

ΕΠΑΝΕΞΕΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΟΣ ΤΟΥ ΡΟΛΟΥ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Τοῦ κ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΠΑΛΤΑ, Ph. D.

Εἰδικοῦ ἐπιστήμονος τῆς Α.Τ.Ε.

1. Εἰσαγωγή

Ὅπως κάθε κλάδος τῆς οἰκονομικῆς ἐπιστήμης ἔτσι καὶ ἡ θεωρία τῆς Οἰκονομικῆς ἀναπτύξεως δὲν στερεῖται διαφωνιῶν. Ὁ ρόλος τοῦ κεφαλαίου σὰν προσδιοριστικοῦ παράγοντα τοῦ ρυθμοῦ ἀναπτύξεως μιᾶς Οἰκονομίας ἀποτελεῖ ἀντικείμενο μεγάλων διαφωνιῶν στὸν κλάδο αὐτὸ τῆς Οἰκονομικῆς Ἐπιστήμης. Θεωρητικὰ ὑποδείγματα ποὺ χρησιμοποιοῦνται δείχνουν ὅτι μεταβολὲς στὶς ἐπενδύσεις εἶναι δυνατόν νὰ ἐπηρεάσουν σημαντικὰ ἢ ὄχι τὸ ρυθμὸ ἀναπτύξεως μιᾶς οἰκονομίας (18/, 23/, 25/). Δυστυχῶς ἡ διαμάχη δὲν παραμένει μόνο στὸν χῶρο τῶν Θεωρητικῶν ὑποδειγμάτων, ἀλλὰ ἐπεκτείνεται καὶ στὶς ἐμπειρικὲς μελέτες. Ἀκόμα καὶ στὴν περίπτωση ποὺ οἱ μελέτες ἀφοροῦν τὴν οἰκονομία μιᾶς χώρας ἢ ὁμάδα χωρῶν, βρέθηκαν ἀντιφατικὰ ἀποτελέσματα (1/, /6/, 7/, 9/, 11/, 13/, 17/, 19/).

Εἶναι φανερό ὅτι ἡ διαμάχη δὲν ἔχει ἀπλῶς ἀκαδημαϊκὸ χαρακτήρα, διότι μιὰ σωστὴ λύση εἶναι δυνατόν νὰ προσδιορίσῃ τὴν ὀρθὴ ἀναπτυξιακὴ πολιτικὴ μιᾶς χώρας. Ἀπὸ γενικώτερη θεωρητικὴ ἄποψη τὸ βασικὸ ἐρώτημα εἶναι τὸ κατὰ πόσο μιὰ αὐξηση σχηματισμοῦ τοῦ παγίου κεφαλαίου μπορεῖ νὰ ἔχῃ ἕνα σταθερὸ ἀποτέλεσμα στὸ μακροχρόνιο ρυθμὸ ἀναπτύξεως τοῦ ἐθνικοῦ εἰσοδήματος καὶ ἔτσι μεγαλύτερη ἔμφαση πρέπει νὰ δοθῇ στὰ μέτρα ποὺ διευκολύνουν τὴν πολιτικὴ αὐτή.

Σκοπὸς αὐτῆς τῆς ἐργασίας εἶναι νὰ ἐξετάσῃ τὸ παραπάνω πρόβλημα. Πρῶτα θὰ καταβληθῇ προσπάθεια γιὰ νὰ καθοριστοῦν οἱ κυριώτερες ἀδυναμίες καὶ τὰ σπουδαιότερα μεθοδολογικὰ προβλήματα τῶν ἐμπειρικῶν ἐργασιῶν ποὺ ὑπάρχουν. Στὴ συνέχεια θὰ δοθοῦν πιθανὲς κατευθύνσεις γιὰ περαιτέρω ἔρευνα. Θὰ ἦταν λοιπὸν χρήσιμο νὰ ἀκολουθήσῃ μιὰ ἐπισκόπηση τῶν κυριωτέρων ἐργασιῶν ποὺ ἔχουν γίνῃ.

