

# Ανάλυση δεδομένων στο περιβάλλον του SPSS

Λαβίδας Κωνσταντίνος  
Μαθηματικός

[lavidas@upatras.gr](mailto:lavidas@upatras.gr)

# Ανάλυση διακύμανσης με δυο παράγοντες (Two way Analysis of Variance)

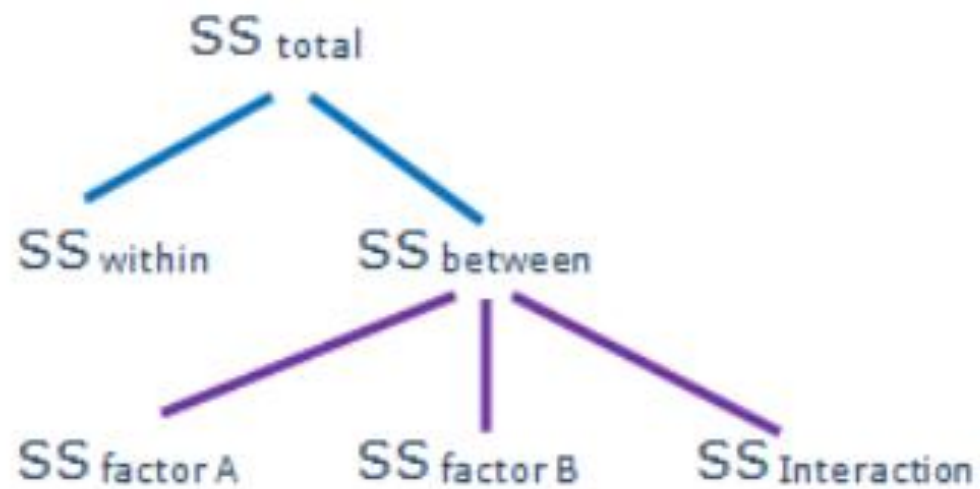
# Παραγοντική ανάλυση διακύμανσης ή Ανάλυση διακύμανσης με δυο παράγοντες (Two way Analysis of Variance)

- Στην περίπτωση αυτή έχουμε δύο (ή περισσότερες) ανεξάρτητες μεταβλητές και μελετάμε την **κύρια επίδραση** αυτών στην εξαρτημένη καθώς και των **αλληλεπιδράσεων** τους.
- Διαφορές στην επίδοση ως προς την κατεύθυνση και το φύλο
- 2 ανεξάρτητες μεταβλητές
  - Κατεύθυνση (3 επίπεδα: Θετική, Τεχνολογική, Θεωρητική)
  - Φύλο (Αγόρι, κορίτσι)
- 1 εξαρτημένη μεταβλητή
  - Επίδοση (εξαρτημένη)
- Θα ελεγχτούν οι μεμονωμένες κύριες επιδράσεις (**main effects**) των ανεξαρτήτων μεταβλητών αλλά οι αλληλεπιδράσεις (**interaction**) των δυο ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη.
- **Αλληλεπίδραση.** Παράδειγμα: Αν δηλαδή εξετάσουμε ξεχωριστά αγόρια και κορίτσια θα παρατηρήσουμε τις ίδιες αλλαγές μεταξύ των τριών κατευθύνσεων ή θα υπάρχει κάποια διαφοροποίηση;

# Ανάλυση διακύμανσης με δυο παράγοντες (Two-way ANOVA)

- Η παραγοντική ανάλυση διακύμανσης με δύο ανεξάρτητες μεταβλητές (δύο παράγοντες) μας δίνει τρία πηλίκια διακύμανσης  $F$  ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_{1 \times 2}$ ).
- Τα δύο πρώτα αναφέρονται στις κύριες επιδράσεις (main effects) των δύο παραγόντων στην εξαρτημένη, ενώ το τρίτο αναφέρεται στον συνδυασμό των επιδράσεων των συνθηκών της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη (αλληλεπίδραση – Interaction)

## Two-Way ANOVA



# Έτσι με την παραγοντική ανάλυση διακύμανσης γίνεται:

- Έλεγχος σημαντικότητας για τον παράγοντα A
- Έλεγχος σημαντικότητας για τον παράγοντα B
- Έλεγχος σημαντικότητας της αλληλεπίδρασης
- Εντολές του SPSS: Analyze – General Linear Model – Univariate...

