

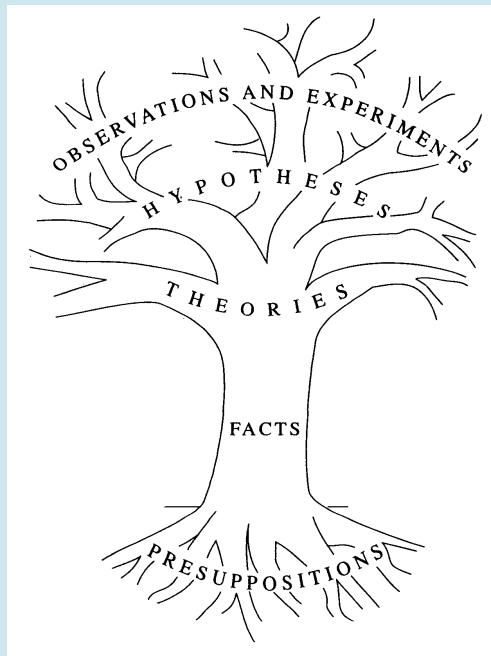
Γιώργος Κ. Βαγενάς, PhD (McGill University)
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
ΕΘΝΙΚΟΝ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΝ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
ΣΤΗΝ ΑΘΛΗΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ
ΜΕ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΟ **SPSS**

7^η Έκδοση

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ

Το Δένδρο της Επιστημονικής Γνώσης
Imre Lakatos (1922-1974)



Claxton, G. (1991). *Educating the Inquiring Mind*.
London: Harvester-Wheatsheaf

(αναδημοσιεύεται μετά από γραπτή άδεια της
Pearson Education International, United Kingdom)

Στην Ελένη, την Ευθυμία και τον Σταύρο...!

Στο παρόν σύγγραμμα περιγράφονται αναλυτικά οι μέθοδοι της περιγραφικής στατιστικής (descriptive statistics) και βασικές μέθοδοι της επαγωγικής στατιστικής (inferential statistics).

Κάθε μέθοδος παρουσιάζεται βήμα-βήμα, εφαρμόζεται σε απλά δεδομένα, αναλύεται στο στατιστικό πρόγραμμα SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) και ερμηνεύεται με πληρότητα και σαφήνεια.

Στόχος του συγγράμματος είναι η κατάρτιση των φοιτητών, των στελεχών και των ερευνητών της επιστήμης μας στις βασικές αρχές και μεθόδους της εφαρμοσμένης στατιστικής (applied statistics) και στην αποδοτική τους χρήση τόσο στην επιστημονική έρευνα (scientific research) όσο και στο επαγγελματικό περιβάλλον για επίλυση πρακτικών προβλημάτων.

Το σύγγραμμα καλύπτει ένα ευρύ φάσμα στατιστικών εφαρμογών από τον ενιαίο χώρο της Φυσικής Αγωγής και της Αθλητικής Επιστήμης (physical education and sport science). Η ύλη του συγγράμματος έχει ταξινομηθεί σε 22 κεφάλαια, στα οποία περιέχονται πάνω από 100 παραδείγματα υποδειγματικής ανάλυσης ποσοτικών (quantitative) και ποιοτικών (qualitative) δεδομένων (data).


Στα θέματά του περιλαμβάνονται οι βασικές στατιστικές έννοιες (basic concepts), οι κατανομές συχνότητας (frequency distributions), τα μέτρα θέσης (measures of location), τα μέτρα διασποράς (measures of dispersion), η κανονική κατανομή (normal distribution), η δειγματική κατανομή (sampling distribution), η υπόθεση και εκτίμηση (hypothesis and estimation), η γραμμική συσχέτιση (linear correlation), η σύγκριση 2 μέσων (comparison of 2 means), η απλή γραμμική παλινδρόμηση (simple linear regression), η ανάλυση χ^2 (chi-square analysis), οι μη παραμετρικές συσχετίσεις (non parametric correlations), οι μη παραμετρικές συγκρίσεις (non parametric comparisons), η απλή ανάλυση διασποράς (analysis of variance, ANOVA), η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση (multiple linear regression), η ανάλυση συν-διασποράς (ANCOVA: «pre-post-control designs») και βασικές στατιστικές αναλύσεις στο Excel.

