

Dr. Βασίλης Δαφέρμος

Αναπληρωτής Καθηγητής Κοινωνικής Στατιστικής Πανεπιστημίου Κρήτης

ΠΑΡΑΓΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Διερευνητική με **SPSS**
και επιβεβαιωτική με το **LISREL** και το **AMOS**

+ EQS **+ STATA**

- STRUCTURAL EQUATION MODELING
- RELIABILITY ANALYSIS
- VALIDITY ANALYSIS
- COMPARISON FACTOR STRUCTURES
- CHECKING EQUAL REGRESSIONS
- MULTIVARIATE NORMALITY-
NON-NORMAL DATA-MISSING
VALUES
- NON-RECURSIVE MODELS
- SECOND-ORDER CFA MODELS
- MIMIC MODELS
- TWO-STAGE REGRESSION

Κριτής 1

Κριτής 2

Κριτής 3

Αξιοπιστία



Το βιβλίο συνοδεύεται από CD

στο οποίο περιέχονται όλα τα αρχεία δεδομένων
(Data Sets)

Για τους φοιτητές των Τμημάτων:

- Πολιτικής Επιστήμης • Οικονομίας • Ψυχολογίας • Κοινωνιολογίας • Παιδαγωγικής
 - Ιατρικής • Νοσηλευτικής • Βιολογίας • Εφαρμοσμένων Μαθηματικών
 - Φαρμακευτικής • Χημείας • Φυσικής Αγωγής • ΤΕΙ-ΑΤΕΙ • Πολυτεχνείου
- και για τους Μεταπτυχιακούς και Διδακτορικούς φοιτητές των Κοινωνικών Επιστημών

ISBN 978-960-456-383-8

© Copyright 2013, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Βασίλης Δαφέρμος

Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.

Φωτοστοιχειοθεσία
Εκτύπωση
Βιβλιοδεσία

Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας
Τ.Θ. 4171 • Περαία Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19
Τηλ.: 2392.072.222 - Fax: 2392.072.229 • e-mail: info@ziti.gr



www.ziti.gr

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ:

Αρμενοπούλου 27, 546 35 Θεσσαλονίκη
Τηλ.: 2310.203.720, Fax: 2310.211.305 • e-mail: sales@ziti.gr

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ - ΠΩΛΗΣΗ ΔΙΑΝΙΚΗ-ΧΟΝΔΡΙΚΗ:

Χαριλάου Τρικούπη 22, 106 79 Αθήνα
Τηλ.-Fax: 210.3816.650 • e-mail: athina@ziti.gr

ΣΤΟΑ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ - ΕΝΩΣΗ ΕΚΔΟΤΩΝ ΒΙΒΛΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ:

Πεσμαζόγλου 5, 105 64 Αθήνα • Τηλ.-Fax: 210.3211.097

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ: www.ziti.gr

*Το βιβλίο αφιερώνεται
στους Μαθηματικούς του πλανήτη:*

Κωνσταντίνο Μ. Δαφέρμο,
Καθηγητή του Brown University

Μιχάλη Κ. Δαφέρμο,
Καθηγητή του Cambridge University

Στη μνήμη της Στέλλας Θεοδωρακοπούλου-Δαφέρμου,
Καθηγήτριας του Brown University

Και στη Θάλεια Κ. Δαφέρμου



Στην οικογένειά μου

Η ανάγκη για κάλυψη ενός γνωστικού κενού στην Ελληνική Βιβλιογραφία, υπήρξε η αιτία να γραφεί αυτό το βιβλίο. Προσωπικά είχα και μια καλή αφορμή: Το τρυφερό παιδικό βιβλίο των McBratney και Jeram 'ΜΑΝΤΕΨΕ ΠΟΣΟ Σ'ΑΓΑΠΩ' (Εκδόσεις Παπαδόπουλος), που τόσο άρεσε να διαβάζω στα μικρά δίδυμα παιδιά μου, μα και στον πρωτότοκό μου γιό, τα βράδια, πριν κοιμηθούν. Και βλέπουμε μέσα στο γλαφυρό, μαγευτικό θάλεγα βιβλιαράκι, το Μεγάλο Καστανό Λαγό, και το Μικρό Καστανό Λαγουδάκι, να καταβάλλουν φιλότιμες προσπάθειες να μετρήσουν την αγάπη. Είναι όμως εύκολο αυτό το εγχείρημα; Μετριέται η αγάπη; Μετρώνται τα συναισθήματα; Μπορούν τέτοια πράγματα να είναι προσεγγίσιμα, ώστε να είναι μετρήσιμα; Είναι σαφές και πέρα από κάθε αμφιβολία, ότι ποτέ δεν θα μετρήσουμε την αγάπη και τα άλλα συναισθήματα, επακριβώς. Γιατί απλούστατα δεν διαθέτουμε τα κατάλληλα μέτρα. Γιατί δεν μπορούμε να περάσουμε σε μια άμεση, σε μια απευθείας, μέτρηση.

Ωστόσο η Κοινωνική Στατιστική, με τα STRUCTURAL EQUATION MODELING, δεν χάνει το κουράγιο της! Προσπαθεί να μετρήσει, και όπως θα διαπιστώσουμε στην πορεία αυτού του βιβλίου, σε ένα σημαντικό βαθμό το καταφέρνει, να μετρά *έμμεσα*, δηλ. με τη βοήθεια λανθανουσών μεταβλητών, τη μεταβλητή της 'αγάπης' και των άλλων αέρινων, μη χειροπιαστών πραγμάτων, όπως είναι τα συναισθήματα. Η έμμεση μέτρηση, γίνεται με την οικοδόμηση αφανών μοντέλων (Latent Models), τα οποία επιχειρούν να μετρήσουν έμμεσα, ό,τι δεν είναι άμεσα μετρήσιμο.

Η έμμεση μέτρηση περιλαμβάνει 3 φάσεις: Τη Διερευνητική (Exploratory) και την Επιβεβαιωτική (Confirmatory). Στην πρώτη φάση, τη Διερευνητική, από τα εμπειρικά δεδομένα που διαθέτουμε προσπαθούμε να οικοδομήσουμε, να ανιχνεύσουμε το παραγοντικό μας μοντέλο, ενώ στη δεύτερη φάση προσπαθούμε

να επιβεβαιώσουμε το μοντέλο που στην πρώτη φάση προσδιορίσαμε. Μια πλειάδα μεθόδων και στατιστικών δεικτών είναι τα διαθέσιμα εργαλεία από τα στατιστικά προγράμματα SPSS, LISREL, EQS, AMOS και STATA, αναφορικά με την πρώτη φάση: Την Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση. Παρόμοια, μια πλειάδα μεθόδων και στατιστικών δεικτών είναι τα διαθέσιμα εργαλεία, από τα στατιστικά προγράμματα LISREL, EQS, AMOS και STATA, αναφορικά με τη δεύτερη φάση της έρευνας: Την Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση. Η τρίτη φάση είναι το ολιστικό ζητούμενο. Είναι τα Structural Equation Modeling, (SEM). Είναι ο έλεγχος ολόκληρης της θεωρητικής μας κατασκευής, του ερευνητικού μας μοντέλου, με τη συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων μεταβλητών, και οπωσδήποτε είναι ο καλύτερος τρόπος αναβάπτισης της Θεωρίας μας. Προφανώς είναι η σπουδαιότερη, καθώς το κοίταγμα της αρχικής μας θεωρίας, από κάθε γωνία θέασης, με ταυτόχρονη συμμετοχή, συν-λειτουργία και συνεξέταση όλων των παραγόντων της θεωρητικής μας προσέγγισης, όχι μόνο θα επιβεβαιώσει, θα υποδείξει πιθανές τροποποιήσεις, θα αναδείξει αδυναμίες, θα επισημάνει ανεπάρκειες, αλλά ίσως και να οδηγήσει σε νέα Θεωρία.

Άμεσα τίθεται το ερώτημα: Οπωσδήποτε πρέπει να επιβεβαιώσουμε ένα παραγοντικό μοντέλο που ανιχνεύθηκε στην πρώτη φάση; Με απλά λόγια, για να είναι ορθό, έγκυρο, αδιαμφισβήτητο, κι επομένως αποδεκτό ένα παραγοντικό μοντέλο, οπωσδήποτε θα πρέπει να περάσει κι από τη δεύτερη φάση; Η απάντηση είναι, πιθανότατα. Στη διεθνή πρακτική, τα τελευταία χρόνια, τείνει να γίνει απαραίτητη η δεύτερη αυτή φάση, στο χώρο της Κοινωνικής έρευνας. Αυτό σημαίνει ότι ένα προτεινόμενο μοντέλο με Κοινωνικά δεδομένα, θα πρέπει να έχει προηγουμένως 'επιβεβαιωθεί', για να γίνει παραδεκτό. Αυτή ακριβώς είναι και η κύρια δουλειά, 4 τουλάχιστον, εξειδικευμένων στατιστικών Προγραμμάτων (LISREL, EQS, AMOS και STATA), τα οποία αναπτύχθηκαν από τη δεκαετία του '80 και ύστερα.

Το βιβλίο αυτό, αποτελεί μια καινούρια εγγραφή στην Ελληνική Βιβλιογραφία. Απευθύνεται σε προπτυχιακούς, σε μεταπτυχιακούς φοιτητές, μα κυρίως σε διδακτορικούς φοιτητές των Κοινωνικών Επιστημών. Είναι ένα βιβλίο προχωρημένης Στατιστικής Ανάλυσης, χρησιμοποιεί κυρίως **πραγματικά δεδομένα**, από το χώρο της Κοινωνικής Έρευνας, και έχει τους εξής διδακτικούς και ερευνητικούς στόχους:

- α) Να εισαγάγει τους φοιτητές στις ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες, από γνωστική και ερευνητική άποψη, έννοιες, των Δομικών Εξισώσεων (Structural Equation Modeling).
- β) Να αναδείξει με σαφή τρόπο, τη διαδικασία κατασκευής, το περιεχόμενο και τη χρησιμότητα, των ασυμπτωτικών μητρών διασποράς (covariance matrices).

- γ) Να αναφερθεί αναλυτικά στις μεθόδους εκτίμησης των παραμέτρων ενός παραγοντικού μοντέλου.
- δ) Να υποδαυλίζει ενδιαφέρουσες επιστημονικές συζητήσεις, αναφορικά με την επιλογή της μεθόδου τόσο στη διερευνητική, όσο και στην επιβεβαιωτική φάση της παραγοντικής ανάλυσης.
- ε) Να αναδείξει, με μη μαθηματικό, πλην όμως ακριβή, τρόπο, την έννοια της πολυδιάστατης κανονικότητας (multivariate normality), και στη συνέχεια να προτείνει, με τη βοήθεια των στατιστικών προγραμμάτων LISREL, EQS, AMOS και STATA, τον έλεγχο αυτής της σπουδαίας παραδοχής.
- στ) Να προσφέρει στους νέους ερευνητές τα αναγκαία εργαλεία, για την ανίχνευση πιθανών παραγοντικών δομών στα Κοινωνικά Δεδομένα.
- ζ) Να προσφέρει, στο δεύτερο στάδιο, τεκμηρίωση-επιβεβαίωση σε παραγοντικά μοντέλα που ανιχνεύτηκαν σε σύνολα εμπειρικών δεδομένων σε ένα αρχικό στάδιο.
- η) Να ελέγξει την παραλληλία ή την ισότητα δύο παλίνδρομων εξισώσεων.
- κ) Να ελέγξει την ορθότητα της Θεωρίας, του μοντέλου μας, με τη συμπερίληψη όλων των εμπλεκόμενων μεταβλητών, στο πλαίσιο ενός SEM.
- λ) Να προβεί σε έλεγχο όλων των παραδοχών (assumptions) της Παραγοντικής Ανάλυσης συμπεριλαμβανομένης της δειγματικής επάρκειας και του μεγέθους του δείγματος (sample size).
- μ) Να εξετάσει τη συμπεριφορά των Non Recursive Models.
- ν) Να εξετάσει πιθανές συνέπειες από τη συσχέτιση των error terms.
- ξ) Να ανιχνεύσει τη λειτουργία των MIMIC Models.

Βασίλης Δαφέρμος
Ρέθυμνο, Δεκέμβριος 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το βιβλίο αυτό, στο μεγαλύτερο μέρος του, γράφτηκε στο Cambridge University της Αγγλίας όπου ήμουν Επισκέπτης Καθηγητής (Academic Visitor), κατά το εαρινό εξάμηνο του 2011. Γράφτηκε δε κάτω από ιδανικές ακαδημαϊκές και επιστημονικές συνθήκες. Η απλή και μόνον παραμονή στο Centre of Pure Mathematics and Statistics Lab, με τους μεγαλύτερους μαθηματικούς του καιρού μας, όπως για παράδειγμα ο Μιχάλης Δαφέρμος ή ο Timothy Gowers, μπορεί να σου εμβάλλει μόνιμες ανησυχίες στο επιστημονικό επίπεδο, να σου ανοίξει αγιάτρευτες επιστημονικές πληγές και απίστευτες γνωστικές πηγές. Το Κέντρο Μαθηματικών του Cambridge University, αναμφισβήτητα είναι η Μέκκα των Θεωρητικών Μαθηματικών, το σταυροδρόμι των ντετερμινιστικών, κι όχι μόνον, ιδεών, το σημείο συνάντησης των ερευνητών που κομίζουν κάτι πολύ καινούργιο, πολύ πρωτότυπο, και πολλά υποσχόμενο, κάτι που ενδεχόμενα θα τροφοδοτήσει, ατέλειωτες επιστημονικές συζητήσεις. Είναι το καμίνι που παράγει ασταμάτητα, στελέχη και επιστημονική γνώση πρώτης διαλογής (σχεδόν κάθε εβδομάδα γίνεται Συνέδριο), που αντιπαλεύει αταλάντευτα την προχειρότητα και αντιμάχεται χωρίς έλεος τη μετριότητα και τα επιστημονικά πασαλείμματα.

Το Cambridge, στους 7 μήνες που έζησα εκεί, με επηρέασε βαθιά. Αναθεώρησα τα πάντα. Άλλαξα συνήθειες, άλλαξα προσεγγίσεις, μέθοδο διδασκαλίας, πακέτα λογισμικού, άλλαξα κι ο ίδιος σαν άνθρωπος. Καταλαβαίνω πλέον, μόνον όσους έχουν πολύ καημό, μόνον όσους είναι τελείως αφοσιωμένοι σ' αυτό που κάνουν. Όσες φορές φέρνω στη μνήμη μου το φωτισμένο γραφείο του Μιχάλη στο Centre of Mathematics, ξημερώματα Κυριακής, να προσπαθεί να λύσει 'ένα προβληματάκι' που απασχολούσε λέει ένα διδακτορικό του φοιτητή, όπως μου είπε αργότερα, γύρω από τη θεωρία της Σχετικότητας, δάκρυα ανεβαίνουν στα μάτια μου. Σκέφτομαι ότι εγώ, πολύ λίγα έχω κάνει για τα παιδιά του Ελληνικού λαού. Τα 7 βιβλία που έχω γράψει γι' αυτά, είναι αστεία πράγματα, είναι μικρή προσφορά, μπροστά σ' αυτά που προσφέρει καθημερινά αυτός ο απίθανος επιστήμονας στα παιδιά του πλανήτη.

Ο Μιχάλης Δαφέρμος δεν είναι συνηθισμένη περίπτωση Καθηγητή. Δεν είναι καθηγητής της σειράς, δεν είναι καθηγητής ενός συγκεκριμένου Πανεπιστημίου. Ανήκει στα Πανεπιστήμια του πλανήτη. Στην ατζέντα του, μόνιμα, υπάρχουν προσκλήσεις από τα καλύτερα Πανεπιστήμια της Ευρώπης, των ΗΠΑ, της Ινδίας, της Κίνας, της Ρωσίας, για να μην πολυλογώ, από κάθε σημείο του πλανήτη, προσκεκλημένος να μιλήσει για τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας του Αϊνστά-

ιν, την οποία απέδειξε, στο μεγαλύτερο της μέρος της, στα 23 του χρόνια, στο Πανεπιστήμιο του Πρίνστον.

