



Two-way ANOVA without interaction

Ανάλυση διασποράς δύο παραγόντων χωρίς αλληλεπίδραση

Ζιντζαράς Ηλίας, M.Sc., Ph.D.

Καθηγητής Βιομαθηματικών-Βιομετρίας

Εργαστήριο Βιομαθηματικών

Τμήμα Ιατρικής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Institute for Clinical Research and Health Policy Studies

Tufts University School of Medicine

Boston, MA, USA

Θεόδωρος Μπρότσης, MSc, PhD

Εντεταλμένος Διδάσκων

(<http://biomath.med.uth.gr>)

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Email: tmprotsis@uth.gr

Σύγκριση επίδρασης τριών φαρμάκων στον αριθμό
λεμφοκυττάρων σε ποντίκια





Παράδειγμα




Σε ένα πείραμα για να συγκρίνουμε την επίδραση τριών φαρμάκων στον αριθμό λεμφοκυττάρων σε ποντίκια, χρησιμοποιήθηκε ένας σχεδιασμός με τρία ποντίκια από τέσσερα διαφορετικά κλουβιά.




	Cages (κλουβιά)			
Drugs	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)
a (1)	7.1	6.1	6.9	5.6
b (2)	6.7	5.0	5.9	5.1
c (3)	6.6	5.4	5.8	5.2



Εισαγωγή δεδομένων και ρύθμιση μεταβλητών

- Εισάγετε τα δεδομένα της άσκησης στο **Data View**.
- Μία μεταβλητή αντιπροσωπεύει τα κλουβιά (**cages**), μία άλλη τα φάρμακα και μία άλλη τον αντίστοιχο αριθμό λεμφοκυττάρων
- Μετά ονομάστε τις μεταβλητές **cages**, **drugs** και **cells**, αντίστοιχα, μέσα από το **Variable View**.

	 drugs	 cages	 cells
1	1	1	7.10
2	1	2	6.10
3	1	3	6.90
4	1	4	5.60
5	2	1	6.70
6	2	2	5.00
7	2	3	5.90
8	2	4	5.10
9	3	1	6.60
10	3	2	5.40
11	3	3	5.80
12	3	4	5.20

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	drugs	Numeric	8	0		None	None	8	☰ Right	 Nominal	↘ Input
2	cages	Numeric	8	0		None	None	8	☰ Right	 Nominal	↘ Input
3	cells	Numeric	8	2		None	None	8	☰ Right	 Scale	↘ Input



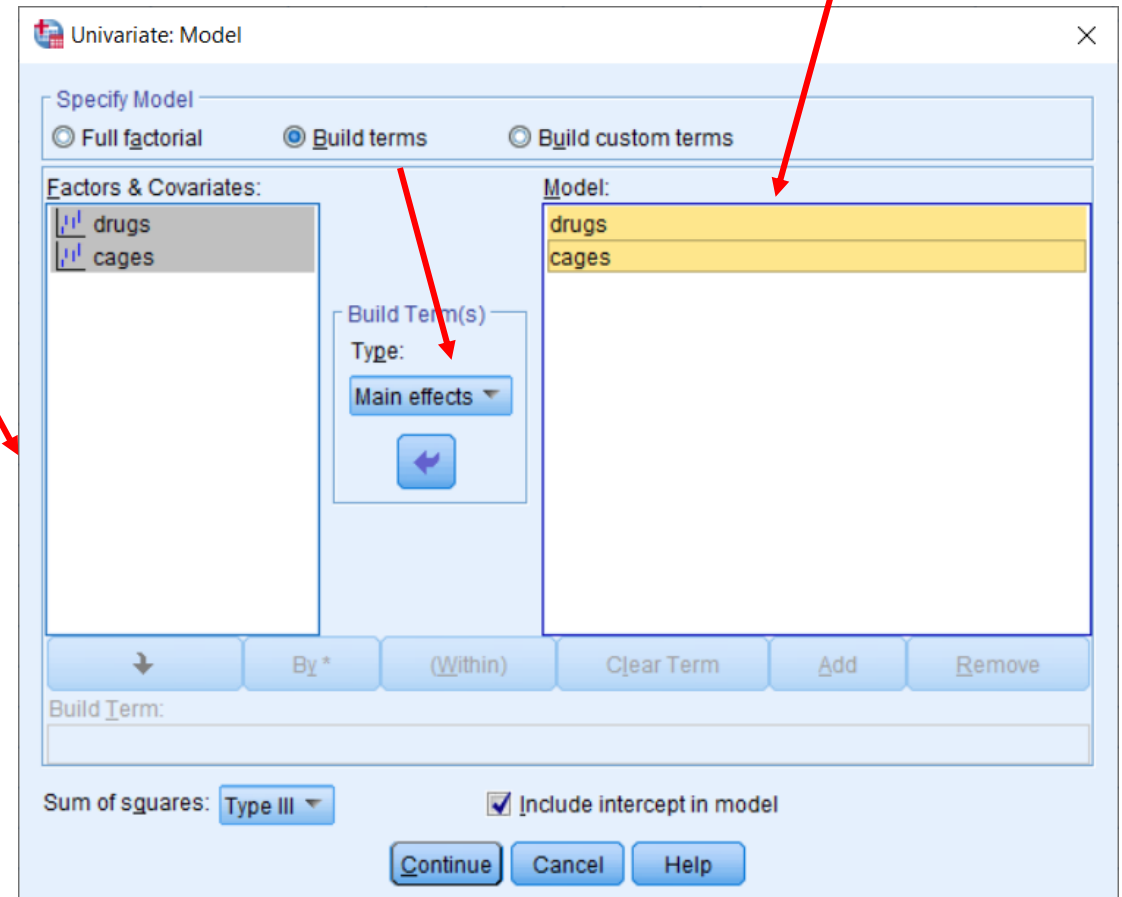
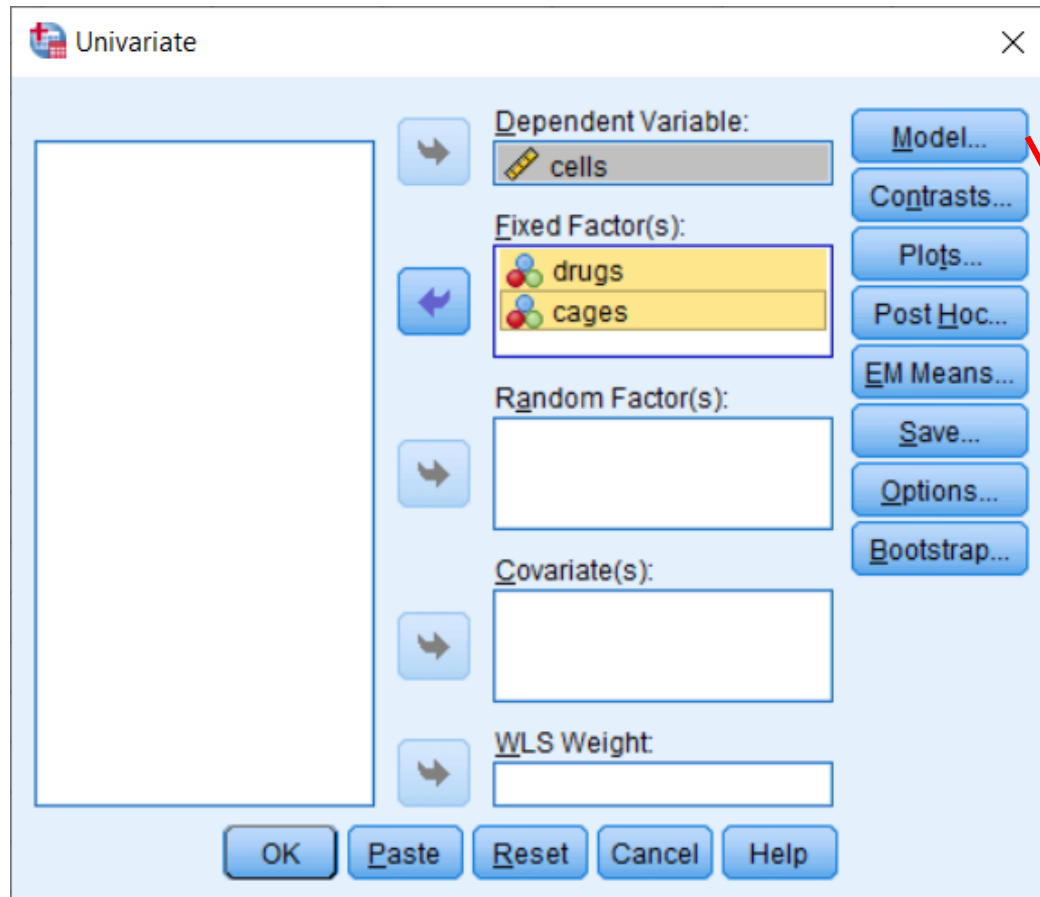
Εκτέλεση της two-way ANOVA

