

Ανάλυση διακύμανσης για ανεξάρτητα δείγματα
ως προς δύο παράγοντες
(Two Way ANOVA)

Γούργουλης Βασίλης, Ph.D.
Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Σ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

Ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο ανεξάρτητους παράγοντες (Two Way ANOVA)

N802_D05_01_Two Way ANOVA_(no interaction)_data

Ανάλυση διακύμανσης
ως προς δύο ανεξάρτητους παράγοντες
(Two Way ANOVA)

Σενάριο:

Μετρήσαμε το σωματικό βάρος (weight)
30 ατόμων,
που ανήκαν σε **3** διαφορετικές **ομάδες**.
Σε κάθε ομάδα συμμετείχαν
και **άντρες** και **γυναίκες**

Τι μετρήσαμε;

Εξαρτημένη μεταβλητή =
Σωματικό βάρος

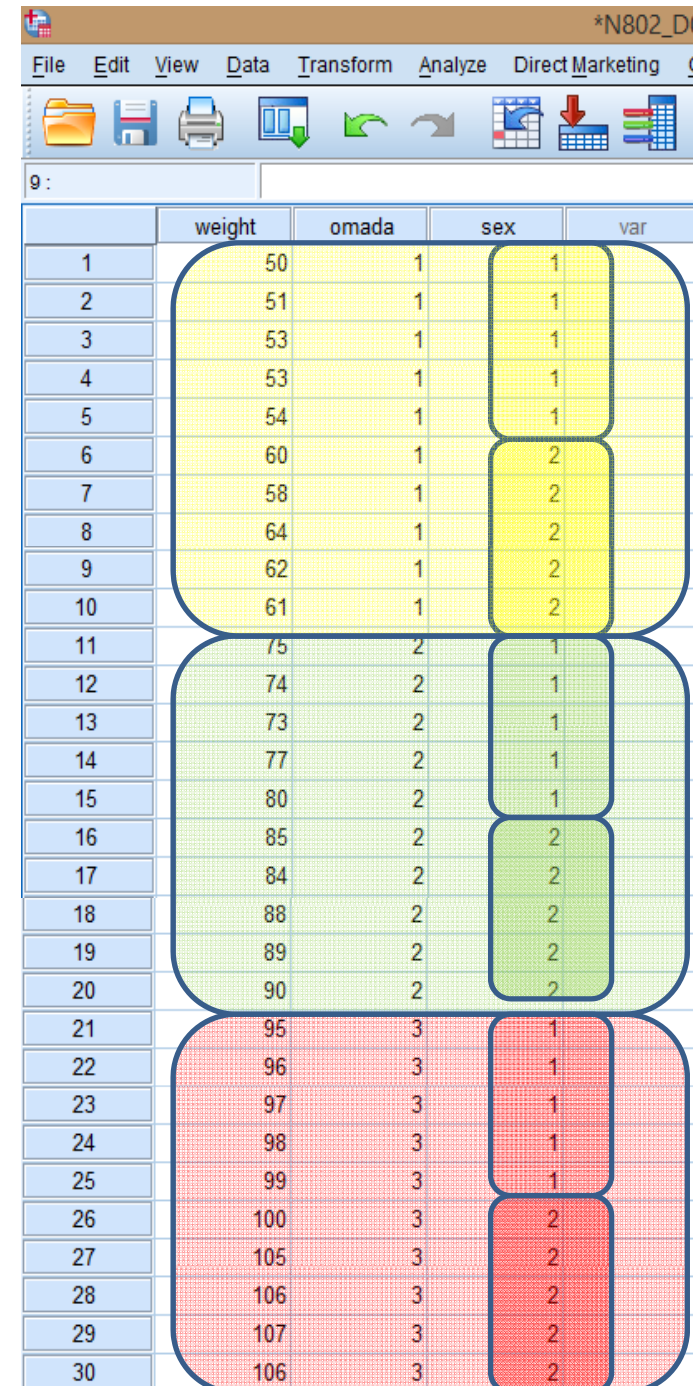
Σε ποιους την μετρήσαμε;

1^η Ανεξάρτητη μεταβλητή – παράγοντας
= Ομάδα
2^η Ανεξάρτητη μεταβλητή – παράγοντας
= Φύλο

Διαφορετικές ομάδες =

διαφορετικά άτομα σε κάθε ομάδα =
Ανεξάρτητα δείγματα

3 ομάδες X **2** φύλα = **Two Way ANOVA**



	weight	omada	sex	var
1	50	1	1	
2	51	1	1	
3	53	1	1	
4	53	1	1	
5	54	1	1	
6	60	1	2	
7	58	1	2	
8	64	1	2	
9	62	1	2	
10	61	1	2	
11	75	2	1	
12	74	2	1	
13	73	2	1	
14	77	2	1	
15	80	2	1	
16	85	2	2	
17	84	2	2	
18	88	2	2	
19	89	2	2	
20	90	2	2	
21	95	3	1	
22	96	3	1	
23	97	3	1	
24	98	3	1	
25	99	3	1	
26	100	3	2	
27	105	3	2	
28	106	3	2	
29	107	3	2	
30	106	3	2	

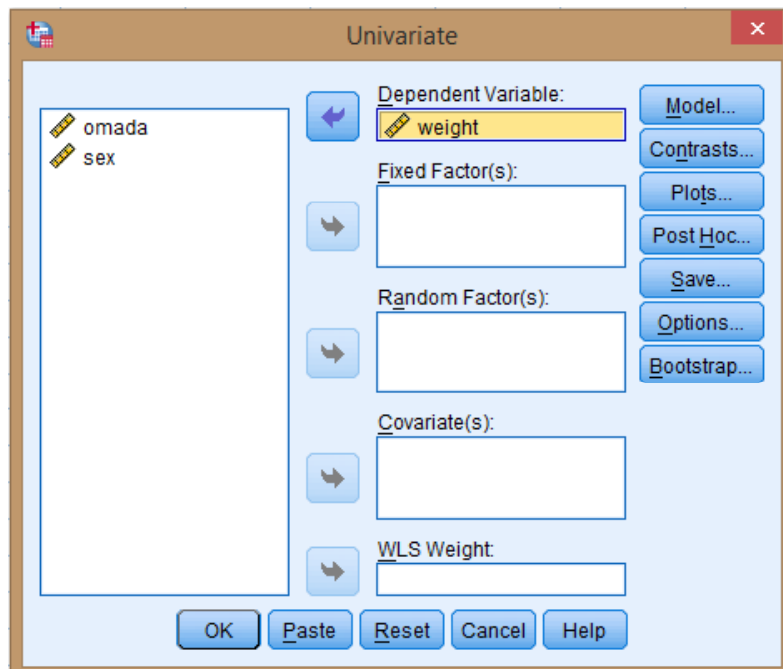
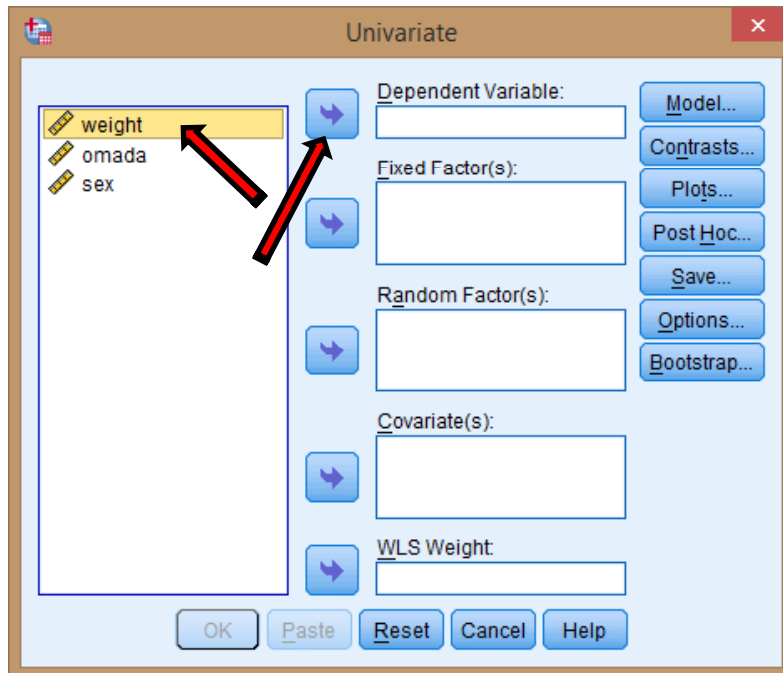
N802_D05_01_Two way ANOVA_(no interaction)_data

File Edit View Data Transform **Analyze** Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

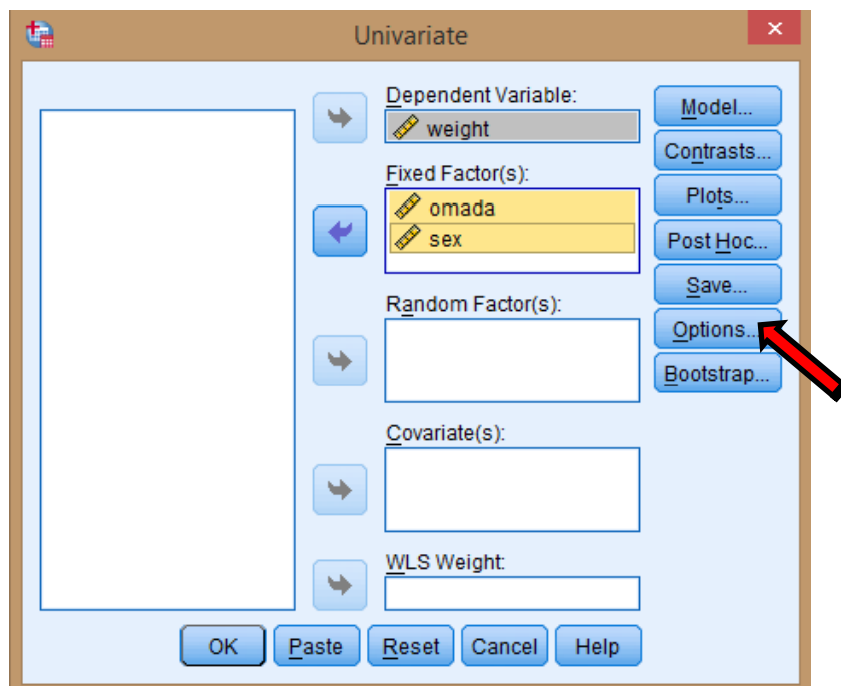
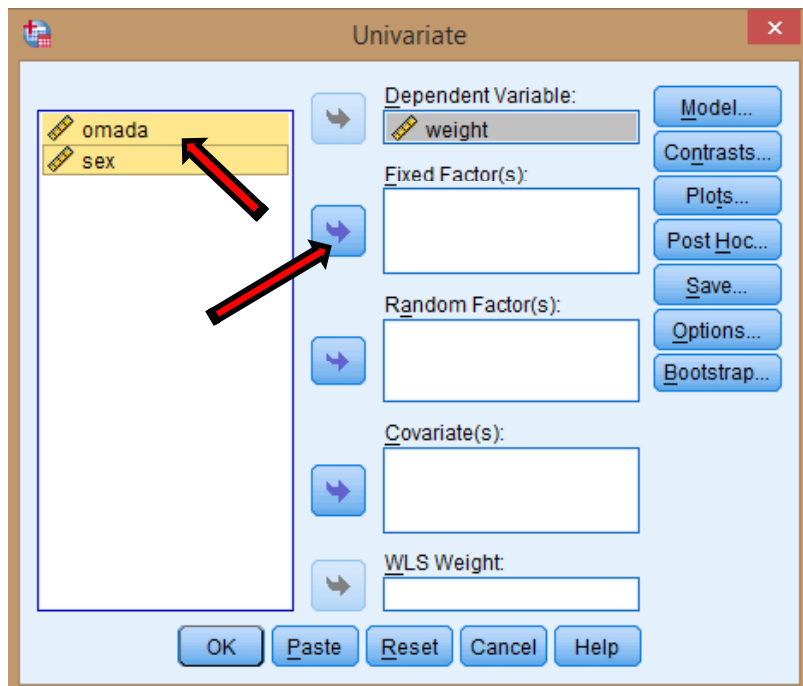
Reports
Descriptive Statistics
Tables
Compare Means
General Linear Model
Generalized Linear Models
Mixed Models
Correlate
Regression
Loglinear
Neural Networks
Classify
Dimension Reduction
Scale
Nonparametric Tests
Forecasting
Survival
Multiple Response
Missing Value Analysis...
Multiple Imputation
Complex Samples

Univariate...
Multivariate...
Repeated Measures...
Variance Components...

	weight	omada
1	50	
2	51	
3	53	
4	53	
5	54	
6	60	
7	58	
8	64	
9	62	
10	61	
11	75	
12	74	
13	73	
14	77	
15	80	
16	85	
17	84	
18	88	



Καθορισμός – εισαγωγή
εξαρτημένης μεταβλητής
(Dependent Variable)



Καθορισμός – εισαγωγή
ανεξάρτητων μεταβλητών – παραγόντων
 (Fixed Factors)

Univariate: Options

Estimated Marginal Means

Factor(s) and Factor Interactions:

- (OVERALL)
- omada
- sex
- omada*sex

Display Means for:

☐ Compare main effects

Confidence interval adjustment:
LSD(none)

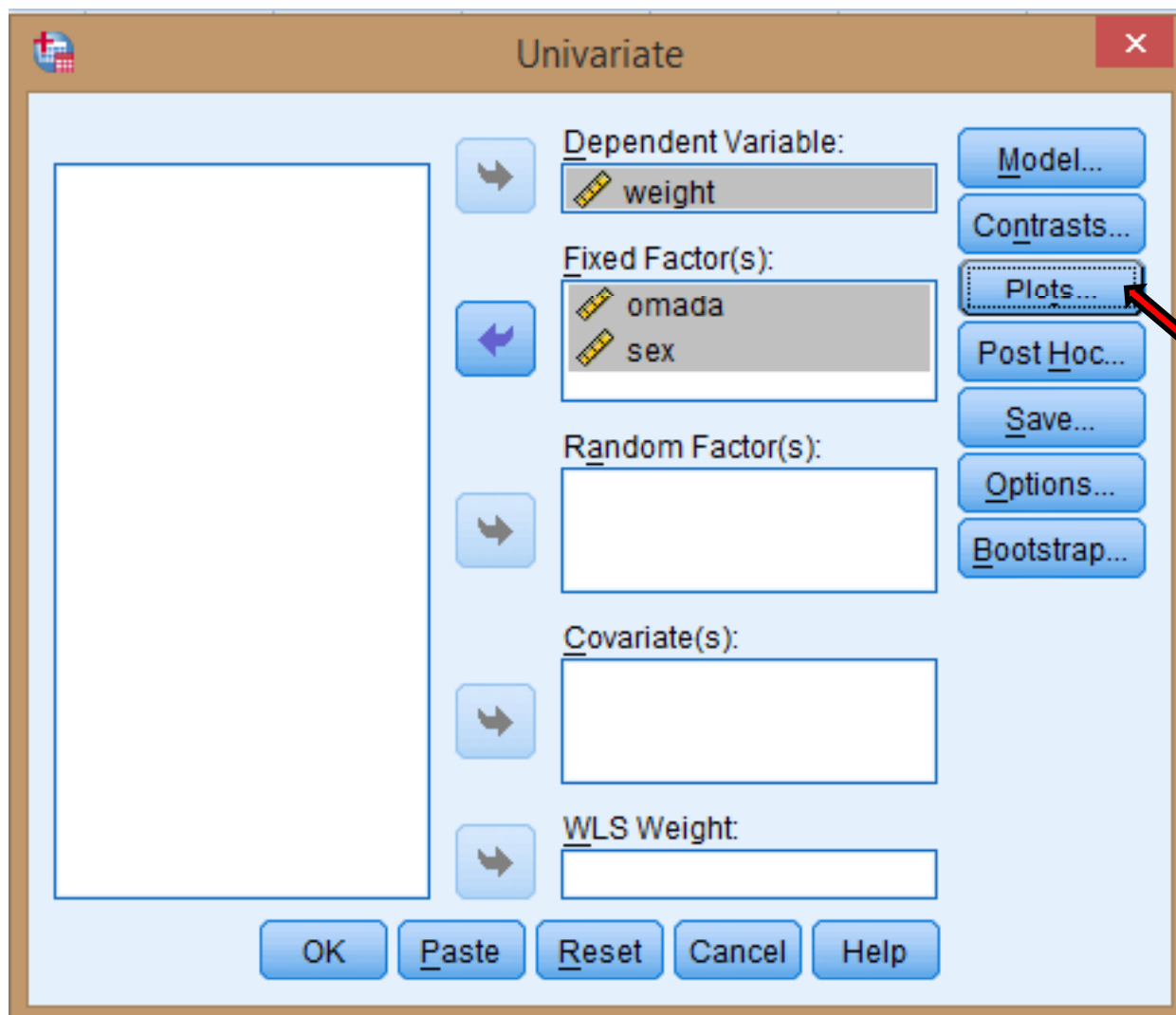
Display

- ☒ Descriptive statistics
- ☐ Estimates of effect size
- ☐ Observed power
- ☐ Parameter estimates
- ☐ Contrast coefficient matrix
- ☐ Homogeneity tests
- ☐ Spread vs. level plot
- ☐ Residual plot
- ☐ Lack of fit
- ☐ General estimable function