Το σύγγραμμα αυτό δεν θα ήταν δεοντολογικά πλήρες χωρίς την έγγραφη άδεια αναδημοσίευσης των στατιστικών πινάκων (statistical tables) από τους κάτωθι διεθνείς οίκους και φορείς, τους οποίους ευχαριστώ και αναφέρω στη συνέχεια τιμητικά:

- (α) Την Biometrika Trustees για την έγγραφη άδεια χρήσης των στατιστικών πινάκων των Pearson & Hartley με τις κρίσιμες τιμές t , χ^2 , F , στατιστικού q (studentized range) και μικρότερων αθροισμάτων Wilcoxon,
- (β) Το Institute of Mathematical Statistics για την έγγραφη άδεια χρήσης των στατιστικών πινάκων κρίσιμων τιμών του συντελεστή συσχέτισης Spearman και των τιμών U του ελέγχου Mann-Witney, και
- (γ) Την International Biometric Society για την έγγραφη άδεια χρήσης του στατιστικού πίνακα κρίσιμων τιμών W του Wilcoxon.

Γιώργος Βαγενάς

Αθήνα 2019



Στην ευρεία έννοια του όρου *στατιστική* (statistics) μπορεί να συμπεριληφθεί κάθε μεθοδική διαδικασία *σύγκρισης* ή *συσχέτισης* των δομικών ιδιοτήτων ενός γεγονότος, ενός προβλήματος, ενός απλού ή σύνθετου φαινομένου. Οι πλέον στοιχειώδεις μορφές *στατιστικής λογικής* εμφανίζονται στην καθημερινή μας ζωή μέσω της έμφυτης τάσης που διέπει την ανθρώπινη σκέψη για διερεύνηση, ανάλυση και αξιολόγηση εμπειριών, εντυπώσεων και παρατηρήσεων από τον φυσικό ή το νοητό κόσμο. Κατά τον Conant (1951) η αναγκαιότητα για διερεύνηση πηγάζει από την εσωτερική ανάγκη του ανθρώπου για γνώση του κόσμου και εξήγηση των φυσικών φαινομένων με βάση όχι μόνο την *κοινή λογική* (common logic), αλλά κυρίως την *επιστημονική λογική* (scientific logic).

Όπως δείχνει η καθημερινή εμπειρία, ακόμα και οι πλέον *αριθμόφοβοι* άνθρωποι (Paulos, 1988) δοκιμάζουν κάποτε την ανάγκη της σύγκρισης (comparison) ή συσχέτισης (correlation) ποσοτικών ή ποιοτικών παρατηρήσεων μέσω απλής *υποκειμενικής εκτίμησης*, προκειμένου να επιλύσουν ένα πρακτικό πρόβλημα, να προβλέψουν την έκβαση μιας εκκρεμότητας, να αναλύσουν εμπειρίες ή να εξηγήσουν φαινόμενα. Αυτή η ανάγκη υλοποιείται μέσω της *αναλυτικής λογικής*, που αποτελεί τη βάση τόσο της ερευνητικής όσο και της στατιστικής λογικής (statistical logic).

Είναι, όμως, επαρκείς οι προσωπικές εμπειρίες και οι υποκειμενικές εκτιμήσεις για την αμερόληπτη μελέτη των φυσικών και κοινωνικών φαινομένων; Κατά τον Kerlinger (1992) η διαδικασία αυτή δεν είναι απλά ανεπαρκής, αλλά μπορεί να οδηγήσει εύκολα σε ανακριβή συμπεράσματα. Έτσι, έχει καθιερωθεί η *επιστημονική μέθοδος* (scientific method), με αναπόσπαστο τμήμα της την *εφαρμοσμένη στατιστική* (applied statistics), μέσω της οποίας διασφαλίζονται αντικειμενικές λύσεις και έλεγχοι σημαντικότητας, για κάθε ερευνητικό πρόβλημα (research problem), που θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο επιστημονικής διερεύνησης.

Οι στατιστικές αναλύσεις (statistical analyses) που γίνονται για τη μελέτη των φυσικών και των νοητών φαινομένων είναι πολλές και εκτείνονται (α) από πολύ απλές αναλύσεις μονοδιάστατων φαινομένων με εύκολες ερμηνείες και μικρής, συνήθως, σημασίας εφαρμογές, έως (β) πολύ σύνθετες αναλύσεις πολυδιάστατων φαινομένων, με δύσκολες ερμηνείες και πολυσήμαντες εφαρμογές. Αυτό ισχύει και στο χώρο της Αθλητικής Επιστήμης, όπου ποικίλα ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα (data) αναλύονται στατιστικά, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για αναρίθμητα θέματα ερευνητικού ή επαγγελματικού ενδιαφέροντος από τη φυσική αγωγή, τον αθλητισμό, τη φυσιολογική ή την παθολογική κίνηση, την αθλητική απόδοση, την άσκηση για αναψυχή, την άσκηση για υγεία κ.λπ.

Κορυφαίος ερευνητής τής ανθρώπινης αναλυτικής λογικής υπήρξε ο Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.), ο οποίος μελέτησε και ανέλυσε επίσης σε βάθος την κίνηση του ανθρώπινου σώματος, δικαίως αναγνωρισθείς και ως ο “πατέρας” της Κινησιολογίας (Braun, 1941).

