

Μάθημα 2^ο

Σύγκριση Μέσων Όρων Μέρος Γ



Στόχοι Ενότητας



- ✓ Ανάλυση Διασποράς (Analysis of Variance, ANOVA)
 - ✓ One Way Anova (Παραμετρικό τεστ)
 - ✓ Kruskal Wallis (Μη Παραμετρικό Τεστ)
- ✓ Two Way Anova (Ανεξάρτητα δείγματα)
- ✓ Χ τετράγωνο



Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)



Την **Ανάλυση Διασποράς** (ANOVA) την χρησιμοποιούμε για να συγκρίνουμε τους μέσους όρους (means) **περισσότερων** των **δύο** πληθυσμών (*populations*).

Για παράδειγμα, μπορεί να θέλουμε να συγκρίνουμε την μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση ανά νοικοκυριό διαφορετικών περιοχών μιας χώρας.

Υπάρχουν δύο είδη αναλύσεων:

- ✓ μονοδιάστατος σχεδιασμός (one-way design)
- ✓ παραγοντικός σχεδιασμός (factorial design), συνήθως δισδιάστατος (two-way design).

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)



Οι προϋποθέσεις εκτέλεσης μιας Ανάλυσης Διακύμανσης (One Way Anova) ενός παράγοντα είναι:

- ✓ Θα πρέπει στις τιμές να μην υπάρχουν σημαντικά **ακραίες τιμές** (*outliers*)
- ✓ Θα πρέπει να μην υπάρχει σχέση μεταξύ των τιμών των παρατηρήσεων (δηλαδή οι τιμές του δείγματος να είναι **ανεξάρτητες**)
- ✓ Η **εξαρτημένη** μεταβλητή ελέγχου πρέπει να είναι **ποσοτική** μεταβλητή, είτε **διαστήματος** (*interval*) είτε **αναλογίας** (*ratio*).
- ✓ Οι παρατηρήσεις πρέπει να είναι **ανεξάρτητες**, δηλαδή θα πρέπει να έχει εξασφαλιστεί πως μια παρατήρηση από το ένα δείγμα δεν πρόκειται να ανήκει και στο άλλο

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

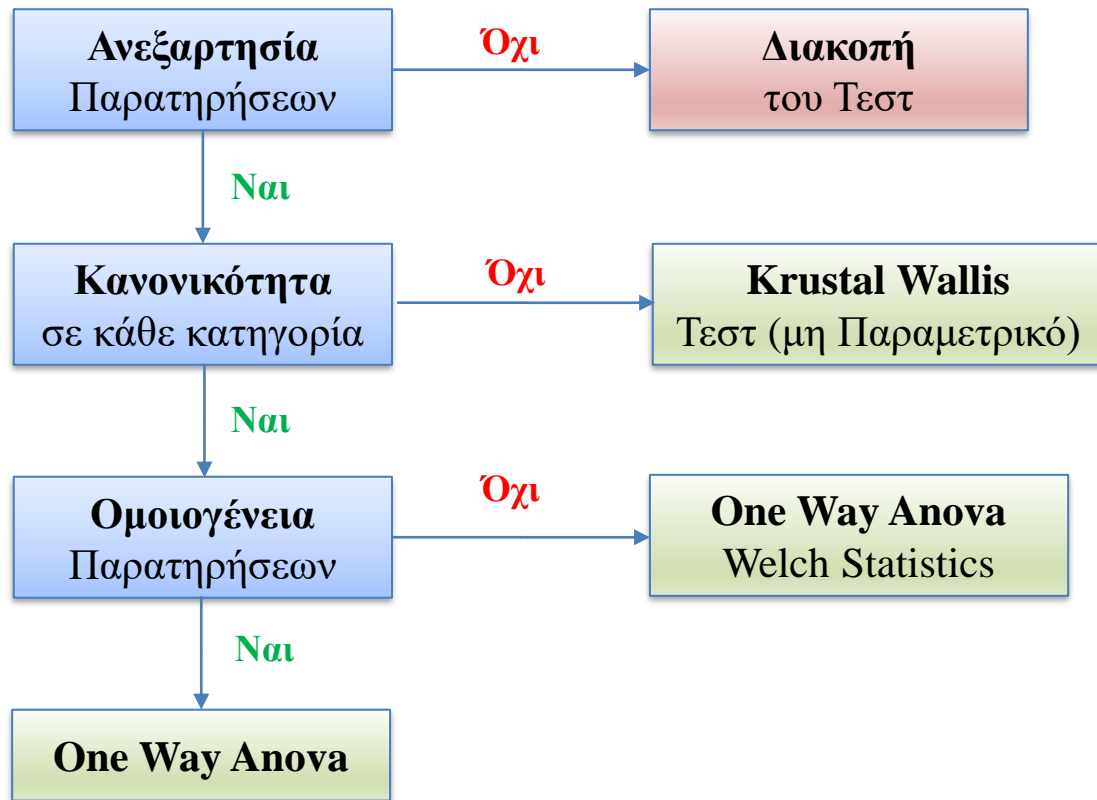


Τέλος αν η **εξαρτημένη** μεταβλητή

- ✓ προσεγγίζει την κανονική κατανομή σε κάθε κατηγορία της ποιοτικής
- ✓ Οι διασπορές της σε κάθε κατηγορία της ποιοτικής είναι ίσες (*Levene's test*)

θα εκτελέσουμε παραμετρικό τεστ (*One Way Anova*) **διαφορετικά** θα εκτελέσουμε **μη**
παραμετρικό τεστ (*Kruskal Wallis Test*)

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)





Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Για παράδειγμα “Ένας αγρότης θέλει να γνωρίζει ποιο λίπασμα είναι καλύτερο για τα φυτά του μαϊντανού. Έτσι δοκιμάζει διαφορετικά λιπάσματα (Βιολογικό, Χημικό, Κανένα) σε διαφορετικά φυτά και ζυγίζει αυτά τα φυτά μετά από 6 εβδομάδες”

Βήμα 1^ο

Διατυπώνουμε το **Ερευνητικό Ερώτημα** «π.χ. Δεν υπάρχει διαφορά στο βάρος του μαϊντανού από την χρήση λιπάσματος»

Βήμα 2^ο

Γράφουμε την **Μηδενική** και την **Εναλλακτική** υπόθεση

$$H_0: \mu_B = \mu_X = \mu_K \text{ και } H_1: \mu_B \neq \mu_X \neq \mu_K$$

Βήμα 3^ο

Ορίζουμε το **Επίπεδο Στατιστικής Σημαντικότητας** α

$$\text{π.χ. } \alpha=0,05$$



Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Βήμα 4^ο

Επιλέγουμε τον καλύτερο αλγόριθμο (τεστ) για την εύρεση της τιμής **p-value** (αν όλες οι ομάδες στις οποίες χωρίζει το δείγμα μας οι ποιοτική μεταβλητή ακολουθούν την κανονική κατανομή εκτελούμε ένα **παραμετρικό** τεστ διαφορετικά επιλέγουμε ένα **μη παραμετρικό** τεστ). **Εκτελούμε** το Τεστ

Βήμα 5^ο

Αποτυπώνουμε τα αποτελέσματα του ελέγχου

Βήμα 6^ο

Διατυπώνουμε το **διοικητικό** συμπέρασμα (π.χ. *Αν $p \text{ value} > \alpha$ αποτυγχάνομε να απορρίψομε τη μηδενική υπόθεση και συμπεραίνομε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των συγκρινόμενων μέσων όρων*)

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)



Παράδειγμα I

Ένας αγρότης θέλει να γνωρίζει ποιο λίπασμα είναι καλύτερο για τα φυτά του μαϊντανού.

Έτσι δοκιμάζει διαφορετικά λιπάσματα (Βιολογικό, Χημικό, Κανένα) σε διαφορετικά φυτά

και ζυγίζει αυτά τα φυτά μετά από 6 εβδομάδες (αρχείο [parsley_anova_1.sav](#)).

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)



Παράδειγμα Ι

Βήμα 1^ο : Διατύπωση Ερευνητικού Ερωτήματος

«Δεν υπάρχει διαφορά στο βάρος του μαϊντανού από την χρήση λιπάσματος»

Βήμα 2^ο : Διατύπωση Μηδενικής και Εναλλακτικής Υπόθεσης

$H_0: \mu_B = \mu_X = \mu_K$ και $H_1: \mu_B \neq \mu_X \neq \mu_K$ ο μέσος όρος του βάρους του μαϊντανού με την χρήση βιολογικού λιπάσματος είναι ίσος με τον μέσο όρο του βάρους του μαϊντανού με την χρήση χημικού λιπάσματος είναι ίσος με τον μέσο όρο του βάρους του μαϊντανού χωρίς την χρήση κάποιου λιπάσματος

Βήμα 3^ο : Ορισμός Επιπέδου Στατιστικής Σημαντικότητας

Το επίπεδο Στατιστικής Σημαντικότητας είναι $\alpha=0,05$

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)



Παράδειγμα I

Βήμα 4^ο : Επιλογή **τεστ** ελέγχου για την εύρεση του **p-value**

Για να αποφασίσουμε πιο τεστ πρέπει να εφαρμόσουμε ακολουθούμε την παρακάτω

διαδικασία:

- ✓ Η **ανεξαρτησία** και η **συνέχεια** των δεδομένων προκύπτει τόσο από τον σχεδιασμό της έρευνας όσο και από τα στοιχεία του πίνακα τιμών
 - Για τον έλεγχο ύπαρξης **ακραίων τιμών** και **κανονικής** κατανομής των δεδομένων ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία

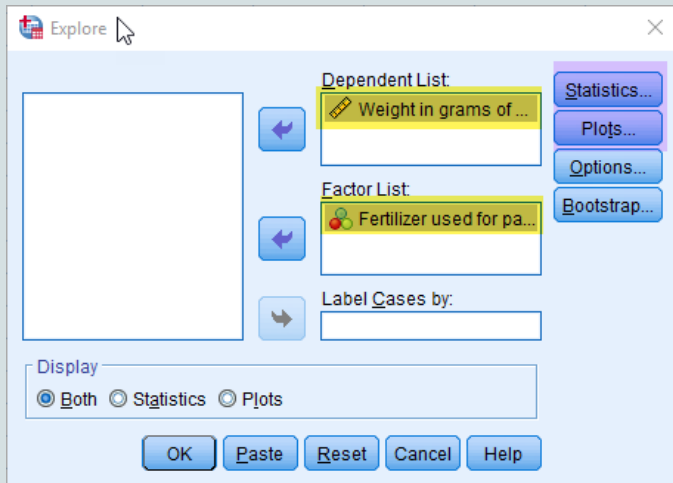
Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παράδειγμα I



Βήμα 4^ο : Επιλογή τεστ ελέγχου για την εύρεση του **p-value**

Από το μενού επιλέγουμε **Analyze** → **Descriptive Statistics** → **Explore**



Στην θυρίδα διαλόγου που εμφανίζεται βάζουμε την εξαρτημένη μεταβλητή **Weight** (ποσοτική) στην θέση “**Dependent List**” και στην θέση **Factor List** την μεταβλητή **fertilized Used** (ποιοτική).

Στην επιλογή **Statistics** τσεκάρουμε τις επιλογές **Descriptives**, **Outliers**, **Percentiles** και ορίζουμε το **Διάστημα Εμπιστοσύνης** και στην επιλογή **Plots** τσεκάρουμε τις επιλογές **Histogram**, και **Normality plots with tests**

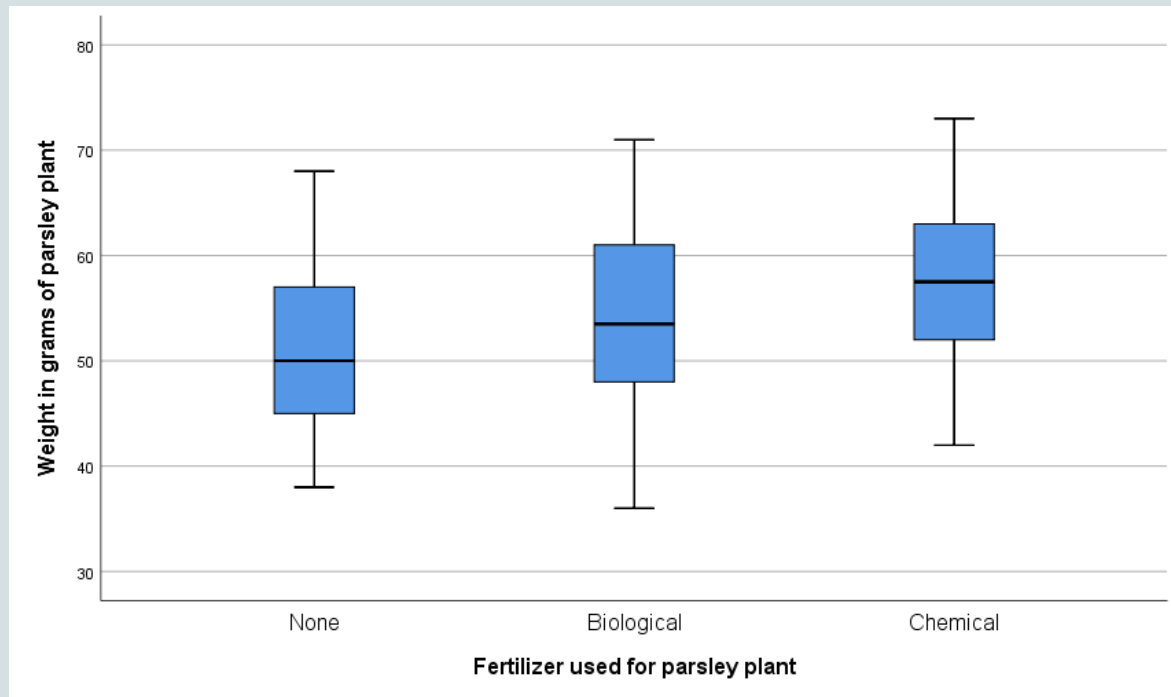
Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παράδειγμα I