2. 'Επισκόπηση τῶν κυριωτέρων ἐργασιῶν

Ὁ ρόλος τῶν ἐπενδύσεων στὴν οἰκονομικὴ ἀνάπτυξη παραμένει ἕνα ἀμφισβητούμενο θέμα ἀπὸ τὶς ἀρχὲς τοῦ 1950. Μερικοὶ οἰκονομολόγοι (12) ἀρνοῦνται τὸ ρόλο τοῦ κεφαλαίου σὰν στρατηγικοῦ παράγοντα στὴν οἰκονομικὴ διαδικασία καὶ ὑποστηρίζουν ὅτι ὁ παράγων ποὺ βρίσκεται σὲ στενότητα στὴν ἀνάπτυξη εἶναι ἡ ἰκανότητα νὰ παίρνονται ἀποφάσεις. Ὁ ρόλος τῆς ἐκπαιδεύσεως καὶ τῆς τεχνικῆς προόδου σὰν πρωταρχικοῦ προσδιοριστικοῦ παράγοντα τῆς οἰκονομικῆς ἀναπτύξεως ἔχει τονισθῆ ἰδιαίτερα. Ὁ Abramovitz (1950) (1) ἔδειξε ὅτι ἕνα ποσοστὸ μεταξὺ 80 καὶ 90% τοῦ ρυθμοῦ ἀναπτύξεως τοῦ κατὰ κεφαλὴ προϊόντος γιὰ τὴν Ἀμερικανικὴ Οἰκονομία δὲν ὀφείλεται σὲ αὐξήσεις τοῦ κατὰ κεφαλὴ κεφαλαίου. Ὁ Solow (23) ἀπέδωσε τὰ 87,5% τοῦ κατὰ κεφαλὴ ρυθμοῦ αὐξήσεως τοῦ προϊόντος τῶν Η.Π.Α. κατὰ τὴν περίοδο 1909 - 49 στὴν τεχνολογικὴ μεταβολὴ καὶ τὸ ὑπόλοιπο 12,5% στὴ χρησιμοποίησιν τοῦ κεφαλαίου. Ἡ μέθοδος ὑπολογισμοῦ βασίζεται στὶς νεο-κλασσικὲς ὑποθέσεις διανομῆς τοῦ εἰσοδήματος ποὺ ἐξισώνουν τὴν τιμὴ τῶν συντελεστῶν παραγωγῆς μὲ τὴν ἐλαστικότητα τοῦ προϊόντος γιὰ τὸν ἐξεταζόμενον συντελεστὴ στὸ σημεῖο ἰσορροπίας. Ἡ συμβολὴ τοῦ «ὑπόλοιπου» βρίσκεται ἀφαιρετικὰ μὲ τὴν χρησιμοποίησιν παρατηρήσεων ποὺ ἀναφέρονται στὴ συμμετοχὴ τοῦ κεφαλαίου καὶ τῆς ἐργασίας στὸ Ἐθνικὸ προϊόν καὶ τοὺς ρυθμοὺς αὐξήσεως τοῦ κατὰ κεφαλὴ κεφαλαίου καὶ κατὰ κεφαλὴ προϊόντος*. Μ' αὐτὸν τὸ τρόπο τὸ ὑπόλοιπο ἀποδίδεται στὴν τεχνολογικὴ πρόοδος.

Πρόσφατα πολλὲς τροποποιήσεις ἔχουν εἰσαχθῆ στὴν ἀρχικὴ μέθοδος ὑπολογισμοῦ τοῦ Solow. Οἱ Denison, Kendrick καὶ ἄλλοι (17, 15/) προσπάθησαν νὰ διασπάσουν τὸ ὑπόλοιπο σὲ περισσότερα στοιχεῖα, π.χ. ρυθμοὺς αὐξήσεως, ἐπειδὴ βελτιώθηκε ἡ ποιότητα τοῦ ἐργατικοῦ δυναμικοῦ σὰν συνέπεια μεγαλύτερης καὶ καλύτερης (πιὸ προχωρημένης) ἐκπαίδευσης, ἕνα συντελεστὴ ποὺ δὲν τὸ ὑπολογίζαμε σ' ἕνα ὑπόδειγμα ὁμοιογενοῦς ἐργασίας, ἐπίσης μεταβολὲς στὴ σύνθεση τοῦ κεφαλαίου καὶ στὴν ἐνσωματωμένη τεχνικὴ πρόοδος κλπ.

Παρ' ὅλα αὐτὰ οἱ ἐκτιμήσεις σχετικὰ μὲ τὴ συμβολὴ τοῦ κεφαλαίου στὸ ρυθμὸ ἀναπτύξεως τοῦ προϊόντος γιὰ ὀρισμένες χῶρες εἶναι ἀκόμα χαμηλές. Πραγματικὰ σύμφωνα μὲ τὸν Denison ἡ σχετικὴ συμβολὴ τοῦ κεφαλαίου γιὰ τὶς χῶρες τῆς Δ. Εὐρώπης βρίσκεται ἀνάμεσα στὸ 20 - 25%. Ὁ Solow (24) χρησιμοποιώντας ἕνα ὑπόδειγμα ἐνσωματωμένης (embodied) τεχνολογικῆς προόδου βρίσκει ὅτι ἡ σταθμικὴ συμβολὴ κεφαλαιουχικοῦ ἐξοπλισμοῦ εἶναι μικρότερη ἀπὸ ἐκείνη τῆς ὀργανωτικῆς (disembodied) τεχνολογικῆς προόδου. Μιὰ ἐπιτροπὴ γιὰ τὴν Εὐρώπην (20) μελετώντας τὸ θέμα κατέληξε σ' τὸ συμπέρασμα ὅτι ὁ μετα-

* Θὰ πρέπει ἐδῶ νὰ τονισθῆ ὅτι οἱ Jorgenson καὶ Crilishes (14) κατέληξαν σὲ συμπέρασμα ποὺ ποὺ εἶναι ἐντελῶς ἀντίθετο μὲ ἐκεῖνο τοῦ Solow. Βρῆκαν ὅτι οἱ συνολικὲς εἰσοδοὺς συντελεστῶν παραγωγῆς ἐξηγοῦν τὰ 96,7% τοῦ ρυθμοῦ αὐξήσεως τοῦ κατὰ κεφαλὴ προϊόντος γιὰ τὴν οἰκονομία τῶν Η.Π.Α., δείχνοντας ἔτσι ὅτι ὁ ρόλος τῆς τεχνικῆς προόδου εἶναι ἀσήμαντος. Ὑποστηρίζουν ὅτι τὸ «ὑπόλοιπο» τελικὰ ἐξαφανίζεται ἂν οἱ ποσότητες μετρηθοῦν σωστά.