Όταν πρωτοπήγα στο Cambridge, στην Γραμματεία του Τμήματος Θεωρητικών Μαθηματικών, με σύστησε ο Μιχάλης στη Sally Lowe που είναι Γραμματέας του Τμήματος, και ακολούθησε επακριβώς ο εξής διάλογος:

– Σάλλυ: Καλωσορίσατε κ. Δαφέρμο. Κι εσείς Δαφέρμος; Είστε όμως πιο όμορφος. Ο Μιχάλης έχει πολλά γένια... Είναι και μελαχρινός... Εσείς είστε άσπρος...

– Κυρία Lowe, ο γνήσιος Δαφέρμος είναι ο μελαχρινός... Πιο αυθεντικός Δαφέρμος επομένως, είναι ο Μιχάλης. Είναι και η σημαία της Οικογένειας. Είμαι, και είμαστε όλοι, περήφανοι γι αυτόν. Είναι πολύ άξιος. Είναι φαινόμενο...

– Μα κι εσείς Καθηγητής δεν είστε; Σε ποιο αντικείμενο;

– Στην Κοινωνική Στατιστική, μα υπάρχει μια διαφορά: Εγώ είμαι Καθηγητής και εκείνος Ουράνιο Σώμα.

Η Sally γέλασε, μα δεν ξαναείπε τίποτε.



Να πω και μια μικρή ιστορία:

Ένα μεσημέρι, Μάιος του 11, ενώ τρώγαμε, στην «Έφεσσο» (μια πολύ καλή Τούρκικη ταβέρνα εκεί στο Cambridge), κτυπάει το τηλέφωνο και ήταν ο πατέρας του Μιχάλη, ο επίσης μεγάλος μαθηματικός Κωνσταντίνος Δαφέρμος, από την Αμερική.

Δεν ήξερε τα νέα... Δεν ήξερε ότι ο Μιχάλης ανακηρύχτηκε full Professor...

Του λέει τα νέα ο Μιχάλης, και μετά τον ρωτά που είναι ο Βασίλης; Εδώ είναι, του λέει. Δώσε μου τον!

Μου δίνει το τηλέφωνο ο Μιχάλης, και ακολουθεί ο εξής διάλογος:

– Χρόνια και ζαμάνια Θείε μου...!! Τι κάνεις;

– Εδώ, με τα παιδιά του Κόσμου, μα πονάει η μέση μου, ζαλίζομαι, τρέμουν τα πόδια μου, γερνάω φαίνεται... Εσύ τι κάνεις Βασίλη;

– Εδώ, πολύ ωραία, με το Μιχάλη, κάνουμε πράγματα που μας αρέσουν, χωρίς να μας πρήζει κανένας, τα πάντα μας παρέχονται, όπου και να πάω και πω 'Δαφέρμος', ανοίγουν διάπλατα οι πόρτες, την πρώτη φορά, νάναι καλά, τις άνοιξε ο Μιχάλης, οτιδήποτε χρειαστώ, βιβλία, software, εργαστήρια, δίκτυα, όλα τα έχω. Έχω αγοράσει 53 βιβλία με 50% έκπτωση από το βιβλιοπωλείο του Πανεπιστημίου, μου φέρανε και άλλα τόσα, σε χρόνο ρεκόρ, από την Αμερική, μου έδωσαν δικό μου γραφείο, μιλάω με σημαντικούς ανθρώπους, με πρόσωπα της Ιστορίας, με μαθηματικούς του Πλανήτη, με πρώτο το Μιχάλη, είναι φανταστικό και το Cambridge, το Πανεπιστήμιο και τα Κολέγια του, εδώ μου φαίνεται πως

κτυπά η καρδιά της Ιστορίας της Αγγλίας, έχω δει απίθανα μνημεία και πράγματα, κάθε πρωί βλέπω στο δρόμο, καθώς πηγαίνω στο Πανεπιστήμιο, караβάνια φοιτητές και διανοούμενους, από κάθε γωνιά της γης, φωτογραφίζουν συνέχεια, κοιτάνε έκθαμβοι παντού, όπως κι εγώ, κοντολογής, όλα μου θυμίζουν το τραγούδι που λέει ο Μητροπάνος, ‘Σε πολιτεία μαγική γυρνάμε, δεν θέλω πια να μάθω τι ζητάμε...’, γράφω και ένα βιβλίο για διδακτορικούς φοιτητές... Είναι το έβδομο κατά σειρά, μα είναι προσωπικό στοίχημα, θέλω να είναι το καλύτερο από όσα έχω γράψει, γιατί τόχω αφιερώσει σε σένα Θείε, πολλά σου χρωστάω... Ήμουν μόλις 10 χρονών παιδί, όταν η μάνα μου, η Δασκαλομαρία, μου μιλούσε για σένα, με έπιανε δέος με όσα άκουγα, και μου ευχόταν να σε φτάσω, σε είχα πρότυπο, ενώ δεν σε είχα δει ποτέ μου... Σε πρωτοείδα όταν ήρθες εκλέκτορας στις εκλογές των πρώτων Καθηγητών του Πανεπιστημίου Κρήτης, στο Μαθηματικό Τμήμα του Ηρακλείου, το 82, και το 84, θυμάμαι τότε που έλεγαν για μας, στα εκλεκτορικά σώματα που συμμετείχαμε, ο Δαφέρμος ο Great, και ο Δαφέρμος ο junior. Θυμάμαι απίθανα πράγματα Θείε μου, για αυτήν την ένδοξη για το Πανεπιστήμιό μας εποχή... Πολλά σου χρωστάμε Θείε, πολλά σου χρωστάω κι εγώ, κι ο ακαδημαϊκός κόσμος, κι η ανθρωπότητα... Το βιβλίο είναι ένας ελάχιστος φόρος τιμής, δίκαια είναι αφιερωμένο σε Σένα, στο Μιχάλη, στη Θεία τη Στέλλα, και στη Θάλεια, κι είναι κάτι που ήθελα να κάνω από καιρό... Στο αντικείμενό μου είμαστε λίγοι στην Ελλάδα, Θείε, οι Κοινωνικοί Στατιστικοί μετριοούνται στα δάκτυλα του ενός χεριού, αυτό λέει και η Καθηγήτρια Ειρήνη Μουστάκη που είναι Head στο LSE, δεν έχουν γραφεί και πολλά πράγματα πάνω σ’ αυτό, αφού σαν επιστημονική περιοχή είναι πολύ νέα, αναπτύχθηκε μετά τη δεκαετία του 80, και την ίδια ώρα υπάρχουν μεγάλες ανάγκες για υλικό, σ’ αυτό τον τομέα γνώσης στην Ελλάδα. Έχουν πουληθεί 5.500 αντίτυπα από το βιβλίο μου “Κοινωνική Στατιστική με το SPSS”, διδάσκεται σε 11 Πανεπιστημιακά Τμήματα της χώρας, και επομένως έχουμε πολύ δρόμο μπροστά μας. Και ένα τελευταίο που θέλω να σου πω Θείε, είναι ότι είμαι υπερήφανος για την οικογένειά μας, (κάποιος Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων μου είπε ότι ‘Δαφέρμος’ είναι βαρύ όνομα), είμαι υπερήφανος για Σένα και για το Μιχάλη, υποκλίνομαι στη μνήμη της θείας μου της Στέλλας. Να σας έχει ο Θεός καλά για την προσφορά σας στην ανθρωπότητα...

– Κι εγώ είμαι περήφανος για σένα Βασίλη... κάνεις μαθαίνω, ωραία πράγματα. Σημειώνεις προόδους. Αφού είστε λίγοι στο αντικείμενο φρόντισε να εκμεταλλευτείς στο έπακρο την παρουσία σου εκεί. Να γράψεις...! Χρήσιμα πράγματα για τους νέους ερευνητές, και να δεις από μέσα το εκπαιδευτικό τους σύστημα. Η πατρίδα περνάει κρίσιμες ώρες... το ξέρεις... Έχει προβλήματα και πρέπει να βοηθήσουμε όλοι... Με συγκίνησες παιδί μου...

Στο Cambridge, συχνά μου άρεσε να πηγαίνω με τα πόδια από το σπίτι μου στο Πανεπιστήμιο. Περπατώντας στα πλακόστρωτα σοκάκια του, είχα την αίσθηση πως γυρνώ σε μυθική πολιτεία. Τα ψηλά ιστορικά κτίρια, οι μεγαλοπρεπείς είσοδοι των πολυάριθμων Κολεγίων, οι θεόρατες Πανεπιστημιακές Βιβλιοθήκες, σε μεταφέρουν σε άλλες συντεταγμένες της Ιστορίας. Σε συνεπαίρνουν. Επανελημμένα συνέλαβα τον εαυτό μου να σιγοψιθυρίζει το τραγούδι που λέει ο Μητροπάνος: 'Σε πολιτεία μαγική γυρνάμε, δεν θέλω πια να μάθω τι ζητάμε, φτάνει να μου χαρίσεις δυο φιλιά'. Μόνο που εγώ δεν αναζητούσα εκείνες τις ώρες τα φιλιά, αλλά γυρόφερνα επίμονα στο κεφάλι μου τη δομή του καινούργιου μου βιβλίου. Τελικά βρήκα ατέλειωτη βιβλιογραφία. Κουβάλησα και 123 manuals από την Αμερική για να δημιουργήσω το νέο Εργαστήριο Στατιστικής Ανάλυσης στο Τμήμα Πολιτικής Επιστήμης του Π.Κ., και τη «Δειγματοληπτική Μονάδα Μέτρησης της Κοινής Γνώμης». Ήμουν πανευτυχής. Διότι, ενώ δεν είχα λεφτά να τα πληρώσω –δεν μου είχαν βάλει τίποτε από το Πανεπιστήμιο Κρήτης για πολλούς μήνες– ο λεβέντης Πατέρας μου, ο Δημαρχογιάννης, φρόντισε να μου στείλει όσα χρειαζόμουν, κι έτσι μπόρεσα να παραλάβω το πολύτιμο υλικό από το βιβλιοπωλείο του Heffers... Με την ευκαιρία, να ευχαριστήσω από καρδιάς τις εξαιρετικές Κυρίες της Aegean Airlines, οι οποίες, όταν τους ανέφερα το σκοπό της μεταφοράς του παραπάνω στατιστικού υλικού, όχι μόνον δεν μου ζήτησαν χρήματα, αλλά μετέφεραν οι ίδιες, τα ασήκωτα Manuals στο αεροδρόμιο του Χίθροου. Πονούσε η μέση μου. Δεν μπορούσα. Να μην ξεχάσω, επίσης, να ευχαριστήσω θερμά, τους κορυφαίους τεχνοκράτες του Π.Κ. κ. κ. Γιώργο Ακουμιανάκη και Δημήτρη Βιζυριανάκη, οι οποίοι κατασκεύασαν FTP SERVERS για να μεταφερθεί πολύτιμο ηλεκτρονικό υλικό για τη δημιουργία του νέου Εργαστηρίου Στατιστικής Ανάλυσης, στο Τμήμα Πολιτικής Επιστήμης του Π.Κ., και υποστήριξαν με κάθε τρόπο την επιστημονική μου δουλειά στο Cambridge University. Ψυχή αυτού του βιβλίου ωστόσο, είναι η μοντελοποίηση, το ταίριασμα (fit) θεωρητικών μοντέλων, στα δεδομένα. Ευχαριστώ τη σύντροφό μου Χριστιάνα, που έκανε το καλύτερο fit στην ψυχή μου.



Οι διδακτορικοί φοιτητές του Μιχάλη Δαφέρμου, προέρχονται από τα τέσσερα σημεία του πλανήτη. Είναι μεγάλη τιμή, και σπουδαία τύχη να είσαι διδακτορικός φοιτητής του Μιχάλη. Η ιερή σχέση που έχει με τους διδακτορικούς του φοιτητές, με συγκίνησε.



Το 1982, που έγιναν οι εκλογές των πρώτων Καθηγητών του Π.Κ., ήρθε από την Αμερική, μαζί με το θείο μου, τον Κώστα, και η θεία μου η Στέλλα, επίσης Καθηγήτρια του Brown University. Στο ξενοδοχείο 'Ρήθυμνα' που γινόντουσαν οι εκλογές, είχα μια σύντομη κουβέντα μαζί της:

- Θεία Στέλλα, πως είναι να ζει κανείς με ένα μεγάλο μαθηματικό;
- Δεν ξέρεις παιδί μου, τι βολικός άνθρωπος είναι αυτός ο θεός σου..!



Μια αθέατη όψη του Μιχάλη Δαφέρμου, και η οποία δεν έχει γραφτεί, και ποτέ δεν θα γραφτεί, σε κανένα Βιογραφικό του Σημείωμα, είναι το πόσο βαθιά Έλληνας, και Κρητικός, αισθάνεται αυτό το παιδί. Όταν πήγα και τον βρήκα στο Cambridge, το Φεβρουάριο του 2011, το πρώτο πράγμα που με ρώτησε ήταν, πως πάνε τα πράγματα στην πατρίδα. Ήταν πολύ ανήσυχος με την οικονομική κατάσταση στην Ελλάδα. Έμπαινε στο διαδίκτυο καθημερινά και προσπαθούσε να πληροφορηθεί τις εξελίξεις. Ήθελε να μάθει, και τον έκαιγε αυτό, σε βαθμό που να μην κοιμάται μερικές φορές, για την ενδεχόμενη χρεοκοπία, και την ενδεχόμενη έξοδο από την ευρωζώνη. Μια μέρα μου λέει: «Για πες μου τώρα ρε ξάδελφε, μια και το αντικείμενό σου είναι η πρόβλεψη, τι προβλέπεις για την Ελλάδα;». Η Ελλάδα Μιχάλη, ποτέ δεν πεθαίνει..', του απάντησα. 'Κι άλλες φορές είδαμε τέτοιο ζόρι. Ιστορικά έχουμε ξαναζήσει τέτοιες καταστάσεις τουλάχιστον άλλες τρεις φορές, κι όμως ξανασταθήκαμε στα πόδια μας. Είμαι βαθύτατα αισιόδοξος. Βασίζομαι στις αστείρευτες δυνάμεις του λαού μας. Θα ξαναβρούμε τον δρόμο μας και τον εαυτό μας, αφού πρώτα διαβούμε την κοιλάδα του ολέθρου...'. Ο Μιχάλης δε μίλησε. Απλά συνέχισε να σκέφτεται. Κι εγώ σκέφτομαι κάτι, κι είναι σταθερή πεποίθησή μου, δεν του το είπα βέβαια ποτέ, ότι η σωτηρία του Ελληνικών Πανεπιστημίων θα προέλθει απέξω: Από τους Έλληνες Καθηγητές του εξωτερικού.



Ήταν 14 χρονών, όταν ήρθε στην Αζό Μυλοποτάμου, τους είχαν παραθέσει τραπέζι οι συγγενείς, αλλά ο Μιχάλης έφυγε από το τραπέζι πήγε και βρήκε το συγγενή του, το λυράρη, το γέρο- Δημαρχογιάννη και τον παρακάλεσε να παίξουν μαζί λύρα. Ήθελε, του είπε, να του δείξει μερικά μουσικά κομμάτια του Ροδινού... Ξαφνικά, τον αναήτησαν από το τραπέζι και έστειλαν κάποιο άτομο το οποίο ήρθε στο σπίτι μας και του λέει: «Μιχαλιό έλα να φας, δεν έφαγες τίποτα παιδί μου...'. 'Ευχαριστώ πολύ, μα δεν θέλω να φάω... Θέλω να παίξω λύρα ...'.