Βήμα 4.1^ο : Επιλογή **τεστ** ελέγχου για την εύρεση του **p-value**

Από τα θηκογράμματα **δεν**
προκύπτουν **ακραίες τιμές**



Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παράδειγμα I



Βήμα 4.1^ο : Επιλογή **τεστ** ελέγχου για την εύρεση του **p-value**

Fertilizer used for parsley plant	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Weight in grams of parsley plant						
None	,104	30	,200*	,958	30	,271
Biological	,071	30	,200*	,984	30	,922
Chemical	,080	30	,200*	,977	30	,741

Από τεστ κανονικότητας προκύπτει ότι και οι **τρεις** κατηγορίες που χωρίζει το δείγμα, η ποιοτική μεταβλητή συγκλίνουν στην κανονική κατανομή οπότε θα χρησιμοποιηθεί ένα **παραμετρικό τεστ** (One way Anova)

Παρατήρηση

- κοιτάζουμε το Kolmogorov-Smirnov Test για $N > 50$
- κοιτάζουμε το Shapiro-Wilk για $N \leq 50$

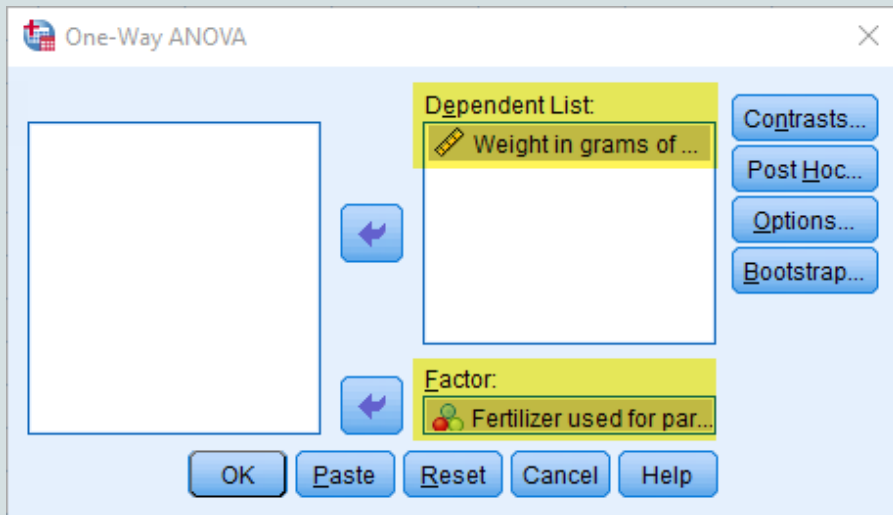
Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα I



Βήμα 4.2^ο : Εκτέλεση τεστ ελέγχου



Για την εκτέλεση ενός παραμετρικού τεστ για την Ανάλυσης Διασποράς (ANOVA) από το μενού επιλέγω **Analyze** → **Compare Means** → **One Way Anova**

Από την θυρίδα διαλόγου που εμφανίζεται τοποθετώ στην θέση **Dependent List** την **εξαρτημένη** μεταβλητή (ποσοτική ή διατακτική) και στην θέση **Factor** την **ανεξάρτητη** μεταβλητή (ποιοτική) η οποία χωρίζει το δείγμα σε περισσότερες από **δύο** ομάδες

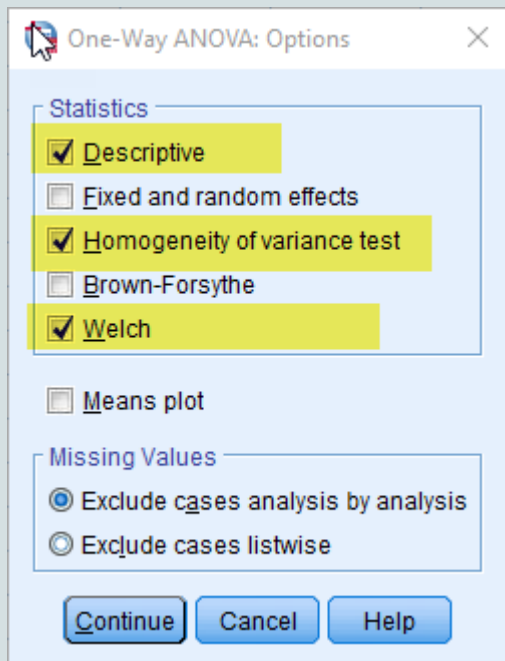
Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα I



Βήμα 4.2^ο : Εκτέλεση τεστ ελέγχου



Από την επιλογή **Option** τσεκάρουμε την επιλογή **Homogeneity of Variance test** για να ελέγξουμε την ομοιογένεια των διακυμάνσεων και την επιλογή **Welch** για το τεστ των μέσων όρων αν δεν υπάρχει ομοιογένεια μεταξύ των διακυμάνσεων. Τέλος τσεκάρουμε και την επιλογή **Descriptive** για να έχουμε περιγραφικά στατιστικά για τις κατηγορίες που χωρίζει η ποιοτική μεταβλητή την ανεξάρτητη

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα I



Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα τεστ ελέγχου

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Weight in grams of parsley plant	Based on Mean	,521	2	87	,596
	Based on Median	,538	2	87	,586
	Based on Median and with adjusted df	,538	2	86,923	,586
	Based on trimmed mean	,527	2	87	,592

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε αρχικά τον πίνακα **Test of Homogeneity of Variance**

Όπως φαίνεται όλες οι τιμές **p value** είναι μεγαλύτερες από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας είναι μεγαλύτερες από **0,05** οπότε **δεν** μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση για ομοιογένεια των διακυμάνσεων. Επομένως εξετάζουμε τον πίνακα **ANOVA** διαφορετικά θα εξετάζαμε τον πίνακα **Robust Tests of Equality of Means**

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα I



Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

ANOVA					
Weight in grams of parsley plant					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	502,867	2	251,433	3,743	,028
Within Groups	5844,733	87	67,181		
Total	6347,600	89			

Από τον πίνακα ANOVA παρατηρούμε ότι η τιμή p value **0,028**

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα Ι



Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

ANOVA					
Weight in grams of parsley plant					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	502,867	2	251,433	3,743	,028
Within Groups	5844,733	87	67,181		
Total	6347,600	89			

Η τιμή **p-value** (0,028) του Test είναι μικρότερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας επομένως **απορρίπτουμε** την μηδενική υπόθεση (*ο μέσος όρος του βάρους του μαϊντανού δεν επηρεάζεται από την χρήση λιπάσματος*)

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα I



Βήμα 6^ο : Διοικητικό Συμπέρασμα

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το λίπασμα επηρεάζει το βάρος του μαϊντανού όμως η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης, δεν είναι σε θέση να μας δώσει ποιος ήταν ο μέσος που διέφερε σε σχέση με τους υπόλοιπους.

Για να προσδιοριστούν οι μέσοι που διαφέρουν μεταξύ τους, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε **post-hoc** συγκρίσεις όπως **Scheffe**, **Bonferroni**, **Tukey's Honestly Significant Difference**, **Newman-Keuls sequential procedure**, **Duncan**.

Οι παραπάνω τεχνικές στοχεύουν στο να ελέγχουν το συνολικό σφάλμα τύπου I ώστε να μην είναι περισσότερο από 5%.

Ευρέως διαδεδομένοι είναι οι έλεγχοι **Tukey** και **Bonferoni**

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

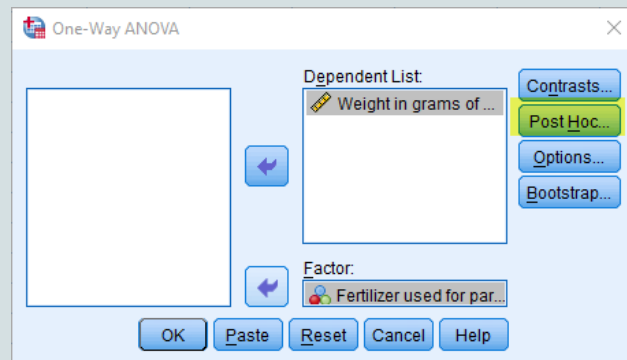
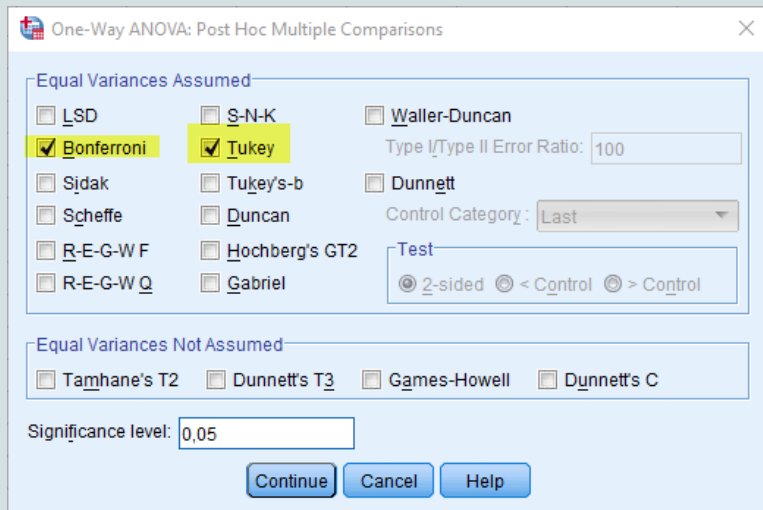
Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα I



Βήμα 6^ο : Διοικητικό Συμπέρασμα

Για να εκτελέσουμε τους ελέγχους **Tukey** και **Bonferoni** αρχικά από την θυρίδα διαλόγου “**One Way ANOVA**” κάνουμε κλικ στην επιλογή **Post Hoc**



Από την νέα θυρίδα διαλόγου που εμφανίζεται τσεκάρουμε τις επιλογές **Bonferoni** και **Tukey**

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα I



Βήμα 6^ο : Διοικητικό Συμπέρασμα

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Weight in grams of parsley plant

	(I) Fertilizer used for parsley plant	(J) Fertilizer used for parsley plant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	None	Biological	-2,433	2,116	,486	-7,48	2,61
		Chemical	-5,767*	2,116	,021	-10,81	-,72
	Biological	None	2,433	2,116	,486	-2,61	7,48
		Chemical	-3,333	2,116	,262	-8,38	1,71
	Chemical	None	5,767*	2,116	,021	,72	10,81
		Biological	3,333	2,116	,262	-1,71	8,38
Bonferroni	None	Biological	-2,433	2,116	,760	-7,60	2,73
		Chemical	-5,767*	2,116	,023	-10,93	-,60
	Biological	None	2,433	2,116	,760	-2,73	7,60
		Chemical	-3,333	2,116	,357	-8,50	1,83
	Chemical	None	5,767*	2,116	,023	,60	10,93
		Biological	3,333	2,116	,357	-1,83	8,50

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

Από πίνακα **Multiple Comparisons** παρατηρούμε ότι, τόσο ο έλεγχος **Tukey** όσο και ο έλεγχος **Bonferroni**, υποδεικνύουν ότι ο μέσος όρος του βάρους του μαϊντανού χωρίς την χρήση λιπάσματος διαφέρει με

στατιστικά σημαντικό τρόπο από τον μέσο όρο του βάρους του μαϊντανού με την χρήση χημικού λιπάσματος. Όλα τα άλλα ζεύγη των μέσων όρων δεν διαφέρουν με στατιστικά σημαντικό τρόπο

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)



Παράδειγμα II

Ένας ερευνητής θέλει να μελετήσει κατά πόσο η κρεατινή, ένα δημοφιλές συμπλήρωμα διατροφής μεταξύ των αθλητών που γυμνάζουν το σώμα τους, επηρεάζει το βάρος τους. Για την επίτευξη του στόχου συνέλεξε δεδομένα από διάφορους αθλητές. Αυτοί χωρίστηκαν σε 3 ομάδες: **α)** κάποιιοι δεν έλαβαν κρεατινή, **β)** άλλοι την πήραν το πρωί και **γ)** άλλοι την πήραν το βράδυ.

Μετά από ένα μήνα, μετρήθηκε η διαφορά βάρους τους σε γραμμάρια. Το βασικό ερευνητικό ερώτημα «αν η μέση διαφορά βάρους εξαρτάται από την κρεατινή την οποία παίρνουν οι αθλητές» (αρχείο [creatine.sav](#)).