πολεμικός ρυθμός αύξησης του προϊόντος για τις χώρες της Δ. Ευρώπης έρμηνεύεται μερικά από τις εισροές του κεφαλαίου και της εργασίας — συχνά ή συμβολή είναι πολύ μικρή — και ότι ουσιαστικότεροι παράγοντες όπως ή τεχνική, ή οργάνωση ή ο άνθρωπινος παράγοντας παίζουν το σημαντικότερο ρόλο. Επίσης μελέτες που έγιναν από τους Massel, Aukrust και Reddaway (2) υποστηρίζουν αυτή την άποψη.

Παρόμοιες έρευνες για τις χώρες της Λατινικής 'Αμερικής που είναι (βασικά) υποανάπτυκτες δείχνουν ότι ή συμβολή του κεφαλαίου είναι της τάξης των 25 - 45%. Η ποσοστιαία συμβολή του κεφαλαίου στο 'Ισραήλ, που ανήκει σε ενδιάμεσο στάδιο οικονομικής ανάπτυξης είναι περίπου 35%. Πραγματικά ή εμπειρική έρευνα στο χώρο αυτό της οικονομίας είναι ελάχιστα πειστική και μερικές φορές άρνητική σχετικά με τη σπουδαιότητα του φυσικού κεφαλαίου στο ρυθμό αύξησης του προϊόντος. Αυτό ισχύει για κάθε περίπτωση έρευνας που βασίζεται σε μερικές απ' τις υποθέσεις των συναρτήσεων παραγωγής * και αφορά είτε ομάδες κρατών, είτε μεμονωμένες χώρες.

Έχοντας αυτά υπ' όψη το ερώτημα που γεννιέται είναι αν ο σχηματισμός παγίου κεφαλαίου είναι πραγματικά σημαντικός παράγοντας για το ρυθμό ανάπτυξης ή όχι όποτε θα πρέπει να του δοθ ή λιγότερο ενδιαφέρον, από άποψη οικονομικής πολιτικής. Στη συνέχεια της εργασίας αυτής θα γίνη μιá κριτική εξέταση του θέματος σε σχέση με τα μεθοδολογικά προβλήματα που προκύπτουν κατά την εμπειρική ανάλυση των μέχρι σήμερα εργασιών.

3. Νέος τρόπος για μεθοδολογική ανάλυση του προβλήματος

Οί άνεπαρκείς ένδείξεις που έχουμε και που αναφέρονται στη σπουδαιότητα του κεφαλαίου σαν προσδιοριστικού παράγοντα συνδέονται στενά με μερικές άτέλειες των προηγούμενων εργασιών (9/, 13/, 11.). Έτσι προηγούμενες μελέτες άγνόησαν το επίπεδο Οικονομικής ανάπτυξης. Ειδικότερα αναμένεται ότι ένα διαφορετικό σύνολο από επιδράσεις επηρεάζει τις οικονομίες που ανήκουν σ' ένα ενδιάμεσο στάδιο οικονομικής ανάπτυξης από εκείνες που αφορούν αναπτυγμένες ή υποανάπτυκτες οικονομίες. Πραγματικά σε μιá μελέτη του J. Pesmazoglou (21) βρέθηκε ότι ή συσσώρευση κεφαλαίου είναι ιδιαίτερα σημαντική μακροχρόνια για χώρες που βρίσκονται σε ενδιάμεσο στάδιο ανάπτυξης. Αλλά τα άποτελέσματα ** ενισχύουν την άποψη ότι μέσα στη διαδικασία της άλληλοεξαρτήσεως ο ρυθμός αύξησης της συσσωρεύσεως κεφαλαίου εξασκεί μιá προσδιοριστική επίδραση στο ρυθμό ανάπτυξης της οικονομίας. Σε ύπανάπτυκτες οικονομίες διάφορες θεσμικές μεταρρυθμίσεις, που εξαρτώνται από την ιδιομορφία καθεμιás χώρας, σχεδιάζονται για να βάλλουν σε κίνηση ή να έπεκτείνουν μιá άπλη όλοκληρωμένη οικονομία. Αυτές οι μεταρρυθμίσεις είναι δυνατόν να έχουν

* Για περισσότερες λεπτομέρειες ανατρέξτε στα δύο θαυμάσια άρθρα των Hahn and Matthews (10) Kennedy and Thirlwall (16).

** Βλ. (21) σελ. 326.

μεγαλύτερη σημασία από το σχηματισμό παγίου κεφαλαίου. Επιπρόσθετα για αναπτυγμένες χώρες θεσμικές μεταβολές που οδηγούν σε μεγαλύτερες οργανωτικές και τεχνολογικές βελτιώσεις ή κίνητρα για αυξημένη οικονομική προσπάθεια πιθανόν να είναι πολύ πιο ουσιαστικές.

Ἡ διάκριση που προαναφέραμε είναι αναμφίβολα πολύ χρήσιμη αλλά δεν είναι ἡ μοναδική ἀδυναμία τῶν προηγουμένων ἐργασιῶν. Οἱ περισσότερες ἀπὸ τὶς προηγούμενες μεθόδους που ἔγιναν γιὰ νὰ μετρήσουν τὸ ρυθμὸ ἀξίωσης τοῦ προϊόντος ἢ τὴν ἀύξηση τῆς παραγωγικότητας ἔκαναν τὴν ὑπόθεση ὅτι ὑπάρχει πλήρης ἀνταγωνισμὸς τόσο στὴν ἀγορὰ τοῦ προϊόντος ὅσο καὶ σὲ αὐτὴ τῶν συντελεστῶν παραγωγῆς. Ἀκόμα ὑπέθεσαν σταθερὲς ἀποδόσεις κλίμακος κι' ἕνα ὀρισμένο τύπο συναρτήσεως παραγωγῆς, συνήθως τῆς μορφῆς Cobb - Douglas.

