

# Εισαγωγή στην Ανάλυση Διακύμανσης

# Η Ανάλυση Διακύμανσης

Από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα στατιστικά κριτήρια στην κοινωνική έρευνα

Γιατί;

1. Ενώ αναφέρεται σε διαφορές μέσων όρων, όπως και το κριτήριο t, δεν έχει περιορισμούς στον αριθμό των μέσων όρων που είναι δυνατόν να συγκριθούν.
2. Μας επιτρέπει να μελετήσουμε ταυτόχρονα την επίδραση δύο ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Έτσι, υπολογίζουμε όχι μόνο την επίδραση της καθεμίας ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη, αλλά και τις αλληλεπιδραστικές συνέπειες των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη.

# Ένα παράδειγμα

Τι θα κάνατε στην περίπτωση που είχατε δεδομένα από τέσσερις ερευνητικές ομάδες και θέλατε να συγκρίνετε τις επιδόσεις τους;

**Μια πιθανή απάντηση:** να πραγματοποιήσουμε πολλαπλά κριτήρια t σε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς μέσων όρων...

Κάτι τέτοιο δεν θα ήταν ενδεδειγμένο για δύο λόγους:

**Ο πρακτικός λόγος:** όσο περισσότερες ομάδες δεδομένων έχουμε, τόσο περισσότερα κριτήρια t θα πρέπει να πραγματοποιήσουμε (π.χ., με οκτώ ομάδες πρέπει να γίνουν 28 κριτήρια t!)

**Ο στατιστικός λόγος:** όσο περισσότερα κριτήρια t πραγματοποιούνται, τόσο αυξάνει η πιθανότητα να οδηγηθούμε σε σφάλμα Τύπου Ι...

# Η διακύμανση των ερευνητικών δεδομένων

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε πραγματοποιήσει μια έρευνα στην οποία εξετάστηκε η επίδραση του φύλου στην επίδοση σε μια δοκιμασία.

Είναι **αναμενόμενο** ότι οι μετρήσεις θα διαφέρουν μεταξύ τους (έστω και ελάχιστα) και οι διαφορές αυτές θα είναι προς δύο κατευθύνσεις:

1. Θα διαφέρουν μεταξύ τους οι τιμές καθεμίας ερευνητικής ομάδας (π.χ., όλα τα αγόρια δεν θα έχουν την ίδια επίδοση) λόγω **ατομικών διαφορών** και **τυχαίων σφαλμάτων**.
2. Θα διαφέρουν μεταξύ τους οι μέσοι όροι των ερευνητικών συνθηκών (η μέση επίδοση των αγοριών και αυτή των κοριτσιών δεν θα είναι ακριβώς η ίδια) λόγω της **επίδρασης της ανεξάρτητης μεταβλητής** (του φύλου), **ατομικών διαφορών** και **τυχαίων σφαλμάτων**.

Αυτό που κάνει ένα παραμετρικό στατιστικό κριτήριο είναι να υπολογίζει το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης των μετρήσεων που οφείλεται στην ανεξάρτητη μεταβλητή.

# Η διακύμανση των ερευνητικών δεδομένων

- Το σύνολο της διακύμανσης οφείλεται τόσο στην επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών όσο και σε όλους τους άγνωστους παράγοντες
- **Σφάλμα:** Το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης των τιμών μιας ομάδας που προκύπτει κατά τη μέτρηση μιας συμπεριφοράς από μια συνισταμένη πολλαπλών παραγόντων που παρεμβαίνουν κατά τη στιγμή της εκδήλωσης της συμπεριφοράς
- Επιδίωξη κάθε ερευνητή είναι το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης των τιμών να οφείλεται στο χειρισμό της ανεξάρτητης μεταβλητής, ενώ το ποσοστό της διακύμανσης που οφείλεται στους άγνωστους παράγοντες (σφάλμα) να είναι ελάχιστο. Τα ποσοστά αυτά μπορούν να εκφραστούν με ένα κλάσμα (πηλίκο):