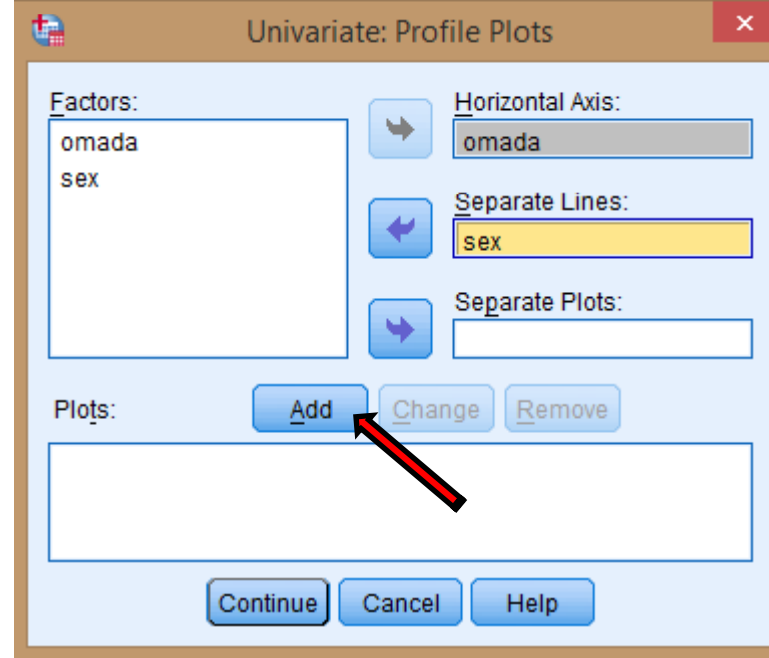
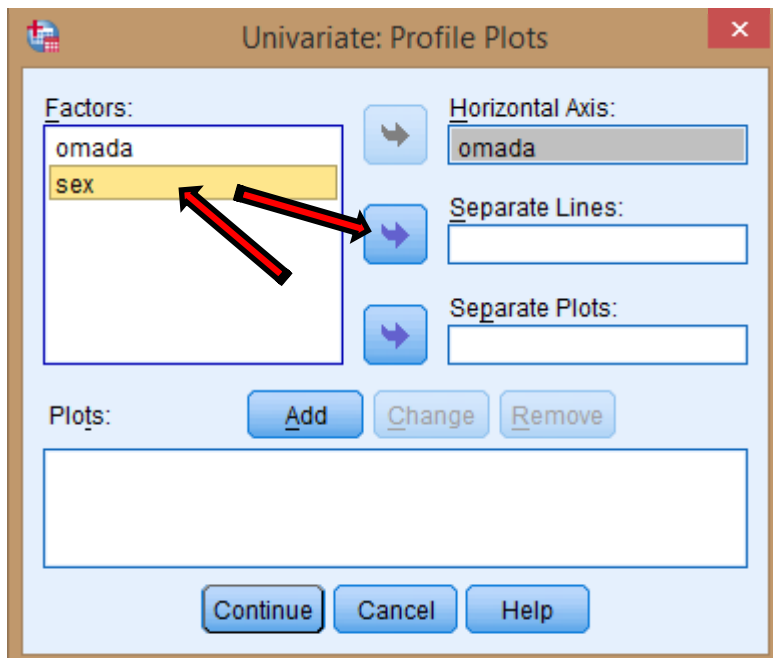
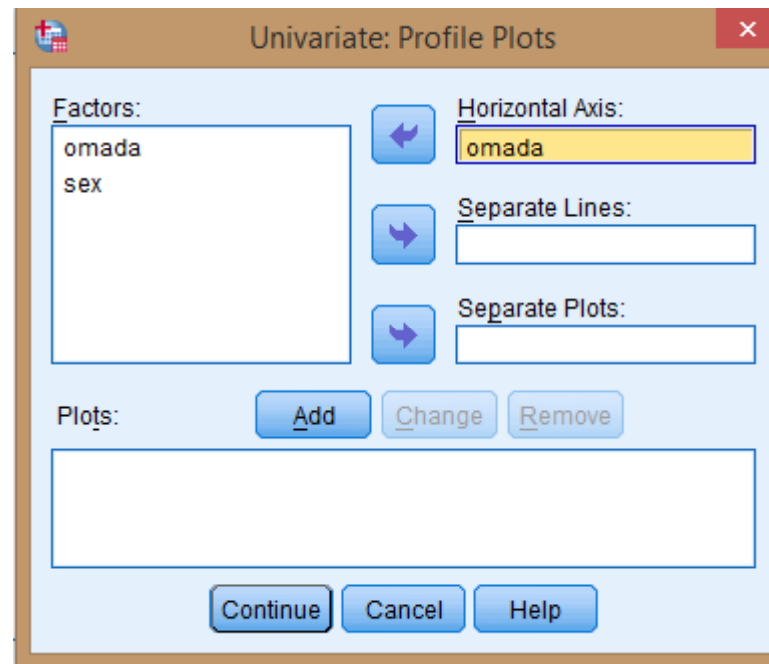
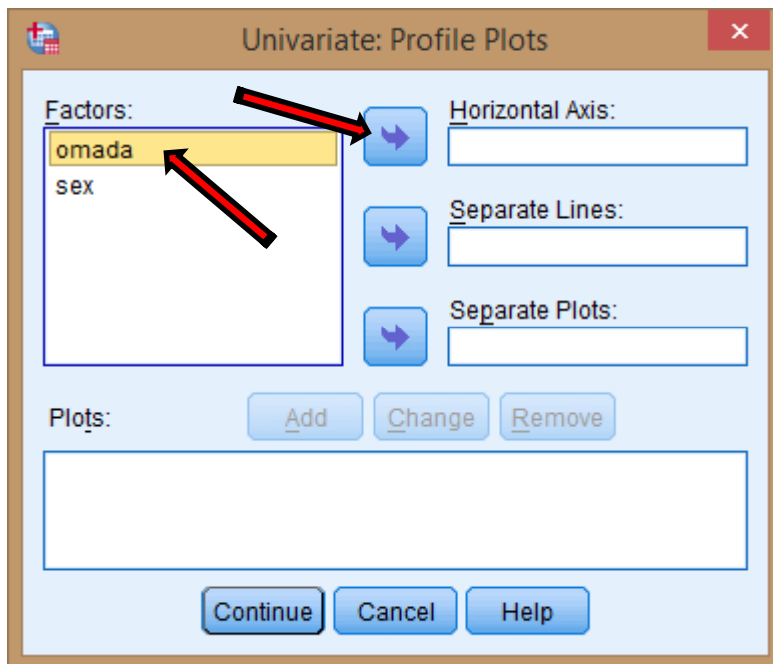
Significance level: .05 Confidence intervals are 95,0 %

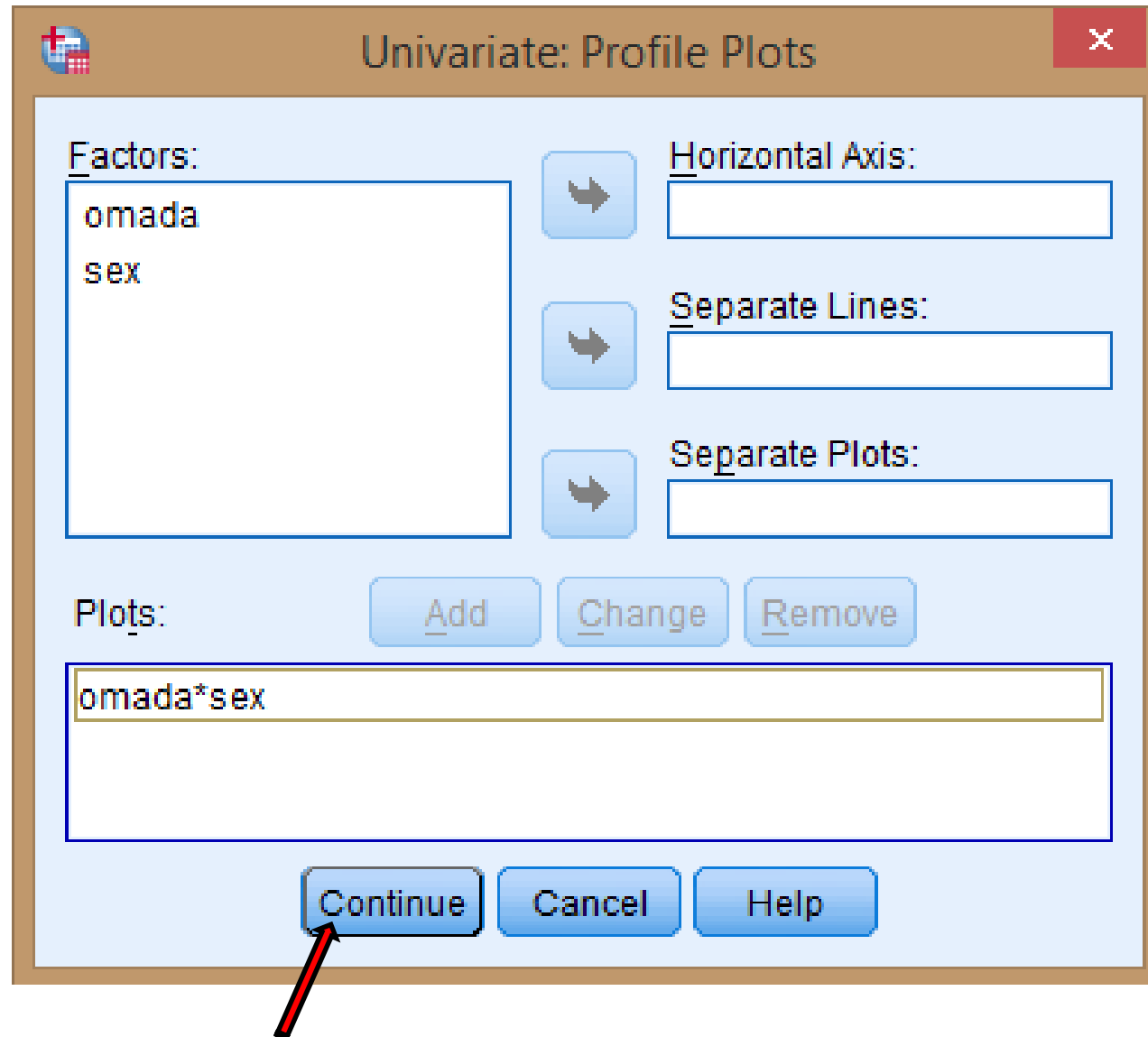
Continue Cancel Help

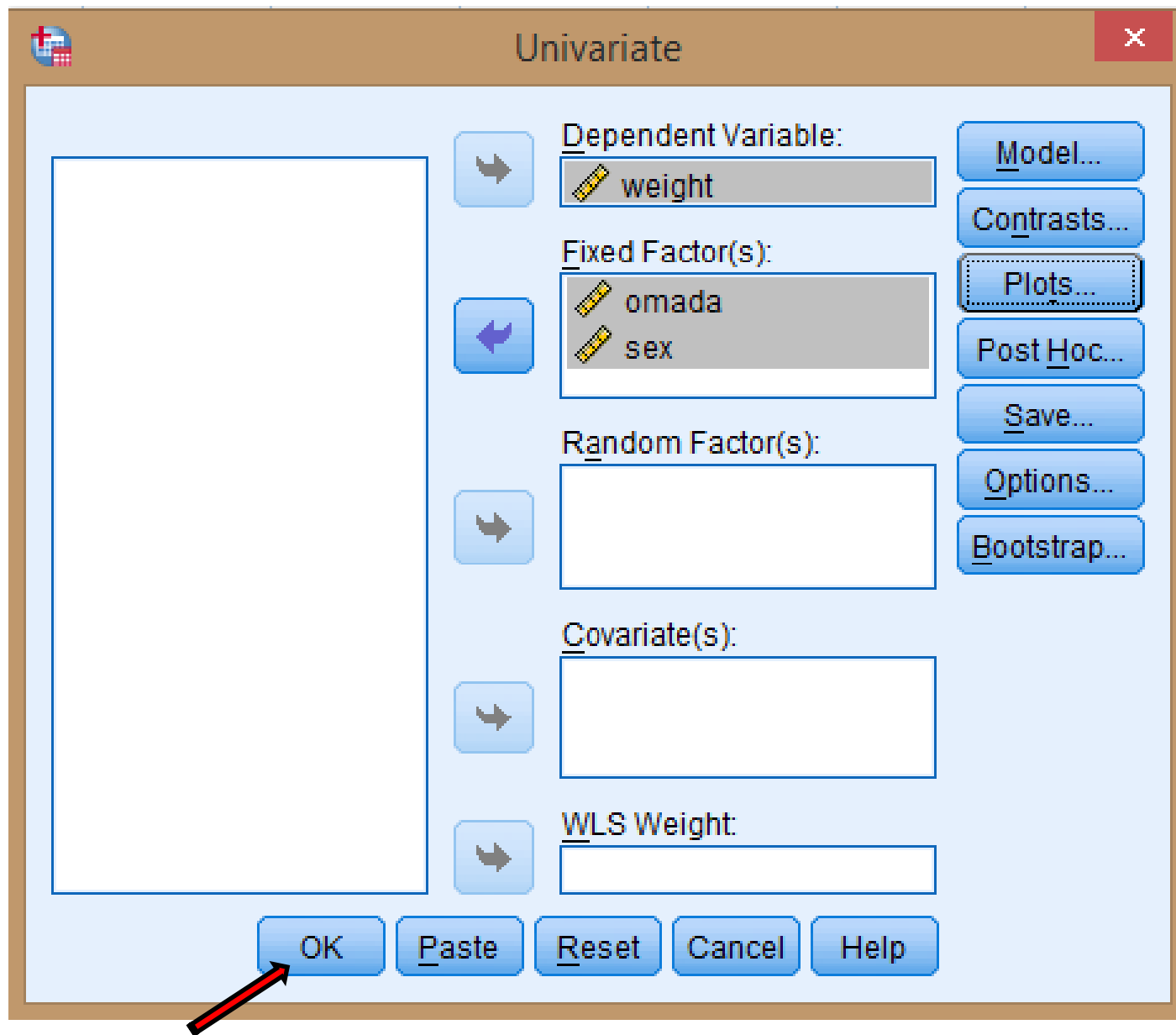
Περιγραφικά στατιστικά
(Descriptive statistics)



γράφημα
(Plots)







N802_D05_02_Two Way ANOVA_(no interaction)_output

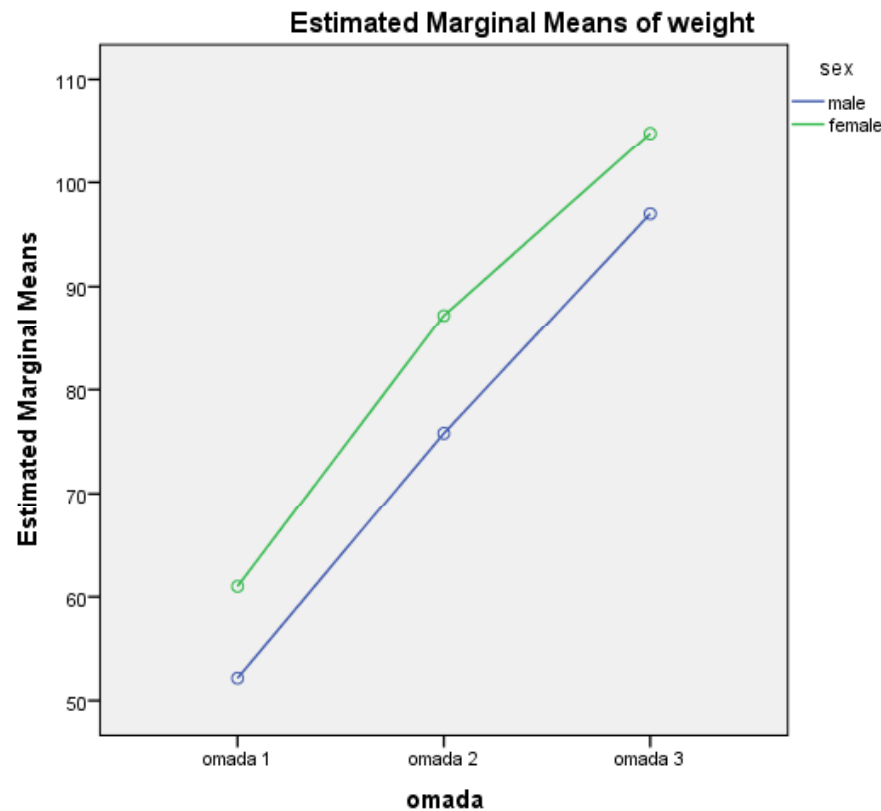
Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: weight

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10533,467 ^a	5	2106,693	391,336	,000
Intercept	190403,333	1	190403,333	35369,040	,000
omada	9862,867	2	4931,433	916,056	,000
sex	653,333	1	653,333	121,362	,000
omada * sex	17,267	2	8,633	1,604	,222
Error	129,200	24	5,383		
Total	201066,000	30			
Corrected Total	10662,667	29			

a. R Squared = ,988 (Adjusted R Squared = ,985)

Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς δύο ανεξάρτητους παράγοντες (Two Way ANOVA) **δεν διαπιστώθηκε** στατιστικά σημαντική **αλληλεπίδραση** μεταξύ των δύο παραγόντων ($F_{2,24} = 1.604$; $p = 0.222 > 0.05$) στο σωματικό βάρος.



Εφόσον **ΔΕΝ υπάρχει** στατιστικά σημαντική **αλληλεπίδραση**,
η επίδραση του ενός παράγοντα (π.χ. του παράγοντα φύλο)
θα είναι σταθερή (θα είναι ΙΔΙΑ) σε όλες τις βαθμίδες του άλλου παράγοντα
(π.χ. του παράγοντα ομάδα)

Δηλαδή:

σε ΟΛΕΣ τις ομάδες, τα κορίτσια θα έχουν μεγαλύτερο σωματικό βάρος από τα αγόρια

... συνεπώς, μπορούμε να κοιτάξουμε τις κύριες επιδράσεις !!!

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: weight

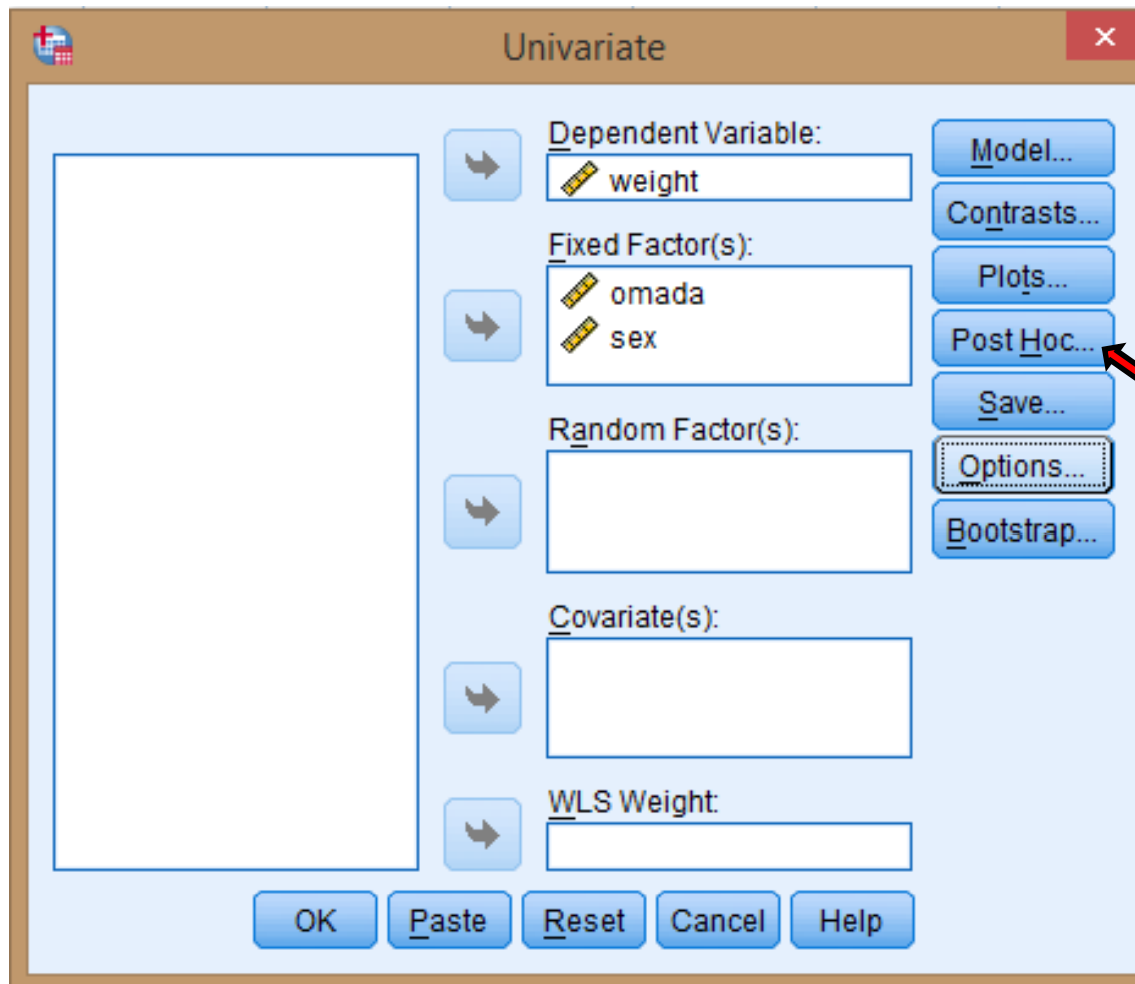
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10533,467 ^a	5	2106,693	391,336	,000
Intercept	190403,333	1	190403,333	35369,040	,000
omada	9862,867	2	4931,433	916,056	,000
sex	653,333	1	653,333	121,362	,000
omada * sex	17,267	2	8,633	1,604	,222
Error	129,200	24	5,383		
Total	201066,000	30			
Corrected Total	10662,667	29			

a. R Squared = ,988 (Adjusted R Squared = ,985)

Αντίθετα, **διαπιστώθηκε** στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση, τόσο του παράγοντα **ομάδα** ($F_{2,24} = 916.056$; $p < 0.05$), όσο και του παράγοντα **φύλο** ($F_{1,24} = 121.362$; $p < 0.05$) ...