Σύμφωνα μ' αὐτὸ τὸν τρόπο μετρήσεως γίνεται στάθμιση τοῦ κεφαλαίου καὶ τῆς ἐργασίας ἀπὸ τὰ παρατηρούμενα μέσα ποσοστὰ συμμετοχῆς αὐτῶν στὸ ἔθνικὸ εἰσόδημα καὶ ἔτσι εἶναι δυνατό νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἀύξηση τῆς παραγωγικότητας ἢ τῆς τεχνολογικῆς προόδου διαχρονικά.

Βέβαια τέτοιες ἀπλοποιήσεις εἶναι δυνατό νὰ δώσουν μεροληπτικὰ ἀποτελέσματα, ἂν καὶ μακροχρόνια εἶναι πιθανὸ νὰ ὑποθεθῇ ὅτι τὰ ἡμερομίσθια εἶναι ἴσα μὲ τὴν ὀριακὴ παραγωγικότητα τῆς ἐργασίας. Ὑπάρχει ὅμως σπουδαῖος λόγος νὰ πιστεῦται ὅτι οἱ ὑποθέσεις αὐτὲς τουλάχιστο βραχυχρόνια θὰ ἀδηγήσουν σὲ λάθος ἀποτέλεσμα, π.χ. σὲ ὑπανάπτυκτες ἢ σὲ οικονομίες που βρίσκονται στὸ στάδιο τῆς ἀναπτύξεως καὶ στὶς ὁποῖες ὑπάρχει πλεόνασμα ἐργατικῶν δυναμικῶν. Ἡ κυβερνητικὴ οικονομικὴ πολιτικὴ ἀντιμετωπίζει τὸ δίλημμα ἀνάμεσα σὲ μιὰ γρήγορη ἐκβιομηχάνιση που ἀπαιτεῖ μεγάλο κατὰ κεφαλὴ ρυθμὸ ἀξίσεως τοῦ σχηματισμοῦ παγίου κεφαλαίου καὶ τῆς μεγιστοποιήσεως τῆς ἀπασχολήσεως. Κάτω ἀπὸ τέτοιες συνθήκες ἕνα χαμηλὸ ἐπίπεδο πραγματικῶν μισθῶν σὰν μέσο ἀπορροφήσεως ἐργατικῶν δυναμικῶν στὴ βιομηχανία, εἶναι πολὺ δύσκολο νὰ πραγματοποιηθῇ, ἰδιαιτέρα σὲ περιπτώσεις ἰσχυρῶν ἐργατικῶν ἐνώσεων. Ἐπὶ πλέον σὲ πολλὰ ἀναπτυσσόμενες χώρες ἡ μεταφορὰ ἐργατικῶν δυναμικῶν ἀπὸ τὴ γεωργία στὴ βιομηχανία ἔχει σὰν συνέπεια μιὰ σημαντικὴ ἀύξηση τῶν ἡμερομισθίων που πιθανόν νὰ εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἐγγυημένη ἀύξηση τῆς παραγωγικότητας. Αὐτὸ πιθανόν νὰ ὀφείλεται στὸ μεγάλο κατὰ κεφαλὴ κόστος ἀστικοποίησεως (urbanization) καὶ στὴν μεγαλύτερη δύναμη τῶν ὀργανωμένων ἐργατικῶν ἐνώσεων. Σ' αὐτὲς τὶς περιπτώσεις τὰ πραγματικὰ ἡμερομίσθια δὲν ἐλαττώνονται πέρα ἀπὸ ἕνα σταθερὸ ἐπίπεδο καὶ κατὰ συνέπεια δὲν ἐξισώνονται μὲ τὴν ὀριακὴ παραγωγικότητα τῆς ἐργασίας. Ὅμοια στὴν κεφαλαιοαγορὰ μιᾶς ἀναπτυσσόμενης οικονομίας τὰ χρηματικὰ διαθέσιμα (κεφάλαια) γιὰ ἐπενδύσεις βρίσκονται σὲ στενότητα ἐξ αἰτίας τῶν ἀτελειῶν τοῦ μηχανισμοῦ τῆς μὲ ἀποτέλεσμα τὸ πραγματικὸ ἐπιτόκιο που ἐπικρατεῖ νὰ εἶναι ἀρκετὰ μεγαλύτερο ἀπὸ τὴν ὀριακὴ παραγωγικότητα τοῦ κεφαλαίου.

Κατὰ συνέπεια ἡ ὑπόθεση τῆς ἰσορροπίας στὴν ἀγορὰ γιὰ προϊόντα καὶ συντελεστὲς δυνατό νὰ ἀποτελεῖ μιὰ παραπάνω αἰτία γιὰ τὴ σχετικὰ μικρὴ ἐκτίμηση τῆς σπουδαιότητος τοῦ κεφαλαίου. Ὁ Bruno (4) που ἀντικατέστησε τὴν

αυτό πιστεύεται ότι οι μετασχηματισθείσες μεταβλητές, θα είναι λιγότερο συσχετιζόμενες. Άριστα αποτελέσματα θεωρείται ότι μπορούν να επιτευχθούν με μετασχηματισμό μερικών μεταβλητών, οι οποίες καθορίζονται με την μέθοδο των Glauber - Farrar.

