

# Ανάλυση δεδομένων στο περιβάλλον του SPSS

Λαβίδας Κωνσταντίνος

Μαθηματικός

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

## Επαγωγικός έλεγχος δύο δειγμάτων

# • Student ή t-test:

- Είναι το Παραμετρικό στατιστικό τεστ που χρησιμοποιούμε όταν θέλουμε να διερευνήσουμε φαινόμενα που περιλαμβάνουν συγκρίσεις μεταξύ **δύο ομάδων-δειγμάτων**
  - Χρησιμοποιείται για έλεγχο:
    - **δύο** ανεξαρτήτων και
    - **δύο** εξαρτημένων δειγμάτων

# Παραμετρικά κριτήρια

- Είναι πολύ ισχυρά στατιστικά κριτήρια που για να χρησιμοποιηθούν απαιτούν την ικανοποίηση συγκεκριμένων προϋποθέσεων αναφορικά με συγκεκριμένες παραμέτρους του πληθυσμού:
  - Μέτρηση σε κλίμακα τουλάχιστον **ίσων διαστημάτων**
  - το δείγμα να προέρχεται από πληθυσμό που ακολουθεί την **κανονική κατανομή**
  - **οι ομάδες τιμών** (που μετρήθηκαν στην έρευνα) να έχουν **ίσες διακυμάνσεις**
- Παραδείγματα:
  - **t-test** ανεξαρτήτων και εξαρτημένων δειγμάτων (προσοχή, δύο δείγματα)

t-test για  
**δύο** ανεξάρτητα δείγματα

# Επαγωγικός έλεγχος της σχέσης δύο μεταβλητών:

ποιοτικής (με δύο τιμές) με μια ποσοτική

Ποιοτική μεταβλητή ομάδες	Ποσοτική μεταβλητή Μετρήσεις
1η ομάδα	12
1η ομάδα	18
1η ομάδα	12
1η ομάδα	10
1η ομάδα	10
1η ομάδα	14
1η ομάδα	14
1η ομάδα	18
1η ομάδα	12
1η ομάδα	8
1η ομάδα	14
2η ομάδα	12
2η ομάδα	9
2η ομάδα	12
2η ομάδα	8
2η ομάδα	10
2η ομάδα	8
2η ομάδα	7
2η ομάδα	13
2η ομάδα	16
2η ομάδα	11
2η ομάδα	15
2η ομάδα	13

Ποιοτική μεταβλητή, με δύο τιμές:  
1<sup>η</sup> ομάδα & 2<sup>η</sup> ομάδα

Ποσοτική μεταβλητή (scale)

# Εκδοχή t-test για ανεξάρτητα δείγματα

- Δύο ανεξάρτητα δείγματα
- Το t-test ανήκει στην κατηγορία των **παραμετρικών** τεστ.
- Προϋποθέσεις για τη χρήση του τεστ:
  1. Η κλίμακα των μεταβλητών να είναι τουλάχιστον ίσων διαστημάτων (interval)
    - Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μεταβλητές διάταξης
      - Αρκεί οι μεταβλητές διάταξης να είναι τουλάχιστον 7 σημείων
        - Λογίζονται δηλαδή ως ισοδιαστημικές.
  2. Τα δεδομένα από τις δύο ομάδες πρέπει να προέρχονται από πληθυσμούς που ακολουθούν την κανονική κατανομή.
    - Κυρίως μας ενδιαφέρει να ελέγξουμε κατά πόσο η δειγματοληπτική κατανομή της μέσης τιμής ή της διαφοράς των μέσων τιμών είναι κανονική κατανομή.
  3. Οι διακυμάνσεις των δύο πληθυσμών από τους οποίους προέρχονται οι δύο ομάδες να είναι περίπου ίσες (ομοιογένεια της διακύμανσης- **homogeneity of variance**)
  4. Οι παρατηρήσεις να είναι ανεξάρτητες η μια από την άλλη