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)



Παράδειγμα II

Βήμα 1^ο : Διατύπωση Ερευνητικού Ερωτήματος

«Η λήψη κρεατίνης δεν επηρεάζει την διακύμανση του βάρους των αθλητών»

Βήμα 2^ο : Διατύπωση Μηδενικής και Εναλλακτικής Υπόθεσης

$H_0: \mu_{\Pi} = \mu_B = \mu_X$ και $H_1: \mu_{\Pi} \neq \mu_B \neq \mu_X$ ο μέσος όρος της διαφοράς βάρους των αθλητών είναι ίσος στις τρεις κατηγορίες (λήψη κρεατίνης πρωί, λήψη κρεατίνης βράδυ, χωρίς λήψη κρεατίνης)

Βήμα 3^ο : Ορισμός Επιπέδου Στατιστικής Σημαντικότητας

Το επίπεδο Στατιστικής Σημαντικότητας είναι $\alpha=0,05$

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)



Παράδειγμα II

Βήμα 4^ο : Επιλογή **τεστ** ελέγχου για την εύρεση του **p-value**

Για να αποφασίσουμε πιο τεστ πρέπει να εφαρμόσουμε ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

- ✓ Η **ανεξαρτησία** και η **συνέχεια** των δεδομένων προκύπτει τόσο από τον σχεδιασμό της έρευνας όσο και από τα στοιχεία του πίνακα τιμών
 - Για τον έλεγχο ύπαρξης **ακραίων τιμών** και **κανονικής** κατανομής των δεδομένων ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία

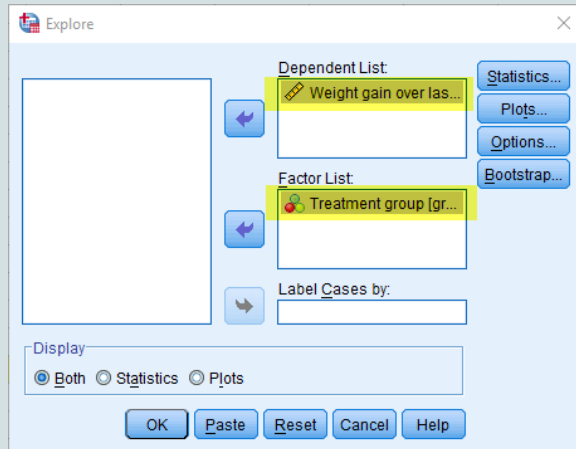
Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παράδειγμα II



Βήμα 4.1^ο : Επιλογή **τεστ** ελέγχου για την εύρεση του **p-value**

Από το μενού επιλέγουμε **Analyze** → **Descriptive Statistics** → **Explore**



Στην θυρίδα διαλόγου που εμφανίζεται βάζουμε την εξαρτημένη μεταβλητή **Weight gain** (ποσοτική) στην θέση “**Dependent List**” και στην θέση **Factor List** την μεταβλητή **Treatment group** (ποιοτική).

Στην επιλογή **Statistics** τσεκάρουμε τις επιλογές **Descriptives**, **Outlies**, **Percentiles** και ορίζουμε το **Διάστημα Εμπιστοσύνης** και στην επιλογή **Plots** τσεκάρουμε τις επιλογές **Histogram**, και **Normality plots with tests**

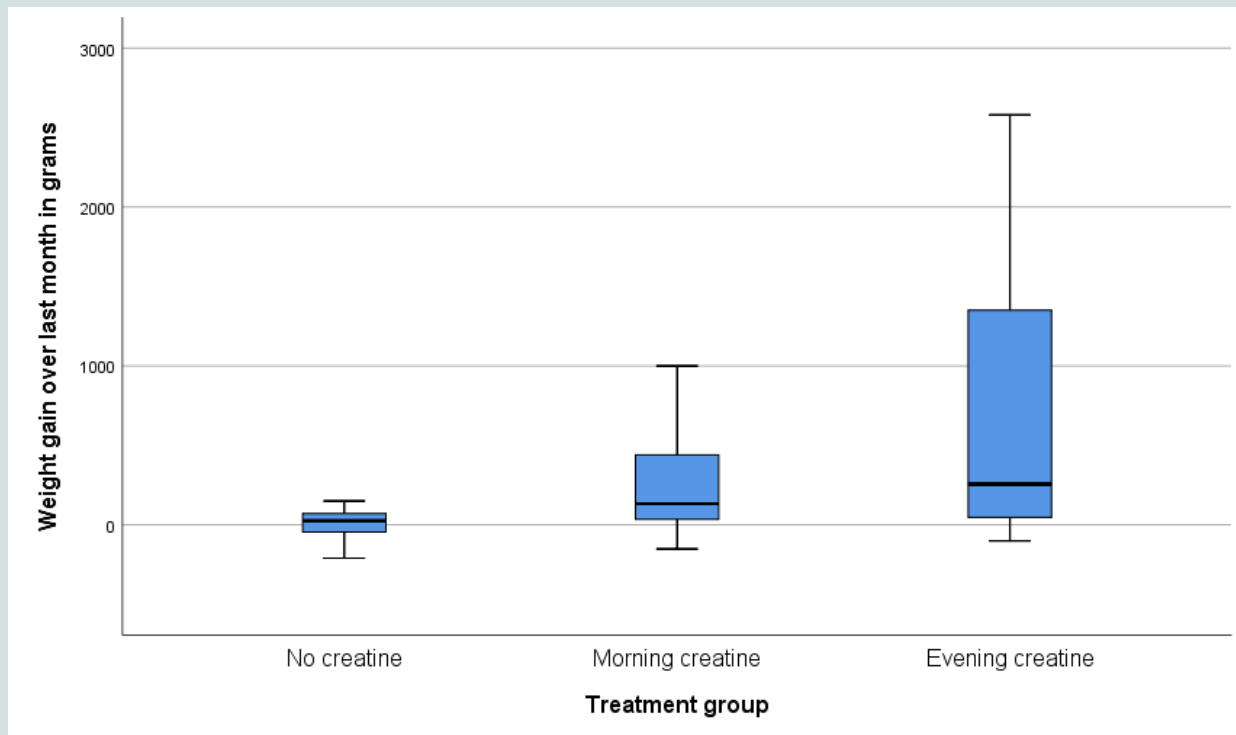
Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παράδειγμα II



Βήμα 4.1^ο : Επιλογή τεστ ελέγχου για την εύρεση του **p-value**

Από τα θηκογράμματα **δεν**
προκύπτουν **ακραίες τιμές**



Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Παράδειγμα II



Βήμα 4.1^ο : Επιλογή τεστ ελέγχου για την εύρεση του **p-value**

Treatment group	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Weight gain over last month in grams	No creatine	,229	20	,007	,862	20	,008
	Morning creatine	,180	24	,044	,923	24	,068
	Evening creatine	,252	16	,008	,801	16	,003

Από τεστ κανονικότητας προκύπτει ότι και οι τρεις κατηγορίες που χωρίζει το δείγμα, η ποιοτική μεταβλητή συγκλίνουν στην κανονική κατανομή οπότε θα χρησιμοποιηθεί ένα **μη παραμετρικό τεστ (Kruskal Wallis)**

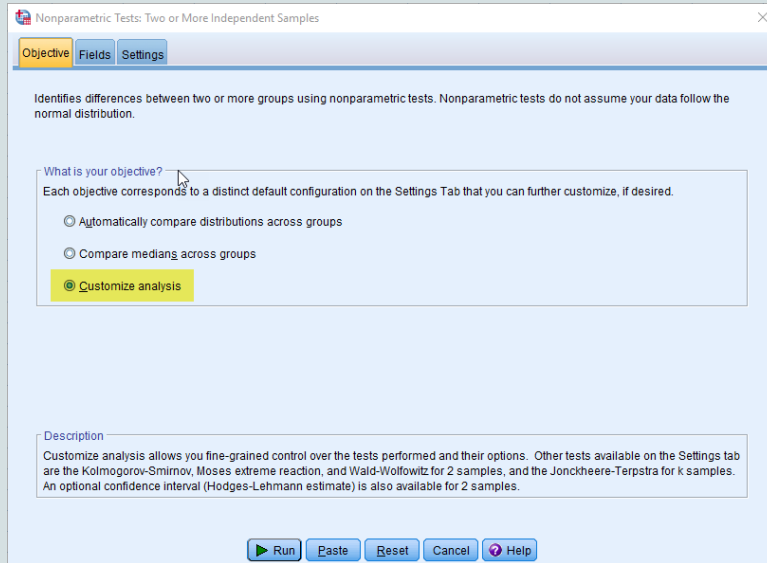
Παρατήρηση

- κοιτάζουμε το Kolmogorov-Smirnov Test για $N > 50$
- κοιτάζουμε το Shapiro-Wilk για $N \leq 50$



Βήμα 4.2^ο : Εκτέλεση τεστ ελέγχου

Για την εκτέλεση ενός μη παραμετρικού τεστ για την Ανάλυσης Διασποράς (ANOVA) από το μενού επιλέγω **Analyze** → **Nonparametric Tests** → **Independent Samples**



Από την πρώτη καρτέλα της θυρίδας διαλόγου που εμφανίζεται (**Objective**) τσεκάρω την επιλογή **Customize analysis**
Στην συνέχεια επιλέγω την δεύτερη καρτέλα **Fields**

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Μη Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα II



Βήμα 4.2^ο : Εκτέλεση τεστ ελέγχου

Nonparametric Tests: Two or More Independent Samples

Objective Fields Settings

Use predefined roles
 Use custom field assignments

Fields:
Sort: None

Test Fields:
Weight gain over last month in grams

Groups:
Treatment group

Run Paste Reset Cancel Help

Στην καρτέλα **Fields** βάζω στην περιοχή **Test Fields** την εξαρτημένη (ποσοτική) μεταβλητή **Weight gain ...** και στην περιοχή **Groups** την ποιοτική μεταβλητή **Treatment group** που χωρίζει το δείγμα σε τρεις κατηγορίες και επιλέγω την καρτέλα **Settings**

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Μη Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα II



Βήμα 4.2^ο : Εκτέλεση τεστ

Nonparametric Tests: Two or More Independent Samples

Objective Fields Settings

Select an item:

Choose Tests

Test Options

User-Missing Values

Automatically choose the tests based on the data

Customize tests

Compare Distributions across Groups

Mann-Whitney U (2 samples)

Kruskal-Wallis 1-way ANOVA (k samples)

Multiple comparisons: All pairwise

Kolmogorov-Smirnov (2 samples)

Test for ordered alternatives (Jonckheere-Terpstra for k samples)

Hypothesis order: Smallest to largest

Multiple comparisons: All pairwise

Test sequence for randomness (Wald-Wolfowitz for 2 samples)

Compare Ranges across Groups

Moses extreme reaction (2 samples)

Compute outliers from sample

Custom number of outliers

Outliers: 1

Compare Medians across Groups

Median test (k samples)

Pooled sample median

Custom

Median: 0

Multiple comparisons: All pairwise

Estimate Confidence Interval across Groups

Hodges-Lehmann estimate (2 samples)

Run Paste Reset Cancel Help

Στην καρτέλα **Settings** από την περιοχή **Select an Item ...** επιλέγω **Choose Tests** και στην συνέχεια τσεκάρω το τεστ **Kruskal – Wallis 1- way Anova (k samples)**

Τέλος από την αναπτυσσόμενη λίστα κάτω από το τεστ επιλέγω **All pairwise** για να δω την διαφορά μεταξύ των ομάδων αν απορρίψω την μηδενική υπόθεση του τεστ και στην συνέχεια πατάω **Run**

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Μη Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα II



Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Weight gain over last month in grams is the same across categories of Treatment group.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,001	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Από τον πίνακα **Hypothesis Test Summary** παρατηρούμε ότι η τιμή **p value 0,01**

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Μη Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα II



Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Weight gain over last month in grams is the same across categories of Treatment group.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,001	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Η τιμή **p-value** (0,01) του Test είναι μικρότερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας επομένως **απορρίπτουμε** την μηδενική υπόθεση (*ο μέσος όρος της διαφοράς βάρους των αθλητών είναι ίσος στις τρεις κατηγορίες (λήψη κρεατίνης πρωί, λήψη κρεατίνης βράδυ, χωρίς λήψη κρεατίνης)*)

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Μη Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα II



Βήμα 6^ο : Διοικητικό Συμπέρασμα

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το λήψη κρεατίνης επηρεάζει την διαφορά βάρους των αθλητών όμως η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης, δεν είναι σε θέση να μας δώσει ποιος ήταν ο μέσος που διέφερε σε σχέση με τους υπόλοιπους.

