



Two-way ANOVA without interaction

Ανάλυση διασποράς δύο παραγόντων χωρίς αλληλεπίδραση

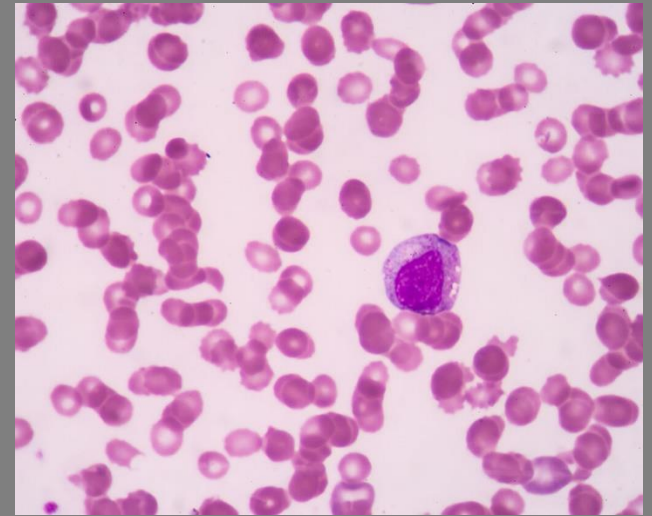
Ζιντζαράς Ηλίας, M.Sc., Ph.D.

*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 Candidate
Ακαδημαϊκός Υπότροφος
(<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 $k=3$ φαρμάκων στον αριθμό λεμφοκυττάρων σε ποντίκια, χρησιμοποιήθηκε ένας σχεδιασμός με 3 ποντίκια από $b=4$ 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

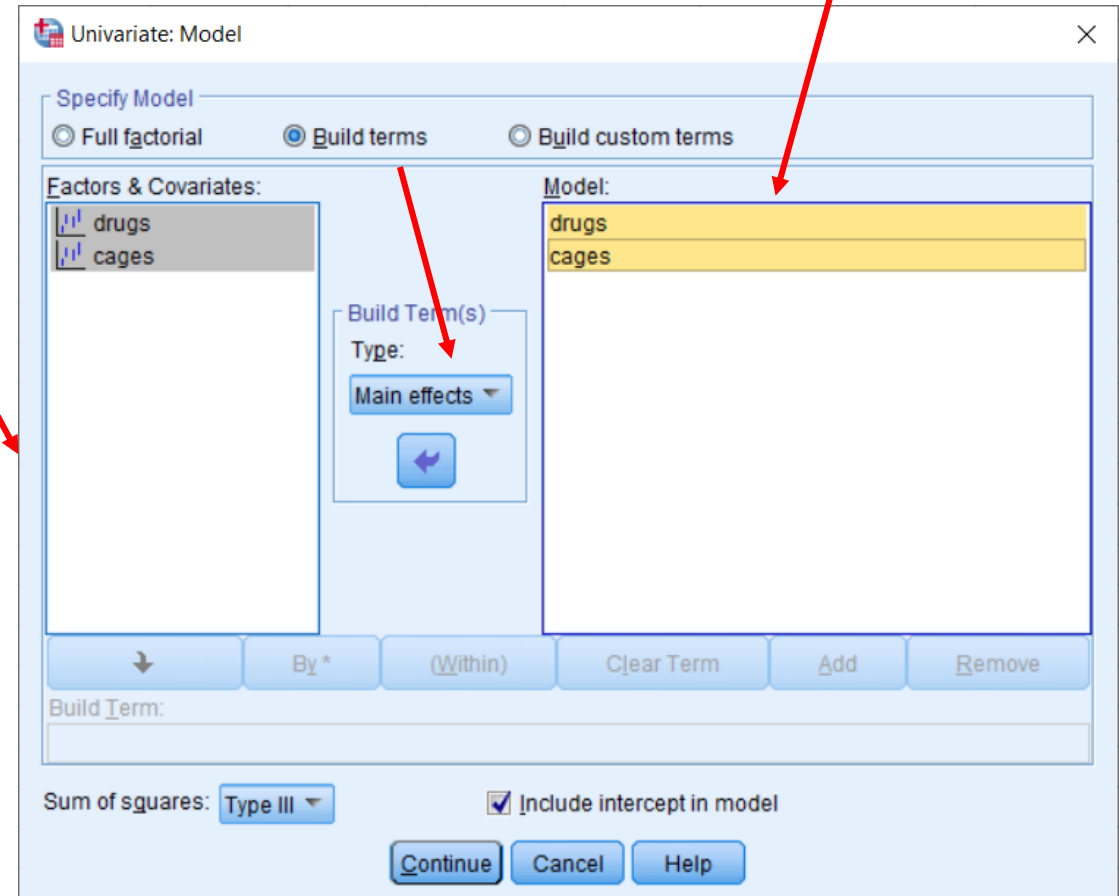
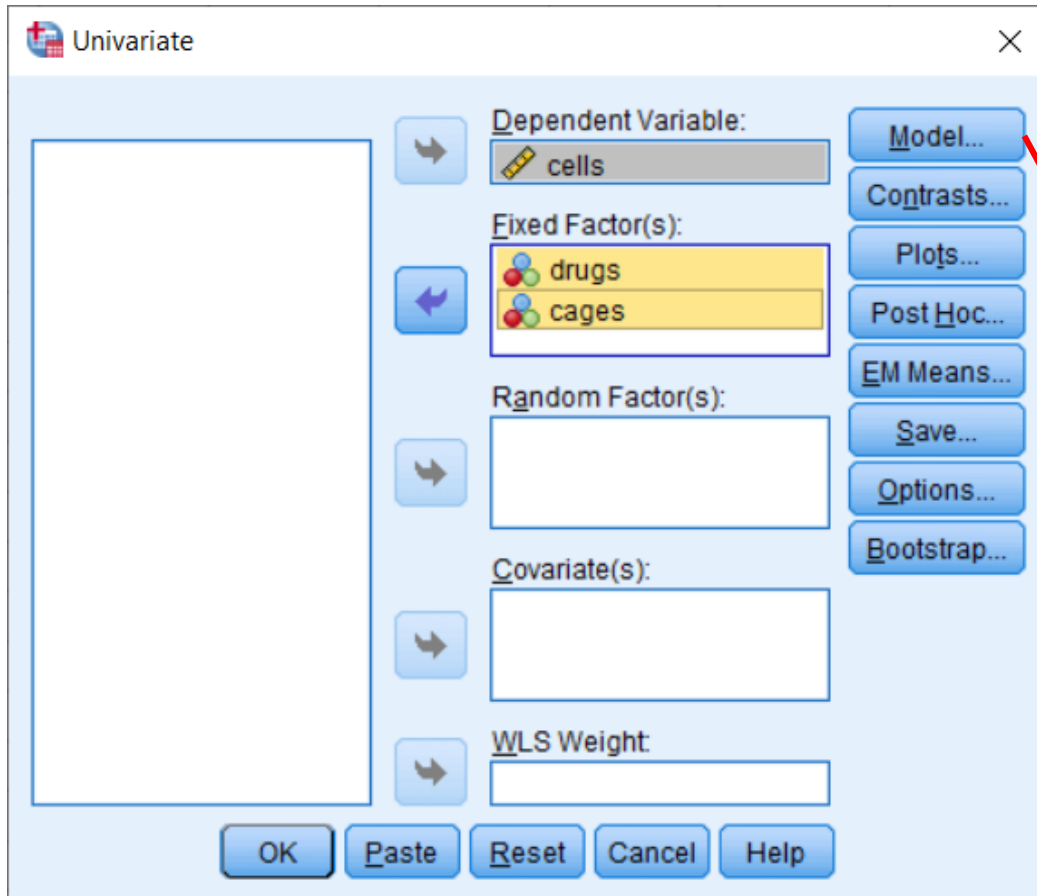
Για να αναλύσετε τα δεδομένα επιλέξτε **Analyze -> General Linear Model -> Univariate**