# Έλεγχος της κανονικότητας μιας κατανομής

- Αν το μέγεθος των τιμών είναι τουλάχιστον 30 τότε η δειγματοληπτική κατανομή της διαφοράς των μέσων τιμών θα είναι περίπου κανονική.
- Για μικρότερου μεγέθους δείγματα ( $n < 30$ ) ή για μεγαλύτερη ασφάλεια στην αξιοποίηση των παραμετρικών ελέγχων, ακολούθησε τα επόμενα:
  - Δεν υπάρχουν ασφαλείς μέθοδοι που εξασφαλίζουν τον έλεγχο της κανονικότητας. Κυρίως οι μέθοδοι μας βοηθούν να στηρίξουμε την συμμετρία, η οποία είναι προϋπόθεση της κανονικότητας.
  - Ελέγχουμε κατά πόσο το ιστόγραμμα των τιμών της μεταβλητής είναι συμμετρικό.
    - Η αυτόματη εμφάνιση της καμπύλης της κανονικής κατανομής (normal curve) των τιμών της μεταβλητής: Γραφική παράσταση της εκθετικής συνάρτησης, λαμβάνοντας υπόψη τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση των τιμών.
  - Ελέγχουμε το θηκόγραμμα (Boxplot): Κυρίως, θα πρέπει η διάμεσος να χωρίζει το κουτί στη μέση και να μην υπάρχουν ακραίες ή και παράτυπες παρατηρήσεις.
  - Θα πρέπει οι λόγοι λοξότητας προς το αντίστοιχο τυπικό της σφάλμα και κυρτότητας προς το αντίστοιχο τυπικό της σφάλμα (standard error), να είναι περίπου μεταξύ  $[-2, 2]$
  - Q-Q plot:
    - Normal Q-Q Plot: Τα σημεία πρέπει να βρίσκονται στην διχοτόμο της γωνίας
    - Detrended Normal Q-Q Plot: Τα σημεία εκατέρωθεν της ευθείας, πρέπει να μην σχηματίζουν κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο.
  - Στατιστικοί Έλεγχοι: **Kolmogorov – Smirnov και Shapiro – Wilk**
    - Σε πολλές περιπτώσεις ο πρώτος δεν απορρίπτει την υπόθεση της κανονικότητας και ο δεύτερος την απορρίπτει

# Παράδειγμα

- Διερεύνηση της επίδρασης του φύλου στο ενδιαφέρον των φοιτητών για το μάθημα της στατιστικής

Υπάρχει αρχείο

“Interest  
statistics.sav”

Άνδρες (ΧΑ) (N=11)	Γυναίκες (ΧΓ) (N=12)
20	19
25	16
19	19
18	15
18	17
21	15
21	14
25	20
19	23
17	18
21	22
	20

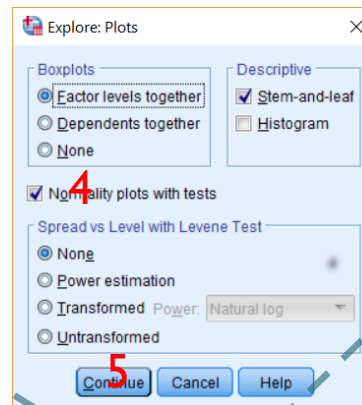
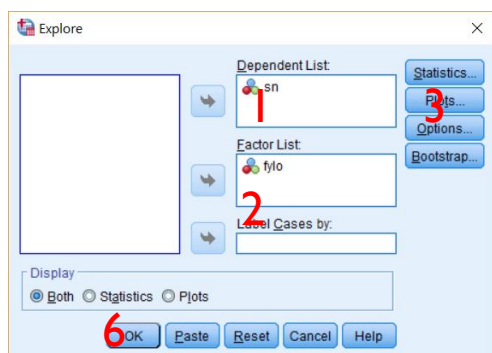
	Gender Φύλο	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Interest Ενδιαφέρον των φοιτητών για το μάθημα της στατιστικής	1 Άντρας	11	20,36	2,656	,801
	2 Γυναίκα	12	18,17	2,855	,824



# Έλεγχος της κανονικότητας των κατανομών

- Στατιστικοί Έλεγχοι: **Kolmogorov – Smirnov** και **Shapiro – Wilk**
  - **Analyze – descriptive statistics- explore**