Είδα το Μιχάλη να παίζει Κρητική λύρα κάποιες φορές. Ο τρόπος που την κρατάει και τραβάει το δοξάρι, που έκανε εντύπωση. Το ίδιο αφοσιωμένος είναι κι όταν κάνει Μαθηματικά...



Ένα βράδυ, στο Cambridge, βρεθήκαμε σε μια ταβέρνα 11 Έλληνες Πανεπιστημιακοί: Ο Μιχάλης ο Δαφέρμος, ο Θωμάς ο Θάνος, ο Νίκος ο Λήγουρας, ο Μιχάλης Λουλάκης, ο Άγις ο Αθανασούλης, ο αδελφός του ο Μάνος, ο Βενέδικτος Καπετανάκης, κ.ά., και όπως ήταν φυσικό η συζήτηση περιστράφηκε γύρω από τη δοκιμαζόμενη πολύπαθη πατρίδα και γύρω από τις παθογένειες της Ελληνικής Εκπαίδευσης. Κοινό πόρισμα από τη συζήτησή μας ήταν ότι, «Σαν Κοινωνία, και σαν άτομα, δε μπαίνουμε εύκολα σε κανόνες, δε μάθαμε να λειτουργούμε θεσμικά. Δεν υπάρχει προγραμματισμός για το που πάμε σαν χώρα, ο καθένας φαίνεται να κάνει ό,τι θέλει, δεν υπάρχει αξιοκρατία στο Κράτος, ούτε στην Κοινωνία, ούτε και στο Πανεπιστήμιο. Τα φωτισμένα μυαλά στο Ελληνικό Πανεπιστήμιο ασφυκτιούν. Όχι μόνον δεν διευκολύνονται στη διεξαγωγή του ερευνητικού και διδακτικού τους έργου, αλλά αργά ή γρήγορα, εξαναγκάζονται να πάρουν το δρόμο προς την αλλοδαπή. Το πανεπιστημιακό κατεστημένο στην πατρίδα συμφωνήσαμε, είναι παντοδύναμο, και πανέτοιμο να ματαιώσει κάθε επιχειρούμενη αλλαγή. Αυτό που λειτουργεί μέσα στο Ελληνικό Πανεπιστήμιο, δεν είναι οι θεσμοί, αλλά οι Ομάδες Συμφερόντων. Σχεδόν τα πάντα θυσιάζονται στο βωμό ενός κακώς εννοούμενου συνδικαλισμού».

Οι Έλληνες Πανεπιστημιακοί χαίρουν μεγάλης εμπιστοσύνης και υπόληψης στο εξωτερικό. Όσο βρισκόμουν στο Κέντρο Μαθηματικών του Cambridge University το έζησα αυτό. Δεν είναι μόνο ο σεβασμός με τον οποίο μας περιβάλλουν. Στους Έλληνες Καθηγητές, είδα σε πολλά Βρετανικά Πανεπιστήμια, να ανατίθεται επιτελικός ρόλος. Αντίθετα με τους Έλληνες Πανεπιστημιακούς, οι Βρετανοί πολίτες, δεν έχουν και την καλύτερη ιδέα για τους Έλληνες πολίτες. Ένα βράδυ γύριζα με το τρόλεϊ, από το Κέντρο Μαθηματικών του Cambridge University, στο σπίτι μου. Καθόμουνα σε ένα κάθισμα και στο μπροστινό κάθισμα κάθονταν ένα ανδρόγυνο ηλικιωμένων Βρετανών. Από τη στιγμή που μπήκα στο τρόλεϊ, μέχρι που κατέβηκα, το ζευγάρι των ηλικιωμένων συζητούσε για την οικονομική κρίση στην Ελλάδα και μας επέκρινε με βαρείς χαρακτηρισμούς. Κάποια στιγμή δεν άντεξα και τους ρώτησα: ‘Μα επιτέλους, ποιο είναι το πρόβλημά σας με την Ελλάδα;’ ‘Είστε απατεώνες (cheats)’, μου απάντησε ο άνδρας. Χωρίς να χάσω καιρό βγάζω από την τσέπη μου την ακαδημαϊκή ταυτότητα που μου έδωσε το Cambridge University, και τους τη δείχνω. Τους λέω ταυτόχρονα: ‘Οι απατεώνες οι Έλληνες λοιπόν, είναι αυτοί που κάνουν μάθημα στα παιδιά σας, και πρωτοποριακή έρευνα, όπως ο Professor Mihalis Dafermos, με τη θεωρία της Σχετικότητας;’ ‘Sorry’, μου ανταπάντησε ο Βρετανός. ‘Εγώ δεν αναφέρθηκα σε σας, αλλά στο τι γίνεται εκεί κάτω, στην Ελλάδα... Η Βρετανική τηλεόραση εκφράζεται συνεχώς απαξιωτικά για τους Έλληνες, και σας χαρακτηρίζει

τεμπέληδες και πονηρούς...! Εγώ τι να πιστέψω...;

Ελάτε στην Ελλάδα το επόμενο καλοκαίρι να δείτε αν είναι τεμπέληδες οι Έλληνες, και αν έχουν φιλότιμο... Μάλλον θα κλείσετε την τηλεόρασή σας, όταν γυρίσετε στην Αγγλία...



Η Ελληνο-ορθόδοξη Εκκλησία του Cambridge, ήταν ένα σημείο συνάντησης, ένα αναφορικό, για όλους εμάς που με τη μία ή την άλλη ιδιότητα βρισκόμασταν στη σπουδαία αυτή πόλη της Αγγλίας. Μια Εκκλησία σεπτή, απέριττη, στην οποία μας άρεσε να πηγαίνουμε με το Μιχάλη. Σ' αυτήν ιερουργούσε ο πατήρ Βερνέζος, ένας πολύ άξιος κληρικός, που κάνει διδακτορικό στο Cambridge University, με πλούσιο κοινωνικό έργο. Είναι ο ίδιος που υποστηρίζει με όλη του τη δύναμη και την αγάπη, το Ελληνικό Δημοτικό Σχολείο του Cambridge. Ποτέ δεν θα ξεχάσω, το Πάσχα του 2011. Παρακολουθούσαμε μαζί με το Μιχάλη τη θεία λειτουργία. Ψυχική γαλήνη. Κατάνυξη. Κάποια στιγμή κοίταξα πλάι μου, το Μιχάλη, που σταυροκοπιόταν. Διερωτήθηκα, ποιά επιτέλους, είναι η διαφορά αυτού του απίθανου ερευνητή, αυτού του αφοσιωμένου εργάτη της επιστήμης, από έναν ασκητή. Οι λέξεις, όταν μιλάς για το Μιχάλη Δαφέρμο και την Οικογένειά του, ποτέ δεν χάνουν το νόημά τους.



Ο Μιχάλης, όπως κι ο Πατέρας του, ο Κωνσταντίνος, ποτέ δεν κάνουν δηλώσεις, ούτε βγαίνουν στα ΜΜΕ. Κάποια στιγμή, πριν από μερικά χρόνια, ο Μιχάλης πήρε το βραβείο του Ιδρύματος Μποδοσάκη. Οι δημοσιογράφοι απεγνωσμένα τον έψαχναν να του πάρουν συνέντευξη. Κι όταν, επιτέλους, τον βρήκαν, τους είπε τα εξής: 'Αληθινό, ακριβές και επιστημονικό, είναι μόνο αυτό που αποδεικνύεται ...'.



Όταν καταλαγιάσει ο ιστορικός κουρνιαχτός, και αρχίσει να καθαρογράφεται η Ιστορία αυτού του Πανεπιστημίου, του Πανεπιστημίου Κρήτης, η ιστορική γραφίδα, θα σταθεί με ιδιαίτερη προσοχή και σεβασμό σε τούτη τη φοβερή Μαθηματική Οικογένεια: Στην Οικογένεια του Καθηγητή Κωνσταντίνου Μ. Δαφέρμου. Κάθε μέλος της έχει ξεχωριστή συμβολή σε αυτό. Ο πατέρας Κωνσταντίνος Δαφέρμος ήταν εκλέκτορας στις πρώτες εκλογές Καθηγητών του Π. Κ., και σήμερα στην ίδια θέση είναι ο γιός Μιχάλης Κ. Δαφέρμος. Ωστόσο, είναι βέβαιο ότι και οι δυο φρόντισαν, έτσι ώστε να έρθει στο Πανεπιστήμιό μας το καλύτερο επιστημονικό δυναμικό που διέθετε η Ευρώπη και η Αμερική. Εγώ τι να πω; Υποκλίνομαι...



Το Cambridge, μου φαίνεται, θα με ακολουθεί πάντα. Το κουβαλάω μέσα μου. Ο πρωτοποριακός επιστημονικός του λόγος, η νοοτροπία του, οι εργαστηριακές του υποδομές, η αντίληψή του για την Αριστεία, μα προπαντός οι ασκητικές μορφές των Ερευνητών του, σημάδεψαν ανεξίτηλα την επιστημονική μου δουλειά στο Πανεπιστήμιο της Κρήτης. Στα πρότυπά του κινούμαστε έκτοτε. Το Προπτυχιακό και Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματός μας, του Τμήματος Πολιτικής Επιστήμης του Π.Κ., περιλαμβάνει 6 εργαστηριακά μαθήματα Στατιστικής Ανάλυσης. Βγαίνοντας έξω οι φοιτητές μας, δεν έχουν κανένα πρόβλημα. Είναι έτοιμοι. Και φυσικά είναι σε θέση, να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις ενός άρθρου σε ξένο περιοδικό, με Κριτές.

Με τους απλούς ανθρώπους του μεροκάματου θα ήθελα να κλείσω. Όπως και στα Πετράλωνα, στα φοιτητικά μου χρόνια, έτσι και στο Κέμπριτζ, μου άρεσε να μιλάω με τους απλούς ανθρώπους του μόχθου, της καθημερινής βιοπάλης. Αυτοί παντού είναι οι ίδιοι, και είναι εύκολα αναγνωρίσιμοι. Στο Κέμπριτζ τους συναντούσα στο λεωφορείο το πρωί, καθώς πήγαινα στο Κέντρο Μαθηματικών. Στα Πετράλωνα τους έβλεπα στις γειτονιές, καθώς γυρνούσα το βράδυ από το φροντιστήριο στο σπίτι μου. Πρόσωπα κουρασμένα, με ρυτίδες, μαστορικά σκαμμένα παντού, αποφασισμένα να επιβιώσουν. Και πρόθυμα πάντοτε να σου πουν ότι αύριο ξημερώνει και μια καινούργια μέρα. Και σε κείνους χρωστάω και σε κείνους υποκλίνομαι...



Και βέβαια, τις θερμές ευχαριστίες και την αγάπη μου στην αδελφή μου Ρένα Δαφέρμου-Νεονάκη, όχι μόνο για τα ροδάκινα που μου έφερε στο Κέμπριτζ, αλλά και για την ολόπλευρη υποστήριξη και φροντίδα των παιδιών μου όσο έλλειπα. Στον ανιψιό μου πανελληνιονίκη Νίκο Νεονάκη εύχομαι, κι είμαι βέβαιος, σύντομα φοιτητής και ολυμπιονίκης. Είναι άξιος. Στα παιδιά μου Πάρι, Ευγενία και Γιάννη που με ανέχτηκαν να λείπω τόσο καιρό στο εξωτερικό, καταθέτω την ευγνωμοσύνη, την αγάπη μου, μα και τις ολόψυχες ευχές μου για υγεία και προκοπή. Τα αναζητούσα πολύ.



Τέλος, δυο καλά λόγια χρωστάω στα άξια στελέχη του Εκδοτικού Οίκου Ζήτη, στη Θεσσαλονίκη. Στον κ. Άρη Σύρμο για την εξαιρετική μορφοποίηση των κεφαλαίων του βιβλίου κι όχι μόνο, αλλά και στον κ. Τάσο Παπατόλη για το επίσης εξαιρετικό εξώφυλλο.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1

Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση (Exploratory Factor Analysis) Εφαρμογή Ι

29

1.1	Τι είναι και πότε κάνουμε διερευνητική ανάλυση παραγόντων	29
1.2	Η εξίσωση του διερευνητικού παραγοντικού μοντέλου	32
1.3	Οι Παραδοχές της Διερευνητικής Ανάλυσης Παραγόντων	32
1.4	Μέθοδοι εξαγωγής παραγόντων	36
1.5	Η περιστροφή (Rotation)	40
1.6	Παράδειγμα - Πρόβλημα 1	44
1.6.1	Η Εκτέλεση της Παραγοντικής Ανάλυσης	46
1.6.2	Τα περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών	53
1.6.3	Η μήτρα συσχέτισης (Correlation Matrix)	53
1.6.4	Οι Κοινές Παραγοντικές Διακυμάνσεις (Communalities)	54
1.6.5	Η σημασία των anti-image μητρών	55
1.6.6	Ο έλεγχος δειγματικής επάρκειας και ο έλεγχος σφαιρικότητας	56
1.6.7	Το γράφημα Scree Plot	57
1.6.8	Πόση διασπορά είναι σε θέση να εξηγήσει το μοντέλο;	58
1.6.9	Η λύση μετά την περιστροφή	60
1.6.10	Οι γραφικές αναπαραστάσεις	61
1.6.11	Η εσωτερική συνοχή των παραγόντων του μοντέλου	64
1.6.12	Η ερμηνεία του παραγοντικού μοντέλου	64
1.7	Συζήτηση - Τεκμηρίωση της Παραγοντικής Ανάλυσης	65
1.8	Το τεστ Καλής Προσαρμογής (Goodness-of-Fit)	69
1.9	Μια σημαντική προειδοποίηση (Warning) από το SPSS	71
1.10	Ένας Μεθοδολογικός Αλγόριθμος για τη Διερευνητική Ανάλυση Παραγόντων	71
1.11	Το πρόβλημα του μετασχηματισμού των δεδομένων μας	73

Κεφάλαιο 2	Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση (Exploratory Factor Analysis) Εφαρμογή II	77
-------------------	---	-----------

2.1	Εισαγωγικά	77
2.2	Η Εκτέλεση της Ανάλυσης Παραγόντων	82
2.3	Αποτελέσματα	87
2.3.1	Ο έλεγχος δειγματικής επάρκειας και ο έλεγχος σφαιρικότητας	89
2.3.2	Ο έλεγχος της κοινής παραγοντικής διακύμανσης (Communalities)	89
2.3.3	Πόση διασπορά είναι σε θέση να εξηγήσει το παραγοντικό μας μοντέλο;	91
2.3.4	Η ερμηνεία του Scree Plot	92
2.3.5	Η Μήτρα των Συνιστωσών (Component Matrix)	93
2.3.6	Η λύση μετά την περιστροφή	94
2.3.7	Οι γραφικές αναπαραστάσεις	96
2.3.8	Η εσωτερική συνέπεια (Internal consistency) των παραγόντων	97
2.3.9	Η ερμηνεία του παραγοντικού μας μοντέλου	98
2.3.10	Η τεκμηρίωση του παραγοντικού μας μοντέλου	99

Κεφάλαιο 3	Ανάλυση Αξιοπιστίας (Reliability Analysis)	105
-------------------	---	------------