The screenshot shows the SPSS software interface. The 'Analyze' menu is open, and the path 'General Linear Model' -> 'Univariate...' is highlighted. The data view shows a table with columns 'drugs' and 'cages'.

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

The 'Analyze' menu options are: Reports, Descriptive Statistics, Bayesian Statistics, Tables, Compare Means, **General Linear Model**, Generalized Linear Models, Mixed Models, Correlate, and Regression. The 'General Linear Model' submenu options are: **Univariate...**, Multivariate..., Repeated Measures..., and Variance Components...

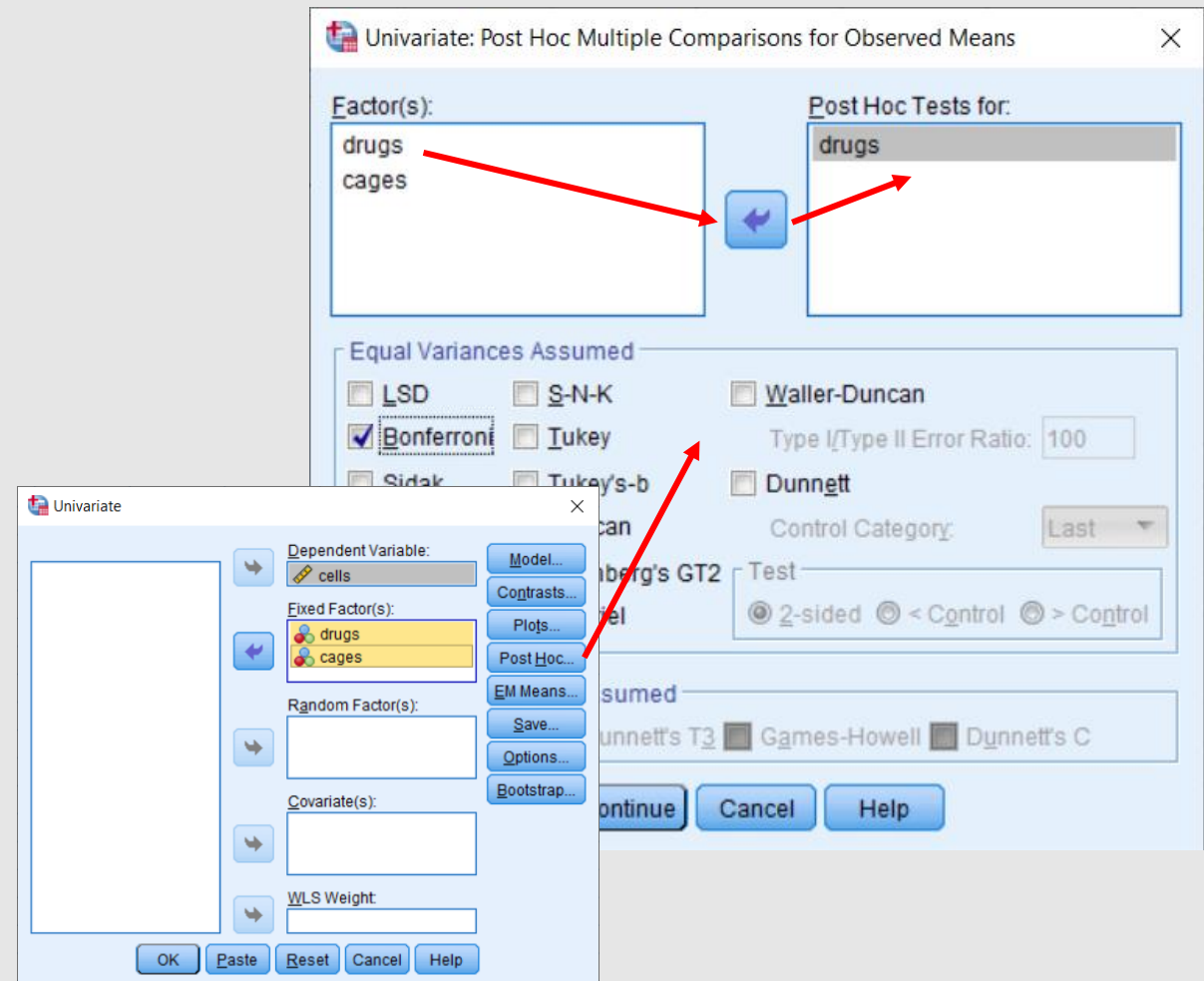
- Δηλώστε ως **Dependent Variable** τη μεταβλητή **cells** και σαν **Fixed Factor(s)** τις μεταβλητές **cages** και **drugs**
- Επιλέξτε **Model**. Τοποθετείστε τις μεταβλητές **cages** και **drugs** μέσα στην περιοχή του **Model** και στο **Build Terms** επιλέξτε **Main effects**