# Υποθέσεις

**Μηδενική:** Δεν υπάρχουν κύριες επιδράσεις των ανεξαρτήτων μεταβλητών ούτε αλληλεπιδράσεις στην εξαρτημένη

**Εναλλακτική:** Υπάρχουν κύριες επιδράσεις και αλληλεπιδράσεις των ανεξαρτήτων μεταβλητών στην εξαρτημένη

# Διαγραμματικά παραδείγματα κύριας επίδρασης και αλληλεπίδρασης

Μεταβλητές:

A με τιμές  $A_1, A_2$

B με τιμές  $B_1, B_2$

a: Καθόλου Επίδραση του A, Μικρή Επίδραση του B, Χωρίς Αλληλεπίδραση

b: Μεγάλη Επίδραση του A, Μικρή Επίδραση του B, Χωρίς Αλληλεπίδραση

c: Καθόλου Επίδραση του A, Μεγάλη Επίδραση του B, Χωρίς Αλληλεπίδραση

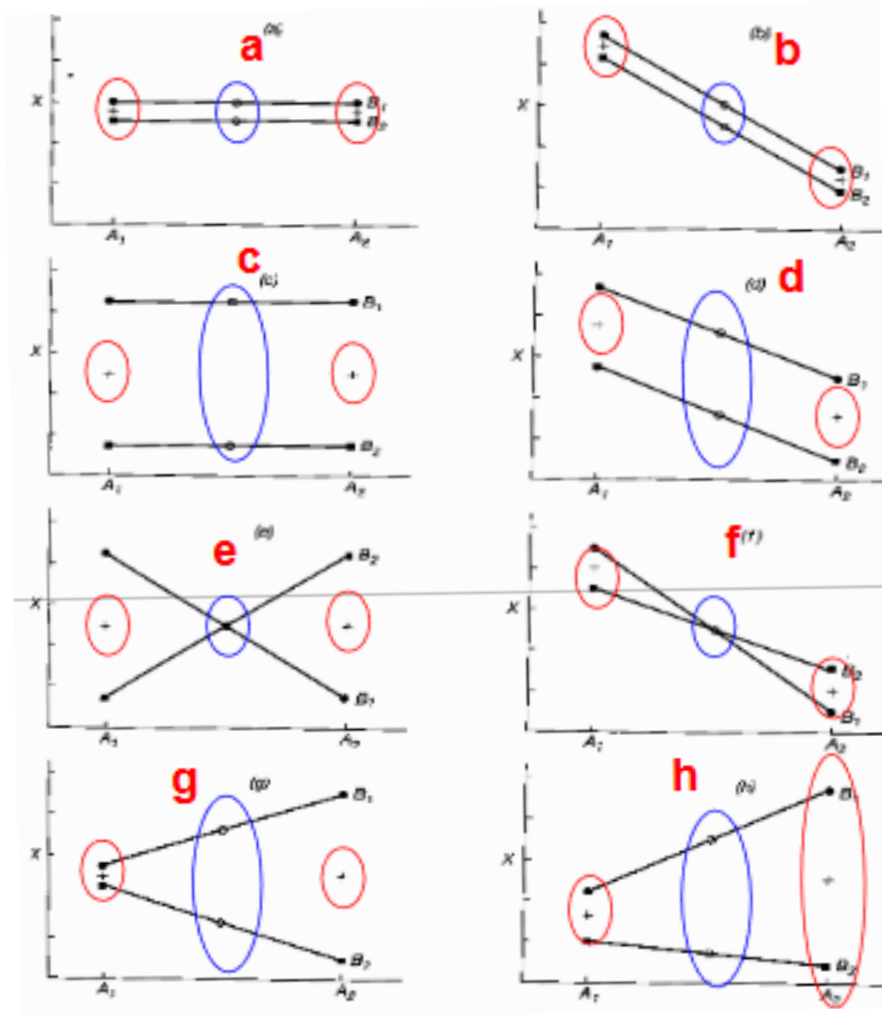
d: Μεγάλη Επίδραση του A, Μεγάλη Επίδραση του B, Χωρίς Αλληλεπίδραση

e: Καθόλου Επίδραση του A, Καθόλου Επίδραση του B, Με Αλληλεπίδραση

f: Μεγάλη Επίδραση του A, Καθόλου Επίδραση του B, Μικρή Αλληλεπίδραση

g: Καθόλου Επίδραση του A, Μεγάλη Επίδραση του B, Ισχυρή Αλληλεπίδραση

h: Μέτρια Επίδραση του A, Μεγάλη Επίδραση του B, Ισχυρή Αλληλεπίδραση





# Προϋποθέσεις χρήσης του τεστ

- Η κλίμακα των μεταβλητών να είναι τουλάχιστον ίσων διαστημάτων (interval)
- Τα δεδομένα από τις ομάδες πρέπει να προέρχονται από πληθυσμούς με κανονικές κατανομές.
- Οι διακυμάνσεις των πληθυσμών από τους οποίους προέρχονται οι ομάδες να είναι ίσες (ομοιογένεια της διακύμανσης- homogeneity of variance: Leven Test )
- Οι παρατηρήσεις είναι ανεξάρτητες η μια από την άλλη

## Προσοχή στον έλεγχο των κύριων επιδράσεων:

- Όταν η αλληλεπίδραση είναι στατιστικά σημαντική, πρέπει να εξηγήσουμε με προσοχή ή καθόλου τις κύριες επιδράσεις.

