

# 1η ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΑΘΗΜΑ: Ποσοτικές Μέθοδοι

Ημερομηνία Παράδοσης: 30/11/2025, ώρα 23:59

## Γενικά

Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα της μελέτης των [Blair και Raver \(2014\)](#). Η συγκεκριμένη μελέτη αξιολόγησε πειραματικά το πρόγραμμα «*Tools of the Mind*» σε μαθητές του νηπιαγωγείου. Το πρόγραμμα αυτό ενσωματώνει τη συστηματική ενίσχυση της αυτορρύθμισης (ιδίως των εκτελεστικών λειτουργιών) μέσα σε δραστηριότητες γλώσσας και μαθηματικών.

Το πείραμα που παρουσιάζεται στη μελέτη αυτή συμπεριέλαβε 29 σχολεία (79 τάξεις, 759 παιδιά) κάνοντας ένα σύνολο μετρήσεων φθινόπωρο και άνοιξη στο νηπιαγωγείο και παρακολουθώντας τα παιδιά ως την Α' Δημοτικού. Τα παιδιά στο πρόγραμμα εμφάνισαν βελτιώσεις στις εκτελεστικές λειτουργίες και στον έλεγχο της προσοχής, ευνοϊκά πρότυπα στη φυσιολογία του στρες, καθώς και υψηλότερες επιδόσεις σε ανάγνωση, λεξιλόγιο και μαθηματικά στο τέλος του νηπιαγωγείου. Πολλά από τα οφέλη ήταν εντονότερα σε σχολεία με έντονη φτώχεια ενώ τα οφέλη στην ανάγνωση/λεξιλόγιο διατηρήθηκαν και ενισχύθηκαν στην Α' Δημοτικού.

## Περιγραφή των δεδομένων

Υλικά:

Τα δεδομένα είναι διαθέσιμα στο eclass. Το αρχείο ονομάζεται ***tools\_of\_the\_mind.csv***.

Οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν στις αναλύσεις είναι:

- **id**: Μοναδικός αριθμός κάθε μαθητή.
- **school\_id**: Μοναδικός αριθμός κάθε σχολείου.
- **treatment**: Κατάσταση παρέμβασης (1 = Tools of the mind, 0 = Ομάδα ελέγχου).
- **parent\_education**: Κλίμακα που αντιπροσωπεύει το υψηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης των γονέων.
- **applied\_prblems\_w\_score\_fall**: Βαθμολογία στην υποκλίμακα Εφαρμοσμένων Προβλημάτων του τεστ Woodcock-Johnson το Φθινόπωρο του νηπιαγωγείου (αρχική μέτρηση, πριν την παρέμβαση).
- **applied\_prblems\_w\_score\_spring**: Βαθμολογία στην υποκλίμακα Εφαρμοσμένων Προβλημάτων του τεστ Woodcock-Johnson την Άνοιξη του νηπιαγωγείου (τελική μέτρηση, μετά την παρέμβαση).
- **age**: Ηλικία του παιδιού σε μήνες κατά την έναρξη της μελέτης.
- **sex**: Φύλο του παιδιού (1 = Άρρεν, 0 = Θήλυ).

## Εργασίες

### Μέρος 1: Χρήση παλινδρόμησης για προκαταρκτικό έλεγχο (2 βαθμοί)

1. Απαντήστε στα παρακάτω με 2-3 προτάσεις για το καθένα:

- Ποια είναι η κύρια υπόθεση της μελέτης την οποία θα ελέγξετε με τα μοντέλα παλινδρόμησης;
- Η μελέτη είναι μια «κατά συστάδες τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή» (cluster randomized controlled trial). Ποιο είναι το κύριο πλεονέκτημα αυτού του σχεδιασμού ώστε να μπορούμε να εξάγουμε αιτιώδη συμπεράσματα από τον συντελεστή παλινδρόμησης της μεταβλητής `treatment`;

2. Μια βασική παραδοχή σε μια τυχαιοποιημένη μελέτη είναι ότι οι ομάδες παρέμβασης και ελέγχου είναι ισοδύναμες στην αρχή, δηλαδή δεν εμφανίζονται διαφορές μεταξύ των μαθητών που δέχθηκαν την παρέμβαση «Tools of the Mind» και τους μαθητές που δέχθηκαν τη συνηθισμένη διδασκαλία. Αυτό μπορεί να ελεγχθεί με ένα μοντέλο απλής γραμμικής παλινδρόμησης:
  - Εκτελέστε ένα μοντέλο απλής γραμμικής παλινδρόμησης όπου η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η αρχική μέτρηση (`applied_prblems_w_score_fall`) και η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι η παρέμβαση που δέχθηκε ο κάθε μαθητής (`treatment`).
  - Ερμηνεύστε τον συντελεστή της μεταβλητής `treatment` (το  $\beta$  που πολλαπλασιάζεται με την παρέμβαση). Τι σας λέει η τιμή του και η αντίστοιχη τιμή  $p$  ( $p$ -value) για την ισοδυναμία των μαθητών ως προς τις επιδόσεις τους μαθηματικά πριν ξεκινήσει το πείραμα;
  - Βάσει αυτής της ανάλυσης παλινδρόμησης, ήταν επιτυχής η τυχαία κατανομή στη δημιουργία ισοδύναμων ομάδων; Εξηγήστε το σκεπτικό σας.

