

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Θεωρία και Εφαρμογές με τον MS-Excel

με στοιχεία
Μετρικής Θεωρίας
και Ψυχομετρίας

Κώστας
Μυλωνάς

ΠΕΔΙΟ
Επιστημονικές Εκδόσεις
Σειρά: Στατιστική

Εξώφυλλο: Γιάννης Δούκας

ISBN: 978-960-546-052-5

Για την ελληνική γλώσσα

© 2012 Εκδόσεις Πεδίο & Κωνσταντίνος Μυλωνάς

Η πνευματική ιδιοκτησία αποκτάται χωρίς καμία διατύπωση και χωρίς την ανάγκη ρήτρας απαγορευτικής των προσβολών της. Κατά τον Ν. 2387/20 (όπως έχει τροποποιηθεί με τον Ν. 2121/93 και ισχύει σήμερα) και κατά τη Διεθνή Σύμβαση της Βέρνης (που έχει κυρωθεί με τον Ν. 100/1975) απαγορεύεται η αναδημοσίευση, η αποθήκευση σε κάποιο σύστημα διάσωσης και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου με οποιονδήποτε τρόπο ή μορφή, τμηματικά ή περιληπτικά, στο πρωτότυπο ή σε μετάφραση ή άλλη διασκευή, χωρίς γραπτή άδεια του εκδότη.

Εκδόσεις Πεδίο Α.Ε.

Μεθώνης 4 & Ιπποκράτους, 10680, Αθήνα
Τηλ.: 210 3390204-5-6 • Fax: 210 3390209
e-mail: info@pediobooks.gr
<http://www.pediobooks.gr/>

Το βιβλίο αυτό αφορά στη χρήση της Στατιστικής στις Κοινωνικές Επιστήμες και ειδικότερα στις Επιστήμες της Συμπεριφοράς. Η ερευνητική δραστηριότητα στις επιστήμες αυτές στηρίζεται στην ευρύτητα της Στατιστικής και Μετρικής Θεωρίας, καθώς και στην όλο και διογκούμενη πληθώρα των στατιστικών μεθόδων-εφαρμογών της θεωρίας αυτής.

Στα θεωρητικά μέρη του βιβλίου αυτού καλύπτονται οι κύριοι άξονες στην Περιγραφική και Επαγωγική Στατιστική, καθώς και οι βασικές αρχές της Ψυχομετρίας. Τα μέρη αυτά αναπτύσσονται σε επίπεδα, ώστε να είναι χρήσιμα τόσο στους πρωτόπειρους ερευνητές προσφέροντας βασικές κατευθύνσεις στη στατιστική ανάλυση, όσο και στους έμπειρους στατιστικούς αναλυτές, επεξηγώντας περαιτέρω ειδικά θέματα και τεχνικές στατιστικής επεξεργασίας πληροφοριών.

Άλλο ένα βιβλίο Στατιστικής λοιπόν; Όχι, καθώς στο βιβλίο αυτό η θεωρία εφαρμόζεται μέσω των Υπολογιστικών Αλγορίθμων που διατίθενται υπό μορφή οπτικού δίσκου και που ο ερευνητής είναι σε θέση να χρησιμοποιεί ως προς κάθε στατιστική μέθοδο που περιλαμβάνεται στο βιβλίο, προκειμένου να αναλύσει αναλόγως τα δικά του ερευνητικά στοιχεία.