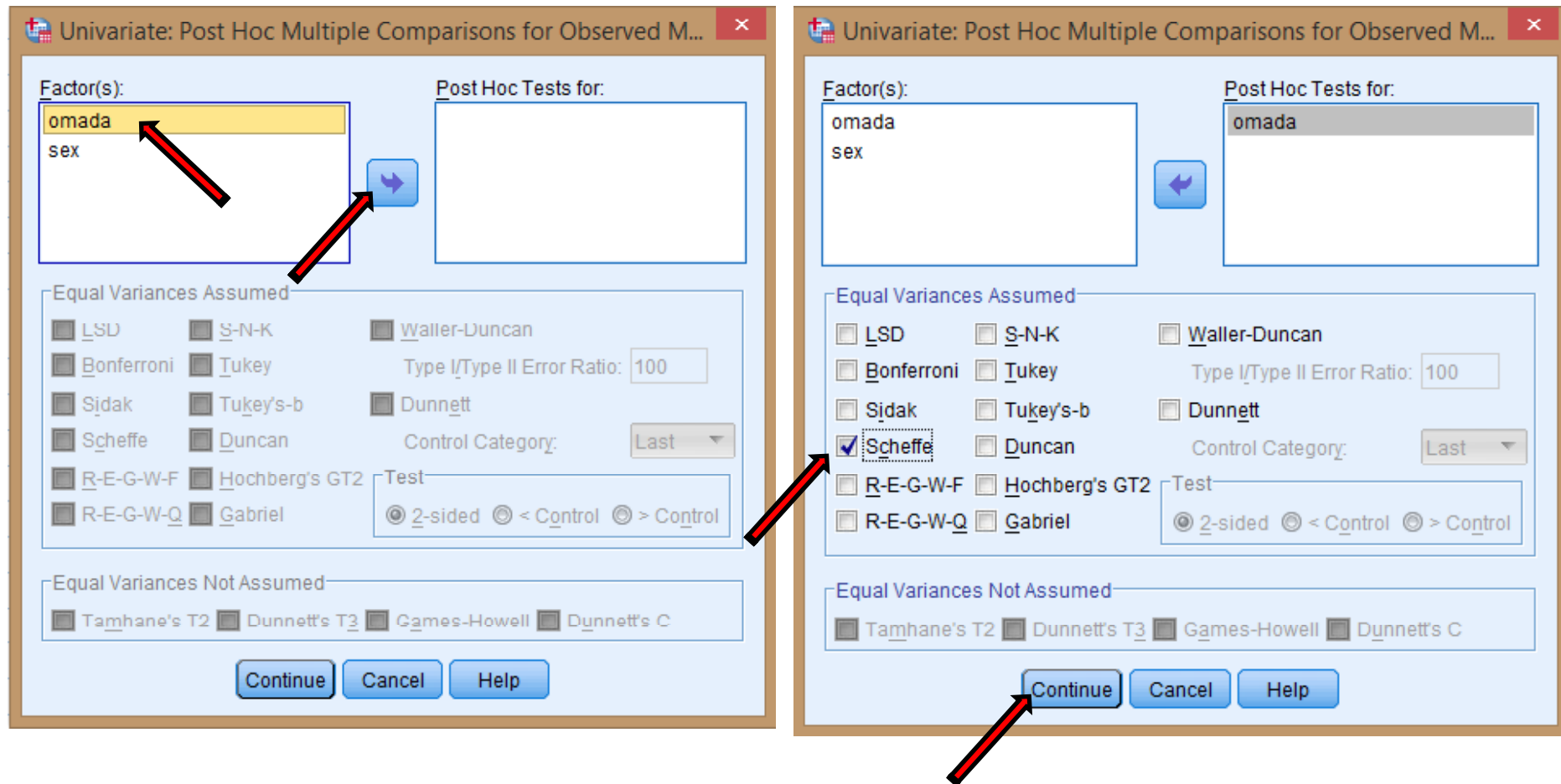
... καθώς ο παράγοντας «ομάδα» έχει τρεις (3) βαθμίδες ...

για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών
μεταξύ των βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα»
εφαρμόστηκε το **τεστ πολλαπλών συγκρίσεων** ...



... Επιλέγουμε
Post Hoc εφόσον
έχουμε
• ανεξάρτητο
παράγοντα και
• δεν υπάρχει
αλληλεπίδραση

.... εφαρμόστηκε το **τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Scheffe**



... καθώς ο παράγοντας «φύλο» έχει ΜΟΝΟ δύο (2) βαθμίδες ...
για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών
μεταξύ των βαθμίδων του παράγοντα «φύλο»
ΔΕΝ χρειάζεται να εφαρμοστεί κάποιο τεστ πολλαπλών συγκρίσεων ...

Multiple Comparisons

Dependent Variable: weight
Scheffe

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
(I) omada	(J) omada				Lower Bound	Upper Bound
omada 1	omada 2	-24,90*	1,038	,000	-27,61	-22,19
	omada 3	-44,30*	1,038	,000	-47,01	-41,59
omada 2	omada 1	24,90*	1,038	,000	22,19	27,61
	omada 3	-19,40*	1,038	,000	-22,11	-16,69
omada 3	omada 1	44,30*	1,038	,000	41,59	47,01
	omada 2	19,40*	1,038	,000	16,69	22,11

Όπου υπάρχει
στατιστικά
σημαντική
διαφορά
υπάρχει
αστεράκι (*) ...

... και
το αντίστοιχο
επίπεδο
σημαντικότητας
(Sig.)
είναι μικρότερο
από 0.05

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 5,383.

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

Για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών εφαρμόστηκε το **τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Scheffe** και διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ όλων των βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα».

Descriptive Statistics

Dependent Variable: weight

omada	sex	Mean	Std. Deviation	N
omada 1	male	52,20	1,643	5
	female	61,00	2,236	5
	Total	56,60	4,993	10
omada 2	male	75,80	2,775	5
	female	87,20	2,588	5
	Total	81,50	6,519	10
omada 3	male	97,00	1,581	5
	female	104,80	2,775	5
	Total	100,90	4,630	10
Total	male	75,00	19,038	15
	female	84,33	18,776	15
	Total	79,67	19,175	30

Estimates

Dependent Variable: weight

omada	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
omada 1	56,600	,734	55,086	58,114
omada 2	81,500	,734	79,986	83,014
omada 3	100,900	,734	99,386	102,414

... Ανεξάρτητα από το «φύλο»

η ομάδα_1 (56.60 ± 4.993 kg), είχε στατιστικά σημαντικά μικρότερο σωματικό βάρος από την ομάδα_2 (81.50 ± 6.519 kg) και αυτή από την ομάδα_3 (100.90 ± 4.630 kg).

... Επίσης, ανεξάρτητα από την «ομάδα» στην οποία ανήκαν

τα αγόρια (75.00 ± 19.038 kg), είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερο σωματικό βάρος από τα κορίτσια (84.33 ± 18.776 kg).

Εφόσον υπάρχει
στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση

N802_D05_03_Two Way ANOVA_(interaction)_data

Ανάλυση διακύμανσης
ως προς δύο ανεξάρτητους παράγοντες
(Two Way ANOVA)

Σενάριο:

Μετρήσαμε το σωματικό βάρος (weight)
30 ατόμων,
που ανήκαν σε **3** διαφορετικές **ομάδες**.
Σε κάθε ομάδα συμμετείχαν
και **άντρες** και **γυναίκες**

Τι μετρήσαμε;

Εξαρτημένη μεταβλητή =
Σωματικό βάρος

Σε ποιους την μετρήσαμε;

1^η Ανεξάρτητη μεταβλητή – παράγοντας
= Ομάδα

2^η Ανεξάρτητη μεταβλητή – παράγοντας
= Φύλο

Διαφορετικές ομάδες =

διαφορετικά άτομα σε κάθε ομάδα =
Ανεξάρτητα δείγματα

3 ομάδες X **2** φύλα = **Two Way ANOVA**

	weight	omada	sex	var
1	50	1	1	1
2	51	1	1	1
3	53	1	1	1
4	53	1	1	1
5	54	1	1	1
6	60	1	2	2
7	58	1	2	2
8	64	1	2	2
9	62	1	2	2
10	61	1	2	2
11	75	2	1	1
12	74	2	1	1
13	73	2	1	1
14	77	2	1	1
15	80	2	1	1
16	85	2	2	2
17	84	2	2	2
18	88	2	2	2
19	89	2	2	2
20	90	2	2	2
21	95	3	1	1
22	96	3	1	1
23	97	3	1	1
24	98	3	1	1
25	99	3	1	1
26	75	3	2	2
27	76	3	2	2
28	78	3	2	2
29	79	3	2	2
30	80	3	2	2

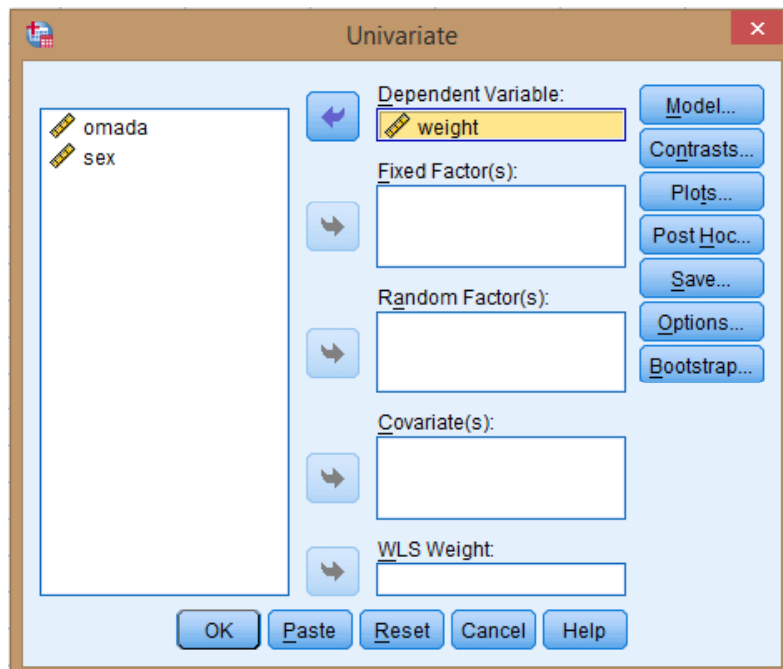
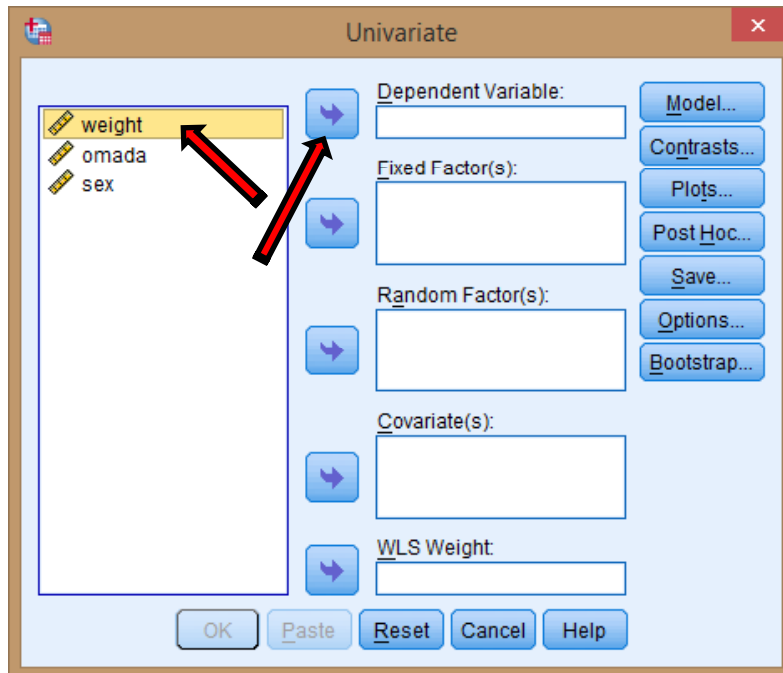
N802_D05_01_Two way ANOVA_(no interaction)_data

File Edit View Data Transform **Analyze** Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

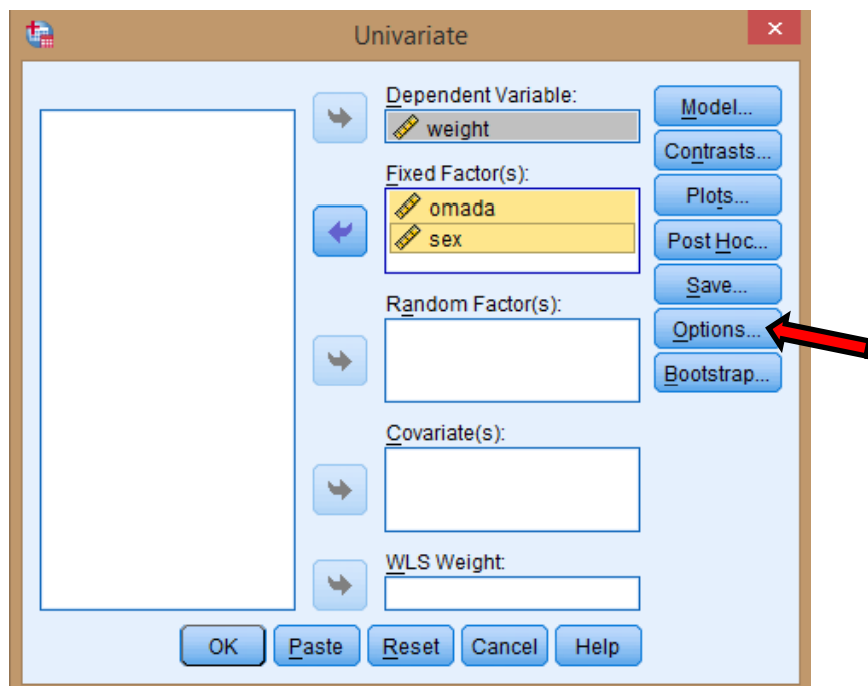
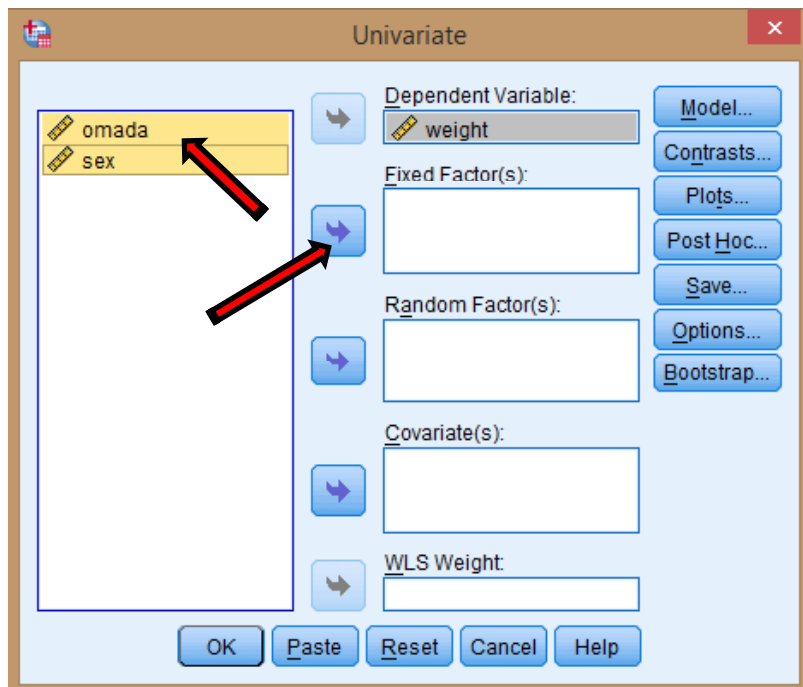
Reports
Descriptive Statistics
Tables
Compare Means
General Linear Model
Generalized Linear Models
Mixed Models
Correlate
Regression
Loglinear
Neural Networks
Classify
Dimension Reduction
Scale
Nonparametric Tests
Forecasting
Survival
Multiple Response
Missing Value Analysis...
Multiple Imputation
Complex Samples

Univariate...
Multivariate...
Repeated Measures...
Variance Components...

	weight	omada
1	50	
2	51	
3	53	
4	53	
5	54	
6	60	
7	58	
8	64	
9	62	
10	61	
11	75	
12	74	
13	73	
14	77	
15	80	
16	85	
17	84	
18	88	



Καθορισμός – εισαγωγή
εξαρτημένης μεταβλητής
(Dependent Variable)



Καθορισμός – εισαγωγή
ανεξάρτητων μεταβλητών – παραγόντων
 (Fixed Factors)

Univariate: Options

Estimated Marginal Means

Factor(s) and Factor Interactions:

- (OVERALL)
- omada
- sex
- omada*sex

Display Means for:

☐ Compare main effects

Confidence interval adjustment:
LSD(none)