Δυο υποθέσεις:  
H<sub>0</sub>: Οι δύο κατανομές ακολουθούν την Κανονική Κατανομή (ΚΚ)  
H<sub>1</sub>: Οι δύο κατανομές δεν ακολουθούν την ΚΚ



	Gender Φύλο	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Interest Ενδιαφέρον των φοιτητών για το μάθημα της στατιστικής	1 Άντρας	,224	11	,131	,886	11	,123
	2 Γυναίκα	,116	12	,200 <sup>*</sup>	,960	12	,785

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Αφού το “sign” > 0,05 τότε λέμε ότι δεν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και επομένως η κατανομή στις δύο ομάδες δεν φαίνεται να αποκλίνει από την ΚΚ

Στην περίπτωση μας, δεν διαφέρουν οι κατανομές στις δύο ομάδες από την κανονική. Οπότε και η δειγματοληπτική κατανομή της διαφοράς των μέσων τιμών είναι κανονική.

# Έλεγχος της ομοιογένειας των διακυμάνσεων των κατανομών

- Οι διακυμάνσεις των δύο πληθυσμών από τους οποίους προέρχονται οι δύο ομάδες να είναι περίπου ίσες (ομοιογένεια της διακύμανσης-**homogeneity of variance**)
  - Έλεγχος του Levene πραγματοποιείται αυτόματα κατά την πραγματοποίηση του **t-test** στο **spss**. (δες επόμενες διαφάνειες)

# Ερευνητικές υποθέσεις

- Υποθέσεις Αμφίπλευρου Ελέγχου (Two-Tailed Tests)
  - Μηδενική Υπόθεση ( $H_0$ ): Το ενδιαφέρον των αντρών για το μάθημα της στατιστικής δεν διαφέρει από το αντίστοιχο των γυναικών ( $\mu_1 = \mu_2$ )
  - Εναλλακτική Υπόθεση ( $H_1$ ) : Το ενδιαφέρον των αντρών για το μάθημα της στατιστικής διαφέρει από το αντίστοιχο των γυναικών ( $\mu_1 \neq \mu_2$ )
- Υποθέσεις Μονόπλευρου Ελέγχου (One- Tailed Tests)
  - $H_0$ : Το ενδιαφέρον των αντρών για το μάθημα της στατιστικής δεν διαφέρει από το αντίστοιχο των γυναικών ( $\mu_1 = \mu_2$ )
  - $H_1$ : Το ενδιαφέρον των αντρών για το μάθημα της στατιστικής είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των γυναικών ( $\mu_1 > \mu_2$ )

# Υπολογισμός με το χέρι (1/3)

- Η **στατιστική τιμή** είναι ίδια και για τον αμφίπλευρο και για τον μονόπλευρο έλεγχο υποθέσεων

- Βρίσκουμε τη στατιστική τιμή  $t$ , χρησιμοποιώντας την κατανομή student.

- $$t = \frac{\text{Διαφορά των Μέσων τιμών των δειγμάτων}}{\text{Εκτίμηση του Standard error}(SE)} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_p^2}{n_1} + \frac{s_p^2}{n_2}}}$$

- Αν το πλήθος των δειγμάτων είναι ίσα τότε  $s_p = \sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{2}}$

- Διαφορετικά  $s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)}}$

- Με βαθμούς ελευθερίας  $df = n_1 + n_2 - 2$

- Αν οι διακυμάνσεις στους δύο πληθυσμούς δεν είναι ίσες τότε οι βαθμοί ελευθερίας προσαρμόζονται σε:

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{1}{n_1 - 1} \left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2 + \frac{1}{n_2 - 1} \left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}$$

# Υπολογισμός με το χέρι (2/3)

		Interest Ενδιαφέρον των φοιτητών για το μάθημα της στατιστικής		
		Count	Mean	Standard Deviation
Gender Φύλο	1 Άντρας	11	20	3
	2 Γυναίκα	12	18	3

- Βρίσκουμε τη στατιστική τιμή
  - $t=1,906$  και τους
  - βαθμούς ελευθερίας  $(df)=n_1+n_2-1-1=11+12-2=21$
- Η κρίσιμη τιμή για  $df=21$  και για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$  (αμφίπλευρος έλεγχος-two tails) από τον πίνακα κρίσιμων τιμών είναι  $t=2,069$