Η μελέτη των βασικών εννοιών και εφαρμογών της στατιστικής, όπως αυτές παρατίθενται στο παρόν σύγγραμμα, είναι ουσιαστική και όχι τυπική υποχρέωση για τους πτυχιούχους της Αθλητικής Επιστήμης. Η σύγχρονη βιβλιογραφία στον τομέα του Αθλητισμού και της Φυσικής Αγωγής, όπως και σε άλλους συναφείς βιολογικούς και εκπαιδευτικούς τομείς, συμπεριλαμβάνει πληθώρα δημοσιεύσεων μεστών σε *στατιστικά στοιχεία*.

Η κατανόηση των αναρίθμητων πτυχών της σύγχρονης Αθλητικής Επιστήμης και η εμβάθυνση σε εξειδικευμένους τομείς αθλητικών εφαρμογών καθίσταται αδύνατη χωρίς γνώση σε ικανοποιητικό βαθμό των στατιστικών εννοιών (statistical concepts) που περιέχονται στην επιστημονική βιβλιογραφία. Οι έννοιες αυτές έχουν εδώ και πολλές δεκαετίες καθιερωθεί στον τρόπο σκέψης του σύγχρονου Αθλητικού Επιστήμονα και τον βοηθούν στη μεθοδικότερη εφαρμογή των γνώσεών του στην προπόνηση, στη διδασκαλία, στην έρευνα, στην άσκηση για υγεία, στην οργάνωση κ.λπ.

Ακόμα και οι πιο εκλαϊκευμένες εκδόσεις στο χώρο της Αθλητικής Επιστήμης περιέχουν συχνά στατιστικές επεξεργασίες αθλητικών επιδόσεων, αποτελέσματα αγώνων, μετρήσεων και εκτιμήσεων, όπως επίσης αναφορές σε στατιστικά κριτήρια (statistical criteria), ελέγχους σημαντικότητας (significance tests) και μεγέθη επίδρασης (effect sizes). Η κατανόηση αυτών των ειδικών όρων και εννοιών είναι δυνατή μόνο με καλή γνώση των κύριων, τουλάχιστον, στατιστικών μεθόδων, όπως αυτές παρατίθενται προοδευτικά στο παρόν σύγγραμμα.

Στο πλαίσιο λειτουργίας της σύγχρονης Αθλητικής Επιστήμης απαιτείται πολύ συχνά η πραγματοποίηση μετρήσεων και η συμμετοχή σε αθλητικές έρευνες, των οποίων ο σωστός σχεδιασμός είναι αδύνατος χωρίς ικανοποιητικές γνώσεις στατιστικής. Οι γνώσεις αυτές είναι απαραίτητες και για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων των επιστημονικών μετρήσεων, που πραγματοποιούνται σε εργαστήρια, με τα οποία όλο και περισσότεροι πτυχιούχοι μας συνεργάζονται σε θέματα ευρωστίας και υγείας, αθλητικής ψυχολογίας, κινησιολογίας, εργο-φυσιολογίας, ασκησιο-θεραπείας κ.ά. Επιπρόσθετα, στη διδακτική και προπονητική πρακτική επιστρατεύονται πολλές φορές δοκιμασίες πεδίου και προγράμματα που, για να εφαρμοστούν ορθά, χρειάζονται επαρκείς εφαρμοσμένες γνώσεις στατιστικής.

Από τη σκοπιά της επιστημολογίας είναι σαφές ότι οι στατιστικές γνώσεις είναι ουσιαστικά θεμελιώδεις επιστημονικές γνώσεις. Κατά κανόνα επιστημονική γνώση δεν μπορεί να παραχθεί χωρίς στατιστική αξιολόγηση. Κατά συνέπεια η ανάδειξη της νέας γνώσης είναι συνυφασμένη με τη στατιστική λογική. Για το λόγο αυτό, ο πτυχιούχος της Αθλητικής Επιστήμης δεν μπορεί να θεωρηθεί επιστημονικά ολοκληρωμένος, αν δεν είναι κάτοχος των βασικών τουλάχιστον μεθόδων της εφαρμοσμένης στατιστικής, περίπου όπως αυτές παρατίθενται στο παρόν σύγγραμμα.

Οι MoreHouse & Stull (1975), που θεωρούνται σκαπανείς της καθιέρωσης των στατιστικών εφαρμογών στη Φυσική Αγωγή, έχουν διατυπώσει την άποψη ότι οι αποφάσεις των εκπαιδευτικών στη διδακτική διαδικασία δεν πρέπει να στηρίζονται μόνο στις προσωπικές τους εκτιμήσεις ή εμπειρίες, αλλά και στη μεθοδική ανάλυση των διδακτικών προβλημάτων και στην εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων με βάση κάποια επιστημονική μέθοδο και επομένως μέσω και της στατιστικής εκτίμησης - αξιολόγησης. Όπως τονίζουν χαρακτηριστικά “... η μελέτη και κατανόηση των στατιστικών εννοιών και ερμηνειών πρέπει να αποτελεί μέρος της επαγγελματικής προετοιμασίας των στελεχών της Φυσικής Αγωγής όχι μόνο στο μεταπτυχιακό αλλά και στο προπτυχιακό επίπεδο σπουδών.”