αναμενόμενη διακύμανση ως αποτέλεσμα των ανεξάρτητων μεταβλητών

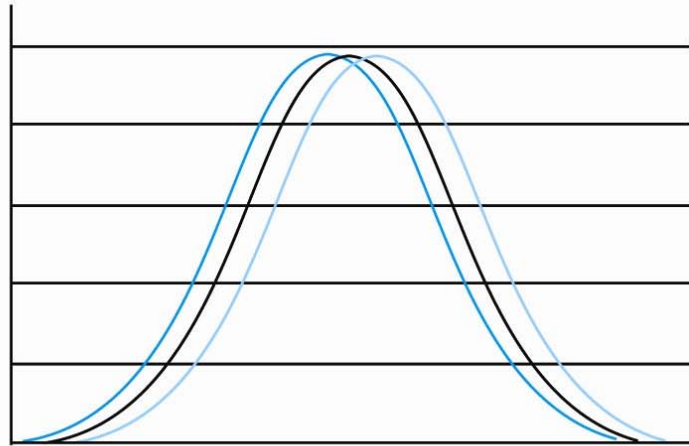
διακύμανση που οφείλεται σε όλες τις άλλες μεταβλητές (σφάλμα)

# Συστηματικές διαφορές και τυχαία σφάλματα

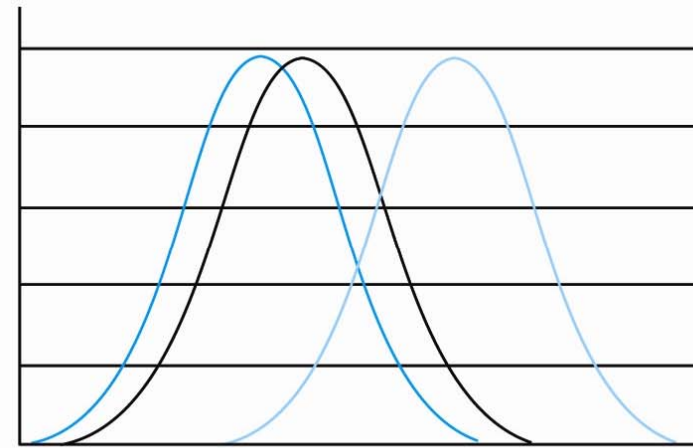
$\bar{X}$

| Έρευνα 1  |           |           | Έρευνα 2  |           |           | Έρευνα 3  |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| α         | β         | γ         | α         | β         | γ         | α         | β         | γ         |
| 17        | 16        | 19        | 18        | 18        | 40        | 20        | 30        | 40        |
| 16        | 18        | 25        | 21        | 18        | 44        | 19        | 30        | 41        |
| 22        | 21        | 19        | 16        | 20        | 38        | 21        | 31        | 39        |
| 16        | 18        | 25        | 21        | 18        | 42        | 20        | 29        | 41        |
| 23        | 24        | 18        | 18        | 23        | 37        | 21        | 29        | 40        |
| 20        | 23        | 20        | 20        | 23        | 39        | 19        | 31        | 39        |
| <b>19</b> | <b>20</b> | <b>21</b> | <b>19</b> | <b>20</b> | <b>40</b> | <b>20</b> | <b>30</b> | <b>40</b> |

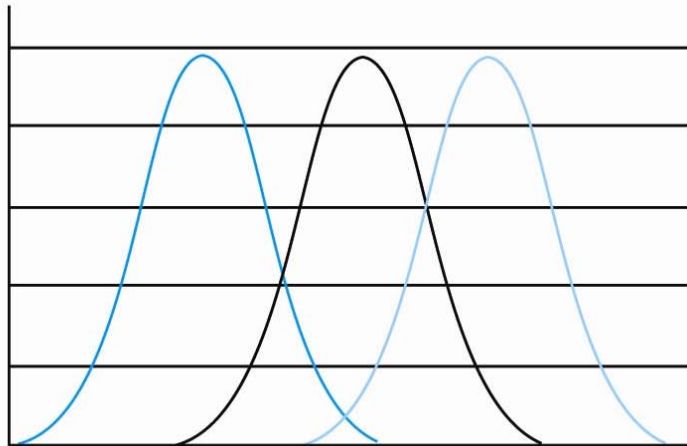
# Συστηματικές διαφορές και τυχαία σφάλματα