Ειδικότερα, στο CD που συνοδεύει το βιβλίο, ο ανήσυχος επιστήμονας θα βρει και θα χρησιμοποιήσει μέσω του Microsoft Excel μια σειρά από «έτοιμες» στατιστικές διαδικασίες. Εισάγοντας τα ερευνητικά του δεδομένα, θα λαμβάνει απαντήσεις σε ερευνητικά ερωτήματα παιδαγωγικής-εκπαίδευσης, ψυχολογίας, κοινωνιολογίας και άλλων Κοινωνικών Επιστημών, ως προς τους κύριους άξονες της βασικής μονομεταβλητής στατιστικής ανάλυσης. Οι περιλαμβανόμενοι στατιστικοί αλγόριθμοι έχουν δημιουργηθεί εξειδικευμένα και σε συνδυασμό με τα περιεχόμενα του βιβλίου. Στο σύνολό τους αποτελούν αυτόνομο λογισμικό βασικής μονομεταβλητής στατιστικής επεξεργασίας πληροφοριών, εκτεινόμενο από τις απλές κατανομές συχνότητας και τους διαφόρους δείκτες συνάφειας έως τη διπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης με ανισοπληθή δείγματα και τα μικτά υποδείγματα στην ανάλυση αυτή. Αναλύοντας ερευνητικά στοιχεία μέσω του λογισμικού αυτού, ο φοιτητής είναι σε θέση να εξοικειωθεί με τη βασική στατιστική θεωρία αλλά και να την εφαρμόσει στις ερευνητικές του εργασίες μαθαίνοντας, ενώ ο περισσότερο έμπειρος ερευνητής θα χρησιμοποιήσει ασφαλώς τις κατάλληλες στατιστικές τεχνικές για να απαντήσει σε βασικά ερευνητικά ερωτήματα χωρίς να υποχρεώνεται στην εκμάθηση και πολυέξοδη χρήση κάποιου ιδιαίτερου εξειδικευμένου στατιστικού «πακέτου».

Ίσως η σπουδαιότερη ιδιότητα των αλγορίθμων που περιλαμβάνονται στο βιβλίο αυτό είναι ότι, ανεξαρτήτως εμπειρίας, κάθε κοινωνικός επιστήμονας, ακολουθώντας τη λογική των υπολογιστικών συναρτήσεων όπως αυτή εμφανίζεται στα υπολογιστικά φαντρία εντός των αρχείων Excel, θα είναι σε θέση να δημιουργήσει ο ίδιος τους δικούς του αλγορίθμους στατιστικής επεξεργασίας, αναλόγως και των ειδικών ερευνητικών και στατιστικών του αναγκών.

ISBN 978-960-546-052-5



9 789605 460525

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	vii
----------------	-----

Μέρος Α΄

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Θεωρία και Εφαρμογές

Υπολογιστικοί αλγόριθμοι στον MS-Excel: υπολογισμός και ερμηνεία στατιστικών ευρημάτων

Πρόλογος Α΄ Μέρους	3
--------------------------	---

Αρχικές πληροφορίες και βήματα (<i>ReadMeFirst.doc</i>) για την προετοιμασία και χρήση του λογισμικού <i>StatsExcel^{GR}</i>	5
--	---