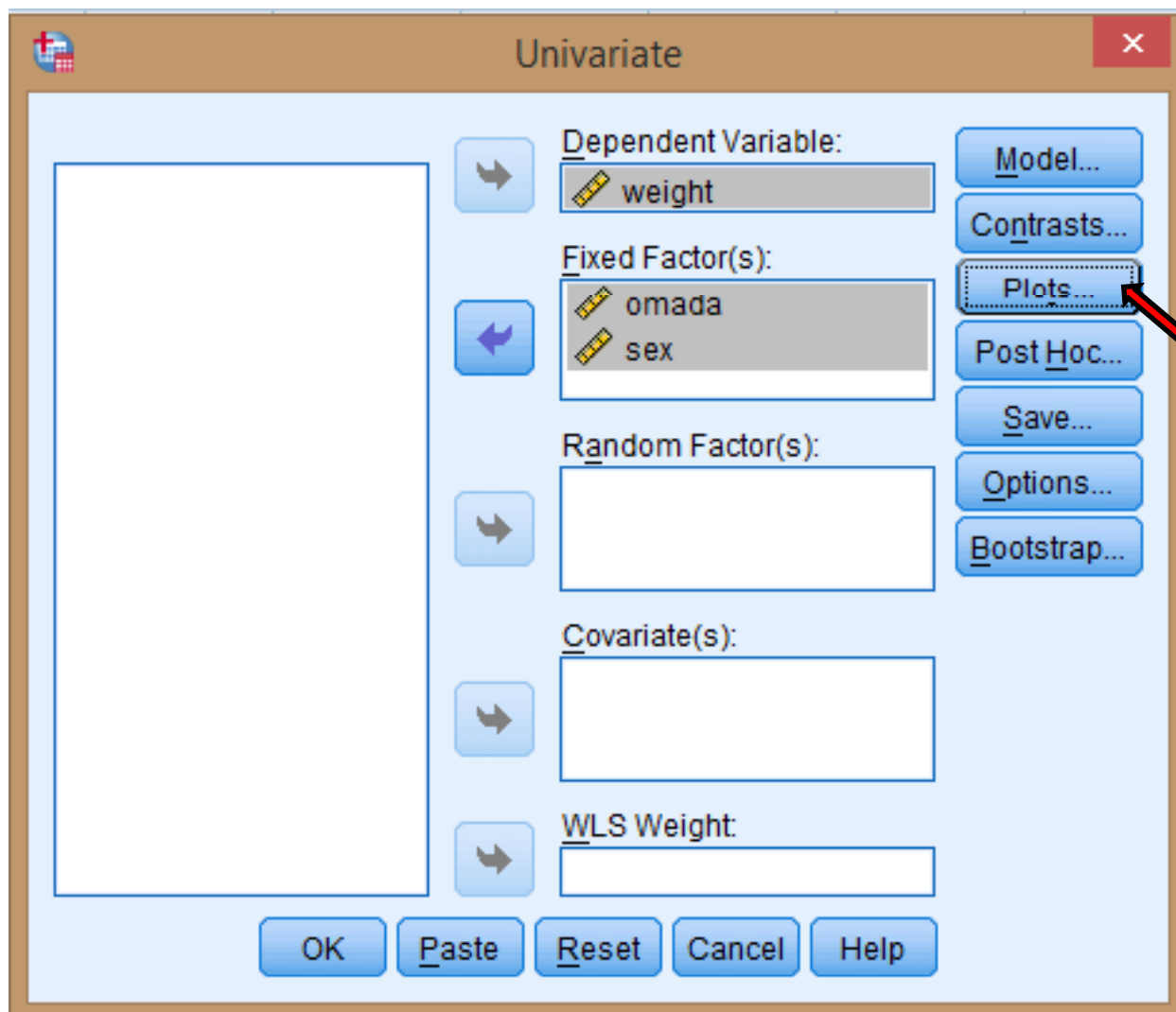
Display

- ☒ Descriptive statistics
- ☐ Estimates of effect size
- ☐ Observed power
- ☐ Parameter estimates
- ☐ Contrast coefficient matrix
- ☐ Homogeneity tests
- ☐ Spread vs. level plot
- ☐ Residual plot
- ☐ Lack of fit
- ☐ General estimable function

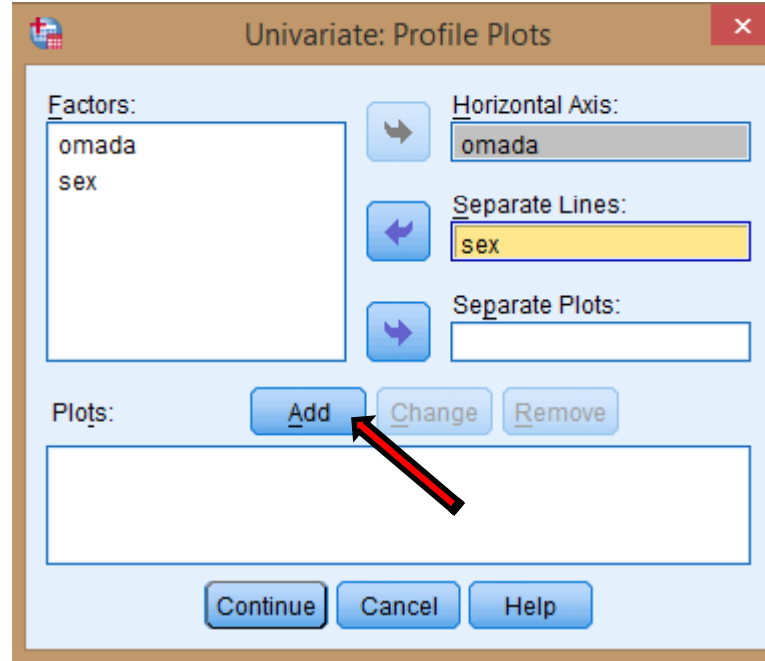
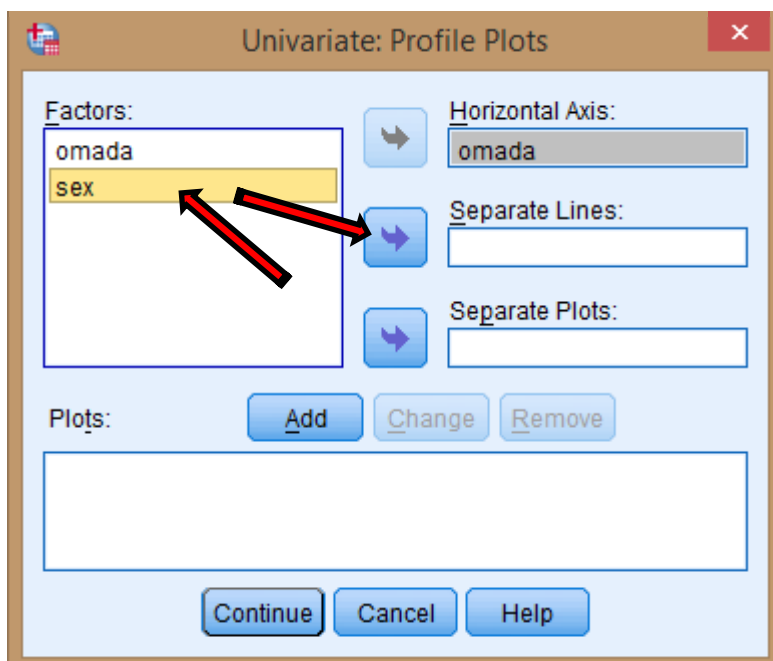
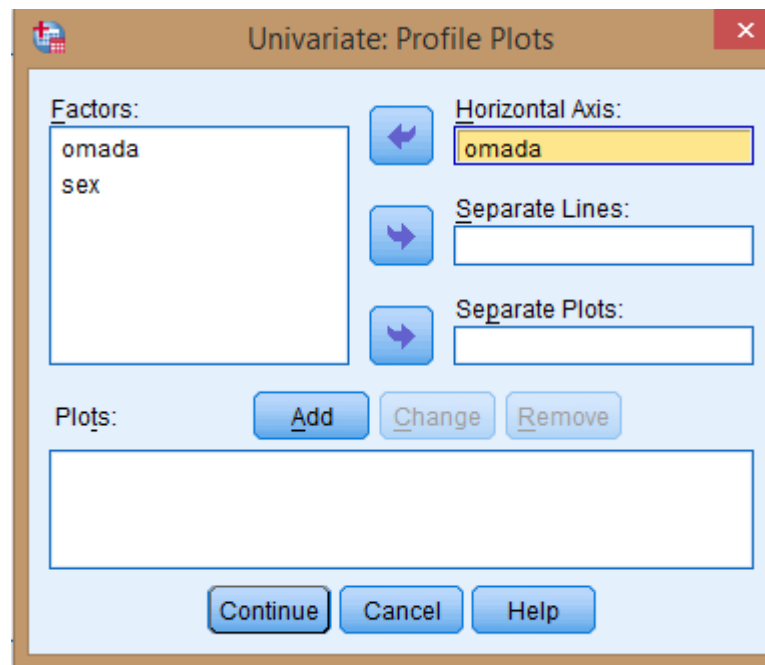
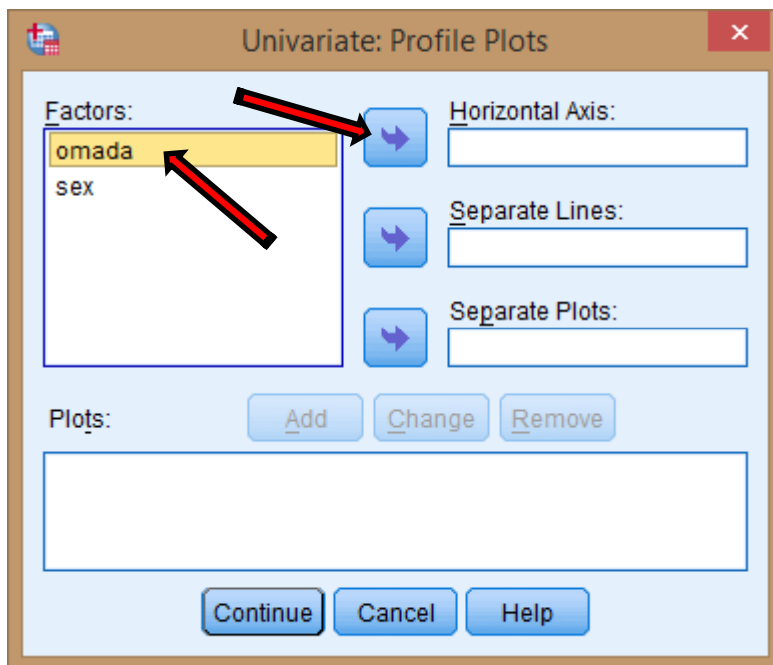
Significance level: .05 Confidence intervals are 95,0 %

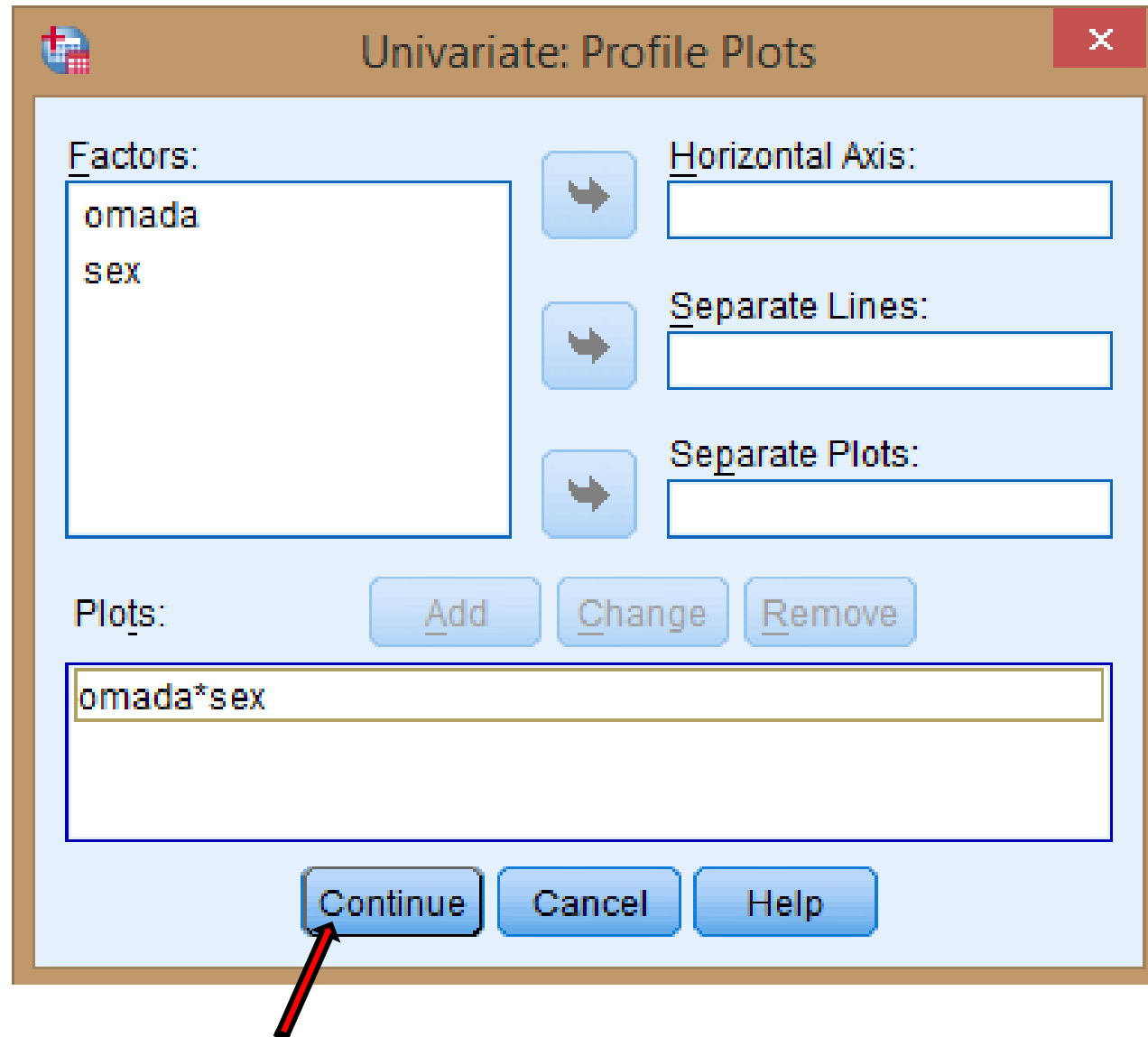
Continue Cancel Help

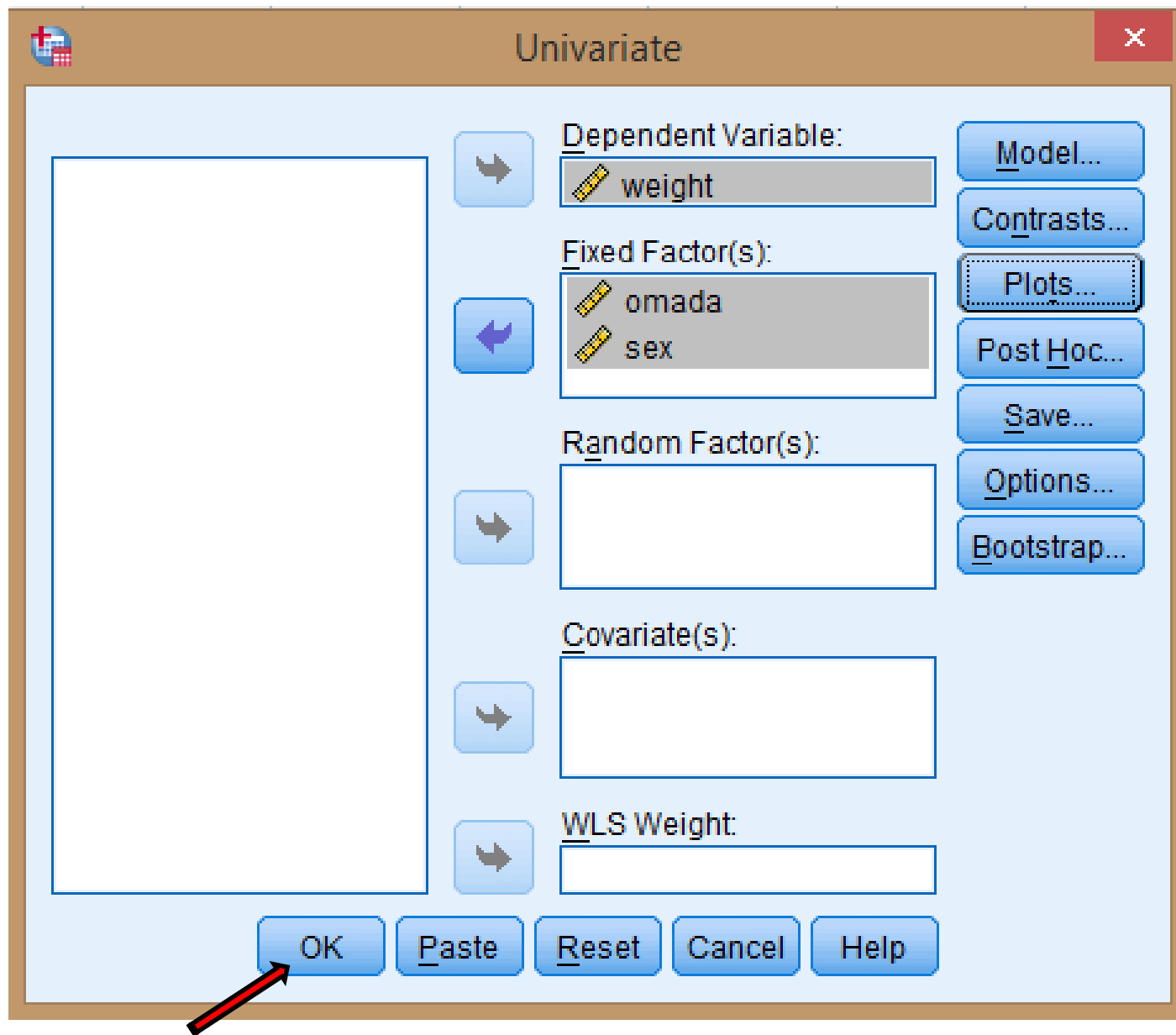
Περιγραφικά στατιστικά
(Descriptive statistics)



γράφημα
(Plots)







N802_D05_04_Two Way ANOVA_(interaction)_output

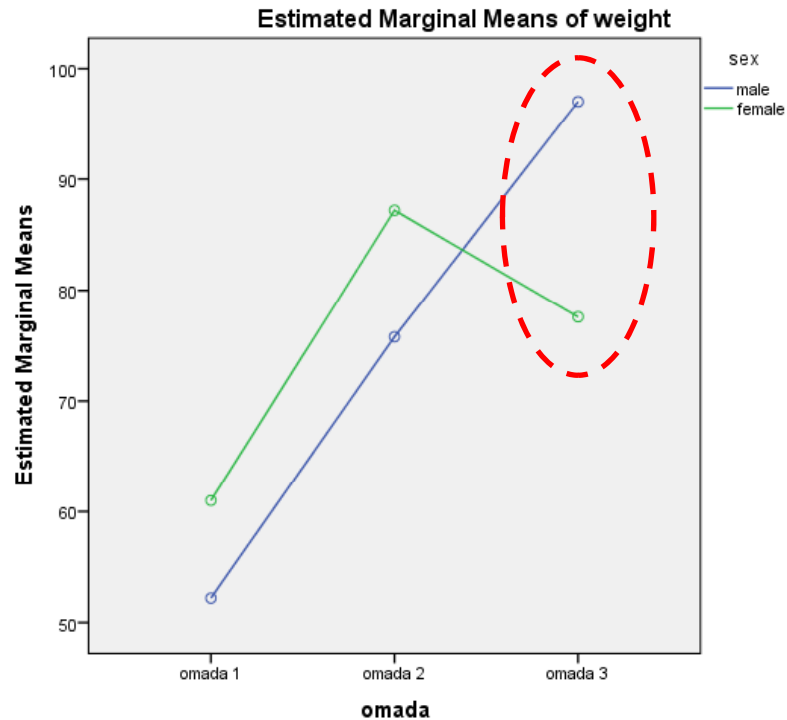
Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: weight

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6779,867 ^a	5	1355,973	281,517	,000
Intercept	169350,533	1	169350,533	35159,280	,000
omada	5320,467	2	2660,233	552,298	,000
sex	,533	1	,533	,111	,742
omada * sex	1458,867	2	729,433	151,439	,000
Error	115,600	24	4,817		
Total	176246,000	30			
Corrected Total	6895,467	29			

a. R Squared = ,983 (Adjusted R Squared = ,980)

Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης ως προς δύο ανεξάρτητους παράγοντες (Two Way ANOVA) **διαπιστώθηκε** στατιστικά σημαντική **αλληλεπίδραση** μεταξύ των δύο παραγόντων ($F_{2,24} = 151.439; p < 0.05$) στο σωματικό βάρος.