3.1	Εισαγωγικά	105
3.2	Συντελεστές-Μοντέλα Αξιοπιστίας	107
3.3	Ο συντελεστής Cronbach' Alpha	108
3.4	Οι παραδοχές της Ανάλυσης Αξιοπιστίας	110
3.5	Παράδειγμα - Πρόβλημα I: Μοντέλο Cronbach, εσωτερικής συνέπειας	110
3.5.1	Τα αποτελέσματα	113
3.6	Παράδειγμα - Πρόβλημα II: Μοντέλα Split-Half	117
3.7	Το μοντέλο αξιοπιστίας Guttman και η ερμηνεία του	121
3.8	Παράδειγμα - Πρόβλημα III: Το τεστ του Tukey για τη μη-προσθετικότητα (Tukey's Test of Nonadditivity)	123
3.8.1	Τρέχοντας Tukey's Test of Nonadditivity	125
3.8.2	Τα αποτελέσματα	127
3.8.3	Η άρση των ανισοτήτων	127
3.8.4	Το παράδοξο	127
3.9	Παράδειγμα - Πρόβλημα IV: Μετρώντας την ομοφωνία. Ο συντελεστής ενδοταξικής συσχέτισης (Intraclass Correlation Coefficient)	128
3.9.1	Βαθύτερα στην έννοια της ενδοταξικής συσχέτισης	129
3.9.2	Τελικά πώς να μετρήσουμε την αξιοπιστία;	131
3.9.3	Ο υπολογισμός της ενδοταξικής συσχέτισης	133

3.9.4	Τρέχοντας ενδοταξική συσχέτιση	134
3.9.5	Αποτελέσματα για την ενδοταξική συσχέτιση	136

Κεφάλαιο 4	Η Μετάβαση από την Παραγοντική Ανάλυση στην Ανάλυση Διασποράς (From Factor Analysis to Anova)	141
-------------------	--	------------

4.1	Εισαγωγικά	141
4.2	Από τη Factor Analysis στην ANOVA: Παράδειγμα Ι	142
4.2.1	Η ερμηνεία του παραγοντικού μοντέλου	146
4.2.2	Έλεγχος της κανονικότητας για τη μεταβλητή της ΣΤΕΝΑΧΩΡΙΑΣ (FAC3_1)	148
4.2.3	Ο έλεγχος ομοιογένειας	149
4.2.4	Αποτελέσματα της ANOVA	149
4.3	Από την Factor Analysis στην ANOVA: Παράδειγμα ΙΙ	151
4.3.1	Τρέχοντας πάλι ANOVA	153
4.3.2	Ο έλεγχος της κανονικότητας για τη μεταβλητή της ΣΤΕΝΑΧΩΡΙΑΣ (WORRYING)	154
4.3.3	Ο έλεγχος της ομοιογένειας για τη μεταβλητή της ΣΤΕΝΑΧΩΡΙΑΣ (WORRYING)	155
4.3.4	Η Ανάλυση Αξιοπιστίας για τη μεταβλητή της ΣΤΕΝΑΧΩΡΙΑΣ (WORRYING)	157

Κεφάλαιο 5	Ανάλυση Εγκυρότητας (Validity Analysis)	159
-------------------	--	------------

5.1	Εισαγωγικά	159
5.2	Τρόποι ελέγχου της Εγκυρότητας	160
5.3	Το ερωτηματολόγιο της έρευνας	160
5.4	Το στατιστικό κριτήριο PAIRED T-TEST	163
5.5	Το μη παραμετρικό κριτήριο και WILCOXON	170
5.6	Το μη παραμετρικό στατιστικό κριτήριο McNemar	176
5.7	Ο συντελεστής ομοφωνίας Cohen's kappa	180

Κεφάλαιο 6	Περιβάλλον και Στατιστικές Διαδικασίες του Προγράμματος LISREL	189
-------------------	---	------------

6.1	Εισαγωγικά-Συγκρότηση του LISREL	189
6.2	Ταυτότητα αρχείων. Πώς αναγνωρίζουμε τα αρχεία του LISREL;	190
6.3	Η εισαγωγή στο LISREL περιβάλλον	191

6.4	Τι σημαίνει πολυδιάστατη κανονικότητα (Multivariate Normality) και πώς πραγματοποιούμε έλεγχο αυτής	192
6.5	Πώς εισάγουμε ένα ξένο αρχείο σε περιβάλλον LISREL	208
6.6	Τι είναι η ασυμπτωτική μήτρα συνδιασποράς (asymptotic covariance matrix), πώς την κατασκευάζουμε και πού τη χρησιμοποιούμε	211

Κεφάλαιο 7**Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση
(Confirmatory Factor Analysis) - Εφαρμογή I**

215

7.1	Η έννοια της Θεωρίας	215
7.2	Η Εξελικτική Διαδικασία της Οικοδόμησης των Δομικών Εξισώσεων	217
7.3	Τα Διαδρομικά διαγράμματα (Path Diagrams)	220
7.4	Η μετατροπή των path διαγραμμάτων σε δομικές εξισώσεις	223
7.5	Οι παραδοχές στην οικοδόμηση των δομικών εξισώσεων	223
7.6	Το μέγεθος του δείγματος στο χώρο των Δομικών Εξισώσεων	223
7.7	Μέθοδοι εκτίμησης παραμέτρων στο χώρο των Δομικών Εξισώσεων	224
7.8	Σύντομος σχολιασμός των μεθόδων IV και TSLS	225
7.9	Η μέθοδος ULS	226
7.10	Η μέθοδος GLS	226
7.11	Η μέθοδος ML	226
7.12	Η μέθοδος WLS	227
7.13	Η μέθοδος DWLS	228
7.14	Ποια μέθοδο εκτίμησης να επιλέξουμε;	228
7.15	Οι δείκτες προσαρμογής (Goodness-of-Fit)	231
7.15.1	Η χ^2 -μετρική. Η δομή, η φιλοσοφία και η χρησιμότητά της	231
7.15.2	Ο δείκτης GFI (Goodness-of-Fit Index)	235
7.15.3	Ο δείκτης AGFI (Adjusted Goodness-of-Fit Index)	235
7.15.4	Ο δείκτης CFI (Comparative Fit Index)	236
7.15.5	Ο δείκτης NFI (Normed Fit Index)	237
7.15.6	Ο δείκτης NNFI (non-normed fit index)	237
7.15.7	Ο δείκτης IFI (Incremental Fit Index)	238
7.15.8	Ο δείκτης RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)	238
7.15.9	Ο δείκτης PGFI (Parsimony Goodness-of-Fit Index)	239
7.15.10	Ο δείκτης AIC (Akaike Information Criterion)	240
7.15.11	Ο δείκτης CAIC (Consistent Akaike Information Criterion)	241
7.15.12	Ο δείκτης RFI (Relative Fit Index)	241
7.15.13	Ο δείκτης ECVI (Expected Cross-Validation Index)	241
7.15.14	Ο δείκτης RMR (Root Mean Square Residual)	242
7.15.15	Ποιον ή ποιους δείκτες να επιλέξουμε;	243

7.16	Η Τροποποίηση του Μοντέλου (Model Modification)	244
7.17	Τι είναι και πότε κάνουμε Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση (Confirmatory Factor Analysis)	248
7.18	Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση- Παράδειγμα Ι	251
7.18.1	Τρέχοντας Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση	251
7.18.2	Η ερμηνεία του Path διαγράμματος	272
7.18.3	Η οικοδόμηση των εξισώσεων από το path διάγραμμα	273
7.18.4	Οι προτεινόμενοι δείκτες τροποποίησης (modification indices)	273
7.18.5	Οι t-τιμές (σπουδαιότητα των παραμέτρων)	275
7.18.6	Οι υπόλοιποι δείκτες του μοντέλου μας	276

Κεφάλαιο 8	Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση (Confirmatory Factor Analysis) - Εφαρμογή II	285
-------------------	---	------------

8.1	Εισαγωγή	285
8.2	Τρέχοντας Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση	287
8.3	Η ερμηνεία του Path διαγράμματος	309
8.4	Η οικοδόμηση των εξισώσεων από το Path διάγραμμα	309
8.5	Οι προτεινόμενοι δείκτες τροποποίησης (modification indices)	311
8.6	Οι t-τιμές (σπουδαιότητα των παραμέτρων)	314
8.7	Οι υπόλοιποι δείκτες του μοντέλου μας	316

Κεφάλαιο 9	Έλεγχος Ισότητας Δύο Παραγοντικών Δομών (Testing Equality of Factor Structures Model)	327
-------------------	--	------------

9.1	Παράδειγμα- Πρόβλημα Διερεύνησης Ισότητας Παραγοντικών Δομών	327
9.2	Η εκτέλεση της LISREL διαδικασίας	330
9.3	Η δομή του μοντέλου μας	340
9.4	Η ερμηνεία του Path διαγράμματος	342
9.5	Οι υπόλοιποι δείκτες του μοντέλου μας	343

Κεφάλαιο 10	Ισότητα ή Παράλληλία Δύο Παλινδρομων Εξισώσεων (Equal or Parallel Regressions)	349
------------------------	---	------------

10.1	Εισαγωγή	349
10.2	Παράδειγμα - Πρόβλημα 1	350
10.3	Τρέχοντας έλεγχο EQUAL REGRESSIONS	353

10.4	Η ερμηνεία του Path Διαγράμματος για τα ίσα Regressions	355
10.5	Οι καθολικοί στατιστικοί δείκτες προσαρμογής (Global Goodness Indices) για την περίπτωση της ισότητας	356
10.6	Τρέχοντας έλεγχο PARALLEL REGRESSIONS	361
10.7	Η Ερμηνεία του Path Διαγράμματος για τα παράλληλα Regressions	364
10.8	Οι καθολικοί στατιστικοί δείκτες προσαρμογής (Global Goodness Indices) για την περίπτωση της παραλληλίας	365
10.9	Ο κώδικας P_REGR.SPL. TESTING PARALLEL REGRESSIONS	369
10.10	Οι εξισώσεις των παλινδρομικών μοντέλων	370

Κεφάλαιο 11	Τελικά Συμπεράσματα στο Σύνολο της Παραγοντικής (Διερευνητικής και Επιβεβαιωτικής) Ανάλυσης	373
--------------------	--	------------

Ξένη Βιβλιογραφία	383
Ελληνική Βιβλιογραφία	389

Κεφάλαιο 12	Μια Εισαγωγή στη Φιλοσοφία της Μοντελοποίησης των Δομικών Εξισώσεων (Structural Equation Modeling, Sem)	391
--------------------	--	------------

12.1	Γενικά	391
12.2	Ο ρόλος της Θεωρίας στο πλαίσιο των SEM	392
12.3	Νόημα και περιεχόμενο των όρων των SEM	393
12.4	Οι Κανόνες για τα μονοπάτια - Απαραίτητες Πρακτικές Λεπτομέρειες	406
12.5	Οι Επιδράσεις Διαμεσολάβησης (Mediating Effects)	408
12.6	Μεταβλητές Διαμεσολάβησης (Moderator Variables)	409
12.7	Η διάκριση μεταξύ MEDIATORS και MODERATORS μεταβλητών	410
12.8	Λεπτές διαμερίσεις μεταξύ MEDIATORS και MONTERATORS μεταβλητών. Νέοι ορισμοί.	410
12.9	Ακριβώς αναγνωρίσιμο (Just-identified) μοντέλο	411
12.10	Υπέρ-αναγνωρίσιμο (Overidentified) μοντέλο	411
12.11	Υπο-αναγνωρίσιμο (Underidentified) ή Μη-αναγνωρίσιμο (Unidentified) μοντέλο	412
12.12	Η Αναγνωρισιμότητα (Identification) ενός SEM Μοντέλου	412
12.13	Οι παραδοχές για την Ανάλυση με το AMOS	413
12.14	Η αντιπαράθεση συνεχών και κατηγορικών μεταβλητών στο πλαίσιο των SEM. Οι συνέπειες	416

12.15	Οι συνέπειες από τη θεώρηση και συνακόλουθα χρήση, ordinal τύπου δεδομένων, ως αυτά να ήταν συνεχή	416
12.16	Οι συνέπειες από τη θεώρηση και συνακόλουθα χρήση, nominal τύπου δεδομένων, όπως είναι από τη φύση τους, δηλ. κατηγορικά	418
12.17	Τα λάθη του AMOS-Σχεδιαστή	419
12.18	Σχετικά με την απόρριψη ενός Μοντέλου... ..	420
12.19	Η στρατηγική στην ανάπτυξη ενός SEM μοντέλου	421
12.20	Παραξενιές, Προειδοποιητικά Μηνύματα, Εκπλήξεις και Απρόβλεπτος τερματισμός προγράμματος στην έξοδο με τα ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ των προγραμμάτων SPSS, LISREL, AMOS, EQS και STATA	421

Κεφάλαιο 13 Μια Γενική Εισαγωγή στο AMOS

423

13.1	Δομή, δυνατότητες και λειτουργία του SPSS AMOS	423
13.2	Οι συνιστώσες του IBM SPSS AMOS	425
13.3	Πώς μπαίνουμε στο Graphics περιβάλλον του IBM SPSS AMOS	425

Κεφάλαιο 14 Πλάθοντας Δομικές Εξισώσεις με το AMOS

431

14.1	Στάδιο Α'. Εισαγωγή στο γραφιστικό περιβάλλον του AMOS	432
14.2	Στάδιο Β'. Εντοπισμός και άνοιγμα της SPSS βάσης των δεδομένων μας	433
14.3	Στάδιο Γ'. Οικοδόμηση του γραφήματος, στο γραφιστικό περιβάλλον του AMOS	434
14.4	Στάδιο Δ'. Εκχώρηση ιδιοτήτων στα μαθηματικά αντικείμενα του σχεδίου μας	441
14.5	Στάδιο Ε'. Επιλογές παραμέτρων εκτίμησης	449
14.6	Στάδιο ΣΤ'. Τρέξιμο του προγράμματός μας	453
14.7	Τα Αποτελέσματα της Ανάλυσης	455

Κεφάλαιο 15 Πλάθοντας Δομικές Εξισώσεις με το EQS

469

15.1	Στάδιο Α'. Εισαγωγή στο EQS περιβάλλον	470
15.2	Στάδιο Β'. Εντοπισμός και άνοιγμα της SPSS βάσης των δεδομένων μας	470
15.3	Στάδιο Γ'. Οικοδόμηση του μοντέλου μας - Προσδιορισμός παραγόντων και συνδιασπορών	472
15.4	Στάδιο Δ'. Ο προσδιορισμός των παραμέτρων του μοντέλου μας	478

15.5	Στάδιο Ε'. Η κατασκευή του EQS κώδικα και η εκτέλεσή του	480
15.6	ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (Non Robust = ML, και Robust)	483
15.6.1.	Οι δείκτες καλής προσαρμογής με τη μέθοδο ML (non ROBUST αποτελέσματα)	486
15.6.2	Οι δείκτες καλής προσαρμογής με τη μέθοδο ROBUST	487

Κεφάλαιο 16	Μια Γενική Εισαγωγή στο Στατιστικό Πρόγραμμα STATA	497
--------------------	---	------------

16.1	Τι είναι το STATA; Τι είναι το STATA GUI; Μια απλή είσοδος σε αυτά	497
16.2	Η γραφική συνιστώσα GUI του STATA 12	499
16.3	Πώς, το STATA TRANSFER, μεταφράζει για λογαριασμό του STATA αρχεία δεδομένων προερχόμενα από χίλια δυο format, άρα και αρχεία προερχόμενα από το SPSS;	510
16.4	Τι είδους μεταβλητές αναγνωρίζουν τα SEM (Structural Equation Modeling) στο γραφιστικό περιβάλλον του GUI	513
16.5	Πως πάμε από τα Διαγράμματα στις SEM εξισώσεις	519
16.6	Η ταυτότητα του μοντέλου μας. Πότε είναι αναγνωρίσιμο; Πότε υπάρχουν ελπίδες να τρέξει;	522
16.7	Είναι ευέλικτο εργαλείο το STATA; Ποιες πρόνοιες λαμβάνει για να οδηγηθούμε σε σύγκλιση-λύση;	523
16.8	Ας δούμε πως, το STATA, κάνει έλεγχο για πολυδιάστατη κανονικότητα (multivariate normality)	525
16.9	Παίζοντας στο γραφιστικό περιβάλλον GUI του STATA	529
16.10	Πώς βάζουμε το STATA να διαβάσει δεδομένα από τριγωνική μήτρα. Η διαδικασία summary statistics data (ssd)	537