Η χρησιμοποίηση όμως του τρόπου αυτού, παρουσιάζει αρκετά μειονεκτήματα. Αναλυτικότερα, με τον παραπάνω τρόπο μετασχηματισμού των μεταβλητών παραβιάζεται η άρχη του συμβιβασμού θεωρίας και κατασκευής του υποδείγματος. Ως αποτέλεσμα μπορούμε να περιμένουμε έναν έσφαλμένο προσδιορισμό (mis-specification) του υποδείγματος με τα γνωστά αποτελέσματά του, ιδιαίτερος όταν με τον παραπάνω μετασχηματισμό των μεταβλητών, δεν επηρεάζεται μόνον ο όρθος προσδιορισμός του υποδείγματος αλλά ταυτοχρόνως και η κατανομή των τυχαίων σφαλμάτων της εκτιμωμένης συναρτήσεως.

Επίσης, ο μετασχηματισμός των μεταβλητών, δυνατόν να θεωρηθή ότι επηρεάζει αρνητικά τις ιδιότητες της εκτιμήσεώς μας, όταν πρό του μετασχηματισμού, τό υπόδειγμα παρουσίαζε άλλα οικονομικά προβλήματα, όπως σφάλματα στις μεταβλητές (errors in variables).

Από τα παραπάνω δύναται να ειπωθή ότι η υιοθέτηση αυτού του τρόπου επιλύσεως του προβλήματος της πολυσυγγραμμικότητας πρέπει να γίνεται με επιφύλαξη.

3. Ανάλυση των κυριωτέρων συνιστωσών (principal component analysis)

Κατά την μέθοδο αυτή γίνεται τεχνητή ορθογωνιοποίηση (δηλ. μηδενική συσχέτιση) των έρμηνευτικών μεταβλητών⁹.

Σε γενικές γραμμές ή μέθοδος έχει ως ακόλουθος:

Ο πίνακας X των παρατηρήσεων των έρμηνευτικών μεταβλητών αντικαθίσταται από τις βασικότερες τους συνιστώσες $Z_1 \cdot \cdot \cdot Z_k$ και είναι στην ουσία τεχνητές μεταβλητές και ταυτόχρονα γραμμικοί συνδυασμοί των X_i , οι οποίοι επιλέγονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το Z_1 να έχη την μεγίστη διακύμανση και ή διακύμανση του Z_2 να μεγιστοποιείται με βάση τον δεσμό ή περιορισμό της ορθογωνιότητας μεταξύ της Z_2 και της Z_1 και ούτω καθ' έξης. Οι συνιστώσες αντιστοιχούν στις ρίζες της χαρακτηριστικής εξισώσεως του πίνακα συσχετίσεων (Correlation matrix) R , οι οποίες τίθενται σε φθίνουσα τάξη μεγέθους.

Οι σταθμικοί συντελεστές από τους οποίους με γραμμικό συνδυασμό ορίζονται οι συνιστώσες, είναι ανάλογοι των διανυσμάτων των παραπάνω ριζών της χαρακτηριστικής εξισώσεως του πίνακα R .

9. Ο τρόπος αυτός της τεχνητής ορθογωνιοποίησης (artificial orthogonalization) έπρωτάη πρώτον υπό του Kendall: A Course in Multivariate Analysis, New York: Hafner, 1957).

Ἄν ὀρίσωμε τὸν πίνακα W τοῦ ὁποίου τὰ στοιχεῖα εἶναι τὰ κανονικοποιημένα διανύσματα τῶν ριζῶν τῆς χαρακτηριστικῆς ἐξίσωσως τοῦ πίνακα R , τότε

$$Z = XW, \text{ ὅπου } W'W = I = WW' \text{ καὶ } X = ZW' + u^{10}.$$

Ἄν στὴν (1) ἐξίσωση θέσωμε ὅπου X μὲ τὸ ἴσο του, τότε:

$$Y = ZW'B + e = ZA + e$$

Εἶναι φανερό ὅτι οἱ ἐκτιμήσεις τῶν συντελεστῶν τοῦ A ποὺ προκύπτουν ἀπὸ τὴν ἐφαρμογὴ τῶν ἐλαχίστων τετραγῶνων ὀδηγοῦν σὲ ἕμμεσο ἐκτίμηση τῶν στοιχείων τοῦ B , δηλ. $\hat{B} = W\hat{A}$.

Ἡ μέθοδος αὐτὴ, ὅμως, παρουσιάζει μειονεκτήματα τὰ ὁποῖα κατὰ τὴν γνώμη τῶν Glauber καὶ Farrar τὴν καθιστοῦν ἀνίκανο νὰ ἐπιλύσῃ τὸ πρόβλημα τῆς πολυσυγγραμμικότητος. Συγκεκριμένα, διακρίνονται δύο ὑποπεριπτώσεις.