# Παράδειγμα

Ένας ερευνητής, που ασχολείται με την επίλυση λεκτικών μαθηματικών προβλημάτων, θέλει να μελετήσει την επίδραση των οδηγιών στην επίδοση δύο ηλικιακών ομάδων μαθητών δημοτικού. Επιλέγει ίδιο πλήθος μαθητών από την Γ' και την ΣΤ' δημοτικού 42 μαθητές αντίστοιχα και τους χωρίζει σε τρεις ομάδες: ομάδα ελέγχου-ΟΕ (καμία οδηγία), πειραματική-ΠΟ 1 (πριν το πείραμα τους παρουσίασε παρόμοιο πρόβλημα με αυτό που θα έλυναν στο τεστ) και πειραματική-ΠΟ 2 (το ίδιο με την προηγούμενη ομάδα και επιπλέον τους είπε ότι το πρόβλημα που θα έλυναν ήταν παρόμοιο με αυτό που τους παρουσίασε). Τα δεδομένα είναι στο αρχείο δεδομένων «**padeigma two-way Anova**»

- Θέλουμε να διερευνήσουμε πως διαμορφώνεται η επίδοση λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο ενημέρωσης αναφορικά με το πρόβλημα που έπρεπε να λύσουν καθώς επίσης και την ηλικιακή ομάδα των μαθητών.

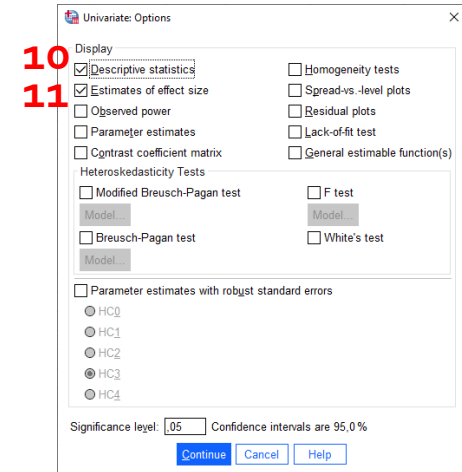
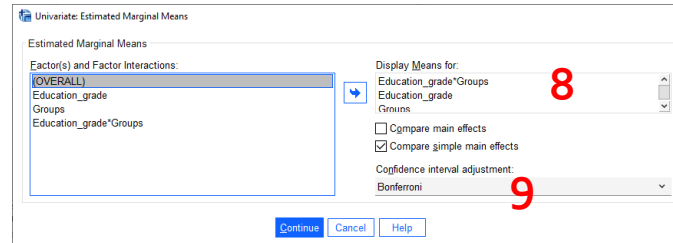
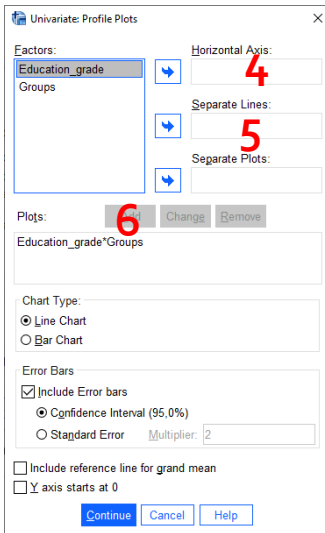
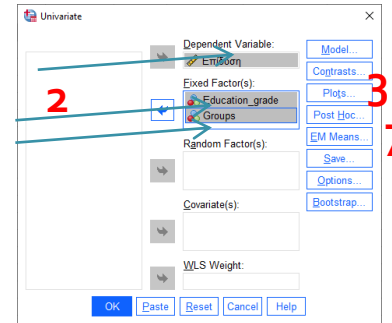
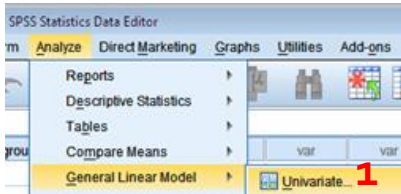
# Υποθέσεις

**Μηδενική:** Δεν υπάρχουν κύριες επιδράσεις της ηλικιακής ομάδας και του τύπου της πληροφόρησης ούτε αλληλεπιδράσεις αυτών στην επίδοση των μαθητών στην επίλυση του προβλήματος.