Για να αναλύσετε τα δεδομένα επιλέξτε **Analyze -> General Linear Model -> Univariate**

The screenshot shows the SPSS software interface. The 'Analyze' menu is open, and the 'General Linear Model' option is selected. The 'Univariate...' option is highlighted in the sub-menu. The data view shows a table with columns 'drugs' and 'cages' and rows 1 through 6.

	drugs	cages
1	1	1
2	1	2
3	1	3
4	1	4
5	2	1
6	2	2

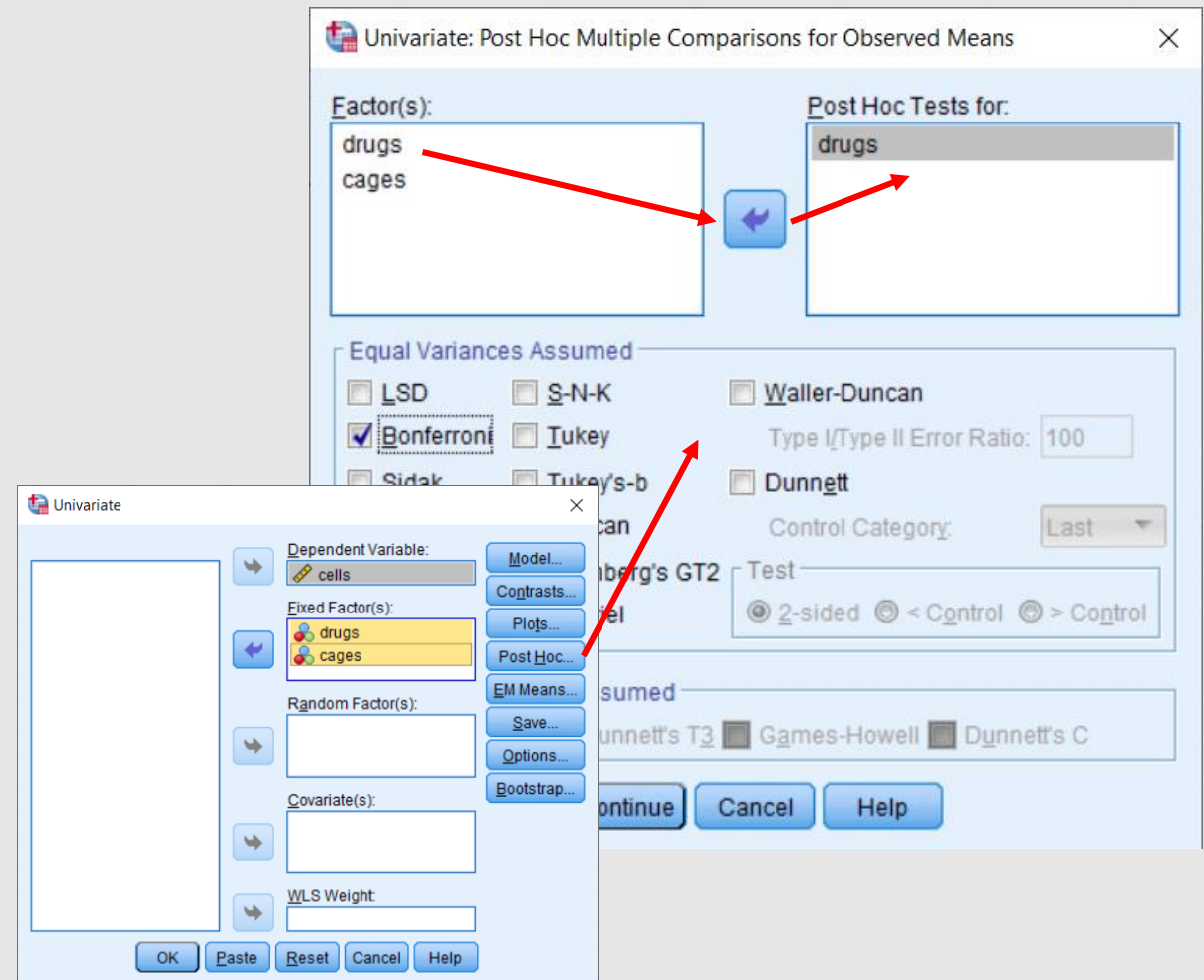
- Δηλώστε ως **Dependent Variable** τη μεταβλητή **cells** και σαν **Fixed Factor(s)** τις μεταβλητές **cages** και **drugs**
- Επιλέξτε **Model**. Τοποθετείστε τις μεταβλητές **cages** και **drugs** μέσα στην περιοχή του **Model** και στο **Build Terms** επιλέξτε **Main effects**. Πατήστε **Continue**.