Η αντίληψη ότι ο σύγχρονος Αθλητικός Επιστήμονας, προκειμένου να θεωρείται ολοκληρωμένος ως εκπαιδευτικός, ως προπονητής, ως διοικητικός, ως σύμβουλος ευρωστίας-υγείας και ως ερευνητής, πρέπει να γνωρίζει σε επαρκή βαθμό εφαρμοσμένη στατιστική, έχει καθιερω-

θεί πλέον στον κλάδο εδώ και πολλά χρόνια. Κατά την τελευταία εικοσαετία έχουν καθιερωθεί σύγχρονα προπτυχιακά προγράμματα σπουδών και έχουν αναπτυχθεί αξιόλογα προγράμματα μεταπτυχιακών σπουδών. Στο πλαίσιο αυτών των σύγχρονων προγραμμάτων ήταν αναπόφευκτη η οριστική επικράτηση της μεθοδικής ανάλυσης και επεξεργασίας των επιστημονικών μετρήσεων και των ερευνητικών αποτελεσμάτων και κατά συνέπεια η καθιέρωση των στατιστικών εφαρμογών και στην Ελληνική Αθλητική Επιστήμη.

Στο *προπτυχιακό επίπεδο* σπουδών οι στατιστικές γνώσεις προέρχονται κυρίως από την περιγραφική στατιστική (descriptive statistics), με έμφαση στις κατανομές συχνότητας, στα μέτρα θέσης και στα μέτρα διασποράς, και δευτερευόντως από τα βασικά της επαγωγικής στατιστικής, με προτεραιότητα στην απλή συσχέτιση (correlation) και στη σύγκριση 2 μέσων (t-test).

Στο *μεταπτυχιακό επίπεδο* οι στατιστικές γνώσεις προέρχονται κυρίως από την επαγωγική στατιστική (inferential statistics), καλύπτουν περισσότερους τομείς αναλύσεων και περιλαμβάνουν κατά κύριο λόγο την ανάλυση διασποράς (ANOVA), την παλινδρόμηση (regression) και τις κύριες μεθόδους της μη παραμετρικής στατιστικής (non-parametric statistics).

Στο *διδακτορικό επίπεδο* σπουδών απαιτούνται προχωρημένες γνώσεις επαγωγικής στατιστικής, με έμφαση στο στατιστικό σχεδιασμό (statistical design) και στις βασικές μεθόδους της πολυμεταβλητής ανάλυσης (multivariate analysis), όπως η ανάλυση παραγόντων (factor analysis), η πολυμεταβλητή ανάλυση διασποράς (multivariate analysis of variance), η διακριτική ανάλυση (discriminant analysis) και η κανονική συσχέτιση (canonical correlation).

Οι στατιστικές και ερευνητικές γνώσεις που αποκτούν πλέον σε πανεπιστημιακό επίπεδο τα στελέχη της Αθλητικής Επιστήμης αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση για τον επιτυχή σχεδιασμό ερευνητικών προγραμμάτων, για την ορθή ερμηνεία των επιστημονικών ευρημάτων, αλλά και για την έγκυρη και αποτελεσματική επίλυση πρακτικών προβλημάτων επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων, πληροφοριών και στοιχείων στο επαγγελματικό περιβάλλον.

Η μελλοντική πορεία, ανάπτυξη και προοπτική της Φυσικής Αγωγής και της Αθλητικής Επιστήμης στον τόπο μας συναρτάται όλο και περισσότερο με τη σαφή κατανόηση, την εμπειριστατωμένη γνώση και την αποδοτική χρήση και εφαρμογή των στατιστικών μεθόδων εκ μέρους των στελεχών της ...

Με ιδιαίτερη ικανοποίηση διαπιστώνω ότι, μετά από 30 χρόνια διδασκαλίας του γνωστικού αυτού αντικειμένου, αρκετές γενιές πτυχιούχων της Αθλητικής Επιστήμης έχουν καταρτισθεί επαρκώς σε θέματα εφαρμοσμένης στατιστικής. Οι μεταπτυχιακοί μας φοιτητές, εκτός του προπτυχιακού μαθήματος “Αθλητική Στατιστική”, παρακολουθούν και τα μεταπτυχιακά μαθήματα “Στατιστική I & II”, ενώ οι διδακτορικοί μας φοιτητές παρακολουθούν επιπρόσθετα και το υποχρεωτικό μάθημα “Στατιστικός Σχεδιασμός και Πολυμεταβλητή Ανάλυση”.