Για να παρατηρήσουμε τους μέσους όρους που διαφέρουν μεταξύ τους κάνουμε διπλό κλικ στον πίνακα [Hypothesis Test Summary](#)

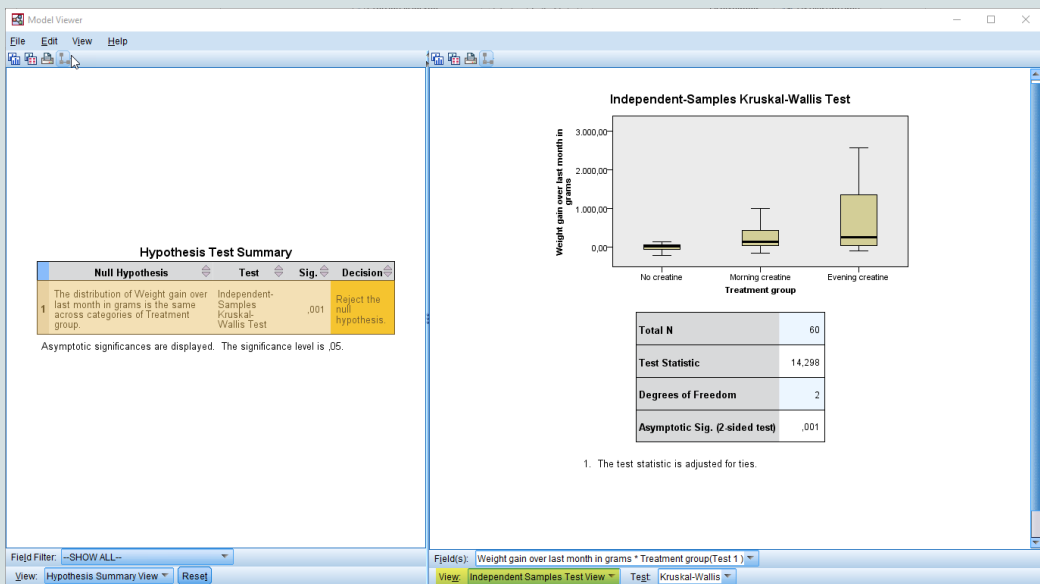
Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Μη Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα II



Βήμα 6^ο : Διοικητικό Συμπέρασμα



Από το νέο παράθυρο που εμφανίζεται από την αναπτυσσόμενη λίστα που εμφανίζεται στην περιοχή **View** επιλέγουμε **Pairwise Comparisons**

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)

Μη Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα II



Βήμα 6^ο : Διοικητικό Συμπέρασμα

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
No creatine-Morning creatine	-14,883	5,287	-2,815	,005	,015
No creatine-Evening creatine	-20,988	5,857	-3,583	,000	,001
Morning creatine-Evening creatine	-6,104	5,636	-1,083	,279	,836

Από πίνακα Pairwise Comparisons παρατηρούμε ότι υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ της διαφοράς βάρους της ομάδας που δεν λαμβάνει κρεατίνη με τις άλλες δύο

Ενώ δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στην διαφορά βάρους μεταξύ της ομάδας που λαμβάνει κρεατίνη το πρωί και της ομάδας που λαμβάνει κρεατίνη το βράδυ

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)



Άσκηση 1^η

Η αίθουσα του μαθήματος της Ανάλυσης Δεδομένων μπορεί να χωριστεί σε τρεις σειρές: Μπροστινή (Front), Μεσαία (Middle) και Πίσω (Back). Ο καθηγητής τους παρατήρησε, ότι η επίδοση των φοιτητών είχε κάποια σχέση με την θέση τους. Σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05 να ελεγχθεί αν θέση που κάθεται ο φοιτητής επηρεάζει την απόδοση του. Για τον έλεγχο επιλέχθηκε ένα τυχαίο δείγμα των φοιτητών κάθε σειράς.

Η επίδοση των φοιτητών στις εξετάσεις καταγράφηκε ως εξής:

- ✓ Front: 82, 83, 97, 93, 55, 67, 53
- ✓ Middle: 83, 78, 68, 61, 77, 54, 69, 51, 63
- ✓ Back: 38, 59, 55, 66, 45, 52, 52, 61

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)



Άσκηση 2^η

Πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα για να διαπιστωθεί εάν το αλκοόλ ή ο καφές επηρεάζει τους χρόνους αντίδρασης στην οδήγηση. Για την επίτευξη του πειράματος μετρήθηκε ο χρόνος αντίδρασης σε μια προσομοίωση οδήγησης σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ομάδα ήπια πόσιμο νερό, δεύτερη μύρα που περιέχει δύο μονάδες αλκοόλ και η Τρίτη καφέ.

Σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05 να ελεγχθεί αν ο καφές ή το αλκοόλ επηρεάζει τον χρόνο αντίδρασης στην οδήγηση (αρχείο driver_reaction.sav)

Ανάλυση Διασποράς (One Way Anova)



Άσκηση 3^η

Ένα νοσοκομείο θέλει να μάθει πώς λειτουργεί ένα ομοιοπαθητικό φάρμακο για την κατάθλιψη σε σύγκριση με εναλλακτικές λύσεις. Χορηγήθηκαν 4 θεραπείες σε 100 ασθενείς για 2 εβδομάδες και στη συνέχεια μετρήθηκαν τα επίπεδα κατάθλιψής τους. Τα δεδομένα βρίσκονται στο αρχείο `depression.sav`. Σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05 να ελεγχθεί αν η μέθοδος θεραπείας επηρεάζει τον βαθμό κατάθλιψης των ασθενών



Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)

Προκειμένου να ελέγξουμε το αν διαφέρουν οι μέσες τιμές μιας ποσοτικής μεταβλητής, ανάμεσα στις κατηγορίες **όχι** μίας ποιοτικής αλλά **δύο** χρησιμοποιούμε την Ανάλυση Διασποράς δύο κατευθύνσεων (Two-way ANOVA).

Στην ανάλυση διακύμανσης με δύο παράγοντες έχουμε δύο κατηγορικές μεταβλητές X_1 (παράγοντας A) και X_2 (παράγοντας B), και μια εξαρτημένη ποσοτική μεταβλητή Y. Έτσι, οι **υποθέσεις** που **ελέγχουμε** είναι εάν:

- Τα διαφορετικά επίπεδα τιμών της X_1 επηρεάζουν τις τιμές της Y.
- Τα διαφορετικά επίπεδα τιμών της X_2 επηρεάζουν τις τιμές της Y.
- Υπάρχει αλληλεπίδραση (interaction) μεταξύ των μεταβλητών X_1 και X_2 . Έλλειψη αλληλεπίδρασης σημαίνει ότι η επίδραση της μεταβλητής X_1 στην Y είναι ίδια για κάθε επίπεδο της μεταβλητής X_2 και αντίστροφα.



Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)

Στην ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων έχουμε μία ποσοτική (εξαρτημένη) μεταβλητή και δύο ποιοτικές (ανεξάρτητες)

Οι **προϋποθέσεις** εκτέλεσης της ανάλυσης είναι:

- Θα πρέπει στις τιμές να μην υπάρχουν σημαντικά **ακραίες τιμές**
- Θα πρέπει να μην υπάρχει σχέση μεταξύ των τιμών των παρατηρήσεων
- Οι παρατηρήσεις πρέπει να είναι **ανεξάρτητες**, δηλαδή θα πρέπει να έχει εξασφαλιστεί πως μια παρατήρηση (σειρά) αντιπροσωπεύει διαφορετικό άτομο



Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)

Προϋποθέσεις συνέχεια

- Η **εξαρτημένη** μεταβλητή ελέγχου πρέπει να είναι **ποσοτική** μεταβλητή, είτε **διαστήματος** (interval) είτε **αναλογίας** (ratio).
- Ομοιογένεια: η τυπική απόκλιση της εξαρτώμενης μεταβλητής μας (απώλεια βάρους) πρέπει να είναι ίση για κάθε ομάδα (ομάδα διατροφής / άσκησης) των συμμετεχόντων (test of Levene).
- Τέλος αν η **εξαρτημένη** μεταβλητή προσεγγίζει την **κανονική κατανομή** σε κάθε κατηγορία των ποιοτικών μεταβλητών θα εκτελέσουμε παραμετρικό τεστ (**Two Way Anova**) **διαφορετικά** θα εκτελέσουμε μη παραμετρικό τεστ (**Friedman Test**)



Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)

Παράδειγμα III

Πώς να χάσουμε αποτελεσματικά βάρος; Οι δίαιτες λειτουργούν πραγματικά και τι γίνεται με την άσκηση; Για να απαντήσουμε τα παραπάνω ερωτήματα χρησιμοποιήθηκε ένα δείγμα 180 ατόμων και τους δόθηκαν 3 διαφορετικές δίαιτες και ένα από τα 3 επίπεδα άσκησης. Μετά από δύο μήνες, οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν πόσα κιλά έχασαν. Αυτά τα δεδομένα είναι στο αρχείο [weightloss.sav](#).

Θα εξετάσουμε πως οι δίαιτες και τα επίπεδα άσκησης επιδρούν στην απώλεια βάρους μετά από δύο μήνες εξετάζοντας κάθε δυνατό συνδυασμό

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παράδειγμα III

Βήμα 1^ο : Διατύπωση Ερευνητικού Ερωτήματος

«οι μέσοι όροι όλων των ομάδων που καθορίζουν οι δύο ποιοτικές μεταβλητές είναι ίσοι»

Βήμα 2^ο : Διατύπωση Μηδενικής Υπόθεσης

$H_{0(\Delta)}$: $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$ (ο τύπος της δίαιτας δεν επηρεάζει το βάρος)

$H_{0(\Gamma)}$: $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3$ (ο τύπος της γυμναστικής δεν επηρεάζει το βάρος)

$H_{0(\Delta\Gamma)}$: $\gamma_{11} = \gamma_{12} = \gamma_{13} = \gamma_{21} = \gamma_{22} = \gamma_{23} = \gamma_{31} = \gamma_{32} = \gamma_{33}$ (ο τύπος της δίαιτας δεν αλληλοεπιδρά με το είδος της γυμναστικής – έλλειψη αλληλεπίδρασης δείχνει ότι η επίδραση της δίαιτας στο βάρος είναι ίδια για κάθε είδος γυμναστικής και αντίστροφα)

Βήμα 3^ο : Ορισμός Επιπέδου Στατιστικής Σημαντικότητας

Το επίπεδο Στατιστικής Σημαντικότητας είναι $\alpha = 0,05$

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παράδειγμα III

Βήμα 4^ο : Επιλογή **τεστ** ελέγχου για την εύρεση του **p-value**

Για να αποφασίσουμε πιο τεστ πρέπει να εφαρμόσουμε ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

- ✓ Η **ανεξαρτησία** και η **συνέχεια** των δεδομένων προκύπτει τόσο από τον σχεδιασμό της έρευνας όσο και από τα στοιχεία του πίνακα τιμών
 - Για τον έλεγχο ύπαρξης **ακραίων τιμών** και **κανονικής** κατανομής των δεδομένων ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)

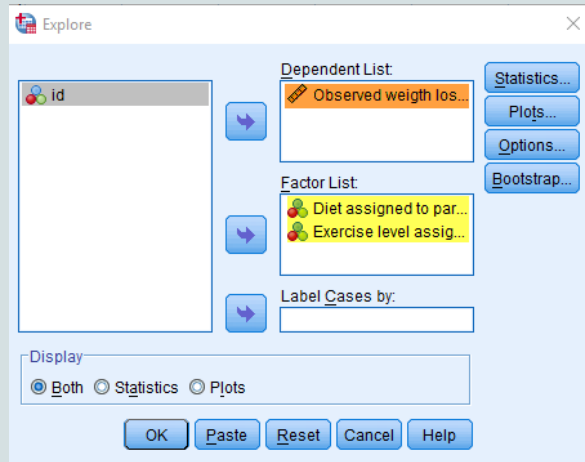


Ανεξάρτητα Δείγματα

Παράδειγμα III

Βήμα 4^ο : Επιλογή τεστ ελέγχου για την εύρεση του **p-value**

Από το μενού επιλέγουμε **Analyze** → **Descriptive Statistics** → **Explore**



Στην θυρίδα διαλόγου που εμφανίζεται βάζουμε την εξαρτημένη μεταβλητή **Observed Weight** ..(ποσοτική) στην θέση “**Dependent List**” και στην θέση **Factor List** τις ποιοτικές μεταβλητές **Diet Assigned** και **Exercise Level Assigned**

Στην επιλογή **Statistics** τσεκάρουμε τις επιλογές **Descriptives**, **Outliers**, **Percentiles** και ορίζουμε το Διάστημα Εμπιστοσύνης και στην επιλογή **Plots** τσεκάρουμε τις επιλογές **Histogram**, και **Normality plots with tests**