Post Hoc - Bonferroni

- Επιλέξτε την επιλογή **Post Hoc** και τοποθετήστε στο παράθυρο που θα εμφανισθεί μέσα στο πεδίο **Post Hoc Tests for:** την μεταβλητή **drugs**
- Κατόπιν επιλέξτε την επιλογή **Bonferroni**
- Τέλος επιλέξτε το **Continue** και μετά **OK** για να δείτε τα αποτελέσματα της ανάλυσής σας





Συμπέρασμα

- Τα αποτελέσματα που υποδεικνύουν εάν οι ανεξάρτητες μεταβλητές (dugs και cages) είναι στατιστικά σημαντικές, εμφανίζονται στον πίνακα **Tests of Between-Subjects Effects**
- Ενδιαφερόμαστε για την γραμμή drugs
- Καθώς το **p-value (Sig.)** είναι μικρότερο από 0.05, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στον μέσο αριθμό λεμφοκυττάρων μεταξύ των φαρμάκων a, b και c

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5.595 ^a	5	1.119	24.415	.001
Intercept	424.830	1	424.830	9269.018	.000
drugs	1.365	2	.683	14.891	.005
cages	4.230	3	1.410	30.764	.000
Error	.275	6	.046		
Total	430.700	12			
Corrected Total	5.870	11			



Post Hoc Tests

- Ο πίνακας **Post Hoc Tests** δείχνει τις επιμέρους συγκρίσεις μεταξύ των ομάδων
- Η διαφορά μεταξύ των μέσων αριθμών λεμφοκυττάρων των φαρμάκων **1** και **2** είναι στατιστικά σημαντική, $p=0.008$ ($p<0.05$), και το 95% CI της διαφοράς βρίσκεται μεταξύ των ορίων 0.2523 και 1.2477, το οποίο δεν περιέχει το μηδέν
- Αντίστοιχη διαφορά παρατηρείται και μεταξύ του 1^{ου} και 3^{ου} φαρμάκου

Post Hoc Tests

Drugs

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Cells

Bonferroni

(I) Drugs	(J) Drugs	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	.7500*	.15138	.008	.2523	1.2477
	3	.6750*	.15138	.013	.1773	1.1727
2	1	-.7500*	.15138	.008	-1.2477	-.2523
	3	-.0750	.15138	1.000	-.5727	.4227
3	1	-.6750*	.15138	.013	-1.1727	-.1773
	2	.0750	.15138	1.000	-.4227	.5727

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .046.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



Πρακτική Άσκηση

Για να μελετηθεί η επίδραση του καπνίσματος και του είδους της άσκησης στη φυσική κατάσταση του ατόμου, μετρήθηκε ο χρόνος (σε min) έως ότου ο οργανισμός να φτάσει στη μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου κατά τη διάρκεια της άσκησης. Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω σχεδιασμός:

	<i>Ποδήλατο</i>	<i>Τρέξιμο</i>	<i>Περπάτημα</i>
<i>Μη καπνιστές</i>	12.4	22.7	16.7
<i>Μέτριοι καπν.</i>	10.8	20.2	15.7
<i>Καπνιστές</i>	8.4	16.4	14.6



Two-way ANOVA with interaction

Ανάλυση διασποράς δύο παραγόντων με αλληλεπίδραση

Ζιντζαράς Ηλίας, M.Sc., Ph.D.

Καθηγητής Βιομαθηματικών-Βιομετρίας

Εργαστήριο Βιομαθηματικών

Τμήμα Ιατρικής

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Institute for Clinical Research and Health Policy Studies

Tufts University School of Medicine

Boston, MA, USA

Θεόδωρος Μπρότσης, MSc, PhD

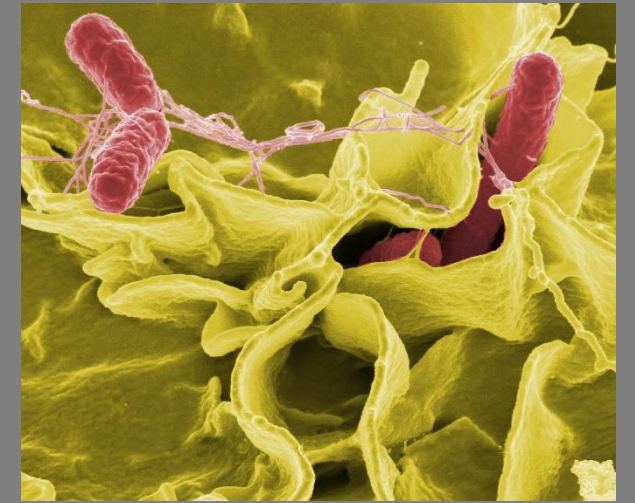
Εντεταλμένος Διδάσκων

(<http://biomath.med.uth.gr>)

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Email: tmprotsis@uth.gr

Αλληλεπίδραση του σορβικού οξέος (sa) και του pH του νερού στην επιβίωση της σαλμονέλας





Παράδειγμα

Για να ερευνήσουμε την επίδραση του σορβικού οξέος (sa) και του pH του νερού στην επιβίωση της σαλμονέλας, χρησιμοποιήσαμε

- τρία επίπεδα pH (5.0, 5.5, 6.0) και
- δύο επίπεδα σορβικού οξέος (0, 100 p.p.m.).

Για τον κάθε συνδυασμό sa και pH υπάρχουν τρεις παρατηρήσεις.




Μία εβδομάδα μετά μετρήθηκε η ποσότητα σαλμονέλας που επιβίωσε ($\log(\text{πυκνότητα/ml})$).

	ph		
sa	6.0 (1)	5.5 (2)	5.0 (3)
0 (1)	8.2 8.4 8.3	5.9 6.0 6.1	4.3 4.3 4.2
100 (2)	7.6 7.8 7.6	5.0 5.3 5.8	4.1 4.4 4.2



Εισαγωγή δεδομένων

Εισάγουμε τα δεδομένα στο **Data View** και ...

	 sa	 ph	 salmonel
1	1	1	8.20
2	1	1	8.40
3	1	1	8.30
4	1	2	5.90
5	1	2	6.00
6	1	2	6.10
7	1	3	4.30
8	1	3	4.30
9	1	3	4.20
10	2	1	7.60
11	2	1	7.80
12	2	1	7.60
13	2	2	5.00
14	2	2	5.30
15	2	2	5.80
16	2	3	4.10
17	2	3	4.40
18	2	3	4.20




Ρύθμιση μεταβλητών

... ορίζουμε τις μεταβλητές στο **Variable View**

*Untitled1 [DataSet0] - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Extensions Window Help



	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	sa	Numeric	1	0	sorbic acid	None	None	8	Right	Nominal	Input
2	ph	Numeric	1	0	ph	{1, 6.0}...	None	8	Right	Nominal	Input
3	salomonel	Numeric	8	2	quantity of salmonel	None	None	10	Right	Unknown	Input

Value Labels

Value Labels

Value:

Label:

Add Change Remove

1 = "6.0"
2 = "5.5"
3 = "5.0"