Κεφάλαιο 17	Εννοιολογικό Ξεκαθάρισμα της SEM Ορολογίας στο Πλαίσιο του Προγράμματος STATA	541
--------------------	--	------------

17.1	Η έννοια της αμοιβαίας σχέσης (reciprocal relation)	541
17.2	Η έννοια της κατασκευής (construct)	542
17.3	Η έννοια του αναγωγικού ή συνδρομικού μοντέλου (Recursive Model)	542
17.4	Η έννοια του μη-αναγωγικού ή μη-συνδρομικού μοντέλου (non-Recursive Model)	543
17.5	Η έννοια της αιτιότητας (causality)	544
17.6	Οι δρόμοι της αιτιότητας και η ανατομία των Path Διαγραμμάτων	545

17.7	Βαθύτερα στην ανατομία των Path Διαγραμμάτων: Η σχέση παλινδρομικών και συντελεστών συσχέτισης	548
17.8	Non Recursive μοντέλα: Αμαρτία ή επιστημονική πρόκληση;	550
17.9	Τι είναι η Joint και τι η Conditional Normality; Ποια από τις δυο να εφαρμόσουμε;	551
17.10	Ποιες Μεθόδους Εκτίμησης διαθέτει το STATA και πως αυτές αντιδρούν στην Conditional Normality;	553

Κεφάλαιο 18	Δείκτες Καλής Προσαρμογής (Goodness of fit Indices) με το STATA	557
--------------------	--	------------

18.1	Εφαρμογή I. Το SEM μοντέλο για την επιλογή κατάθλιψη	558
18.2	Εφαρμογή I. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων για την επιλογή κατάθλιψη με τη μέθοδο ADF	565
18.3	Εφαρμογή I. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων για την επιλογή κατάθλιψη με τη μέθοδο ML	570
18.4	Τιμές συντελεστών, Σπουδαιότητα και Πρόβλεψη στο πλαίσιο της Τυποποιημένης Λύσης	572
18.5	Η διαφορά των κουμπιών 'OK' και 'Submit'	578

Κεφάλαιο 19	Φτωχή Προσαρμογή και Θεραπεία ή αλλιώς (Φτώχεια καλή καρδιά μα και γκρίνια...)	581
--------------------	---	------------

19.1	Η οικοδόμηση του μοντέλου	581
19.2	Ο καθορισμός των παραμέτρων	583
19.3	Τα αποτελέσματα σχετικά με την προσαρμογή	584
19.4	Πιθανές αιτίες και η θεραπεία για τα μοντέλα φτωχής προσαρμογής (poor goodness of fit)	586
19.5	Ο έλεγχος της multivariate normality	587
19.6	Το μοντέλο στην τυποποιημένη του (standardized) λύση	588

Κεφάλαιο 20	Το Εργοστάσιο των Μολυβιών, η Αγωνία του Ερευνητή και το Βαθύτερο Νόημα της Αξιοπιστίας	591
--------------------	--	------------

20.1	Τα δεδομένα του Πειράματος	591
20.2	Η εκτέλεση της Στατιστικής Ανάλυσης	592

20.3	Τα αποτελέσματα	596
20.4	Η αξιοπιστία των παρατηρούμενων μεταβλητών	597
20.5	Η γραφική αναπαράσταση του μοντέλου (standardized solution)	599
20.6	Οι αλγεβρικές παράμετροι - εξισώσεις	599

Κεφάλαιο 21	Η τροποποίηση του Μοντέλου (Modification Indices), η συσχέτιση των Σφαλματικών Διασπορών (Error Terms), και η χρησιμότητα του Μοντέλου	603
--------------------	---	------------

21.1	Το Παράδειγμα της Ευθανασίας	603
21.2	Η εκτέλεση της Στατιστικής Ανάλυσης	605
21.3	Τα Αποτελέσματα	607
21.4	Η τροποποίηση του αρχικού μας μοντέλου συμφώνως ‘προς τας υποδείξεις’	612

Κεφάλαιο 22	Η τροποποίηση του Μοντέλου (Modification Indices) Η συσχέτιση των Σφαλματικών Διασπορών (Error Terms), Η Συμβολή και Αναβάθμιση της Θεωρίας ή αλλιώς ‘Ποιος είναι ο δρόμος για τα αστέρια...’. Δομικά Παραγοντικά Μοντέλα Δεύτερης Τάξης (Second - Order CFA Models)	617
--------------------	---	------------

22.1	Το Παράδειγμα της Ανομίας	617
22.2	Η εκτέλεση της Στατιστικής Ανάλυσης	618
22.3	Τα Αποτελέσματα	620
22.4	Η τροποποίηση του αρχικού μας μοντέλο συμφώνως ‘προς τας υποδείξεις’	624
22.5	Το μοντέλο που τελικά γίνεται αποδεκτό	625

Κεφάλαιο 23	Όταν η Αιτιότητα τρέχει Αμφίδρομα. Μη Αναγωγικά Μοντέλα (Non recursive models)	629
--------------------	---	------------

23.1	Το παράδειγμα των συνομηλίκων	629
23.2	Η εκτέλεση της Στατιστικής Ανάλυσης	631
23.3	Τα αποτελέσματα	633

Κεφάλαιο 24	Μετρικοί και Δομικοί Περιορισμοί (Constraints) Παραμέτρων. Πως διαμορφώνεται η Προσαρμογή ενός Μοντέλου καθώς περιδιαβαίνουμε Ερευνητικές Υποομάδες	641
24.1	Το παράδειγμα για την αυτοεκτίμηση με όλα τα ερευνητικά υποκείμενα, ανεξαρτήτως ομάδας	642
24.2	Η εκτέλεση της Στατιστικής Ανάλυσης	643
24.3	Τα αποτελέσματα στο σύνολο των δεδομένων	644
24.4	Τα αποτελέσματα με τη χρήση της Group () option	646
24.5	Οι διαθέσιμες παραμετρικές ταξινομίες από το STATA που επιβάλλουν περιορισμούς στα groups	651
Κεφάλαιο 25	Η προσαρμογή ενός μοντέλου σε κάθε μια από τις ερευνητικές υποομάδες. Ξεχωριστές εκτιμήσεις	653
25.1	Εργασία και πάλι με το παράδειγμα της αυτοεκτίμησης, αλλά σαν να είχαμε δυο ξένα μεταξύ τους δείγματα	653
25.2	Η εκτέλεση της Στατιστικής Ανάλυσης	654
25.3	Τα αποτελέσματα	656
Κεφάλαιο 26	Τι να κάνουμε; Σε ποιες παραμέτρους λαθεμένα επιβάλαμε περιορισμούς ισότητας (equality constraints), και σε ποιες, λαθεμένα πάλι, δεν επιβάλαμε περιορισμούς ισότητας	659
26.1	Εργασία και πάλι με το παράδειγμα της αυτοεκτίμησης, για να ελεγχθούν δυο στατιστικές υποθέσεις	659
26.2	Η εκτέλεση της Στατιστικής Ανάλυσης	661
26.3	Τα αποτελέσματα της ginvvariant επιλογής	663
Κεφάλαιο 27	MIMIC Παραγοντικά Μοντέλα	667
27.1	Το παράδειγμα της υποκειμενικής ταυτότητας	667
27.2	Η εκτέλεση της Στατιστικής Ανάλυσης	669
27.3	Τα αποτελέσματα	670
27.4	Τι έκανε ο Bollen;	674

Κεφάλαιο 28	SEM εναντίον Regression στο γήπεδο των τυπικών σφαλμάτων: Με ποιούς να πάμε και ποιούς να αφήσουμε	679
28.1	Η μη τυποποιημένη λύση (unstandardized solution) στο πλαίσιο των SEM	680
28.2	Η μη τυποποιημένη λύση με το κλασικό γραμμικό Regression (linear Regression)	683
28.3	Η τυποποιημένη λύση (standardized solution) στο πλαίσιο των SEM	686
28.4	Η αμερόληπτη, πεπερασμένου δείγματος regression λύση (beta coefficients)	688
Κεφάλαιο 29	Εγκυρότητα Κατασκευής (Construct Validity), Φαινομενικά Ασυσχέτιστη Παλινδρόμηση (Seemingly Unrelated Regression), ή Παλινδρόμηση δύο Σταδίων (two-Stage Regression)	691
29.1	Εννοιολογικά προαπαιτούμενες έννοιες	692
29.2	Γιατί είναι τόσο σπουδαία η Construct Validity και τι την υπονομεύει;	696
29.3	Φαινομενικά ασυσχέτιστη παλινδρόμηση (Seemingly Unrelated Regression) ή αλλιώς Παλινδρόμηση δύο Σταδίων (two-stage Regression)	698
29.4	Η διαδικασία SUREG του STATA που αφορά το φαινομενικά ασυσχέτιστο regression	700
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		
	Ξένη Βιβλιογραφία	705
	Ελληνική Βιβλιογραφία	721
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ		
		723

Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση (Exploratory Factor Analysis) Εφαρμογή I

1.1 Τι είναι και πότε κάνουμε διερευνητική ανάλυση παραγόντων

Το βάρος, το ύψος, η θερμοκρασία, η αρτηριακή πίεση, η χοληστερόλη, και ένα ιδιαίτερα μεγάλο πλήθος παραγόντων, που εμπλέκονται συχνά στην ερευνητική διαδικασία είναι παράγοντες που μπορούν άμεσα να μετρηθούν. Αντίθετα, η αγάπη, το μίσος, η δημιουργικότητα, ο ενθουσιασμός, η κατάθλιψη, η εθνική υπερηφάνεια, το πνεύμα αλληλεγγύης, επίσης εμπλεκόμενοι παράγοντες στην ερευνητική διαδικασία, δεν είναι δυνατόν, άμεσα, να μετρηθούν.

Η πρώτη από τις δύο κατηγορίες παραγόντων που αναφέρθηκαν, αντιστοιχεί στις λεγόμενες παρατηρούμενες μεταβλητές (*observed variables*), σε μεταβλητές δηλ. που μπορούμε άμεσα να προσδιορίσουμε την τιμή τους, με τη χρήση των κατάλληλων οργάνων, ενώ η δεύτερη αντιστοιχεί στις λεγόμενες λανθάνουσες μεταβλητές (*latent variables*), σε μεταβλητές δηλ. που μόνο έμμεσα μπορούμε να προσδιορίσουμε, και πάντα με τη βοήθεια των παρατηρούμενων μεταβλητών, την τιμή τους.

Ας σταθούμε τώρα, στο έτσι κι αλλιώς πελώριο ζήτημα, για την έρευνα και την ανθρωπότητα, το ζήτημα της αγάπης. Η αγάπη δεν είναι εύκολο να μετρηθεί αποφανθήκαμε στον Πρόλογο. Ωστόσο, η Στατιστική προσπαθεί να 'μετρήσει'

αυτόν τον παράγοντα, προσπαθώντας να αποσπάσει ζωηρές συναινέσεις σε μια σειρά από άλλους παράγοντες: Αν συμφωνείς ζωηρά σε ερωτήσεις του τύπου: «Με καταλαβαίνεις;», «Διαβάσεις τα γραπτά μου;», «Με αποδέχεσαι;», «Γελάς με τα αστεία μου;», «Προσπαθείς να μπεις βαθειά, μέσα στη σκέψη και στην ψυχή μου;», τότε ο παράγων **αγάπη**, φαίνεται να είναι παρών.

Μα εδώ, σε αυτό ακριβώς το σημείο, θα πρέπει να σταθούμε με ιδιαίτερη προσοχή. Η αγάπη δεν είναι μια απλή μετρήσιμη οντότητα. Είναι μια εννοιολογική κατασκευή η οποία παράγεται από τη μέτρηση άλλων, απευθείας μετρήσιμων μεταβλητών. Αναγνωρίζοντας και οικοδομώντας τέτοιες κατασκευές, μπορούμε να σημαντικά να απλοποιήσουμε την περιγραφή και την κατανόηση ιδιαίτερα σύνθετων φαινομένων, όπως για παράδειγμα, τα φαινόμενα των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων. Από την άλλη θεωρώντας ως δεδομένη την ύπαρξη κάποιου πράγματος που ονομάσαμε αγάπη, είμαστε σε θέση να εξηγήσουμε σχέσεις που παρατηρούμε ανάμεσα σε αποκρίσεις πολύ διαφορετικών, ενίοτε, καταστάσεων. Έτσι είμαστε σε θέση να δώσουμε έναν ορισμό για τη διερευνητική ανάλυση παραγόντων.

Ορισμός

Θα λέμε Διερευνητική Ανάλυση Παραγόντων, τη στατιστική τεχνική που χρησιμοποιείται για να αναγνωρίσει ένα σχετικά μικρό αριθμό παραγόντων που εξηγούν παρατηρούμενες συσχετίσεις μεταξύ μεταβλητών

Για παράδειγμα, μέσα σε ένα γραμμικό παραγοντικό μοντέλο μπορεί να υπάρχουν αποτελέσματα (scores), τα οποία αφορούν μια συστοιχία από ερωτηματολόγια αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών, και τα οποία αποτελέσματα, μπορούν να εκφραστούν σαν γραμμικός συνδυασμός των παραγόντων της προφορικής ικανότητας, της μαθηματικής ικανότητας και της ταχύτητας αντίληψης.

Πρωταρχικοί σκοποί της Διερευνητικής Παραγοντικής Ανάλυσης φαίνεται να είναι οι εξής:

- ◆ Η αναγωγή δεδομένων (Data Reduction). Αυτό σημαίνει ότι η διερευνητική παραγοντική ανάλυση επιδιώκει να αντικαταστήσει πλεονάζουσες, δηλ. υψηλά συσχετιζόμενες μεταβλητές μιας βάσης δεδομένων, με πιθανό αποτέλεσμα την αντικατάστασή της με ένα μικρότερο αριθμό ασυσχέτιστων μεταβλητών.
- ◆ Η ανίχνευση δομής (Data reduction). Αυτό σημαίνει ότι η διερευνητική παραγοντική ανάλυση θέλει να εξετάσει τις υποκείμενες, πιθανά θεμελιώδεις, ίσως βασικές σχέσεις ανάμεσα στις μεταβλητές ενός αρχείου δεδομένων.

- ◆ Η ανίχνευση αιτιατών μηχανισμών. Αυτό σημαίνει προσπαθεί να εντοπίσει πρότυπα συσχετίσεων τα οποία πιθανά υπαινίσσονται σχέσεις αιτιότητας ανάμεσα σε σύνολα μεταβλητών.
- ◆ Η παραγωγή αποτελεσμάτων για μετέπειτα ανάλυση. Για παράδειγμα, η διερευνητική παραγοντική ανάλυση, ίσως καταφέρει, μέσα από μια εξονυχιστική εξέταση των μεταβλητών, να εντοπίσει πρόβλημα συγγραμμικότητας (Collinearity), πριν εκτελεστεί Παλινδρομική Ανάλυση¹.