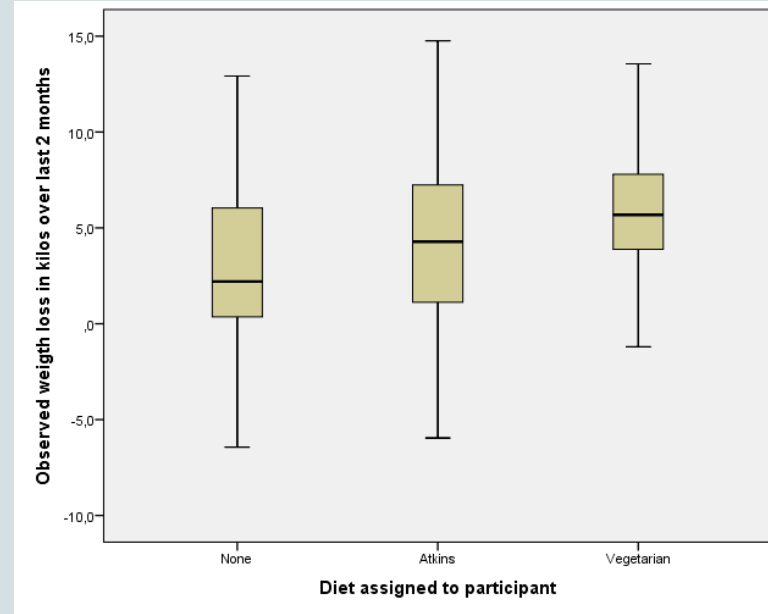
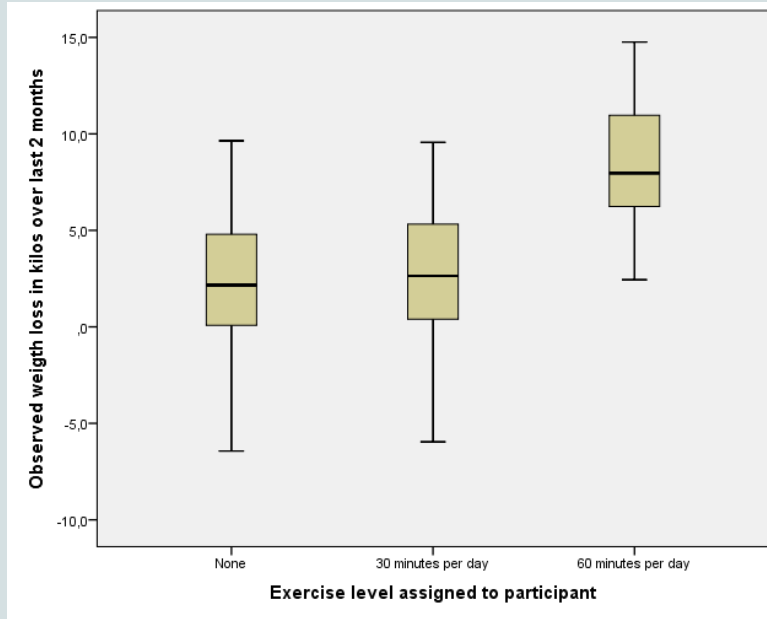
Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)

Ανεξάρτητα Δείγματα

Παράδειγμα III



Βήμα 4^ο : Επιλογή τεστ ελέγχου για την εύρεση του **p-value**



Από τα θηκογράμματα **δεν** προκύπτουν **ακραίες τιμές**

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παράδειγμα ΙΙΙ

Βήμα 4^ο : Επιλογή τεστ ελέγχου για την εύρεση του **p-value**

Tests of Normality							
Diet assigned to participant		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Observed weight loss in kilos over last 2 months	None	,087	60	,200 [*]	,985	60	,673
	Atkins	,099	60	,200 [*]	,982	60	,536
	Vegetarian	,096	60	,200 [*]	,972	60	,192

Tests of Normality							
Exercise level assigned to participant		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Observed weight loss in kilos over last 2 months	None	,063	60	,200 [*]	,983	60	,548
	30 minutes per day	,062	60	,200 [*]	,989	60	,847
	60 minutes per day	,098	60	,200 [*]	,980	60	,442

Από τα τεστ κανονικότητας προκύπτει ότι στις κατηγορίες που χωρίζουν το δείγμα, οι δύο ποιοτικές μεταβλητές συγκλίνουν στην κανονική κατανομή οπότε θα χρησιμοποιηθεί ένα **παραμετρικό τεστ**

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)

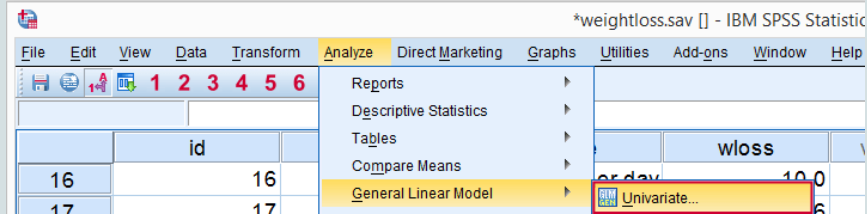


Ανεξάρτητα Δείγματα

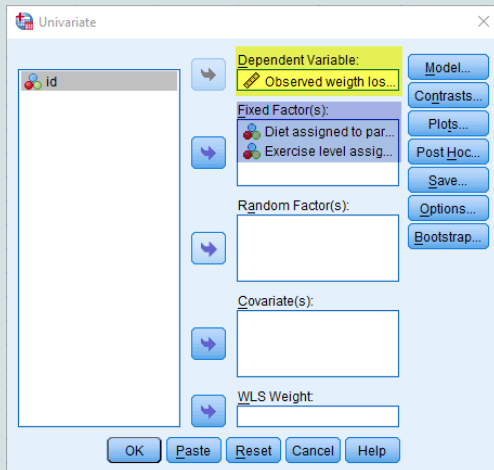
Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ

Βήμα 4.1^ο : Εκτέλεση τεστ ελέγχου



Από το μενού επιλέγω **Analyze** → **General Linear Model** → **Univariate**



Από την παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται βάζω την εξαρτημένη (ποσοτική) μεταβλητή **Observed Weight** στην θέση **Dependent Variable** και τις ποιοτικές **Diet assigned** και **Exercise Level** στην θέση **Fixed Factors**

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)

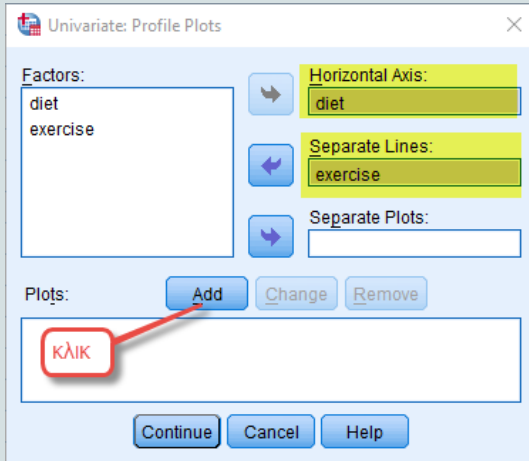


Ανεξάρτητα Δείγματα

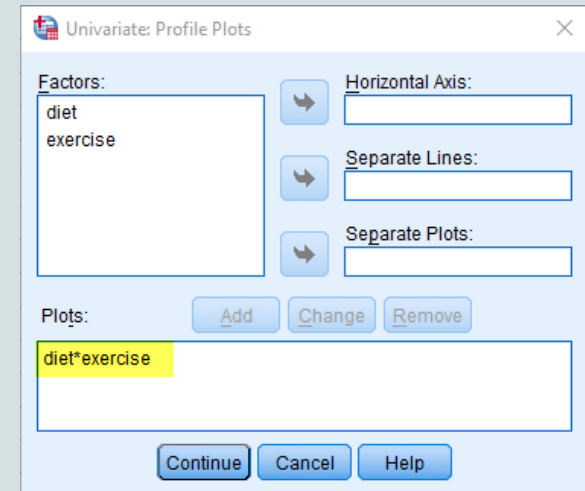
Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ

Βήμα 4.1^ο : Εκτέλεση τεστ ελέγχου



Από το μενού επιλέγω **Profile Plots** βάζω την μεταβλητή **diet** στην θέση **Horizontal Axis** και την μεταβλητή **Exercise** στην θέση **Separate Lines** και πατάω το πλήκτρο **Add** και στην συνέχεια το πλήκτρο **Continue**



Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα III

Βήμα 4.2^ο : Εκτέλεση τεστ ελέγχου

Univariate: Post Hoc Multiple Comparisons for Observed Means

Factor(s):
diet
exercise

Post Hoc Tests for:
diet
exercise

Equal Variances Assumed

LSD S-N-K Waller-Duncan
 Bonferroni Tukey Type I/Type II Error Ratio: 100
 Sidak Tukey's-b Dunnett
 Scheffe Duncan Control Category: Last
 R-E-G-W-F Hochberg's GT2 Test
 R-E-G-W-Q Gabriel 2-sided < Control > Control

Equal Variances Not Assumed

Tamhane's T2 Dunnett's T3 Games-Howell Dunnett's C

Continue Cancel Help

Από το μενού επιλέγω **Post Hoc** βάζω την μεταβλητή **diet** και την μεταβλητή **Exercise** στην θέση **Post Hoc Tests** και τσεκάρω τις επιλογές **Bonferoni** και **Tukey** για να ελέγξω εφόσον απορρίψω το τεστ της ισότητας των μέσων όρων την διαφοροποίηση των μέσων όρων μεταξύ των ομάδων που χωρίζουν το δείγμα μας οι ποιοτικές μεταβλητές

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ

Βήμα 4.2^ο : Εκτέλεση τεστ ελέγχου

Univariate: Options

Estimated Marginal Means

Factor(s) and Factor Interactions:

(OVERALL)
diet
exercise
diet*exercise

Display Means for:

diet
exercise
diet*exercise

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

Από το μενού επιλέγω **Options** βάζω τις μεταβλητές **diet**, **Exercise**, και **diet * exercise** θέση **Display Means for:** και τσεκάρω τις επιλογές **Estimates of effect size** και **Homogeneity tests** για να ελέγξω την ομοιογένεια των διακυμάνσεων μεταξύ των ομάδων που χωρίζουν το δείγμα μας οι ποιοτικές μεταβλητές (**Levene's test**)

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ

Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Observed weight loss in kilos over last 2 months

F	df1	df2	Sig.
,668	8	171	,719

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + diet + exercise + diet * exercise

Το τεστ του **Levene** δεν απορρίπτει την υπόθεση ίσων διακυμάνσεων μεταξύ των ομάδων που χωρίζουν το δείγμα μας οι ποιοτικές μεταβλητές οπότε μπορούμε να συνεχίσουμε την ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)

Ανεξάρτητα Δείγματα

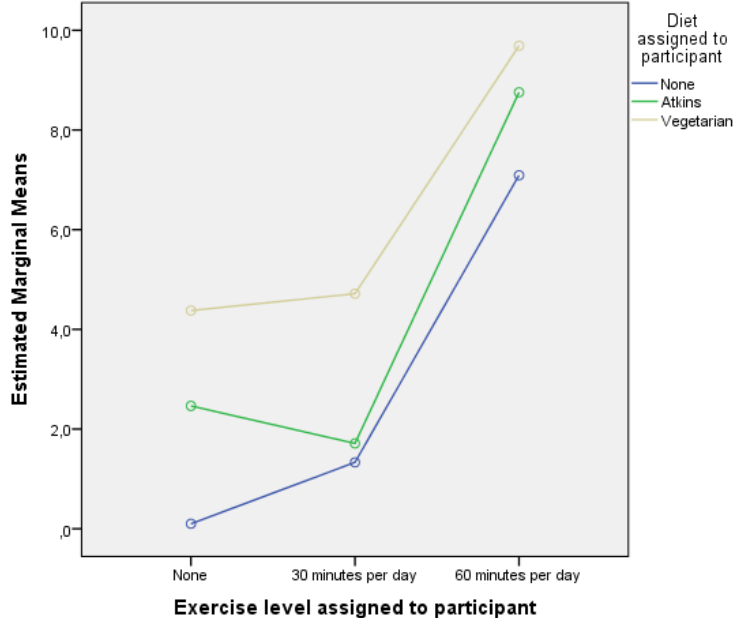
Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ



Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

Estimated Marginal Means of Observed weight loss in kilos over last 2 months



Η γραφική αναπαράσταση απεικονίζει πλήρως τα αποτελέσματα. Παρατηρούμε μια ραγδαία αύξηση της απώλειας βάρους όταν το επίπεδο άσκησης αυξάνεται από 30 σε 60 λεπτών και δεύτερο πως μια δίαιτα βασισμένη στην χορτοφαγία έχει καλύτερο αποτέλεσμα στην απώλεια βάρους από τις άλλες δύο.

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ

Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Observed weight loss in kilos over last 2 months

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1862,732 ^a	8	232,841	27,813	,000	,565
Intercept	3598,350	1	3598,350	429,817	,000	,715
diet	353,209	2	176,604	21,095	,000	,198
exercise	1472,306	2	736,153	87,932	,000	,507
diet * exercise	37,217	4	9,304	1,111	,353	,025
Error	1431,580	171	8,372			
Total	6892,662	180				
Corrected Total	3294,312	179				

a. R Squared = ,565 (Adjusted R Squared = ,545)

Από τα αποτελέσματα του πίνακα **Tests of Between – Subjects Effects** μας ενδιαφέρουν κυρίως να ερμηνεύσουμε τρεις γραμμές αυτές που απαντούν και στην μηδενική υπόθεση. Αυτές των μεταβλητών **diet** και **exercise** που μας δείχνουν την επίδραση τους στην απώλεια βάρους και της μεταβλητής **diet * exercise** που μας δείχνει την αλληλεπίδραση

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ

Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Observed weighth loss in kilos over last 2 months

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1862,732 ^a	8	232,841	27,813	,000	,565
Intercept	3598,350	1	3598,350	429,817	,000	,715
diet	353,209	2	176,604	21,095	,000	,198
exercise	1472,306	2	736,153	87,932	,000	,507
diet * exercise	37,217	4	9,304	1,111	,353	,025
Error	1431,580	171	8,372			
Total	6892,662	180				
Corrected Total	3294,312	179				

a. R Squared = ,565 (Adjusted R Squared = ,545)

$H_{0(\Delta)} : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$ (ο τύπος της διαίτας δεν επηρεάζει το βάρος)

$H_{0(\Gamma)} : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3$ (ο τύπος της γυμναστικής δεν επηρεάζει το βάρος)

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι οι αντίστοιχες τιμές για **p value** για τις πρώτες δύο μηδενικές υποθέσεις είναι **0,000** επομένως απορρίπτουμε τις αντίστοιχες μηδενικές υποθέσεις.