Εισαγωγή	9
----------------	---

Κεφάλαιο 1. Θεωρητικές έννοιες στην Περιγραφική & Επαγωγική Στατιστική

1.1. Σύντομη επισκόπηση εννοιών	13
1.1.1 Δειγματοληπτική έρευνα	13
1.1.2 Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες	17
1.1.3 Επαγωγική στατιστική - Εκτίμηση σημείων και διαστημάτων	19
1.2. Περιγραφική στατιστική: στόχοι, μέθοδοι, τεχνικές, ερμηνεία	22
1.2.1 Γενικές αρχές	22
1.2.2 Είδη μετρήσεων	24
1.2.3. Αρχικές τιμές και Κατανομές Συχνότητας	25
1.2.3.1 Ερμηνεία των δεικτών συχνότητας	26
1.2.3.2 Σχηματικές παραστάσεις κατανομών συχνότητας	28
1.2.3.3 Μορφές κατανομών συχνότητας	30
1.2.4. Μέτρα θέσης (κεντρική τάση)	33
1.2.4.1 Γενικές έννοιες	33
1.2.4.2 Μέσος όρος, διάμεσος, δεσπόζουσα τιμή κατανομής: η σχετική τους θέση	38
1.2.5. Μέτρα διασποράς	39
1.2.5.1 Γενικές έννοιες. Η διασπορά ως ποσότητα και πληροφορία	39
1.2.5.2 Εύρος και Τυπική Απόκλιση	40
1.2.6 Συνολική συνεκτίμηση των μέτρων θέσης και διασποράς	48
1.2.7. Συμμεταβολή, συμμεταβλητές και συνάφεια μετρήσεων	49
1.2.7.1 Εισαγωγικές έννοιες	49
1.2.7.2 Είδη και χρησιμότητα δεικτών συνάφειας: Δείκτης συνάφειας <i>r</i> κατά <i>Pearson</i> και άλλοι δείκτες συνάφειας	53
1.2.8 Μετατροπή των αρχικών τιμών: συμβατοποίηση των πληροφοριών και συγκρισιμότητα μετρήσεων	57
1.3. Επαγωγική στατιστική	60
1.3.1 Στόχοι και βασικές έννοιες	60
1.3.2 Ερευνητική δειγματοληψία - δειγματοληπτική θεωρία: η (πιθανο)θεωρητική βάση	62
1.3.3 Η δειγματοληπτική κατανομή του μέσου όρου & το θεώρημα κεντρικού ορίου	67

1.3.4 Άλλες Δειγματοληπτικές Κατανομές	71
1.3.5 Στατιστικός έλεγχος και στατιστική σημαντικότητα	74
1.3.6 Στατιστικά κριτήρια	80
1.3.7 Στατιστικά σφάλματα	81
1.3.8 Ανακεφαλαίωση και ακόλουθες ενότητες του βιβλίου	83
Κεφάλαιο 2. Καταχώριση ερευνητικών στοιχείων και βασικοί περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες	
2.1 Υπολογιστικές δυνατότητες και περιορισμοί του λογισμικού στατιστικής ανάλυσης μέσω του <i>MS-Excel</i>	85
2.2. Ελλειπείς πίνακες ερευνητικών τιμών και μέθοδοι αναπλήρωσης των απόντων τιμών	89
2.2.1 Καταχώριση των ερευνητικών στοιχείων στη βάση δεδομένων του <i>MS-Excel</i> και αναπλήρωση των απόντων στοιχείων	93
2.2.2 Σύνομη επισκόπηση των διαδικαστικών βημάτων καταχώρισης στοιχείων και αναπλήρωσης απόντων τιμών	101
2.3 Υπολογισμός απλής κατανομής συχνότητας	103
2.4 Υπολογισμός δείκτη αξιοπιστίας εσωτερικής συνέπειας	106
Κεφάλαιο 3. Δείκτες συνάφειας	
3.1 <i>Pearson r</i> (Product-Moment Correlation Coefficient)	113
3.2 Δισειριακή συνάφεια σημείου (<i>Δείκτης Point-Biserial</i>)	124
3.3 Δείκτης μερικής συνάφειας (<i>Partial correlation coefficient</i>)	128
3.4 Δείκτης πολλαπλής συνάφειας (<i>Multiple correlation coefficient</i>)	133
3.5 Δείκτης συνάφειας Φ	142
3.6 Δείκτης συνάφειας <i>C</i> (Contingency coefficient)	147
3.7 Απαρμετρικός Δείκτης συνάφειας <i>Spearman Rho</i>	152
3.8 Δείκτης συμφωνίας μεταξύ κριτών (<i>Kendall W coefficient</i>)	160
3.9 Δείκτης πολλαπλής συνάφειας - Γενικευμένο υπόδειγμα με περισσότερες από δύο προγνωστικές μετρήσεις	163
Κεφάλαιο 4. Ανάλυση Διακύμανσης	
4.1 Μεθοδολογικές και Στατιστικές προϋποθέσεις για την παραμετρική ανάλυση διακύμανσης.....	172
4.2 Σύγκριση μεταξύ δύο δειγμάτων (<i>t-test</i>)	182
4.2.1 Σύγκριση μεταξύ δύο ανεξάρτητων δειγμάτων	185
4.2.2 Σύγκριση μεταξύ δύο εξαρτημένων δειγμάτων	188
4.3. Μονοπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης (σύγκριση περισσότερων των δύο δειγμάτων ως προς έναν ανεξάρτητο παράγοντα)	190
4.3.1 Μονοπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης: ένας μεταξύ των ομάδων ανεξάρτητος παράγοντας (ανεξάρτητα δείγματα)	192
4.3.2 Μονοπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης: ένας εντός των ατόμων ανεξάρτητος παράγοντας (εξαρτημένα δείγματα)	195
4.4. Διπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης: δύο μεταξύ των ομάδων ανεξάρτητοι παράγοντες	198
4.4.1 Υπολογιστικές διαδικασίες διπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης μέσω των υπολογιστικών φύλλων Excel	202
4.4.2 Παράδειγμα υπολογισμών και ερμηνείας ευρημάτων: <i>Σχέδιο 2x4</i>	207
4.5. Μικτό υπόδειγμα μονοπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης: ένας μεταξύ των ατόμων παράγοντας και ένας εντός των ατόμων παράγοντας	208
4.5.1 Υπολογιστικές διαδικασίες για το μικτό υπόδειγμα μονοπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης με έναν μεταξύ των ομάδων και έναν εντός των	