# Υπολογισμός με το χέρι (3/3)

- Μεταξύ αμφίπλευρου και μονόπλευρου ελέγχου, αυτό που αλλάζει είναι η **κρίσιμη τιμή**
  - Στον πίνακα (δες επόμενη διαφάνεια) η κρίσιμη τιμή του **αμφίπλευρου** ελέγχου υπολογίζεται για πιθανότητα  $\alpha=0.025$  αριστερά και δεξιά (**two-tails**), ένα για κάθε περιοχή των δύο άκρων της κατανομής, δηλαδή επίπεδο σημαντικότητας συνολικά 0,05.
    - Η κρίσιμη τιμή για  $df=21$  και για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$  (αμφίπλευρος έλεγχος) από τον πίνακα κρίσιμων τιμών (δες επόμενο πίνακα):
      - κρίσιμη τιμή  **$t_{.975}=2,069$**
  - Η κρίσιμη τιμή του **μονόπλευρου** ελέγχου υπολογίζεται σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$  για την μια περιοχή (**one – tail**) στο ένα μόνο άκρο της κατανομής.
    - Η κρίσιμη τιμή για  $df=21$  και για επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$  (μονόπλευρος έλεγχος) από τον πίνακα κρίσιμων τιμών (δες επόμενο πίνακα):
      - κρίσιμη τιμή  **$t_{.95}=1,714$**
  - Παρατηρείστε ότι η κρίσιμη τιμή του μονόπλευρου ελέγχου είναι μικρότερη από την κρίσιμη τιμή του δίπλευρου ελέγχου.
    - Καταλαβαίνουμε έτσι ότι ο μονόπλευρος έλεγχος οδηγεί ευκολότερα στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης.

# Student's Distribution

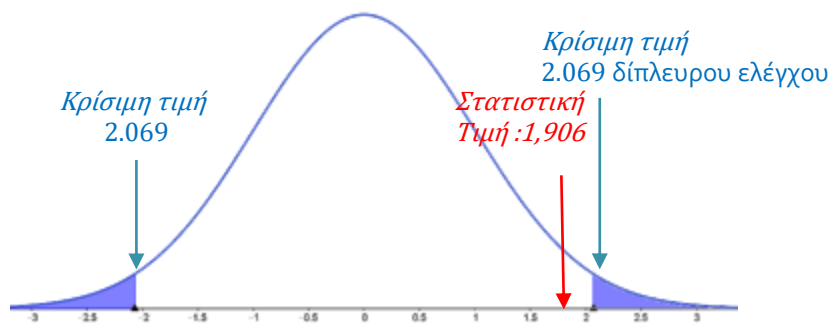
**t Table**

cum. prob one-tail two-tails	$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.999}$	$t_{.9995}$
	<b>0.50</b>	<b>0.25</b>	<b>0.20</b>	<b>0.15</b>	<b>0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.025</b>	<b>0.01</b>	<b>0.005</b>	<b>0.001</b>	<b>0.0005</b>
	<b>1.00</b>	<b>0.50</b>	<b>0.40</b>	<b>0.30</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.002</b>	<b>0.001</b>
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646

9/4/2024

# Συμπεράσματα αμφίπλευρου ελέγχου

- Αφού η **στατιστική τιμή** ( $t=1,906$ ) που βρήκαμε είναι μικρότερη από την **κρίσιμη τιμή** (**στατιστική τιμή:  $1,906 < \text{Κρίσιμη τιμή: } 2,069$** ), τότε δεν μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση.