Κεφάλαιο 1

ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ (BASIC STATISTICAL CONCEPTS)	15
1.1 Μια Απλή Πειραματική Έρευνα	15
1.2 Επιστημονική Έρευνα και Στατιστική	19
1.3 Πληθυσμός και Δείγμα	21
1.4 Μεταβλητές, Στατιστικά, Παράμετροι, Κλίμακες	25
1.5 Σφάλματα Μέτρησης	28
1.6 Μια Απλή Πειραματική Έρευνα με το SPSS	35
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	38

Κεφάλαιο 2

ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ (FREQUENCY DISTRIBUTIONS)	39
2.1 Οργάνωση των Αρχικών Δεδομένων	39
2.2 Απλή Κατανομή Συχνότητας	42
2.3 Ομαδοποιημένη Κατανομή Συχνότητας	46
2.4 Εκατοστημοριακές Αναλύσεις	47
2.4.1 Υπολογισμός τιμής (X) από εκατοστιαία σειρά (%)	48
2.4.2 Υπολογισμός εκατοστιαίας σειράς (%) από τιμή (X)	50
2.5 Η Ανάλυση της Κατανομής Συχνότητας στο SPSS	54
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	56

Κεφάλαιο 3

ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ (FREQUENCY DISTRIBUTION GRAPHS)	59
3.1 Απλή Κατανομή Συχνότητας	60
3.2 Ομαδοποιημένη Κατανομή Συχνότητας	63
3.3 Τύποι και Ιδιότητες Κατανομών	66
3.4 Τα Γραφήματα της Κατανομής Συχνότητας στο SPSS	68
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	72

Κεφάλαιο 4

ΚΥΡΙΑ ΜΕΤΡΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ (MAIN MEASURES OF CENTRAL LOCATION).....	73
4.1 Αριθμητικός Μέσος (Mean, M)	73
4.2 Ιδιότητες του Αριθμητικού Μέσου	77
4.3 Διάμεσος (Median, Md)	79
4.4 Επικρατούσα Τιμή ή Κορυφή (Mode, Mo)	81

4.5 Καταλληλότητα των Μέτρων Κεντρικής Θέσης	82
4.6 Τα Κύρια Μέτρα Κεντρικής Θέσης στο SPSS	86
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	88

Κεφάλαιο 5

ΆΛΛΑ ΜΕΤΡΑ ΘΕΣΗΣ, ΚΙΝΗΤΟΣ ΜΕΣΟΣ, ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ (OTHER MEASURES OF LOCATION, MOVING AVERAGE, TIMES SERIES)	89
5.1 Γεωμετρικός Μέσος (G)	89
5.2 Αρμονικός Μέσος (H)	92
5.3 Τετραγωνικός Μέσος (Q, RMS)	94
5.4 Κινητός Αριθμητικός Μέσος	95
5.5 Χρονοσειρές	96
5.6 Άλλα Μέτρα Θέσης, Κινητός Μέσος, Χρονοσειρές στο SPSS	103
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	106

Κεφάλαιο 6

ΜΕΤΡΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ, ΤΙΜΕΣ z, ΛΟΞΟΤΗΤΑ, ΚΥΡΤΩΣΗ (MEASURES OF DISPERSION, z-SCORES, SKEWNESS, KURTOSIS)	109
6.1 Αριθμητικό Εύρος (R)	109
6.2 Ενδοτεταρτημοριακό Εύρος (Q_I)	110
6.3 Απόκλιση (d, x, y)	112
6.4 Διασπορά ή Διακύμανση (S^2)	112
6.5 Τυπική Απόκλιση (S, SD)	113
6.6 Τυπικό Σφάλμα του Μέσου (SE_M)	114
6.7 Συντελεστής Μεταβλητότητας (CV)	115
6.8 Τυπικές Τιμές z	116
6.9 Λοξότητα (Sk) Κατανομής	117
6.10 Κύρτωση (Ku) Κατανομής	118
6.11 Μέτρα Διασποράς: Μέθοδος Αρχικών Τιμών	121
6.12 Τα Μέτρα Διασποράς στο SPSS	122
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	125

Κεφάλαιο 7

ΠΛΗΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟ SPSS (COMPLETE DESCRIPTIVE STATISTICAL ANALYSIS IN SPSS)	127
7.1 Μια Συμμετρική Κατανομή (Κανονική)	128
7.2 Μια Ασύμμετρη Κατανομή (Λοξή Θετικά)	140
7.3 Μια Μετασχηματισμένη Κατανομή (Συμμετρία)	143
7.3.1 Η κατανομή των τιμών $\log_{10}(X)$ χωρίς 3 ακραίες ($N = 336$)	149
7.3.2 Η κατανομή των τιμών $\log_{10}(X)$ χωρίς 14 ακραίες ($N = 325$)	151
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση στο SPSS	153