Εφόσον υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση,
η επίδραση του ενός παράγοντα (π.χ. του παράγοντα «φύλο»)
ΔΕΝ θα είναι σταθερή (ΔΕΝ θα είναι ΙΔΙΑ) σε όλες τις βαθμίδες του άλλου παράγοντα
(π.χ. του παράγοντα «ομάδα»)

Δηλαδή:

Ενώ στην ομάδα_1 και στην ομάδα_2 τα κορίτσια έχουν μεγαλύτερο βάρος από τα αγόρια,
στην ομάδα_3 τα αγόρια έχουν μεγαλύτερο βάρος από τα κορίτσια

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: weight

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6779,867 ^a	5	1355,973	281,517	,000
Intercept	169350,533	1	169350,533	35159,280	,000
omada	5320,467	2	2660,233	552,298	,000
sex	,533	1	,533	,111	,742
omada * sex	1458,867	2	729,433	151,439	,000
Error	115,600	24	4,817		
Total	176246,000	30			
Corrected Total	6895,467	29			

a. R Squared = ,983 (Adjusted R Squared = ,980)



... συνεπώς, (εφόσον υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση)
ΔΕΝ μπορούμε και ΔΕΝ ΠΡΕΠΕΙ να κοιτάξουμε τις κύριες επιδράσεις !!!
γιατί θα καταλήξουμε σε εσφαλμένα συμπεράσματα !!!

Θα πρέπει
να αναλυθεί η επίδραση του παράγοντα «**φύλο**» (simple main effect)
σε κάθε μία από τις βαθμίδες του παράγοντα «**ομάδα**» (ομάδα_1, ομάδα_2 και ομάδα_3)

Descriptive Statistics

Dependent Variable: weight

omada	sex	Mean	Std. Deviation	N
omada 1	male	52,20	1,643	5
	female	61,00	2,236	5
	Total	56,60	4,993	10
omada 2	male	75,80	2,775	5
	female	87,20	2,588	5
	Total	81,50	6,519	10
omada 3	male	97,00	1,581	5
	female	77,60	2,074	5
	Total	87,30	10,371	10
Total	male	75,00	19,038	15
	female	75,27	11,405	15
	Total	75,13	15,420	30

Δηλαδή
αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των αγοριών και των κοριτσιών
σε κάθε μία ξεχωριστά από τις βαθμίδες του παράγοντα «ομάδα» (ομάδα_1, ομάδα_2 και ομάδα_3)

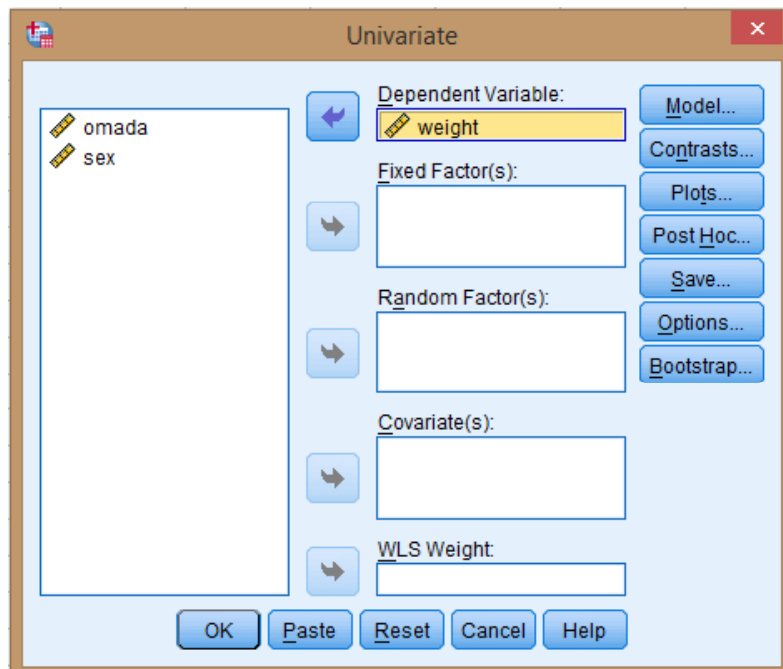
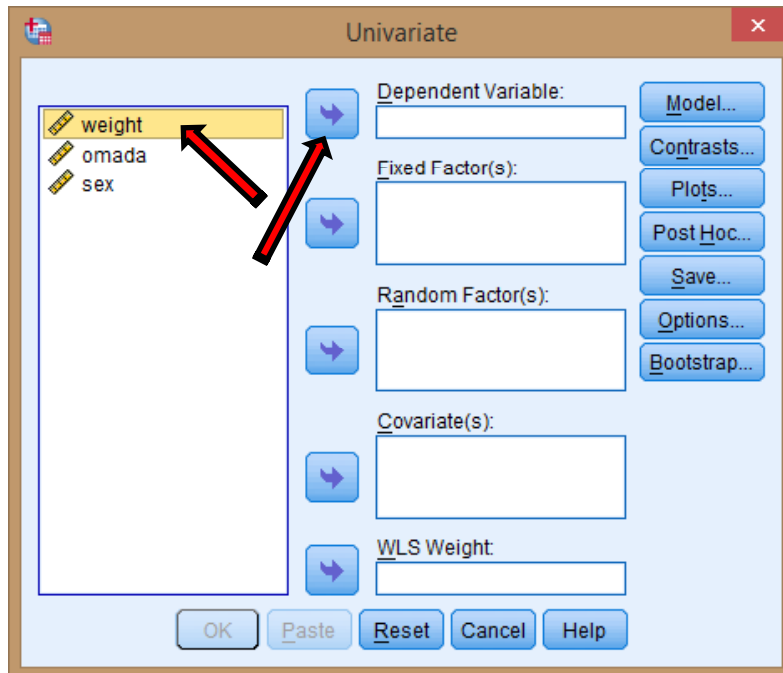
N802_D05_01_Two way ANOVA_(no interaction)_data

File Edit View Data Transform **Analyze** Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

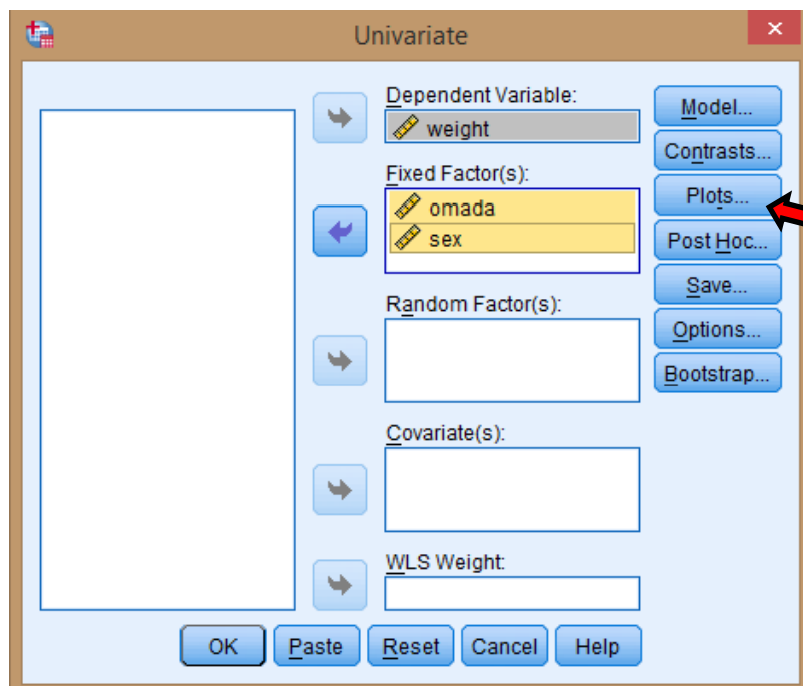
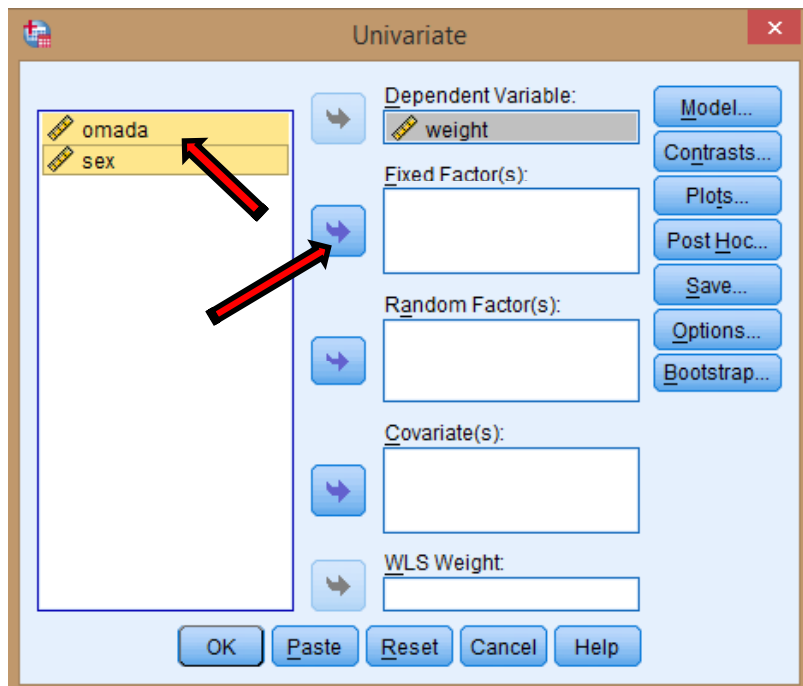
Reports
Descriptive Statistics
Tables
Compare Means
General Linear Model
Generalized Linear Models
Mixed Models
Correlate
Regression
Loglinear
Neural Networks
Classify
Dimension Reduction
Scale
Nonparametric Tests
Forecasting
Survival
Multiple Response
Missing Value Analysis...
Multiple Imputation
Complex Samples

Univariate...
Multivariate...
Repeated Measures...
Variance Components...

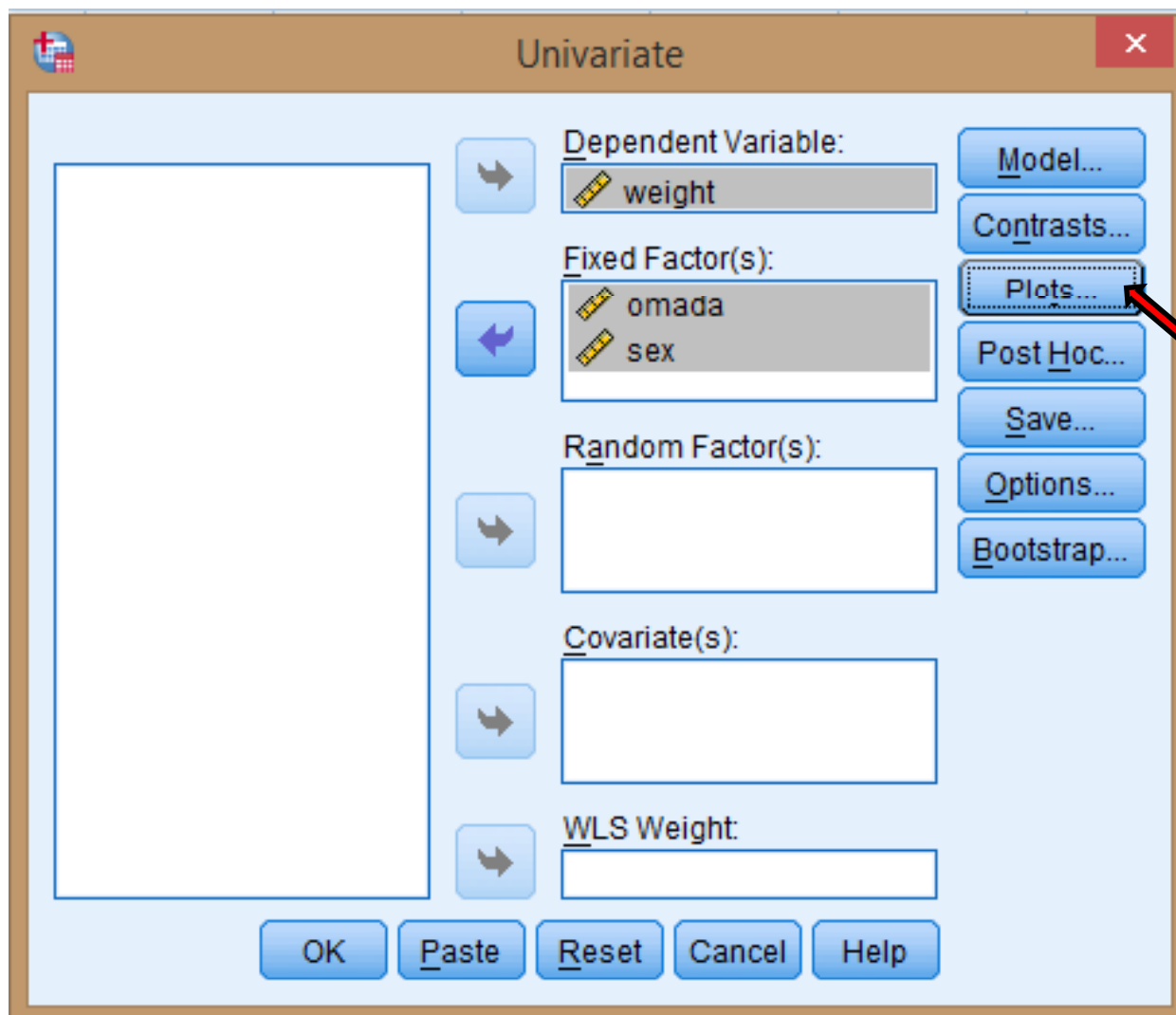
	weight	omada
1	50	
2	51	
3	53	
4	53	
5	54	
6	60	
7	58	
8	64	
9	62	
10	61	
11	75	
12	74	
13	73	
14	77	
15	80	
16	85	
17	84	
18	88	



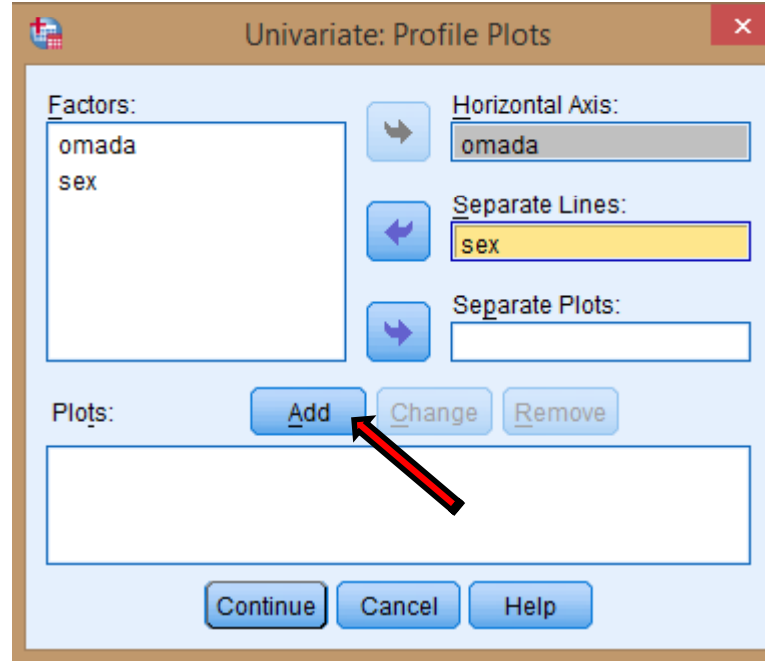
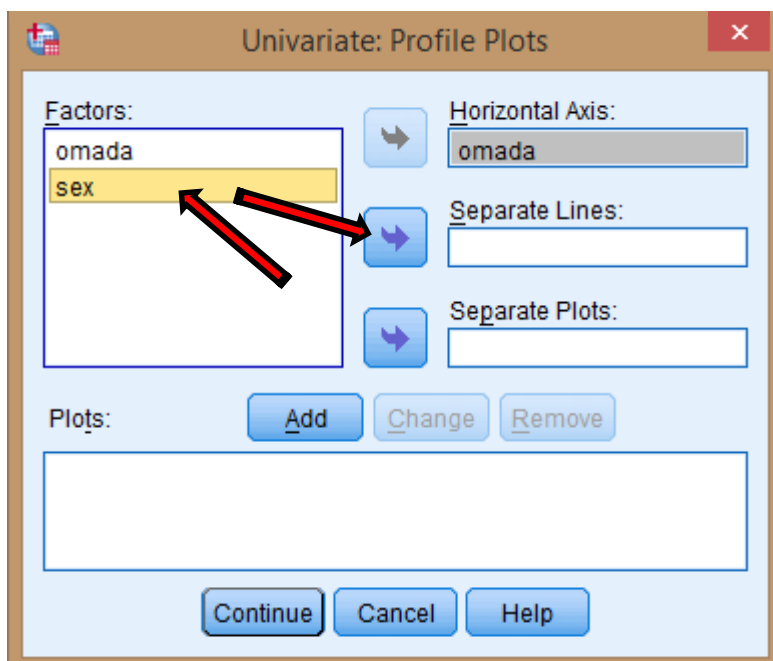
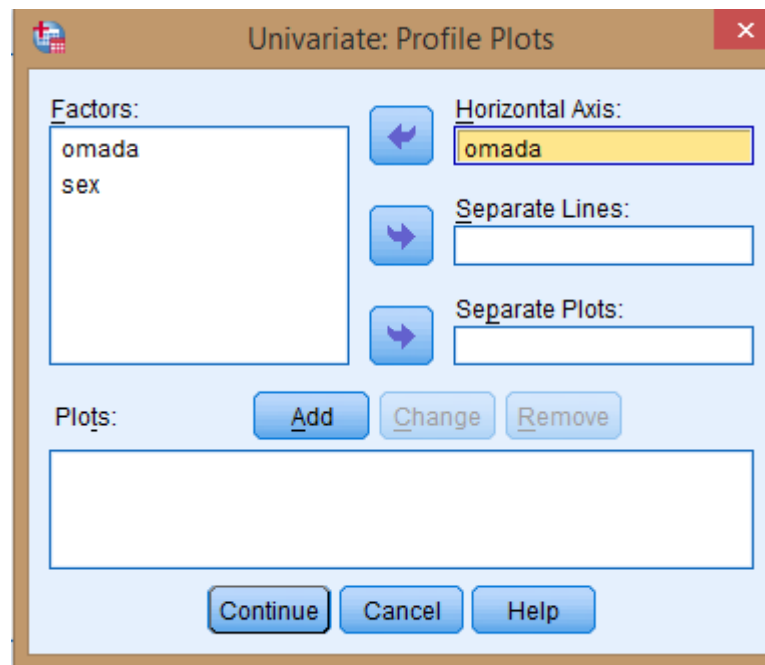
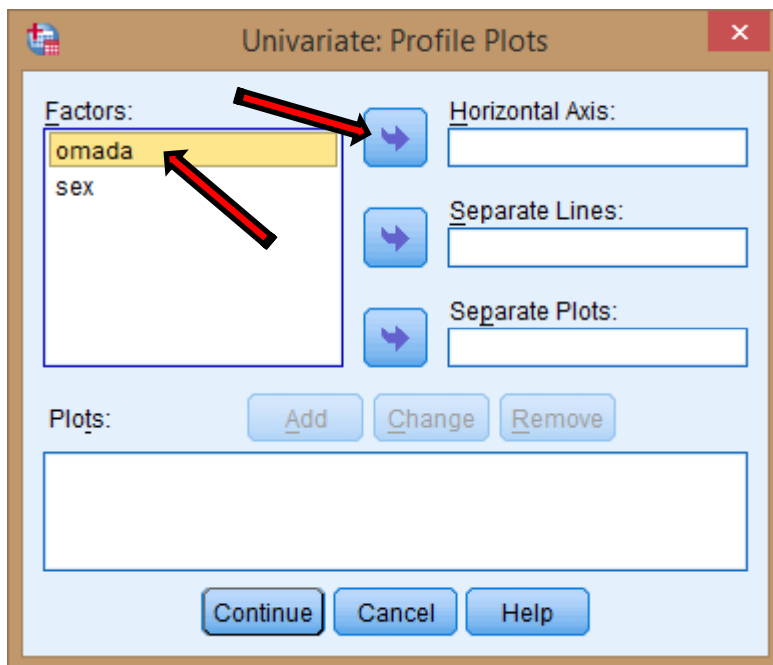
Καθορισμός – εισαγωγή
εξαρτημένης μεταβλητής
(Dependent Variable)

