

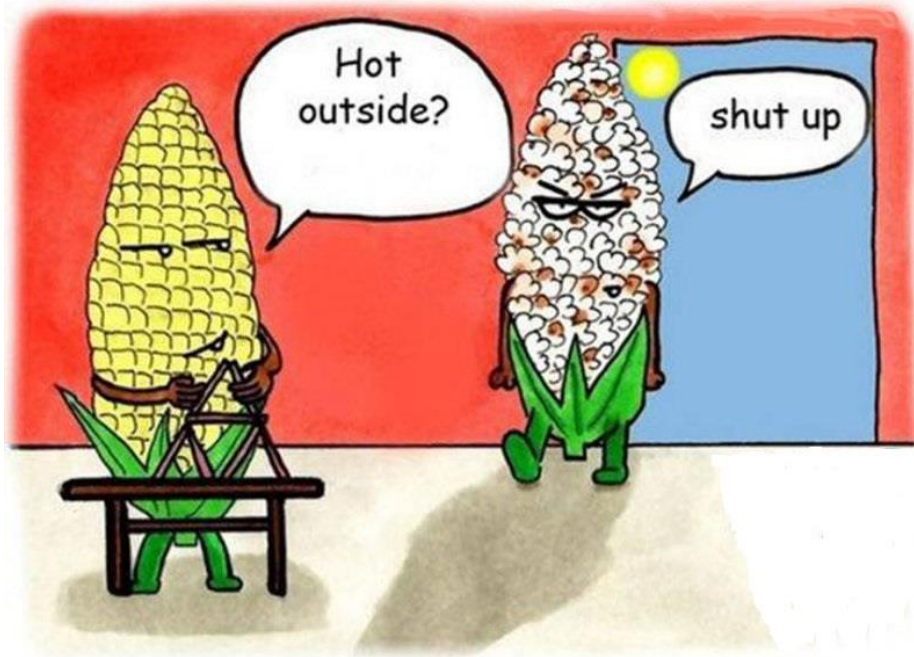


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Μελέτη στατιστικών χαρακτηριστικών και
έλεγχος πιθανής ετεροσυσχέτισης τιμών αγροτικών
προϊόντων και θερμοκρασιών**



Κουρτσεάκ Στελιάν

Επιβλέπων: Δημήτρης Κουτσογιάννης, καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάιος 2014

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Δημήτρη Κουτσογιάννη, καθηγητή Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, ο οποίος υπήρξε ο επιβλέπων καθηγητής αυτής της εργασίας, για την σημαντική βοήθεια και τις πολύτιμες συμβουλές.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Δρ. Σίμωνα-Μιχαήλ Παπαλεξίου για το γεγονός πως από την αρχή μέχρι το τέλος αυτής της εργασίας ήταν συνεχώς κοντά μας, μας καθοδηγούσε και μας βοηθούσε με όποιον τρόπο μπορούσε, έχοντας ως μοναδικό κίνητρο την αστείρευτη επιστημονική του περιέργεια. Χωρίς την συμβολή του θα ήταν αδύνατη η εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την συνάδελφο-συνεργάτη και κυρίως φίλη Βασιλεία Βασιλάκη για την άψογη και πολύ εποικοδομητική συνεργασία που είχαμε και για το γεγονός πως όποια ζητήματα και εμπόδια προέκυψαν τα αντιμετωπίσαμε μαζί με πνεύμα κατανόησης και αλληλοβοήθειας.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο Δρ. Γιώργο Καρακατσάνη για την πολύτιμη βοήθεια με τους οικονομικούς όρους και έννοιες, πεδίο άγνωστο για τους περισσότερους που συνέλαβαν στην πραγματοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας, κάτι το οποίο κάνει την βοήθεια του ακόμα πιο πολύτιμη.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την υποστήριξη που μου προσέφεραν σε όλη την διάρκεια της φοίτησης μου και ελπίζω η πορεία μου να δικαιώσει τους μεγάλους κόπους και τις αμέτρητες θυσίες που έχουν κάνει για μένα.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	i
Περιεχόμενα.....	ii
Περίληψη.....	v
Abstract.....	vi
1 Εισαγωγή.....	1
1.1 Υπόθεση έρευνας.....	1
1.2 Δεδομένα.....	1
1.3 Διάρθρωση της εργασίας.....	2
2 Οικονομικές Μεταβλητές.....	4
2.1 Εισαγωγή.....	4
2.2 Θεμελιώδη οικονομικά στοιχεία.....	5
2.2.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή ενός αγροτικού προϊόντος.....	8
2.2.2 Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης (Futures).....	9
2.2.3 Σχέση τιμών προϊόντων και Σ.Μ.Ε.....	12
2.3 Συλλογή Δεδομένων.....	13
2.3.1 Τιμές που έλαβαν οι αγρότες.....	14
2.3.2 Τιμές Σ.Μ.Ε.....	15
2.4 Σόγια.....	15
2.5 Καλαμπόκι.....	16
2.6 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων.....	18
2.6.1 Δείκτης αποπληθωρισμού CPI.....	18
2.6.2 Μέση τιμή και τυπική απόκλιση.....	18

2.6.3	Συντελεστής συσχέτισης	20
2.6.4	L-ροπές για την προσαρμογή θεωρητικής κατανομής	23
2.6.5	Συντελεστής Hurst.....	26
3	Γεωφυσικές μεταβλητές	29
3.1	Εισαγωγή.....	29
3.1.1	Η αύξηση της θερμοκρασίας στις Η.Π.Α.....	29
3.1.2	Οι καύσωνες στις Η.Π.Α.....	31
3.2	Δεδομένα.....	31
3.2.1	Συλλογή δεδομένων	31
3.2.2	Επεξεργασία δεδομένων.....	34
3.3	Στατιστική ανάλυση των δεδομένων	35
3.3.1	Στατιστικά μέτρα θερμοκρασιών	35
3.3.2	Δομή αυτοσυσχέτισης	36
3.3.3	L-ροπές για την προσαρμογή της θεωρητικής κατανομής.....	37
4	Συνδυαστική ανάλυση οικονομικών και γεωφυσικών μεταβλητών.....	39
4.1	Εισαγωγή.....	39
4.1.1	Δείκτες και όρια ακραίων θερμοκρασιών	40
4.1.2	Κλιματική αλλαγή και αγροτική παραγωγή.....	41
4.2	Δεδομένα.....	43
4.3	Στατιστική ανάλυση των δεδομένων	45
4.3.1	Συσχέτιση μέγιστων μηνιαίων θερμοκρασιών και τιμών.....	45
4.3.2	Σύγκριση ακραίων μεταβλητών θερμοκρασίας και τιμών	46
5	Συμπεράσματα.....	51
5.1	Η ανάλυση των τιμών	51
5.2	Η ανάλυση των θερμοκρασιών	52
5.3	Συνδυαστική ανάλυση τιμών και θερμοκρασιών.....	52

Αναφορές.....	54
Παράρτημα Α Συντελεστής συσχέτισης.....	60
Παράρτημα Β Στατιστικά μέτρα δεδομένων.....	65
Παράρτημα C L-ροπές.....	75
Παράρτημα D Χειρισμός κατανομών.....	80
Παράρτημα Ε Πίνακες κατάταξης τιμών και μεταβλητών θερμοκρασίας.....	84
Παράρτημα F Παρουσίαση ακραίων μεταβλητών θερμοκρασίας	93
Παράρτημα G Υπολογισμός συντελεστή Hurst	96

Περίληψη

Οι τιμές των αγροτικών προϊόντων καθορίζονται από πολλούς παράγοντες και από πολύπλοκους μηχανισμούς όπως είναι οι θεμελιώδεις νόμοι προσφοράς και ζήτησης, οι συμφωνίες μεταξύ κρατών όσον αφορά τις εισαγωγές-εξαγωγές, η διαπραγμάτευση τους σε διεθνή χρηματιστήρια, το κόστος των πρώτων υλών κ.ά. Η προσφορά επηρεάζεται από τις συνθήκες καλλιέργειας που περιλαμβάνει πολλές παραμέτρους: καλλιεργούμενη έκταση, το είδος των σπόρων, συνθήκες άρδευσης, ποιότητα και υγρασία εδάφους, ζιζάνια και ασθένειες, λιπάσματα και κυρίως οι καιρικές συνθήκες (κατακρημνίσεις, θερμοκρασία και ηλιακή ακτινοβολία). Όπως γίνεται φανερό, οι θερμοκρασίες αποτελούν έναν από τους πολλούς παράγοντες που τελικώς επηρεάζουν την τιμή ενός αγροτικού προϊόντος και στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας διερευνήθηκε η συσχέτιση μεταξύ των 2 μεταβλητών. Επιπλέον, αναλύθηκαν ιστορικές χρονοσειρές τιμών σόγιας και καλαμποκιού και θερμοκρασιών στην περιοχή παραγωγής τους. Από την ανάλυση προκύπτει το συμπέρασμα πως η συσχέτιση μεταξύ τιμών και θερμοκρασιών είναι πολύ ασθενής και περιορίζεται σε κάποιες συγκεκριμένες χρονικές περιόδους.

Abstract

The prices of agricultural products are determined by many factors and complex mechanisms such as the fundamental laws of demand and supply, the agreements between governments concerning imports and exports, trading in international stock markets, the cost of raw materials etc. The supply is influenced by cultivation conditions that include many parameters: harvested area, the seeds, irrigation conditions, soil quality and moisture, weeds and diseases, fertilizers and mainly the weather conditions (precipitation, temperature and solar radiation). As can be seen, the temperatures are one of the many factors that ultimately affect the price of an agricultural product and the purpose of this thesis is to investigate the possible correlation between the two variables. Furthermore, historical time series of the prices of soybean and corn and the temperatures in the region of their production are analyzed. A general conclusion is that the correlation between prices and temperatures is very weak and limited to some specific periods.

1 Εισαγωγή

1.1 Υπόθεση έρευνας

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας σχετίζεται με την συζήτηση που έχει ξεκινήσει εδώ και μερικές δεκαετίες και έχει ενταθεί τα τελευταία χρόνια και αφορά την συμβολή των καιρικών συνθηκών στον καθορισμό των τιμών αγροτικών προϊόντων. Οι μεγάλες αυξήσεις βασικών ειδών διατροφής που παρατηρήθηκαν το 2007 και το 2008 προκάλεσαν ένα νέο γύρο συζητήσεων για τα αίτια αυτών των μεγάλων αυξήσεων, που σε πολλές περιπτώσεις αποδίδονταν με έναν ιδιαίτερα εύκολο τρόπο στις καιρικές συνθήκες. Στα πλαίσια αυτής της συζήτησης, διερευνήθηκε η πιθανή συσχέτιση μεταξύ των τιμών σόγιας και καλαμποκιού που έλαβαν οι αγρότες αλλά και τιμών futures που διαπραγματεύονται στα χρηματιστήρια με τις θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στην περιοχή παραγωγή τους.

Παράλληλα, έγινε στατιστική ανάλυση ιστορικών χρονοσειρών τιμών και θερμοκρασιών από την οποία προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα για τις στατιστικές ιδιότητες των συγκεκριμένων μεταβλητών. Οι κύριοι στόχοι της στατιστικής ανάλυσης ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο ο αποπληθωρισμός των τιμών μεταβάλλει τις ιδιότητες των χρονοσειρών, η μελέτη της δομής αυτοσυσχέτισης, η προσαρμογή θεωρητικής κατανομής με τη μέθοδο των L ροπών και η ύπαρξη εμμονής των οικονομικών μεταβλητών με τον υπολογισμό του συντελεστή Hurst.

1.2 Δεδομένα

Τα πρωτογενή δεδομένα που απαιτούνταν για την διερεύνηση πιθανής συσχέτισης μεταξύ τιμών αγροτικών προϊόντων και θερμοκρασιών, ήταν χρονοσειρές μέσων μηνιαίων τιμών και μέγιστων θερμοκρασιών που να αντιστοιχούν στην περιοχή παραγωγής των συγκεκριμένων προϊόντων.

Οι χρονοσειρές οικονομικών μεταβλητών περιλαμβάνουν μέσες μηνιαίες τιμές σόγιας και καλαμποκιού που παρέλαβαν οι αγρότες στις Η.Π.Α. και μέσες μηνιαίες τιμές Συμβολαίων Μελλοντικής Εκπλήρωσης που διαπραγματεύονται στο Chicago Board of Trade (CBOT), το μεγαλύτερο χρηματιστήριο παραγωγών για εμπορεύματα. Το μήκος των χρονοσειρών είναι

43 χρόνια (1969-2012), πρόκειται για ονομαστικές τιμές που αποπληθωρίστηκαν χρησιμοποιώντας τον δείκτη CPI (Consumers Price Index) και η ενιαία μονάδα μέτρησης όλων των τιμών ήταν δολάρια ανά μόδια (\$/bu).

Όσον αφορά τις γεωφυσικές μεταβλητές, υπήρχε διαθέσιμη μια τεράστια βάση δεδομένων από σταθμούς των Ηνωμένων Πολιτειών. Για τους σκοπούς της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από 200 σταθμούς που ήταν κατανεμημένοι στις περιοχές παραγωγής σόγιας και καλαμποκιού και το μήκος των χρονοσειρών κυμαινόταν από 115 έως 60 περίπου χρόνια. Τα αρχικά δεδομένα ήταν χρονοσειρές μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών από τα οποία υπολογίστηκαν οι μέγιστες μηνιαίες θερμοκρασίες με την προϋπόθεση πως για κάθε μήνα δεν έλειπαν πάνω από το $\frac{1}{4}$ των δεδομένων (7 ημέρες). Επίσης, στην ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν χρονοσειρές μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας Ιουνίου, Ιουλίου, Αυγούστου στο Corn Belt και στο Soybean Belt, περιόδου αναφοράς 1900-2012. Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν και χρονοσειρές ποσοστών της περιοχής του Ohio Valley όπου παρατηρήθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του καλοκαιριού (Ιούνιος-Αύγουστος).

1.3 Διάρθρωση της εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από πέντε Κεφάλαια και επτά Παραρτήματα. Το παρόν εισαγωγικό κεφάλαιο (Κεφάλαιο 1), οριοθετεί το στόχο της εργασίας και περιγράφει τα δεδομένα που απαιτήθηκαν για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης έρευνας.

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζονται θεμελιώδεις οικονομικά στοιχεία όπως είναι οι παράγοντες που καθορίζουν τις τιμές των αγροτικών προϊόντων, τα Συμβόλαια Μελλοντικής εκπλήρωσης και η σχέση τους με τις σποτ τιμές. Επίσης παρουσιάζονται κάποια γενικά στοιχεία για το καλαμπόκι και την σόγια και στην συνέχεια ακολουθεί η στατιστική ανάλυση των οικονομικών χρονοσειρών.

Στο Κεφάλαιο 3, αρχικά παρουσιάζεται μια γενική εικόνα των θερμοκρασιών που επικρατούν στις Η.Π.Α. και η χρονική και χωρική κατανομή των μεταβολών τους τον τελευταίο αιώνα. Στην συνέχεια εξηγείται η διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων και ακολουθεί η στατιστική ανάλυση τους.

Στο Κεφάλαιο 4 πραγματοποιείται η βασική ανάλυση της συγκεκριμένης εργασίας που είναι η διερεύνηση της πιθανής συσχέτισης τιμών αγροτικών προϊόντων και μεταβλητών θερμοκρασιών.

Στο τελευταίο κεφάλαιο αυτής της εργασίας, το Κεφάλαιο 5, συνοψίζονται τα συμπεράσματα της όλης έρευνας.

Στο Παράρτημα Α παρουσιάζονται όλα τα διαγράμματα με τον συντελεστή συσχέτισης που έχει υπολογιστεί κατά την διάρκεια της ανάλυσης.

Στο Παράρτημα Β παρουσιάζονται όλα τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των τιμών σόγιας και καλαμποκιού και των μέγιστων μηνιαίων θερμοκρασιών της περιοχής παραγωγής τους.

Στο Παράρτημα C παρουσιάζονται τα διαγράμματα L-κύρτωσης έναντι L-ασυμμετρίας των μέγιστων μηνιαίων θερμοκρασιών που προέκυψαν από την ανάλυση των 200 σταθμών.

Στο παράρτημα D δίνονται οι απαραίτητες εξισώσεις για τον χειρισμό των κατανομών και για την κατασκευή γραφημάτων L-αναλογιών.

Στο παράρτημα Ε παρουσιάζονται οι πίνακες φθίνουσας κατάταξης των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου στο Corn Belt και στο Soybean Belt και εμφάνιση ακραίων μέγιστων θερμοκρασιών στο Ohio Valley με τις μεταβολές των τιμών σόγιας και καλαμποκιού τους αντίστοιχους μήνες.

Στο Παράρτημα F παρουσιάζονται οι 10 μεγαλύτερες μεταβλητές που περιγράφονται στην πιο πάνω παράγραφο σε διάγραμμα τιμών αγροτικών προϊόντων.

Στο παράρτημα G παρουσιάζονται τα διαγράμματα υπολογισμού του συντελεστή Hurst.

2 Οικονομικές Μεταβλητές¹

Στο κεφάλαιο 2 αρχικά παρουσιάζονται εισαγωγικά στοιχεία που αφορούν στις τιμές των αγροτικών προϊόντων όπως είναι οι θεμελιώδεις νόμοι της προσφοράς και της ζήτησης που τις καθορίζουν, από ποιους παράγοντες εξαρτώνται καθώς και κάποια γενικά στατιστικά χαρακτηριστικά όπως αναφέρονται στην βιβλιογραφία. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση και η διαδικασία εύρεσης τους και τέλος η στατιστική ανάλυση και τα συμπεράσματα που προκύπτουν.

2.1 Εισαγωγή

«Οι τιμές μεταβάλλονται συνεχώς. Μεταβάλλονται από ώρα σε ώρα, από μέρα σε μέρα, από εποχή σε εποχή και από έτος σε έτος. Κάθε αλλαγή επηρεάζει τις σχέσεις των ανθρώπων, των κοινωνικών ομάδων και των κρατών... Πολλοί παράγοντες συνδυάζονται για να κάνουν τις τιμές αυτό που είναι... Οι τιμές αποτελούν και το αίτιο και το αποτέλεσμα. Οι αιτίες μπορούν να αναλυθούν όπως ακριβώς οποιαδήποτε ουσία μπορεί να αναλυθεί χημικά και η αναλογία κάθε αιτίας τελικώς να καθοριστεί. Η επιστήμη της ανάλυσης των τιμών είναι ακόμα καινούρια αλλά έχει αναπτυχθεί αρκετά ώστε να είναι πολύτιμη.» (Warren & Pearson, 1933)

Ο 20^{ος} αιώνας δεν αποτελεί παρά τον τελευταίο παρατηρητή των συνεπειών αλλά και της σημασίας των διακυμάνσεων στις τιμές των αγροτικών προϊόντων. Όπως αναφέρει και ο Fisher (1996), αρχαία αγαθών έχουν ανακαλυφθεί από τους αρχαίους πολιτισμούς της Ινδίας, της Μεσοποταμίας, της Ελλάδας και της Ρώμης και μάλιστα κάποια από αυτά τα αρχαία χρονολογούνται από το 1800 π.χ. Εδώ αξίζει να σημειωθεί το παράδειγμα του Θαλή του Μιλήσιου (624 π.Χ. - 548 π.Χ.) στην Αρχαία Ελλάδα. «Ο κόσμος κορόιδευε το φιλόσοφο Θαλή το Μιλήσιο επειδή ήταν φτωχός, κάτι που κατά τους ίδιους σήμαινε πως η φιλοσοφία οδηγούσε σε αδιέξοδο. Ο Θαλής όμως τους απέδειξε πως είχαν άδικο. Κάποιο χειμώνα, οι θέσεις και κινήσεις των άστρων βοήθησαν τον Θαλή να προβλέψει ότι η συγκομιδή ελιάς το επόμενο φθινόπωρο θα ήταν ιδιαίτερα μεγάλη. Μάζεψε κάποιες οικονομίες που είχε και πήγε κρυφά σε όλα τα ελαιοτριβεία της περιοχής. Σε κάθε ένα από αυτά άφησε ένα ποσό έναντι της εγγύησης ότι θα είχε, αν το ήθελε, προτεραιότητα το επόμενο φθινόπωρο. Κατάφερε να

¹Το κεφάλαιο αυτό εκπονήθηκε από κοινού με την Βασιλεία Βασιλάκη σε παράλληλη διπλωματική εργασία (Βασιλάκη, 2014).

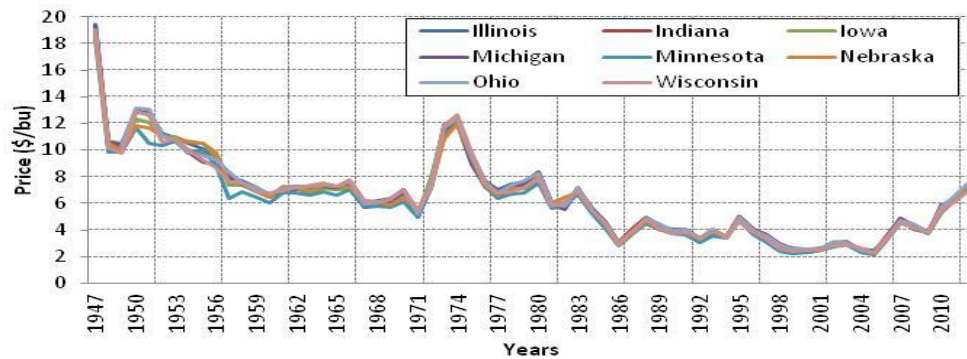
το κάνει αυτό με πολύ χαμηλές τιμές, γιατί η συγκομιδή ήταν ακόμη εννιά μήνες μακριά και ούτως ή άλλως, ποιος θα μπορούσε τότε να προβλέψει αν η σοδειά θα ήταν μεγάλη ή μικρή; Όταν έφτασε ο καιρός για τη συγκομιδή, η οποία πράγματι ήταν μεγάλη, και όλα τα ελαιοτριβεία ταυτόχρονα είχαν πολύ μεγάλη ζήτηση, ο Θαλής πούλησε τα δικαιώματα χρήσης που είχε, σε τιμές πολύ πιο υψηλές από ότι τα είχε αγοράσει. Με τον τρόπο αυτό κατόρθωσε να κερδίσει ένα μεγάλο χρηματικό ποσό. Απέδειξε έτσι στον κόσμο ότι και οι φιλόσοφοι θα μπορούσαν να είναι πλούσιοι αν το επιθυμούσαν, αλλά οι φιλοδοξίες τους ήταν εντελώς διαφορετικής φύσης.» Ήδη από τις αρχές του 12^{ου} αι. υπάρχουν χρονοσειρές τιμών αγροτικών προϊόντων με αρκετά ικανοποιητική ακρίβεια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η έρευνα των Granger and Elliott (1967), οι οποίοι μελέτησαν χρονοσειρές τιμών σιτηρών του 18^{ου} αι.