Κεφάλαιο 8

Η ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ (THE NORMAL DISTRIBUTION)	155
8.1 Γενικές Ιδιότητες της Κανονικής Κατανομής	155
8.2 Κανονική Καμπύλη και Διασπορά	157

8.3 Τυπική Κανονική Κατανομή	161
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	171

Κεφάλαιο 9

Η ΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ (THE SAMPLING DISTRIBUTION)	173
9.1 Στοιχεία Θεωρίας του Δείγματος	173
9.2 Δειγματική Κατανομή του Μέσου	177
9.3 Ιδιότητες της Δειγματικής Κατανομής	181
9.4 Δειγματική Κατανομή τής Διαφοράς Δύο Μέσων: $\mu_1 - \mu_2$	187
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	196

Κεφάλαιο 10

ΕΚΤΙΜΗΣΗ, ΥΠΟΘΕΣΗ, ΣΦΑΛΜΑ (ESTIMATION, HYPOTHESIS, ERROR) ..	197
10.1 Εκτίμηση και Τυπικό Σφάλμα	197
10.2 Στατιστική Υπόθεση και Σφάλμα I και II	200
10.3 Ερμηνεία των Σφαλμάτων I και II	206
10.4 Έλεγχοι Στατιστικής Σημαντικότητας Απλής και Διπλής Κατεύθυνσης	209
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	213

Κεφάλαιο 11

ΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ (SIMPLE LINEAR CORRELATION)	217
11.1 Βαθμός και Κατεύθυνση της Γραμμικής Συσχέτισης και Παραδοχές	218
11.2 Συντελεστής Συσχέτισης r του Pearson	220
11.3 Στατιστική Σημαντικότητα του r	225
11.4 Ερμηνεία της Γραμμικής Συσχέτισης	227
11.5 Μερική Συσχέτιση ($r_{yx.z}$)	232
11.6 Ημι-Μερική Συσχέτιση ($r_{y(x.z)}$)	233
11.7 Πλήρεις Αναλύσεις Γραμμικής Συσχέτισης στο SPSS	235
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	240

Κεφάλαιο 12

ΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (SIMPLE LINEAR REGRESSION) ...	243
12.1 Βασικές Έννοιες	243
12.2 Το Μοντέλο της Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης	245
12.3 Προσδιορισμός της Εξίσωσης Πρόβλεψης	246
12.4 Διασπορά, Πρόβλεψη, Σφάλμα	249
12.5 Τυπικό Σφάλμα Εκτίμησης (S_{yx})	251
12.6 Τυπικό Σφάλμα Σταθεράς (α) και Συντελεστή (β)	251
12.7 Τυπικό Σφάλμα Εκτίμησης και Συσχέτιση	252
12.8 Μερισμός της Διασποράς της Y	254
12.9 Έλεγχος Στατιστικής Σημαντικότητας της Παλινδρόμησης	256
12.10 Διάστημα Εμπιστοσύνης Σταθεράς (α) και Συντελεστή (β)	258
12.11 Στατιστικές Παραδοχές	259
12.12 Ένα Πλήρες Παράδειγμα Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης	261
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	265