**Εναλλακτική:** Υπάρχουν κύριες επιδράσεις της ηλικιακής ομάδας και του τύπου της πληροφόρησης αλλά και αλληλεπιδράσεις αυτών στην επίδοση των μαθητών στην επίλυση του προβλήματος.

# Εκτέλεση του (two way anova)

Εντολές του SPSS: Analyze – General Linear Model – Univariate (1) ...



# Πίνακες αποτελεσμάτων (1)

## Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Επίδοση

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	11775,857 <sup>a</sup>	5	2355,171	53,562	<,001	,774
Intercept	410760,429	1	410760,429	9341,686	<,001	,992
Education_grade	4665,190	1	4665,190	106,098	<,001	,576
Groups	2708,857	2	1354,429	30,803	<,001	,441
Education_grade * Groups	4401,810	2	2200,905	50,054	<,001	,562
Error	3429,714	78	43,971			
Total	425966,000	84				
Corrected Total	15205,571	83				

a. R Squared = ,774 (Adjusted R Squared = ,760)

1. Κύριες επιδράσεις

2. Αλληλεπιδράσεις

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Επίδοση

Bonferroni

(I) Groups	(J) Groups	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
OE	ΠΟ 1	-5,29 <sup>*</sup>	1,772	,011	-9,62	-,95
	ΠΟ 2	-13,79 <sup>†</sup>	1,772	<,001	-18,12	-9,45
ΠΟ 1	OE	5,29 <sup>*</sup>	1,772	,011	,95	9,62
	ΠΟ 2	-8,50 <sup>*</sup>	1,772	<,001	-12,84	-4,16
ΠΟ 2	OE	13,79 <sup>*</sup>	1,772	<,001	9,45	18,12
	ΠΟ 1	8,50 <sup>†</sup>	1,772	<,001	4,16	12,84

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 43,971.

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

Πολλαπλές συγκρίσεις για την κύρια επίδραση της μεταβλητή: ομάδες πειραματικής συνθήκης

## Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Επίδοση

Groups	(I) Education_grade	(J) Education_grade	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
						Lower Bound	Upper Bound
OE	ΣΤ' Δημοτ	Γ' Δημοτ	-1,714	2,506	,496	-6,704	3,275
	Γ' Δημοτ	ΣΤ' Δημοτ	1,714	2,506	,496	-3,275	6,704
ΠΟ 1	ΣΤ' Δημοτ	Γ' Δημοτ	12,857 <sup>*</sup>	2,506	<,001	7,867	17,847
	Γ' Δημοτ	ΣΤ' Δημοτ	-12,857 <sup>*</sup>	2,506	<,001	-17,847	-7,867
ΠΟ 2	ΣΤ' Δημοτ	Γ' Δημοτ	33,571 <sup>†</sup>	2,506	<,001	28,582	38,561
	Γ' Δημοτ	ΣΤ' Δημοτ	-33,571 <sup>†</sup>	2,506	<,001	-38,561	-28,582

Based on estimated marginal means

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

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

## Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Επίδοση

Education_grade	(I) Groups	(J) Groups	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
						Lower Bound	Upper Bound
ΣΤ' Δημοτ	OE	ΠΟ 1	-12,571 <sup>*</sup>	2,506	<,001	-18,704	-6,439
		ΠΟ 2	-31,429 <sup>*</sup>	2,506	<,001	-37,561	-25,296
	ΠΟ 1	OE	12,571 <sup>*</sup>	2,506	<,001	6,439	18,704
		ΠΟ 2	-18,857 <sup>*</sup>	2,506	<,001	-24,989	-12,725
Γ' Δημοτ	OE	ΠΟ 1	31,429 <sup>*</sup>	2,506	<,001	26,296	37,561
		ΠΟ 2	18,857 <sup>*</sup>	2,506	<,001	12,725	24,989
	ΠΟ 1	OE	-2,000	2,506	1,000	-4,132	9,132
		ΠΟ 2	3,857	2,506	,384	-2,275	9,989
ΠΟ 1	OE	ΠΟ 1	-2,000	2,506	1,000	-8,132	4,132
		ΠΟ 2	1,857	2,506	1,000	-4,275	7,989
	ΠΟ 2	OE	-1,857	2,506	,384	-9,989	2,275
		ΠΟ 1	-1,857	2,506	1,000	-7,989	4,275