Εκτεταμένη έρευνα στις σχέσεις μεταξύ προσφοράς και ζήτησης των αγροτικών προϊόντων και της τιμής τους στα πλαίσια των αγορών ξεκίνησε τον 20^ο αι. Ουσιαστικά μέσω των ερευνών που πραγματοποιήθηκαν, χρησιμοποιήθηκαν ιστορικές καταγραφές τιμών στις αγορές, εξηγήθηκαν οι τιμές των αγροτικών προϊόντων, αξιολογήθηκαν οι αγροτικές πολιτικές και έγινε προσπάθεια πρόβλεψης τιμών αγροτικών προϊόντων. Παράλληλα στις αρχές του αιώνα πραγματοποιήθηκαν και οι πρώτες εφαρμογές μεθόδων στατιστικής ανάλυσης στις χρονοσειρές. Στην πραγματικότητα η μελέτη των τιμών αποτελεί ένα από τα ελάχιστα οικονομικά πεδία στο οποίο η θεωρία έχει προκύψει από ιστορικά δεδομένα. Αποκορύφωμα των ερευνών αποτελεί η εργασία των Engle & Granger (1987), για την οποία και απέσπασαν το βραβείο Nobel Οικονομικών το 2003, λόγω της συμβολής του στην οικονομετρία χρονοσειρών, συμπεριλαμβανομένων εφαρμογών στις τιμές των αγαθών.

2.2 Θεμελιώδη οικονομικά στοιχεία

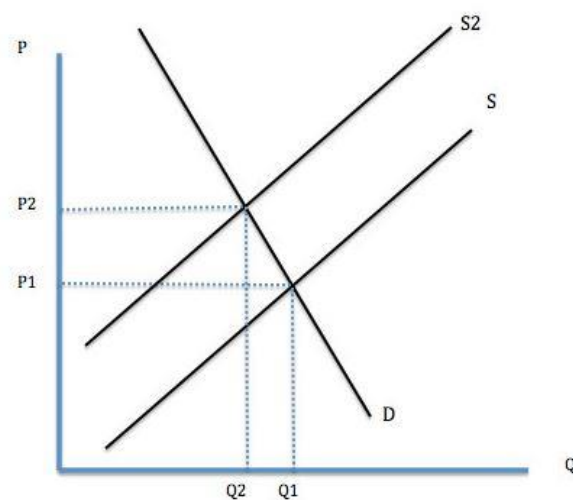
Η μελέτη της συμπεριφοράς των τιμών των αγροτικών προϊόντων είναι εξαιρετικά σημαντική κυρίως για την οικονομική πολιτική που θα ακολουθήσουν οι λιγότερο αναπτυγμένες χώρες που εξαρτώνται από τις εξαγωγές κάποιων βασικών προϊόντων (Deaton & Laroque, 1990), καθώς θα επηρεάσει σημαντικά την συνολική τους δαπάνη σε σχέση με τον περιορισμένο προϋπολογισμό τους. Ένα χαρακτηριστικό αποτελεί ότι είναι ιδιαίτερα ασταθείς καθώς χαρακτηρίζονται από απότομες αλλαγές που έχουν ως αποτέλεσμα μια τιμή να παρουσιάζει τεράστιες αυξομειώσεις μέσα σε λίγους μήνες. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Patrick Cinquegani (2006) «Οι τιμές των αγροτικών προϊόντων είναι από την φύση τους ασταθείς λόγω συνδυασμού ανελαστικής ζήτησης και παραγωγής, που υπόκειται στις ιδιοτροπίες του

καιρού». Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι μέσες ετήσιες αποπληθωρισμένες τιμές καλαμποκιού από τις επτά μεγαλύτερες πολιτείες-παραγωγούς. Οι μεγαλύτερες αυξήσεις παρατηρήθηκαν την περίοδο 1971-1974 με μέση αύξηση 235% και τις περιόδους 2005-2007 και 2005-2012 με μέση αύξηση 204% και 313% αντίστοιχα.



Σχήμα 2.1: Μέσες ετήσιες αποπληθωρισμένες τιμές καλαμποκιού από τις 7 μεγαλύτερες σε παραγωγή πολιτείες των Η.Π.Α.

Ακατάλληλες καιρικές συνθήκες προκαλούν μείωση παραγωγής καθώς και χαμηλότερη ποιότητα προϊόντων (Hall, 2002). Λόγω της ανελαστικής ζήτησης (πρακτικά η ποσοστιαία αλλαγή της ζητούμενης ποσότητας του προϊόντος είναι πάρα πολύ μικρή κατά τις αυξομειώσεις της τιμής του), το έλλειμμα στην προσφερόμενη ποσότητα θα έχει ως αποτέλεσμα η καμπύλη προσφοράς να μετακινηθεί προς τα αριστερά σε μεγαλύτερη τιμή ισορροπίας (Kenyon, 2001) (Σχήμα 2.2).



Σχήμα 2.2: Μετακίνηση καμπύλης προσφοράς προς τα αριστερά (πηγή: www.economicshelp.org)

Όλα να προαναφερόμενα προϋποθέτουν πως βρισκόμαστε σε σημείο ισορροπίας, δηλαδή ότι η ζήτηση είναι ίση με την προσφορά. Σε αντίθετη περίπτωση οι τιμές των αγροτικών προϊόντων δεν θα αυξηθούν σε περίπτωση καταστροφικής σοδειάς. Για παράδειγμα, η παγκόσμια ζήτηση καφέ μειώνεται γιατί οι κάτοικοι των Η.Π.Α. εγκαταλείπουν τον καφέ και στρέφονται προς άλλου είδους ροφήματα όπως αναψυκτικά. Ως αποτέλεσμα στις χρονιές με μειωμένη σοδειά εξαιτίας ασθενειών των φυτών στην Βραζιλία, που είναι η μεγαλύτερη χώρα παραγωγός δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές των τιμών.

Τα τελευταία χρόνια όμως μπορούν να παρατηρηθούν αρκετές αλλαγές στις αγορές των αγροτικών προϊόντων. Μέσα σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα οι τιμές των πρώτων υλών αυξήθηκαν (π.χ. το πετρέλαιο που επηρεάζει τις τιμές των πετροχημικών, των λιπασμάτων κ.ά.), προκαλώντας πολλές επιπτώσεις σε ολόκληρο τον αγροτικό τομέα. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας της Αμερικής, η Επιτροπή της ΕΕ (EU Commission), η Παγκόσμια Τράπεζα (World Bank) και άλλοι Διεθνείς Οργανισμοί τονίζουν στις αναλύσεις τους ότι οι αλλαγές στη δυναμική των τιμών στον γεωργικό τομέα οφείλονται τόσο στην αύξηση του επιπέδου των τιμών όσο και στην αύξηση της μεταβλητότητάς τους (Robles, Torero, & Von Braun, 2009).

Εκτός από τους θεμελιώδεις παράγοντες που διαδραμάτισαν ρόλο στις αλλαγές των τιμών των αγροτικών προϊόντων, δηλαδή τις διαρθρωτικές αλλαγές στην παγκόσμια ζήτηση τροφίμων και τις επανειλημμένες αδυναμίες επαρκούς προσφοράς των προϊόντων, και άλλοι, επιπλέον παράγοντες συνέβαλαν στην αστάθεια των τιμών. Ανάμεσα σε αυτούς τους παράγοντες είναι και η αλλαγή στις πολιτικές των εξαγωγών και εμπορίου ορισμένων χωρών. Η μείωση των πλεονασμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση διαδραματίστηκε ταυτόχρονα με την παγκόσμια μείωση της προσφοράς των δημητριακών. Πολλές παραδοσιακά χώρες εξαγωγής σιτηρών εφάρμοσαν φόρους εξαγωγής, συμβάλλοντας έτσι στην έλλειψη των προϊόντων, στην ανασφάλεια της προσφοράς και τελικά στην αστάθεια των τιμών των σιτηρών (Ledebur & Schmitz, 2009). Παράλληλα, η ολοένα αυξανόμενη χρήση των σιτηρών ως βιοκαύσιμα όξυνε την μεταβλητότητα των αγορών. Πολλοί παρατηρητές της αγοράς πιστεύουν ότι το ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον των επενδυτών στα Σ.Μ.Ε των αγροτικών προϊόντων συνέβαλλε στην αστάθεια των τιμών. Παρόλα αυτά, σύμφωνα με έρευνα του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας της Αμερικής, αλλά και άλλων διεθνών οργανισμών δε βρέθηκε σαφής αιτιώδη αλληλεπίδραση μεταξύ της αύξησης των δραστηριοτήτων των κερδοσκόπων επενδυτών και της αύξησης των τιμών.

2.2.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή ενός αγροτικού προϊόντος

Με βάση όσα αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, γίνεται πιο εύκολη η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την τιμή ενός αγροτικού προϊόντος και είναι οι εξής:

- α) Ακραία καιρικά φαινόμενα μειώνουν την προσφορά και αυξάνουν την τιμή. Οι μεγάλες ξηρασίες του 2008 στην Αυστραλία και στον Καναδά όπως επίσης και οι παγωνιές και οι μεγάλες βροχές τον Απρίλη στις ΗΠΑ προκάλεσαν την μεγάλη αύξηση τιμών του σιταριού το 2008.
- β) Οι καταστροφικές σοδειές μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα κάποιες χώρες να μειώσουν τις εξαγωγές ή να αυξήσουν τους δασμούς με σκοπό να διατηρούν τα αποθέματα τους σε κάποια επίπεδα, συνεισφέροντας στη μείωση της παγκόσμιας προσφοράς. Λόγω των ξηρασιών που σημειώνονται στην Ρωσία τα τελευταία χρόνια η παραγωγή σιταριού πέφτει, τα αποθέματα μειώνονται (από 36 εκατομμύρια τόνοι το 2012 σε 25.3 το 2013) και η τιμή αυξάνεται με αποτέλεσμα και η Ρωσία από το 2010 να έχει βάλει περιορισμούς ως προς τις εξαγωγές.
- γ) Η ύπαρξη υποκατάστατων αγαθών. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σόγια και το καλαμπόκι που χρησιμοποιούνται σαν μεταβλητές στην παρούσα εργασία και η τιμή τους έχει υψηλό συντελεστή συσχέτισης. Η συνεχώς αυξανόμενη ποσότητα καλαμποκιού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αιθανόλης δρα ανταγωνιστικά ως προς την κάλυψη αναγκών σε τροφή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής του κάτι το οποίο συμπαρασύρει μαζί του και την τιμή της σόγιας. (Taylor & Koo, 2011)
- δ) Το γεγονός πως τα αγροτικά προϊόντα διαπραγματεύονται σε διεθνείς χρηματιστηριακές αγορές όπως το Chicago Board of Trade (CBOT) και έχουν γίνει πεδίο κερδοφορίας για τους επενδυτές. Αυτό γίνεται ξεκάθαρο και από την μεγάλη συσχέτιση μεταξύ Συμβολαίων Μελλοντικής Εκπλήρωσης (commodities futures) και τιμών αγροτικών προϊόντων στην φυσικά αγορά.
- ε) Διατροφικές αλλαγές. Κάποιες αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία αλλάζουν την διαίτα τους και αντικαθιστούν βαθμιαίως τα λαχανικά με κρέας και άρα αυξάνεται και η τιμή του κρέατος και του σιταριού που χρησιμοποιείται στην

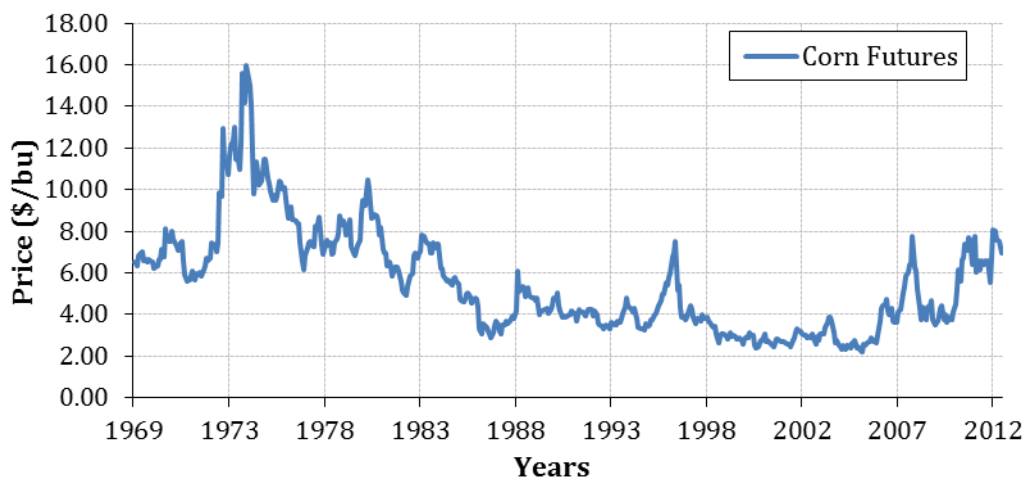
παραγωγή του. Στην Τουρκία, τα Χριστούγεννα του 2007 το κρέας σημείωσε τιμή ρεκόρ.

στ) Καταναλωτικές συνήθειες και η σπατάλη φαγητού. Στην Βρετανία 6.7 εκατομμύρια τόνοι πετάγονται κάθε χρόνο και ένα τρίτο του φαγητού που αγοράζεται, πετιέται σύμφωνα με έρευνα της Love Food.

2.2.2 Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης (Futures)

Λόγω της αστάθειας της αγοράς αγροτικών προϊόντων οι παραγωγοί και οι καταναλωτές καταφεύγουν σε διεξόδους αντιστάθμισης και μεταφοράς του ρίσκου. Η ανάγκη αυτή οδήγησε στη δημιουργία και στην ανάπτυξη αγορών στην οποία ουσιαστικά πραγματοποιείται η μεταφορά του ρίσκου. Τα Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης (Σ.Μ.Ε.) αποτελούν από τα πιο σημαντικά όργανα μεταφοράς ρίσκου στις αγορές και παρέχουν πολλές πληροφορίες για τις τρέχουσες τιμές των αντίστοιχων προϊόντων στις αγορές.

Τα ΣΜΕ εμπορευμάτων αποτελούν την παλαιότερη κατηγορία των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης. Αγρότες, εταιρίες τροφίμων, εξαγωγικές εταιρίες και βιομηχανίες συνήθως εμπορεύονται αυτά τα συμβόλαια.



Σχήμα 2.3: Μέσες μηνιαίες αποπληθωρισμένες τιμές Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού

Τα Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης (ΣΜΕ) είναι απρόσωπες συμφωνίες μεταξύ δύο συμβαλλομένων για αγορά ή πώληση μιας συγκεκριμένης ποσότητας ενός υποκείμενου τίτλου (underlying instrument) σε συγκεκριμένη μελλοντική ημερομηνία (maturity) και σε προκαθορισμένη τιμή (delivery price) που έχει συμφωνηθεί κατά την αγοραπωλησία. Οι

κυριότερες κατηγορίες Συμβολαίων Μελλοντικής Εκπλήρωσης ανάλογα με την θέση του υποκείμενου τίτλου είναι:

- α) Bonds Futures (ΣΜΕ με υποκείμενο τίτλο τα ομόλογα).
- β) Currency Futures (ΣΜΕ με υποκείμενο τίτλο μια συναλλαγματική ισοτιμία).
- γ) Index Futures / Interest Rate Futures (ΣΜΕ με υποκείμενο τίτλο ένα χρηματιστηριακό ή χρηματοοικονομικό δείκτη).
- δ) Commodity Futures (ΣΜΕ με υποκείμενο τίτλο ένα εμπορεύσιμο υλικό αγαθό).

Ένα Συμβόλαιο Μελλοντικής Εκπλήρωσης όπως προαναφέρθηκε, μπορεί να αγοραστεί και να πωληθεί, άρα υπάρχει η θέση αγοράς και η θέση πώλησης. Ο αγοραστής του υποκείμενου τίτλου λαμβάνει τη θέση long position και αναμένει άνοδο της τιμής του υποκείμενου τίτλου ή προϊόντος ενώ ο πωλητής λαμβάνει τη θέση short position, δηλαδή αναμένει την μείωση της τιμής του υποκείμενου τίτλου ή του προϊόντος. Η διαφορά στην σποτ τιμή πώλησης και στη τιμή αγοράς αποτελεί το κέρδος ή η ζημιά του επενδυτή. Ο αγοραστής (Long Futures) έχει περιορισμένη ζημιά και απεριόριστο κέρδος ενώ ο πωλητής (Short Futures) περιορισμένο κέρδος και απεριόριστη ζημιά. Πιο συγκεκριμένα ο αγοραστής, αν η τιμή αγοράς του ΣΜΕ είναι μικρότερη από την τρέχουσα τιμή μπορεί να εισπράξει κέρδος ίσο με τη διαφορά. Όσο πιο μικρή είναι η τιμή που αγοράζει και όσο πιο μεγάλη η τιμή που έχει ο υποκείμενος τίτλος στην τρέχουσα αγορά τόσο μεγαλύτερο κέρδος έχει. Τα κέρδη και ζημίες αντιπροσωπεύουν ένα παίγνιο μηδενικού αθροίσματος (zero sum game), που σημαίνει ότι, για κάθε ευρώ που κερδίζει ο ένας εκ των αντισυμβαλλόμενων, ο άλλος πρέπει να το χάσει. Ο επενδυτής ενός ΣΜΕ μπορεί να το αφήσει να εκπνεύσει άρα αν έχει θέση αγοράς υποχρεούται να αγοράσει το υποκείμενο προϊόν ενώ αν έχει θέση πώλησης θα πρέπει να το πουλήσει σε συγκεκριμένη τιμή συγκεκριμένη ποσότητα ή μπορεί να επιλέξει να κλείσει τη θέση του. Το κλείσιμο μιας θέσης σε ΣΜΕ γίνεται απλώς αναλαμβάνοντας μια αντίθετη θέση στο ίδιο συμβόλαιο.

Τα Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης είναι τυποποιημένα, διαπραγματεύονται σε οργανωμένες ή ρυθμιζόμενες αγορές, υπόκεινται καθημερινά σε διαδικασία αποτίμησης με την μέθοδο marking to market και υπάρχει εγγύηση του χρηματιστηρίου Παραγώγων για την εκπλήρωσή τους. Αυτό σημαίνει πως ο επενδυτής (αγοραστής – πωλητής μιας σύμβασης μελλοντικής εκπλήρωσης) υποχρεούται να διατηρεί έναν λογαριασμό περιθωρίων. Σε αυτόν

τον λογαριασμό ο επενδυτής καταθέτει ένα ποσοστό (5% έως 10%) της ονομαστικής αξίας του συμβολαίου ως περιθώριο ασφάλισης (maintenance margin) το οποίο έχει καθοριστεί από το Χρηματιστήριο Παραγώγων. Το ποσό αυτό αποτελεί την ασφάλεια σε περίπτωση που ο επενδυτής δεν μπορεί να ανταπεξέλθει στις υποχρεώσεις που προκύπτουν από τον ημερήσιο διακανονισμό. Το απαιτούμενο ποσό για να γίνει μια συναλλαγή ονομάζεται αρχικό περιθώριο (initial margin). Το απαιτούμενο αυτό περιθώριο μεταβάλλεται από τις μεταβολές στην τιμή του υποκειμένου και από τις προσδοκίες των επενδυτών.

Τα Συμβόλαια Μελλοντικής εκπλήρωσης χρησιμοποιούνται για την προστασία του χαρτοφυλακίου από το ενδεχόμενο πτώσης των τιμών, αλλά και ως βραχυχρόνια εργαλεία για την λήψη μοχλευμένης θέσης στην αγορά. Πιο αναλυτικά χρησιμοποιούνται ως:

- α) Μέσο κερδοσκοπίας
- β) Μέσο αντιστάθμισης κινδύνου για την προστασία του χαρτοφυλακίου από τις απρόβλεπτες κινήσεις της αγοράς (Hedging). Ουσιαστικά, το Hedging είναι η διαδικασία εξάλειψης ή ελαχιστοποίησης του κινδύνου μιας επένδυσης, μέσω της εκτέλεσης μιας αντίθετης επενδυτικής πράξης. Η διαδικασία αυτή διευκολύνεται με το άνοιγμα μιας αντίθετης θέσης με τα κατάλληλα χρηματοοικονομικά προϊόντα (όπως είναι τα Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης σε μετοχές και τα Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης σε δείκτες)
- γ) Μέσο συναλλαγής (Trading)
- δ) Μέσο για διενέργεια αγοράς αγαθών (καθώς και ξένου συναλλάγματος, τίτλου, χρυσού) σε χαμηλές τιμές και η ταυτόχρονη μεταπώλησή τους σε άλλη αγορά, όπου τα αγαθά αυτά έχουν υψηλότερες τιμές, ώστε να επωφεληθεί ο έμπορος από τη διαφορά (Arbitrage).

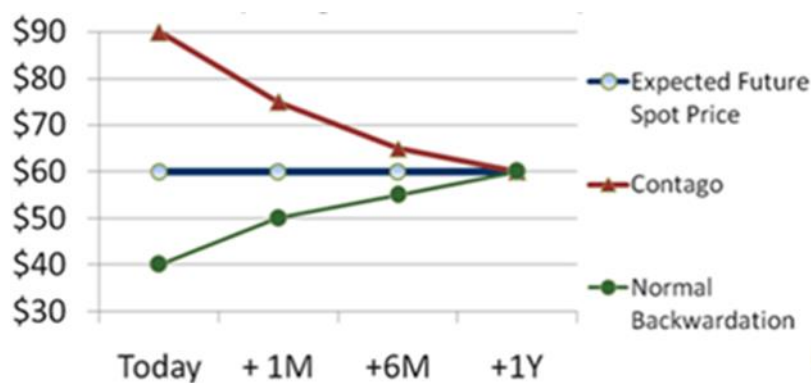
Αξίζει να σημειωθεί πως τα futures, όπως και γενικότερα η λειτουργία των χρηματιστηρίων, παρόλο που υποτίθεται πως έχουν σαν βάση την πραγματική οικονομία και κάποιους θεμελιώδεις νόμους της, εντούτοις σε μεγάλο βαθμό ξεφεύγουν από αυτά. Υπάρχει μια αρκετά περίπλοκη αμφίδρομη σχέση μεταξύ των τιμών στις πραγματικές αγορές και των τιμών των Σ.Μ.Ε.. Κατά καιρούς διάφοροι οικονομολόγοι έχουν εκφράσει την άποψη πως η κατάρρευση του στεγαστικού τομέα το 2007 στις Η.Π.Α. ανάγκασε τους επενδυτές να

αναζητήσουν νέα πεδία κερδοφορίας και η στροφή προς τα commodity futures ήταν ένας από τους βασικούς λόγους της ραγδαίας αύξησης των τιμών των αγροτικών προϊόντων από το 2007 και μετά.