Post Hoc - Bonferroni

- Επιλέξτε την επιλογή **Post Hoc** και τοποθετείστε 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

- Το **Output** παράθυρο εμφανίζει την **ANOVA** και τα αποτελέσματα των πιθανών συγκρίσεων μεταξύ των ομάδων.
- Στον πίνακα **Tests of Between-Subjects Effects**, το **P-value** για τη σύγκριση μεταξύ των φαρμάκων είναι (**Sig**) $P = 0.005$, οπότε υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των φαρμάκων ($P < 0.05$).

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: cells					
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
gases	4.230	3	1.410	30.764	.000
Error	.275	6	.046		
Total	430.700	12			
Corrected Total	5.870	11			

a. R Squared = .953 (Adjusted R Squared = .914)



Post Hoc Tests

- Ο πίνακας **Post Hoc Tests** δείχνει τις επιμέρους συγκρίσεις μεταξύ των ομάδων
- Η σύγκριση/διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών των φαρμάκων **1** και **2** είναι σημαντική, $P = 0.008$ (Sig.), και το 95% CI της διαφοράς είναι (0.2523, 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

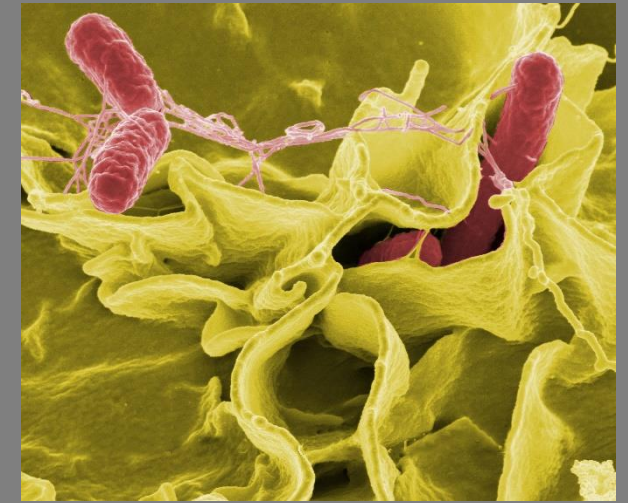
Ζιντζαράς Ηλίας, M.Sc., Ph.D.

*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 Candidate
Ακαδημαϊκός Υπότροφος
(<http://biomath.med.uth.gr>)
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Email: tmprotsis@uth.gr*

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





Παράδειγμα

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

- $w=3$ επίπεδα pH (5.0, 5.5, 6.0) και
- $s=2$ επίπεδα σορβικού οξέος (0, 100 p.p.m.).

Για τον κάθε συνδυασμό sa και pH υπάρχουν $k=3$ παρατηρήσεις.




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

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

	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"

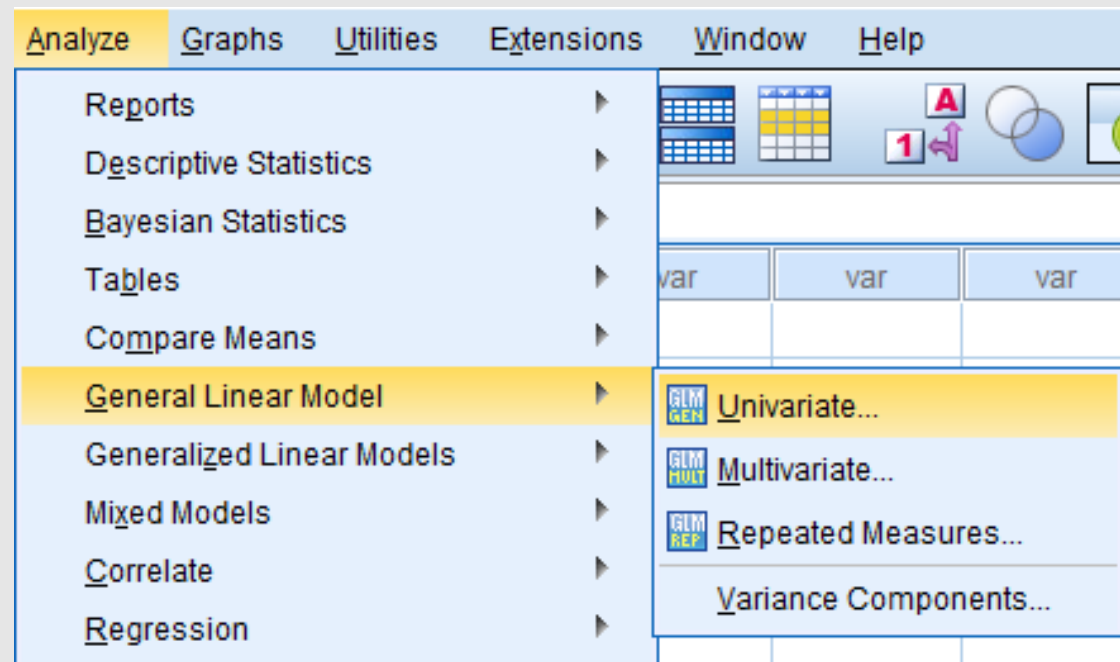
Spelling...