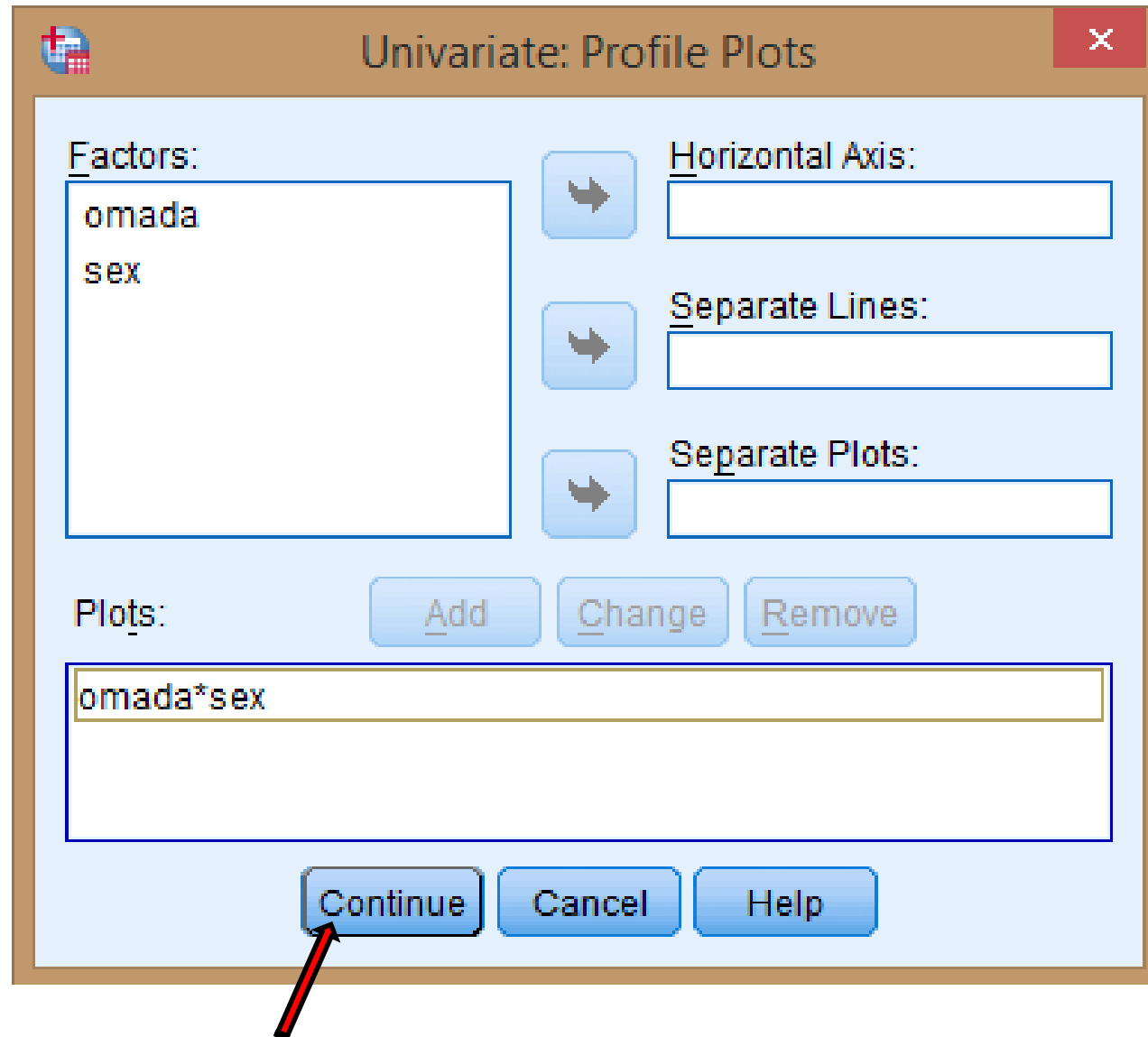


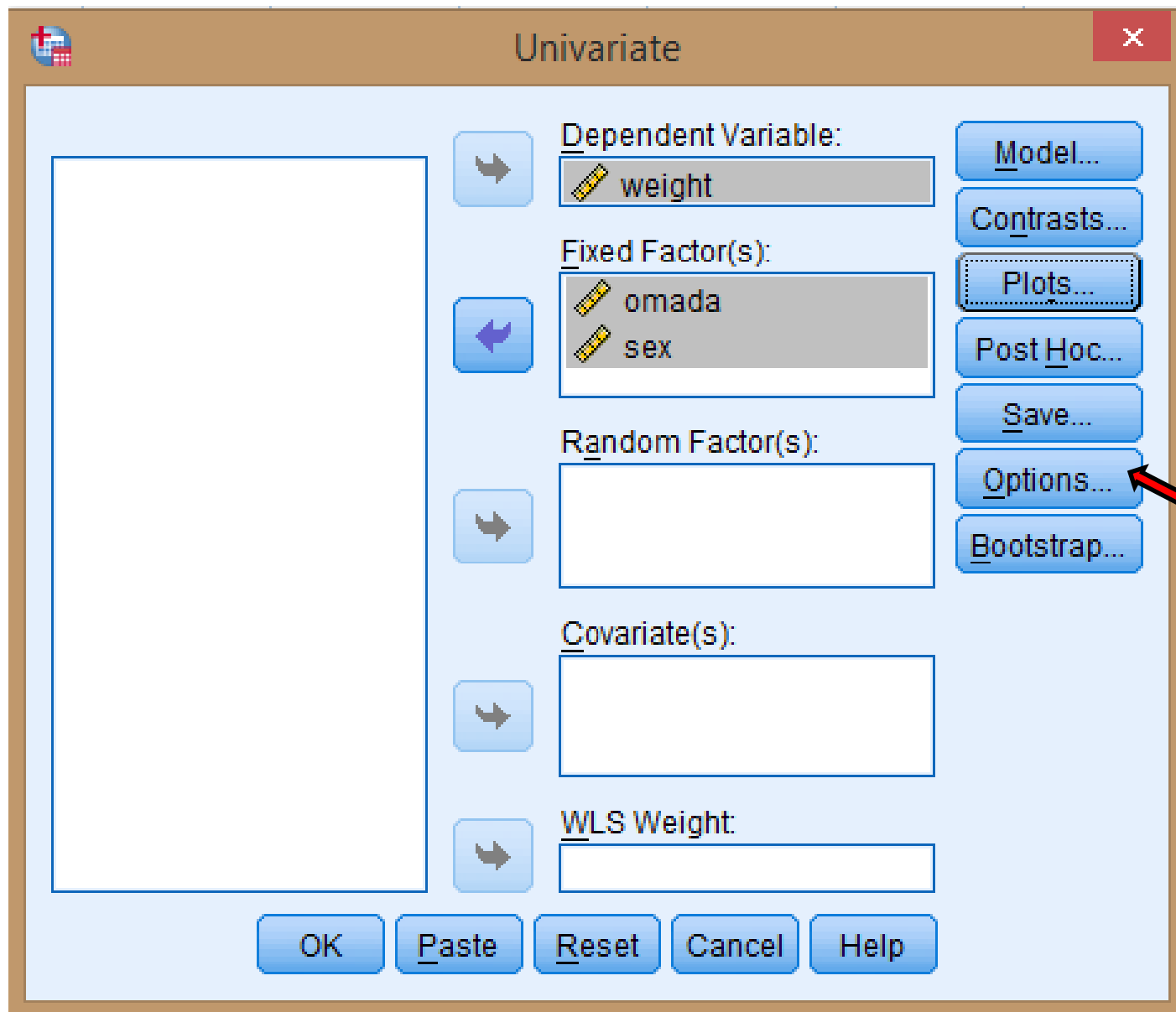
Καθορισμός – εισαγωγή
ανεξάρτητων μεταβλητών – παραγόντων
(Fixed Factors)

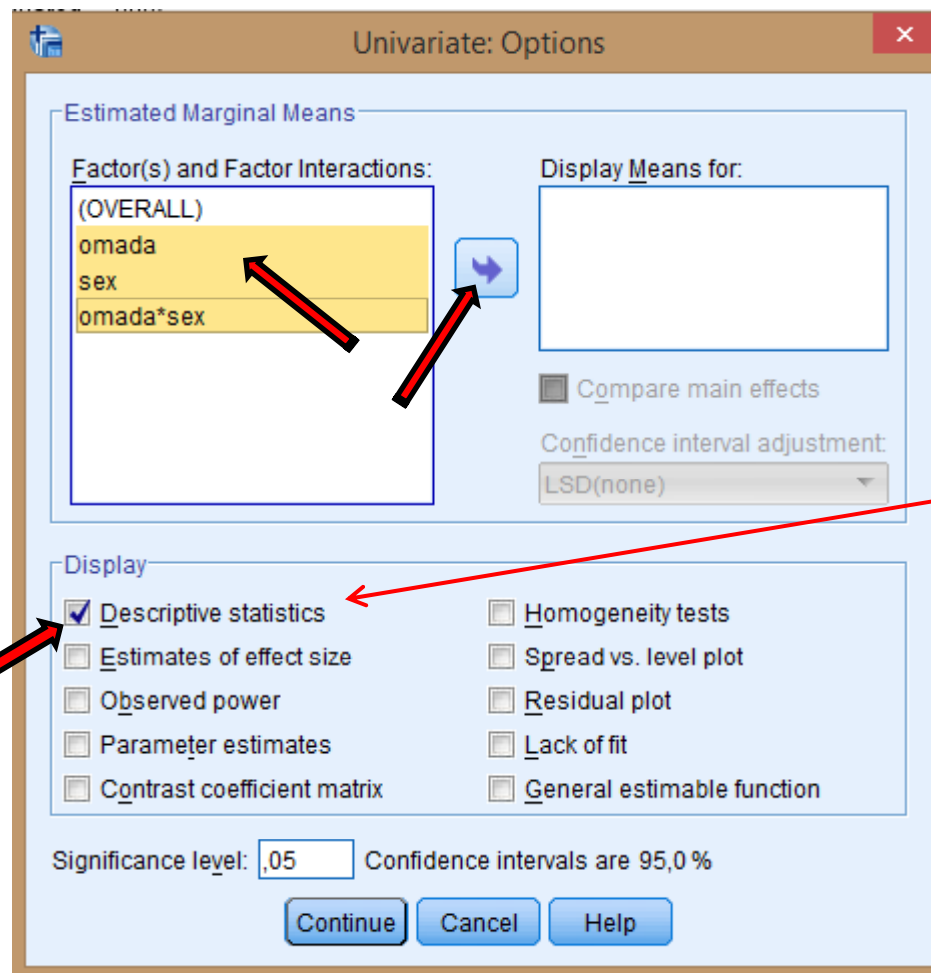


γράφημα
(Plots)

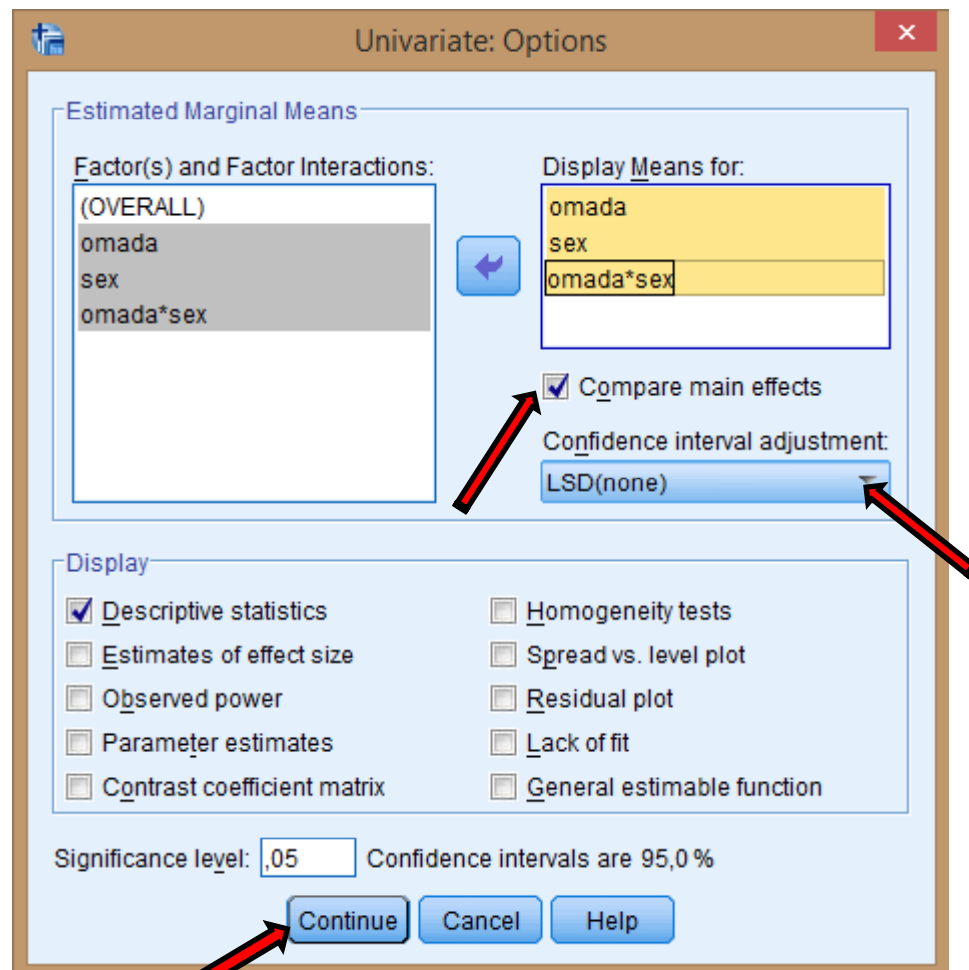


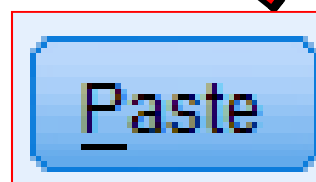
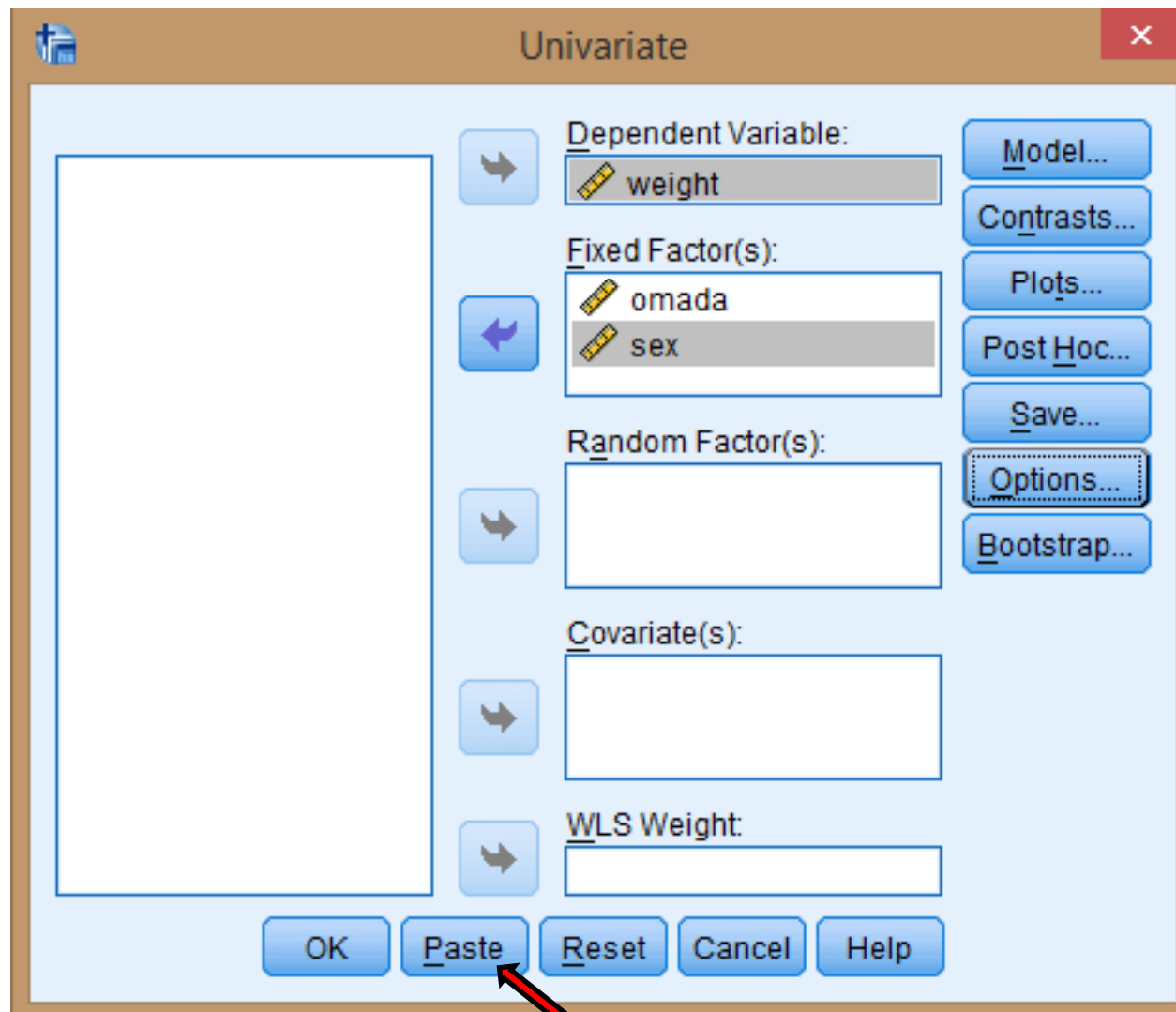