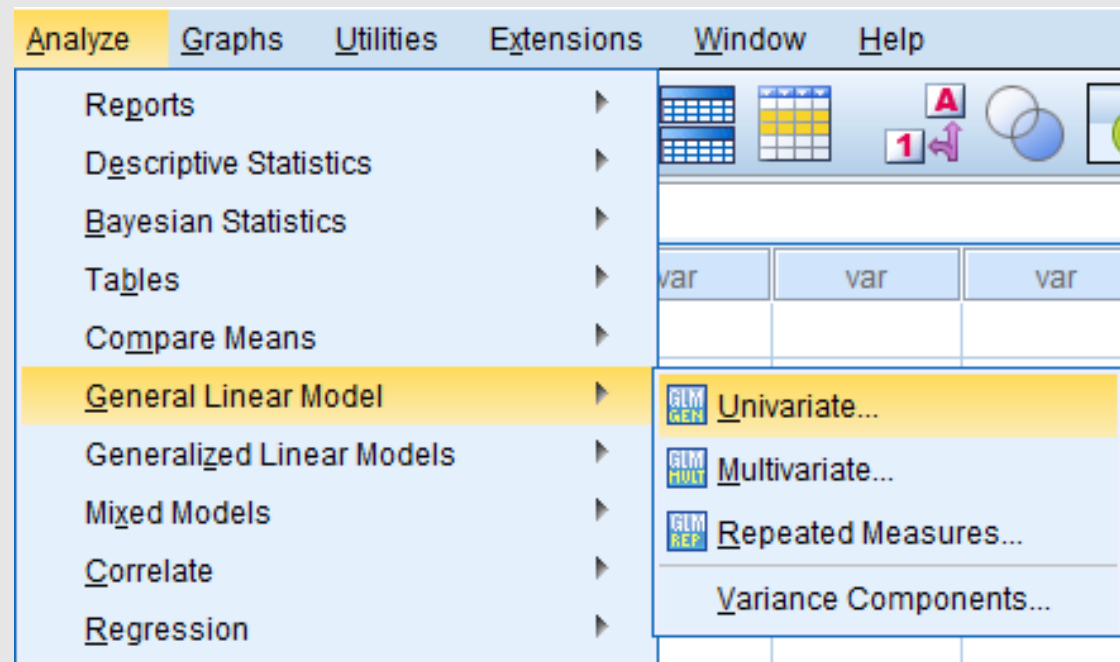
Spelling...

OK Cancel Help

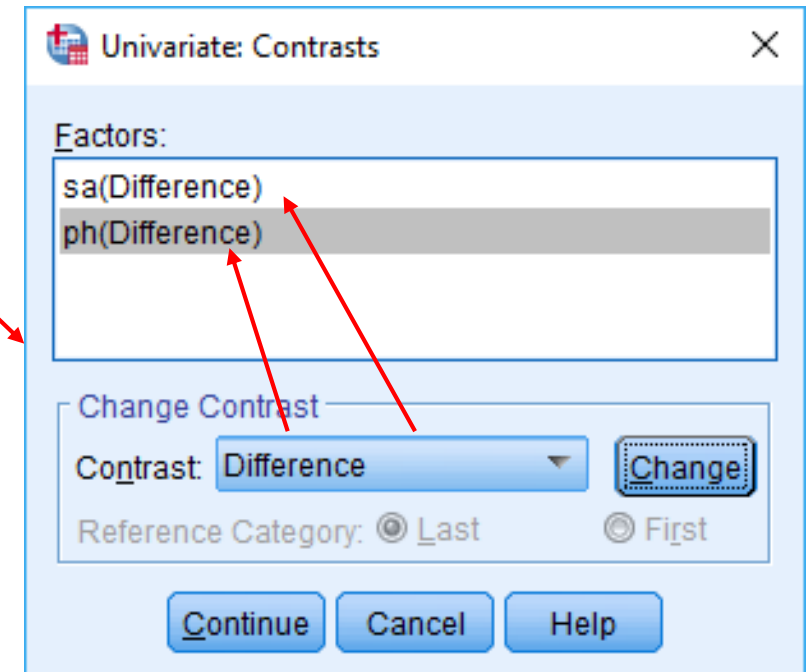
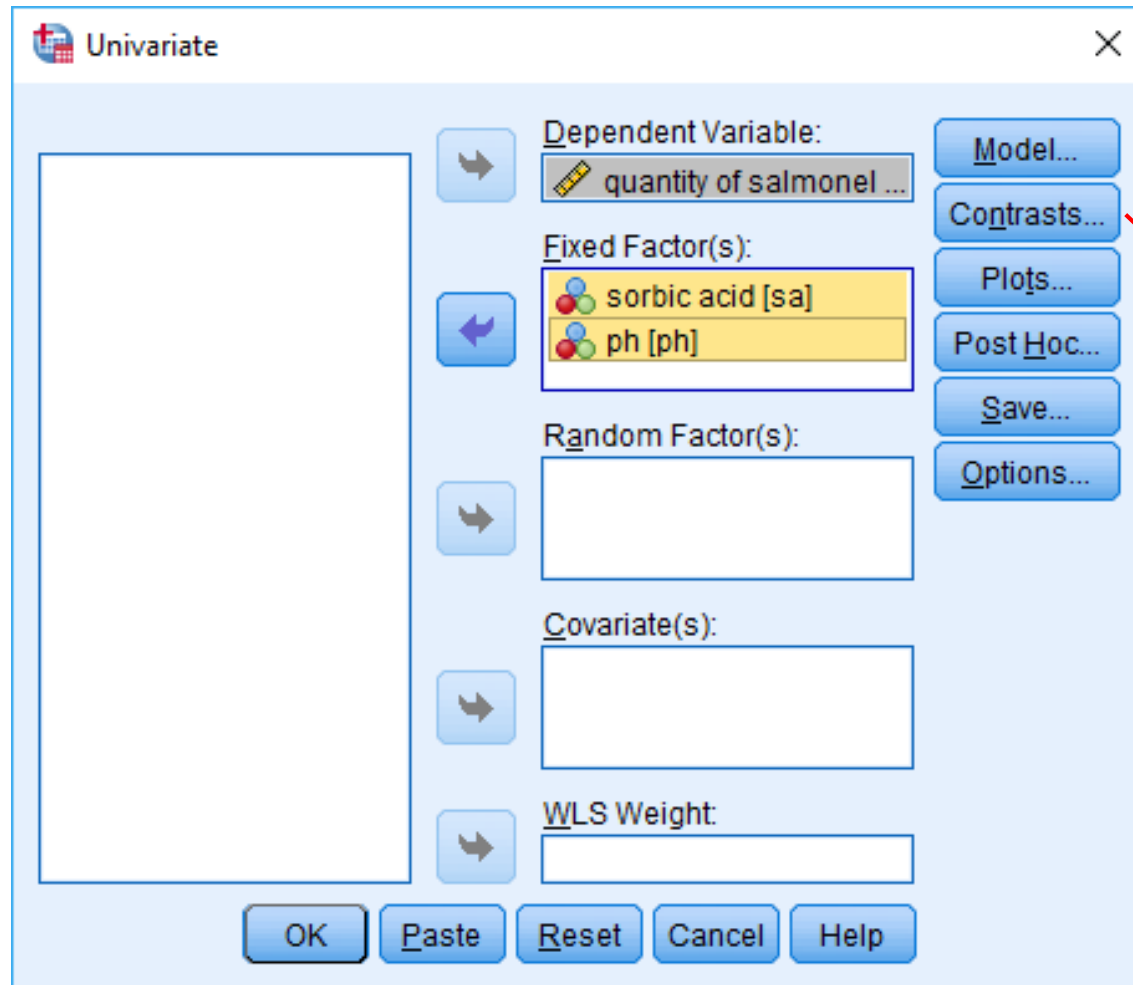