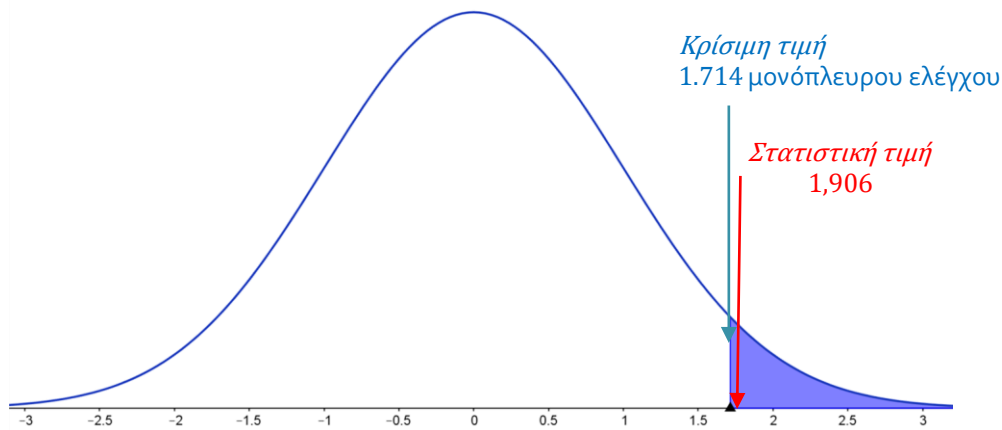


- Επομένως, η διαφορά που παρατηρήθηκε στους μέσους όρους φαίνεται να προέρχεται από τυχαίους παράγοντες.



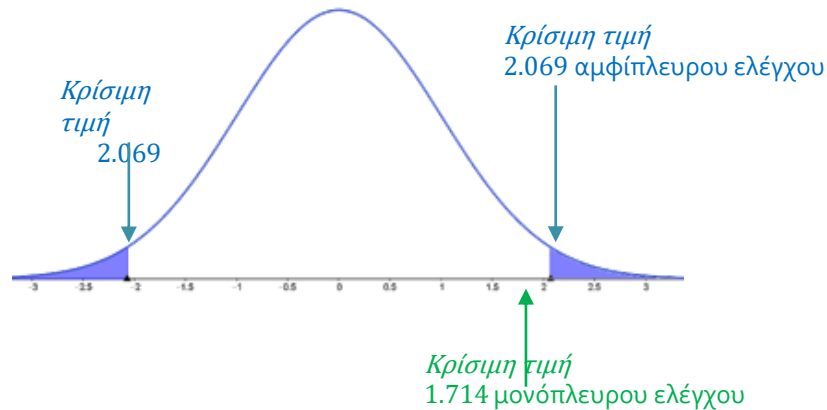
# Συμπεράσματα μονόπλευρου ελέγχου

- Αφού η στατιστική τιμή που βρήκαμε είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή (**Στατιστική τιμή: 1,906** > **Κρίσιμη τιμή: 1,714**), τότε μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση.



- **Επομένως,** το ενδιαφέρον των αντρών για το μάθημα της στατιστικής είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των γυναικών

# Σκεφτείτε επίσης....



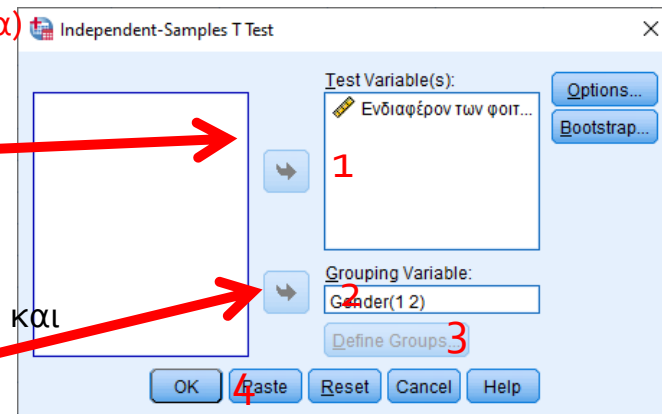
1. Αν η στατιστική τιμή του ελέγχου είναι  $t=2.16$ , τότε τι έχετε να πείτε για τον έλεγχο της υπόθεσης Αμφίπλευρου ελέγχου και Μονόπλευρου ελέγχου;
2. Γενικά αν απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση αμφίπλευρου ελέγχου, τότε τι μπορούμε να πούμε για τη μηδενική υπόθεση μονόπλευρου ελέγχου;

# Διαδικασία ελέγχου με το SPSS

- Ανοίγουμε (φορτώνουμε) το αρχείο των δεδομένων «Interest statistics.sav»
- Εντολές: Analyze – compare means - independent samples t test (ακολουθήστε τα κόκκινα)

- Στο Test variable τοποθετούμε την ποσοτική (εξαρτημένη) μεταβλητή

- Στο Grouping variable Τοποθετούμε την ποιοτική μεταβλητή (ανεξάρτητη) και μέσω της επιλογής define groups ορίζουμε ποιοι αριθμοί αντιστοιχούν στις δύο τιμές της



## Στο αρχείο των αποτελεσμάτων του SPSS θα εμφανιστούν δύο πίνακες

- Πίνακας - Group statistics: περιγραφικά στατιστικά (μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις) για κάθε ομάδα.