Με άλλα λόγια, τα παραπάνω σημαίνουν ότι κάνουμε διερευνητική παραγοντική ανάλυση όταν θέλουμε να διερευνήσουμε εμπειρικά δεδομένα για να ανιχνεύσουμε χαρακτηριστικές ιδιότητες και ενδιαφέρουσες σχέσεις, χωρίς ωστόσο να επιβάλλουμε οποιοδήποτε οριστικό ή καθορισμένο μοντέλο ή τέλος μια υπόθεση εργασίας. Η διερευνητική παραγοντική ανάλυση είναι μια τεχνική που συχνά χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει και να εκτιμήσει υποβόσκουσες, λανθάνουσες, αφανείς πηγές μεταβλητότητας και συν-μεταβλητότητας, σε παρατηρούμενες μετρήσεις. Αυτή η τεχνική πλατιά αναγνωρίζεται σαν ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο στις πρώιμες φάσεις της έρευνας, στο στάδιο της ανάπτυξης ενός τεστ, στο στάδιο της ανάπτυξης ενός εννοιολογικού μοντέλου. Οι έρευνες του Thurstone (1938), αναφορικά με τις διανοητικές ικανότητες στις πρώιμες ηλικίες, και του French (1951), αναφορικά με τη συμπεριφορά και τα τεστ αξιολόγησης και τέλος του Guilford (1956), αναφορικά με τη δομή της νοημοσύνης είναι καλά παραδείγματα πάνω σ' αυτό. Τα αποτελέσματα της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης μπορεί να έχουν ευρετικό χαρακτήρα και προτασιακή αξία, ίσως δημιουργήσουν υποθέσεις που στη συνέχεια μπορεί να γίνουν αφετηρίες για πιο αντικειμενικά τεστ, από άλλες πολυπαραγοντικές μεθόδους. Συμπερασματικά, αυτό το είδος ανάλυσης φαίνεται να έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει μια δομή, ένα μοντέλο, ή τέλος, μια υπόθεση εργασίας.

Ωστόσο είναι σαφές ότι για τη διερευνητική παραγοντική ανάλυση, υπάρχει και μια αρνητική όψη. Οι Joreskog, Sorbom, Du Toit, and Du Toit (2000) επισημαίνουν ότι όσο περισσότερη γνώση συσσωρεύεται για τη φύση των Κοινωνικών και Ψυχολογικών μετρήσεων, τόσο λιγότερο χρήσιμη φαίνεται να καθίσταται η διερευνητική ανάλυση παραγόντων και πιθανά μπορεί να εξελιχθεί και σε εμπόδιο.

1. Είναι γνωστό ότι η μη ύπαρξη συγγραμμικότητας είναι μια από τις βασικές παραδοχές της Παλινδρομικής Ανάλυσης. Για μια αναλυτική παρουσίαση αυτής της στατιστικής διαδικασίας βλ. βιβλίο μας (Δαφέρμος, 2011, *Κοινωνική Στατιστική και Μεθοδολογία Έρευνας με το SPSS*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη).

Μια Γενική Εισαγωγή στο Στατιστικό Πρόγραμμα STATA

16.1 Τι είναι το STATA; Τι είναι το STATA GUI; Μια απλή είσοδος σε αυτά

Το STATA είναι ένα ισχυρότατο, δυναμικό και σύγχρονο στατιστικό λογισμικό, το οποίο ξεκίνησε τη λειτουργία του στο Texas University γύρω στο 1985. Αντί άλλης περιγραφής¹¹⁴ θα επιχειρήσουμε μια άμεση εισαγωγή σε αυτό ακολουθώ-

114. Βλ. Στο φάκελο Documentation του STATA, υπάρχουν 19 manuals (d, g, gsm, gsu, gsw, i, ig, m, mi, mv, p, r, sem, st, stoc, svy, ts, u, xt), τα οποία είναι σε μορφή .PDF, και στα οποία μπορεί να βρει κανείς πληροφορίες, για τον τρόπο που το STATA δουλεύει κάτω από τα διάφορα λειτουργικά συστήματα, για τις θεματικές στατιστικές ενότητες που αυτό πραγματεύεται, για την λειτουργία των MENU, για τη σύνταξη των εντολών, για τις βιβλιογραφικές αναφορές, για το πώς οικοδομεί μια βάση δεδομένων, για το πώς παράγει γραφήματα, καθώς επίσης και για το νοηματικό περιεχόμενο των χρησιμοποιούμενων στατιστικών όρων.

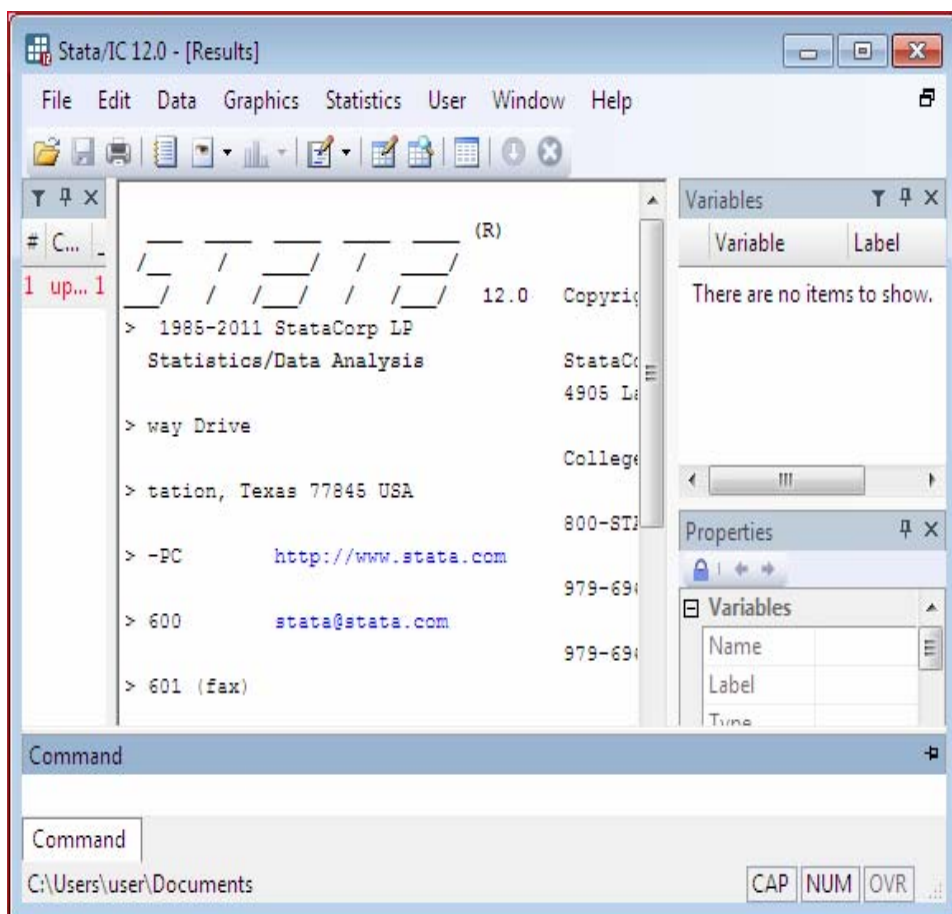
Υπάρχει όπως και άμεση βοήθεια, μέσα από την command Line, από το σημείο δηλ. που δίνουμε τις εντολές (βλ. Σχ.16.1). Αν εκεί πληκτρολογήσουμε, για παράδειγμα: *hsearch normality* θα μας δώσει ένα πλήθος πληροφοριών αναφορικά με τις διάφορες μορφές κανονικότητας, οι οποίες αποτελούν παραδοχές σε αντίστοιχες στατιστικές διαδικασίες. Το SPSS (κύριος κορμός), μας έχει συνηθίσει σε μια μόνο μορφή κανονικότητας, τη μονοδιάστατη (univariate), αλλά η οποία δεν μπορεί να ελέγξει την παραδοχή της πολυδιάστατης κανονικότητας στην περίπτωση των SEM μοντέλων. Ειρήσθω εν παρόδω, στην τελευταία περίπτωση μας, χρειάζεται έλεγχος πολυδιάστατης κανονικότητας, τον οποίο πραγματοποιεί, με ιδιαίτερα ωραίο τρόπο, από το μενού Statistics, όπως θα δείξουμε παρακάτω.

Βέβαια, υπάρχει και ο απλός τρόπος αναζήτησης ενός όρου, πάλι μέσα από την command Line, ο οποίος δεν κάνει προχωρημένη αναζήτηση, αλλά απλή, με μικρότερο δηλ. όγκο και ποιότητα πληροφοριών. Είναι με την εντολή *search* χωρίς το *h* μπροστά...

ντας τη διαδρομή:

► Έναρξη → Προγράμματα → Stata 12 → StataIC 12 (κλικ),

Οπότε λαμβάνουμε το παράθυρο του Σχ. 16.1, ένα περιβάλλον όχι πολύ διαφορετικό από εκείνο του SPSS που έχουμε συνηθίσει.



Σχ. 16.1 Το βασικό παράθυρο του STATA 12.

Κάτω αριστερά υπάρχει ένα πλαίσιο με την ένδειξη Command, στο οποίο αν κάνουμε ένα κλικ, πάντα με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού, εμφανίζεται ο κέρσορας και μας περιμένει να δώσουμε παντοδύναμες STATA εντολές. Καθώς εμείς, ωστόσο, σφόδρα επειγόμαστε να οικοδομήσουμε και να τρέξουμε στη συνέχεια, Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων (SEM), και μάλιστα με γραφικό τρόπο, θα ακολουθήσουμε, μέσα από το ίδιο παράθυρο, μια διαδρομή που θα μας εισαγάγει

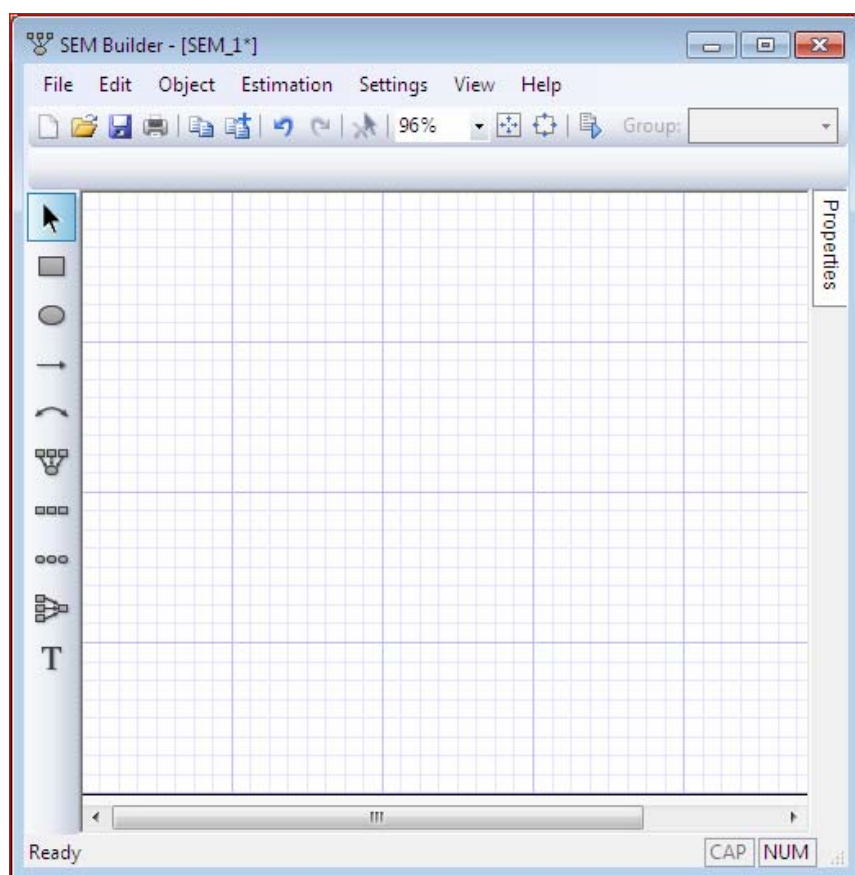
αυτόματα στο γραφικό περιβάλλον του STATA, στο ονομαζόμενο Graphical User Interface (GUI).

► *Statistics* → *SEM (Structural Equation Modeling)* →
→ *Model Building and Estimation* (κλικ),

οπότε εισαγόμαστε στο όντως, όπως θα δούμε παρακάτω, μαγικό, γραφικό περιβάλλον GUI του STATA. (βλ. Σχ.16.2).

16.2 Η γραφική συνιστώσα GUI του STATA 12

Στην παράγραφο αυτή θα εξηγήσουμε ένα-ένα όλα τα γραφιστικά εργαλεία (tools), τα οποία υπάρχουν στο βασικό περιβάλλον του STATA (βλ. Σχ. 16.2).



Σχ. 16.2

Το Εργοστάσιο των Μολυβιών, η Αγωνία του Ερευνητή και το Βαθύτερο νόημα της Αξιοπιστίας

Στο κεφάλαιο αυτό θα προσπαθήσουμε όσο καλύτερα μπορούμε, όσο μας επιτρέπουν τα στατιστικά μας εργαλεία, να προσεγγίσουμε την αλήθεια των μετρήσεων μας, θα προσπαθήσουμε να εντοπίσουμε την απόσταση ανάμεσα στο υπάρχον και στο τι φαίνεται, θα επιχειρήσουμε δηλαδή να διεισδύσουμε βαθύτερα στην έννοια της αξιοπιστίας. Και θα εξετάσουμε για το σκοπό αυτό, το παράδειγμα ενός Διευθυντή Δημοτικού Σχολείου, που ήθελε να ξέρει, κάποια στιγμή, πόσο ακριβώς ήταν το μήκος των μολυβιών των μαθητών του, στην Α' τάξη του Δημοτικού, οι οποίοι από την πρώτη μέρα της σχολικής χρονιάς, έζυναν μανιωδώς τα μολύβια τους. Ο ίδιος πήρε ένα χάρακα, μέτρησε ένα-ένα τα μολύβια, κατέγραψε σε μια στήλη το μήκος τους σε εκατοστά, και ρώτησε ταυτόχρονα 3 συναδέλφους του να αποφανθούν για το μήκος των μολυβιών, με **διαισθητικό τρόπο** (χωρίς να μετρήσουν). Τα δεδομένα εμφανίζονται στον Πίνακα 20.1

20.1 Τα δεδομένα του Πειράματος

Ο Πίνακας 20.1 δείχνει στην πρώτη στήλη τον αύξοντα αριθμό του μολυβιού, στη δεύτερη στήλη το μήκος του μολυβιού, όπως το μέτρησε ο Διευθυντής με το χάρακα, στην τρίτη το μήκος του μολυβιού όπως το εκτίμησε με το μάτι ο πρώτος δάσκαλος, στην τέταρτη στήλη το μήκος του μολυβιού όπως το εκτίμησε με

το μάτι ο δεύτερος δάσκαλος, και στην πέμπτη στήλη το μήκος του μολυβιού όπως εκτίμησε με το μάτι ο τρίτος δάσκαλος.