Εκτέλεση της two-way ANOVA

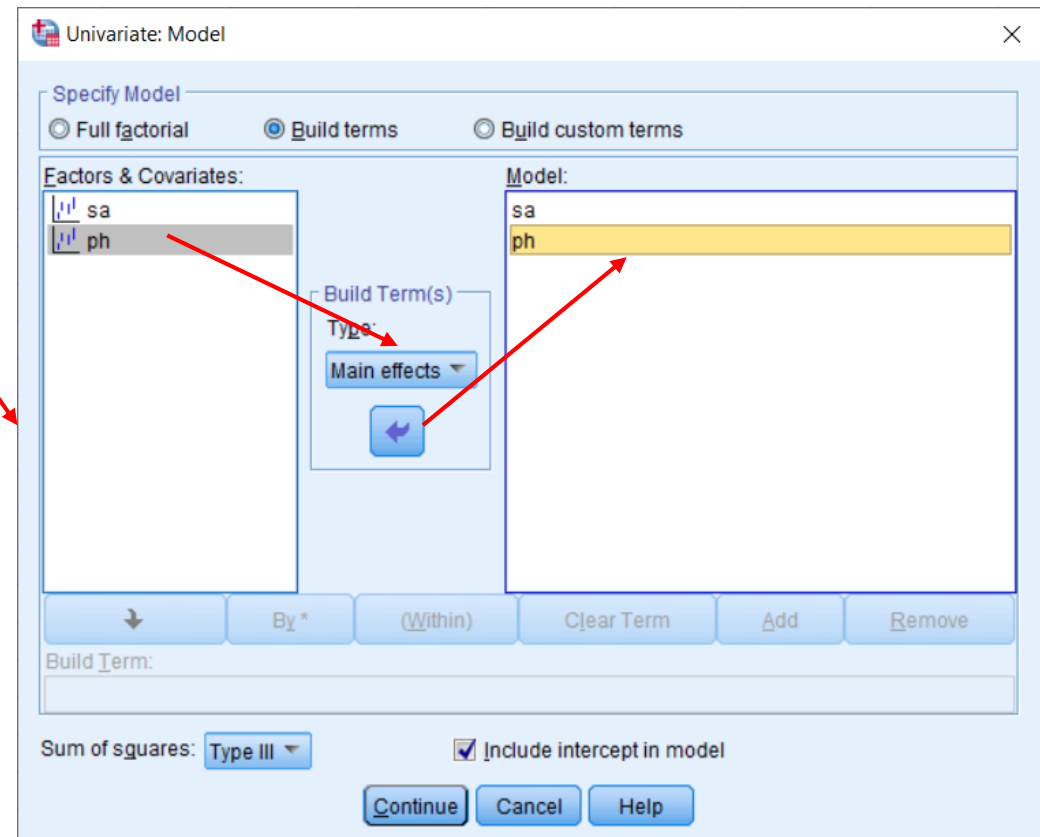
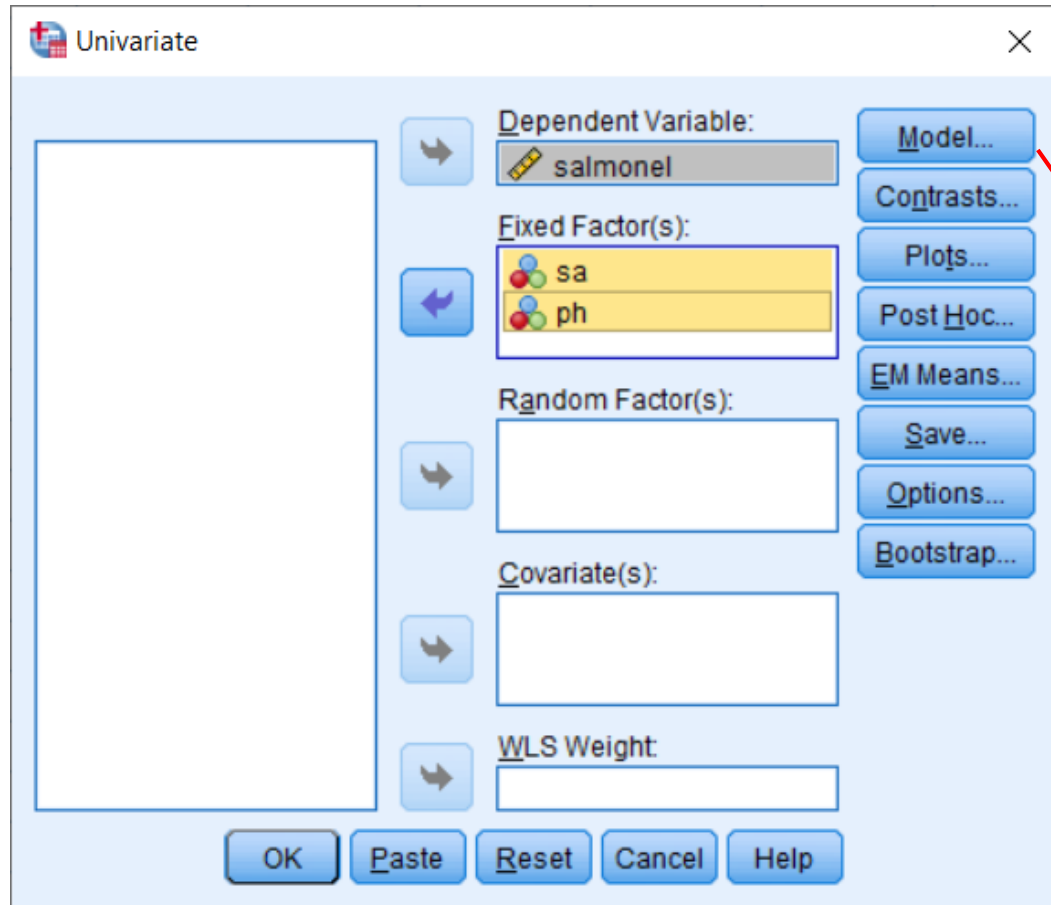
Για να αναλύσετε τα δεδομένα επιλέξτε **Analyze -> General Linear Model -> Univariate**