(α) Έρευνα 1



(β) Έρευνα 2



(γ) Έρευνα 3

© ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ - ΡΟΥΣΣΟΣ & ΤΣΑΟΥΣΗΣ

# Ο υπολογισμός της διακύμανσης των τιμών

- Η έννοια της διακύμανσης
- Ο τύπος υπολογισμού της (όπου d η απόκλιση καθεμίας τιμής από το μέσο όρο):

$$s^2 = \frac{\sum d^2}{N}$$

Επομένως, ο τύπος μπορεί να γραφεί και ως εξής:

$$s^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N}$$

Το σημαντικότερο τμήμα στον υπολογισμό της διακύμανσης είναι το **άθροισμα των τετραγώνων** (Sum of Squares - SS), δηλαδή το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων μιας ομάδας τιμών από το μέσο όρο τους:

$$\sum (X - \bar{X})^2$$

# Η διαδικασία της ανάλυσης διακύμανσης

■ Ένα απλό παράδειγμα:

| Συνθήκη α | Συνθήκη β | Συνθήκη γ |
|-----------|-----------|-----------|
| 1         | 3         | 8         |
| 2         | 4         | 9         |
| 3         | 5         | 10        |
| 4         | 6         | 11        |
| 5         | 7         | 12        |

■ Ο μέσος όρος του συνόλου των τιμών (λαμβάνοντας υπόψη όλες τις μετρήσεις της έρευνας) είναι **6** και το άθροισμα των τετραγώνων του συνόλου των τιμών ( $SS_{\text{total}}$ ) είναι **160**

## Η διαδικασία της ανάλυσης διακύμανσης

| Συνθήκη α                    |               |                   | Συνθήκη β                    |               |                   | Συνθήκη γ                    |               |                   |
|------------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|---------------|-------------------|
| $X$                          | $X - \bar{X}$ | $(X - \bar{X})^2$ | $X$                          | $X - \bar{X}$ | $(X - \bar{X})^2$ | $X$                          | $X - \bar{X}$ | $(X - \bar{X})^2$ |
| 1                            | -2            | 4                 | 3                            | -2            | 4                 | 8                            | -2            | 4                 |
| 2                            | -1            | 1                 | 4                            | -1            | 1                 | 9                            | -1            | 1                 |
| 3                            | 0             | 0                 | 5                            | 0             | 0                 | 10                           | 0             | 0                 |
| 4                            | 1             | 1                 | 6                            | 1             | 1                 | 11                           | 1             | 1                 |
| 5                            | 2             | 4                 | 7                            | 2             | 4                 | 12                           | 2             | 4                 |
| $\bar{X} = 3$                |               |                   | $\bar{X} = 5$                |               |                   | $\bar{X} = 10$               |               |                   |
| $\Sigma(X - \bar{X})^2 = 10$ |               |                   | $\Sigma(X - \bar{X})^2 = 10$ |               |                   | $\Sigma(X - \bar{X})^2 = 10$ |               |                   |

# Η διαδικασία της ανάλυσης διακύμανσης

- Βασισμένοι στους υπολογισμούς του πίνακα της προηγούμενης διαφάνειας έχουμε:
- Το άθροισμα των τετραγώνων εντός των ομάδων ( $SS_{\text{within}}$ ) είναι 30 (10+10+10)
- Το άθροισμα των τετραγώνων μεταξύ των συνθηκών ( $SS_{\text{between}}$ ) είναι 130:

Αυτό προκύπτει αν πάρουμε μόνο τους τρεις μέσους όρους (3, 5 και 10), όπου διαπιστώνουμε ότι έχουν μέσο όρο 6 και άθροισμα τετραγώνων 26. Αυτές βεβαίως δεν είναι αρχικές τιμές αλλά μέσοι όροι και, εφόσον ο κάθε μέσος όρος υπολογίζεται από 5 τιμές, χρειάζεται να πολλαπλασιάσουμε το 26 επί 5 προκειμένου να πάρουμε ένα δείκτη της διακύμανσης των τιμών (και όχι των μέσων όρων) μεταξύ των συνθηκών.