OK Cancel Help

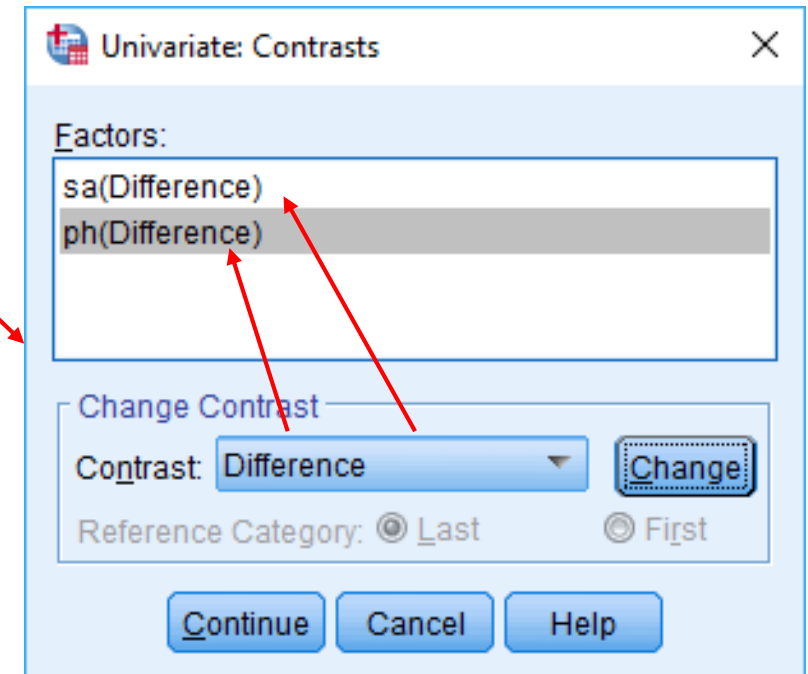
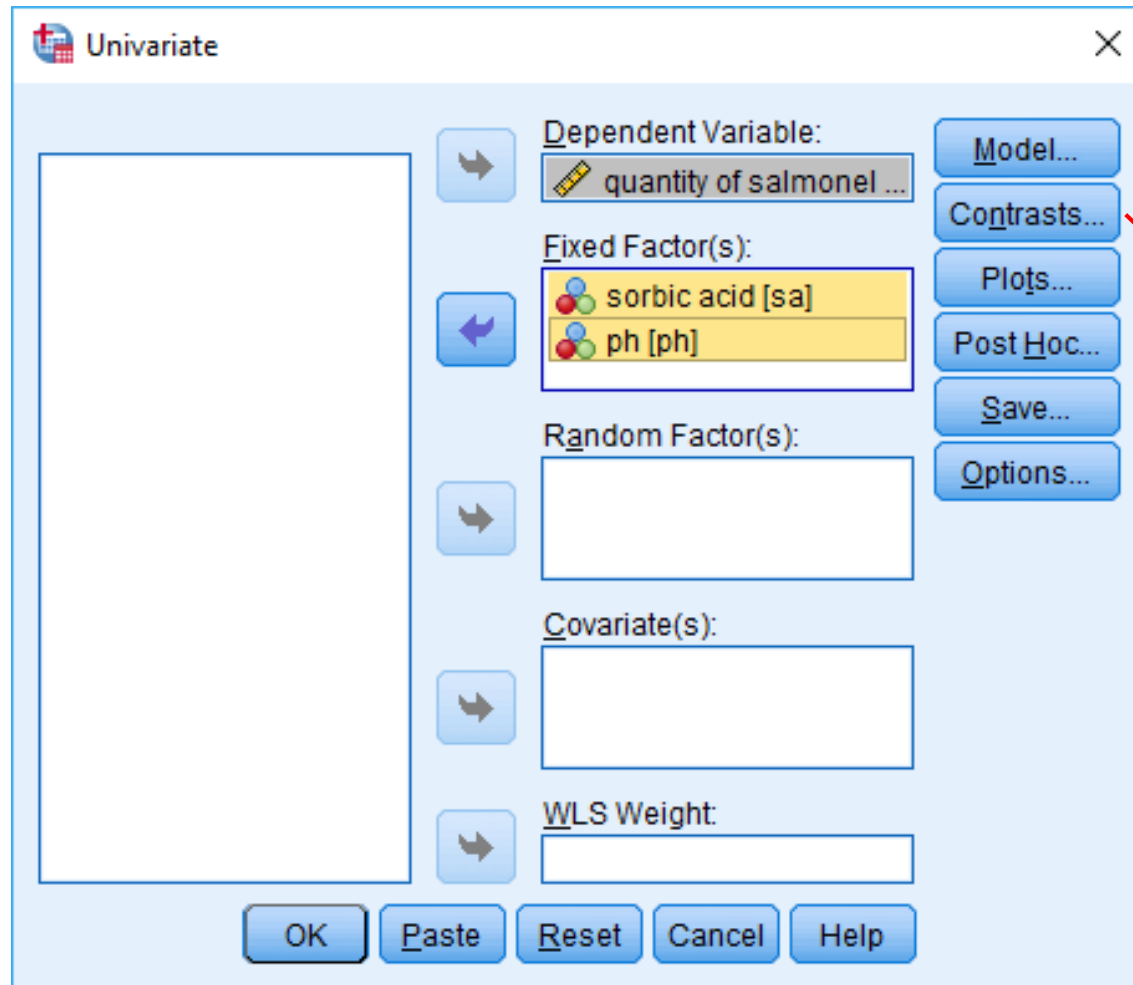