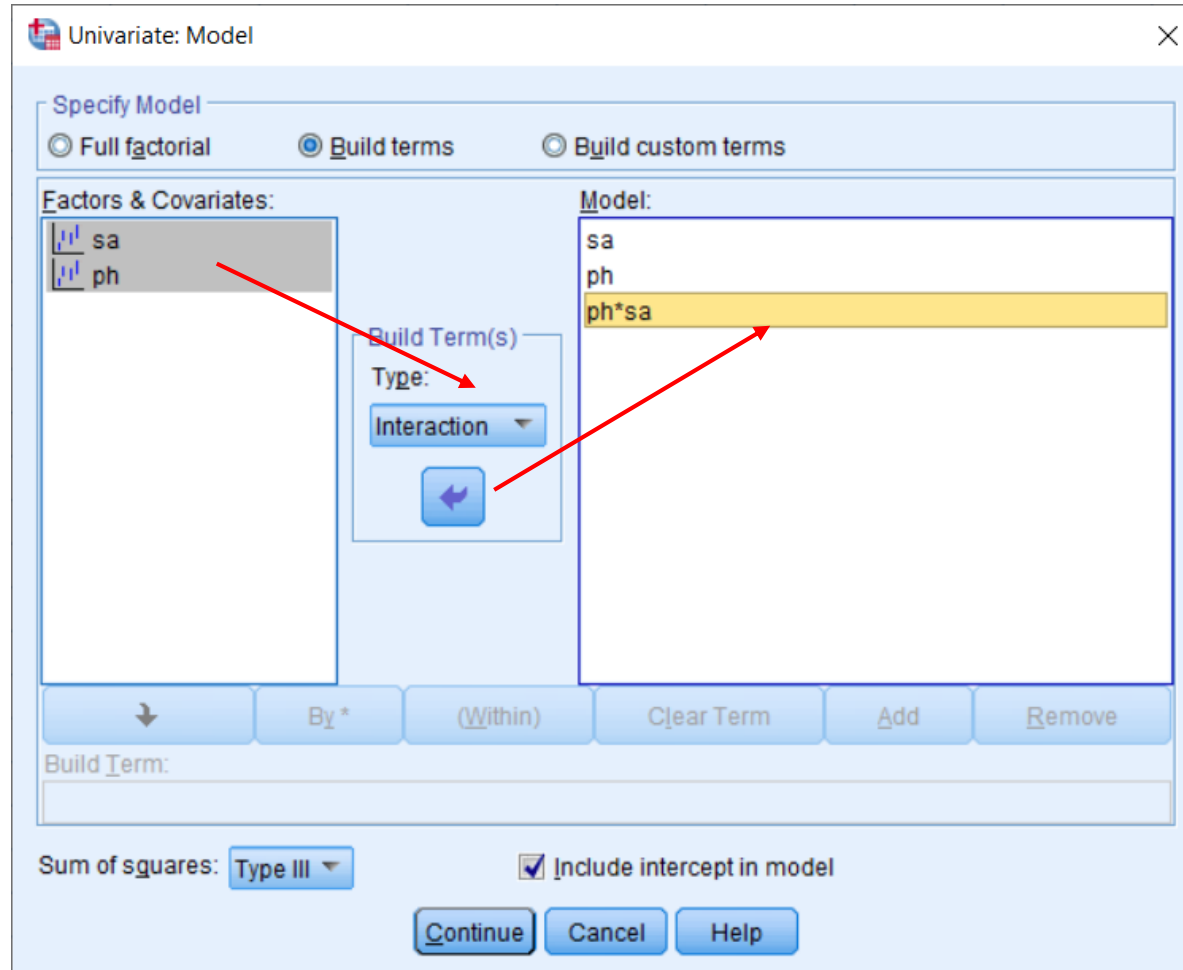
- Δηλώνουμε ως **Dependent Variable** τη μεταβλητή **salomenl** και σαν **Fixed Factor(s)** τις μεταβλητές **sa** και **ph**
- Στην συνέχεια πατάμε **Contrasts**, επιλέγουμε κάθε μεταβλητή χωριστά, πατάμε στο **Contrast Difference** και στην συνέχεια **Change**. Πατάμε, **Continue**.



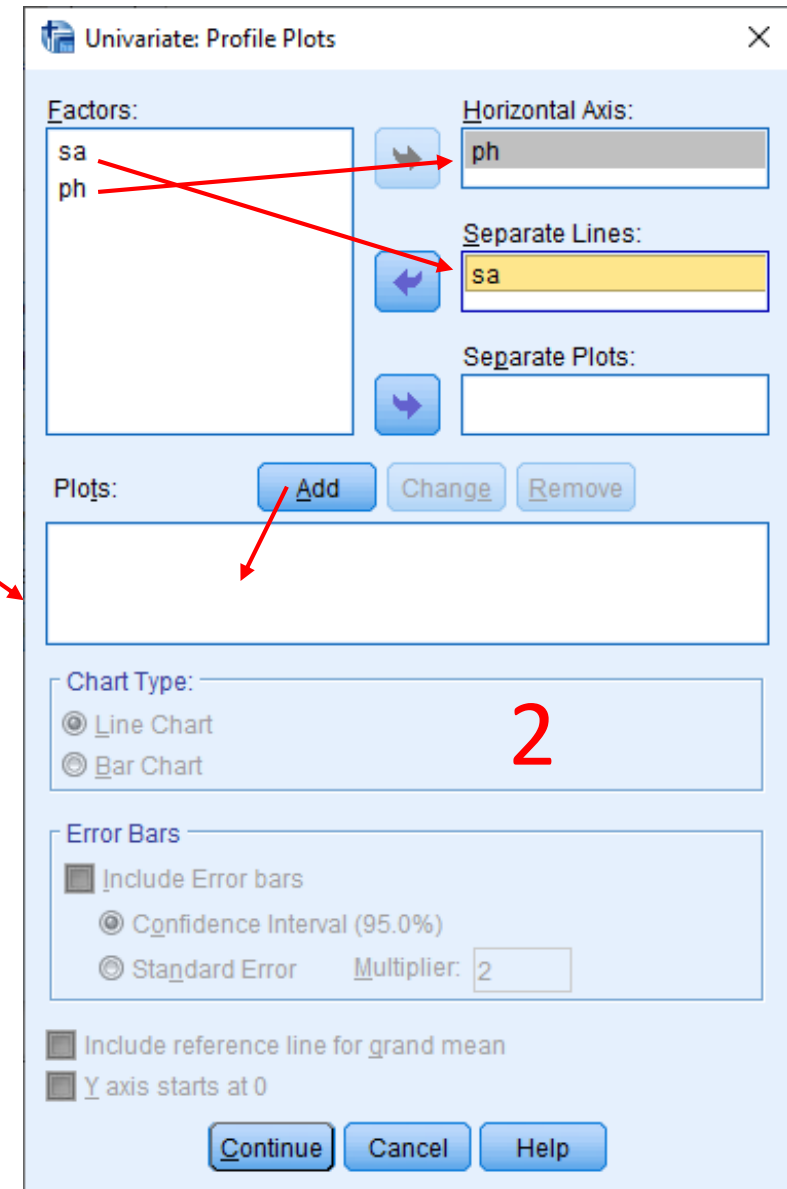
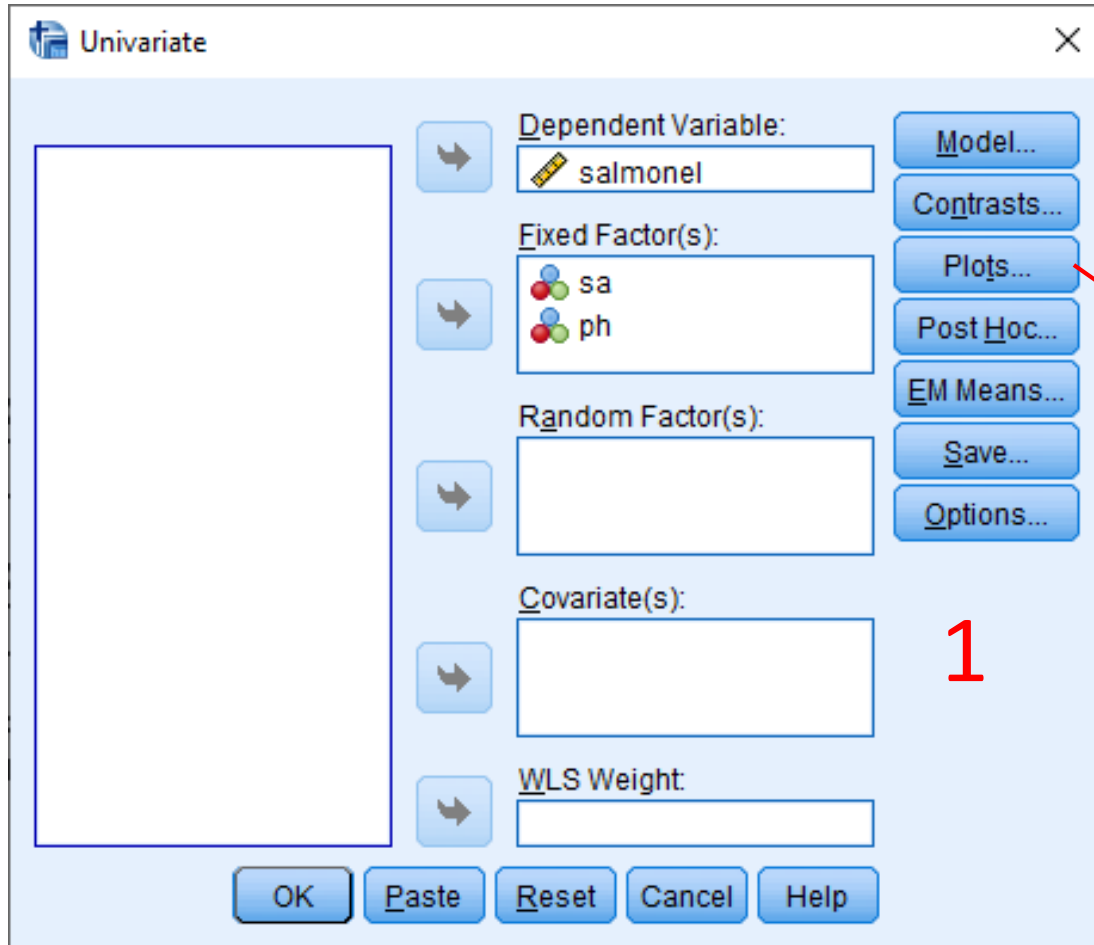
Επιλέγουμε **Model**. Στο **Build terms**, επιλέγουμε κάθε μεταβλητή χωριστά και την μεταφέρουμε στο πλαίσιο **Model** με επιλεγμένο **Type: Main effects**