2.2.3 Σχέση τιμών προϊόντων και Σ.Μ.Ε

Στη βιβλιογραφία των χρηματοπιστωτικών αγορών, η σχέση μεταξύ των τιμών των εμπορευμάτων για άμεση παράδοση (τιμές σποτ) και των τιμών των Σ.Μ.Ε., έχει ερευνηθεί διεξοδικά. Στην πλειοψηφία τους οι έρευνες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μια ισχυρή μακροπρόθεσμη σχέση μεταξύ των δύο αυτών τιμών (Fama, 1970). Δεδομένου ότι τα Σ.Μ.Ε διαδραματίζουν το ρόλο της μεταφοράς κινδύνου, λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο της ροής των πληροφοριών, η συσχέτιση (καθώς και η συνολοκλήρωση) των σποτ τιμών και των τιμών των Σ.Μ.Ε. αναμένεται να διατηρείται ακόμα και στις ασυνήθιστες περιόδους (Pindyck, 2001). Στο πλαίσιο των (γεωργικών) προθεσμιακών συμβολαίων εμπορευμάτων και στη σχέση τους με τις σποτ τιμές, οι ασυνήθιστες αυτές περιόδοι οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στις καιρικές συνθήκες (παροχή). Οι διαταραχές που δημιουργούνται καθορίζουν εκ νέου τις τιμές ισορροπίας σε συνεχή βάση.

Η πιο διαδεδομένη θεωρία για τη σχέση των τιμών των Σ.Μ.Ε. με τις σποτ τιμές προϊόντων είναι η Θεωρία του Αποθέματος (theory of storage), η οποία αναπτύχθηκε και περιγράφηκε από τον Kaldor (1939). Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, η διαφορά των τιμών των Σ.Μ.Ε. με τις σποτ τιμές εξαρτάται από τις θεμελιώδεις συνθήκες προσφοράς και ζήτησης. Όταν τα αποθέματα του εκάστοτε προϊόντος είναι υψηλά, οι τιμές των Σ.Μ.Ε με ημερομηνία πιο μακρινής παράδοσης, τείνουν να είναι υψηλότερες από αυτές των Σ.Μ.Ε. με πιο κοντινή ημερομηνία παράδοσης (contango) και η διακύμανση των τιμών τόσο των συμβολαίων όσο και των σποτ τείνει να είναι μικρή και ίση. Αντίθετα, όταν τα αποθέματα ενός προϊόντος είναι μικρά, οι τιμές των Σ.Μ.Ε με ημερομηνία πιο μακρινής παράδοσης, τείνουν να είναι χαμηλότερες από αυτές των Σ.Μ.Ε. με πιο κοντινή ημερομηνία παράδοσης (backwardation) και η διακύμανση των κοντινών συμβολαίων είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με τη διακύμανση των μακροπρόθεσμων Σ.Μ.Ε (Σχήμα 2.4). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί θεωρητικά από το γεγονός ότι οι κερδοσκόποι όταν οι τιμές φτάσουν στο υψηλότερό τους σημείο, λόγω έλλειψης προσφοράς, θα πωλήσουν τα αποθέματά τους, προκαλώντας αυξήσεις στις διακυμάνσεις των τιμών.



Σχήμα 2.4: Διαγράμματα που επεξηγούν τις έννοιες Backwardation και Contango για αγορά Σ.Μ.Ε. σήμερα και ημερομηνία λήξης ένα χρόνο μετά (πηγή: http://www.investopedia.com/articles/07/contango_backwardation.asp)

Υπάρχουν αντικρουόμενες θεωρίες όσον αφορά στο εάν τα χρηματιστήρια Συμβολαίων Μελλοντικής εκπλήρωσης και οι κερδοσκόποι σταθεροποιούν ή αποσταθεροποιούν την αγορά. Σύμφωνα με τον (Friedman, 1953) οι κερδοσκόποι προσπαθούν να προβλέψουν τις ελλείψεις ενός εμπορεύματος αγοράζοντας όταν η τιμή του είναι χαμηλή και πουλώντας όταν η τιμή ανέβει. Με αυτό τον τρόπο όχι μόνο μειώνονται οι τιμές όταν είναι υψηλές, αλλά οι κερδοσκόποι μπορούν να προειδοποιήσουν για επερχόμενες ελλείψεις. Αντίθετα ο Keynes (1936) ισχυρίζεται ότι οι κερδοσκόποι δεν προσπαθούν να προβλέψουν ελλείψεις αλλά να προβλέψουν τις μελλοντικές κινήσεις της αγοράς δηλαδή την ψυχολογία της αγοράς. Έτσι οποιαδήποτε νέα ή φήμες, θα υπεραναλυθούν και ως αποτέλεσμα η αντίδραση θα δημιουργήσει μεγάλες διακυμάνσεις στις τιμές. Όπως εξηγεί και ο Friedman στη θεωρία του, είναι δύσκολο να επιχειρηματολογήσεις ότι τα Σ.Μ.Ε αποσταθεροποιούν τις τιμές. Παρόλα αυτά, υπερβολική κερδοσκοπία αναμφισβήτητα έχει έντονη επίδραση στις τιμές.

2.3 Συλλογή Δεδομένων

Η συλλογή οικονομικών δεδομένων ήταν μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της συγκεκριμένης εργασίας. Το αρχικό ερώτημα ήταν το είδος των χρονοσειρών που θα χρησιμοποιηθούν. Τελικά η έρευνα συμπεριλαμβάνει χρονοσειρές τιμών αγροτικών προϊόντων που λαμβάνουν οι αγρότες και Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης (Σ.Μ.Ε.).

Η συλλογή των δεδομένων ήταν μια διαδικασία με αρκετά εμπόδια καθώς είναι ελάχιστοι οι ιστότοποι από όπου μπορεί κανείς να αποκτήσει δεδομένα χωρίς συνδρομή. Υπάρχουν δύο μεγάλες βάσεις δεδομένων που περιέχουν χρονοσειρές τιμών αγροτικών προϊόντων διάρκειας 50 ετών (1960-2010) οι οποίες είναι της Παγκόσμιας Τράπεζας (World Bank) και του

Διεθνούς Νομισματικού Ταμείου (IMF). Πρόκειται όμως για τιμές cif και fob προϊόντων που περιλαμβάνουν δασμούς, κόστη μεταφοράς, έξοδα εκτελωνισμού κ.α. και τιμές που προκύπτουν από σταθμισμένους μέσους όρους τιμών στις μεγαλύτερες αγορές σε παγκόσμια κλίμακα. Στην πρώτη περίπτωση συμπεριλαμβάνονται πολλοί οικονομικοί μηχανισμοί και επιπρόσθετα κόστη και στην δεύτερη δεν θα μπορούσε να γίνει γεωγραφική συσχέτιση μεταξύ τιμών και γεωφυσικών χρονοσειρών που να αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες περιοχές παραγωγής.

Ακόμα, η αρχική σκέψη ήταν να γίνει ανάλυση 10 βασικών γεωργικών προϊόντων όπως η σόγια, το καλαμπόκι, η ζάχαρη, το σιτάρι, ο καφές κ.α. Μία βασική προϋπόθεση ήταν να υπάρχουν διαθέσιμες χρονοσειρές γεωφυσικών μεταβλητών από σταθμούς που να βρίσκονται στις περιοχές παραγωγής, κάτι το οποίο δεν συνέβαινε με όλα τα προϊόντα π.χ. υπήρχε έλλειψη δεδομένων που να αντιστοιχούν στις περιοχές παραγωγής καφέ στην Βραζιλία. Με βάση τα κριτήρια που περιγράφηκαν πιο πάνω, τα δεδομένα που τελικά χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα είναι:

- α) Χρονοσειρές μέσω μηνιαίων τιμών των ζωνών παραγωγής καλαμποκιού και σόγιας μήκους 52 ετών (1960-2012) καθώς και των μεγαλύτερων Πολιτειών παραγωγής στο εκάστοτε προϊόν, μήκους 62 ετών. Πρόκειται για τιμές που έλαβαν οι παραγωγοί των συγκεκριμένων προϊόντων στις Η.Π.Α. (πηγή: USDA, National Agricultural Statistics Service, Agricultural Prices)
- β) Χρονοσειρές μέσω μηνιαίων τιμών Συμβολαίων Μελλοντικής Εκπλήρωσης C1 (front month) καλαμποκιού και σόγιας μήκους 43 ετών (1969-2012) που διαπραγματεύονται σε ένα από τα μεγαλύτερα χρηματιστήρια αγροτικών προϊόντων όπως είναι το Chicago Board of Trade (CBOT) (πηγή: quandl.com).

2.3.1 Τιμές που έλαβαν οι αγρότες

Οι τιμές που έλαβαν οι παραγωγοί εκτιμώνται χρησιμοποιώντας ένα σταθμισμένο μέσο όρο από ένα μηνιαίο τυχαίο δείγμα περισσότερων από 1900 αγοραστών σιτηρών από παραγωγούς σε περισσότερες από 35 Πολιτείες. Οι Πολιτείες αυτές αποτελούν το 90% των πωλήσεων σιτηρών στην Αμερική.

Για κάθε προϊόν υπολογίζεται αρχικά η συνολική ποσότητα που πωλήθηκε από τους παραγωγούς κατά τη διάρκεια του μήνα. Η ένδειξη αυτή υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη

κάθε καταγεγραμμένη ποσότητα που αγοράζεται από το δείγμα και πολλαπλασιάζοντας τη με το συντελεστή επέκτασης του συνόλου (stratum). Αντίστοιχα υπολογίζεται το συνολικό ποσό που πληρώθηκαν οι παραγωγοί κατά τη διάρκεια του μήνα. Έτσι, διαιρώντας το συνολικό ποσό με τη συνολική ποσότητα που αγοράστηκε, προκύπτουν οι σταθμισμένοι μέσοι όροι ανά Πολιτεία και προϊόν.

Οι τιμές αυτές αποτελούν τις πρώτες πωλήσεις από τους παραγωγούς στην “ανοιχτή αγορά” και δεν περιλαμβάνουν δάνεια ή κρατικές πληρωμές. Αποτελούν τη βάση από την οποία υπολογίζεται η μέση ετήσια τιμή στην αγορά. Αντιπροσωπεύουν σιτηρά που προορίζονται για κατανάλωση, ζωοτροφή και καύσιμα, ενώ οι αγοραπωλησίες σπόρων δε συμπεριλαμβάνονται.

Μονάδα μέτρησης είναι τα δολάρια ανά bushel (\$/bu). Για το καλαμπόκι, 1 bushel ισούται με 0.0254 μετρικούς τόνους, ενώ για τη σόγια 1 bushel ισούται με 0.272 μετρικούς τόνους.

2.3.2 Τιμές Σ.Μ.Ε.

Τα Συμβόλαια Μελλοντικής Εκπλήρωσης προσδιορίζονται με τη χρήση του υποκείμενου αγαθού, το μήνα του συμβολαίου και το έτος της σύμβασης. Αυτές οι πληροφορίες συνδυάζονται για να σχηματίσουν το σύμβολο του Συμβολαίου Μελλοντικής Εκπλήρωσης. Ένα από τα παλαιότερα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης στον κόσμο είναι το συμβόλαιο του καλαμποκιού που είναι εμπορεύσιμο στο Chicago Board of Trade (CBOT). Η παρούσα σύμβαση έχει το σύμβολο «C». Διαθέτει 5 ημερομηνίες παράδοσης κάθε χρόνο: το Μάρτιο, Μάιο, Ιούλιο, Σεπτέμβριο και Δεκέμβριο. Τα συμβόλαια της σόγιας που διαπραγματεύονται αντίστοιχα στο CBOT έχουν το σύμβολο «S» και ημερομηνίες παράδοσης τον Ιανουάριο, το Μάρτιο, τον Μάιο, τον Ιούλιο, τον Αύγουστο, τον Σεπτέμβριο και τον Νοέμβριο.

Χρησιμοποιήθηκαν οι μηνιαίες τιμές των συμβολαίων «front» month που αντιπροσωπεύουν τα συμβόλαια με την κοντινότερη ημερομηνία παράδοσης. Οι μηνιαίες αυτές τιμές, αντιστοιχούν στις τιμές που κατέληξαν τα συμβόλαια του εκάστοτε προϊόντος στο τέλος κάθε μήνα και η μονάδα μέτρησης είναι τα δολάρια ανά bushel.

2.4 Σόγια

Στην Κίνα, Ιαπωνία και Κορέα η σόγια αποτελούσε μία από τις βασικότερες πηγές τροφής από την αρχαιότητα, ενώ στις Η.Π.Α. εισήχθη για πρώτη φορά στις αρχές του 1800. Σήμερα,

οι μεγαλύτεροι παραγωγοί σόγιας είναι οι Η.Π.Α., Βραζιλία, Αργεντινή, Κίνα και Ινδία. Είναι το δεύτερο μετά το καλαμπόκι μεγαλύτερο σε παραγωγή προϊόν στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η παραγωγή είναι συγκεντρωμένη στο Midwest και στα χαμηλά επίπεδα της κοιλάδας του Mississippi. Η σπορά αρχίζει τον Μάιο ή τον Ιούνιο και η συγκομιδή πραγματοποιείται το φθινόπωρο (Σεπτέμβριο η Οκτώβριο). Τα φυτά της σόγιας ωριμάζουν μέσα σε 100-150 μέρες, ανάλογα με τις συνθήκες καλλιέργειας.

Η σόγια αποτελεί την βάση πολλών παραγώγων τροφής λόγω της πολύ υψηλής περιεκτικότητάς της σε πρωτεΐνες χωρίς να συμπεριλαμβάνει τους αρνητικούς παράγοντες του κρέατος. Χαρακτηριστικά προϊόντα που έχουν σαν βάση την σόγια αποτελούν οι κόκκοι σόγιας, το σογιέλαιο, το αλεύρι σόγιας, το γάλα της σόγιας, η σάλτσα της σόγιας κ.α.

2.5 Καλαμπόκι

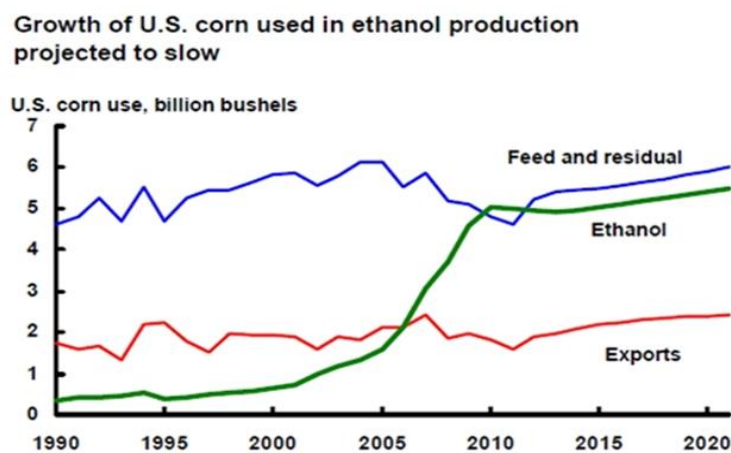
Το καλαμπόκι ή αραβόσιτος ή αραποσίτι έχει την επιστημονική ονομασία *Zea mays*. Ανήκει στην κατηγορία σιτηρών της οικογένειας των Ποοειδών (Poaceae) ή Αγρωστοδών (Gramineae) και κατάγεται από την Αμερικάνικη ήπειρο. Αρχαιολογικά ευρήματα που έχουν ανακαλυφθεί υποδεικνύουν ότι ιθαγενείς της νοτιοδυτικής Αμερικής καλλιεργούσαν το καλαμπόκι ως πηγή τροφής πριν από 3000 χρόνια.

Είναι ένα αρκετά ανθεκτικό φυτό που ευδοκίμει σε πολλές περιοχές του κόσμου. Μπορεί να αναπτυχθεί σε υψόμετρο χαμηλότερο από την επιφάνεια της θάλασσας αλλά και στις Άνδεις στη Νότια Αμερική στα 12.000 πόδια (3657,6 m). Μπορεί να καλλιεργηθεί σε τροπικά κλίμακα που έχουν μέσο ετήσιο ύψος βροχής 400 ίντσες (10,160 mm) αλλά και σε περιοχές που το αντίστοιχο ύψος βροχής είναι μόνο 12 ίντσες (304.8 mm).

Είναι το προϊόν με τη μεγαλύτερη παραγωγή στην Αμερική τόσο όσον αφορά στην αξία των καλλιεργειών όσο και στο μέγεθός τους. Ακόμα και το 2010 η παραγωγή καλαμποκιού στην Αμερική έφτασε το 32% της παγκόσμιας παραγωγής. Μόνο για το 2% της συνολικής παραγωγής χρησιμοποιείται για βρώση το οποίο αντιστοιχεί σε 6,000 εκτάρια (60 km²). Παρόλα αυτά όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι κατάλληλες για την καλλιέργεια του φυτού, το καλαμπόκι που παράγεται μπορεί να διασωθεί μέσω χρησιμοποίησης του ως προϊόν βρώσης ειδικής κατεργασίας, μιας διαδικασίας που ονομάζεται ενσίρωση (silage). Με την πάροδο των χρόνων οι μέθοδοι καλλιέργειας έχουν αναπτυχθεί και είναι πολύ πιο αποτελεσματικές. Σύμφωνα με την υπηρεσία Περιβαλλοντικής Υπηρεσίας της Αμερικής

(Environmental Protection Agency in America), για να παράγουν οι αγρότες το 1931 την ίδια ποσότητα καλαμποκιού θα χρειαζόταν να καλλιεργήσουν επιπλέον 490,000,000 εκτάρια (4,900,000 km²).

Σύμφωνα με την Εθνική Ένωση Παραγωγών Καλαμποκιού (National Corn Growers Association), περίπου ογδόντα τοις εκατό του συνόλου της παραγωγής που καλλιεργείται στις ΗΠΑ, καταναλώνεται τόσο εγχώρια όσο και στο εξωτερικό, για την παραγωγή ζωοτροφής ζώων, πουλερικών και ψαριών. Η Εθνική Ένωση Παραγωγών Καλαμποκιού αναφέρει ότι κάθε Αμερικανός καταναλώνει 25 κιλά καλαμποκιού ετησίως. Η καλλιέργεια είναι βρώσιμη ως κόκκους εδάφους, ενσίρωση, υψηλής υγρασίας, αραβόσιτο (silage), ως έλαιο κ.α. Περίπου το 12% των καλλιεργειών καλαμποκιού στις ΗΠΑ καταλήγει στα τρόφιμα που καταναλώνονται είτε άμεσα (π.χ. τσιπς καλαμποκιού) ή έμμεσα (π.χ. σιρόπι καλαμποκιού υψηλής περιεκτικότητας σε φρουκτόζη). Το καλαμπόκι έχει ένα ευρύ φάσμα βιομηχανικών χρήσεων συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής αιθανόλης, που αποτελεί μία δημοφιλή οξυγονούχα ένωση και χρησιμοποιείται ως καθαρότερο καύσιμο. Επιπλέον, πολλά προϊόντα οικιακής χρήσης περιέχουν καλαμπόκι, συμπεριλαμβανομένων των χρωμάτων, των κεριών, των πυροτεχνημάτων, της γυψοσανίδας, του γυαλόχαρτου, των χρωμάτων, μολυβιών, των βερνικιών παπουτσιών, της κόλλας και των αντιβιοτικών.



Σχήμα 2.5: Χρήσεις καλαμποκιού σε βάθος χρόνου. (πηγή: United States Department Of Agriculture Economic research team)

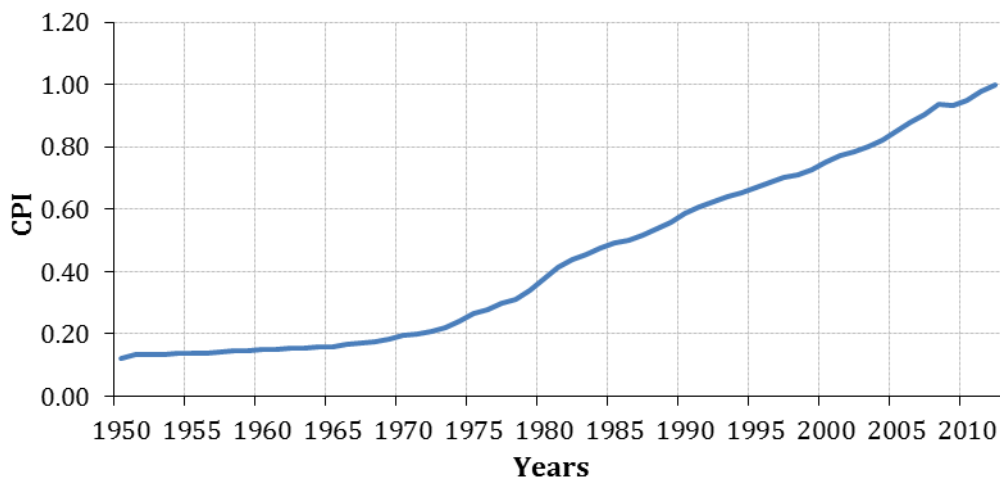
Το μεγαλύτερο χρηματιστήριο που διαπραγματεύεται συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης είναι το Chicago Board of Trade (CBOT) στην Αμερική. Συμβόλαια Μελλοντικής εκπλήρωσης καλαμποκιού διαπραγματεύονται επίσης στα χρηματιστήρια Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) στη Βραζιλία, Commodity Exchange στη Βουδαπέστη,

Marche a Terme International στη Γαλλία (MATIF), the Mercado a Termino de Buenos Aires στην Αργεντινή, Kanmon Commodity Exchange (KCE) στην Κορέα και στο Grain Exchange του Τόκιο (TGE).

2.6 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων

2.6.1 Δείκτης αποπληθωρισμού CPI

Ο πληθωρισμός έχει ως αποτέλεσμα την αυξητική τάση των τιμών και στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αποφασίσαμε τον αποπληθωρισμό των οικονομικών χρονοσειρών. Ο CPI (Consumer Price Index) είναι ένας δείκτης που αναφέρεται συχνά στην βιβλιογραφία και χρησιμοποιείται ευρέως για τον αποπληθωρισμό των τιμών. Γενικότερα, χρησιμοποιείται κυρίως για να δείξει τις αυξήσεις των τιμών όπως τις αντιλαμβάνονται οι καταναλωτές και επίσης πιάνει και περισσότερα κομμάτια ενδοκλαδικού και διακλαδικού εμπορίου που έχουν σχέση με το αγαθό. Όπως και σε κάθε μετασχηματισμό χρονοσειράς, ο αποπληθωρισμός των χρονοσειρών μπορεί να αλλάξει τις ιδιότητες της χρονοσειράς. Χαρακτηριστικά, ο αποπληθωρισμός των μέσων ετήσιων τιμών έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη αυτοσυσχέτιση των τιμών και η χρονοσειρά αποκτά αρνητική τάση (Tomek & Peterson, 2000). Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ο CPI των Η.Π.Α. μήκους 65 ετών (1947-2012).



Σχήμα 2.6: Μέσος ετήσιος δείκτης CPI που χρησιμοποιείται στις Η.Π.Α.