- Προσέξτε ότι:

$$SS_{\text{total}} = SS_{\text{between}} + SS_{\text{within}} \quad (160=130+30)$$

# Η διαδικασία της ανάλυσης διακύμανσης

- ❑ Το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός των βαθμών ελευθερίας για το σύνολο του δείγματος ( $df_{\text{total}}$ ), εντός των ομάδων ( $df_{\text{within}}$ ), και μεταξύ των συνθηκών ( $df_{\text{between}}$ ).
- ❑ Ακριβώς όπως επιμερίσαμε τα αθροίσματα των τετραγώνων και τους βαθμούς ελευθερίας, μπορούμε να υπολογίσουμε και τη διακύμανση μεταξύ και εντός των συνθηκών της έρευνας:
  - **Διακύμανση μεταξύ των ομάδων:** Το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που οφείλεται στη διακύμανση των τιμών μέσα σε κάθε ομάδα (συνθήκη)
  - **Διακύμανση εντός των ομάδων:** Το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που οφείλεται στη διακύμανση των τιμών μέσα σε κάθε ομάδα (συνθήκη)

# Η διαδικασία της ανάλυσης διακύμανσης

- Τέλος, αν συγκρίνουμε τη διακύμανση μεταξύ των συνθηκών με τη διακύμανση εντός των ομάδων, θα πάρουμε ένα στατιστικό δείκτη που αποκαλύπτει τις συστηματικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών (αν υπάρχουν). Ο στατιστικός αυτός δείκτης ονομάζεται **πηλίκο της διακύμανσης** ή **F-τιμή** (variance ratio ή F):

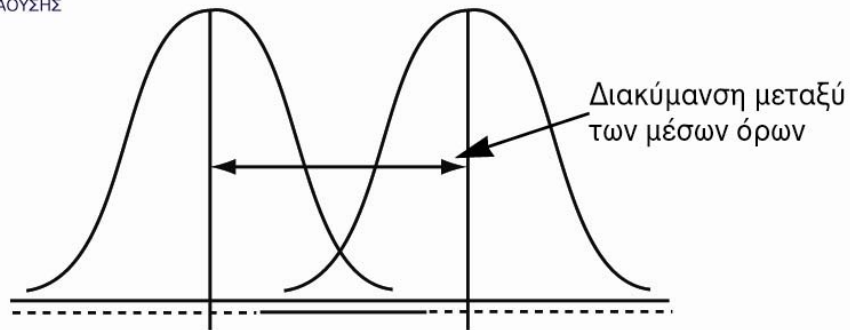
$$F = \frac{\text{Διακύμανση μεταξύ των συνθηκών}}{\text{Σφάλμα}}$$

Αυτό το πηλίκο θα μπορούσε επίσης να εκφραστεί ως εξής:

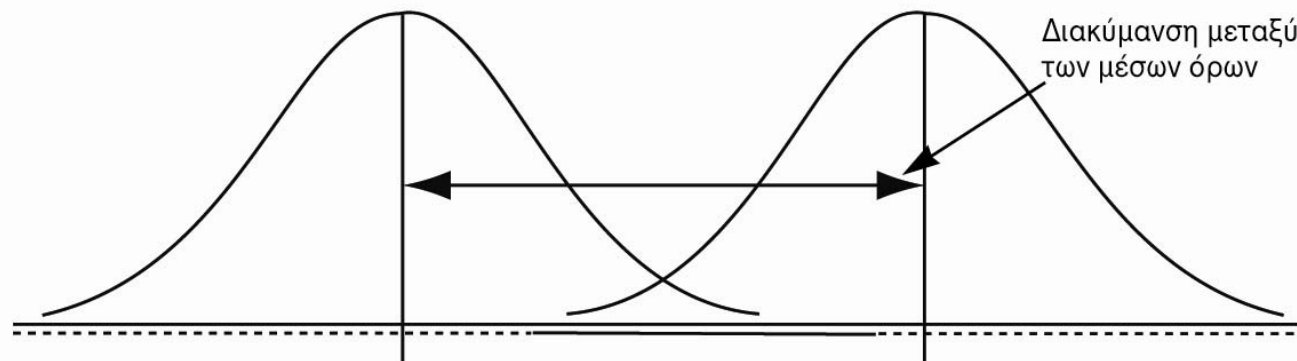
$$F = \frac{\text{Συστηματικές διαφορές} + \text{Σφάλμα}}{\text{Σφάλμα}}$$

# Οι δύο ανεξάρτητες εκτιμήσεις της διακύμανσης

© ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ - ΡΟΥΣΣΟΣ & ΤΣΑΟΥΣΗΣ



(α) Μικρή διακύμανση των μέσων όρων και μικρή διακύμανση των τιμών εντός των ομάδων.



(β) Μεγάλη διακύμανση των μέσων όρων και μεγάλη διακύμανση των τιμών εντός των ομάδων.

Η σχέση μεταξύ του μεγέθους της διακύμανσης και του μεγέθους της διαφοράς των μέσων όρων και η επίδρασή τους στη στατιστική σημαντικότητα του F

# Μονοπαραγοντική Ανάλυση Διακύμανσης

- Παραμετρικό στατιστικό κριτήριο για τη μελέτη της επίδρασης μιας ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη
- Λογική παρόμοια με το κριτήριο t, αλλά, όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, επιτρέπει στον ερευνητή να συγκρίνει μέσους όρους από περισσότερα από δύο δείγματα (επίπεδα της ανεξάρτητης μεταβλητής)
- Χρησιμεύει στην ανάλυση δεδομένων που προέρχονται από σχεδιασμούς τόσο **ανεξάρτητων δειγμάτων** (δηλαδή, μετρήσεις που προέρχονται από ομάδες στις οποίες συμμετέχουν διαφορετικά άτομα) όσο και **εξαρτημένων δειγμάτων** (δηλαδή, μετρήσεις που προέρχονται από τη συμμετοχή του κάθε ατόμου σε όλες τις ερευνητικές συνθήκες)

# Μονοπαραγοντική Ανάλυση Διακύμανσης ανεξάρτητων δειγμάτων

- Η διακύμανση των τιμών μεταξύ των πειραματικών συνθηκών οφείλεται τόσο στην επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής όσο και στο σφάλμα.
- Στον ερευνητικό σχεδιασμό ανεξάρτητων δειγμάτων, όπου συμμετέχουν διαφορετικά άτομα σε κάθε συνθήκη, το σφάλμα θα πρέπει να αποδοθεί στις ατομικές διαφορές μεταξύ των ατόμων και στο σφάλμα μέτρησης (αφού πάντοτε θα συμβεί κάποιο τυχαίο σφάλμα σε ένα πείραμα παρά τις προσπάθειες του ερευνητή να εξασφαλίσει τις ίδιες συνθήκες για όλους τους συμμετέχοντες)
- Έτσι, η συνολική διακύμανση μεταξύ των συνθηκών προκύπτει από τρεις πηγές:
  1. την επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής,
  2. τις ατομικές διαφορές, και
  3. το σφάλμα μέτρησης.