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ

Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Observed weight loss in kilos over last 2 months						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1862,732 ^a	8	232,841	27,813	,000	,565
Intercept	3598,350	1	3598,350	429,817	,000	,715
diet	353,209	2	176,604	21,095	,000	,198
exercise	1472,306	2	736,153	87,932	,000	,507
diet * exercise	37,217	4	9,304	1,111	,353	,025
Error	1431,580	171	8,372			
Total	6892,662	180				
Corrected Total	3294,312	179				

a. R Squared = ,565 (Adjusted R Squared = ,545)

Επίσης από την **τρίτη γραμμή** παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει αλληλεπίδραση ($p\text{-value} = \mathbf{0,353}$) μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών (δίαιτα, επίπεδο άσκησης). Επιπρόσθετα παρατηρούμε και από την στήλη **partial eta squared** ότι η αντίστοιχη τιμή είναι μόνο **0,025** (ποσότητα αμελητέα)

Η **έννοια** της αλληλεπίδρασης σημαίνει ότι η επίδραση μίας ανεξάρτητης μεταβλητής-παράγοντα πάνω στην εξαρτημένη δεν είναι η ίδια για όλα τα επίπεδα-συνθήκες μιας άλλης ανεξάρτητης μεταβλητής. Π.χ., εάν η επίδραση της διαίτας στους μέσους όρους απώλειας βάρους (εξαρτημένη μεταβλητή) δεν είναι ίδια για όλα τα επίπεδα άσκησης, τότε λέμε ότι βρέθηκε αλληλεπίδραση της διαίτας και του επιπέδου άσκησης πάνω στην απώλεια βάρους

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα III

Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Observed weight loss in kilos over last 2 months

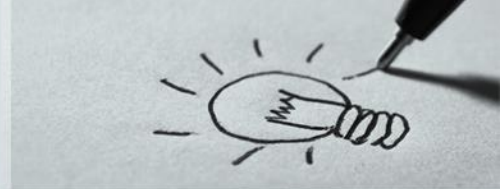
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1862,732 ^a	8	232,841	27,813	,000	,565
Intercept	3598,350	1	3598,350	429,817	,000	,715
diet	353,209	2	176,604	21,095	,000	,198
exercise	1472,306	2	736,153	87,932	,000	,507
diet * exercise	37,217	4	9,304	1,111	,353	,025
Error	1431,580	171	8,372			
Total	6892,662	180				
Corrected Total	3294,312	179				

a. R Squared = ,565 (Adjusted R Squared = ,545)

Ο δείκτης R^2 μας δείχνει ότι το **54,5%** της διακύμανσης των τιμών της απώλειας βάρους οφείλεται στη δίαιτα και στην άσκηση, ποσοστό το οποίο θεωρείται πολύ μεγάλο υποδεικνύοντας ισχυρές σχέσεις μεταξύ των παραγόντων μας και απώλεια βάρους.

Η στήλη **partial eta squared** δίνει τους δείκτες η^2 για το μέγεθος της επίδρασης. Αναφερόμαστε στους δείκτες αυτούς μόνο όταν το κριτήριο **F** είναι στατιστικά σημαντικό. Στο παράδειγμα μας παρατηρούμε ότι **19,8%** της διασποράς των τιμών της απώλειας βάρους μπορεί να αποδοθεί στην δίαιτα και το **50,7%** στο επίπεδο άσκησης.

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ

Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Observed weight loss in kilos over last 2 months						
Tukey HSD						
(I) Exercise level assigned to participant	(J) Exercise level assigned to participant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
None	30 minutes per day	-,273	,5283	,864	-1,522	,976
	60 minutes per day	-6,199*	,5283	,000	-7,448	-4,950
30 minutes per day	None	,273	,5283	,864	-,976	1,522
	60 minutes per day	-5,926*	,5283	,000	-7,175	-4,677
60 minutes per day	None	6,199*	,5283	,000	4,950	7,448
	30 minutes per day	5,926*	,5283	,000	4,677	7,175

Η διαφορά στην απώλεια βάρους μεταξύ μη άσκησης και 30 λεπτών είναι **0,29** κιλά αλλά **δεν** είναι στατιστικά σημαντική ενώ η διαφορά στην απώλεια βάρους μεταξύ άσκησης 60 λεπτών και μη άσκησης είναι αντίστοιχα **5,92** και **6,19** κιλά και είναι στατιστικά σημαντικές

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ

Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: Observed weight loss in kilos over last 2 months						
Tukey HSD						
(I) Diet assigned to participant	(J) Diet assigned to participant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
None	Atkins	-1,469*	,5283	,016	-2,718	-,220
	Vegetarian	-3,420*	,5283	,000	-4,669	-2,171
Atkins	None	1,469*	,5283	,016	,220	2,718
	Vegetarian	-1,951*	,5283	,001	-3,200	-,702
Vegetarian	None	3,420*	,5283	,000	2,171	4,669
	Atkins	1,951*	,5283	,001	,702	3,200

Η διαφορά στην απώλεια βάρους μεταξύ καμίας δίαιτας και της δίαιτας atkins είναι 1,46 κιλά και είναι στατιστικά σημαντική ενώ μεταξύ καμίας δίαιτας και χορτοφαγικής είναι 3,42 και είναι στατιστικά σημαντική. Τέλος στατιστικά σημαντική είναι και η διαφορά στην απώλεια βάρους μεταξύ δίαιτας atkins και χορτοφαγικής (1,95 κιλά)

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)

Ανεξάρτητα Δείγματα

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ



Βήμα 5^ο : Αποτελέσματα του τεστ

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Observed weight loss in kilos over last 2 months

Tukey HSD

(I) Exercise level assigned to participant	(J) Exercise level assigned to participant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
None	30 minutes per day	-,273	,5283	,864	-1,522	,976
	60 minutes per day	-6,199*	,5283	,000	-7,448	-4,950
30 minutes per day	None	,273	,5283	,864	-,976	1,522
	60 minutes per day	-5,926*	,5283	,000	-7,175	-4,677
60 minutes per day	None	6,199*	,5283	,000	4,950	7,448
	30 minutes per day	5,926*	,5283	,000	4,677	7,175

Η διαφορά στην απώλεια βάρους μεταξύ γυμναστικής 60 λεπτών και γυμναστικής 30 λεπτών είναι 5,92 κιλά και είναι στατιστικά σημαντική όπως και η διαφορά απώλειας βάρους μεταξύ γυμναστικής 60 λεπτών και χωρίς γυμναστική που είναι 6,19 κιλά.

Η διαφορά στην απώλεια βάρους μεταξύ 30 λεπτών γυμναστικής και χωρίς γυμναστική δεν είναι στατιστικά σημαντική

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Ανεξάρτητα Δείγματα

Παραμετρικό Τεστ

Παράδειγμα ΙΙΙ

Βήμα 5^ο : Διοικητικό Συμπέρασμα

- Παρατηρούμε μια ραγδαία αύξηση της απώλειας βάρους όταν το επίπεδο άσκησης αυξάνεται από 30 σε 60 λεπτών
- Η δίαιτα βασισμένη στην χορτοφαγία έχει καλύτερο αποτέλεσμα στην απώλεια βάρους από τις άλλες δύο.
- Τόσο η δίαιτα (19,7%) όσο και το επίπεδο άσκησης (50,7%) είναι πολύ σημαντικοί παράγοντες στη διακύμανση των τιμών της απώλειας βάρους μάλιστα και οι δύο μαζί ερμηνεύουν το 54,6% της διακύμανσης των τιμών της απώλειας βάρους
- Δεν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ δίαιτας και επιπέδου άσκησης
- Στατιστικά σημαντική διαφορά υπάρχει μεταξύ του επιπέδου άσκησης των 60 λεπτών με αυτό των 30 λεπτών και του επιπέδου χωρίς άσκηση
- Στατιστικά σημαντική διαφορά υπάρχει και μεταξύ των όλων των ειδών δίαιτάς ανά ζεύγη

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Άσκηση 1^η

Εκατό άτομα που πάσχουν από κατάθλιψη χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες των 25 ατόμων σύμφωνα με τον βαθμό κατάθλιψης (minimal, mid, moderate, severe) και τους δόθηκαν διαφορετικά φάρμακα (none, placebo, homeopathic, pharmaceutical). Μετά από 4 εβδομάδες, οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν το BDI ένα τεστ για την κατάθλιψη του Beck. Το κύριο ερευνητικό μας ερώτημα είναι: τα διαφορετικά φάρμακά μας είχαν ως αποτέλεσμα διαφορετικές μέσες βαθμολογίες BDI; Μια δευτερεύουσα ερώτηση είναι κατά πόσον οι βαθμολογίες BDI σχετίζονται με το φύλο με οποιονδήποτε τρόπο. Με λίγα λόγια θα προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε τα 4 (φάρμακα) \times 2 (φύλο) = 8 μέσες βαθμολογίες BDI. Τα δεδομένα βρίσκονται στο αρχείο depression.sav.

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Άσκηση 2^η

Σε μία μελέτη οι φοιτητές του μαθήματος ανάλυση δεδομένων χωρίστηκαν σε δύο ομάδες αυτοί που έρχονται στο μάθημα και αυτοί που παίρνουν τις σημειώσεις από το e-class (lecture, distance) επίσης χωρίστηκαν σε δύο ομάδες σύμφωνα με τον μέσο όρο της βαθμολογίας τους πριν το μάθημα της ανάλυσης (High, Low).

a/a	Class	GPA	Points in Class	a/a	Class	GPA	Points in Class
1	Distance	High	332.00	11	Lecture	High	354.67
2	Distance	High	380.00	12	Lecture	High	353.50
3	Distance	High	371.00	13	Lecture	High	304.00
4	Distance	High	366.00	14	Lecture	High	365.00
5	Distance	High	354.00	15	Lecture	High	339.00
6	Distance	Low	259.50	16	Lecture	Low	306.00
7	Distance	Low	302.50	17	Lecture	Low	339.00
8	Distance	Low	296.00	18	Lecture	Low	353.00
9	Distance	Low	349.00	19	Lecture	Low	351.00
10	Distance	Low	309.00	20	Lecture	Low	333.00

Το κύριο ερευνητικό μας ερώτημα είναι: ο τρόπος παρακολούθησης του μαθήματος επηρεάζει την βαθμολογία. Μια δευτερεύουσα ερώτηση είναι κατά πόσον ο προγενέστερος μέσος όρος της βαθμολογίας των φοιτητών σχετίζονται τόσο με τον βαθμό όσο και με τον τρόπο παρακολούθησης.

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Άσκηση 3^η

Έστω ότι μελετάμε την περίμετρο κρανίων διαφορετικής χρονολογίας (Περίοδος I, II, III και IV) που βρέθηκαν σε τρεις διαφορετικές τοποθεσίες: (A) νησιά, (B) πεδιάδες, και (C) ορεινά.

Περίοδος	Τοποθεσία		
	A	B	C
I	53	53	53
II	54	53	52
III	56	54	55
IV	57	56	55

Σε κάθε τοποθεσία και χρονική περίοδο προσδιορίστηκε ο μέσος όρος της περιμέτρου των κρανίων και τα αποτελέσματα που ελήφθησαν δίνονται στον Πίνακα. Να εξετασθεί κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντική η επίδραση της χρονικής περιόδου και της τοποθεσίας στην περίμετρο του κρανίου.

Ανάλυση Διασποράς (Two Way Anova)



Άσκηση 4^η

Σ' ένα πείραμα μελέτης της επίδρασης της θερμοκρασίας και του pH στην ανάπτυξη ενός βακτηρίου σε 24 φιάλες ελήφθησαν τα αποτελέσματα που δίνονται στον Πίνακα. Να εξετασθεί η επίδραση της θερμοκρασίας και του pH στην ανάπτυξη του βακτηρίου.

Θερμοκρασία	Ph=5	Ph=6	Ph=7
25	9	18	36
25	11	20	44
30	13	23	27
30	17	27	33
35	18	27	23
35	22	33	27
40	22	20	7
40	28	24	13



Έλεγχος Μεταξύ Ποσοτικών Μεταβλητών

Ο έλεγχος που χρησιμοποιείται για τις σχέσεις μεταξύ δύο ή περισσότερων ονομαστικών ή και τακτικών μεταβλητών είναι γνωστός ως έλεγχος χ^2 (Chi Square).

Οι υποθέσεις είναι:

- ✓ Μηδενική υπόθεση (H_0): οι δυο μεταβλητές που εξετάζουμε είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους
- ✓ Εναλλακτική υπόθεση (H_1): οι δυο μεταβλητές που εξετάζουμε είναι εξαρτημένες

Η απαιτούμενη κλίμακα μέτρησης των μεταβλητών είναι η ονομαστική, παρόλο που και μεταβλητές με διατακτική κλίμακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν.