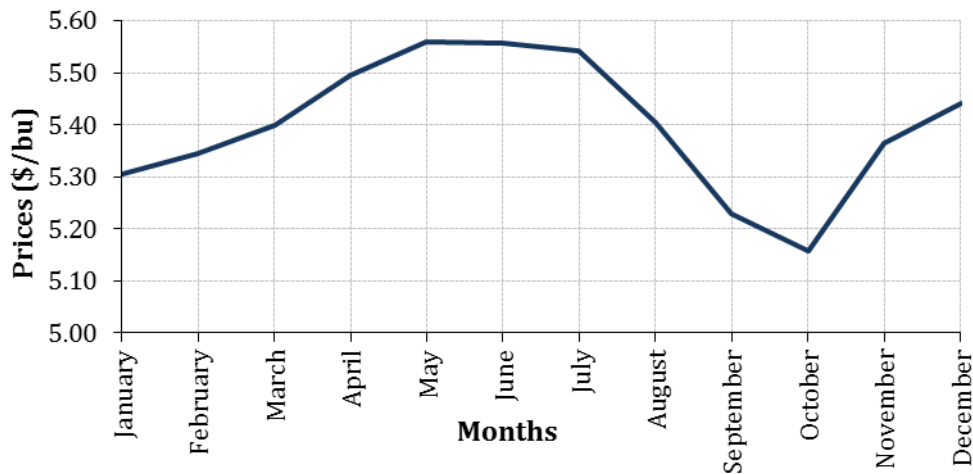
2.6.2 Μέση τιμή και τυπική απόκλιση

Υπολογίστηκαν τα στατιστικά μέτρα των ονομαστικών και αποπληθωρισμένων μέσων μηνιαίων τιμών παραγωγών και οι αποπληθωρισμένες τιμές των Σ.Μ.Ε. και τα αποτελέσματα

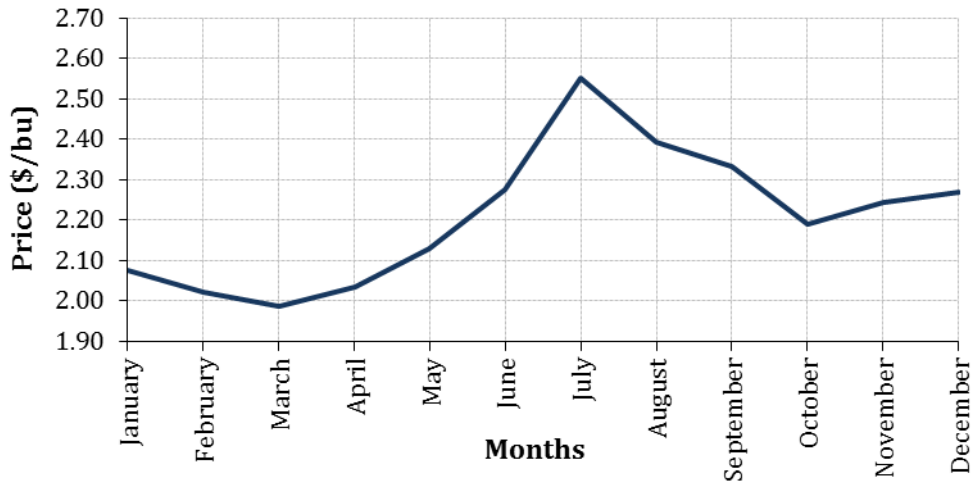
παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β Στατιστικά μέτρα δεδομένων. Στο Σχήμα 2.7 και στο Σχήμα 2.8 παρατίθενται η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση αντίστοιχα του κάθε μήνα των αποπληθωρισμένων τιμών παραγωγών καλαμποκιού. Αυτό που αξίζει να σχολιαστεί είναι η εμφανής εποχικότητα που παρατηρείται και οφείλεται στην διακύμανση των τιμών κατά την διάρκεια του έτους λόγω αλλαγών στις ισορροπίες προσφοράς και ζήτησης. Για αυτόν τον λόγο οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται κατά την διάρκεια του Οκτωβρίου όπου ξεκινά η συγκομιδή και η προσφορά βρίσκεται στα υψηλότερα επίπεδα. Αντίστοιχα, τον Ιούλιο παρατηρούνται οι μεγαλύτερες διακυμάνσεις τιμών λόγω της αβεβαιότητας ως προς την απόδοση των καλλιεργειών που μπορεί να προκαλέσουν οι καιρικές συνθήκες κατά την διάρκεια της περιόδου καλλιέργειας. Για τον υπολογισμό της δειγματικής μέσης τιμής και της δειγματικής τυπικής απόκλισης χρησιμοποιήθηκαν οι Σχέσεις (2.1) και (2.2).

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{x}_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2.1)$$

$$s_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.2)$$



Σχήμα 2.7: Μέση τιμή των τιμών καλαμποκιού του κάθε μήνα.



Σχήμα 2.8: Τυπική απόκλιση τιμών καλαμποκιού κάθε μήνα

2.6.3 Συντελεστής συσχέτισης

Για κάθε προϊόν μελετήθηκε η δομή αυτοσυσχέτισης τόσο των τιμών που έλαβαν οι παραγωγοί όσο και των τιμών Σ.Μ.Ε. Επίσης εξερευνήθηκε αν υπάρχει ετεροσυσχέτιση μεταξύ των 2 ειδών τιμών, όπως επίσης και ετεροσυσχέτιση μεταξύ τιμών καλαμποκιού και σόγιας.

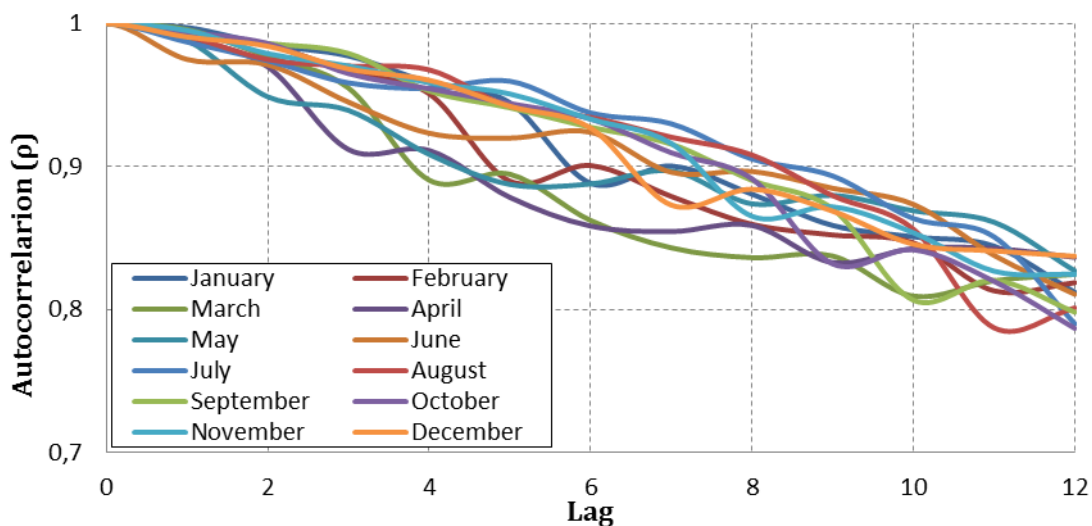
Ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson είναι ένας απλός και ευνόητος δείκτης που δείχνει κατά πόσο δύο φαινόμενα συσχετίζονται. Παίρνει τιμές από 1 (που δηλώνει πως δύο φαινόμενα μεταβάλλονται με τον ίδιο τρόπο) έως -1 (που αντίστοιχα δηλώνει πως δύο φαινόμενα μεταβάλλονται με αντίθετο τρόπο).

Ο δειγματικός συντελεστής ετεροσυσχέτισης N παρατηρήσεων, για υστέρηση k , υπολογίζεται από τη σχέση (2.3) και αποτελεί μέτρο αλληλεξάρτησης 2 διεργασιών:

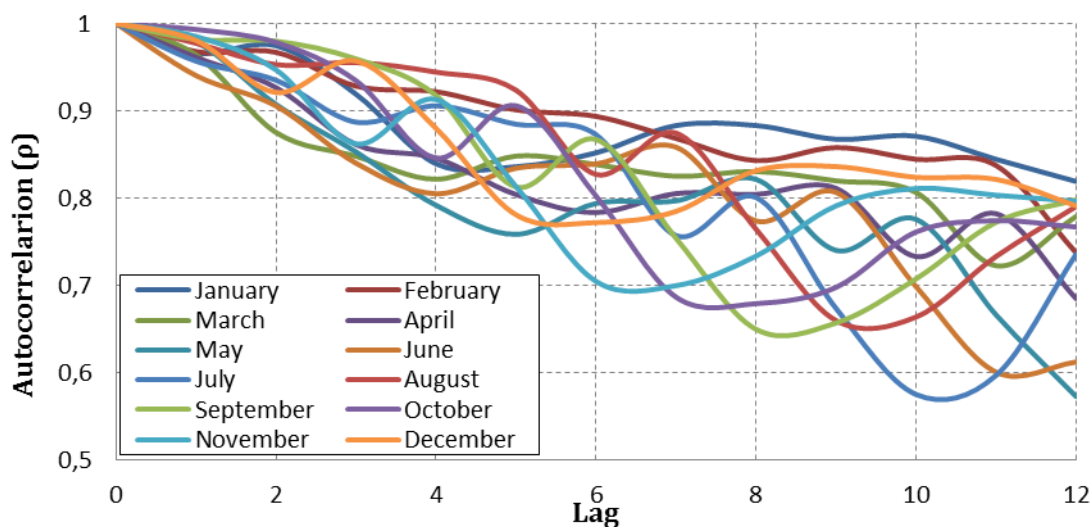
$$r_k = \frac{\sum_{t=k}^{N-k} (x_t - \bar{x})(y_{t+k} - \bar{y})}{\left[\sum_{t=k}^{N-k} (x_t - \bar{x})^2 \right]^{1/2} \left[\sum_{t=k}^{N-k} (y_{t+k} - \bar{y})^2 \right]^{1/2}} \quad (2.3)$$

Για $y = x$, προκύπτει ο δειγματικός συντελεστής αυτοσυσχέτισης, N παρατηρήσεων, για k υστερήσεις. Ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης μιας χρονοσειράς εκφράζει το πόσο καλά εκτιμάται η τιμή x_{t+1} αν θεωρηθεί γραμμική συνάρτηση της x_t .

Τόσο οι τιμές των παραγωγών όσο και οι τιμές των Σ.Μ.Ε. έχουν πολύ ισχυρή δομή αυτοσυσχέτισης και για τα δύο προϊόντα, με τον συντελεστή αυτοσυσχέτισης να παραμένει σε υψηλά επίπεδα (0.6-0.8) ακόμα και για υστέρηση 12 μηνών. Η εικόνα παραμένει ίδια τόσο για τις ονομαστικές όσο και για τις αποπληθωρισμένες τιμές των δύο προϊόντων. Ενδεικτικά, στο Σχήμα 2.9 παρουσιάζεται ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης των αποπληθωρισμένων τιμών παραγωγών καλαμποκιού και στο Σχήμα 2.10 ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης των αποπληθωρισμένων τιμών των Σ.Μ.Ε σόγιας. Αξίζει να επισημάνουμε πως σε σύγκριση με τις μηνιαίες ονομαστικές τιμές, οι μηνιαίες αποπληθωρισμένες εμφανίζουν ελαφρώς ισχυρότερη δομή αυτοσυσχέτισης, κάτι το οποίο έρχεται σε συμφωνία με την μελέτη των Tomek & Peterson (2000) για τις ετήσιες τιμές.

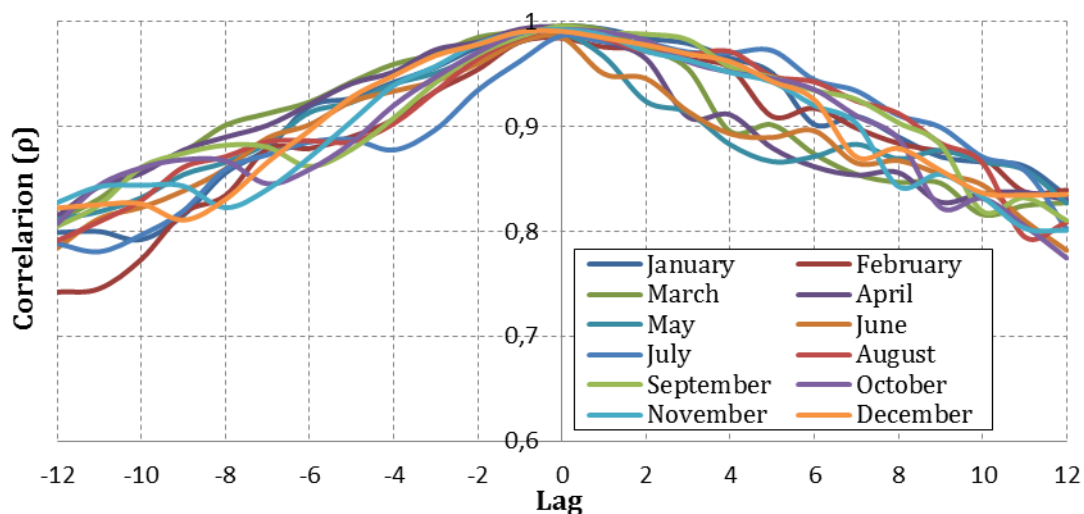


Σχήμα 2.9: Συντελεστής αυτοσυσχέτισης τιμών παραγωγών καλαμποκιού

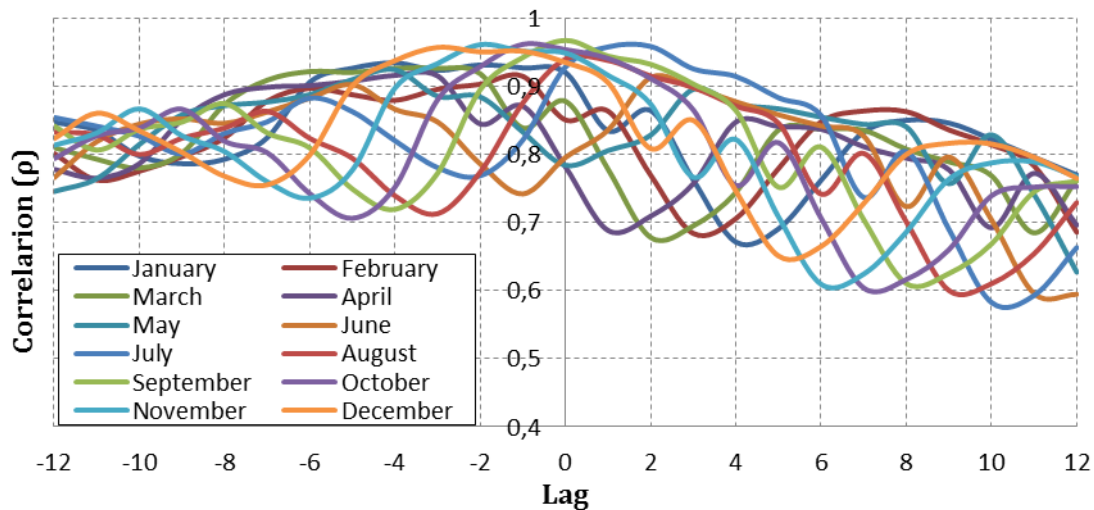


Σχήμα 2.10: Συντελεστής συσχέτισης Σ.Μ.Ε. σόγιας

Οι τιμές παραγωγών και οι τιμές Σ.Μ.Ε. εμφανίζουν αντίστοιχα, πολύ ισχυρή δομή ετεροσυσχέτισης, ακόμα και για υστέρηση 12 μηνών και για τα 2 προϊόντα. Χαρακτηριστικά, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.11, για το καλαμπόκι, ο συντελεστής ετεροσυσχέτισης παίρνει σχεδόν την τιμή 1 για υστέρηση 0, ενώ ακόμα και για υστέρηση 12 μηνών, δεν πέφτει κάτω από το 0.77. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και στις τιμές της σόγιας. Επίσης, υπάρχει αρκετά ισχυρή ετεροσυσχέτιση μεταξύ τιμών καλαμποκιού και σόγιας και για τα 2 είδη τιμών. Συγκεκριμένα, ο συντελεστής ετεροσυσχέτισης μεταξύ τιμών παραγωγών σόγιας και καλαμποκιού για υστέρηση 0 παίρνει την τιμή 0.93 τον Ιανουάριο, μειώνεται μέχρι τον Ιούνιο (0.77) και αυξάνεται για τους υπόλοιπους μήνες (0.9-0.95), ενώ και η δομή ετεροσυσχέτισης των Σ.Μ.Ε. των δύο προϊόντων παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά. Στο Σχήμα 2.12 παρατίθεται ενδεικτικά η συσχέτιση μεταξύ τιμών Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και σόγιας. Τα διαγράμματα συντελεστή συσχέτισης παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στο Παράρτημα Α Συντελεστής συσχέτισης.



Σχήμα 2.11: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης ανάμεσα στις τιμές παραγωγών και Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού.



Σχήμα 2.12: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης ανάμεσα στις τιμές Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και σόγιας

2.6.4 L-ροπές για την προσαρμογή θεωρητικής κατανομής

Τα γραφήματα L-αναλογιών (στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ως L-moment ratio diagrams), αποτελούν ένα πιο σύγχρονο γραφικό τρόπο από τα γραφήματα αναλογιών των κλασικών ροπών, επιλογής κατάλληλης κατανομής που να περιγράφει το δείγμα (Vogel & Fennessey, 1993; Lee & Maeng, 2003). Παράγονται από γραμμικούς συνδυασμούς των τιμών ενός ταξινομημένου δείγματος (από αυτό το γεγονός προέρχεται και ο χαρακτηρισμός L, δηλαδή Linear - γραμμικές) Ο Hosking (1990) έχει ορίσει τις L-ροπές ως γραμμικό συνδυασμό αναμενόμενων τιμών των διατεταγμένων στατιστικών.

Υπάρχουν δυο κατηγορίες τέτοιων γραφημάτων: η πρώτη είναι γραφήματα της L-ασυμμετρίας έναντι της L-διασποράς, και η δεύτερη, γραφήματα της L-κύρτωσης έναντι της L-ασυμμετρίας. Στα γραφήματα αυτά οι αδιάστατοι συντελεστές τ_2, τ_3, τ_4 , εκφράζονται συναρτήσει κάποιας παραμέτρου σχήματος της κατανομής, οπότε και προκύπτει ένα σημείο για τις κατανομές χωρίς παράμετρο σχήματος, μια θεωρητική ευθεία για τις κατανομές με μία παράμετρο σχήματος και μια επιφάνεια για τις κατανομές με δυο παραμέτρους σχήματος. Από την απόσταση του σημείου που προκύπτει στο γράφημα από τα στατιστικά του δείγματος, σε σχέση με το σημείο ή την ευθεία της θεωρητικής κατανομής, μπορεί να αποφανθεί κανείς για την θεωρητική κατανομή από την οποία αυτό προέρχεται.

Οι δειγματικές εκτιμήσεις των L-ροπών ως γραμμικών συνδυασμών διατεταγμένου δείγματος, δεν υψώνουν τις παρατηρήσεις του δείγματος σε τετραγωνικές ή κυβικές δυνάμεις, όπως

συμβαίνει με την κλασική μέθοδο των ροπών. Ως αποτέλεσμα, οι εκτιμήσεις L-ροπών των συντελεστών διασποράς, ασυμμετρίας και κύρτωσης είναι αμερόληπτες με κανονική σχεδόν κατανομή (Stedinger, Vogel, & Foufoula-Georgiou, 1993).

Οι L-ροπές μπορούν να εκφραστούν ως συνάρτηση των πιθανοτικά σταθμισμένων ροπών. Οι Πιθανοτικά σταθμισμένες ροπές μιας τυχαίας μεταβλητής X με αθροιστική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας $F(X)$, ορίζονται ως (Greenwood, Landwehr, Matalas, & Wallis, 1979)

$$\beta_r = E\left\{X\left[F_X(x)\right]^r\right\} \quad (2.4)$$

όπου β_r η πιθανοτικά σταθμισμένη ροπή r τάξης.