Based on estimated marginal means

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

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

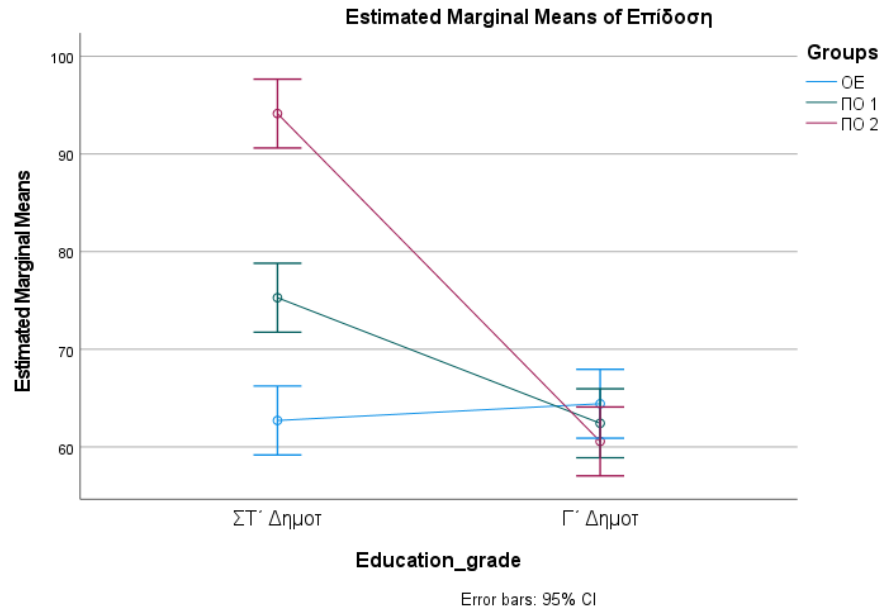
Πολλαπλές συγκρίσεις για τη αλληλεπίδραση: πειραματική συνθήκη και ηλικιακή ομάδα

# Πίνακες αποτελεσμάτων (2)

## Descriptive Statistics

Dependent Variable: Επίδοση

Education_grade	Groups	Mean	Std. Deviation	N
ΣΤ' Δημοτ	ΟΕ	62,71	5,455	14
	ΠΟ 1	75,29	6,390	14
	ΠΟ 2	94,14	4,452	14
	Total	77,38	14,127	42
Γ' Δημοτ	ΟΕ	64,43	6,903	14
	ΠΟ 1	62,43	7,643	14
	ΠΟ 2	60,57	8,206	14
	Total	62,48	7,584	42
Total	ΟΕ	63,57	6,167	28
	ΠΟ 1	68,86	9,521	28
	ΠΟ 2	77,36	18,280	28
	Total	69,93	13,535	84



# Παρουσίαση του αποτελέσματος

- Υπάρχει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση της ηλικιακής ομάδας στην επίδοση των μαθητών,  $F(1, 78)=106,098$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta_p^2=0,576$ .
- Υπάρχει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση της διαφορετικής ενημέρωσης σχετικά με το προς επίλυση πρόβλημα (πειραματικές συνθήκες) στην επίδοση των μαθητών,  $F(2, 78)=30,803$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta_p^2=0,441$ .
- Υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της διαφορετικής ενημέρωσης σχετικά με τη λύση του προβλήματος και της ηλικιακής ομάδας στην επίδοση των μαθητών,  $F(2, 78)=50,054$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta_p^2=0,562$ .
- Η αλληλεπίδραση αυτή δείχνει ότι η ενημέρωση για την ομοιότητα του προς επίλυση προβλήματος με κάποιο προηγούμενο πρόβλημα επηρεάζει διαφορετικά την επίδοση στις δύο ηλικιακές ομάδες. Αναλυτικότερα, η επίδοση των μαθητών ήταν σχεδόν ίδια σε όλες τις ομάδες της Γ' Δημοτικού δηλαδή ήταν ίδια και στην ομάδα χωρίς ενημέρωση (Μ.Τ.=64,63, Τ.Α.=6,90) και στις άλλες δύο με μικρότερη (Μ.Τ.=62,43, Τ.Α.=7,64) και μεγαλύτερη ενημέρωση (Μ.Τ.=60,57, Τ.Α.=7,58) αντίστοιχα. Ωστόσο, η επίδοση των μαθητών της ΣΤ' δημοτικού χωρίς ενημέρωση ήταν σημαντικά μικρότερη (Μ.Τ.=62,71, Τ.Α.=5,46) από την επίδοση των μαθητών της ίδιας τάξης με μικρότερη (Μ.Τ.=75,29, Τ.Α.=6,39) και μεγαλύτερη ενημέρωση (Μ.Τ.=94,14, Τ.Α.=4,45) αντίστοιχα.