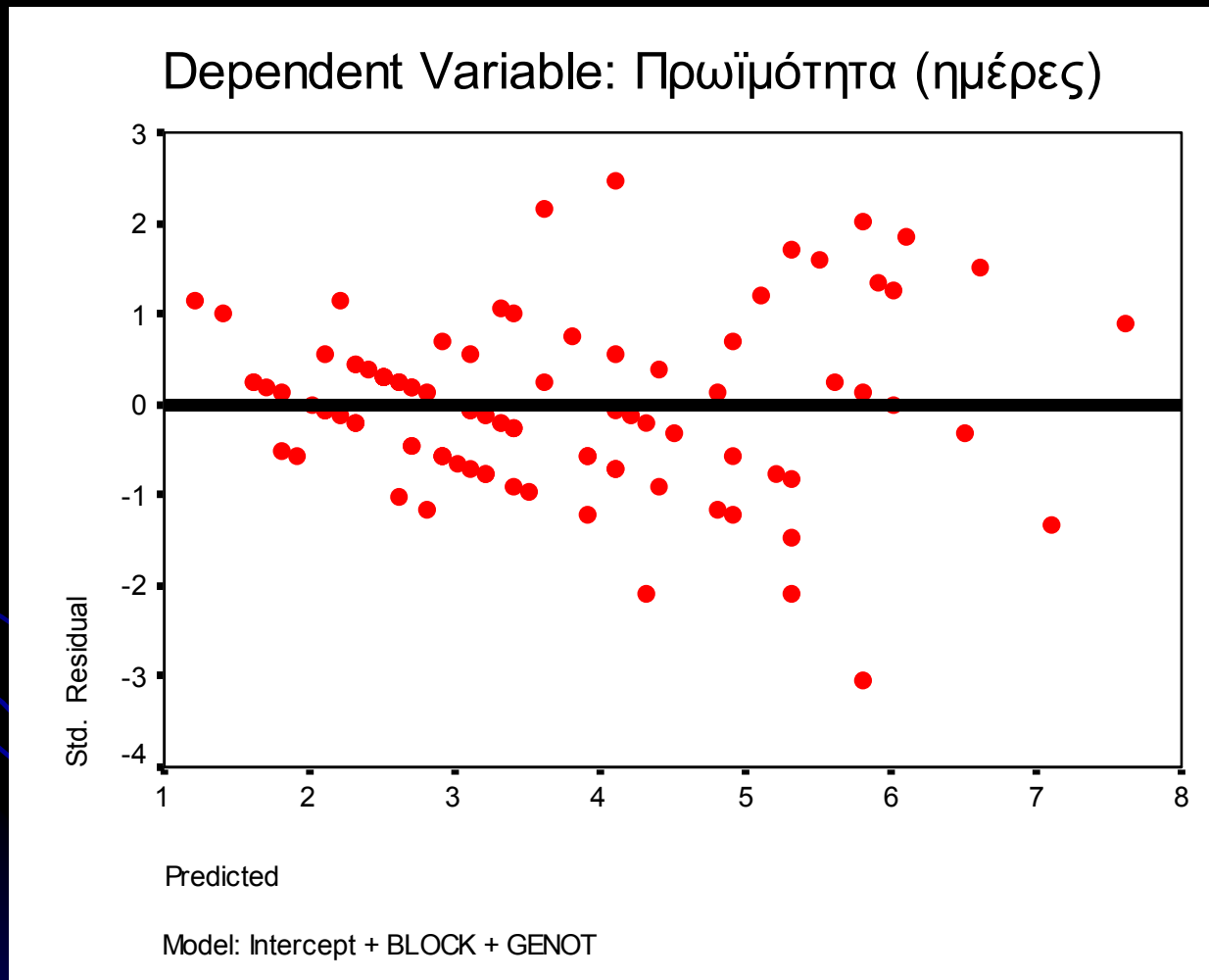
| | | | Standardized Residual for y |
|----------------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------------|
| N | | | 100 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | | .0000 |
| | Std. Deviation | | .90453 |
| Most Extreme Differences | Absolute | | .105 |
| | Positive | | .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.