Κεφάλαιο 13	
ΠΛΗΡΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΛΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ ΣΤΟ SPSS (COMPLETE SIMPLE LINEAR REGRESSION ANALYSIS IN SPSS)	
	267
13.1	Παραδείγματα 12.1 και 12.2: Επιβεβαίωση
	267
13.2	Ένα Πλήρες Παράδειγμα: Δείγμα 339 Αρρένων (αρχική ανάλυση)
	269
13.3	Το Πλήρες Παράδειγμα: Δείγμα 339 Αρρένων (ανάλυση χωρίς 3 ακραίες)
	282
	Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση στο SPSS
	286
Κεφάλαιο 14	
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΟ ΜΕΣΩΝ: Έλεγχος t (COMPARING TWO MEANS: t-test).....	
	291
14.1	Τύποι Ελέγχου της Διαφοράς 2 Μέσων
	291
14.2	Έλεγχος t: Σύγκριση 2 Εξαρτημένων Δειγμάτων
	293
14.3	Έλεγχος t: Σύγκριση 2 Ανεξάρτητων Δειγμάτων
	299
14.4	Διάστημα Εμπιστοσύνης Διαφοράς 2 Μέσων
	305
14.5	Πλήρης Ανάλυση Ελέγχου t στο SPSS
	308
14.6	Η Σύγκριση 2 Ανεξάρτητων Δειγμάτων (Έλεγχος t) μέσω της Απλής Γραμμικής Παλινδρόμησης (Simple Linear Regression)
	311
	Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση στο SPSS
	314
Κεφάλαιο 15	
ΑΝΑΛΥΣΗ χ^2 ΚΑΙ ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ (CHI-SQUARES ANALYSIS & NON-PARAMETRIC CORRELATIONS).....	
	317
15.1	Θεωρητική Βάση του χ^2
	317
15.2	Η Δειγματική Κατανομή χ^2
	318
15.3	Απλή Ταξινόμηση: Γνωστές Θεωρητικές Συχνότητες (F)
	321
15.4	Διπλή Ταξινόμηση: Άγνωστες Θεωρητικές Συχνότητες (F)
	324
15.5	Πίνακες Συνάφειας 2 × 2: Δύο 2-Κατηγορικές Μεταβλητές
	327
15.6	Τυποποιημένα και Διορθωμένα Υπόλοιπα
	328
15.7	Συντελεστής Συνάφειας C: Συσχέτιση 2 Πολυκατηγορικών Μεταβλητών
	330
15.8	Συντελεστής Φ: Συσχέτιση 2 Δικατηγορικών Μεταβλητών
	332
15.9	Συντελεστής Spearman (r_s): Συσχέτιση 2 Διατακτικών Μεταβλητών
	333
15.10	Ανάλυση χ^2 και Μη Παραμετρικές Συσχετίσεις στο SPSS
	336
15.11	Πίνακες Συνάφειας 2 × 2: Λόγος κινδύνου (Risk Ratio) και Λόγος σχετικής πιθανότητας (Odds Ratio)
	343
	Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση στο SPSS
	347
Κεφάλαιο 16	
ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ (NON PARAMETRIC COMPARISONS) 349	
16.1	Έλεγχος Mann-Whitney (U): Σύγκριση 2 Ανεξάρτητων Δειγμάτων
	350
16.2	Έλεγχος Wilcoxon (W): Σύγκριση 2 Εξαρτημένων Δειγμάτων
	353
16.3	Έλεγχος Kruskal-Wallis (H): Σύγκριση k Ανεξάρτητων Δειγμάτων
	355
16.4	Έλεγχος Friedman (χ^2): Σύγκριση k Εξαρτημένων Δειγμάτων
	359
16.5	Οι μη Παραμετρικές Συγκρίσεις στο SPSS
	362
	Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση στο SPSS
	366

Κεφάλαιο 17

ΑΠΛΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ (ANOVA) ΓΙΑ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ (SIMPLE ANALYSIS OF VARIANCE FOR INDEPENDENT SAMPLES)	367
17.1 Βασικές Έννοιες	367
17.2 Ανάλυση της Διασποράς και Έλεγχος F	369
17.3 Πολλαπλές Συγκρίσεις (Multiple Comparisons)	376
17.4 Προσχεδιασμένες Συγκρίσεις (Planned Comparisons)	378
17.5 Μετα-ANOVA Έλεγχος Scheffe: Όλες οι Δυνατές Συγκρίσεις!	380
17.6 Μετα-ANOVA Έλεγχος Tukey: Όλες οι Συγκρίσεις Κατά Ζεύγη	383
17.7 Μετά-ANOVA Έλεγχος Dunnett: Συγκρίσεις με Ομάδα Ελέγχου	385
17.8 Ανάλυση Τάσης (Trend Analysis): Σχέση μεταξύ των k μέσων (μ)	387
17.9 Η Απλή ANOVA για Ανεξάρτητα Δείγματα στο SPSS	392
17.10 Παραδοχές στην ANOVA για Ανεξάρτητα Δείγματα	407
17.11 Η Σύγκριση k Ανεξάρτητων Δειγμάτων (Απλή ANOVA) μέσω της Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης (Multiple Linear Regression)	415
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση στο SPSS	418

Κεφάλαιο 18

ΑΠΛΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ (ANOVA) ΓΙΑ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ (SIMPLE ANALYSIS OF VARIANCE FOR DEPENDENT SAMPLES)	421
18.1 Βασικές Έννοιες	421
18.2 Ανάλυση της Διασποράς και Έλεγχος F	423
18.3 Πολλαπλές Συγκρίσεις (Multiple Comparisons)	431
18.4 Προσχεδιασμένες Συγκρίσεις (Planned Comparisons)	434
18.5 Bonferroni & Sidak: Μετά-ANOVA Συγκρίσεις κατά Ζεύγη	437
18.6 Ανάλυση Τάσης (Trend Analysis): Σχέση μεταξύ των k μέσων (μ)	440
18.7 Η Απλή ANOVA για Εξαρτημένα Δείγματα στο SPSS	447
18.8 Η Εναλλακτική Ανάλυση με το Πολυμεταβλητό Μοντέλο	460
18.9 Παραδοχές στην ANOVA για Εξαρτημένα Δείγματα	469
Προβλήματα και Ασκήσεις για Λύση	478