Οι αμερόληπτες εκτιμήτριες των πιθανοτικά σταθμισμένων ροπών δίνονται από τη σχέση (Landwehr, Matalas, & Wallis, 1979):

$$b_r = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n \binom{i-1}{r} x_{(i)}}{\binom{n-1}{r}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(i-1)(i-2)\dots(i-r)}{(n-1)(n-2)\dots(n-r)} x_{(i)} \quad (2.5)$$

Όπου n το πλήθος του δείγματος και x_i οι παρατηρήσεις διατεταγμένες έτσι ώστε:

$$x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \dots \leq x_{(n-1)} \leq x_{(n)} \quad (2.6)$$

Οι πρώτες τέσσερις L-ροπές εκφρασμένες με όρους πιθανοτικά σταθμισμένων ροπών δίνονται από τις σχέσεις (2.7), ενώ οι εκτιμήσεις των λ_i προκύπτουν εύκολα από την αντικατάσταση των πιθανοτικά σταθμισμένων ροπών στις σχέσεις (2.7), από τις εκτιμήσεις τους που δίνονται από τη σχέση (2.5)

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \beta_0 \\ \lambda_2 &= 2\beta_1 - \beta_0 \\ \lambda_3 &= 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \\ \lambda_4 &= 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0 \end{aligned} \quad (2.7)$$

Οι τέσσερις πρώτες L-ροπές $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ αποτελούν μέτρα θέσης, διασποράς, ασυμμετρίας και κύρτωσης αντίστοιχα. Από αυτές προκύπτουν οι αδιάστατοι L-συντελεστές διασποράς, ασυμμετρίας και κύρτωσης που ορίζονται από τις σχέσεις (2.8), (2.9) και (2.10) αντίστοιχα

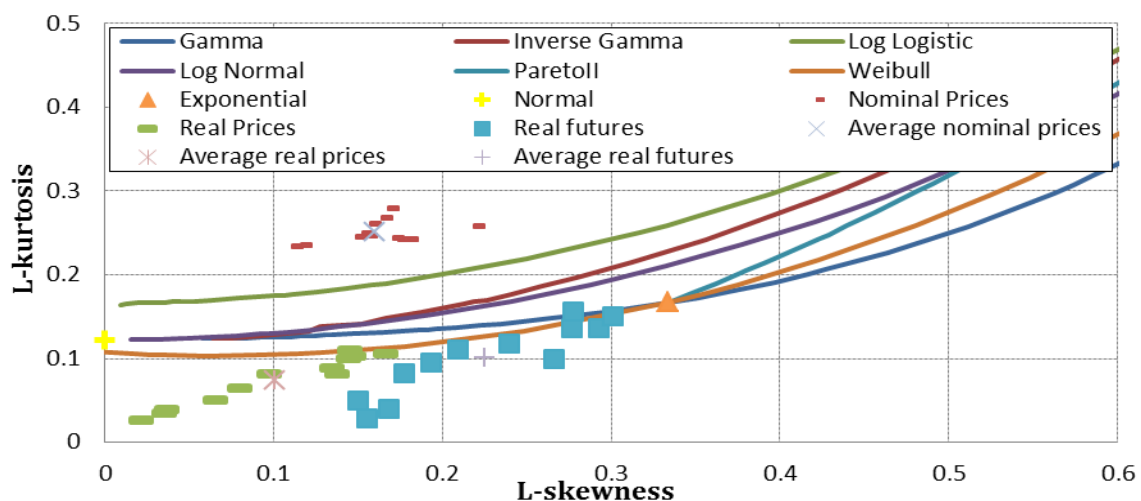
και συμβολίζονται με τ_2, τ_3, τ_4 . Τιμή του $\tau_3 < 0$ υποδηλώνει αρνητική ασυμμετρία ενώ όταν ο $\tau_3 > 0$ η ασυμμετρία είναι θετική.

$$\tau_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad (2.8)$$

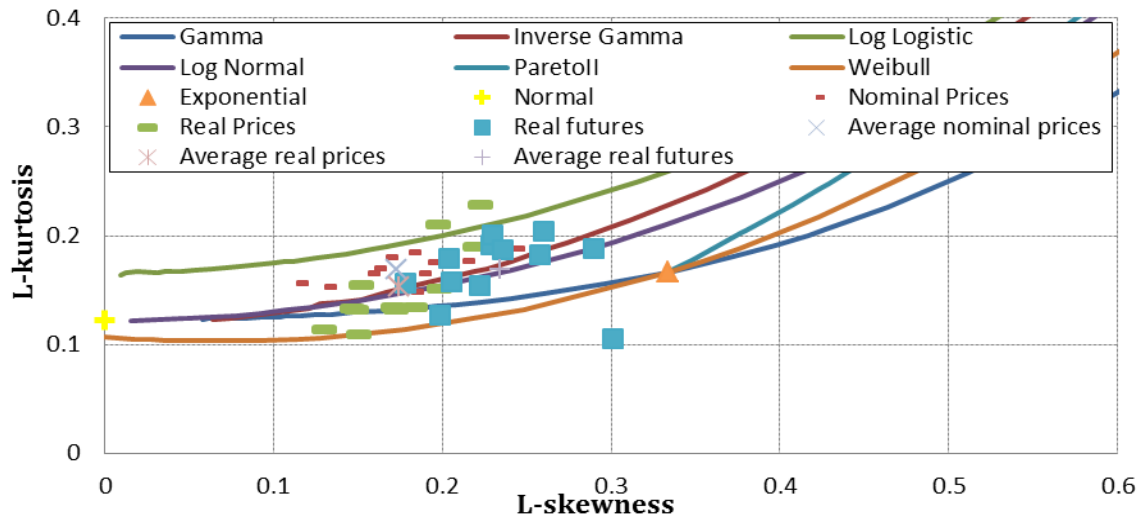
$$\tau_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_2} \quad (2.9)$$

$$\tau_4 = \frac{\lambda_4}{\lambda_2} \quad (2.10)$$

Οι θεωρητικές κατανομές που διερευνήθηκαν ως προς την καταλληλότητά τους είναι: η Γάμμα, η αντίστροφη Γάμμα, η Log Logistic, η Pareto II, Λογαριθμοκανονική, η Weibull, η Εκθετική και η Κανονική. Υπολογίστηκαν οι συντελεστές τ_3, τ_4 των τιμών παραγωγών και Σ.Μ.Ε. (ονομαστικών και αποπληθωρισμένων) σόγιας και καλαμποκιού του κάθε μήνα και η μέση τιμή τους και χρησιμοποιήθηκαν γραφήματα της L-κύρτωσης έναντι της L-ασυμμετρίας. Από το Σχήμα 2.13 φαίνεται πως οι ονομαστικές τιμές παραγωγών βρίσκονται πάνω από την Log Logistic ενώ οι αποπληθωρισμένες τιμές των παραγωγών και των Σ.Μ.Ε. κάτω από τη θεωρητική κατανομή Weibull. Όσον αφορά στη σόγια Σχήμα 2.14, η μέση τιμή των αποπληθωρισμένων τιμών παραγωγών προσεγγίζεται από τη Log Normal και των Σ.Μ.Ε. από την Log Normal.



Σχήμα 2.13: Παράμετροι τ_3, τ_4 τιμών καλαμποκιού



Σχήμα 2.14: Παράμετροι τ_3, τ_4 τιμών σόγιας

2.6.5 Συντελεστής Hurst

Είναι ευρέως γνωστό και δεδομένο πως κάποια από τα ανθρώπινα και φυσικά φαινόμενα χαρακτηρίζονται από εμμονή. Από την δεκαετία του 70 πολλοί ερευνητές ασχολήθηκαν με την μελέτη της εμμονής, τόσο στην οικονομία όσο και γενικότερα σε διάφορα πεδία των φυσικών επιστημών, με τις πρώτες μελέτες να ανήκουν στον Mandelbrot (1971). Η συζήτηση για το εάν οι τιμές στις χρηματιστηριακές και όχι μόνο αγορές διέπονται από εμμονή συνεχίζεται καθώς έχει άμεσες συνέπειες πάνω στις θεωρίες των κεφαλαιαγορών (capital market theories). «Αν οι τιμές των μετοχών έχουν εμμονή, τότε η πρόβλεψη των τιμών είναι εφικτή, κάτι το οποίο συνεπάγεται την απόρριψη της θεωρίας αποτελεσματικής αγοράς (efficient market hypothesis) που στηρίζεται στην υπόθεση πως οι τιμές είναι τυχαίος περίπατος (random walk)» (Sánchez Granero et al., 2008). Στην εργασία του S. K. Mitra (2012), χρησιμοποιήθηκαν 12 ημερήσιοι δείκτες χρηματιστηρίου και ο υπολογισμός του συντελεστή Hurst έδειξε ότι παίρνει τιμή 0.5.

Η εμμονή ποσοτικοποιείται με τον συντελεστή Hurst. Τιμή του Hurst στο διάστημα (0.5-1) αποδεικνύει την ύπαρξη εμμονής η οποία δηλώνει την ομαδοποίηση των ακραίων τιμών μιας χρονοσειράς.

Σε αυτήν την εργασία, ο συντελεστής Hurst υπολογίστηκε βάσει της μεθόδου που βασίζεται στη τυπική απόκλιση της συναθροισμένης ανέλιξης

$$X^{(k)}(\tau) = \frac{1}{k} \sum_{t=(\tau-1)k+1}^{k\tau} X(t) \quad (2.11)$$

Αποδεικνύεται ότι ισχύει:

$$\sigma_{x^{(k)}} = k^{H-1} \sigma_x \quad (2.12)$$

Λογαριθμίζοντας την παραπάνω σχέση προκύπτει:

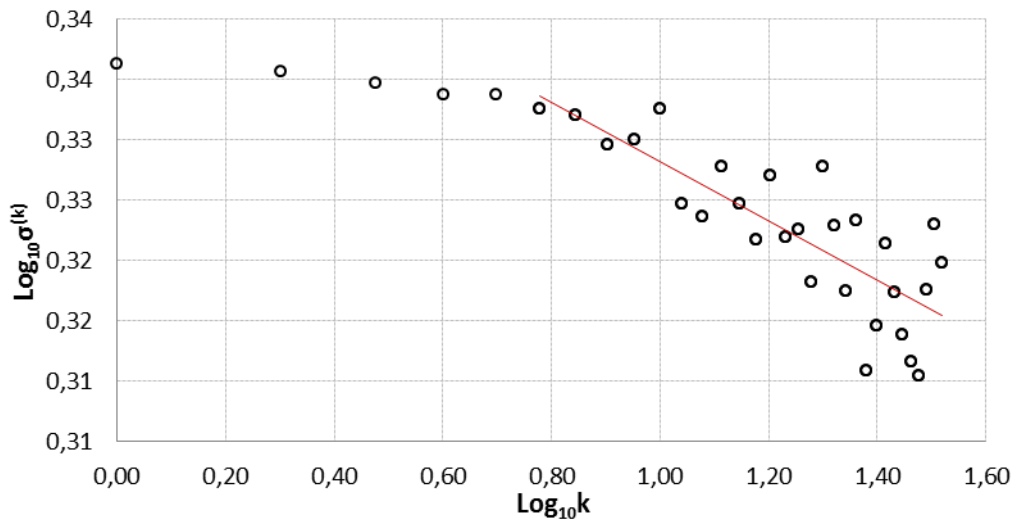
$$\ln \sigma_{x^{(k)}} = (H-1) \ln k + \ln \sigma_x \quad (2.13)$$

Ως αποτέλεσμα, η τυπική απόκλιση της συναθροισμένης ανέλιξης του δείγματος $\sigma_{x^{(k)}}$ συναρτήσει της κλίμακας συνάθροισης k , σε ένα διπλά λογαριθμικό διάγραμμα, θα αποτυπώνεται ως ευθεία γραμμή και ο εκτιμώμενος συντελεστής Hurst δίνεται από τη σχέση:

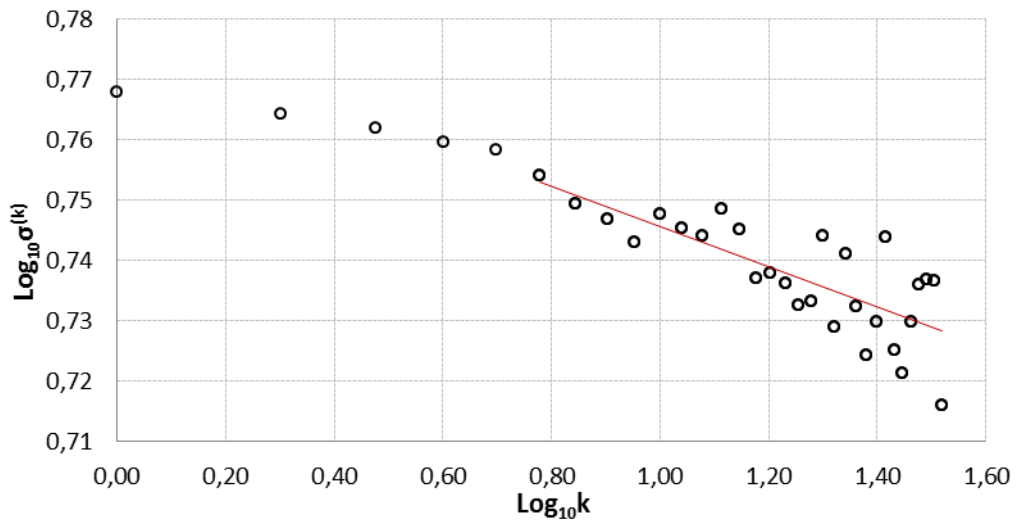
$$H = 1 + n \quad (2.14)$$

Όπου n : η κλίση της ευθείας.

Στην παρούσα εργασία υπολογίσθηκε ο συντελεστής Hurst των χρονοσειρών μέσω μηνιαίων τιμών παραγωγών και Σ.Μ.Ε (αποπληθωρισμένων και μη). Ρίχνοντας απλά μια ματιά στις χρονοσειρές των τιμών είναι εμφανής η εμμονή και προφανώς οι χρονοσειρές παρουσίασαν πολύ υψηλό συντελεστή Hurst, με τις τιμές παραγωγών να παίρνουν ίδια τιμή με τις τιμές των Σ.Μ.Ε.. Χαρακτηριστικά, την υψηλότερη τιμή 0.98 παρουσίασαν οι αποπληθωρισμένες τιμές καλαμποκιού (Σχήμα 2.15), με τις ονομαστικές να παίρνουν ελαφρώς μικρότερη τιμή 0.91. Αντίστοιχα για την σόγια, ο συντελεστής για τις αποπληθωρισμένες τιμές των παραγωγών και των Σ.Μ.Ε.(0.97) (Σχήμα 2.16), είναι μεγαλύτερος από αυτόν των ονομαστικών (0.92). Τα συγκεντρωτικά διαγράμματα υπολογισμού του συντελεστή Hurst παρουσιάζονται στο Παράρτημα G Υπολογισμός συντελεστή Hurst.



Σχήμα 2.15: Διπλό λογαριθμικό διάγραμμα της δειγματικής τυπικής απόκλισης των αποπληθωρισμένων τιμών καλαμποκιού, συναρτήσει της κλίμακας συνάθροισης k



Σχήμα 2.16: Διπλό λογαριθμικό διάγραμμα της δειγματικής τυπικής απόκλισης των αποπληθωρισμένων τιμών των Σ.Μ.Ε. σόγιας, συναρτήσει της κλίμακας συνάθροισης k

3 Γεωφυσικές μεταβλητές

Σε αυτό το κεφάλαιο αρχικά αναφέρονται κάποια εισαγωγικά στοιχεία που αφορούν την θερμοκρασία στις Η.Π.Α., όπως είναι η χωρική και η χρονική μεταβολή της και η εμφάνιση καυσώνων. Στην συνέχεια έγινε στατιστική ανάλυση των χρονοσειρών θερμοκρασιών και αναλύθηκαν κάποια στατιστικά χαρακτηριστικά τους. Συνοπτικά, χρησιμοποιήθηκαν χρονοσειρές μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών από 200 σταθμούς που αντιστοιχούν στην περιοχή παραγωγής των προϊόντων που αναφέρονται στο Κεφάλαιο 2. Στη συνέχεια υπολογίστηκε η αντίστοιχη μηνιαία μέση τιμή των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών, μελετήθηκε η δομή αυτοσυσχέτισης τους και έγινε διερεύνηση όσον αφορά την καταλληλότητα της θεωρητικής πιθανοτικής κατανομής με τη μέθοδο των L-ροπών.

3.1 Εισαγωγή

Είναι γεγονός πως η θερμοκρασία παίζει πολύ σημαντικό ρόλο σε πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες και η συζήτηση για την αύξηση της θερμοκρασίας ως μέρος της κλιματικής αλλαγής συνεχίζεται ενώ σύμφωνα με πολλούς επιστήμονες αποτελεί αδιαμφισβήτητο γεγονός. Ειδικά στις Η.Π.Α. υπάρχει πληθώρα εργασιών που μελετάνε τόσο την χωρική και χρονική κατανομή της αύξησης της θερμοκρασίας όσο και τους παράγοντες που ευθύνονται για αυτό και η κύρια αιτία θεωρείται η αύξηση της εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα λόγω ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

3.1.1 Η αύξηση της θερμοκρασίας στις Η.Π.Α.

Οι Karl et al. (1996) σε μια προσπάθεια δημιουργίας ενός δείκτη ακραίων γεγονότων που να ποσοτικοποιεί την κλιματική αλλαγή όπως αυτή παρατηρείται στις Η.Π.Α., έκαναν εκτεταμένη έρευνα στις αλλαγές της θερμοκρασίας και μερικές από τις παρατηρήσεις τους παρατίθενται παρακάτω.

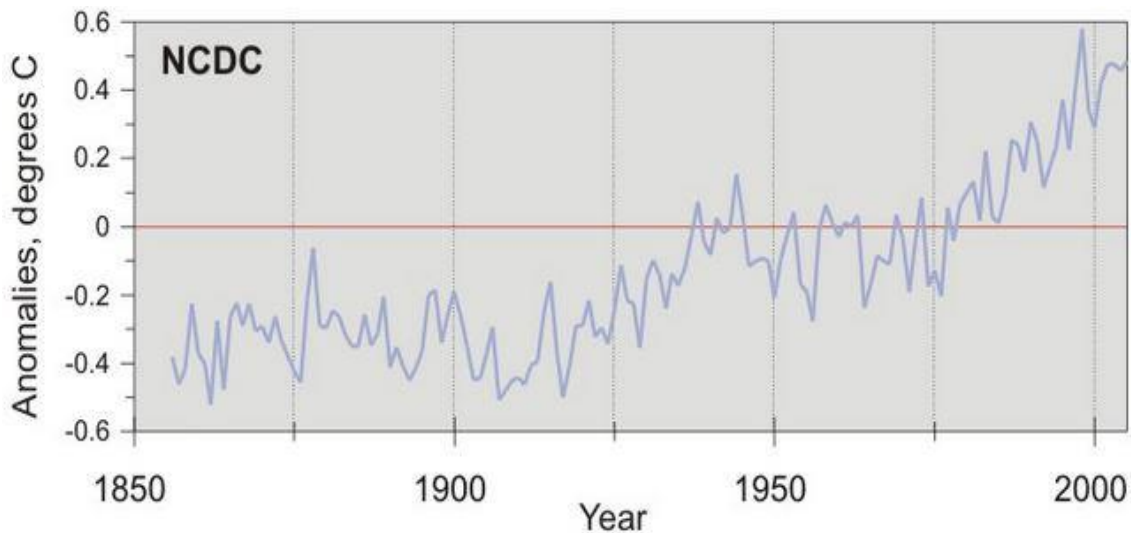
Η μέση θερμοκρασία των Η.Π.Α. δεν έχει αυξηθεί με μονότονο τρόπο παρόλο που μια γραμμική τάση υποδεικνύει αύξηση κατά 0.4 °C ανά 100 χρόνια. Οι καταγραφές δείχνουν ραγδαία αύξηση κατά την διάρκεια της δεκαετίας του 1930 και μια μικρή πτώση από το 1950 έως το 1970. Από το 1970 και μετά, η θερμοκρασία αυξήθηκε και παραμένει σε υψηλά επίπεδα παρόμοια με αυτά κατά την διάρκεια των μεγάλων ξηρασιών του 1930 με την

διαφορά πως παρατηρούνται μεγάλες ποσότητες κατακρημνίσεων σε αντίθεση με το ξηρό 1930. Παρόλο που έχει παρατηρηθεί μια ουσιαστική αύξηση της θερμοκρασίας, το μέγεθος της αύξησης και η χρονική συνέπεια της δεν αποκλείουν οι αυξήσεις να έχουν προέλθει λόγω φυσικών διεργασιών και όχι λόγω ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Οι αυξήσεις των ετήσιων θερμοκρασιών από το 1970 και μετά οφείλονται κατά κύριο λόγο στις μεγάλες αυξήσεις που παρατηρούνται κατά την διάρκεια των 6 πρώτων μηνών του χρόνου (χειμώνας, άνοιξη). Οι θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου έχουν αλλάξει ελάχιστα μετά την μείωση που ακολούθησε το θερμό 1930.

Όσον αφορά την χωρική κατανομή, οι περιοχές βόρεια και δυτικά του τόξου από Virginia, Illinois μέχρι και το Texas έχουν την μεγαλύτερη συνεισφορά στην αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας των Η.Π.Α. ενώ οι θερμοκρασίες στα νότια και στα ανατολικά μειώνονται. Επίσης, οι μικρότερες αυξήσεις των θερμοκρασιών τείνουν να συμπίπτουν με μεγαλύτερες θετικές τάσεις των κατακρημνίσεων που συνοδεύονται από αλλαγές στην κυκλοφορία του αέρα (Trenberth & Hurrell, 1994).

Παράλληλα εξετάζεται η επίδραση των αερίων του θερμοκηπίου τα οποία θεωρούνται ως η κύρια αιτία για την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 0.5 °C τον τελευταίο αιώνα σύμφωνα με το National Climatic Data Center (NCDC) των Η.Π.Α. (Σχήμα 3.1). Αυτή η αύξηση αναμένεται να επηρεάσει το κλίμα των Η.Π.Α. με τους εξής τρόπους: αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας του εδάφους, μικρή αύξηση των νυχτερινών θερμοκρασιών αλλά αρκετά μεγαλύτερη από την αύξηση των ημερήσιων θερμοκρασιών, μείωση της διακύμανσης των θερμοκρασιών από μέρα σε μέρα και αύξηση των ελάχιστων ημερήσιων θερμοκρασιών κατά 10% μεγαλύτερη σε σχέση με την αύξηση των μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών (Karl et al., 1996).



Σχήμα 3.1: Η μεταβολή της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη (πηγή: National Climatic Data Center)

3.1.2 Οι καύσωνες στις Η.Π.Α.

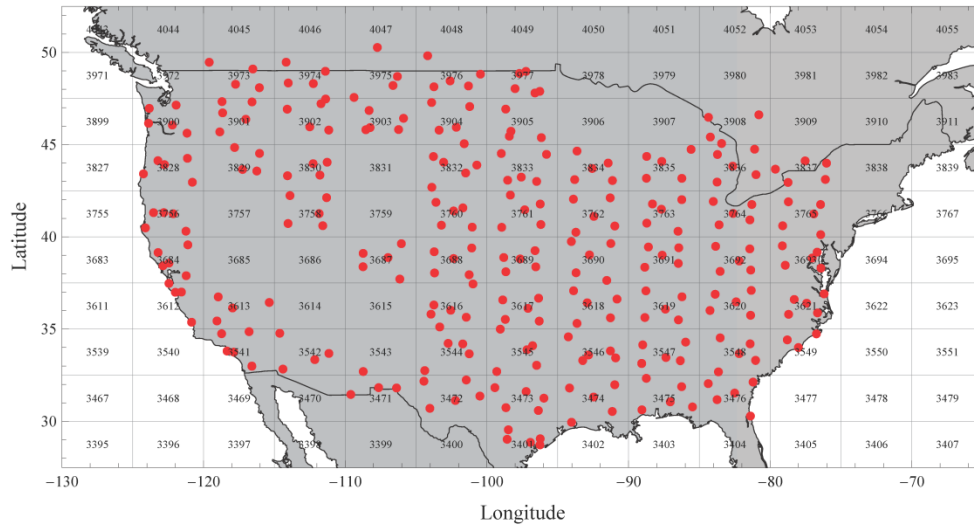
Ακραία γεγονότα όπως είναι οι καύσωνες μπορεί να έχουν σοβαρές κοινωνικές, αγροτικές, οικονομικές και οικολογικές επιπτώσεις. Ορίζονται ως γεγονότα όπου παρατηρούνται θερμοκρασίες πάνω από ένα όριο για κάποιο ελάχιστο αριθμό ημερών. Τα όρια μπορεί να είναι στατιστικά ή απόλυτα και στην δεύτερη περίπτωση ο ορισμός τους είναι γεωγραφικά εξαρτώμενος. Η ανάλυση και η μελέτη των καυσώνων προϋποθέτει την διαθεσιμότητα δεδομένων μέγιστων και ελάχιστων ημερήσιων θερμοκρασιών επαρκούς μήκους, ποιότητας, πληρότητας και χρονικής ομοιογένειας.

Σύμφωνα με την μελέτη των Peterson et al. (2013), οι περισσότεροι καύσωνες παρατηρήθηκαν το 1930 και οι λιγότεροι την δεκαετία του 1960. Η δεκαετία 2001-2010 είναι η δεύτερη σε αριθμό καυσώνων αλλά αρκετά χαμηλότερα σε σχέση με το 1930. Όσον αφορά την χωρική τους κατανομή, οι περισσότεροι καύσωνες του 2000 σημειώθηκαν στις δυτικές περιοχές και αυτοί του 1930 επικράτησαν στα υπόλοιπα τμήματα της χώρας.