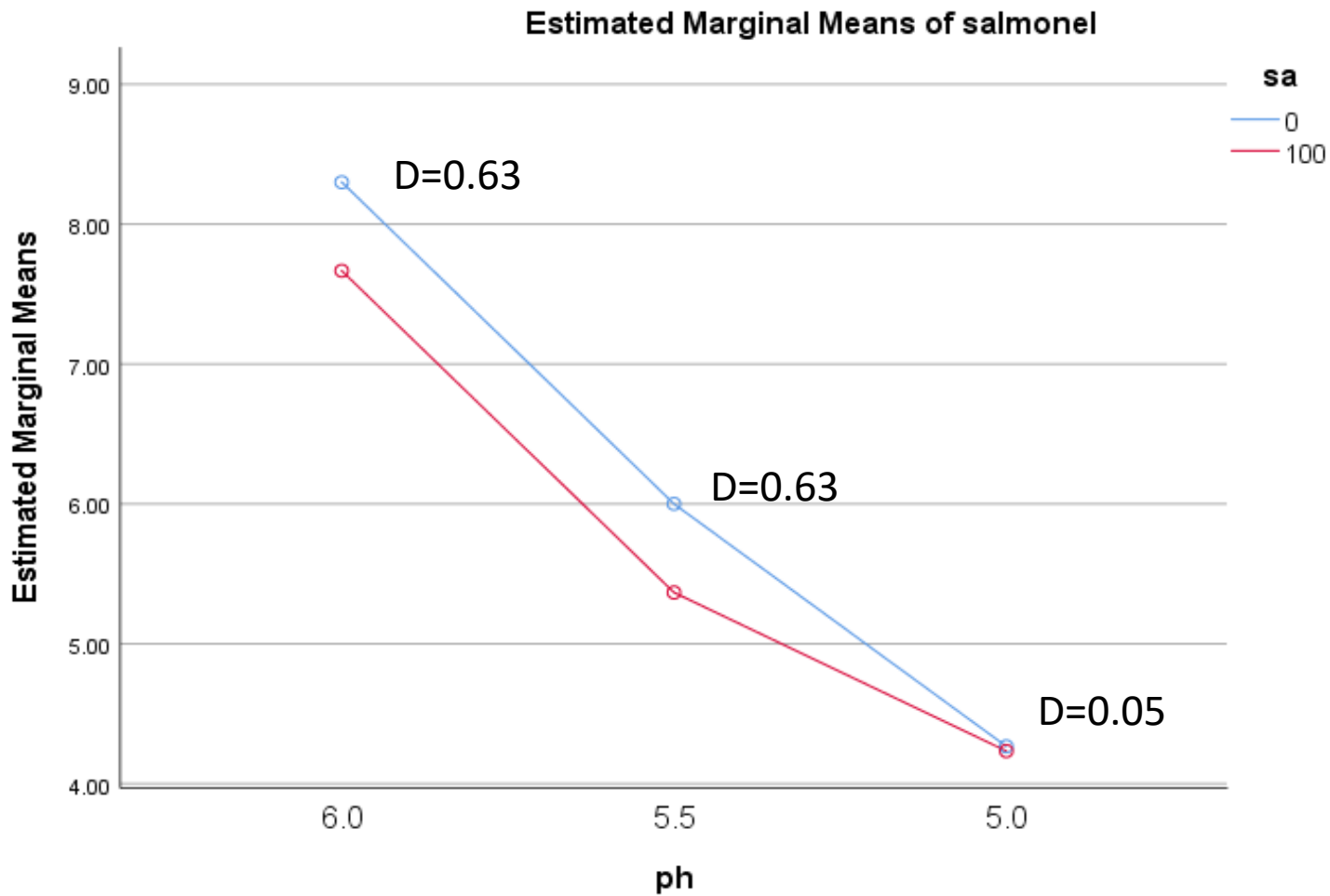


Τέλος επιλέγουμε τις μεταβλητές μαζί, στο **Type: Interaction** και τις μεταφέρουμε και αυτές στο πλαίσιο **Model:**