	Gender Φύλο	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Interest Ενδιαφέρον των φοιτητών για το μάθημα της στατιστικής	1 Άντρας	11	20,36	2,656	,801
	2 Γυναίκα	12	18,17	2,855	,824

- Πίνακας - Independent Samples Test: στατιστικά στοιχεία σχετικά με τον έλεγχο

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Interest Ενδιαφέρον των φοιτητών για το μάθημα της στατιστικής	Equal variances assumed	,220	,644	1,906	21	,070	2,197	1,153	-,201	4,595
	Equal variances not assumed			1,912	20,993	,070	2,197	1,149	-,193	4,587

Το sign. (2-tailed δηλαδή αμφίπλευρου ελέγχου) είναι η πιθανότητα:  
 $P(|t_i| > 1,906) = P(t_i < -1,906 \text{ or } t_i > 1,906) = 0,035 + 0,035 = 0,070 > 0,05 = \alpha$

Παρόμοια συμπεράσματα μπορείτε να εξαγάγετε χρησιμοποιώντας το 95% διάστημα εμπιστοσύνης (-0,201 έως 4,595). Απλά ελέγχετε αν σε αυτό βρίσκεται το μηδέν. Αν ναι όπως εδώ δεν απορρίπτεται τη μηδενική υπόθεση, αν όχι απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση.

## Τρόπος ανάγνωσης του βασικού πίνακα: Independent Samples Test

- **(1)** Δυο υποθέσεις:

*H<sub>0</sub>: Οι δύο πληθυσμιακές κατανομές έχουν την ίδια διακύμανση*

*H<sub>1</sub>: Οι δύο πληθυσμιακές κατανομές δεν έχουν την ίδια διακύμανση*

- Διαβάζουμε αρχικά την περιοχή των στηλών με τίτλο «Levene's Test for Equality of Variances» και συγκεκριμένα τη στήλη «Sig.»:
  - Αν η τιμή του «Sig.» πρώτης γραμμής «Equal variances assumed» είναι  $>0,05$  (επιθυμούμε για την ορθότερη χρήση του τεστ, την ισότητα των διακυμάνσεων) τότε συνεχίζουμε στην ίδια γραμμή και διαβάζουμε το επόμενο κομμάτι «t-test for Equality of Means» του πίνακα.
  - Αν είναι  $\leq 0,05$  τότε διαβάζουμε την δεύτερη γραμμή «Equal variances not assumed» (αν δεν ισχύει η ισότητα των διακυμάνσεων τότε ακολουθούμε μια διόρθωση κατά Levene) του επόμενου τμήματος «t-test for Equality of Means» του πίνακα.
- **(2)** Στο επόμενο τμήμα «t-test for Equality of Means» του πίνακα και στην γραμμή που έχουμε καταλήξει (από το **1**) ότι θα διαβάσουμε, ελέγχουμε:
    - το «Sig.: two - tails»: αν αυτό είναι  $\leq 0,05$  τότε λέμε ότι έχουμε στατιστικά σημαντικές διαφορές και επομένως απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση, διαφορετικά λέμε ότι δεν αποκαλύπτονται στατιστικά σημαντικές διαφορές.
      - το «sig.» για αμφίπλευρο έλεγχο είναι αυτό που φαίνεται
      - το «sig.» για μονόπλευρο έλεγχο πρέπει να υπολογιστεί (δες επόμενα)