α. Σὲ περίπτωσι κατὰ τὴν ὁποία ὁ ἀριθμὸς τῶν κυριωτέρων συνιστωσῶν Z εἶναι ἴσος μὲ τὸν ἀριθμὸ τῶν γραμμικῶς ἐξηρητημένων ἐρμηνευτικῶν μεταβλητῶν (n), οἱ παραπάνω ἐκτιμήσεις τῶν παραμέτρων \hat{B} συμπίπτουν μὲ ἐκεῖνες τῆς ἀρχικῆς συναρτήσεως (1) καὶ ἄρα μπορεῖ νὰ εἰπωθῇ, ὅτι δὲν ἐπῆλθε κανένα ὀφέλος ἀπὸ τὴν ἐφαρμογὴ αὐτῆς τῆς μεθόδου. Ἐπὶ πλέον, ὅλοι οἱ εὑρεθέντες στατιστικῶς σημαντικοὶ συντελεστὲς (ἀριθμὸς κυρίων συντελεστῶν = ἀριθμὸς γραμμικῶς ἐξηρητημένων ἐρμηνευτικῶν μεταβλητῶν) λαμβάνονται ὑπ' ὄψιν ὁσάκις τὸ σύνολο τῶν μεταβλητῶν αὐτῶν δὲν παρουσιάζει ὑψηλὴ πολυσυγγραμμικότητα.

β. Στὴν ἀντίθετη περίπτωσι, ἢ ὁποία εἶναι καὶ ἡ συνηθεστέρα, ὅπου $m < n - 1$ οἱ n παράμετροι λαμβάνονται, ὅπως ἐτονίσθη παραπάνω ἀπὸ τὴν σχέσι $\hat{B} = W\hat{A}$ ἀπὸ ἕνα σύνολο ἀνεξαρτήτων μεταβλητῶν τὸ ὁποῖο χρησιμοποιεῖται στὸ ὑπόδειγμα :

$$Y = Z\hat{A} + e = (X-u)W\hat{A} + e$$

Διαπιστοῦται ἀμέσως ὅτι ἡ πληροφοριακὴ ἱκανότης τοῦ ὑποδείγματος αὐτοῦ εἶναι χαμηλότερη καὶ περισσότερο ἀπροσδιόριστη ἀπὸ ἐκεῖνη τοῦ ἀρχικοῦ συνόλου τῶν ἀνεξαρτήτων μεταβλητῶν. Καὶ αὐτό, διότι ἀφ' ἑνὸς μὲν, οἱ δημιουργούμενες τεχνητῶς μεταβλητὲς συνήθως στεροῦνται οἰκονομικῆς ἐννοίας καὶ ἀφ' ἑτέρου, ἡ τάξι τοῦ πίνακα τῶν μεταβλητῶν $X-u$ εἶναι ἴση ἢ μικρότερη - ἀλλὰ ποτὲ μεγαλύτερη - τῆς τάξεως τοῦ ἀρχικοῦ πίνακα X . Σὰν συνέπεια τῶν παραπάνω, ὁ βαθμὸς τῆς πολυσυγγραμμικότητος αὐξάνει ἀντὶ νὰ μειοῦται.

10. Τὰ τυχαῖα σφάλματα ἐνσωματώνουν τὴν παρατηρουμένη μεταβλητικότητα τοῦ δείγματος, ἢ ὁποία σὲ περιπτώσεις ὅπου ὁ ἀριθμὸς τῶν συνιστωσῶν (components) m καὶ ὁ ἀριθμὸς n τῶν γραμμικῶς ἐξηρητημένων μεταβλητῶν τοῦ πίνακα X συμπίπτουν, εἶναι ἀμελητέα.

Παρά τὸ παραπάνω μειονέκτημα, ἡ ἀπώλεια τῆς πληροφοριακῆς ἱκανότητος, ἢ ὅποια ἐπέρχεται ἀπὸ τὴν τεχνητὴ ὀρθογωνιοποίηση¹¹ συντελεῖ συχνότατα σὲ καλύτερη ἐκτίμηση (χαμηλότερο σφάλμα τετραγώνου) τῶν παραμέτρων τοῦ ἀρχικοῦ ὑποδείγματος, ἢ ὅποια σὲ τελικὴ ἀνάλυση δὲν ἔχει καμμιά σχέση μετὰ τὴν οικονομικὴ διερεύνηση τῶν τεχνητῶν μεταβλητῶν. Ἡ ὑπεροχὴ τῆς μεθόδου αὐτῆς σὲ σύγκριση μετὰ τὴν μέθοδο τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων (M.E.T.) γίνεται περισσότερο ἀντιληπτὴ, (α) ὅσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ συσχέτιση τῶν ἐρμηνευτικῶν μεταβλητῶν, (β) ὅσο μικρότερος εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν παρατηρήσεων, καὶ (γ) ὅσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ ἀνομοιογένεια τῶν ἀληθῶν τιμῶν τῶν συντελεστῶν παλινδρομήσεως.

Βασικότερα μειονεκτήματα τῆς μεθόδου τῶν κυριωτέρων συνιστωσῶν (principal components analysis) μπορεῖ νὰ θεωρηθοῦν :

(α) Τὸ κόστος ποῦ ἐπάγει ὁ ὄγκος τῶν ὑπολογισμῶν.