ατόμων παράγοντα, μέσω των υπολογιστικών φύλλων Excel	212
4.5.2 Υπολογιστικά υποδείγματα για το μικτό υπόδειγμα ανάλυσης διακύμανσης με έναν μεταξύ ομάδων και έναν εντός ατόμων παράγοντες	215
4.6. Μη-παραμετρική ανάλυση διακύμανσης: ανεξάρτητα δείγματα	215
4.6.1 Μετατροπή πρωτογενών στοιχείων σε δευτερογενείς κλίμακες μέτρησης	217
4.6.2 Σύγκριση δύο ανεξάρτητων διαφορικών ομάδων: μη-παραμετρικό στατιστικό κριτήριο <i>Mann-Whitney U</i>	220
4.6.3 Σύγκριση τριών ή περισσότερων ανεξάρτητων διαφορικών ομάδων μη-παραμετρικό στατιστικό κριτήριο <i>Kruskal-Wallis H</i>	221
4.6.4 Σύγκριση δύο εξαρτημένων δειγμάτων: μη-παραμετρικό στατιστικό κριτήριο <i>Wilcoxon</i>	222
4.6.5 Μη-παραμετρική ανάλυση διακύμανσης για περισσότερα των δύο εξαρτημένα δείγματα	225

Κεφάλαιο 5. Ανεξάρτητοι επικουρικοί αλγόριθμοι

5.1 Ανακτώντας τον πίνακα ανάλυσης διακύμανσης: μονοπαραγοντική ανάλυση διακύμανσης χωρίς τις αρχικές τιμές	227
5.2 Εκτίμηση διαστημάτων εμπιστοσύνης για συνάρτηση απλής παλινδρόμησης	229
5.3 Τώρα εσείς... Το στατιστικό κριτήριο χ^2 και οι ποσοστιαίες αναλογίες εντός διδιάστατων συνδυαστικών πινάκων	232

Μέρος Β΄

Θεωρητικές έννοιες Μετρικής και Ψυχομετρίας

<i>Πρόλογος Β΄ Μέρους</i>	237
---------------------------------	-----

Κεφάλαιο 6. Εισαγωγή – Βασικές έννοιες στην Ψυχομετρία

6.1. Εισαγωγή	239
6.1.1 Ατομικές διαφορές: επίκεντρο και έναυσμα	239
6.1.2 Ψυχομετρία: Από τη θεωρία στην επιστήμη	240
6.2. Κλίμακες και σφάλματα μέτρησης	243
6.2.1 Η σχολή της λειτουργικότητας και η σχολή των ιδιοτήτων	243
6.2.1.1 <i>Κατηγορικές και Τακτικές Κλίμακες Μέτρησης</i>	243
6.2.1.2 <i>Κλίμακες Ίσων Διαστημάτων</i>	244
6.2.1.3 <i>Κλίμακες Ίσων Λόγων</i>	245
6.2.2 Η θεωρία των αληθών τιμών	246