# Συμπεράσματα αμφίπλευρου ελέγχου

- Αφού το sig. (2-tailed)=0,070, δεν είναι μικρότερο ή ίσο από το 0.05, δεν απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση.
- Η παρουσίαση του αποτελέσματος.
  - Το μέσο ενδιαφέρον των αντρών (M.T.= 20,36, T.A.=2,656) για το μάθημα της στατιστικής είναι μεγαλύτερο από το μέσο ενδιαφέρον των γυναικών (M.T.= 18,17, T.A.=2,855), ωστόσο ο αμφίπλευρος έλεγχος ανεξαρτήτων δειγμάτων t-test, δεν αποκάλυψε ότι η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική (non-significant),  $t(21)=1,906$ ,  $p=0,07$ ,  $r=0,384$ .
- Ακολουθεί το effect size  $r$  (δες επόμενα)

# Πως ελέγχω αν ο μονόπλευρος έλεγχος είναι στατιστικά σημαντικός;

- Βρίσκουμε την τιμή  $p$  του αμφίπλευρου ελέγχου.
- Ελέγχουμε το πρόσημο της τιμής του κριτηρίου.
  - Αν η τιμή του κριτηρίου είναι θετική και μας ενδιαφέρει, ο πρώτος πληθυσμός να έχει μέση τιμή μεγαλύτερη από το δεύτερο πληθυσμό, τότε η τιμή του  $p$  του ελέγχου είναι το μισό της  $p$  του αμφίπλευρου ελέγχου. **(ομόσημα)**
  - Αν η τιμή του κριτηρίου είναι αρνητική και μας ενδιαφέρει, ο πρώτος πληθυσμός να έχει μέση τιμή μικρότερη από το δεύτερο πληθυσμό, τότε η τιμή του  $p$  του ελέγχου είναι το μισό της τιμής  $p$  του αμφίπλευρου ελέγχου. **(ομόσημα)**
  - Αν η τιμή του κριτηρίου είναι θετική και μας ενδιαφέρει, ο πρώτος πληθυσμός να έχει μέση τιμή μικρότερη από το δεύτερο πληθυσμό, τότε η τιμή του  $p$  του ελέγχου είναι το ένα μείον το μισό της τιμής  $p$  του αμφίπλευρου ελέγχου. **(ετερόσημα)**
  - Αν η τιμή του κριτηρίου είναι αρνητική και μας ενδιαφέρει, ο πρώτος πληθυσμός να έχει μέση τιμή μεγαλύτερη από το δεύτερο πληθυσμό, τότε η τιμή του  $p$  του ελέγχου είναι ένα μείον το μισό της  $p$  του αμφίπλευρου ελέγχου. **(ετερόσημα)**

Προσοχή:  
Η σειρά τοποθέτησης των ομάδων καθορίζει το πρόσημο

# Συμπεράσματα μονόπλευρου ελέγχου

- Βρίσκουμε την τιμή  $p$  του αμφίπλευρου ελέγχου.  $p = 0.070$
- Ελέγχουμε το πρόσημο της τιμής του κριτηρίου.  $t = 1.906$
- Η τιμή του κριτηρίου είναι **θετική** και μας ενδιαφέρει, ο πρώτος πληθυσμός να έχει μέση τιμή **μεγαλύτερη** από το δεύτερο πληθυσμό, τότε η τιμή του  $p$  του ελέγχου είναι το μισό της τιμής  $p$  του αμφίπλευρου ελέγχου:  $p = 0.070/2 = 0.035 < 0.05$
- Η παρουσίαση του αποτελέσματος.
  - Ο μονόπλευρος έλεγχος ανεξαρτήτων δειγμάτων  $t$ -test, αποκάλυψε ότι το μέσο ενδιαφέρον των αντρών (Μ.Τ.= 20,36, Τ.Α.=2,656) για το μάθημα της στατιστικής είναι μεγαλύτερο από το μέσο ενδιαφέρον των γυναικών (Μ.Τ.= 18,17, Τ.Α.=2,855),  $t(21) = 1,906$ ,  $p = 0,035$ ,  $r = 0,384$ .
  - *Προσοχή: Αν ο έλεγχος του Levene αποκαλύπτει στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα, τότε θα πρέπει να συμπληρώσουμε το προηγούμενο συμπέρασμα με... «Ο έλεγχος του Levene υπέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορετικές διακυμάνσεις ( $F = \dots$ ,  $p = \dots$ ) έτσι οι βαθμοί ελευθερίας προσαρμόστηκαν από ... σε .... (χωρίς δεκαδικά)*
- Ακολουθεί το effect size  $r$  (δες επόμενα)