## Μέρος 2: Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση και σύγκριση μοντέλων (5 βαθμοί)

1. Μοντέλο μόνο με την παρέμβαση (`treatment`):
  - Εκτελέστε ένα μοντέλο απλής γραμμικής παλινδρόμησης προβλέποντας τις ανοιξιάτικες βαθμολογίες στα μαθηματικά (`applied_prblems_w_score_spring`) μόνο από τη μεταβλητή της παρέμβασης (`treatment`). Αυτό θα είναι το *περιορισμένο μοντέλο* σας, δηλαδή το πιο απλό μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης.
  - Ερμηνεύστε τον σταθερό όρο ( $\beta_0$ ) και την κλίση του συντελεστή της παρέμβασης (`treatment`). Τι μας λέει ο συντελεστής της παρέμβασης για την αποτελεσματικότητά της; Είναι αυτή η επίδραση στατιστικά σημαντική;
  - Αναφέρετε την τιμή του συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  για αυτό το μοντέλο.
2. Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση:
  - Εκτελέστε ένα μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης προβλέποντας τις ανοιξιάτικες βαθμολογίες στα μαθηματικά από τις μεταβλητές `treatment`, `applied_prblems_w_score_fall`, `age`, `sex`, και `parent_education`. Αυτό θα είναι το *πλήρες μοντέλο* σας.
  - Παρουσιάστε τα αποτελέσματα αυτού του μοντέλου σε έναν μορφοποιημένο πίνακα που περιλαμβάνει τα ονόματα των μεταβλητών, τους συντελεστές, τα τυπικά σφάλματα και τις τιμές  $p$ .
  - Αφού συμπεριλάβετε στο μοντέλο τις αρχικές επιδόσεις και τα δημογραφικά στοιχεία, ποια είναι η προσαρμοσμένη επίδραση της παρέμβασης «Tools of the Mind»; Ερμηνεύστε το πρόσημο, το μέγεθος και τη στατιστική σημαντικότητα του συντελεστή `treatment`.
  - Αναφέρετε και ερμηνεύστε τον προσαρμοσμένο συντελεστή προσδιορισμού  $R^2_{adj}$  και τα αποτελέσματα του συνολικού  $F$ -ελέγχου (global  $F$ -test) για αυτό το μοντέλο πολλαπλής παλινδρόμησης.
3. Το *περιορισμένο μοντέλο* σας (από το 2.1) λέμε ότι είναι *ένθετο* (nested) στο *πλήρες μοντέλο* σας (από το 2.2), γιατί περιλαμβάνεται ολόκληρο σε αυτό. Τώρα, θα ελέγξετε επίσημα αν η προσθήκη των μεταβλητών (`applied_prblems_w_score_fall`, `age`, `sex`, `parent_education`) βελτιώνει σημαντικά το μοντέλο:
  - Διατυπώστε τη μηδενική ( $H_0$ ) και την εναλλακτική ( $H_1$ ) υπόθεση για αυτόν τον μερικό  $F$ -έλεγχο.
  - Εκτελέστε τον μερικό  $F$ -έλεγχο συγκρίνοντας το περιορισμένο και το πλήρες μοντέλο.
  - Αναφέρετε τη στατιστική τιμή  $F$  και την αντίστοιχη τιμή  $p$ .
  - Τι συμπέρασμα βγάζετε με βάση το αποτέλεσμα; Οι πρόσθετες μεταβλητές, ως σύνολο, εξηγούν ένα στατιστικά σημαντικό ποσοστό της επιπλέον διακύμανσης στις ανοιξιάτικες

βαθμολογίες; Ποιο μοντέλο (το περιορισμένο ή το πλήρες) έχει καλύτερη προσαρμογή ( $R^2$ ) στα δεδομένα και γιατί;

### **Μέρος 3: Επαλήθευση των υποθέσεων του μοντέλου (2 βαθμοί)**

Για το πλήρες μοντέλο σας από το Μέρος 2.2, να αξιολογήσετε γραφικά τις υποθέσεις της γραμμικής παλινδρόμησης.

### **Μέρος 4: Σύνθεση και συμπεράσματα (1 βαθμός)**

1. Σε μία παράγραφο, να συνοψίσετε τα αποτελέσματα του τελικού μοντέλου σας, τεκμηριωμένου πλέον από τον μερικό F-έλεγχο. Ποια είναι η εκτιμώμενη επίδραση του προγράμματος «Tools of the Mind» στις μαθηματικές επιδόσεις του νηπιαγωγείου;
2. Πώς συγκρίνεται το εύρημά σας με το κύριο εύρημα για τα μαθηματικά που αναφέρεται στο άρθρο των Blair και Raver;
3. Αν ένας διευθυντής εκπαίδευσης χρησιμοποιούσε αποκλειστικά τη δική σας ανάλυση παλινδρόμησης για να λάβει μια απόφαση, τι θα τον συμβουλεύατε να κάνει σχετικά με το πρόγραμμα «Tools of the Mind»; Διατυπώστε σύντομα τη σύστασή σας και τα στοιχεία από τα μοντέλα σας που την υποστηρίζουν.