(β) Ἡ ὑπάρχουσα αὐθαιρεσία στὴν ἐπιλογὴ τῶν κυριωτέρων συνιστωσῶν ἐφ' ὅσον ὑπάρχουν περισσότερες τῆς μιᾶς μέθοδοι ἐπιλογῆς τῶν εὐρισκομένων ἐν χρήσει συνιστωσῶν. Μεταξὺ τῶν μεθόδων αὐτῶν περιλαμβάνονται:

i. Ἡ μέθοδος τῆς συνιστώσης μετὰ τὴν μεγαλύτερη διακύμανση καὶ ἄρα ἀπόρριψη ἐκείνων μετὰ τὴν μικρότερη διακύμανση. Κατὰ τὴν μέθοδο αὐτὴ ἡ αὐθαιρετος ἐπιλογὴ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν συνιστωσῶν ἀποτελεῖ πηγὴ προσθέτων σφαλμάτων τὰ ὅποια ἐπηρεάζουν τὰ τελικὰ ἀποτελέσματα.

ii. Ἡ μέθοδος ἐπιλογῆς τῶν συνιστωσῶν ἐκείνων τῶν ὁποίων οἱ ἀντίστοιχοι παράμετροι A εἶναι στατιστικῶς διάφοροι τοῦ μηδενός.

iii. Τέλος, ἡ μέθοδος τῆς ἐπιλογῆς τῶν συνιστωσῶν ἐκείνων οἱ ὁποῖες ἐπιφέρουν μείωση στὸ μέσο σφάλμα τετραγώνου συγκεκριμένης ἐκτιμῆσεως τῆς στήλης - πίνακος τοῦ B.

4. Ἡ χρησιμοποίηση ἐξωτερικῶν πληροφοριῶν

Ἡ εὐρέως γνωστὴ¹² μέθοδος τῆς χρησιμοποίησεως ἐξωτερικῶν πληροφοριῶν συνίσταται εἴτε στὸν συνδυασμὸ στατιστικῶν δεδομένων ὀρισμένου τύπου π.χ. διατομεακὰ ἢ διαστρωματικὰ δεδομένα, (cross - section data) μετὰ τὰ ἤδη χρησιμοποιούμενα δεδομένα εἴτε στὴν ἐπιβολὴ (a priori) περιορισμῶν ἐπὶ τῶν συντελεστῶν τοῦ ὑποδείγματος ποῦ πρόκειται νὰ ἐκτιμῆσωμε. Ἡ δυνατότης, ὅμως, ἐφαρμογῆς τῆς πρώτης μορφῆς χρησιμοποίησεως ἐξωτερικῶν πληροφοριῶν σάν συνέπεια ἀφ' ἐνός μὲν τῆς ἐλλείψεως προσθέτων δεδομένων καὶ ἀφ' ἑτέρου, τῆς ἐμφανίσεως προβλημάτων ἀπὸ τὸν συνδυασμὸ τῶν διαφόρου τύπου δεδομένων¹³, εἶναι περιορισμένη.

Γι' αὐτὸ, πιὸ ἐνδεδειγμένη, κρίνεται ἐν προκειμένῳ, ἡ ἐπιβολὴ περιορισμῶν ἐπὶ τῶν συντελεστῶν παλινδρομήσεως. Ἡ μορφή αὐτὴ χρησιμοποίησεως ἐξωτε-

11. McCallum, B. T. : «Artificial Orthogonalization in Regression Analysis», *Restat.*, 1970, p. 110 - 113.

12. Goldberger, A. S. *Econometric Theory* (New York: Wiley, 1964).

13. Wallace T. D. and Hussain A. «The Use of Error Components Models in Combining Gross-Section with Time-Series Data», *Econometrica*, 1969, pp. 55 - 72.

ρικῶν πληροφοριῶν, ἐπιτυγχάνεται (α) μὲ προκαθορισμὸ τῆς ἀληθινῆς τιμῆς ἑνὸς ἢ περισσοτέρων συντελεστῶν παλινδρομήσεως, (β) μὲ καθορισμὸ ἑνὸς διαστήματος ἐμπιστοσύνης στὸ ὁποῖο ἀναμένεται νὰ βρῆσκειται ἡ τιμὴ τοῦ ἐκτιμωμένου (ω) συντελεστοῦ (ῶν) παλινδρομήσεως καὶ (γ) μὲ τὸν προσδιορισμὸ σταθερᾶς σχέσεως μεταξὺ τῶν συντελεστῶν παλινδρομήσεως.

Συνοπτικὴ περιγραφὴ καθ' ἑνὸς τῶν παραπάνω τριῶν τρόπων ἐπιβολῆς περιορισμοῦ ἐπὶ τῶν συντελεστῶν παλινδρομήσεως, δίδεται ἀμέσως κατωτέρω.

α. Στὸ πολυμεταβλητὸ ὑπόδειγμα $Y_t = a + \beta X_{1t} + \gamma X_{2t} + \varepsilon_t$ ὅπου ἐμφανίζεται γραμμικὴ ἐξάρτηση μεταξὺ τῶν μεταβλητῶν X_1 καὶ X_2 , ἡ γνώση a priori τῆς παραμέτρου β ἐπιτρέπει τὴν ἐκτίμηση τῶν παραμέτρων a καὶ γ τοῦ ὑποδείγματος,

$$\hat{Y}_t = a + \gamma X_{2t} + \varepsilon_t$$

$$\hat{Y}_t = Y_t - \hat{\beta} X_{1t}$$

μὲ τὴν μέθοδο τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων.