# Προσοχή στην διεξαγωγή μονόπλευρου ελέγχου (1/2)

- Αν μας ενδιαφέρει να υποστηρίξουμε ότι οι γυναίκες δείχνουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον από τους άντρες (εναλλακτική υπόθεση μονόπλευρου ελέγχου)
- Το δείγμα μας έχει την συμπεριφορά που φαίνεται στο πίνακα.

	Gender Φύλο	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Interest Ενδιαφέρον των φοιτητών για το μάθημα της στατιστικής	1 Άντρας	11	20,36	2,656	,801
	2 Γυναίκα	12	18,17	2,855	,824

- Τι έχετε να πείτε για το αποτέλεσμα του ελέγχου που θα πραγματοποιήσετε;
- Τι περιμένετε να δείξει ο έλεγχος;
- Μην ξεχνάτε ότι το συμπέρασμα θα βασιστεί στα δεδομένα που έχω συλλέξει, δηλαδή στο δείγμα



# Πόσο ισχυρό είναι το αποτέλεσμα;

- Σύμφωνα με τους τύπους υπολογισμού της στατιστικής τιμής (π.χ.  $t = \frac{(\bar{x} - \mu_0)\sqrt{n}}{s}$ ), όσο πιο μεγάλο το μέγεθος του δείγματος ( $n$ ) τόσο μεγαλύτερη γίνεται αυτή η τιμή και επομένως τόσο μακρύτερα από την κρίσιμη τιμή θα βρεθεί. Δηλαδή οδηγούμαστε προς στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.
- **Πόσο ισχυρό είναι το αποτέλεσμα;**
  - Δεν προσδιορίζεται από το αν είναι στατιστικά σημαντικό το αποτέλεσμα του ελέγχου. Ο έλεγχος μας λέει αν το αποτέλεσμα είναι τυχαίο ή όχι με συγκεκριμένη πιθανότητα λάθους ( $\alpha=0,05$ ).
  - Πρέπει να υπολογίσουμε το **μέγεθος της επίδρασης (Effect Size)**.
    - Είναι υποχρεωτικό κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων
- Προσοχή: Το μέγεθος της επίδρασης πρέπει να υπολογίζεται και όταν **δεν έχουμε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα**.
  - Σε μικρά δείγματα, που δεν απορρίπτεται εύκολα η μηδενική υπόθεση, έχει ενδιαφέρον να παρουσιάσουμε το μέγεθος της επίδρασης.

# Μέγεθος της επίδρασης (effect size)

- Το τετράγωνο της επίδρασης εκφράζει το μέρος της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από την επίδραση της ανεξάρτητης.

- Χρήσιμο και στη meta-analysis

- Μια βασική μέθοδος είναι να εκφράσουμε τη διαφορά των μέσων σε συνολική διακύμανση  $s_p$ : (pooled standard deviation) (Cohen's  $d$ ).

$$s_p = \sqrt{\frac{((n_1 - 1) \cdot s_1^2 + (n_2 - 1) \cdot s_2^2)}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$d = \left| \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p} \right|$$

- Σύμφωνα με τον Cohen για την ερμηνεία του μεγέθους της επίδρασης μπορούμε να λάβουμε υπόψη:

- $d$ : κοντά στο 0.2 μικρή επίδραση
- $d$ : κοντά στο 0.5 μεσαία
- $d$ : κοντά στο 0.8 μεγάλη

- ή (δες Andy Field)  $r = \sqrt{\frac{t^2}{t^2 + df}}$  όπου

- $r = .10$  (μικρή επίδραση): Η επίδραση εξηγεί το 1% της συνολικής διακύμανσης.
- $r = .30$  (μεσαία): Η επίδραση εξηγεί το 9% της συνολικής διακύμανσης.
- $r = .50$  (μεγάλη): Η επίδραση εξηγεί το 25% της συνολικής διακύμανσης.