Εκτέλεση της two-way ANOVA

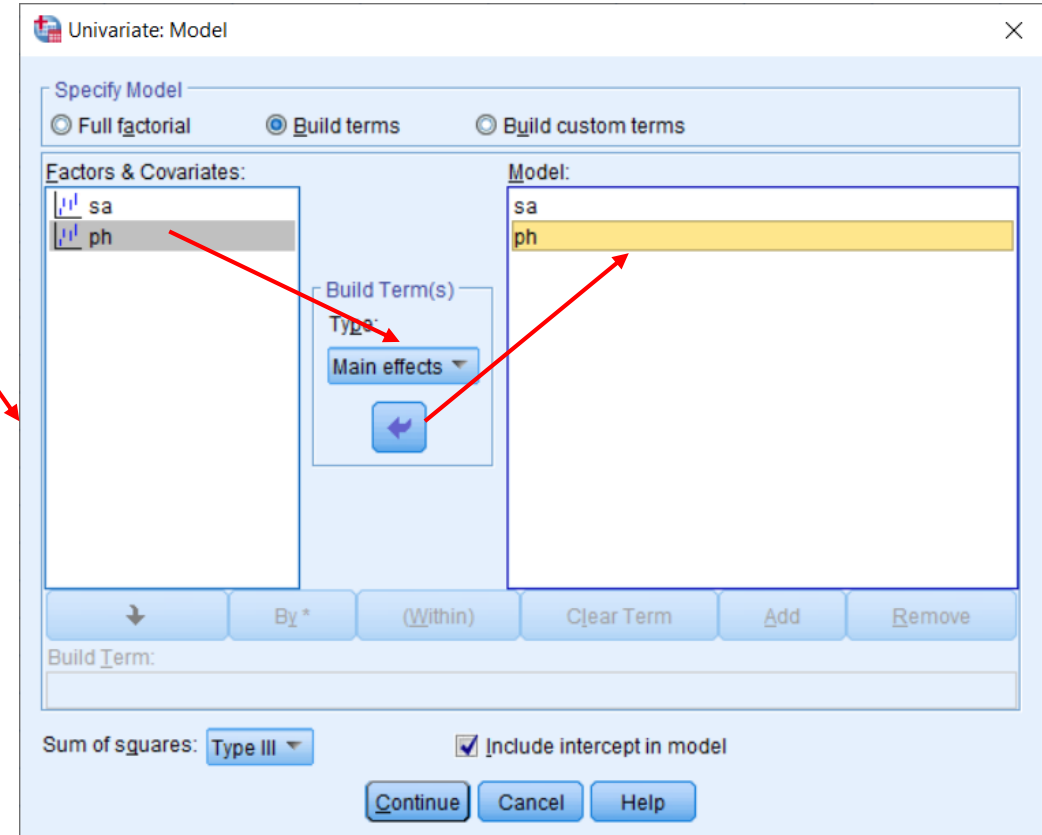
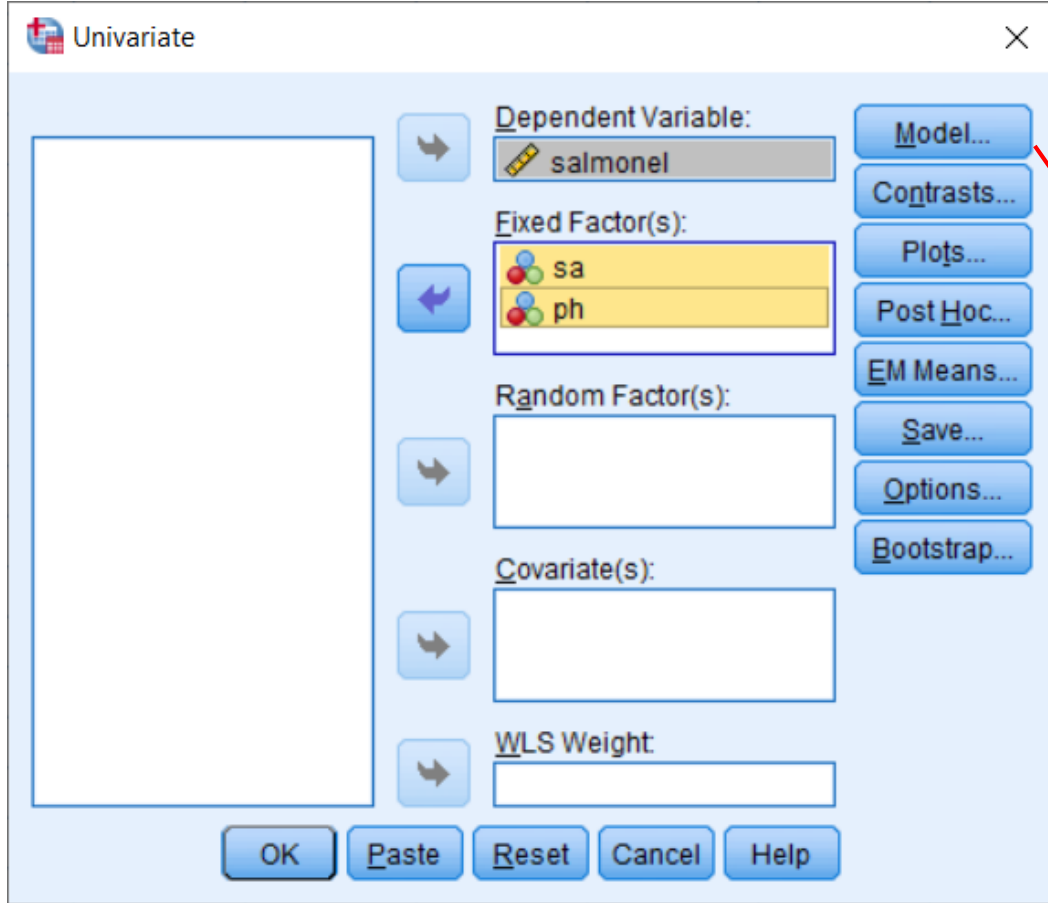
Για να αναλύσετε τα δεδομένα επιλέξτε **Analyze -> General Linear Model -> Univariate**