β. Ἡ ἀνάλυση τοῦ δευτέρου τρόπου ἐπιβολῆς περιορισμῶν ἐπὶ τῶν συντελεστῶν παλινδρομήσεως δηλ. a priori ἀνισότητος ἢ γραμμικοῦ συνδυασμοῦ τῶν συντελεστῶν παλινδρομήσεως, δίδεται ἀπὸ τοὺς Theil καὶ Goldberger¹⁴. Τονίζεται ἐν προκειμένῳ, ὅτι ὅσο στενωτέρω εἶναι τὰ διαστήματα μέσα στὰ ὁποῖα προβλέπεται νὰ εὐρίσκειται ὁ συντελεστὴς παλινδρομήσεως τόσο πρὸς ἀνάγκη γίνεται ἡ πληροφορία ἢ ἡ ἐνσωμάτωσις τῆς στὰ ἐμπειρικὰ μας δεδομένα.

Στὴν ἀκραία περίπτωσις τὸ διάστημα ἐμπιστοσύνης γίνεται μηδὲν καὶ ὁ περιορισμὸς τῆς ἀνισότητος μεταβάλλεται σὲ καθορισμὸ σημείου ἢ τιμῆς τοῦ συντελεστοῦ παλινδρομήσεως. Στὴν περίπτωσις αὕτη, ὁ περιορισμὸς δύναται νὰ χρησιμοποιηθῆ γιὰ νὰ ἐξαλείψῃ μέρος ἀπὸ τὸ διάνυσμα-στήλη τῶν συντελεστῶν παλινδρομήσεως καὶ ἡ μέθοδος τῶν ἐλαχίστων τετραγώνων, δύναται νὰ ἐφαρμοσθῆ στὴν «παράγωγο» ἐξίσωσις¹⁵.

γ. Τέλος, κατὰ τὸν τρίτο καὶ τελευταῖο τρόπο ἐπιβολῆς περιορισμῶν ἐπὶ τῶν συντελεστῶν παλινδρομήσεως, δηλ. τῆς ἐπιβολῆς γραμμικοῦ περιορισμοῦ μεταξὺ δύο ἢ περισσοτέρων συντελεστῶν παλινδρομήσεως, ἔχομε:

ὅταν δίδεται τὸ ὑπόδειγμα :

$$Y_t = a + \beta X_{1t} + \gamma X_{2t} + \varepsilon_t \quad (1)$$

καὶ ἡ a priori πληροφορία ὅτι $\beta + \gamma = 1$

τὸ ὑπόδειγμα (1) γίνεται :

14. Theil, H. and Goldberger, A. S. «On Pure and Mixed Statistical Estimation in Economics» IER, 1961, 2, pp. 65-78.

15. Γιὰ περαιτέρω γνώση ἐπιλύσεως τοῦ προβλήματος ἐκτιμήσεων τῶν παραμέτρων, ὅταν ὁ περιορισμὸς «ἀνισότητος» ἐπιβάλλεται, ἴδε Judge and Takayama «Inequality restrictions in regression analysis» J.A.S.A., 1966, 61, pp. 166-181.

11. T. P. Hill, «Growth and Investment According to International Comparisons», *Economic Journal*, Vol. 72, June 1962, p.p. 287 - 304.
12. A. O. Hirshman, *The Strategy of Economic Development*, Yale Studies in Economics, New Haven, Yale University Press, 1958.
13. D. W. Johnson and J. S. Chiu, «Growth and Investment According to International Comparisons: A Comment», as well as T. P. Hill's Reply in *Economic Journal*, Vol. 75, Sept. 1965, p. 628.
14. D. W. Jorgenson and Z. Griliches, «The Explanation of Productivity Change» *Review of Economic Studies*, Vol. 34, July 1967, p.p. 249 - 83.
15. J. W. Kendrick, *Productivity Trends in the United States*, Princeton U. P. 1961.
16. C. Kennedy and A. P. Thrilwall, «Surveys in applied economics: Technical Progress», *Economic Journal*, Vol. 82, March 1972, p.p. 11 - 72.
17. A. Lamfalussy, *The United Kingdom and the Six: An Essay on Economic Growth in Western Europe*, Honewood III, Richard II, Richard Irwin 1963.
18. B. Massel, «Is investment really important», *Metroeconomica*, Vol. 14, 1962 p.p. 65 - 85.
19. T. Morgan, «Investment versus Economic Growth» *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 17, No 13, 1968, p.p. 332 - 414.
20. N. Nadizi, «Some approaches of the Theory and Measurement of Total Factor Productivity: A Survey», *Journal of Economic Literature*, 8 Dec. 1974, p.p. 1137 - 1177.
21. J. Pasmazoglou, «Growth, Investment and Saving Ratios: Some Long and Medium Term Associations by Groups of Countries», *Bulletin of the Oxford University, Institute of Economics and Statistics*, Vol. 34, Nov. 1972, p.p. 309 - 328.
22. W. B. Reddaway, «Progress in British Manufacturing Industries in the Period 1948-60», *Economic Journal*, Vol. 70, March 1960.
23. R. M. Solow, «Technical Change and the aggregate Production function», *Rev. of Econ. and Statistics*, Vol. 39, 1957, p.p. 312 - 320.
24. R. M. Solow, «Technical Progress, Capital Formation and Economic Growth», *The Amer. Econom. Review, Papers and Proc.*, Vol. 52, 1962, p.p. 76 - 86.
25. T. W. Swom, «Economic Growth and Capital Accumulation» *Economic Record*, Vol. 32, Nov. 1956, p.p. 334 - 61.
26. U. N. Eco. Comm. for Europe: «A study of development in Europe during the Nineteen-Fifties» *Mimeo. Econ. Advisers, Conf. / 13 dated 2 March, 1961.*