3.2 Δεδομένα

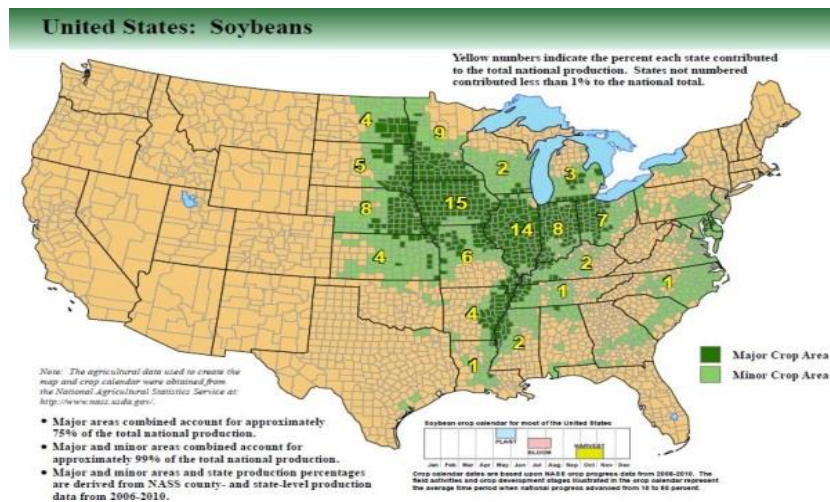
3.2.1 Συλλογή δεδομένων

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ως μεταβλητές στην παρούσα εργασία είναι χρονοσειρές μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών. Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.2 υπήρχε διαθέσιμη μια τεράστια βάση δεδομένων (πηγή: <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-daily/>).

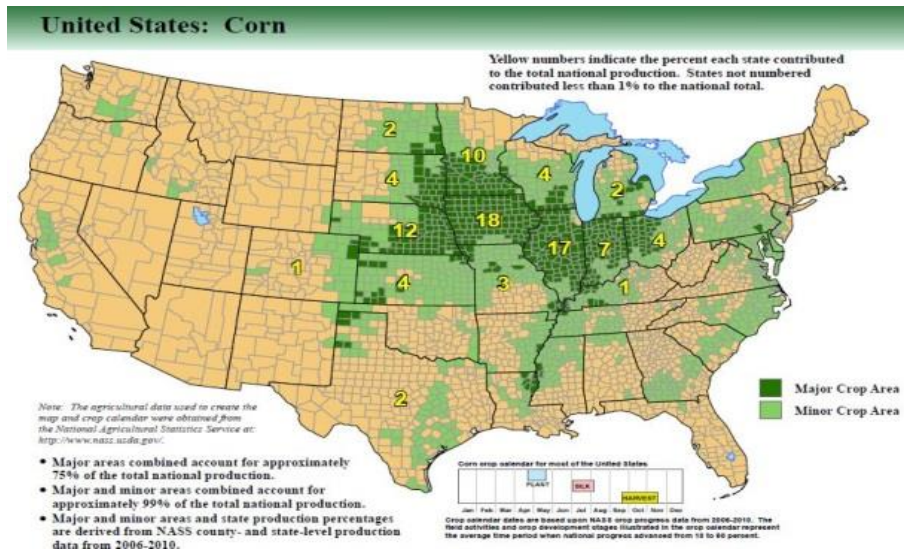


Σχήμα 3.2: Διαθέσιμοι σταθμοί με δεδομένα τις μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες

Για να έχει νόημα η ανάλυση συσχέτισης και η σύγκριση τους με τις οικονομικές χρονοσειρές έπρεπε τα δεδομένα να προέρχονται από σταθμούς που να βρίσκονται στις περιοχές παραγωγής του καλαμποκιού και της σόγιας. Για τον λόγο αυτό, η περιοχή παραγωγής τους αρχικά χωρίστηκε σε κελιά μεγέθους 2.5 γεωγραφικού πλάτους επί 5 γεωγραφικού μήκους. Οι χάρτες με τα ποσοστά παραγωγής σύμφωνα με τους οποίους έγινε η αντιστοίχιση των κελιών βρέθηκαν στην ιστοσελίδα www.usda.gov (Σχήμα 3.3και Σχήμα 3.4).

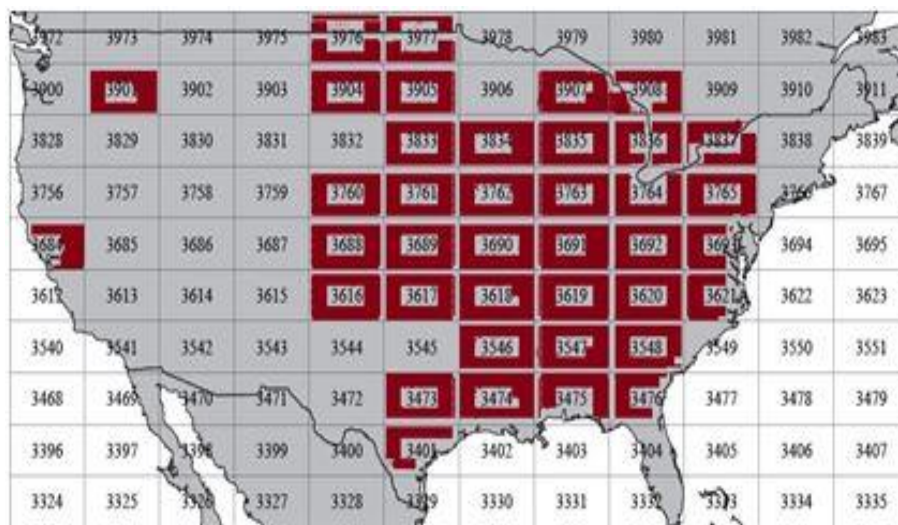


Σχήμα 3.3: Περιοχές παραγωγής σόγιας με τα αντίστοιχα ποσοστά τους (πηγή: United States Department of agriculture)



Σχήμα 3.4: Περιοχές παραγωγής καλαμποκιού με τα αντίστοιχα ποσοστά τους (πηγή: United States Department of agriculture)

Στην συνέχεια, σε κάθε κελί επιλέχθηκαν 5 σταθμοί και έτσι προέκυψαν συνολικά 200 σταθμοί περίπου που να αντιστοιχούν στην περιοχή παραγωγής του καλαμποκιού και 120 περίπου που αντιστοιχούν στην περιοχή παραγωγής της σόγιας (Σχήμα 3.5 και Σχήμα 3.6).



Σχήμα 3.5: Ο διαχωρισμός της περιοχής παραγωγής καλαμποκιού σε κελιά με τους σταθμούς θερμοκρασιών

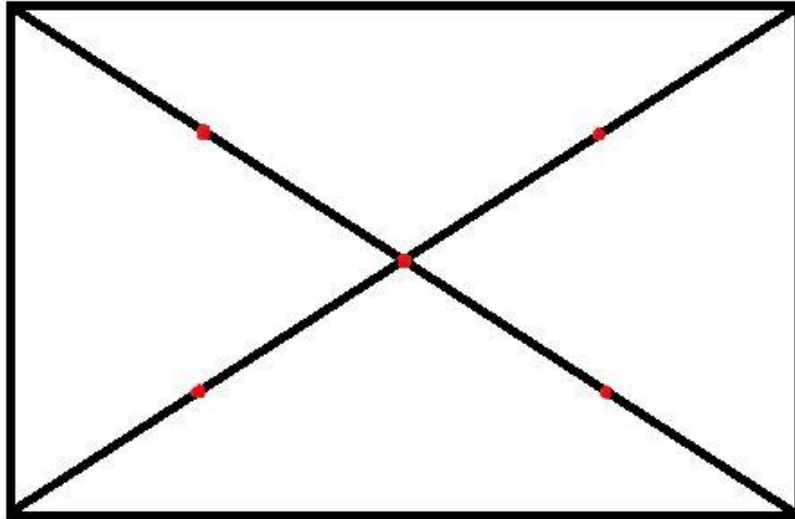


Σχήμα 3.6: Ο διαχωρισμός της περιοχής παραγωγής σόγιας σε κελιά με τους σταθμούς θερμοκρασιών

3.2.2 Επεξεργασία δεδομένων

Όπως αναφέραμε, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ως μεταβλητές είναι χρονοσειρές μέγιστων ημερήσιων θερμοκρασιών από 200 σταθμούς συνολικά καθώς η περιοχή παραγωγής του καλαμποκιού υπερκαλύπτει την περιοχή παραγωγής της σόγιας. Από τις μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες υπολογίστηκε η μηνιαία μέση τιμή των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για κάθε σταθμό με την προϋπόθεση πως για κάθε σταθμό δεν έλειπαν πάνω από 7 ημερήσιες τιμές κάποιου μήνα. Σε αντίθετη περίπτωση δεν γινόταν εκτίμηση της θερμοκρασίας του μήνα. Στην συνέχεια υπολογίστηκε η μηνιαία μέση τιμή των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για κάθε κελί.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.7, οι σταθμοί του κάθε κελιού δεν επιλέχθηκαν με τυχαίο τρόπο. Το κάθε κελί χωρίστηκε από 2 διαγώνιες ευθείες και επιλέχθηκαν 5 σημεία που αντιστοιχούν στο κέντρο του κελιού και στο μέσο της καθεμίας από τις 4 ευθείες που έχουν ως αρχή το κέντρο και πέρας την εκάστοτε γωνία. Η επιλογή του κάθε σταθμού έγινε με κριτήριο να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στα συγκεκριμένα σημεία έτσι ώστε ο μέσος όρος των θερμοκρασιών που θα εκτιμάται να είναι όσο γίνεται πιο αντιπροσωπευτικός για το εκάστοτε κελί.

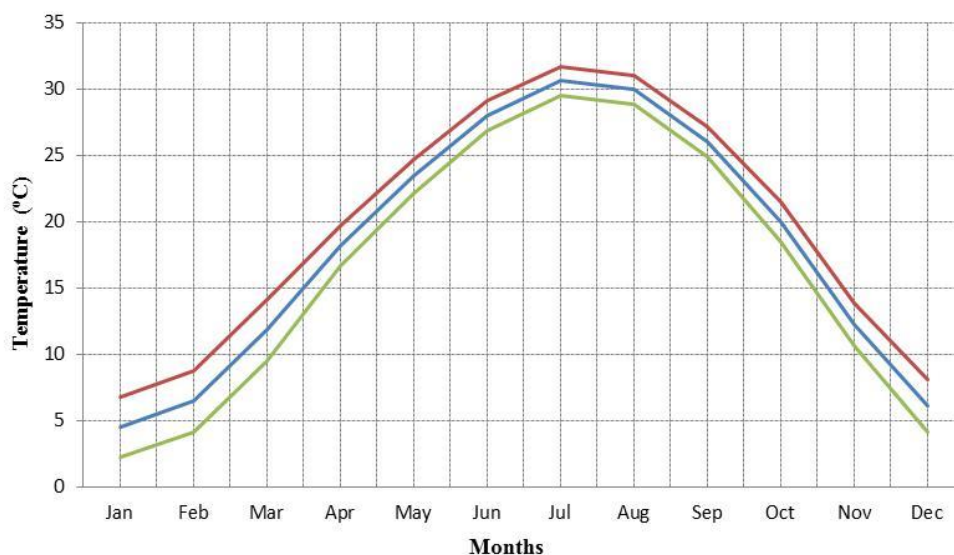


Σχήμα 3.7: Γραφική απεικόνιση της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε για τη επιλογή των 5 σταθμών σε κάθε κελί

3.3 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων

3.3.1 Στατιστικά μέτρα θερμοκρασιών

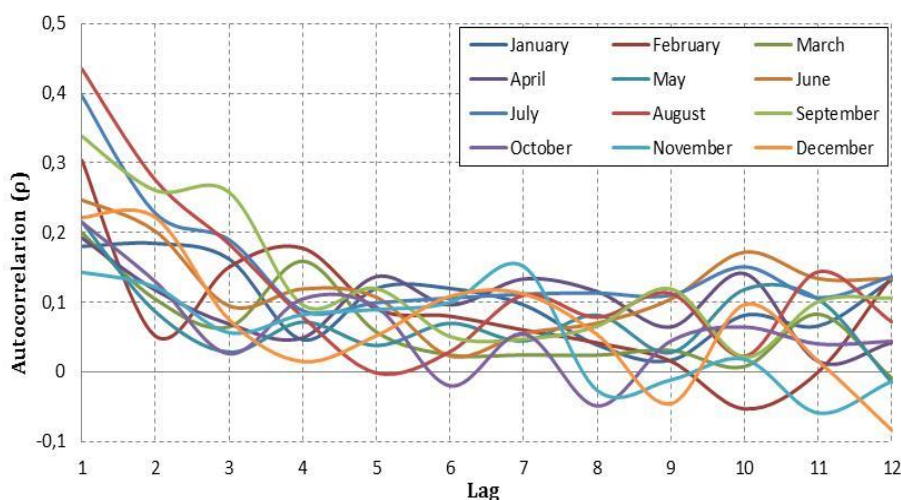
Από τις συνολικά 200 χρονοσειρές θερμοκρασιών, επιλέγοντας τα αντίστοιχα κελιά, προέκυψαν 180 χρονοσειρές που να αντιστοιχούν στην περιοχή παραγωγής όπου πραγματοποιείται το 80% της παραγωγής της σόγιας και του καλαμποκιού. Πρόκειται για χρονοσειρές μέγιστου μήκους 115 ετών (1897-2012) και ελάχιστου μήκους 62 ετών (1950-2102). Έχοντας εκτιμήσει την μηνιαία μέση τιμή των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών για κάθε κελί και υπολογίζοντας τον μέσο όρο, εκτιμήθηκε η μηνιαία μέση τιμή των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών της περιοχής παραγωγής. Πρόκειται για χαρακτηριστική χρονοσειρά της περιοχής παραγωγής αφού οι χρονοσειρές είναι από σταθμούς που βρίσκονται σε ένα σταθερό γεωγραφικό πλέγμα. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα στατιστικά μέτρα των θερμοκρασιών της περιοχής παραγωγής και τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο Παράρτημα Β Στατιστικά μέτρα δεδομένων (B.9). Στο Σχήμα 3.8 παρουσιάζεται η μέση τιμή και η μέση τιμή αφαιρώντας και προσθέτοντας μια τυπική απόκλιση για κάθε μήνα. Όπως είναι φυσικό υπάρχει εμφανής εποχικότητα, με τους καλοκαιρινούς μήνες να παίρνουν τις μεγαλύτερες τιμές.



Σχήμα 3.8: Η μπλε γραμμή αντιστοιχεί στην μέση τιμή ενώ η κόκκινη και η πράσινη στην μέση τιμή αφαιρώντας και προσθέτοντας μια τυπική απόκλιση αντίστοιχα

3.3.2 Δομή αυτοσυσχέτισης

Οι σχέσεις υπολογισμού του συντελεστή συσχέτισης είναι ίδιες με αυτές που αναφέρονται στο Κεφάλαιο 2.6.3. Για καθεμία από τις 180 χρονοσειρές υπολογίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης του κάθε μήνα για υστέρηση μέχρι 12 μήνες. Στην συνέχεια υπολογίστηκε η μέση τιμή του συντελεστή συσχέτισης για κάθε μήνα και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.9. Αυτό που αξίζει να σχολιαστεί είναι ότι σε αντίθεση με τις οικονομικές μεταβλητές, οι μέγιστες μηνιαίες θερμοκρασίες δεν έχουν τόσο ισχυρή δομή αυτοσυσχέτισης με τον συντελεστή συσχέτισης να παίρνει μέγιστη τιμή κοντά στο 0.45 τον Αύγουστο για υστέρηση 0 και τιμές 0.15-0.4 τους υπόλοιπους μήνες.

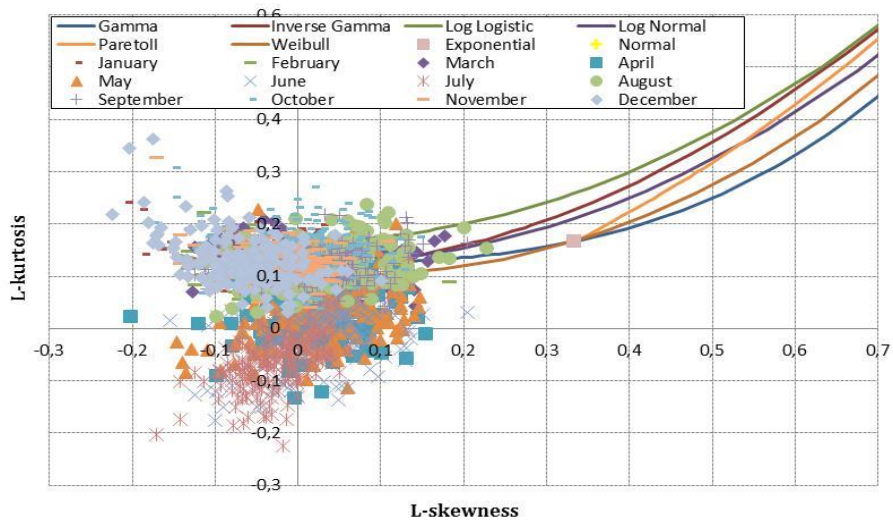


Σχήμα 3.9: Συντελεστής αυτοσυσχέτισης της μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών

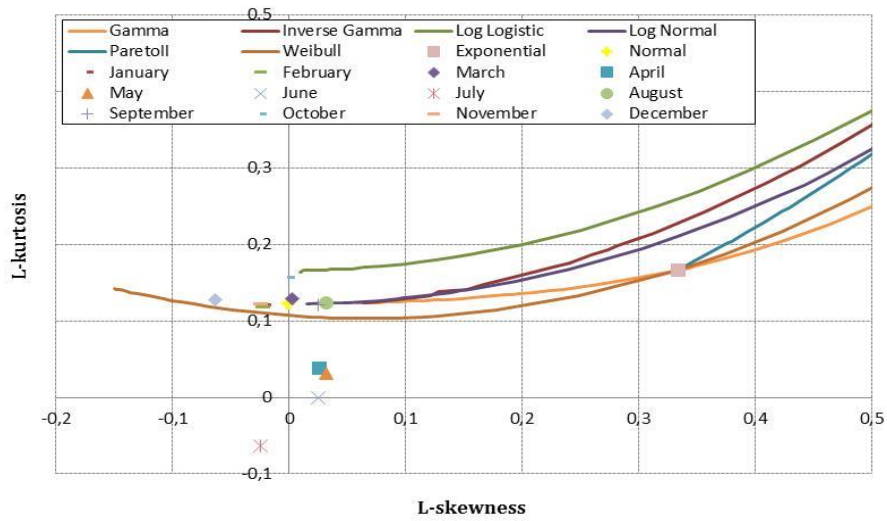
3.3.3 L-ροπές για την προσαρμογή της θεωρητικής κατανομής

Για καθεμία από τις 180 χρονοσειρές υπολογίστηκαν οι συντελεστές τ_3, τ_4 του κάθε μήνα. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο Σχήμα 3.10 όμως λόγω της μεγάλης πυκνότητας των δεδομένων η ανάγνωση των αποτελεσμάτων καθίσταται δύσκολη. Για αυτόν τον λόγο υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές των συντελεστών του κάθε μήνα που παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.11 ενώ στο Παράρτημα C L-ροπές παρατίθενται τα διαγράμματα με τις παραμέτρους του κάθε μήνα (Σχήμα C.1-Σχήμα C.12).

Αξίζει να σχολιαστεί ότι οι τιμές των παραμέτρων παρουσιάζουν αξιοσημείωτες διαφορές ανά τους μήνες αν και παρατηρείται μια ομαδοποίηση. Συγκεκριμένα, οι μήνες Απρίλιος-Ιούλιος βρίσκονται αρκετά πιο κάτω από την κατανομή Gamma ενώ οι μήνες Νοέμβριος-Φεβρουάριος μπορούμε να πούμε ότι προσεγγίζονται από την κατανομή Weibull. Επίσης η θεωρητική κατανομή που προσεγγίζει τον Μάρτιο είναι η Κανονική, ο Αύγουστος και ο Σεπτέμβριος προσεγγίζονται από την Log Normal ενώ ο Οκτώβριος βρίσκεται πιο κοντά στην Log Logistic.



Σχήμα 3.10: Συντελεστές τ_3, τ_4 του κάθε μήνα



Σχήμα 3.11: Μέσες τιμές των συντελεστών τ_3, τ_4 του κάθε μήνα

4 Συνδυαστική ανάλυση οικονομικών και γεωφυσικών μεταβλητών

Σε αυτό το κεφάλαιο εισαγωγικά παρουσιάζεται η συσχέτιση των θερμοκρασιών με την καλλιέργεια αγροτικών προϊόντων όπως αναφέρεται στην διεθνή βιβλιογραφία. Στην συνέχεια, έγινε στατιστική διερεύνηση πιθανής συσχέτισης μεταξύ των τιμών παραγωγών και Σ.Μ.Ε. με τις γεωφυσικές μεταβλητές. Αρχικά υπολογίστηκε η ετεροσυσχέτιση μεταξύ της μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών από σταθμούς που βρίσκονται κατανεμημένοι στην περιοχή παραγωγής των προϊόντων με τις αντίστοιχες τιμές τους. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν μεταβλητές θερμοκρασίας όπως είναι οι χρονοσειρές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας στις περιοχές παραγωγής και η εμφάνιση ακραίων μέγιστων θερμοκρασιών στο Ohio Valley όπως υπολογίζονται από το National Climatic Data Center (NCDC) των Η.Π.Α. Οι συγκεκριμένες ακραίες μεταβλητές συγκρίθηκαν με τις μηνιαίες τιμές που έλαβαν οι αγρότες, καθώς και με τις μηνιαίες τιμές Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και σόγιας.

4.1 Εισαγωγή

Στόχος της ανάλυσης ήταν να διερευνηθεί εάν ένα ακραίο φαινόμενο (π.χ. μια παρατεταμένη περίοδος με μέγιστες θερμοκρασίες πάνω από ένα όριο) που μπορεί να μειώσει την παραγωγή ενός αγροτικού προϊόντος επηρεάζει την τιμή του. Οι Η.Π.Α. είναι η μεγαλύτερη χώρα σε παραγωγή και εξαγωγές αγροτικών προϊόντων και επομένως μια καταστροφή θα έχει αντίκτυπο στην προσφορά και στις τιμές σε παγκόσμια κλίμακα (Schlenker & Roberts, 2008).

Η ανάλυση επικεντρώθηκε στους θερινούς μήνες αφού αντιστοιχούν στην περίοδο ωρίμανσης, ιδιαίτερα στον Ιούνιο και τον Ιούλιο κατά την διάρκεια των οποίων οι κλιματολογικές συνθήκες παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού. Η καταστροφή ενός σημαντικού ενζύμου μπορεί να οδηγήσει στον θάνατο του οργανισμού, κάτι που ίσως αποτελεί εξήγηση για το ότι τα περισσότερα φυτά επιβιώνουν κάτω από μια μικρή διακύμανση θερμοκρασίας, 40-45 °C (Rasul et al., 2011).