Έλεγχος Μεταξύ Ποσοτικών Μεταβλητών

Προϋποθέσεις

- ✓ Οι παρατηρήσεις πρέπει να είναι ανεξάρτητες (κάθε παρατήρηση δηλαδή πρέπει να προέρχεται από διαφορετικό υποκείμενο (ερωτώμενο))
- ✓ Οι μεταβλητές πρέπει να είναι ποιοτικές και κάθε μια από τις ποιοτικές μεταβλητές πρέπει να αποτελείται από δύο ή περισσότερες τιμές (π.χ. η μεταβλητή φύλο, θα έχει δυο τιμές, Άνδρας_Γυναίκα).
- ✓ Το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού αναφοράς,
- ✓ Θα πρέπει το πολύ το 20% των κελιών του πίνακα να έχει αναμενόμενη συχνότητα κάτω από 5 (Αν δεν ικανοποιείται τότε είναι καλύτερα να χρησιμοποιούμε τον ακριβή έλεγχο Fisher, τον οποίο συμπεριλαμβάνει το SPSS για μια τέτοια περίπτωση).



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Μεθοδολογία

ΒΗΜΑ 1^ο: Διατύπωση Ερευνητικού Ερωτήματος :

«Υπάρχει εξάρτηση;»

ΒΗΜΑ 2^ο: Σύνταξη μηδενικής και Εναλλακτικής υπόθεσης:

$H_0: \chi^2 = 0$ **Δεν** υπάρχει Σχέση

$H_a: \chi^2 \neq 0$ **Υπάρχει** Σχέση

ΒΗΜΑ 3^ο: Ορισμός Επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας (α): $\alpha = 0,05$



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Μεθοδολογία

ΒΗΜΑ 4^ο: Εκτέλεση του τεστ εύρεση της τιμής **p-value**

ΒΗΜΑ 5^ο: Σύγκριση της τιμής **p-value** με το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας **α**

Αν $p < \alpha$ ($< 0,05$) απορρίπτομε τη μηδενική υπόθεση και συμπεραίνομε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών.

ΒΗΜΑ 6^ο: Διατύπωση Διοικητικού Συμπεράσματος



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Μιας Μεταβλητής

Παράδειγμα IV

Σε 32 άτομα ζητήσαμε να επιλέξουν, μεταξύ τεσσάρων προτεινόμενων τουριστικών προορισμών, την περιοχή που προτιμούν για τις διακοπές τους. Κάθε άτομο μπορούσε να επιλέξει μόνο μια περιοχή. Τα δεδομένα μπορούν να δοθούν είτε σε μορφή συχνοτήτων (αρχείο `region_1.sav`) είτε σε αναλυτική μορφή (αρχείο `region_2.sav`). Το ερευνητικό ερωτήματα είναι σε ποιο βαθμό οι 4 περιοχές είναι πραγματικά εξίσου ελκυστικές;

perioxi	syxnotita
perioxi A	6,00
perioxi B	6,00
perioxi C	15,00
perioxi D	5,00

id	region
1	perioxi A
2	perioxi A
3	perioxi A
4	perioxi D
5	perioxi D
6	perioxi A
7	perioxi B

Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Μιας Μεταβλητής

Παράδειγμα IV

ΒΗΜΑ 1^ο: Διατύπωση Ερευνητικού Ερωτήματος :

«Σε ποιο βαθμό οι 4 περιοχές είναι πραγματικά εξίσου ελκυστικές;»

ΒΗΜΑ 2^ο: Σύνταξη μηδενικής και Εναλλακτικής υπόθεσης:

$H_0: \chi^2 = 0$ **Δεν** υπάρχει Σχέση

$H_a: \chi^2 \neq 0$ **Υπάρχει** Σχέση

ΒΗΜΑ 3^ο: Ορισμός Επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας (α): $\alpha = 0,05$

ΒΗΜΑ 4^ο: Εκτελούμε το τεστ

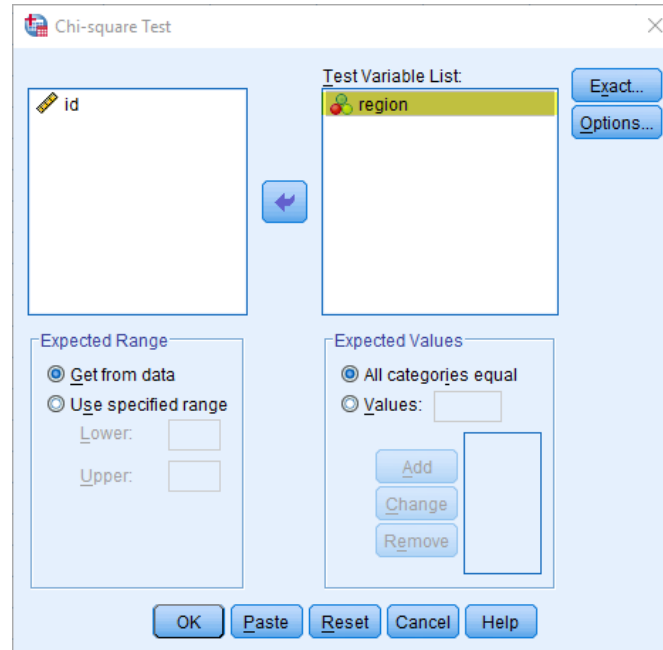
Για την εκτέλεση του τεστ από το μενού επιλέγουμε Nonparametric Tests →

Legacy Dialogs → Chi-square

Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Μιας Μεταβλητής

Παράδειγμα IV



Από το παράθυρο που εμφανίζεται βάζουμε την μεταβλητή **region** στην περιοχή **Test Variable list** και επιβεβαιώνουμε ότι στην περιοχή **Expected Values** είναι τσεκαρισμένη η επιλογή **All categories equal**

Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Μιας Μεταβλητής

Παράδειγμα IV

ΒΗΜΑ 5^ο: Σύγκριση της τιμής **p-value** με το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας **α**

	region		
	Observed N	Expected N	Residual
perioxi A	6	8,0	-2,0
perioxi B	6	8,0	-2,0
perioxi C	15	8,0	7,0
perioxi D	5	8,0	-3,0
Total	32		

Test Statistics	
	region
Chi-Square	9,250 ^a
df	3
Asymp. Sig.	,041

Από αποτελέσματα, απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και δεχόμαστε την εναλλακτική επειδή η τιμή **p value** είναι μικρότερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας που θέσαμε



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Μιας Μεταβλητής

Παράδειγμα IV

ΒΗΜΑ 6^ο: Διοικητικό Συμπέρασμα

	region		
	Observed N	Expected N	Residual
perioxi A	6	8,0	-2,0
perioxi B	6	8,0	-2,0
perioxi C	15	8,0	7,0
perioxi D	5	8,0	-3,0
Total	32		

Test Statistics	
	region
Chi-Square	8,250 ^a
df	3
Asymp. Sig.	,041

Από αποτελέσματα, αρχικά βλέπουμε ότι σαφώς υπάρχει μία προτίμηση στην περιοχή C από το τεστ απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και δεχόμαστε την εναλλακτική «**όλες οι περιοχές δεν είναι εξίσου ελκυστικές**».



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V

Σε μία μελέτη έχει ταξινομηθεί ένα δείγμα 419 γυναικών ανάλογα με το αν πάσχουν από κατάθλιψη και αν είχαν κάποια τραυματική εμπειρία στη ζωή τους. Το ερευνητικό ερώτημα είναι αν υπάρχει εξάρτηση μεταξύ της τραυματικής εμπειρίας και της κατάθλιψης.

	Κατάθλιψη		
Τραυματική Εμπειρία	Όχι (0)	Ναι (1)	Σύνολο
Όχι (0)	251	4	255
Ναι (1)	131	33	164
Σύνολο	382	37	419



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V

ΒΗΜΑ 0^ο: Έλεγχος των προϋποθέσεων του ελέγχου

1. Οι δύο μεταβλητές είναι ποιοτικές (σε κατηγορική κλίμακα ή κλίμακα ιεράρχησης)
2. Το δείγμα πρέπει να έχει επιλεγεί με τυχαίο τρόπο.
3. Οι παρατηρήσεις (υποκείμενα) να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.
4. Όλες οι αναμενόμενες συχνότητες είναι μεγαλύτερες από 1.
5. Το πολύ 20% από τις αναμενόμενες συχνότητες είναι μικρότερες από 5.

Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V

ΒΗΜΑ 0^ο: Έλεγχος των προϋποθέσεων του ελέγχου

Exact Tests

Asymptotic only

Monte Carlo

Confidence level: 99 %

Number of samples: 10000

Exact

Time limit per test: 5 minutes

Exact method will be used instead of Monte Carlo when computational limits allow.

For nonasymptotic methods, cell counts are always rounded or truncated in computing the test statistics.

Continue Cancel Help

Αν δεν ισχύουν οι προϋποθέσεις 3 και 4 μπορούμε να :

- Κάνουμε σύμπτυξη γειτονικών κατηγοριών (γραμμών ή/και στηλών).
- Υπολογίζουμε το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας (**p-value**) είτε με την Ακριβή Μέθοδο (**Exact Method**) είτε με τη μέθοδο προσομοίωσης Monte-Carlo.



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V

ΒΗΜΑ 1^ο: Διατύπωση Ερευνητικού Ερωτήματος :

«Υπάρχει εξάρτηση μεταξύ της τραυματικής εμπειρίας και της κατάθλιψης;»

ΒΗΜΑ 2^ο: Σύνταξη μηδενικής και Εναλλακτικής υπόθεσης:

$H_0: \chi^2 = 0$ *Δεν υπάρχει Σχέση*

$H_a: \chi^2 \neq 0$ *Υπάρχει Σχέση*

ΒΗΜΑ 3^ο: Ορισμός Επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας (α): $\alpha = 0,05$

Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V ΒΗΜΑ 4^ο: Εκτελούμε το τεστ

Εφόσον τα δεδομένα έχουν δοθεί με πίνακα συχνοτήτων διπλής εισόδου πρέπει να περαστούν με ιδιαίτερο τρόπο στο SPSS έτσι ώστε να γίνει η εκτέλεση του τεστ.

Αρχικά μέσα σε παρένθεση κωδικοποιούμε τις τιμές που μπορούν να πάρουν οι δύο μεταβλητές που θέλουμε να συγκρίνουμε.

	Κατάθλιψη		
Τραυματική Εμπειρία	Όχι (0)	Ναι (1)	Σύνολο
Όχι (0)	251	4	255
Ναι (1)	131	33	164
Σύνολο	382	37	419

Στην συνέχεια ανάλογα με την περίπτωση δημιουργούμε ένα πίνακα $\nu * \mu$ γραμμών και μ στηλών όπου ν και μ είναι ο αριθμός των πιθανών τιμών των μεταβλητών (στο παράδειγμα υπό εξέταση κατασκευάζουμε ένα πίνακα $2*2=4$ γραμμών και 2 στηλών)



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V **ΒΗΜΑ 4^ο:** Εκτελούμε το τεστ

0	0
0	1
1	0
1	1

Στην συνέχεια προσθέτουμε μία επιπλέον στήλη όπου καταγράφουμε τις συχνότητες όπως αυτές έχουν δοθεί από την εκφώνηση της άσκησης.

0	0	251
0	1	4
1	0	131
1	1	33

Στην συνέχεια δημιουργούμε τρεις μεταβλητές **X1, X2** και **frequency** στο **Spss** και εισάγουμε τα δεδομένα.

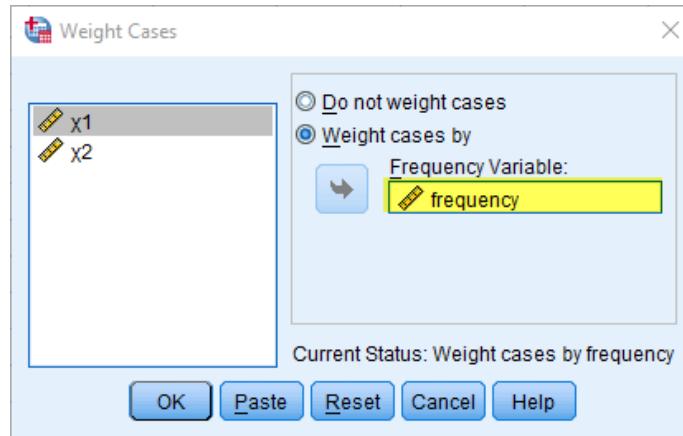
Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V ΒΗΜΑ 4^ο: Εκτελούμε το τεστ

χ_1	χ_2	frequency
0	0	251
0	1	4
1	0	131
1	1	33

Για να “δώσουμε” στο SPSS να “καταλάβει” ότι η τρίτη στήλη περιέχει τις συχνότητες των κελιών θα επιλέξουμε τα εξής: **Data** → **Weight Cases**



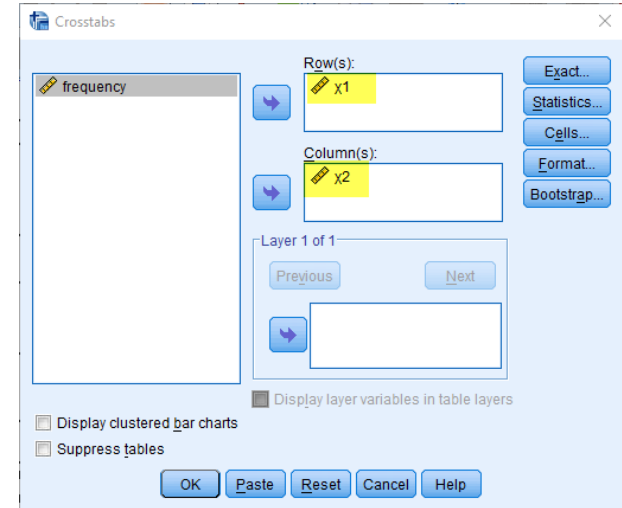
Θα επιλέξουμε **Weight cases by** και στην περιοχή **Frequency Variable** θα βάλουμε την μεταβλητή **frequency** την μεταβλητή που περιέχει τις συχνότητες

Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V ΒΗΜΑ 4^ο: Εκτελούμε το τεστ

Στην συνέχεια από το μενού θα επιλέξω
Analyze → Descriptive Statistics →
Crosstabs.