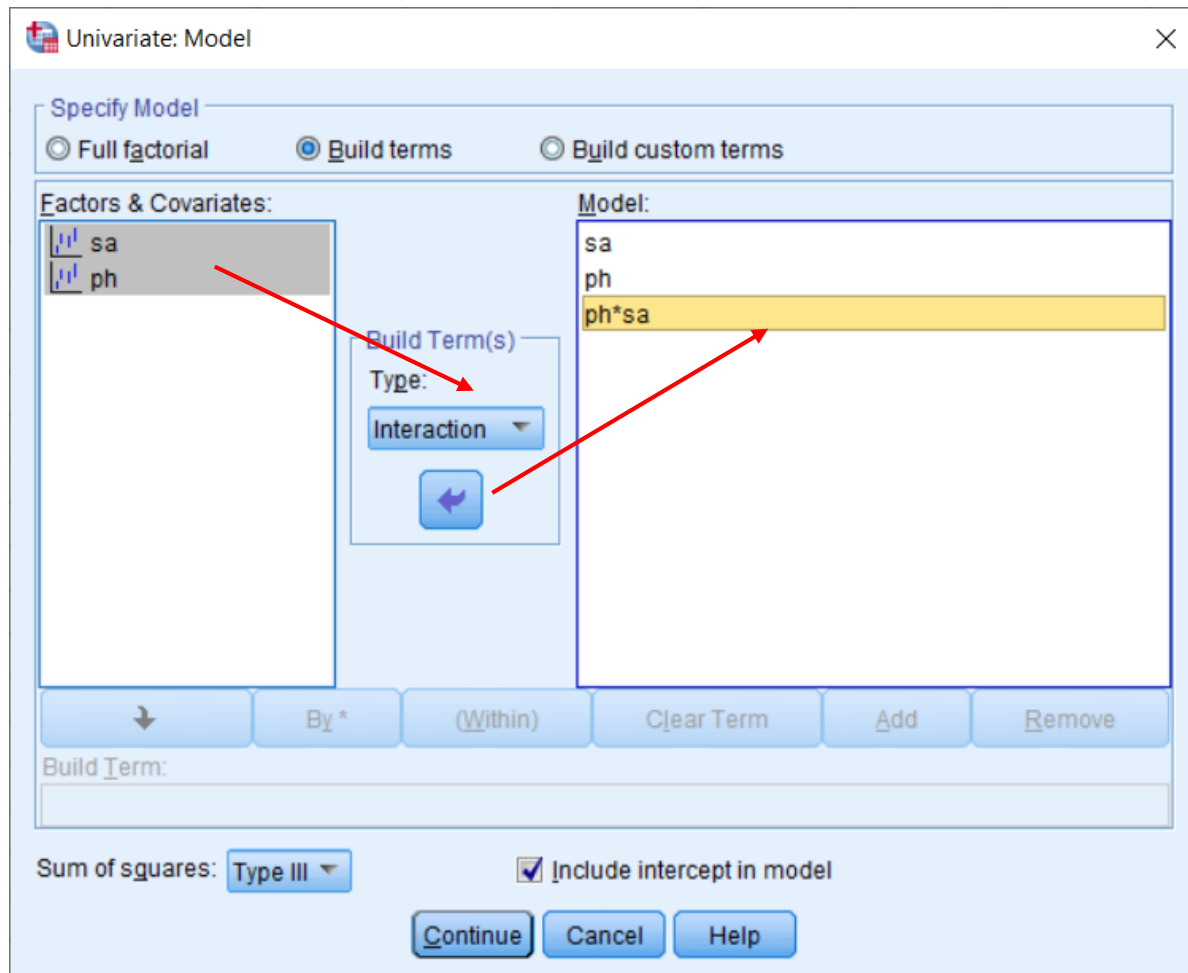
Μετά επιλέγουμε **Analyze -> General Linear Model -> Univariate** και ορίζουμε τις μεταβλητές στο πλαίσιο **Univariate**. Στην συνέχεια πατάμε **Contrasts**, επιλέγουμε κάθε μεταβλητή χωριστά, πατάμε στο **Contrast Difference** και στην συνέχεια **Change**