Οι υψηλές θερμοκρασίες επίσης αυξάνουν την εξάτμιση και μειώνουν την υγρασία του εδάφους και σε περίπτωση έλλειψης βροχών και άρδευσης πρόκειται για ξηρασία ενώ σε συνθήκες με μεγάλη υγρασία διευκολύνεται η ανάπτυξη αρρωστιών και ζιζανίων που

μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες ζημιές στις σοδειές. Ακόμα, η θερμοκρασία επηρεάζει την περίοδο καλλιέργειας καθώς υψηλές θερμοκρασίες μειώνουν την διάρκεια της καθώς επιταχύνεται η διαδικασία της ωρίμανσης κάτι το οποίο έχει αρνητικές συνέπειες στην παραγόμενη ποσότητα, ενώ αντίστοιχα χαμηλές θερμοκρασίες επιτρέπουν μεγαλύτερη χρονική περίοδο για την ανάπτυξη των φυτών με αντίστοιχα θετικά αποτελέσματα ως προς την απόδοση των καλλιεργειών.

4.1.1 Δείκτες και όρια ακραίων θερμοκρασιών

Υπάρχει πληθώρα εργασιών που μελετάνε την επίπτωση ακραίων θερμοκρασιών στην απόδοση των καλλιεργειών και την παραγωγή των αγροτικών προϊόντων. Δεν μπορούμε να πούμε πως έχει υπάρξει κάποια σύγκλιση μεταξύ των μελετητών ως προς τον ορισμό των ακραίων θερμοκρασιών καθώς έχουν προταθεί διάφοροι δείκτες, όρια και παράμετροι στις μελέτες που έχουν γίνει πάνω στο συγκεκριμένο ζήτημα.

Σε κάποιες μελέτες, η επίδραση της θερμοκρασίας πάνω στην απόδοση των καλλιεργειών παραμετροποιείται χρησιμοποιώντας το Growing Degree Days (GDD) και το Killing Degree Days (KDD). Οι συγκεκριμένοι συντελεστές δείχνουν την συνολική θερμότητα που δέχεται ένα προϊόν κατά την διάρκεια της περιόδου καλλιέργειας. Στην εργασία των Butler και Huybers (2013), ο GDD ορίζεται ως το άθροισμα της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας που υπερβαίνει το όριο των 8 °C και συμβολίζει ευνοϊκές συνθήκες αγροτικής παραγωγής ενώ ο KDD ορίζεται ως το άθροισμα της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας που υπερβαίνει τους 29 °C και αντίστοιχα συμβολίζει δυσμενείς συνθήκες καλλιέργειας. Σημειώνεται πως το όριο των 29 °C μπορεί να φαίνεται χαμηλό αλλά η θερμοκρασία στην οποία υπόκειται το φυτό είναι συνήθως μεγαλύτερη από τα όργανα μέτρησης τα οποία βρίσκονται σε κάποιο υψόμετρο.

Στην εργασία τους, ο Wolfram Schlenker και ο Michael J. Roberts (2008), αποδεικνύουν πως η απόδοση των καλλιεργειών αυξάνεται για θερμοκρασίες μέχρι 29 °C για το καλαμπόκι και 30 °C για την σόγια αλλά θερμοκρασίες που ξεπερνούν τα συγκεκριμένα όρια είναι ιδιαίτερα επιβλαβή. Η Rozenweig (1993) βρήκε πως οι μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες που ξεπερνούν τους 33.3 °C τον Ιούλιο και τον Αύγουστο συσχετίζονται αρνητικά με την απόδοση της καλλιέργειας του αραβόσιτου ενώ θερμοκρασίες πάνω από 37.7 °C προκαλούν σοβαρές ζημιές. Ο Rasul G. (2011) υπολογίζει την πιθανότητα εμφάνισης ενός καύσωνα (heat

waves) που ορίζεται ως 5 συνεχόμενες μέρες με μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία πάνω από ένα κατώφλι (threshold) και την επίδρασή του πάνω στην παραγωγή σιτηρών στο Πακιστάν.

4.1.2 Κλιματική αλλαγή και αγροτική παραγωγή

Είναι γεγονός πως οι καιρικές συνθήκες παίζουν σημαντικό ρόλο σε πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες και η αγροτική παραγωγή είναι μια διαδικασία που επηρεάζεται άμεσα από παράγοντες όπως είναι η κατακρήμνιση, η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, η υγρασία αέρος και εδάφους κλπ. Οι ανησυχίες για την αλλαγή του κλίματος έχουν πάρει παγκόσμιες διαστάσεις και γίνονται προσπάθειες για την αντιμετώπιση του ζητήματος (IPCC, 1990, 1995). Μελλοντικές αλλαγές του κλίματος θα μπορούσαν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην αγροτική παραγωγή, ειδικά ο συνδυασμός υψηλών θερμοκρασιών, αυξημένης πιθανότητας ξηρασιών και μειωμένης διαθεσιμότητας υδατικών πόρων για σκοπούς άρδευσης (Chiotti & Johnston, 1995). Με βάση τις πρώτες καταγραφές δεδομένων στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, προκύπτει το συμπέρασμα πως η μέση θερμοκρασία της γης αυξάνεται και την δεκαετία του 1990 παρατηρήθηκαν τα 5 πιο θερμά έτη ενώ από το 1980 και μετά παρατηρήθηκαν τα 10 από τα 11 θερμότερα έτη του αιώνα (Pearce, 1997). Βασιζόμενοι στις προβλέψεις κλιματικών μοντέλων, η μέση ετήσια θερμοκρασία αναμένεται να αυξηθεί κατά 1 έως 3.5 °C το έτος 2100 και θα υπάρξουν μεταβολές ως προς την χωρική και χρονική κατανομή των κατακρημνίσεων (IPCC, 1995).

Η μελέτη των οικονομικών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής πάνω στην αγροτική παραγωγή, η οποία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις μεταβολές, αποδεικνύεται ιδιαίτερα σημαντική (Kane et al., 1992). Άμεσες συνέπειες συμπεριλαμβάνουν μεταβολές της θερμοκρασίας, των κατακρημνίσεων, της διάρκειας περιόδου καλλιέργειας και της εμφάνισης ακραίων φαινομένων που να σχετίζονται με την ανάπτυξη των καλλιεργειών (Saarikko, 1996). Για την καλύτερη κατανόηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την αγροτική παραγωγή αλλά και σε μια προσπάθεια πρόβλεψης των μεταβολών που θα επιφέρουν τα διάφορα σενάρια κλιματικής αλλαγής έχουν αναπτυχθεί πληθώρα μεθόδων και μοντέλων.

Η ανάπτυξη των μοντέλων προσομοίωσης αποτελεί ένα αρκετά δύσκολο εγχείρημα καθώς το πλήθος των παραμέτρων που επηρεάζουν την ποσότητα, την ποιότητα και τις τιμές των αγροτικών προϊόντων είναι μεγάλος και ο τρόπος με τον οποίο αλληλεπιδρούν αρκετά πολύπλοκος. Η θερμοκρασία, οι κατακρημνίσεις, η ύπαρξη ή μη άρδευσης, η υγρασία και η ποιότητα του εδάφους, οι μέθοδοι καλλιέργειας, η χρησιμοποίηση γενετικά μεταλλαγμένων

σπόρων και οι συμφωνίες στο διεθνές εμπόριο είναι κάποιες παράμετροι που επηρεάζουν άμεσα την γεωργία με έναν σαφώς μη γραμμικό τρόπο που καθιστά την ενσωμάτωσή τους σε μοντέλο προσομοίωσης δύσκολο εγχείρημα που απαιτεί ενδελεχή μελέτη.

Ενδεικτικά αναφέρεται η εργασία των Southworth et al. (2000), στην οποία χρησιμοποιείται το μοντέλο CERES-maize για την μελέτη της επίπτωσης διαφόρων σεναρίων κλιματικής αλλαγής πάνω στην παραγωγή του αραβόσιτου στην περιοχή των Μεγάλων Λιμνών (Great Lakes), μια από τις πιο παραγωγικές και σημαντικές αγροτικές περιοχές στον κόσμο (Smith et al., 1989). Τα δεδομένα εισόδου περιλαμβάνουν ημερήσιες χρονοσειρές γεωφυσικών μεταβλητών (μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία, κατακρημνίσεις και ηλιακή ακτινοβολία), ιδιότητες εδάφους (ύπαρξη θρεπτικών συστατικών και υγρασία), συντελεστές που χαρακτηρίζουν το είδος των σπόρων (υβριδικά και γενετικά μεταλλαγμένα) και τεχνικές καλλιέργειας (λιπάσματα, άρδευση κλπ.). Ένα σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι η αύξηση των μέγιστων θερμοκρασιών θα μειώσει την απόδοση των καλλιεργειών στις νότιες περιοχές ενώ αντίθετα παρατηρείται αύξηση στις βόρειες περιοχές. Επίσης, αποδεικνύεται ότι εκτός από την μελέτη των επιπτώσεων που θα έχουν οι μεταβολές των μέσων τιμών των γεωφυσικών μεταβλητών, είναι επίσης σημαντική η μελέτη της μεταβλητότητας του κλίματος καθώς μεγαλύτερες διακυμάνσεις συνεπάγονται και μεγαλύτερες μειώσεις της απόδοσης των καλλιεργειών. Τέλος, επισημαίνονται κάποιες στρατηγικές προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή όπως είναι η χρησιμοποίηση πιο ανθεκτικών υβριδικών σπόρων, η αντικατάσταση κάποιων καλλιεργειών από κάποιες άλλες, μεγαλύτερη ευελιξία στις περιόδους καλλιέργειας κλπ.

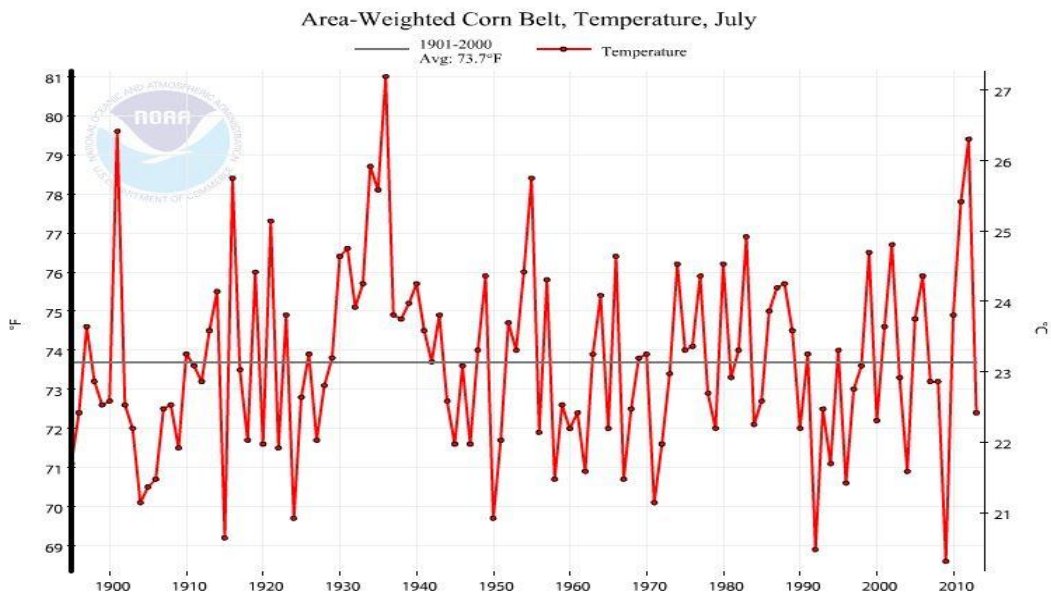
Οι Ethan E. Butler και Peter Huybers (2013), τονίζουν την σημασία της προσαρμογής των καλλιεργειών στην κλιματική αλλαγή. Η αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2 °C θα προκαλέσει μέση μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών του αραβόσιτου κατά 14%, ποσοστό που είναι σε συμφωνία με άλλες μελέτες για ίδιου μεγέθους αύξηση της θερμοκρασίας (17% στην εργασία των Lobell & Field (2007) και 15% στην εργασία των Schlenker & Roberts (2009)). Όταν όμως συμπεριλαμβάνεται η προσαρμογή των καλλιεργειών στην μελέτη, παρατηρείται αξιοσημείωτη πτώση ποσοστού μείωσης της απόδοσης από 14% σε 6%. Έτσι καταλήγουν στο συμπέρασμα πως η επίπτωση της αύξησης της θερμοκρασίας υπερτιμάται όταν δεν λαμβάνεται υπόψη η προσαρμογή των καλλιεργειών, που αναδεικνύεται σε καθοριστικό παράγοντα στην προσπάθεια εκτίμησης των αλλαγών που θα προκληθούν στην γεωργία λόγω κλιματικής αλλαγής.

Σε μια διαφορετική προσέγγιση των Chavas et al. (2001), τονίζεται πως ο πιο καθοριστικός παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση καλλιέργειας του καλαμποκιού είναι η τεχνολογική και η τεχνική πρόοδος και μόνο ένα μικρό μέρος της αλλαγής της απόδοσης των καλλιεργειών μπορεί να αποδοθεί στις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες σύμφωνα με εργασίες των Thompson (1975, 1986) και Cardwell (1982).

4.2 Δεδομένα

Τα αρχικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση είναι χρονοσειρές μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών που προέκυψαν σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 3.2. Στην συνέχεια αναζητήθηκαν χρονοσειρές ακραίων θερμοκρασιών για να συσχετισθούν και να συγκριθούν με τις χρονοσειρές των τιμών.

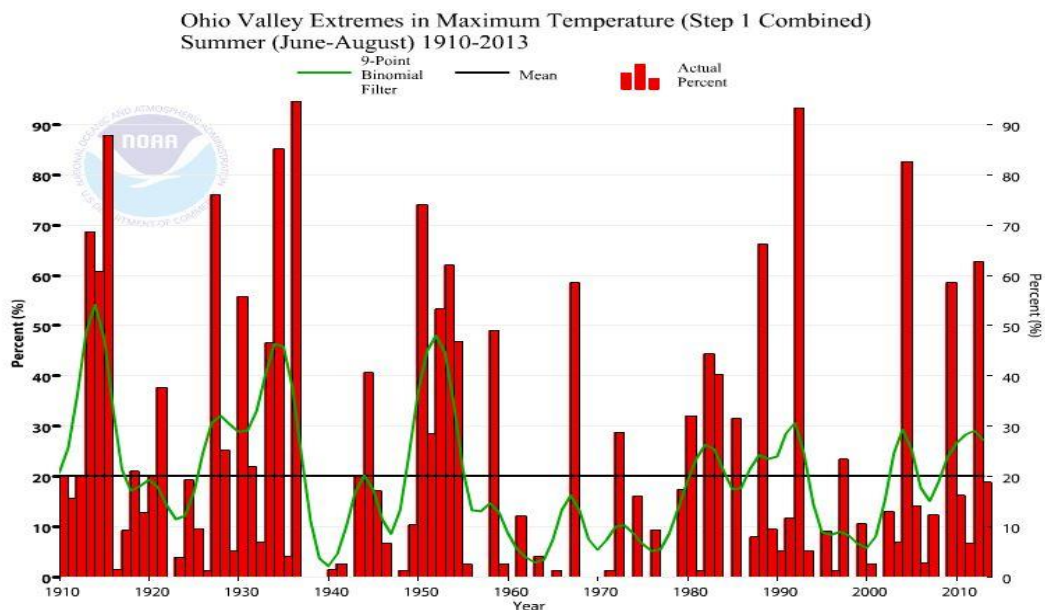
Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή του παρόντος κεφαλαίου, εκτός από τις ακραίες θερμοκρασίες που μπορούν να καταστρέψουν ένα φυτό και οι ασυνήθιστα μεγάλες θερμοκρασίες, δηλαδή οι θερμοκρασίες που ξεπερνάνε τον μέσο όρο κάποιας χρονικής περιόδου μπορούν εξίσου να μειώσουν την απόδοση μιας καλλιέργειας. Με αυτήν την λογική αναζητήσαμε τις θετικές διακυμάνσεις από την μέση τιμή των θερμοκρασιών του Ιουνίου, του Ιουλίου και του Αυγούστου στο Corn Belt και στο Soybean Belt. Για τους σκοπούς της ανάλυσης οι θετικές διακυμάνσεις από την μέση θερμοκρασία των συγκεκριμένων μηνών, θα κατατάσσονταν σε φθίνουσα σειρά, κάτι όμως που θα είχε το ίδιο αποτέλεσμα με την κατάταξη των ίδιων των θερμοκρασιών. Έτσι τελικά χρησιμοποιήθηκαν οι χρονοσειρές των μέσων θερμοκρασιών Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου στο Corn Belt και στο Soybean Belt και οι συγκεκριμένες χρονοσειρές κατατάχθηκαν σε φθίνουσα σειρά για να συγκριθούν με την φθίνουσα κατάταξη των μεταβολών των τιμών τους αντίστοιχους μήνες. Στο Σχήμα 4.1 παρουσιάζεται η μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιουλίου στο Corn Belt.



Σχήμα 4.1: Χρονοσειρά μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας Ιουλίου στο Corn Belt (πηγή: National Climatic Data Center, National Oceanic and Atmospheric Administration)

Επίσης χρησιμοποιήθηκε μια άλλη χρονοσειρά που σχετίζεται με ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες. Η χρονοσειρά περιλαμβάνει ως δεδομένα το ποσοστό κάποιας περιοχής στο οποίο σημειώθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες σε κάποια χρονική περίοδο. Για τους σκοπούς της συγκεκριμένης εργασίας χρησιμοποιήθηκε το ποσοστό του Ohio Valley στο οποίο παρατηρήθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Οι ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες ορίζονται ως το ανώτατο δέκατο ποσοστημόριο των μηνιαίων μέγιστων θερμοκρασιών που καταγράφηκαν σε μια περιοχή μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Άρα τελικά χρησιμοποιήθηκε η χρονοσειρά που έχει ως δεδομένα το ποσοστό του Ohio Valley στο οποίο παρατηρήθηκε το ανώτατο δέκατο ποσοστημόριο των μηνιαίων μέγιστων θερμοκρασιών του καλοκαιριού (Σχήμα 4.2). Το Ohio Valley είναι μια πολύ σημαντική αγροτική περιοχή καθώς σε πολύ μεγάλο βαθμό ταυτίζεται με το Corn Belt και το Soybean Belt και συμπεριλαμβάνει τις πολιτείες Illinois, Indiana, Ohio, Kentucky, Tennessee Missouri και West Virginia. Εάν σε μεγάλο ποσοστό της περιοχής επικρατούσαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες, τότε οι συνθήκες καλλιέργειας αναμένεται να είναι πολύ δυσμενείς με αποτέλεσμα την μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών και αύξηση των τιμών των αγροτικών προϊόντων. Για να είναι δυνατή η συσχέτιση και η σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές παραγωγών, υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες τιμές των παραγωγών για τις συγκεκριμένες πολιτείες και επειδή οι διαφορές από πολιτεία σε πολιτεία ήταν ασήμαντες, τελικά στην ανάλυση χρησιμοποιήθηκε η μέση τιμή των τιμών και όχι η τιμή της κάθε πολιτείας χωριστά. Να επισημάνουμε πως στο συγκεκριμένο κεφάλαιο δεν

χρησιμοποιήθηκαν οι ονομαστικές αλλά μόνο οι αποπληθωρισμένες τιμές παραγωγών και Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και σόγιας.



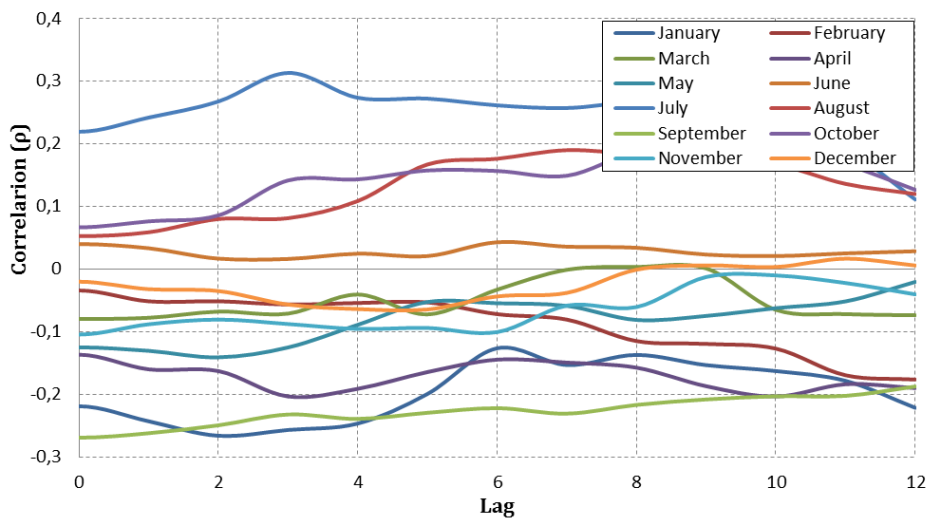
Σχήμα 4.2: Ποσοστά του Ohio Valley όπου σημειώθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες (πηγή: National Climatic Data Center, National Oceanic and Atmospheric Administration)

4.3 Στατιστική ανάλυση των δεδομένων

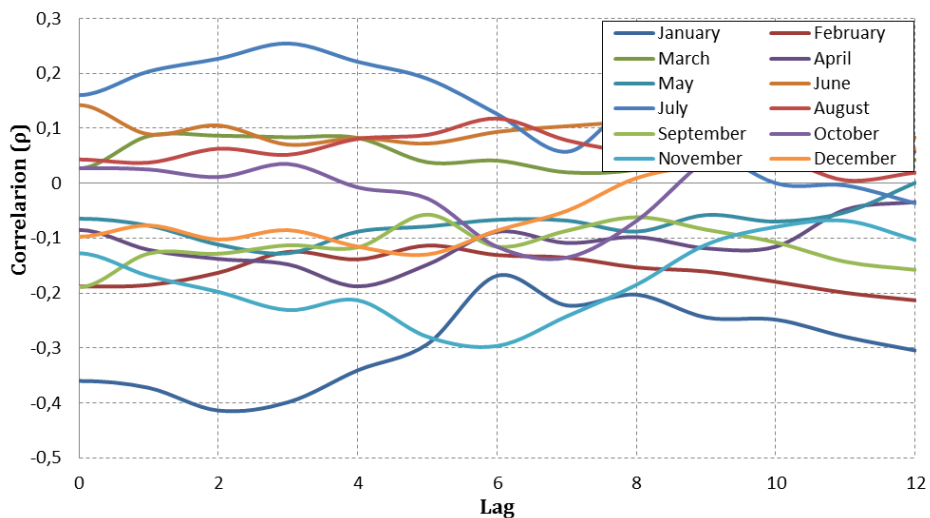
4.3.1 Συσχέτιση μέγιστων μηνιαίων θερμοκρασιών και τιμών

Η μηνιαία μέση τιμή των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών της περιοχής παραγωγής συσχετίστηκε με τις τιμές που έλαβαν οι παραγωγοί και με τα Σ.Μ.Ε της σόγιας και του καλαμποκιού. Παρατηρείται μια ασθενής θετική συσχέτιση μεταξύ των 2 μεταβλητών για κάποιους μήνες και για κάποια υστέρηση. Συγκεκριμένα, ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ θερμοκρασιών και τιμών παραγωγών καλαμποκιού παίρνει την μέγιστη τιμή 0.3 τον Ιούλιο για υστέρηση 3, δηλαδή οι θερμοκρασίες του Ιουλίου συσχετίζονται σε πολύ μικρό βαθμό με τις τιμές του Οκτωβρίου. Μία πιθανή εξήγηση είναι ότι οι θερμοκρασίες Ιουλίου παίζουν τον πιο καθοριστικό ρόλο στην απόδοση των καλλιεργειών και συσχετίζονται με τις τιμές Οκτωβρίου γιατί είναι ο μήνας που γίνεται η συγκομιδή και εκτιμάται η τελικός προσφερόμενη ποσότητα. Τα πιο πάνω συμπεράσματα ισχύουν και για την σόγια με μόνη διαφορά ότι ο συντελεστής συσχέτισης παίρνει ελαφρώς μικρότερη τιμή 0.25. Όσον αφορά την συσχέτιση θερμοκρασιών και τιμών Σ.Μ.Ε., ο συντελεστής συσχέτισης παίρνει μέγιστη τιμή κοντά στο 0.35 για υστέρηση 3 για το καλαμπόκι και 0.25 για την σόγια. Τα υπόλοιπα

διαγράμματα παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α Συντελεστής συσχέτισης (Σχήμα A11-Σχήμα A14).