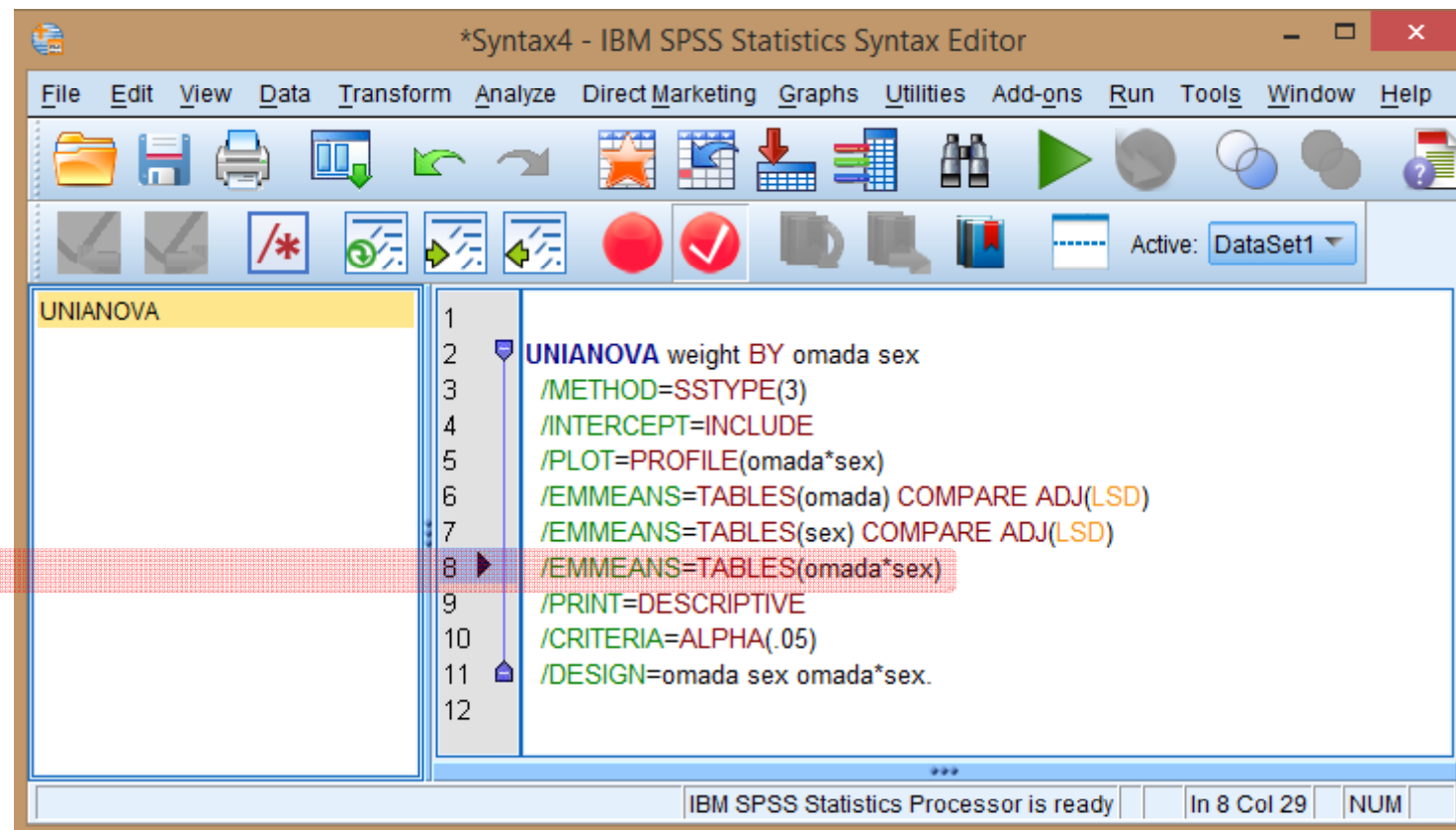


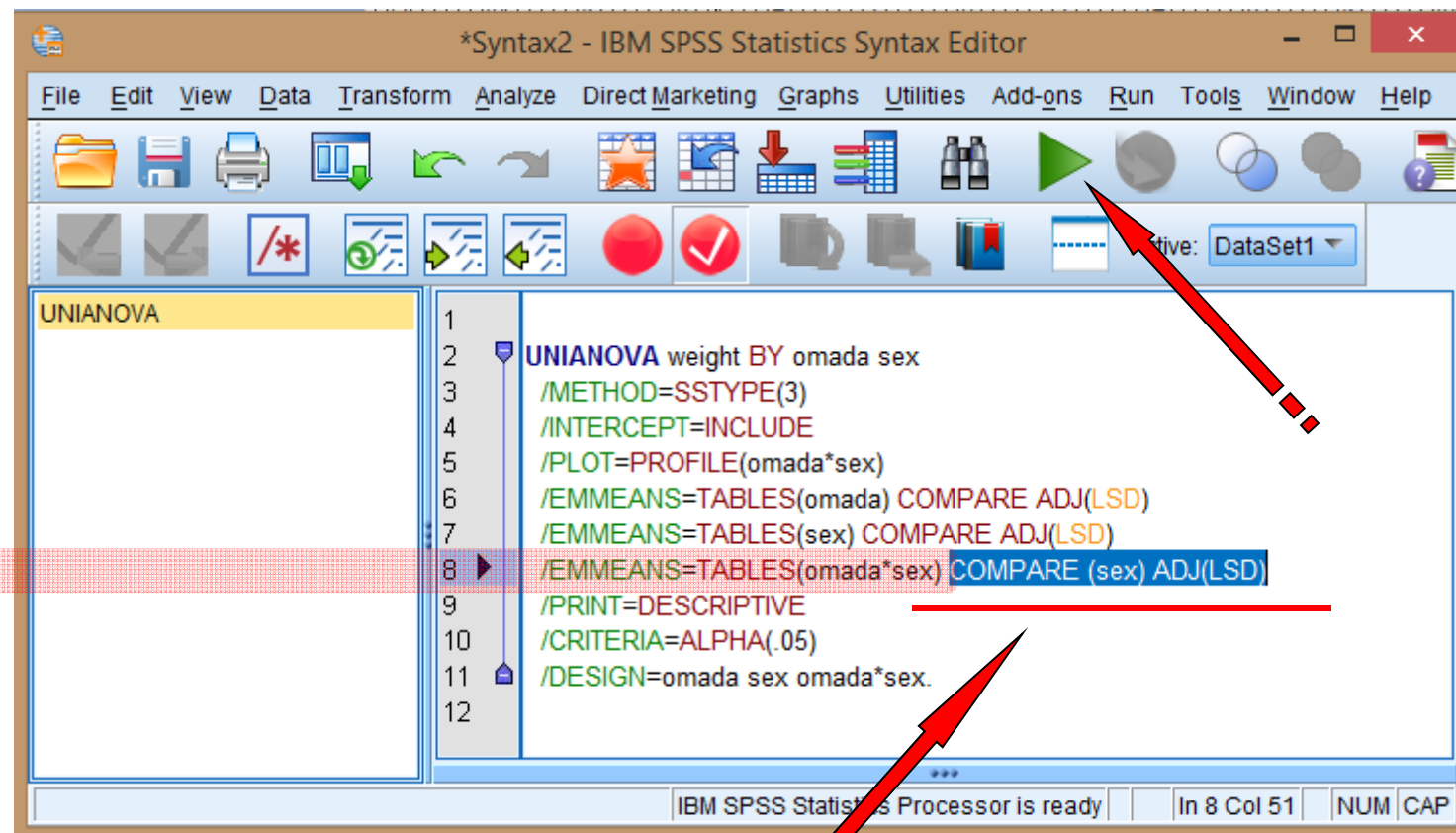


Περιγραφικά στατιστικά
(Descriptive statistics)









πληκτρολογούμε την εντολή **COMPARE (sex) ADJ (LSD)**
για να αναλυθεί η επίδραση (simple main effect) του παράγοντα «**φύλο**»
σε κάθε μία από τις βαθμίδες του παράγοντα «**ομάδα**»

3. omada * sex

Estimates

Dependent Variable: weight

omada	sex	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
omada 1	male	52,200	,981	50,174	54,226
	female	61,000	,981	58,974	63,026
omada 2	male	75,800	,981	73,774	77,826
	female	87,200	,981	85,174	89,226
omada 3	male	97,000	,981	94,974	99,026
	female	77,600	,981	75,574	79,626

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: weight

omada	(I) sex	(J) sex	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
omada 1	male	female	-8,800 [*]	1,388	,000	-11,665	-5,935
	female	male	8,800 [*]	1,388	,000	5,935	11,665
omada 2	male	female	-11,400 [*]	1,388	,000	-14,265	-8,535
	female	male	11,400 [*]	1,388	,000	8,535	14,265
omada 3	male	female	19,400 [*]	1,388	,000	16,535	22,265
	female	male	-19,400 [*]	1,388	,000	-22,265	-16,535

Based on estimated marginal means

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

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: weight

omada		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
omada 1	Contrast	193,600	1	193,600	40,194	,000
	Error	115,600	24	4,817		
omada 2	Contrast	324,900	1	324,900	67,453	,000
	Error	115,600	24	4,817		
omada 3	Contrast	940,900	1	940,900	195,343	,000
	Error	115,600	24	4,817		

Each F tests the simple effects of sex within each level combination of the other effects shown. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Αναλύοντας την αλληλεπίδραση
για την κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» (ομάδα_1, ομάδα_2, ομάδα_3)
 διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική **επίδραση** του παράγοντα **«φύλο»**
σε όλες τις βαθμίδες

ομάδα_1: $F_{(1,24)} = 40.194; p = 0.000 < 0.05$

ομάδα_2: $F_{(1,24)} = 667.453; p = 0.000 < 0.05$

ομάδα_3: $F_{(1,24)} = 195.343; p = 0.000 < 0.05$

... καθώς ο παράγοντας «φύλο» έχει ΜΟΝΟ δύο (2) βαθμίδες ...
για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών
μεταξύ των βαθμίδων του παράγοντα «φύλο»

ΔΕΝ χρειάζεται να εφαρμοστεί κάποιο τεστ πολλαπλών συγκρίσεων ...

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: weight

omada	(I) sex	(J) sex	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
omada 1	male	female	-8,800 [*]	1,388	,000	-11,665	-5,935
	female	male	8,800 [*]	1,388	,000	5,935	11,665
omada 2	male	female	-11,400 [*]	1,388	,000	-14,265	-8,535
	female	male	11,400 [*]	1,388	,000	8,535	14,265
omada 3	male	female	19,400 [*]	1,388	,000	16,535	22,265
	female	male	-19,400 [*]	1,388	,000	-22,265	-16,535

Based on estimated marginal means

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

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Descriptive Statistics

Dependent Variable: weight

omada	sex	Mean	Std. Deviation	N
omada 1	male	52,20	1,643	5
	female	61,00	2,236	5
	Total	56,60	4,993	10
omada 2	male	75,80	2,775	5
	female	87,20	2,588	5
	Total	81,50	6,519	10
omada 3	male	97,00	1,581	5
	female	77,60	2,074	5
	Total	87,30	10,371	10
Total	male	75,00	19,038	15
	female	75,27	11,405	15
	Total	75,13	15,420	30

Από την εφαρμογή του **τεστ πολλαπλών συγκρίσεων LSD** διαπιστώθηκε ότι

... στην ομάδα_1

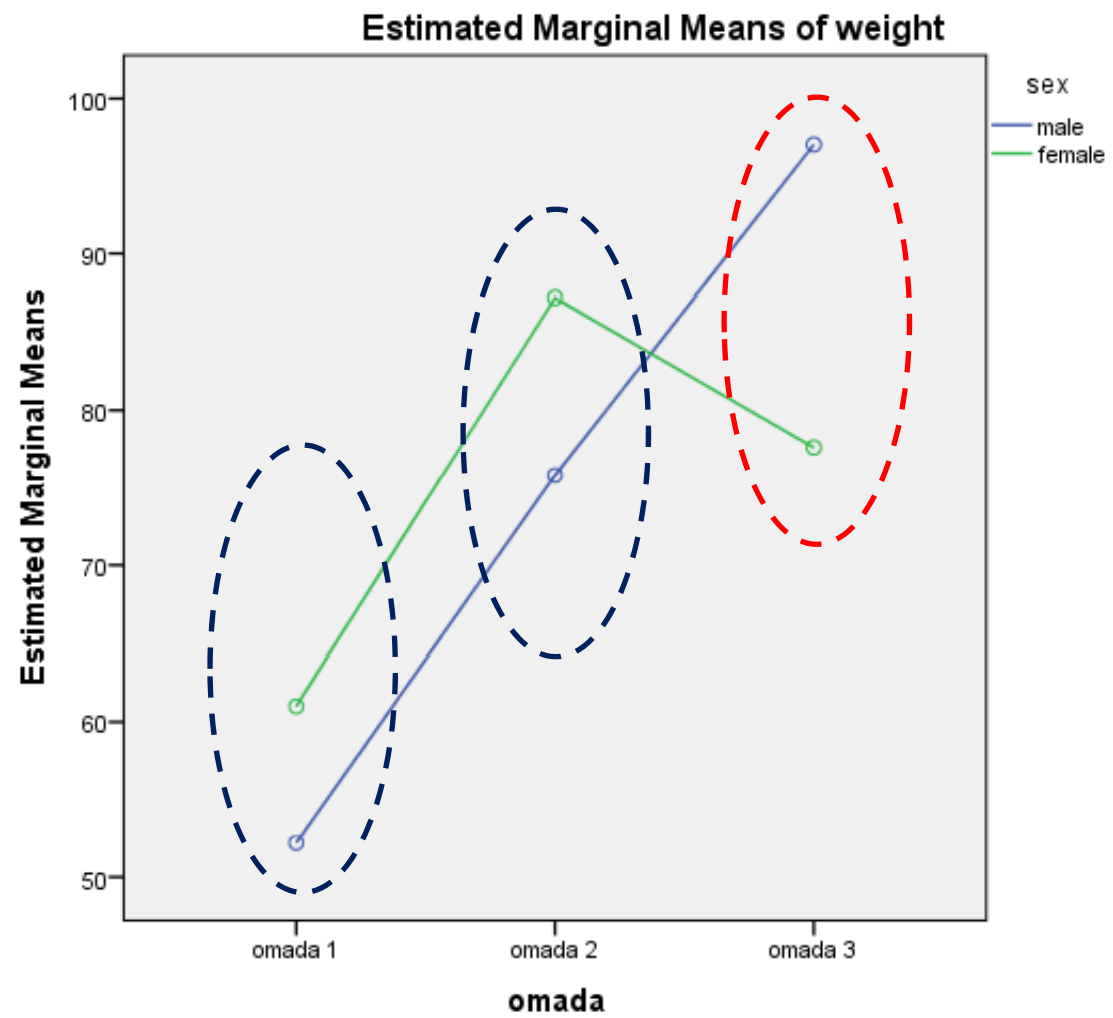
τα αγόρια (**52.20 ± 1.643 kg**) είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερο σωματικό βάρος από τα κορίτσια (**61.00 ± 2.236 kg**),

... στην ομάδα_2

τα αγόρια (**75.80 ± 2.775 kg**) επίσης είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερο σωματικό βάρος από τα κορίτσια (**87.20 ± 2.588 kg**),

...ενώ στην ομάδα_3

τα αγόρια (**97.00 ± 1.581 kg**) είχαν στατιστικά σημαντικά **μεγαλύτερο** σωματικό βάρος από τα κορίτσια (**77.60 ± 2.074 kg**).