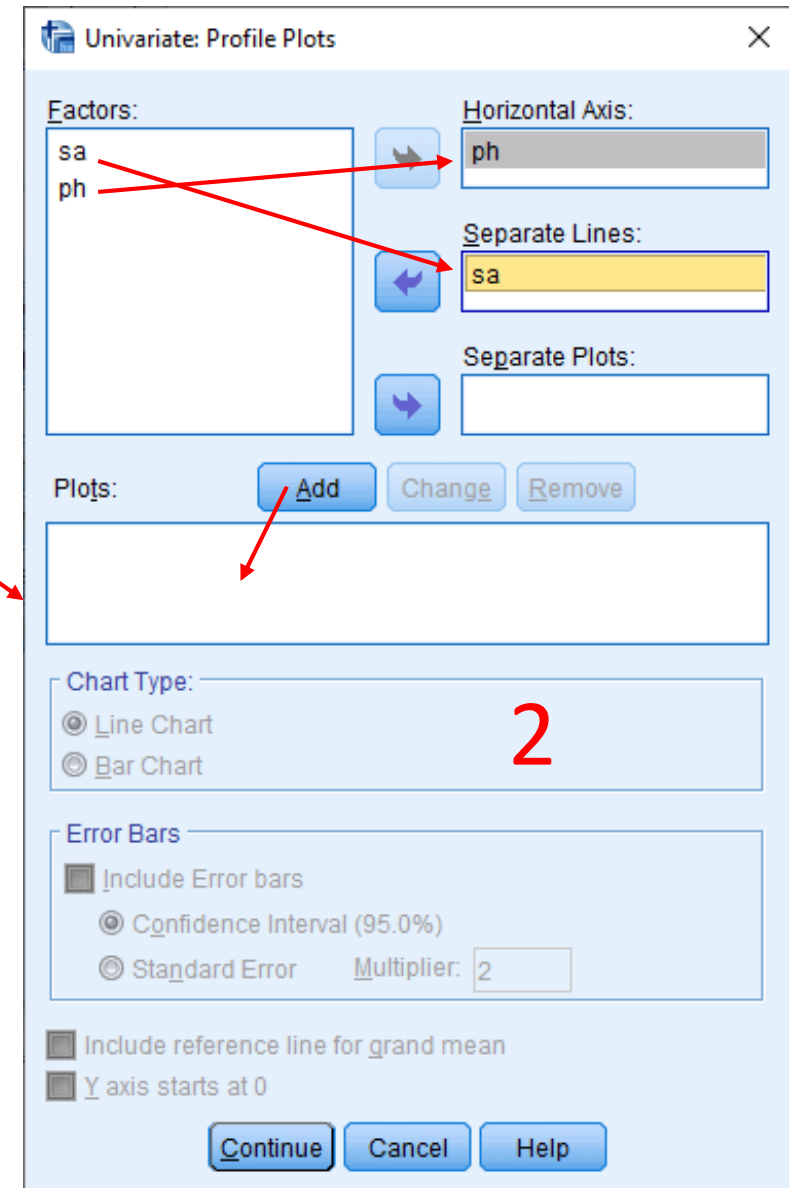
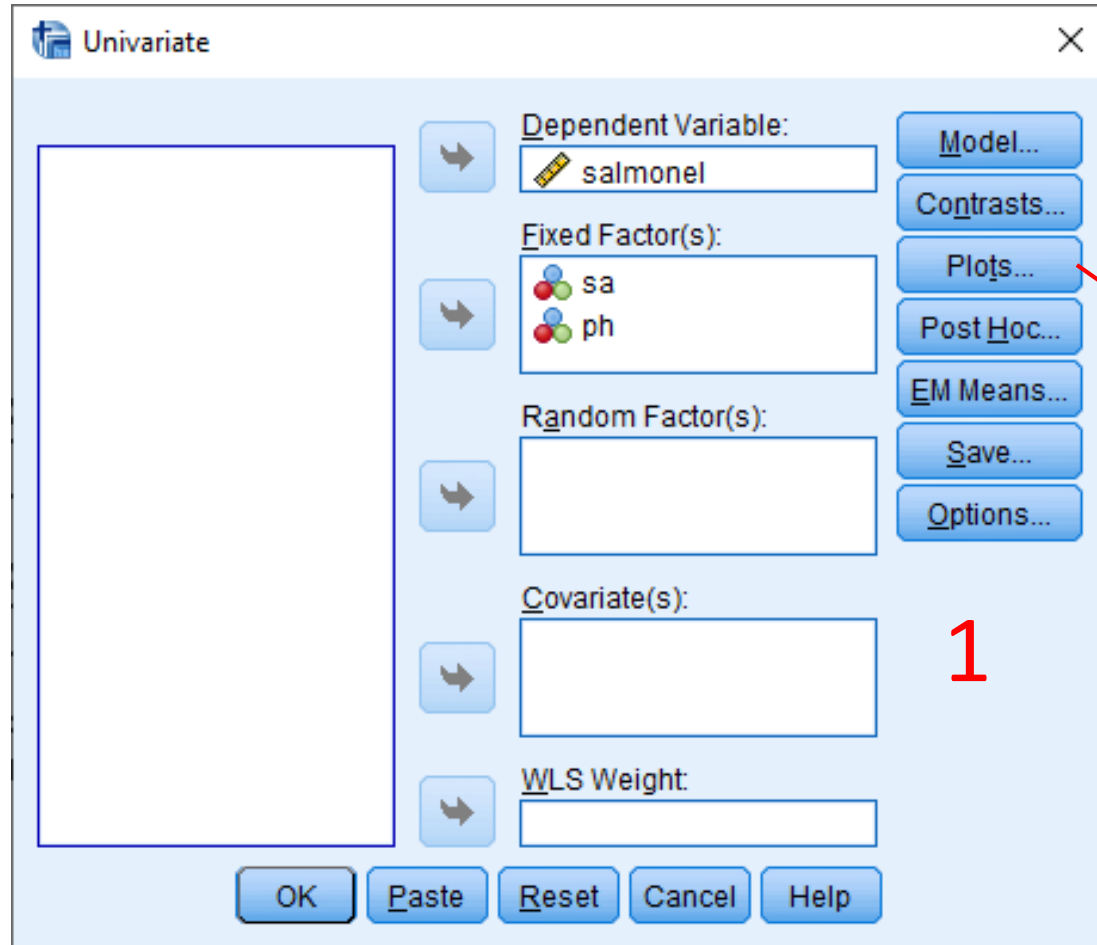
Μετά επιλέγουμε **Model**. Στο **Build terms**, επιλέγουμε κάθε μεταβλητή χωριστά και την μεταφέρουμε στο πλαίσιο **Model** με επιλεγμένο **Type Main effects**