Κεφάλαιο 7. Αξιοπιστία μετρήσεων και αξιοπιστία των τεστ

7.1 Γενικές έννοιες	249
7.2 Αξιοπιστία και σφάλματα μέτρησης	250
7.2.1 Δείκτης αξιοπιστίας επαναληπτικών μετρήσεων	256
7.2.2 Αξιοπιστία εναλλακτικών τύπων ή ισοδύναμων τύπων	258
7.2.3 Αξιοπιστία διαμερισμού μετρήσεων	259
7.2.4 Αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας	264
7.2.5 Μεταξύ βαθμολογητών αξιοπιστία	267

Κεφάλαιο 8. Εγκυρότητα μετρήσεων και εγκυρότητα των τεστ

8.1 Γενικές έννοιες	269
8.2 Κατά τεκμήριο εγκυρότητα	270

8.3 Εγκυρότητα αντιπροσωπευτικού περιεχομένου	271
8.4 Εγκυρότητα προβλεπτικής συνάφειας ή προβλεπτική εγκυρότητα	273
8.5 Εγκυρότητα συγχρονικής συνάφειας	274
8.6 Εγκυρότητα εννοιολογικής δομής	275
Κεφάλαιο 9. Πολώσεις	
9.1 Είδη πολώσεων	279
9.2. Ανίχνευση των πολώσεων ερωτημάτων	281
Κεφάλαιο 10. Έλεγχος ερωτημάτων	285
10.1. Ανάλυση Ερωτημάτων	286
10.1.1 Προϋποθέσεις	286
10.1.2 Στόχοι της ανάλυσης ερωτημάτων	288
10.1.3 Διαδικασία ανάλυσης ερωτημάτων	289
10.1.4 Αποτελέσματα και περαιτέρω διαδικασία	294
10.1.5 Κριτήρια και λάθη στην τελική επιλογή ερωτημάτων	296
10.2. Ανάλυση Παραγόντων	297
10.2.1 Προϋποθέσεις	298
10.2.2 Θεωρητικά πλαίσια ανάλυσης παραγόντων	300
10.2.3 Δείκτες συνάφειας και ανάλυση παραγόντων	300
10.2.4 Βασική Ορολογία ανάλυσης παραγόντων	301
10.2.5 Αποτελέσματα ανάλυσης κυρίων συνιστωσών και ερμηνεία	303
Κεφάλαιο 11. Λανθάνοντα χαρακτηριστικά (<i>latent traits</i> - 'θ')	
11.1 Θεωρία των Λανθανόντων Χαρακτηριστικών (<i>Item Response Theory</i>)	311
11.2 Τα υποδείγματα <i>Rasch</i>	315
Κεφάλαιο 12. Τέσσερις και κάτι σελίδες για τη Στάθμιση	319
Βιβλιογραφία (ελληνική)	324
Βιβλιογραφία (αγγλική)	325
Παράρτημα 1α. Data Analysis Toolpak	329
Παράρτημα 1β. Γιατί είναι απαραίτητη πρώτα η διαγραφή των περιεχομένων των φατνίων στα οποία θέλουμε να μεταφέρουμε από αλλού στοιχεία, πριν καν "φορτώσουμε" στη μνήμη τα στοιχεία αυτά;	333
Παράρτημα 2. Διαδικασία παραλαβής κλειδαρίθμων δυνατότητας παρέμβασης στους αλγόριθμους	335