Στην θυρίδα διαλόγου που εμφανίζεται στην περιοχή **Rows** θα προσθέσω την μεταβλητή **X1** και στην περιοχή **Columns** θα προσθέσω την μεταβλητή **X1**.

Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

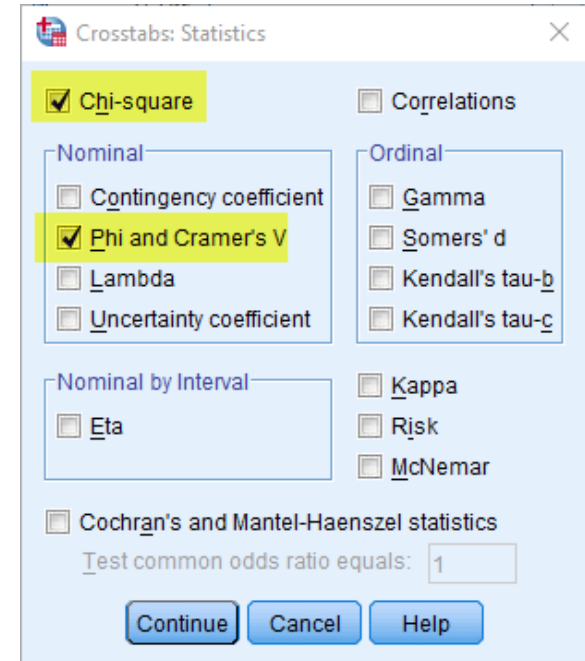
Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V **ΒΗΜΑ 4^ο:** Εκτελούμε το τεστ

Από το πλήκτρο **Statistics** επιλέγουμε **Chi-square** για να υπολογιστεί το στατιστικό κριτήριο

Στην περίπτωση του ελέγχου χ^2 μπορεί να υπολογιστεί ένας επιπλέον δείκτης, ο **V** του **Cramer** για να υπολογίσουμε την ισχύ της αλληλεξάρτησης μεταξύ των μεταβλητών όπου τιμές του δείκτη

- ✓ μικρότερες του ($<0,1$) δηλώνουν **χαμηλή συνάφεια**,
- ✓ μεταξύ 0,1 και 0,3 **μέτρια συνάφεια** και
- ✓ μεγαλύτερες του 0,3 **μεγάλη συνάφεια**



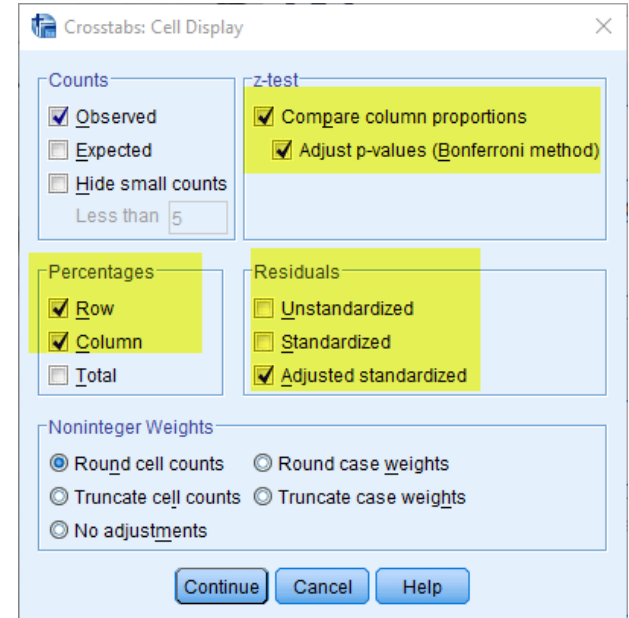
Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V ΒΗΜΑ 4^ο: Εκτελούμε το τεστ

Από το πλήκτρο **Cells** επιλέγουμε

- ✓ **Row** και **Column** στα **Percentages** (για να δούμε τα ποσοστά κατά γραμμές και κατά στήλες στον πίνακα συνάφειας)
- ✓ **Adjusted standardized** στα **Residuals** (για να δούμε τα διορθωμένα τυποποιημένα υπόλοιπα των κελιών)



Αν θέλουμε να συγκρίνουμε τη στατ. σημαντικότητα της διαφοράς μεταξύ των ποσοστών του πίνακα, επιλέγουμε και **Compare column proportions** και μετά **Adjust p-values...**)

Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V

ΒΗΜΑ 5^ο: Σύγκριση της τιμής **p-value** με το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας **α**

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	42,675 ^a	1	,000		
Continuity Correction ^b	40,402	1	,000		
Likelihood Ratio	44,365	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	42,573	1	,000		
N of Valid Cases	419				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 14,48.

b. Computed only for a 2x2 table

Το παρατηρούμενο επίπεδο σημαντικότητας **p** βρίσκεται στη γραμμή **Pearson Chi-Square** και στη στήλη **Asymptotic Significance (2-sided)**.

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι η τιμή **p-value** είναι μικρότερη του επιπέδου στατιστικής σημαντικότητας, οπότε **απορρίπτουμε** την μηδενική υπόθεση ανεξαρτησίας

Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V

ΒΗΜΑ 5^ο: Σύγκριση της τιμής **p-value** με το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας **α**

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	42,675 ^a	1	,000		
Continuity Correction ^b	40,402	1	,000		
Likelihood Ratio	44,365	1	,000		
Fisher's Exact Test				,000	,000
Linear-by-Linear Association	42,573	1	,000		
N of Valid Cases	419				

Fisher's Exact Test

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 14,48.

b. Computed only for a 2x2 table

Χρησιμοποιείται όταν ένα ή περισσότερα κελιά ενός 2x2 πίνακα συνάφειας έχουν αναμενόμενες συχνότητες **μικρότερες** του 5 ή/και όταν το συνολικό δείγμα είναι μικρό ($n < 50$).



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V

ΒΗΜΑ 6^ο: Διοικητικό Συμπέρασμα

Για τη διερεύνηση της σχέσης ανάμεσα της **τραυματικής εμπειρίας** και της **κατάθλιψης** ο έλεγχος ανεξαρτησίας χ^2 , αφού ελέγχθηκαν οι προϋποθέσεις εφαρμογής του. Η σχέση σύμφωνα με τα αποτελέσματα είναι στατιστικά σημαντική.

Παρατήρηση

Ο έλεγχος χ^2 δεν καταδεικνύει την κατεύθυνση μιας σχέσης, παρά μόνο μας πληροφορεί αν οι δύο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες ή όχι.

Παράδειγμα V

ΒΗΜΑ 6^ο: Διοικητικό Συμπέρασμα

Η τιμή του παρατηρούμενου επιπέδου σημαντικότητας p δεν μας δείχνει την ένταση μιας σχέσης, διαφοράς ή επίδρασης. Για να αξιολογήσουμε την ένταση μιας σχέσης θα πρέπει να υπολογιστεί ένας δείκτης μεγέθους του αποτελέσματος (effect size). Ο δείκτης αυτός είναι ο V του Cramer.

Symmetric Measures			
		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	,319	,000
	Cramer's V	,319	,000
N of Valid Cases		419	

Όπως φαίνεται από τον πίνακα **Symmetric Measures** η ένταση της σχέσης ανάμεσα στις δύο μεταβλητές βρέθηκε **μεγάλη** (μεγαλύτερη του 0,3) (Cramer's $V = 0,319$).



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Παράδειγμα V

ΒΗΜΑ 6^ο: Διοικητικό Συμπέρασμα

x1 ^ x2 Crosstabulation

			x2		Total
			0	1	
x1	0	Count	251 a	4b	255
		% within x1	98,4%	1,6%	100,0%
		% within x2	65,7%	10,8%	60,9%
		Adjusted Residual	6,5	-6,5	
1	1	Count	131 a	33b	164
		% within x1	79,9%	20,1%	100,0%
		% within x2	34,3%	89,2%	39,1%
		Adjusted Residual	-6,5	6,5	
Total	Total	Count	382	37	419
		% within x1	91,2%	8,8%	100,0%
		% within x2	100,0%	100,0%	100,0%

Each subscript letter denotes a subset of x2 categories whose column proportions do not differ significantly from each other at the ,05 level.

Ολοκληρώνοντας παρατηρούμε τα διορθωμένα τυποποιημένα υπόλοιπα για να εντοπίσουμε τα κελιά στα οποία οφείλεται η σχέση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές

Διαπιστώνουμε ότι όλα τα κελιά του πίνακα 2x2 συμβάλλουν σε αυτή τη σχέση (τιμές **μεγαλύτερες** του 2 κατ' απόλυτη τιμή).



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Άσκηση 1^η

Ένας ερευνητής θέλει να ελέγξει αν μια μέθοδος διδασκαλίας είναι αποτελεσματικότερη από τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Για τον σκοπό αυτό επιλέγει δύο τμήματα μιας τάξης ενός σχολείου και ζητάει από ένα δάσκαλο να διδάξει στο πρώτο τμήμα (το οποίο αποτελείται από 44 μαθητές) ένα γνωστικό αντικείμενο με τη νέα μέθοδο διδασκαλίας και στο δεύτερο τμήμα (που αποτελείται από 42 μαθητές) το ίδιο γνωστικό αντικείμενο χρησιμοποιώντας την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας και στα δύο τμήματα, ο ερευνητής υποβάλλει τους μαθητές και των δύο τμημάτων στην ίδια γραπτή δοκιμασία για τον έλεγχο της κατανόησης του γνωστικού αντικειμένου που διδάχτηκαν. Η γραπτή αυτή δοκιμασία δίνει στον ερευνητή τη δυνατότητα να κατηγοριοποιήσει την επίδοση των μαθητών ως: α) χαμηλή, β) μέτρια, ή γ) υψηλή.



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Άσκηση 1^η

Μέθοδος διδασκαλίας	Επίδοση των μαθητών			Σύνολα
	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	
Νέα μέθοδος	6	15	23	44
Παραδοσιακή μέθοδος	10	8	24	42
Σύνολα	16	23	47	86

Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Άσκηση 2^η

Στο πλαίσιο μιας έρευνας που γίνεται για την πρόληψη της γρίπης, έγινε μια μελέτη για να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα ενός νέου αντιγριπικού εμβολίου το οποίο χορηγείται σε δύο δόσεις. Σε χίλιους τυχαία επιλεγμένους κατοίκους μιας περιοχής δόθηκε η δυνατότητα να κάνουν το εμβόλιο δωρεάν και εθελοντικά. Για κάθε κάτοικο, η ερευνητική ομάδα κατέγραψε πόσες δόσεις του εμβολίου έκανε (καμία, μία ή δύο) και αν αρρώστησε ή όχι από τη γρίπη.

Αριθμός Δόσεων

	0	1	2
Αρρώστησε	24	9	13
Δεν Αρρώστησε	289	100	565

Αυτά τα δεδομένα, δίνουν άραγε στατιστικά σημαντικές αποδείξεις ότι η ανθεκτικότητα των κατοίκων στον ιό της γρίπης εξαρτάται από τον αριθμό των δόσεων αντιγριπικού εμβολίου που έκαναν;



Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Άσκηση 3^η

Ταξινομήσαμε τους ενήλικες κατοίκους (≥ 18 ετών) μιας περιοχής σε πέντε ηλικιακές ομάδες, 18-24, 25-34, 35-49, 50-64 και ≥ 65 , και από κάθε ομάδα επιλέξαμε (με βάση ένα σχέδιο τυχαίας δειγματοληψίας), 90, 200, 310, 230 και 170 κατοίκους, αντίστοιχα. Ρωτήσαμε καθέναν από τους κατοίκους που επιλέξαμε πόσους καφέδες καταναλώνει ημερησίως, και τις απαντήσεις που πήραμε τις ταξινομήσαμε σε τρεις κατηγορίες: λιγότερους από τρεις, ακριβώς τρεις, περισσότερους από τρεις. Τα δεδομένα που προέκυψαν από τις απαντήσεις που πήραμε, φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Έλεγχος χ τετράγωνο (chi square)

Δύο Μεταβλητών

Άσκηση 3^η

		Ηλικιακή Ομάδα				
		1	2	3	4	5
		18-24	25-34	35-49	50-64	>=65
Ημερήσια κατανάλωση καφέ	Λιγότερους από 3	18	50	100	60	90
	Ακριβώς 3	45	80	180	100	40
	Περισσότερους από 3	27	70	30	70	40
	Σύνολα	90	200	310	230	170

Με βάση τα συγκεκριμένα δεδομένα, να ελέγξετε αν οι πέντε ηλικιακές ομάδες είναι ομογενείς ως προς την ημερήσια κατανάλωση καφέ.



Ερωτήσεις ?????????????????????????????????