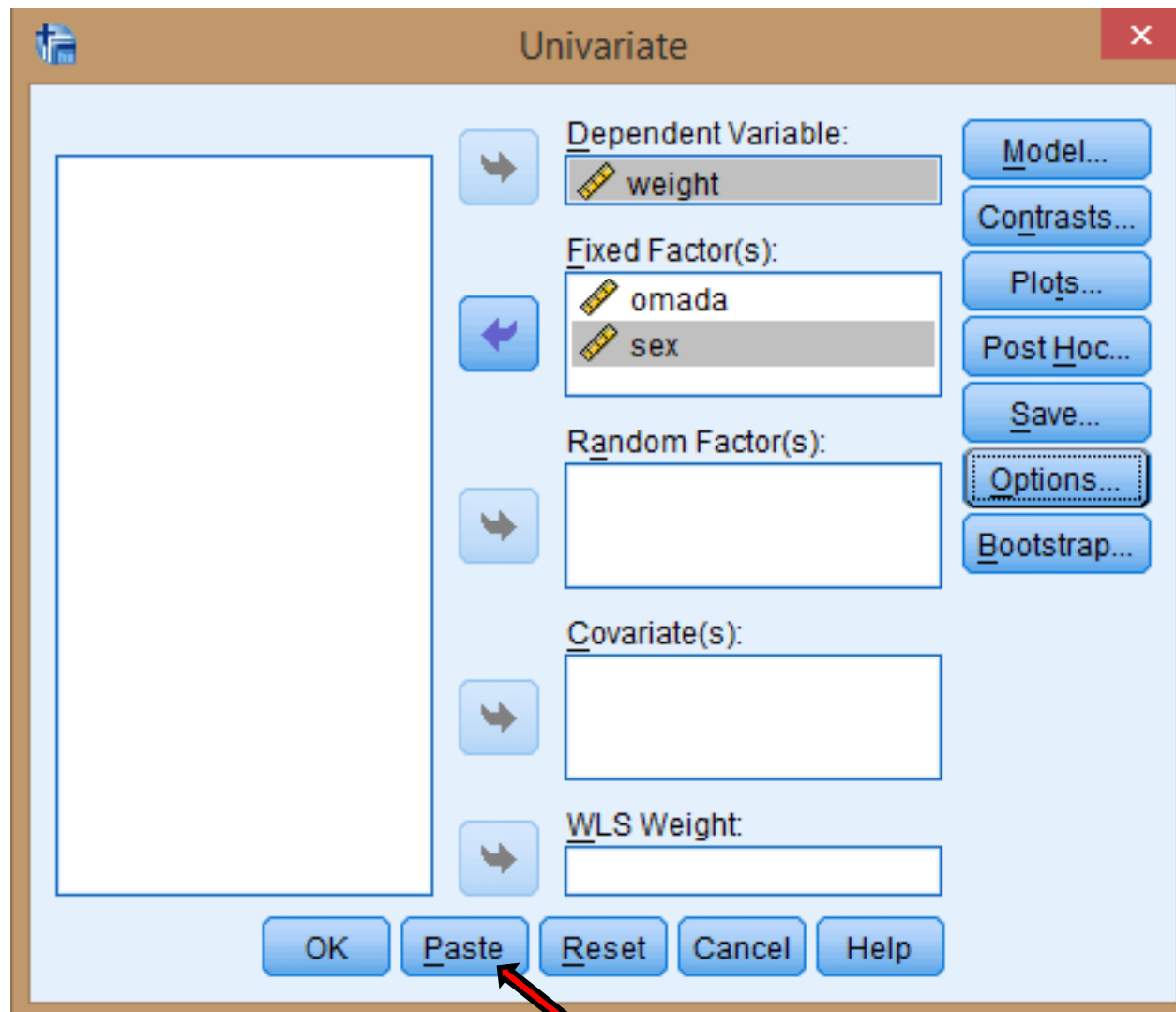
Για να
αναλυθεί η επίδραση (simple main effect) του παράγοντα «**ομάδα**» (ομάδα_1, ομάδα_2 και ομάδα_3)
σε κάθε μία από τις βαθμίδες του παράγοντα «**φύλο**»

Descriptive Statistics

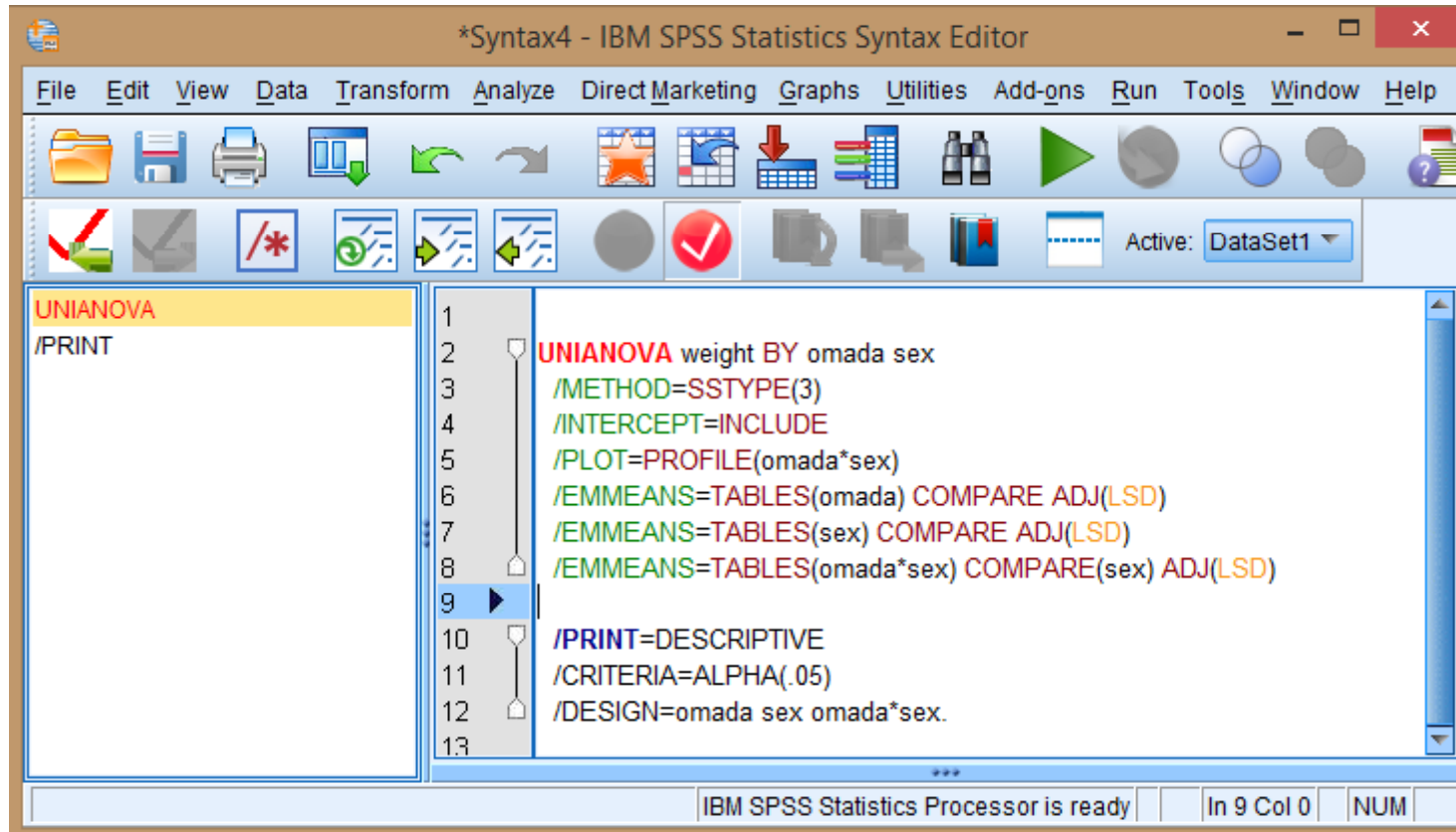
Dependent Variable: weight

omada	sex	Mean	Std. Deviation	N
omada 1	male	52,20	1,643	5
	female	61,00	2,236	5
	Total	56,60	4,993	10
omada 2	male	75,80	2,775	5
	female	87,20	2,588	5
	Total	81,50	6,519	10
omada 3	male	97,00	1,581	5
	female	77,60	2,074	5
	Total	87,30	10,371	10
Total	male	75,00	19,038	15
	female	75,27	11,405	15
	Total	75,13	15,420	30

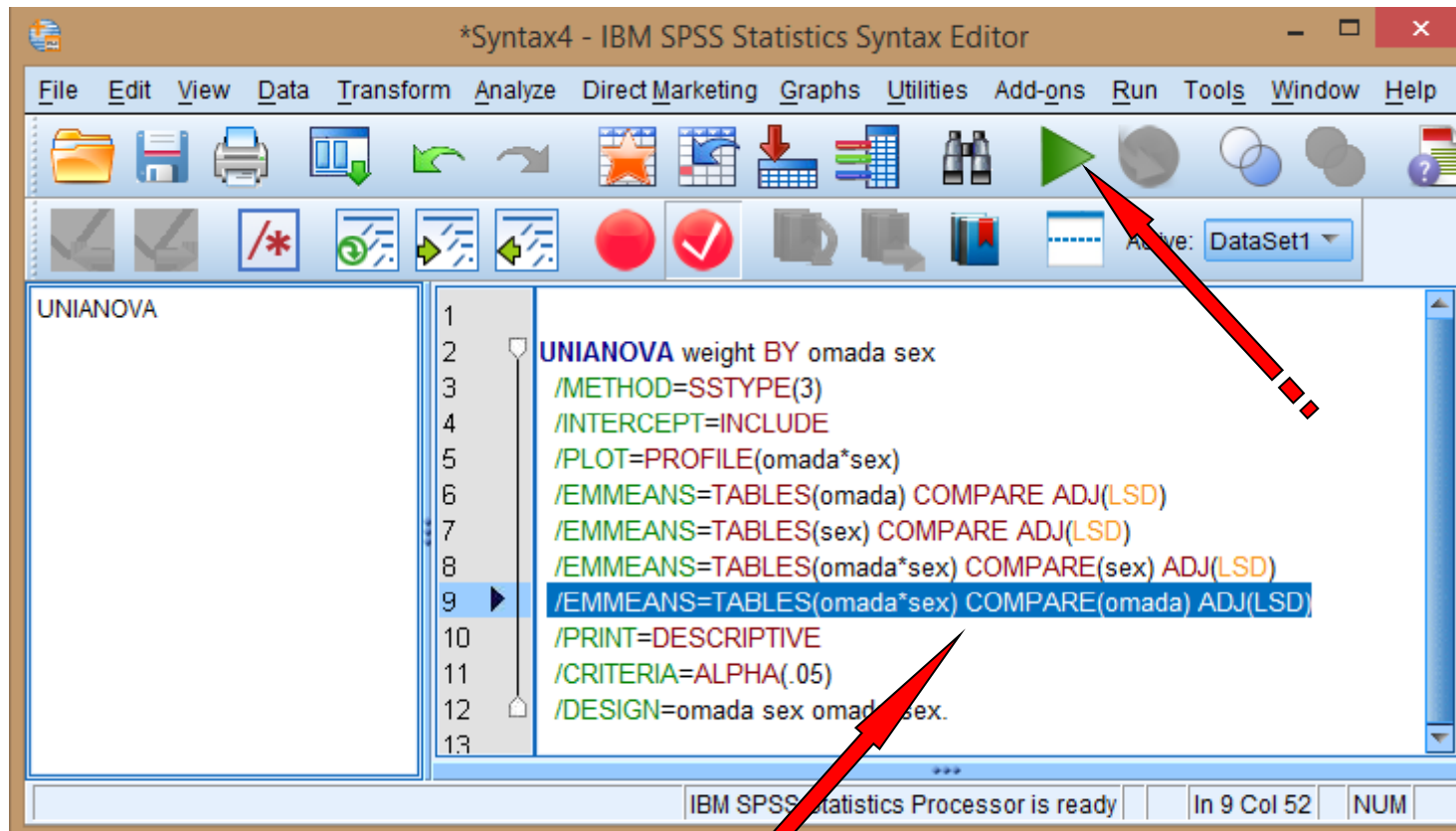
Δηλαδή
 αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των ομάδων (ομάδα_1, ομάδα_2 και ομάδα_3)
σε κάθε μία ξεχωριστά από τις βαθμίδες του παράγοντα «φύλο» (αγόρια, κορίτσια)



Paste



N802_D05_05_Two Way ANOVA_(interaction)_Syntax1



πληκτρολογούμε την εντολή **COMPARE (omada) ADJ (LSD)** για να αναλυθεί η επίδραση (simple main effect) του παράγοντα «ομάδα» σε κάθε μία από τις βαθμίδες του παράγοντα «φύλο»

4. omada * sex

Estimates

Dependent Variable: weight

omada	sex	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
omada 1	male	52,200	,981	50,174	54,226
	female	61,000	,981	58,974	63,026
omada 2	male	75,800	,981	73,774	77,826
	female	87,200	,981	85,174	89,226
omada 3	male	97,000	,981	94,974	99,026
	female	77,600	,981	75,574	79,626

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: weight

sex	(I) omada	(J) omada	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
male	omada 1	omada 2	-23,600*	1,388	,000	-26,465	-20,735
		omada 3	-44,800*	1,388	,000	-47,665	-41,935
	omada 2	omada 1	23,600*	1,388	,000	20,735	26,465
		omada 3	-21,200*	1,388	,000	-24,065	-18,335
	omada 3	omada 1	44,800*	1,388	,000	41,935	47,665
		omada 2	21,200*	1,388	,000	18,335	24,065
female	omada 1	omada 2	-26,200*	1,388	,000	-29,065	-23,335
		omada 3	-16,600*	1,388	,000	-19,465	-13,735
	omada 2	omada 1	26,200*	1,388	,000	23,335	29,065
		omada 3	9,600*	1,388	,000	6,735	12,465
	omada 3	omada 1	16,600*	1,388	,000	13,735	19,465
		omada 2	-9,600*	1,388	,000	-12,465	-6,735

Based on estimated marginal means

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

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: weight

sex		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
male	Contrast	5022,400	2	2511,200	521,356	,000
	Error	115,600	24	4,817		
female	Contrast	1756,933	2	878,467	182,381	,000
	Error	115,600	24	4,817		

Each F tests the simple effects of omada within each level combination of the other effects shown. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

**Αναλύοντας την αλληλεπίδραση
για την κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «φύλο» (αγόρια, κορίτσια)
διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα»
σε όλες τις βαθμίδες**

αγόρια: $F_{(2,24)} = 521.356; p = 0.000 < 0.05$

κορίτσια: $F_{(2,24)} = 182.381; p = 0.000 < 0.05$

... καθώς ο παράγοντας «ομάδα» έχει πάνω από 2 βαθμίδες, (έχει 3 βαθμίδες) ...

για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών
μεταξύ των βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» ξεχωριστά σε κάθε βαθμίδα του παράγοντα «φύλο»
πρέπει να εφαρμοστεί κάποιο τεστ πολλαπλών συγκρίσεων ...

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: weight

sex	(I) omada	(J) omada	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
male	omada 1	omada 2	-23,600	1,388	,000	-26,465	-20,735
		omada 3	-44,800*	1,388	,000	-47,665	-41,935
	omada 2	omada 1	23,600*	1,388	,000	20,735	26,465
		omada 3	-21,200*	1,388	,000	-24,065	-18,335
	omada 3	omada 1	44,800*	1,388	,000	41,935	47,665
		omada 2	21,200*	1,388	,000	18,335	24,065
female	omada 1	omada 2	-26,200	1,388	,000	-29,065	-23,335
		omada 3	-16,600*	1,388	,000	-19,465	-13,735
	omada 2	omada 1	26,200*	1,388	,000	23,335	29,065
		omada 3	9,600*	1,388	,000	6,735	12,465
	omada 3	omada 1	16,600*	1,388	,000	13,735	19,465
		omada 2	-9,600*	1,388	,000	-12,465	-6,735

Based on estimated marginal means

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

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Όπου υπάρχει
στατιστικά
σημαντική
διαφορά
υπάρχει
αστεράκι (*) ...

... και
το αντίστοιχο
επίπεδο
σημαντικότητας
(Sig.)
είναι μικρότερο
από 0.05

Descriptive Statistics

Dependent Variable: weight

omada	sex	Mean	Std. Deviation	N
omada 1	male	52,20	1,643	5
	female	61,00	2,236	5
	Total	56,60	4,993	10
omada 2	male	75,80	2,775	5
	female	87,20	2,588	5
	Total	81,50	6,519	10
omada 3	male	97,00	1,581	5
	female	77,60	2,074	5
	Total	87,30	10,371	10
Total	male	75,00	19,038	15
	female	75,27	11,405	15
	Total	75,13	15,420	30

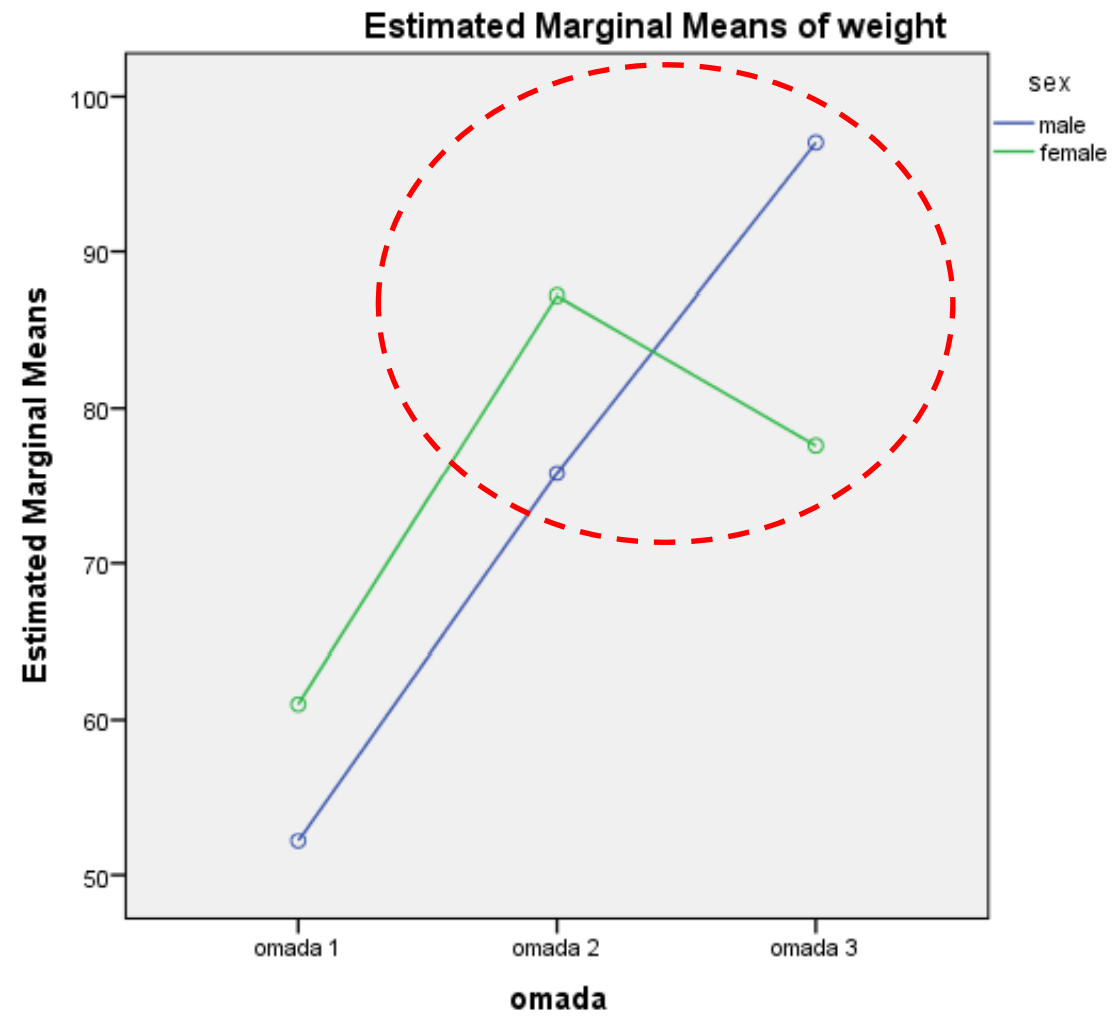
Από την εφαρμογή του **τεστ πολλαπλών συγκρίσεων LSD** διαπιστώθηκε ότι

... τα αγόρια

της ομάδας_1 (**52.20 ± 1.643 kg**), είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερο σωματικό βάρος από τα αγόρια της ομάδας_2 (**75.80 ± 2.775 kg**) και αυτά από τα αγόρια της ομάδας_3 (**97.00 ± 1.581 kg**).

... τα κορίτσια

της ομάδας_1 (**61.00 ± 2.236 kg**), είχαν στατιστικά σημαντικά μικρότερο σωματικό βάρος από τα κορίτσια της ομάδας_2 (**87.20 ± 2.588 kg**) και από τα κορίτσια της ομάδας_3 (**77.60 ± 2.074 kg**),
ενώ τα κορίτσια της ομάδας_3 είχαν μικρότερο βάρος από τα κορίτσια της ομάδας_2.



Ερωτήσεις ;