# Προϋποθέσεις για τη χρήση του τεστ

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Διαφορές ή συσχέτιση | Διαφορές                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Κλίμακα μέτρησης     | Τουλάχιστον ίσων διαστημάτων                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Σχεδιασμός           | Ανεξάρτητων δειγμάτων                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Σημείωση             | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Πρέπει να πληρούνται οι προϋποθέσεις για τη χρήση των παραμετρικών κριτηρίων</li> <li>■ Η ανάλυση διακύμανσης, όπως και το κριτήριο t, είναι ένα ισχυρό στατιστικό κριτήριο: επηρεάζεται ελάχιστα από την παραβίαση της κανονικότητας του πληθυσμού και δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην παραβίαση της ομοιογένειας των διακυμάνσεων των κατανομών (με την προϋπόθεση ότι τα δείγματα έχουν το ίδιο πλήθος τιμών)</li> </ul> |

## Ένα παράδειγμα

Ένας φοιτητής θέλησε να συγκρίνει την επίδραση τεσσάρων διαφορετικών ενισχυτών (θετικών και αρνητικών) στην επίδοση παιδιών σχολικής ηλικίας σε ένα έργο οπτικής διάκρισης.

Οι τέσσερις ενισχυτές που χρησιμοποίησε ήταν ο έπαινος (E1), ένα γλύκισμα (E2), η μομφή (στην περίπτωση που γινόταν λάθος - E3), και η σιωπή (E4).

Χρησιμοποίησε 28 μαθητές μιας τάξης τους οποίους τοποθέτησε τυχαία στις τέσσερις πειραματικές συνθήκες (επτά μαθητές σε κάθε ομάδα).

Η μέτρηση της επίδοσης των μαθητών στο συγκεκριμένο έργο έγινε με το συνολικό αριθμό των λαθών που έκαναν κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας.

## Τα δεδομένα και η υπόθεση

| Έπαινος (E1) | Γλύκισμα (E2) | Μομφή (E3) | Σιωπή (E4) |
|--------------|---------------|------------|------------|
| 68           | 78            | 94         | 54         |
| 63           | 69            | 82         | 51         |
| 58           | 58            | 73         | 32         |
| 51           | 57            | 67         | 74         |
| 41           | 53            | 66         | 65         |
| 40           | 52            | 61         | 80         |
| 34           | 48            | 61         | 73         |

**Μηδενική υπόθεση:** Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των τεσσάρων ερευνητικών συνθηκών ως προς την επίδοση των μαθητών στο έργο οπτικής διάκρισης ( $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ )

# Τα αποτελέσματα από το SPSS

## Descriptives

Λάθη

|          | N  | Mean  | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean |             | Minimum | Maximum |
|----------|----|-------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
|          |    |       |                |            | Lower Bound                      | Upper Bound |         |         |
| Έπαινος  | 7  | 50,71 | 12,854         | 4,859      | 38,83                            | 62,60       | 34      | 68      |
| Γλύκισμα | 7  | 59,29 | 10,579         | 3,998      | 49,50                            | 69,07       | 48      | 78      |
| Μομφή    | 7  | 72,00 | 12,166         | 4,598      | 60,75                            | 83,25       | 61      | 94      |
| Σιωπή    | 7  | 61,29 | 16,730         | 6,323      | 45,81                            | 76,76       | 32      | 80      |
| Total    | 28 | 60,82 | 14,705         | 2,779      | 55,12                            | 66,52       | 32      | 94      |

## Τα αποτελέσματα από το SPSS

### ANOVA

Λάθη

|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 1607,821       | 3  | 535,940     | 3,041 | ,048 |
| Within Groups  | 4230,286       | 24 | 176,262     |       |      |
| Total          | 5838,107       | 27 |             |       |      |

# Το αποτέλεσμα

Παρουσίαση του αποτελέσματος σύμφωνα με τη μορφοποίηση της APA:

$$F(3, 24) = 3,04, p < 0,05$$

Βαθμοί  
Ελευθερίας

Τιμή F

Στατιστικώς σημαντικό  
αποτέλεσμα

# Συμπέρασμα

- Υπάρχει επίδραση των διαφορετικών μορφών ενίσχυσης στην επίδοση, αφού το αποτέλεσμα ήταν στατιστικά σημαντικό ( $p < 0,05$ )
- Επομένως, απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση και δεχόμαστε την εναλλακτική