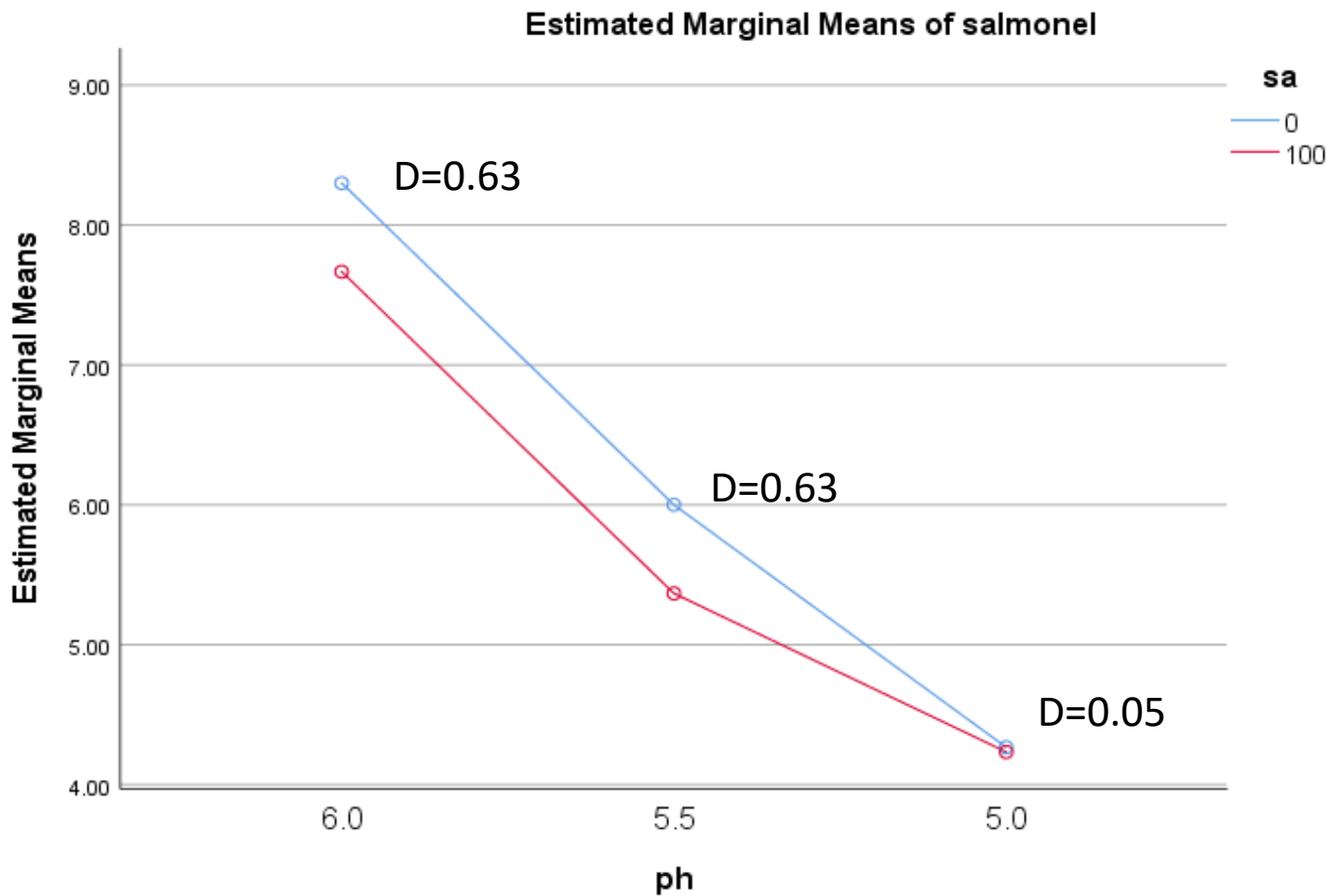


Τέλος επιλέγουμε τις μεταβλητές μαζί, στο **Type -> Interaction** και τις μεταφέρουμε και αυτές στο πλαίσιο **Model**



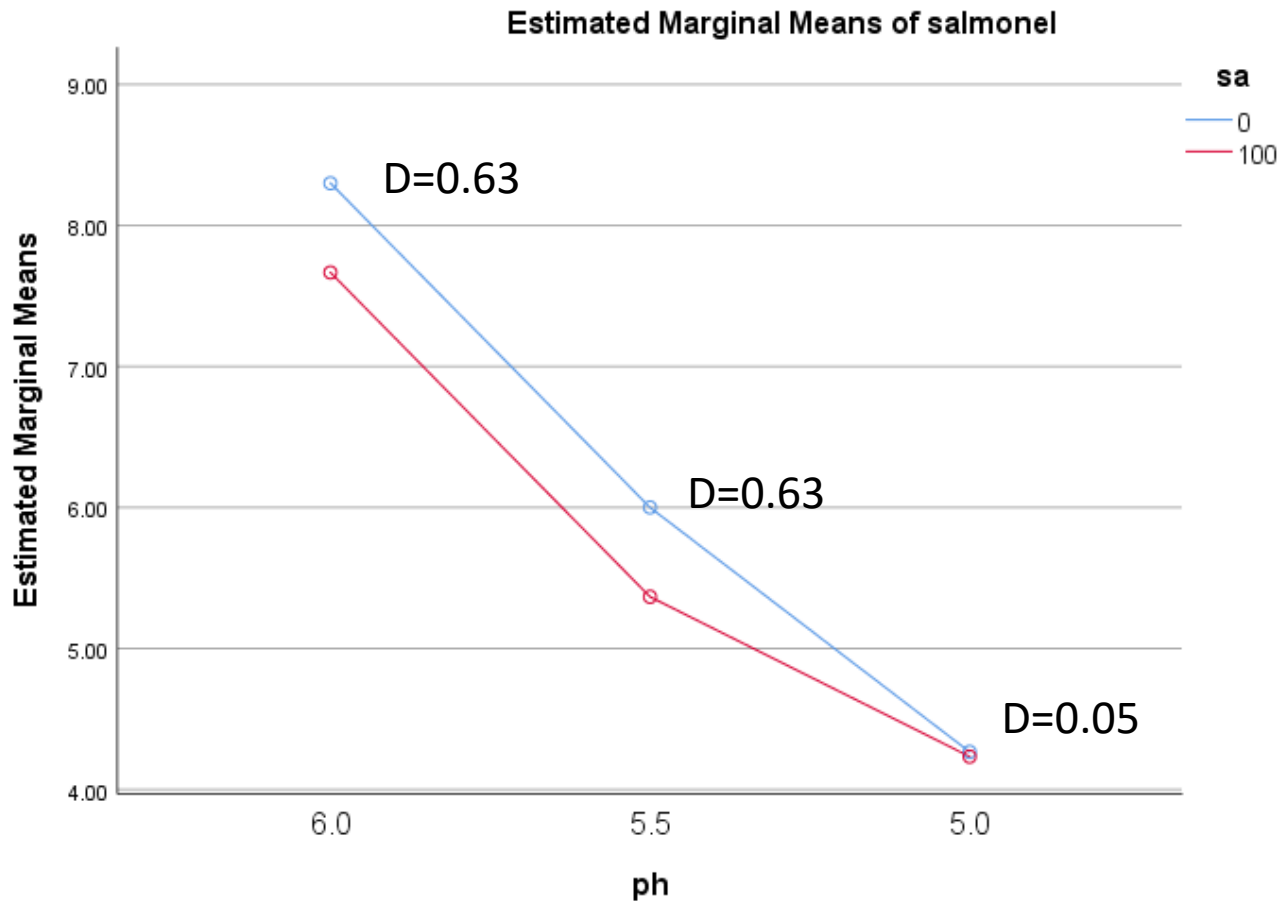
Επιλέξτε την επιλογή **Plots** (Εικόνα 1) και κάντε τις ρυθμίσεις όπως στην Εικόνα 2





- 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) sa0-sa100 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** είναι στατιστικά σημαντική στην επιβίωση της σαλμονέλας επειδή $P \text{ (Sig.)} = 0.029$ (δηλ. $p < 0.05$).

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: quantity of salmonel					
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			

a. R Squared = .990 (Adjusted R Squared = .986)



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?