Κεφάλαιο 19

ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (MULTIPLE LINEAR REGRESSION).....	483
19.1 Ερευνητικό Πρόβλημα (Research Problem) και Υποθέσεις (Hypotheses)	484
19.2 Δεδομένα (Raw Data) και Αρχικά Διαγνωστικά (Diagnostics)	485
19.3 Στατιστικά Συσχέτισης & Ανάλυσης Διασποράς (Model Summary & ANOVA) ..	488
19.4 Στατιστικά Εκτίμησης (Coefficients) & Διαστήματα Εμπιστοσύνης 95%	489
19.5 Έλεγχος Συγγραμμικότητας (Collinearity).....	491
19.6 Έλεγχος Στατιστικών Παραδοχών (Assumptions)	495
19.7 Ανάλυση Παράτυπων Περιπτώσεων (Multivariate Outliers).....	499
19.8 Συμπεράσματα (Conclusions) και Τελικές Επισημάνσεις	502
19.9 Η Παλινδρόμηση Poisson για Δεδομένα Καταμέτρησης (Count Data).....	504

Κεφάλαιο 20

ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΝΔΙΑΣΠΟΡΑΣ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ «ΠΡΙΝ-ΜΕΤΑ-ΕΛΕΓΧΟΣ» (ANCOVA: «PRE-POST-CONTROL» DESIGN)	507
20.1 Ερευνητικό Πρόβλημα (Research Problem) και Εναλλακτικές Μέθοδοι Ανάλυσης...509	
20.2 Μοντέλο (Model) της ANCOVA και Υποθέσεις (Hypotheses)	510
20.3 Δεδομένα (Raw Data) και Διαγνωστικά (Diagnostics)	512
20.4 Η Κύρια Ανάλυση Συνδιασποράς (ANCOVA)	516
20.5 Αναλυτικές Συγκρίσεις (Analytical Comparisons)	522
20.6 Μικτή ANOVA 3×2 (mixed ANOVA 3×2)	525

Κεφάλαιο 21

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ (STATISTICAL TABLES).....	533
21.A1 Ποσοτικά Δεδομένα - Ανθρωπομετρικά αρρένων ηλικίας 20–25 ετών.....	534
21.A2 Ποιοτικά Δεδομένα - Μορφολογία Ελληνικών παραδοσιακών χορών.....	535
21.B Ύψος (Y, %f, p) της κανονικής καμπύλης για τιμές z.....	537
21.Γ Χώροι (πιθανότητες, p) της κανονικής καμπύλης για τιμές z.....	538
21.Δ Κρίσιμες τιμές τής κατανομής t.....	543
21.E Κρίσιμες τιμές του συντελεστή συσχέτισης r του Pearson.....	545
21.Z Μετασχηματισμός τιμών r σε τιμές z_r του Fisher.....	547
21.H Κρίσιμες τιμές τής κατανομής F.....	549
21.Θ Κρίσιμες τιμές τής κατανομής χ^2	553
21.I Κρίσιμες τιμές τού στατιστικού q Studentized Range.....	555
21.K Κρίσιμες τιμές του συντελεστή συσχέτισης r_s του Spearman.....	557
21.M Κρίσιμες τιμές U για τον έλεγχο Mann–Whitney.....	558
21.N Κρίσιμες τιμές W για τον έλεγχο Wilcoxon.....	560
21.Ξ Κρίσιμες τιμές t του Dunnett (σύγκριση με ομάδα ελέγχου).....	561
21.O Αρχικοί (raw) και Κανονικοποιημένοι (normalized) Συντελεστές Ορθογώνιων Αντιθέσεων (Orthogonal Contrast Coefficients).....	562

Κεφάλαιο 22

ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΟ EXCEL (BASIC STATISTICAL ANALYSES IN EXCEL).....	563
22.1 Δειγματοληψία (Sampling).....	563
22.2 Κατανομή Συχνότητας (Frequency Distribution).....	567
22.3 Περιγραφικά Στατιστικά (Descriptive Statistics).....	571
22.4 Εξομάλυνση Καμπύλης (Curve Smoothing).....	580
22.5 Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση (Simple Linear Regression).....	585
22.6 Έλεγχος t: Σύγκριση 2 Δειγμάτων (t-test).....	592
22.7 Απλή Ανάλυση Διασποράς (Simple ANOVA).....	597
22.8 Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση (Multiple Linear Regression).....	600
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (BIBLIOGRAPHY)	605
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ (INDEX)	609
Ελληνικό Ευρετήριο.....	609
Αγγλικό Ευρετήριο.....	614