## Πολλαπλές συγκρίσεις

- Όταν συγκρίνουμε τρεις ή περισσότερες ομάδες ατόμων πραγματοποιώντας ανάλυση διακύμανσης, μια στατιστικά σημαντική τιμή F δεν μας δίνει καμιά πληροφορία για το πού εστιάζεται η επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής, παρά μόνο για το ότι υπάρχει επίδραση.
- Συγκεκριμένα, αυτό που γνωρίζουμε από το αποτέλεσμα που πήραμε είναι ότι τουλάχιστον ένας μέσος όρος διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τουλάχιστον έναν άλλο μέσο όρο.
- Έτσι, επειδή δεν γνωρίζουμε ποια μορφή ενίσχυσης είναι υπεύθυνη για τις διαφορές στις επιδόσεις, θα πρέπει να προχωρήσουμε σε **επιμέρους συγκρίσεις** ανάμεσα στις διαφορετικές συνθήκες:

E1 με E2

E1 με E3

E1 με E4

E2 με E3

E2 με E4

E3 με E4

# Κριτήρια πολλαπλών συγκρίσεων

- Στατιστικά κριτήρια που πραγματοποιούνται για τη σύγκριση των επιμέρους διαφορών μεταξύ των ερευνητικών συνθηκών
- **A priori κριτήρια πολλαπλών συγκρίσεων:** Κριτήρια πολλαπλών συγκρίσεων η χρήση των οποίων αποφασίζεται πριν την πραγματοποίηση της έρευνας
- **Post hoc κριτήρια πολλαπλών συγκρίσεων:** Κριτήρια πολλαπλών συγκρίσεων η χρήση των οποίων αποφασίζεται μετά την πραγματοποίηση της Ανάλυσης Διακύμανσης:
  - Π.χ., LSD, τεχνική Bonferroni, Tukey HSD τεστ, Scheffé τεστ, κ.ά.

# Τα αποτελέσματα από το SPSS

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Λάθη

LSD

|               |               | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|---------------|---------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| (I) Ενισχυτής | (J) Ενισχυτής |                       |            |      | Lower Bound             | Upper Bound |
| Έπαινος       | Γλύκισμα      | -8,571                | 7,097      | ,239 | -23,22                  | 6,08        |
|               | Μομφή         | -21,286*              | 7,097      | ,006 | -35,93                  | -6,64       |
|               | Σιωπή         | -10,571               | 7,097      | ,149 | -25,22                  | 4,08        |
| Γλύκισμα      | Έπαινος       | 8,571                 | 7,097      | ,239 | -6,08                   | 23,22       |
|               | Μομφή         | -12,714               | 7,097      | ,086 | -27,36                  | 1,93        |
|               | Σιωπή         | -2,000                | 7,097      | ,780 | -16,65                  | 12,65       |
| Μομφή         | Έπαινος       | 21,286*               | 7,097      | ,006 | 6,64                    | 35,93       |
|               | Γλύκισμα      | 12,714                | 7,097      | ,086 | -1,93                   | 27,36       |
|               | Σιωπή         | 10,714                | 7,097      | ,144 | -3,93                   | 25,36       |
| Σιωπή         | Έπαινος       | 10,571                | 7,097      | ,149 | -4,08                   | 25,22       |
|               | Γλύκισμα      | 2,000                 | 7,097      | ,780 | -12,65                  | 16,65       |
|               | Μομφή         | -10,714               | 7,097      | ,144 | -25,36                  | 3,93        |

\*. The mean difference is significant at the .05 level.