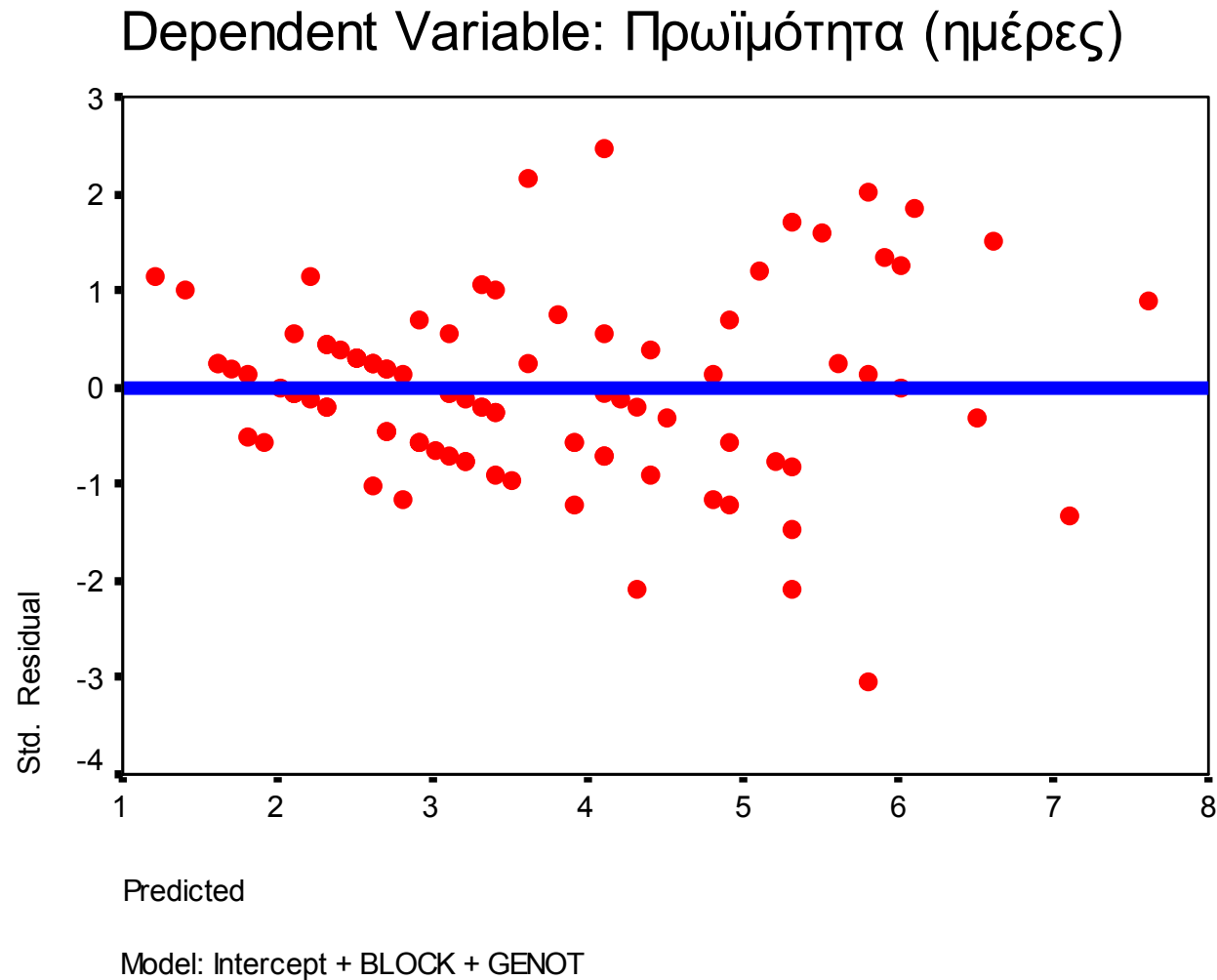
c. Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

Έλεγχος Ομοσκεδαστικότητας (1)



Έλεγχος Ομοσκεδαστικότητας (2)

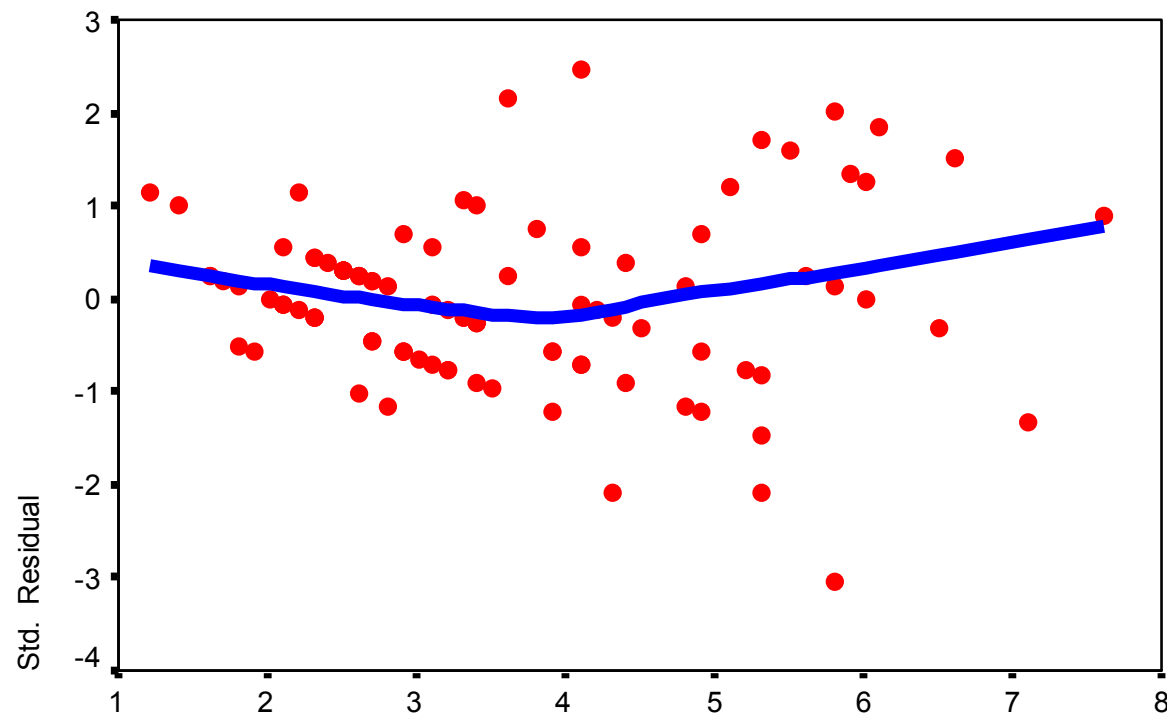
Προσαρμογή Ευθείας Γραμμής (Ελαχίστων Τετραγώνων)



Έλεγχος Ομοσκεδαστικότητας (3)

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

Dependent Variable: Πρωιμότητα (ημέρες)



Predicted

Model: Intercept + BLOCK + GENOT

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 Wiley & Sons, Inc.
- Kuehl, R. (2000). *Designs of Experiments: Statistical Principles of Research Design and Analysis*. Pacific Grove: Duxbury Thomson Learning.

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας!!!



Viola odorata