Πίνακας 20.1. Τα δεδομένα του πειράματος με τα μολύβια

Αύξων αριθμός μολυβιού (num)	Μήκος μολυβιού με τον κανόνα. Διευθυντής. (k)	Μήκος μολυβιού κατά τον πρώτο δάσκαλο (a)	Μήκος μολυβιού κατά τον δεύτερο δάσκαλο (b)	Μήκος μολυβιού κατά τον τρίτο δάσκαλο (c)
1	9,45	7,50	7,20	9,00
2	6,15	4,80	4,65	5,25
3	7,65	5,40	5,70	6,75
4	7,50	6,75	6,15	6,45
5	8,55	6,00	7,80	7,50
6	4,95	3,75	4,20	3,90
7	1,95	2,55	2,10	2,40
8	8,70	7,20	6,30	8,25
9	4,20	3,60	3,00	3,15
10	10,05	7,80	7,95	9,00
11	2,25	1,80	1,65	1,80
12	3,15	2,70	2,40	2,70
13	6,90	5,10	6,15	5,85
14	11,40	9,00	9,45	9,75
15	3,75	3,30	2,40	3,00

20.2 Η εκτέλεση της Στατιστικής Ανάλυσης

Τα δεδομένα του προβλήματος βρίσκονται στο STATA αρχείο *aksiopistia.dta*, το οποίο προήλθε από το SPSS αρχείο *aksiopistia.sav*, αφού το μεταφράσαμε με το εργαλείο Statatransfer 11.0, με τον τρόπο που περιγράφουμε στην παρ. 16.3. Επομένως, εντοπίζουμε¹⁴⁹ το αρχείο *aksiopistia.dta*, και με δυο διαδοχικά και

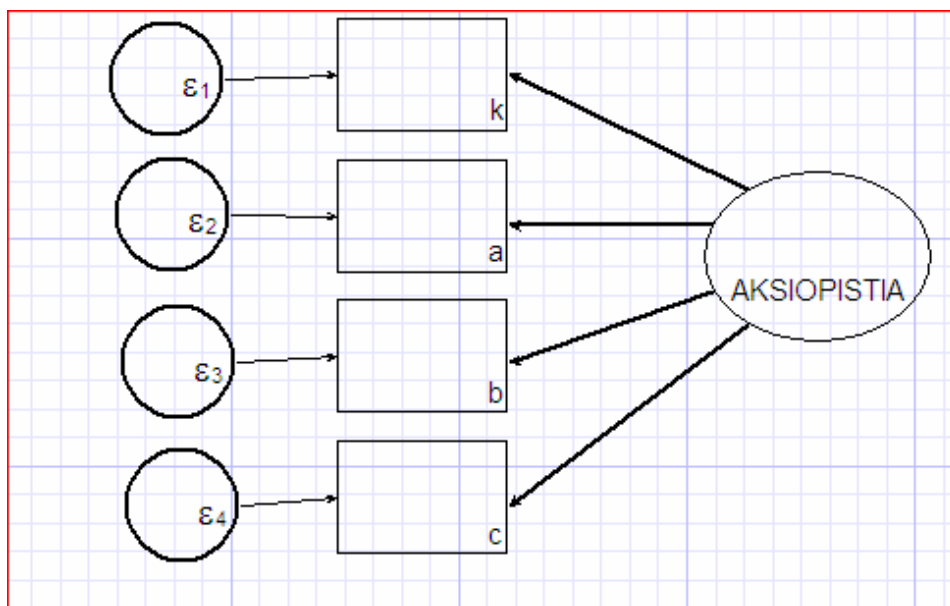
149. Το αρχείο δεδομένων *aksiopistia.dta* και *aksiopistia.sav*, όπως και όλα τα αρχεία δεδομένων βρίσκονται αποθηκευμένα στο CD που συνοδεύει αυτό το βιβλίο.

γρήγορα κλικ επάνω στο εικονίδιο του, το ανοίγουμε, οπότε μπαίνουμε ταυτόχρονα και σε περιβάλλον STATA. Ακολουθώς, ακολουθούμε τη διαδρομή:

- *Statistics* → *SEM (Structural Equation Modeling)* →
Model Building and Estimation (κλικ),

■ οπότε εισαγόμαστε στο γνωστό γραφιστικό περιβάλλον GUI του STATA.

Χρησιμοποιώντας σε αυτό το περιβάλλον τα γνωστά γραφιστικά εργαλεία, και εργαζόμενοι όπως στην Παρ.18.1, καταλήγουμε στο παραγοντικό σχέδιο του Σχ.20.1.

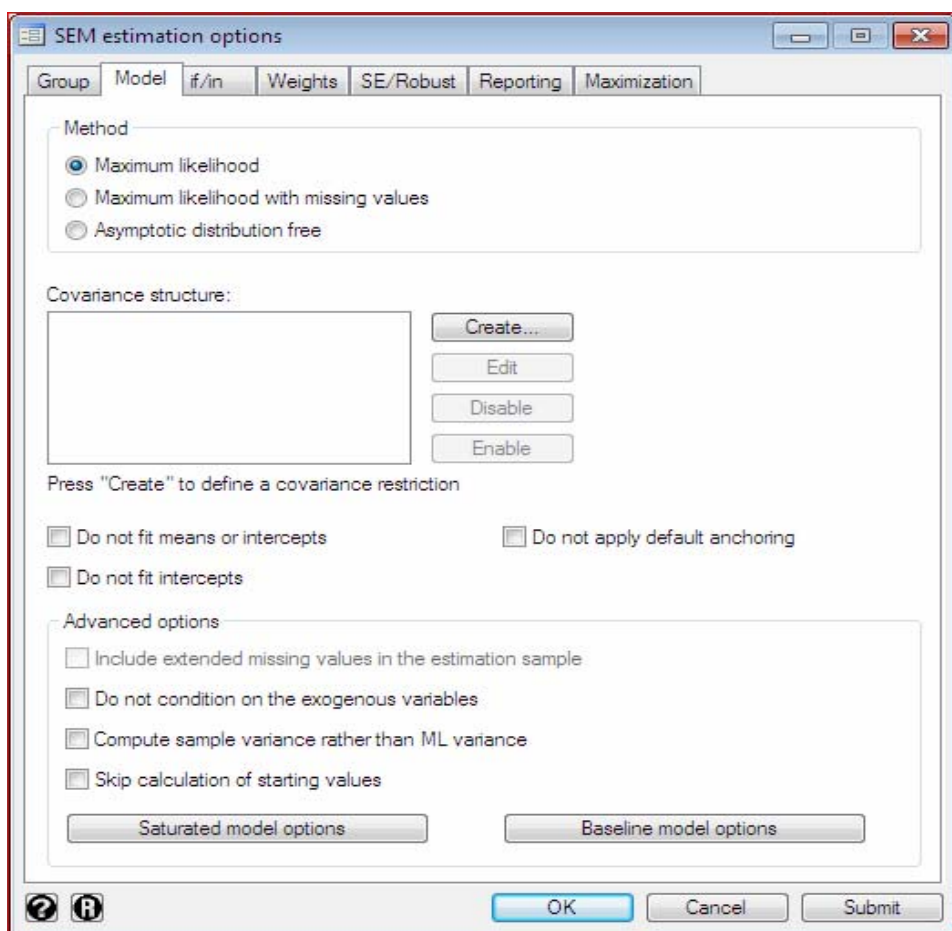


Σχ.20.1

■ Τώρα είναι η ώρα να καθορίσουμε παραμέτρους για το μοντέλο μας. Απλά, ακολουθούμε τη διαδρομή:

- *Estimation* → *Estimate* (κλικ),

■ οπότε στο γνωστό παράθυρο που μας παρουσιάζεται, κάνουμε κλικ στο πλαίσιο *Model*, και τότε λαμβάνουμε το παράθυρο του Σχ.20.2.



Σχ. 20.2

- ➡ Στο παράθυρο του Σχ. 20.2 αφήνουμε επιλεγμένη τη συνήθη μέθοδο ανάλυσης *Maximum Likelihood*, και κάνουμε κλικ στο πλαίσιο *Reporting* οπότε λαμβάνουμε το παράθυρο του Σχ. 20.3.

Εγκυρότητα Κατασκευής (Construct Validity), Φαινομενικά Ασυσχέτιστη Παλινδρόμηση (Seemingly Unrelated Regression), ή Παλινδρόμηση δύο Σταδίων (two-Stage¹⁶⁶ Regression)

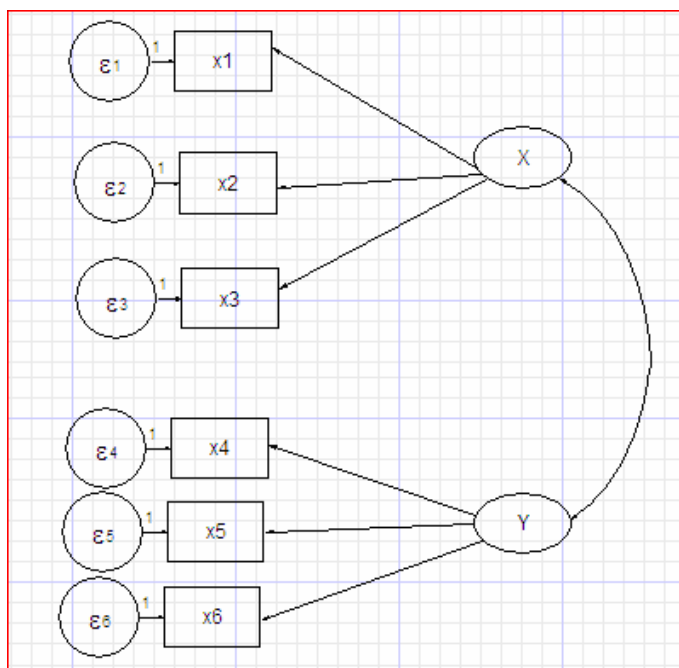
Βασικός στόχος του κεφαλαίου αυτού, είναι η προβολή μιας έννοιας κεφαλαιώδους σημασίας στην ανάπτυξη των SEM, της Εγκυρότητας Κατασκευής, καθώς επίσης και η ανάδειξη ενός ιδιαίτερης σημασίας τύπου παλινδρόμησης ανάλυσης με το όνομα *Φαινομενικά Ασυσχέτιστη Παλίνδρομη Ανάλυση (SUR)*. Ωστόσο, προαπαιτούμενα αυτών είναι, οι έννοιες *Unidimensionality*, *Cross-Loadings*, *Construct Validity*, *Construct Reliability*, *Within-Construct Error Covariance*, και *Between-Construct Error Covariance*, τις οποίες και θα θίξουμε προκαταβολικά. Στην πορεία όπως της ανάπτυξης αυτών των εννοιών, θα μας δοθεί η ευκαιρία να περάσουμε σε ένα οριστικό ξεκαθάρισμα της υπόθεσης γύρω από την συνδιασπορά των error terms.

166. Έτσι ονομάζει, πιο επιτυχημένα ίσως, το συγκεκριμένο τύπο παλινδρόμησης, –αυτόν που εμείς εδώ αναφέραμε σαν ‘Φαινομενικά ασυσχέτιστη Παλινδρόμηση’–, το στατιστικό πρόγραμμα SPSS.

29.1 Εννοιολογικά προαπαιτούμενες έννοιες

Ορισμός I

Θα λέμε **Μονοδιαστατικότητα (Unidimensionality)**, το φαινόμενο ένα σύνολο μεταβλητών-μέτρων (indicators), να μπορούν να εξηγηθούν από μία και μόνον θεωρητική, βασική, θεμελιώδη κατασκευή (construct) (βλ. Σχ. 29.1).



Σχ. 29.1

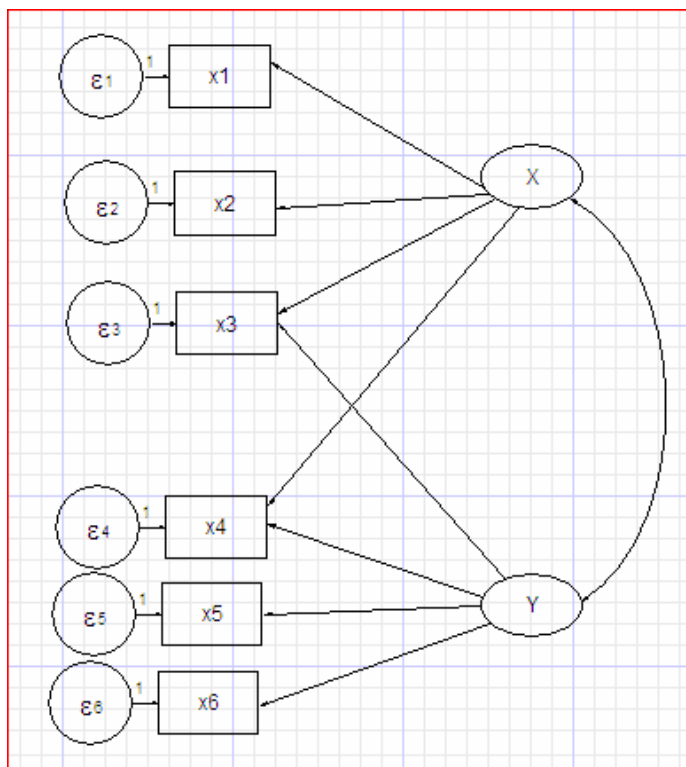
Παρατήρηση

Η μονοδιαστατικότητα προφανώς αποκτά βαρύνουσα και πιο κρίσιμη σημασία, όταν στο συνολικό σχεδιασμό ενός SEM, εμπλέκονται περισσότερες της μιας κατασκευές. Με άλλα λόγια όταν, μέσα στο SEM, υπάρχουν τουλάχιστον δύο constructs. Στο μοντέλο του Σχ. 29.1 υπάρχουν δυο σύνολα, δυο γειτονιές, δυο clusters μετρούμενων μεταβλητών. Η πρώτη γειτονιά, με τις μεταβλητές x_1 , x_2 , και x_3 , εκπροσωπείται αποκλειστικά από τον παράγοντα X , από την κατασκευή X , και μόνον από αυτήν, ενώ η δεύτερη γειτονιά με τις μεταβλητές x_4 , x_5 , και x_6 , εκπροσωπείται αποκλειστικά από τον παράγοντα Y , από την κατασκευή X , και μόνον από αυτήν. Ας υποθέσουμε τώρα ότι στο μοντέλο του Σχ. 29.1 ένα μονής κατεύθυνσης βέλος ξεκινούσε, για παράδειγμα από τη λανθάνουσα μεταβλητή X και κατέληγε στη μετρούμενη μεταβλητή x_4 . Τότε, προφανώς θα είχαμε προσβολή της μονοδιαστατικότητας, επειδή ακριβώς γί-

νεται προσπάθεια¹⁶⁷, μια συγκεκριμένη μεταβλητή, η x_4 , να εξηγηθεί από δυο κατασκευές, από την X και την Y .

Ορισμός II

Θα λέμε **Διασταυρούμενες Φορτώσεις (Cross-Loadings)**, τις φορτώσεις που ξεκινούν από διαφορετικές λανθάνουσες μεταβλητές/κατασκευές, και καταλήγουν σε μετρούμενες μεταβλητές διαφορετικών γειτονιών (clusters) (βλ. Σχ. 29.2).



Σχ. 29.2

167. Ποτέ δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι ο Κοινωνικός ερευνητής έχει στο μυαλό του, και βλέπει ένα μοντέλο που παράγει καλή προσαρμογή, καλό fit. Όταν κάποιος μέσα σε ένα μοντέλο ελευθερώνει ένα path που είναι να εκτιμηθεί, (δηλ. αφήνει αυτό το path να εκτιμηθεί, το υποθέτει), τότε η τιμή του εκτιμούμενου path μπορεί να κάνει το μοντέλο πιο ακριβές. Αν θέλουμε να εκφραστούμε μαθηματικά στατιστικά, θα λέγαμε ότι τότε, η διαφορά ανάμεσα στην εκτιμούμενη και στην παρατηρούμενη μήτρα συνδιασποράς μειώνεται, αν βέβαια οι δυο μεταβλητές δεν είναι τελειώς ασυσχέτιστες. Τελικά, όπως είπαμε και αλλού, η τιμή της X^2 στατιστικής σχεδόν πάντα μειώνεται όταν ελευθερώνουμε, αφήνουμε να εκτιμηθούν, (τα υποθέτουμε δηλ.), επιπρόσθετα μονοπάτια.

Παρατήρηση

Στο μοντέλο του Σχ. 29.2 προφανώς έχουμε διασταυρούμενες φορτώσεις (cross-loadings). Επειδή ακριβώς, τα μονοπάτια $X \rightarrow x_4$ και $Y \rightarrow x_3$ διασταυρώνονται. Το πρώτο μονοπάτι ξεκινάει από τη λανθάνουσα μεταβλητή X του ενός cluster και καταλήγει στην μετρούμενη μεταβλητή x_4 του άλλου cluster. Το δεύτερο μονοπάτι ξεκινάει από τη λανθάνουσα μεταβλητή Y του άλλου cluster και καταλήγει στην μετρούμενη μεταβλητή x_3 του πρώτου cluster. Έτσι, κι εδώ, έχουμε φυσικά, προσβολή της unidimensionality.