# Πώς θα επιλέξουμε το κατάλληλο κριτήριο πολλαπλών συγκρίσεων;

- Για μία προσχεδιασμένη (a priori) σύγκριση μεταξύ δύο μέσων όρων χρησιμοποιήστε το κριτήριο t.
- Για περισσότερες προσχεδιασμένες συγκρίσεις χρησιμοποιήστε τη διαδικασία Bonferroni.
- Αν θέλετε να συγκρίνετε όλα τα πιθανά ζεύγη μέσων όρων, χρησιμοποιήστε το Tukey HSD.
- Το κριτήριο Scheffé, αν και χρησιμοποιείται από πολλούς πολύ συχνά, δεν είναι κατάλληλο για κάποια ιδιαίτερη περίπτωση (Howell, 1997).
- Η απόφαση για το ποιο κριτήριο θα επιλεγεί δεν πρέπει να βασίζεται στο ποιο δίνει στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα (με άλλα λόγια, δεν πραγματοποιούμε όλα τα κριτήρια για να επιλέξουμε τελικά αυτό που μας έδωσε μια στατιστικά σημαντική τιμή...).

# Το μέγεθος της επίδρασης

- Μια εκτίμηση του βαθμού στον οποίο η διακύμανση μεταξύ των τιμών μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής
- Το  $\eta^2$ : μια σχετικά εσφαλμένη εκτίμηση (καθώς τείνει να υπερεκτιμά την τιμή που θα παίρναμε αν είμαστε σε θέση να μετρήσουμε ολόκληρους πληθυσμούς), ο υπολογισμός της όμως είναι εξαιρετικά απλός και πολύ χρήσιμος ως μια πρώτη προσέγγιση
- Ο τύπος υπολογισμού:

$$\eta^2 = \frac{SS_{between}}{SS_{total}}$$

- Στο παράδειγμά μας, η τιμή του  $\eta^2$  ήταν 0,28, πράγμα που μας οδηγεί στο να συμπεράνουμε ότι το 28% της διακύμανσης των επιδόσεων των μαθητών μπορεί να αποδοθεί στην επίδραση του ενισχυτή.

# Μονοπαραγοντική Ανάλυση Διακύμανσης εξαρτημένων δειγμάτων

- Στατιστικό κριτήριο που εφαρμόζεται στα δεδομένα από ερευνητικούς σχεδιασμούς με περισσότερες από δύο ερευνητικές συνθήκες στις οποίες έχουν μετρηθεί οι ίδιοι συμμετέχοντες
- Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο καθώς εξαλείφονται οι ατομικές διαφορές μεταξύ των ατόμων που συμμετέχουν στην έρευνα (εφόσον πρόκειται για τα ίδια άτομα σε όλες τις συνθήκες)
- Οι υπολογισμοί είναι λίγο διαφορετικοί από την ανάλυση διακύμανσης ανεξάρτητων δειγμάτων, ωστόσο η γενική λογική της τεχνικής παραμένει η ίδια

# Μονοπαραγοντική Ανάλυση Διακύμανσης εξαρτημένων δειγμάτων

- Η διαφορά μεταξύ της ανάλυσης διακύμανσης εξαρτημένων δειγμάτων και αυτής των ανεξάρτητων δειγμάτων είναι πολύ μικρή και έγκειται στο ότι στην ανάλυση διακύμανσης εξαρτημένων δειγμάτων το σφάλμα μειώνεται με την αφαίρεση ολόκληρης της συμβολής των ατομικών διαφορών σε αυτό.
- Έτσι, το άθροισμα τετραγώνων εντός των ομάδων που υπολογίζαμε στην ανάλυση διακύμανσης ανεξάρτητων δειγμάτων ( $SS_{within}$ ), επιμερίζεται τώρα σε άθροισμα τετραγώνων μεταξύ των συμμετεχόντων ( $SS_{bet.subjs}$  – αυτό που οφείλεται στις ατομικές διαφορές) και σε άθροισμα τετραγώνων του σφάλματος μέτρησης ( $SS_{error}$ ).

# Προϋποθέσεις για τη χρήση του τεστ

|                      |                                                   |
|----------------------|---------------------------------------------------|
| Διαφορές ή συσχέτιση | Διαφορές                                          |
| Κλίμακα μέτρησης     | Τουλάχιστον ίσων διαστημάτων                      |
| Σχεδιασμός           | Εξαρτημένων δειγμάτων (ή επαναληπτικών μετρήσεων) |