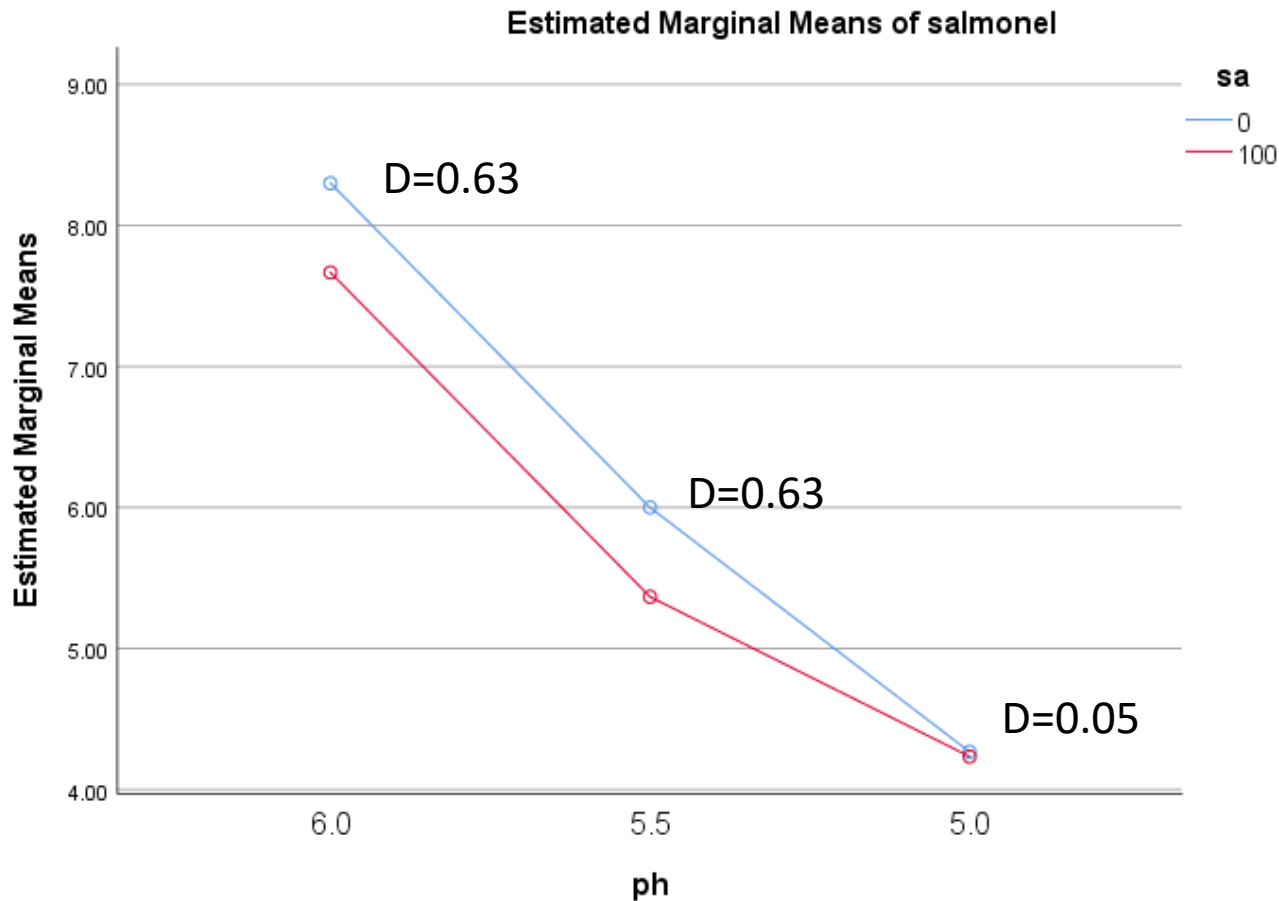
Επιλέγουμε **Plots** (Εικόνα 1) και κάνουμε τις ρυθμίσεις όπως στην Εικόνα 2





- Για το επίπεδο pH 5.5 και 6.0 παρατηρούμε πως έχουμε μεγαλύτερη ποσότητα σαλμονέλας που επιβίωσε στο επίπεδο 0 του sa
- Για το επίπεδο όμως pH 5.0 παρατηρούμε πως δεν έχουμε διαφορά στην ποσότητα σαλμονέλας που επιβίωσε για τα δύο επίπεδα του sa

Τα δύο επίπεδα του sa αυξάνουν σταθερά την επιβίωση της σαλμονέλας σε όλα τα επίπεδα του pH;



Η απάντηση είναι: ΌΧΙ

Αυτό το είδος της κατάστασης ονομάζεται **αλληλεπίδραση**

Η ύπαρξη της αλληλεπίδρασης σημαίνει ότι η διαφορά (D) $sa_0 - sa_{100}$ δεν είναι σταθερή

Αλληλεπίδραση σημαίνει επίσης ότι οι διαφορές (D) διαφέρουν μεταξύ τους

Σε ένα marginal means γράφημα, σαν γενικό κανόνα, κοιτάμε να δούμε αν οι γραμμές ενώνονται ή τείνουν να ενωθούν, οπότε υπάρχει αλληλεπίδραση στατιστικά σημαντική



Συμπέρασμα

- **Η αλληλεπίδραση μεταξύ Sorbic acid (Sa) και pH**
 - Υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των επιδράσεων του sa και του pH στον αριθμό της ποσότητας της σαλμονέλας που επιβίωσε, $F(2, 12) = 4,836$, $p = 0,029$.
- **Κύρια επίδραση σορβικού οξέος**
 - Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η επίδραση του σορβικού οξέος στον αριθμό της ποσότητας της σαλμονέλας που επιβίωσε είναι στατιστικά σημαντική ($p < 0.001$)
- **Κύρια επίδραση pH**
 - Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η επίδραση του pH στον αριθμό της ποσότητας της σαλμονέλας που επιβίωσε είναι επίσης στατιστικά σημαντική ($p < 0.001$)

Σημείωση: Όταν υπάρχει μια στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση, η αναφορά των main effects μπορεί να είναι παραπλανητική. Ως εκ τούτου, θα χρειαστεί να αναφερθούν τα simple main effects (προηγμένο μάθημα στατιστικής).

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	43.769 ^a	5	8.754	235.179	.000
Intercept	642.014	1	642.014	17248.134	.000
sa	.845	1	.845	22.701	.000
ph	42.564	2	21.282	571.761	.000
sa * ph	.360	2	.180	4.836	.029
Error	.447	12	.037		
Total	686.230	18			
Corrected Total	44.216	17			



Πρακτική Άσκηση

The expiratory flow (PEmax) of patients with cystic fibrosis is as follows:

PEmax	BMP	sex
95	high	M
85	low	F
100	low	M
85	low	F
95	high	M
80	low	F
110	high	M
85	low	F
105	high	M
90	high	F
100	low	M

Is there difference in PEmax between the two genders? Is there interaction between BMP and sex in terms of PEmax?