Ορισμός III

Θα λέμε **Εγκυρότητα Κατασκευής (Construct Validity)**, για ένα SEM μοντέλο, το βαθμό στο οποίο ένα σύνολο από measured μεταβλητές, πραγματικά κατορθώνει να αναπαριστά τη θεωρητική λανθάνουσα κατασκευή που εκείνες οι μεταβλητές, ακριβώς είναι σχεδιασμένες να μετρήσουν (Hair et. al., 2010).

Ορισμός IV

Θα λέμε **Αξιοπιστία Κατασκευής (Construct Reliability)**, για μια παραγοντική συνιστώσα (factor), το μέτρο εσωτερικής συνοχής ενός συνόλου measured μεταβλητών που αναπαριστούν μια θεωρητική λανθάνουσα κατασκευή (Hair et. al., 2010).

Παρατήρηση

Προφανώς, η construct validity προαπαιτεί την construct reliability, αλλά όχι και το αντίθετο. Δηλ. μπορούμε να έχουμε construct reliability χωρίς να έχουμε construct validity, αλλά αποκλείεται να έχουμε construct validity χωρίς προηγουμένως να έχουμε εξασφαλίσει για όλους τους παράγοντες του μοντέλου μας construct reliability.

Ορισμός V

Θα λέμε **Ανάμεσα στην Κατασκευή Σφαλματική Συνδιασπορά (Between-Construct Error Covariance)**, το συγκεκριμένο τύπο συνδιασποράς ανάμεσα σε δυο error terms τα οποία αντιστοιχούν σε μεταβλητές που ανήκουν σε διαφορετικές κατασκευές (Σχ. 29.3).

- Adjusted Goodness-of-Fit Index 236
Akaike Information Criterion 240, 280, 320, 344, 358, 366
Alpha Factoring 38
AMOS 33, 241, 245, 384, 391, 400, 406, 413, 419-421, 423-425, 429, 431-432, 434, 444, 454-455, 458, 460, 465, 524, 541, 557, 577, 636
ANOVA 126, 133, 135-137, 141-142, 145-146, 148-149, 151-155, 157
Asymptotic Covariance Matrix 211-213, 229-231, 325, 379, 381-382
Asymptotic Distribution Free 554

Baseline Model 568
Between-Construct Error Covariance 691
Bivariate Normality 33

CD index 570, 656-657
Chi-square 231
Coefficient 38, 52, 87, 119, 121, 384, 570
Cohen's kappa 160, 180-181, 184, 186
Communalities 54, 63, 68, 89, 102, 377
Comparative Fit Index 236, 283, 323, 346, 360, 368
Conditional normality 551-553, 555
Confirmatory 65, 215, 249, 285, 388, 394
Consistent Akaike Information Criterion 241, 281, 320, 345, 358, 366
Constraint 412, 517, 535, 641, 659, 661, 663, 671

Construct Reliability 691
Construct Validity 691, 694, 696
Correlation Matrix 53, 113
Covariance Matrix 113, 351-352, 370
Covariate 550
Cross-Loadings 691, 693-694, 697

DIAGRAMMER 472, 477
Direct effect 637, 640
Direct Oblimin 42

Efficient standard errors 554
Eigenvalue 49, 57-59, 71, 91, 92, 93, 637
Endogenous variable 403, 514
EPDS 44-46, 64, 111, 386
EQS 33, 241, 245, 282, 322, 346, 359, 367, 383-384, 391, 406, 421, 455, 469-470, 472, 474, 476-478, 480-481, 483, 486, 488, 495, 557, 577, 636
Equal Regressions 349, 351, 353, 356, 361
Error term 7, 133, 396, 400, 404, 420, 428, 439, 440, 446, 490, 492, 502, 505, 514, 517, 520, 521, 535, 548, 552, 553, 565-566, 599-600, 603, 610, 617, 623, 627, 670, 691, 694-697, 704
Error Variances 341
Estimates 313, 449, 562, 583, 619
Exogenous variable 404, 514, 651
Expected Cross -Validation Index 242
Expected pattern 216

- Factor Analysis 29, 48, 65, 77, 83, 141-142, 146, 151, 158, 215, 249, 285, 385, 387, 393-394
- Factor Structures 327, 329, 332
- Generalized Weighted Least Squares 39, 69
- Global Goodness Indices 356, 365
- Goodness-of-Fit Index 235
- Goodness-of-Fit 69, 231, 233, 382, 393
- Group 351, 370, 646-647, 655-657, 661
- GUI 497, 499, 510, 513-515, 517, 529, 536, 548, 557, 559, 572, 581-582, 593, 605, 619, 631, 643, 655, 661, 669, 698
- Identification 217, 412, 421
- Image Factor Analysis 38
- Incremental Fit Index 238, 283, 323, 347, 360, 368
- Indicator variable 419 (variable ελλην.), 427, 442 (variable ελλην.), 446, 574 (variable ελλην.), 575 (variable ελλην.), 671
- Indirect effect 637, 640
- Internal consistency 64, 97, 111, 116
- Intraclass Correlation Coefficient 128-129, 137-138, 157
- Invariance 661
- Joint Normality 552, 554-555
- Just-identified 411
- Latent Variables 265, 303
- Likelihood Ratio Test 675-677
- LISREL 33, 189-191, 193-196, 200, 209-210, 212-214, 223-225, 227-230, 232, 234, 240-242, 244-248, 252-253, 257, 265, 272, 275-276, 278, 284-285, 287, 293, 302, 307, 309, 313, 316-318, 324, 328-330, 335, 338, 341, 343, 347, 353-354, 356, 363, 365, 378-384, 386, 391, 406, 420, 421, 424, 431, 454, 455, 486, 557, 567, 577, 636
- LR test 675
- Maximum Likelihood Factor Extraction 40
- MCNEMAR 160
- Measurement Model 395
- MEDIATORS 410
- MODERATORS 410
- Modification Indices 460, 603, 617
- Modulus 637
- Moments 400, 465, 517,
- Multivariate Normality 206
- Noncentrality parameter 463
- Non-normed Fit Index 237, 280, 320, 346, 359, 367
- Nonrecursive models 401, 551, 577, 635 (model ελλην.)
- Normality 149, 154, 167-168, 192, 526, 551-553, 555
- Normed Fit Index 237, 282, 322, 346, 359, 367
- oblique rotation 40, 393
- observed variables 29, 394, 415, 506
- PAIRED T-TEST 160, 163, 164
- Parallel Regressions 349
- Parsimony Goodness-of-Fit Index 240
- Path Diagram 220, 246, 250, 253, 262, 272, 287, 298-299, 309, 330, 332, 337, 339, 351, 370, 424
- Polychoric correlation 229, 381, 419
- Predictor 405
- PRELIS 2 189-190, 225, 386
- Principal Axis Factoring 37-38
- Principal components or PC 36
- Promax 43

Quartimax 42

Recursive Models 400

Relative Fit Index 242, 283, 323, 347, 360, 368

Reliability Analysis 64-65, 97, 106, 111, 113, 117-119, 125, 157

Respecification 217, 421

Robust 148, 229, 380-381, 480, 483

Root Mean Square Error of Approximation 238, 278, 318, 343, 356, 365, 464

Root Mean Square Residual 243, 285, 325, 348, 360, 368

Rotation 40, 43, 48-49, 59-60, 82, 84, 91, 93, 95, 144

Sattora-Bentler chi-square 56, 69-70, 89, 205, 231, 309, 342, 486

Score Test 661, 664-665

Scree Plot 57-59, 68, 84, 92, 102, 376-377

Second-order CFA Models 476, 617

Seemingly Unrelated Regression 691, 698

SRMR 243, 245, 285-286, 325-327, 348, 360-361, 368-369, 569-571, 586, 597, 609-610, 622, 656-657

Stability 636

STATA 33, 391, 406, 421, 455, 458, 461-462, 497-502, 505, 510, 512-517, 522-526, 528-529, 535-539, 541, 548, 552-553, 555, 557-559, 565, 567-569, 571, 577-579, 581, 583-584, 587, 592, 593, 595, 605, 607, 609, 613, 618-621, 624, 631-633, 636, 637, 641, 643, 644, 647, 649, 651-652, 654-655, 657, 659, 661, 665, 669, 674-676, 698, 700, 703

Structural Equation Modeling 225, 384-386, 391, 394, 499, 513, 529, 559, 581, 593, 605, 619, 631, 643, 655, 661, 669, 681, 698

Structural Model 384, 388

SUREG 700-702, 704

Test of Nonadditivity 123, 125

TLI index 462, 463, 569, 586, 597, 609, 621

T-value 204, 275, 311

Two-stage Regression 691, 698

Underidentified 411

Unidimensionality 691, 692

unidirectional effects 401

Unweighted Least Squares 39, 71, 224, 378, 425

Validity Analysis 159

Variance-Covariance Matrix 405

variate 403

Varimax 41-43, 60, 95, 144

Wald Test 663

Warning 71

Wilcoxon 168-169, 171-172, 175-179

Within-Construct Error Covariance 691

Yuan-Bentler Residual-Based Statistic 488

zero-order correlation 549, 550

- Αλγόριθμος 71
 Αναγνωρισιμότητα 412
 Αναμενόμενο Πρότυπο 216
 Ανάμεσα στην Κατασκευή Σφαλματική
 Συνδιασπορά 694, 697
 Αξιοπιστία Κατασκευής 694
 Αξιοπιστία 117, 131, 403, 694
 Άρση Ανισοτήτων 127
 Ασυμπτωτική Μήτρα Συνδιασποράς 211,
 228, 230, 382
- Δειγματική επάρκεια 55-56, 89
 Δείκτης Δειγματική επάρκειας 34
 Δείκτες Προσαρμογής 231, 283, 323, 367,
 462, 573-574, 605, 608, 620, 633, 644
 Δείκτες Τροποποίησης 246-247, 273, 311,
 450, 460, 609, 610, 620, 622
 Δείκτης AGFI 231, 235, 236, 283, 321, 462
 Δείκτης CAIC 241, 243, 279-280, 318-319,
 323, 345-346, 358-359, 361, 366-367,
 466
 Δείκτης NFI 237, 280, 320, 346, 359-360,
 367-368, 378, 489, 569
 Δείκτης AIC 240-241, 243, 278-279, 318-
 319, 344-346, 358-359, 361, 366-367,
 466, 569
 Δείκτης CFI 236, 243, 281, 321, 323, 325,
 346-347, 360-361, 368, 489, 569-571,
 586
 Δείκτης ECVI 241-242, 277-279, 317-318,
 343-345, 348, 356, 358, 365-366, 369,
 378, 467
 Δείκτης GFI 231, 235-236, 281-282, 321,
 347, 369
 Δείκτης IFI 238, 281, 321, 347, 360-361,
 368, 489
 Δείκτης NNFI 237-238, 280-281, 320-321,
 346-347, 359-360, 367-368, 378
 Δείκτης PGFI 239-240, 283, 322, 462
 Δείκτης RFI 241, 281, 321, 347, 360, 368
- Δείκτης RMR 242-243, 283, 323, 325, 348,
 360, 368, 462
 Δείκτης RMSEA 238-239, 243, 273, 276,
 309, 316, 342-343, 355-356, 365, 464-
 466, 484, 568-569, 596
 Δείκτης KMO 34-35, 57, 89
 Δεύτερης Τάξης Παραγοντικά Μοντέλα
 617
 Διάγραμμα Path 190, 313-314, 316, 329
 Διαδρομικό Διάγραμμα, 220-221, 223,
 246, 250, 252, 261, 271-273, 287, 297-
 298, 304, 308-309, 337, 345, 352
 Διασπορές Λάθους 222, 340
 Διασταυρούμενες Φορτώσεις 693
 Δομικές Εξισώσεις 230, 382, 431, 469
- Εγκυρότητα 160, 249, 691, 694
 Εγκυρότητα Κατασκευής 691, 694
 Έλεγχος σφαιρικότητας 36
 Ενδοταξική συσχέτιση 133-134, 136
 Εξίσωση του διερευνητικού παραγοντικού
 μοντέλου 32
 Ερμηνεία 239-243, 364, 468
 Εσωτερική συνέπεια 97, 107, 111, 116-
 117, 128
 Εσωτερική συνοχή 64, 489
- Ιδιοτιμές 58, 67-68, 71, 91-92, 101, 376,
 637
 Ισότητα Παραγοντικών Δομών 327
- Καθολικοί Στατιστικοί Δείκτες Προσαρ-
 μογής 356, 365
 Κοινές Παραγοντικές Διακυμάνσεις 54
- Λανθάνουσες Μεταβλητές 29, 221, 229,
 265, 309, 329, 340, 381, 394-395, 398,
 415, 427, 435, 439, 444, 485, 490, 507,
 559, 573, 693

- Μέθοδος ADF 457, 554-555, 565, 567, 570-571
- Μέθοδος DWLS 213, 224-225, 228-229, 231-232, 379-381
- Μέθοδος GLS 224-227, 229-232, 247, 378-380, 382, 413
- Μέθοδος ML 224-228, 230-232, 247, 306, 378-380, 382, 413-416, 480, 484, 486, 553, 567, 570-572, 702
- Μέθοδος QML 553, 555
- Μέθοδος WLS 224-225, 227, 231, 247, 379, 382
- Μέθοδος Άλφα Παραγοντοποίησης 38
- Μέθοδος Παραγοντοποίησης Κύριου Άξονα 37
- Μέθοδος των Κύριων Συνιστωσών 393
- Μέσα στην Κατασκευή Σφαλματική Συνδιασπορά 695
- Μετασχηματισμός Δεδομένων 72-75, 170
- Μη-προσθετικότητα 128
- Μήτρα συσχέτισης 38, 40, 53, 223, 232, 419, 632
- Μήτρα των Συνιστωσών 93
- Μήτρες anti-image 55-56
- Μονοδιαστατικότητα 692
- Μοντέλα Split-Half 117
- Μοντέλα Αξιοπιστίας 107
- Ομοιογένεια 147-150, 155
- Ομοφωνία 128, 134, 137-138
- Παλινδρόμηση δύο Σταδίων 691, 698
- Παραγοντική Ανάλυση Ειδώλου 38
- Παραγοντική μέθοδος Μέγιστης Πιθανοφάνειας 40
- Παραγοντική μέθοδος μη Σταθμικών Ελαχίστων τετραγώνων 39
- Παραγοντική μέθοδος, Γενικευμένων (Σταθμικών) Ελαχίστων Τετραγώνων 39
- Περιστροφή 50, 66, 85, 93, 100, 374
- Πλαγιογώνια περιστροφή 40, 43
- Προβλέπουσα 405
- Προσομοιωτική μέθοδος 160, 175, 177, 179, 186
- Ροπές 517
- Σπουδαιότητα 248, 572
- Σπουδαιότητα των παραμέτρων 275
- Συμπεριφορικές Προθέσεις 216
- Συντελεστής Cronbach' Alpha 63, 97-98, 107-110, 116, 119-123, 128, 139, 490
- Συντελεστής Guttman 107, 120-121, 123
- Συντελεστής ενδοταξικής συσχέτισης 128
- Συντελεστής ομοφωνίας Cohen's kappa 160, 180-181, 184, 186-187
- Σφαλματική διασπορά 396, 428, 452, 504, 514, 536, 548, 566, 574
- Τεστ Καλής Προσαρμογής 69, 230, 282
- Τεστ του Tukey 123
- Τιμές t 248, 275-276, 314, 316, 329, 685
- Φαινομενικά Ασυσχέτιστη Παλινδρόμηση 691, 698
- Χ²-μετρική 232, 234