Σχήμα 4.3: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης μεταξύ μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών και τιμών παραγωγών καλαμποκιού



Σχήμα 4.4: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης μεταξύ μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών και τιμών Σ.Μ.Ε. σόγιας

4.3.2 Σύγκριση ακραίων μεταβλητών θερμοκρασίας και τιμών

Οι χρονοσειρές μέσω μηνιαίων θερμοκρασιών στο Corn Belt και στο Soybean Belt τους καλοκαιρινούς μήνες και τα ποσοστά του Ohio Valley όπου σημειώθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες συγκρίθηκαν με τις τιμές καλαμποκιού και σόγιας. Με βάση τους νόμους προσφοράς και ζήτησης που αναπτύχθηκαν στο Κεφάλαιο 2.2, μια μείωση της απόδοσης των

καλλιεργειών θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών. Με βάση τις αναφορές στην βιβλιογραφία που γίνεται στο Κεφάλαιο 4.1, τόσο οι υψηλές θερμοκρασίες που μειώνουν την περίοδο καλλιέργειας όσο και η εμφάνιση ακραίων θερμοκρασιών, έχουν αρνητικά αποτελέσματα ως προς την καλλιέργεια των αγροτικών προϊόντων. Με βάση αυτήν την λογική κατατάξαμε σε φθίνουσα σειρά της μεταβλητές θερμοκρασιών που αναφέρονται πιο πάνω. Παράλληλα κατατάξαμε σε φθίνουσα σειρά τις μεταβολές των τιμών τους αντίστοιχους μήνες και τα αποτελέσματα παρατίθενται σε συγκεντρωτικούς πίνακες στο Παράρτημα Ε Πίνακες κατάταξης τιμών και μεταβλητών θερμοκρασίας όπου εξετάζεται αν οι μεγαλύτερες τιμές μεταβλητών θερμοκρασίας συμπίπτουν με τις μεγαλύτερες αυξήσεις τιμών. Οι πιο αξιοσημείωτες παρατηρήσεις που προκύπτουν από την ανάλυση παρατίθενται παρακάτω σε χρονολογική σειρά:

- α) Το Ιούλιο του 1974 συμπίπτουν η 2η μεγαλύτερη αύξηση τιμών παραγωγών και η μεγαλύτερη αύξηση Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και σόγιας με την 6η υψηλότερη θερμοκρασία στο Corn Belt και στο Soybean Belt ενώ δεν παρατηρήθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες. Αξίζει να σημειωθεί πάντως πως το 1973 και το 1974 παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες αυξήσεις τιμών των αγροτικών προϊόντων που οφείλεται κυρίως στην συμφωνία Η.Π.Α. και Ε.Σ.Σ.Δ. για μεγάλες ποσότητες εξαγωγών λόγω καταστροφικής σοδειάς και σοβαρών ελλείψεων των Σοβιετικών σε βασικά είδη διατροφής.
- β) Το 1980 αποτελεί ένα από τα χαρακτηριστικότερα παραδείγματα όπου συμπίπτουν οι υψηλότερες μηνιαίες θερμοκρασίες και το μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης των ακραίων μέγιστων θερμοκρασιών με κάποιες από τις μεγαλύτερες αυξήσεις τιμών. Συγκεκριμένα, τον Ιούλιο παρατηρήθηκαν η 5η μεγαλύτερη αύξηση τιμών παραγωγών και η 3η μεγαλύτερη αύξηση Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και σόγιας και αντίστοιχα η 6η υψηλότερη θερμοκρασία Ιουλίου τόσο στο Corn Belt όσο και στο Soybean Belt . Όσον αφορά τον Αύγουστο, παρατηρήθηκαν η 4η μεγαλύτερη αύξηση τιμών παραγωγών και η 5η μεγαλύτερη αύξηση Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και η 3η μεγαλύτερη αύξηση τιμών παραγωγών και η 9η μεγαλύτερη αύξηση Σ.Μ.Ε. σόγιας. Αυτές οι μεταβολές τιμών συμπίπτουν με την 7η υψηλότερη θερμοκρασία Αυγούστου τόσο στο Corn Belt όσο και στο Soybean Belt όπως επίσης και με την 4η μεγαλύτερη εμφάνιση ακραίων μέγιστων θερμοκρασιών στο Ohio Valley.

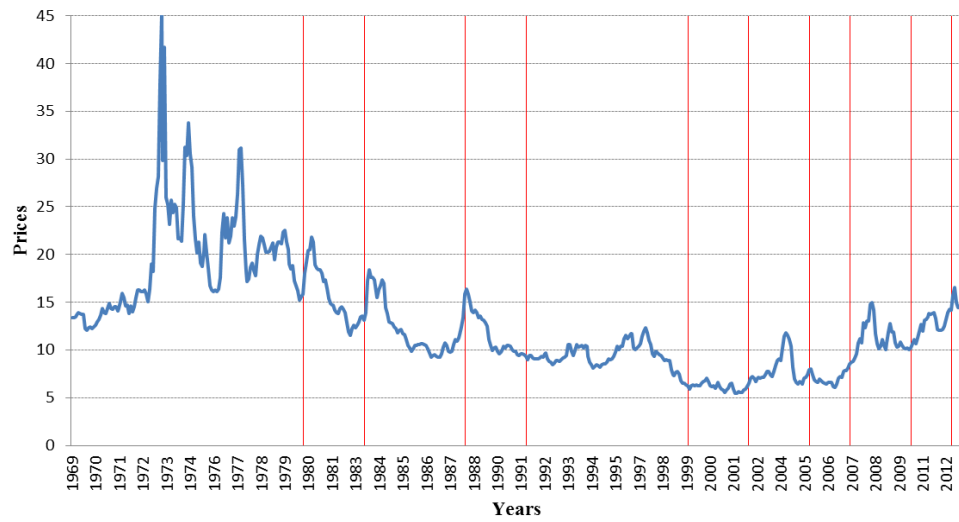
- γ) Αντίστοιχο παράδειγμα αποτελεί και το 1983 όπου παρατηρήθηκαν η 3η υψηλότερη θερμοκρασία Ιουλίου, η υψηλότερη θερμοκρασία Αυγούστου στο Corn Belt και στο Soybean Belt και η 3η μεγαλύτερη εμφάνιση ακραίων μέγιστων θερμοκρασιών στο Ohio Valley. Αντίστοιχα παρατηρήθηκαν η 3η μεγαλύτερη αύξηση τιμών παραγωγών σόγιας τον Ιούλιο και η 2η μεγαλύτερη τον Αύγουστο ενώ και τα Σ.Μ.Ε. σόγιας παρουσίασαν μεγάλη αύξηση (5η μεγαλύτερη τον Ιούλιο και την μεγαλύτερη τον Αύγουστο). Οι τιμές καλαμποκιού δεν εμφάνισαν αντίστοιχες μεταβολές και μόνο τα Σ.Μ.Ε. Αυγούστου παρουσίασαν την 3η μεγαλύτερη αύξηση.
- δ) Το 1988 είναι η πρώτη φορά που οι ακραίες θερμοκρασίες Ιουνίου συμπίπτουν με αντίστοιχες μεταβολές τιμών. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες θερμοκρασίες στο Corn Belt και στο Soybean Belt και η μεγαλύτερη εμφάνιση ακραίων μέγιστων θερμοκρασιών στο Ohio Valley που λογικά θα συνέβησαν τον Ιούνιο. Όσον αφορά τις τιμές, παρατηρήθηκαν η 4η μεγαλύτερη αύξηση τιμών παραγωγών και η μεγαλύτερη αύξηση Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και η 11η μεγαλύτερη αύξηση τιμών παραγωγών και η μεγαλύτερη αύξηση Σ.Μ.Ε. σόγιας. Στο Ohio Valley παρατηρήθηκαν η 2η μεγαλύτερη αύξηση τιμών τον Ιούνιο και η 5η μεγαλύτερη τον Ιούλιο για το καλαμπόκι και η μεγαλύτερη αύξηση τιμών Ιουνίου της σόγιας.
- ε) Το 1995 είχαμε την 2η υψηλότερη θερμοκρασία Αυγούστου και την μόλις 11η μεγαλύτερη εμφάνιση ακραίων μέγιστων θερμοκρασιών. Οι τιμές παραγωγών είχαν την μεγαλύτερη αύξηση (8η για το καλαμπόκι και 7η για την σόγια) ενώ τα Σ.Μ.Ε. παρουσίασαν μικρότερες αυξήσεις (10η για το καλαμπόκι και 16η για την σόγια)
- στ) Το 2002, η 4η υψηλότερη θερμοκρασία τον Ιούνιο και τον Ιούλιο στο Corn Belt και στο Soybean Belt και η 7η μεγαλύτερη εμφάνιση ακραίων μέγιστων θερμοκρασιών στο Ohio Valley δεν συνδυάστηκαν με ανάλογες αυξήσεις τιμών Σ.Μ.Ε. ενώ οι τιμές παραγωγών παρουσίασαν την 8η μεγαλύτερη αύξηση τον Ιούνιο και τον Ιούλιο για το καλαμπόκι και την 10η τον Ιούνιο και την 11 τον Ιούλιο για την σόγια.
- ζ) Οι υψηλές θερμοκρασίες τον Αύγουστο του 2010 (4η μεγαλύτερη) και η 5η μεγαλύτερη εμφάνιση ακραίων μέγιστων θερμοκρασιών, δεν συνδυάζονται με αντίστοιχες μεταβολές τιμών σόγιας ενώ αντίθετα το καλαμπόκι παρουσιάζει την 2η μεγαλύτερη αύξηση τιμών παραγωγών και την 7η μεγαλύτερη αύξηση Σ.Μ.Ε. Αυγούστου.

η) Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει η εικόνα του 2012. Μετά τις υψηλές θερμοκρασίες του Ιουνίου (7η μεγαλύτερη) ακολούθησε η υψηλότερη θερμοκρασία του Ιουλίου στο Corn Belt και στο Soybean Belt και παρατηρήθηκε η 2η μεγαλύτερη εμφάνιση ακραίων μέγιστων θερμοκρασιών στο Ohio Valley. Οι μεγάλες αυξήσεις τιμών Ιουνίου (2η μεγαλύτερη αύξηση τιμών παραγωγών και 4η τιμών Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και η 4η μεγαλύτερη αύξηση τιμών παραγωγών και Σ.Μ.Ε. σόγιας) δεν θα μπορούσαν να είναι ίδιου μεγέθους και τον Ιούλιο (6η μεγαλύτερη αύξηση τιμών παραγωγών και 4η μεγαλύτερη αύξηση τιμών Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και σόγιας).

Στην συνέχεια υπολογίστηκαν οι 10 υψηλότερες θερμοκρασίες στο Corn Belt και στο Soybean Belt για τους μήνες Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος. Αντίστοιχα υπολογίστηκαν τα 10 μεγαλύτερα ποσοστά της περιοχής του Ohio Valley όπου επικρατούσαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες. Στο σχήμα Σχήμα 4.5 φαίνονται οι δέκα μεγαλύτερες θερμοκρασίες Ιουλίου στο Corn Belt και στο Σχήμα 4.6 τα 10 μεγαλύτερα ποσοστά της περιοχής του Ohio Valley όπου επικρατούσαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Τα υπόλοιπα διαγράμματα παρατίθενται στο Παράρτημα F Παρουσίαση ακραίων μεταβλητών θερμοκρασίας. Αξίζει να επισημανθεί πως στις περισσότερες των περιπτώσεων, μετά την εμφάνιση κάποιας ακραίας θερμοκρασίας δεν παρατηρείται κάποια μεγάλη αύξηση τιμών, εκτός από κάποιες χρονιές που αναφέρονται πιο πάνω (1980, 1988 και 2012).



Σχήμα 4.5: Μέσες μηνιαίες τιμές καλαμποκιού και οι 10 μεγαλύτερες θετικές αποκλίσεις θερμοκρασιών Ιουλίου



Σχήμα 4.6: Μέσες μηνιαίες τιμές σόγιας και οι 10 μεγαλύτερες πιθανότητες εμφάνισης ακραίων μέγιστων θερμοκρασιων

5 Συμπεράσματα

5.1 Η ανάλυση των τιμών

Από την στατιστική ανάλυση των μέσων μηνιαίων τιμών παραγωγών και Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και σόγιας στις Η.Π.Α., προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- α) Οι τιμές των αγροτικών προϊόντων χαρακτηρίζονται από εποχικότητα που οφείλεται στις μεταβολές των ισορροπιών προσφοράς-ζήτησης κατά την διάρκεια του έτους.
- β) Παρατηρείται μια αύξηση του εύρους των τιμών στους θερινούς μήνες σε σχέση με τους χειμερινούς.
- γ) Παρατηρείται θετική συμμετρία για όλους τους μήνες και αύξηση των τιμών της το καλοκαίρι και ειδικά τον Ιούλιο και τον Αύγουστο.
- δ) Έχουν πολύ ισχυρή δομή αυτοσυσχέτισης. Οι αποπληθωρισμένες τιμές εμφανίζουν ελαφρώς ισχυρότερη δομή αυτοσυσχέτισης.
- ε) Παρατηρείται μια πολύ ισχυρή ετεροσυσχέτιση μεταξύ των τιμών που έλαβαν οι αγρότες και των Σ.Μ.Ε., όπως επίσης και ισχυρή ετεροσυσχέτιση μεταξύ τιμών καλαμποκιού και σόγιας.
- στ) Οι αποπληθωρισμένες τιμές καλαμποκιού βάσει των γραφημάτων L-ροπών, προσεγγίζονται από την θεωρητική κατανομή Weibull ενώ της σόγιας από την Log Normal. Δεν μπορεί να προταθεί κάποιο γενικό θεωρητικό μοντέλο για την κατανομή των ονομαστικών τιμών αλλά η μεγαλύτερη L-ασυμμετρία τους σε σχέση με τις αποπληθωρισμένες τιμές υποδεικνύει σε γενικές γραμμές πιο χοντρές ουρές.
- ζ) Χαρακτηρίζονται από εμμονή καθώς εμφανίζουν πολύ υψηλό συντελεστή Hurst (0.90-0.98), ενώ σε μελέτη όπου χρησιμοποιήθηκαν ημερήσιες τιμές 12 δεικτών του χρηματιστηρίου, ο συντελεστής Hurst παίρνει την τιμή 0.5.

5.2 Η ανάλυση των θερμοκρασιών

Τα βασικά συμπεράσματα από την στατιστική ανάλυση της μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών στην περιοχή παραγωγής της σόγιας και του καλαμποκιού μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- α) Υπάρχει μια σταδιακή αύξηση της ασυμμετρίας από αρνητικές τιμές τους χειμερινούς μήνες προς θετικές τους θερινούς.
- β) Παρατηρείται μια συμπύκνωση του εύρους των θερμοκρασιών στους θερινούς μήνες σε σχέση με τους χειμερινούς.
- γ) Η δομή αυτοσυσχέτισης των θερμοκρασιών είναι πολύ πιο ασθενής από αυτήν των τιμών των αγροτικών προϊόντων.
- δ) Είναι δύσκολο να προταθεί μια μοναδική παραμετρική κατανομή εξαιτίας των διαφορών στα χαρακτηριστικά σχήματος των κατανομών μεταξύ των μηνών.

5.3 Συνδυαστική ανάλυση τιμών και θερμοκρασιών

Από την διερεύνηση πιθανής ετεροσυσχέτισης μεταξύ τιμών αγροτικών προϊόντων και θερμοκρασιών προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- α) Παρατηρείται μια πολύ ασθενής ετεροσυσχέτιση μεταξύ τιμών αγροτικών προϊόντων και της μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών της περιοχής παραγωγής. Ο συντελεστής συσχέτισης παίρνει την μέγιστη τιμή κοντά στο 0.3 για τις θερμοκρασίες Ιουλίου και για υστέρηση 3, δηλαδή οι θερμοκρασίες Ιουλίου συσχετίζονται σε μικρό βαθμό με τις τιμές του Οκτωβρίου. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι οι θερμοκρασίες Ιουλίου είναι οι πιο καθοριστικές για την καλλιέργεια σόγιας και καλαμποκιού ενώ τον Οκτώβριο γίνεται η συγκομιδή των προϊόντων και εκτιμάται η τελικώς προσφερόμενη ποσότητα.
- β) Τόσο οι υψηλότερες θερμοκρασίες όσο και η εμφάνιση ακραίων μέγιστων θερμοκρασιών σε μεγάλο ποσοστό της περιοχής του Ohio Valley κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών συμπίπτουν σε κάποιες περιπτώσεις με κάποιες από τις μεγαλύτερες αυξήσεις τιμών την αντίστοιχη χρονική περίοδο. Τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το 1980, 1982, 1988, 2010 και 2012. Αξίζει να σημειωθεί

πως κύριο ρόλο φαίνεται να παίζουν οι θερμοκρασίες Ιουλίου και Αυγούστου καθώς μόνο το 1988 οι ακραίες θερμοκρασίες Ιουνίου συμπίπτουν με μεγάλες αυξήσεις τιμών. Επίσης, οι μεταβολές τιμών παραγωγών συνήθως είναι ανάλογες με τις μεταβολές τιμών Σ.Μ.Ε. αλλά υπάρχουν και εξαιρέσεις.

Αναφορές

- Βασιλεία Βασιλάκη (2014). Μελέτη στατιστικών χαρακτηριστικών και έλεγχος πιθανής ετεροσυσχέτισης τιμών αγροτικών προϊόντων και κατακρημνίσεων. Διπλωματική εργασία.
- Butler, E. E., & Huybers, P. (2013). Adaptation of US maize to temperature variations. *Nature Climate Change*, 3(1), 68–72.
- Cardwell, V. B. (1982). Fifty Years of Minnesota Corn Production: Sources of Yield Increase. *Agronomy Journal*, 74(6), 984.
- Chavas, J.P., Kim, K., Lauer, J. G., Klemme, R. M., & Bland, W. L. (2001). An economic analysis of corn yield, corn profitability, and risk at the edge of the corn belt. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 26(01).
- Chiotti, Q. P., & Johnston, T. (1995). Extending the boundaries of climate change research: A discussion on agriculture. *Journal of Rural Studies*, 11(3), 335–350.
- Cinquegani, P. (2006). Drought 's Affect on Soybean Prices. *The Park Place Economist*, 14(1).
- Deaton, A., & Laroque, G. (1990). On The Behavior of Commodity Prices (Working Paper No. 3439). National Bureau of Economic Research.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251–76.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417.
- Fisher, L. A. (1996). Sources of Exchange Rate and Price Level Fluctuations in Two Commodity Exporting Countries: Australia and New Zealand. *Economic Record*, 72(219), 345–358.

- Friedman, M. (1953). *Essays in Positive Economics. The Case for Flexible Exchange Rates*, p. 157-203: University of Chicago Press.
- Granger, C. W. J., & Elliott, C. M. (1967). A Fresh Look at Wheat Prices and Markets in the Eighteenth Century. *The Economic History Review*, 20(2), 257–265.
- Greenwood, J. A., Landwehr, J. M., Matalas, N. C., & Wallis, J. R. (1979). Probability weighted moments: definition and relation to parameters of several distributions expressible in inverse form. (1049–1054). United States Geological Survey.
- Hall, R. (2002). *Effects of Drought Stress on Soybean Production*. South Dakota: SDSU Press.
- Hosking, J. R. M. (1990). L-moments analysis and estimation of distributions using linear combination of order statistics. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 52(1).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 1990. First assessment report. In: Houghton, J.T., Jenkins, G.J., Ephraums, J.J. (Eds.), *Scientific Assessment of Climate Change, Report of Working Group I*. Cambridge University Press, UK.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 1995. Second assessment report, climate change. In: Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callender, B.A., Harris, N., Kattenburg, A., Maskell, K. (Eds.), *The Science of Climate Change*. Cambridge University Press, UK.
- Kaldor, Nicholas. (1939). Welfare Propositions of Economics and Interpersonal Comparisons of Utility. *Economic Journal* 49(145): 549-52.
- Kane, S., Reilly, J., & Tobey, J. (1992). An empirical study of the economic effects of climate change on world agriculture. *Climatic Change*, 21(1), 17–35.

- Karl, T. R., Knight, R. W., Easterling, D. R., & Quayle, R. G. (1996). Indices of Climate Change for the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77(2), 279–292.
- Kenyon, D. E. (2001). Producer Ability to Forecast Harvest Corn and Soybean Prices. *Review of Agricultural Economics*, 23(1), 151–162.
- Keynes, J. M. (1936). *General Theory Of Employment, Interest And Money*. Kessinger Publishing.
- Kjeldsen, T. R., Smithers, J. C., & Schulze, R. E. (2002). Regional flood frequency analysis in the KwaZulu-Natal province, South Africa, using the index-flood method. *Journal of Hydrology*, 255(1–4), 194–211.
- Landwehr, J. M., Matalas, N. C., & Wallis, J. R. (1979). Probability weighted moments compared with some traditional techniques in estimating Gumbel Parameters and quantiles. *Water Resources Research*, 15(5), 1055–1064.
- Ledebur, O. von, & Schmitz, J. (2009). Corn Price Behavior – Volatility transmission during the boom on futures Markets (113th Seminar, September 3-6, 2009, Chania, Crete, Greece No. 58136). European Association of Agricultural Economists.
- Lee, S. H., & Maeng, S. J. (2003). Frequency analysis of extreme rainfall using L-moment. *Irrigation and Drainage*, 52(3), 219–230.
- Lindzen, R. S. (1991). Climate change, the IPCC Scientific Assessment. Edited by J. T. Houghton, G. J. Jenkins and J. J. Ephraums. Cambridge University Press. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 117(499), 651–652.
- Lobell, D. B., & Field, C. B. (2007). Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental Research Letters*, 2(1), 014002.

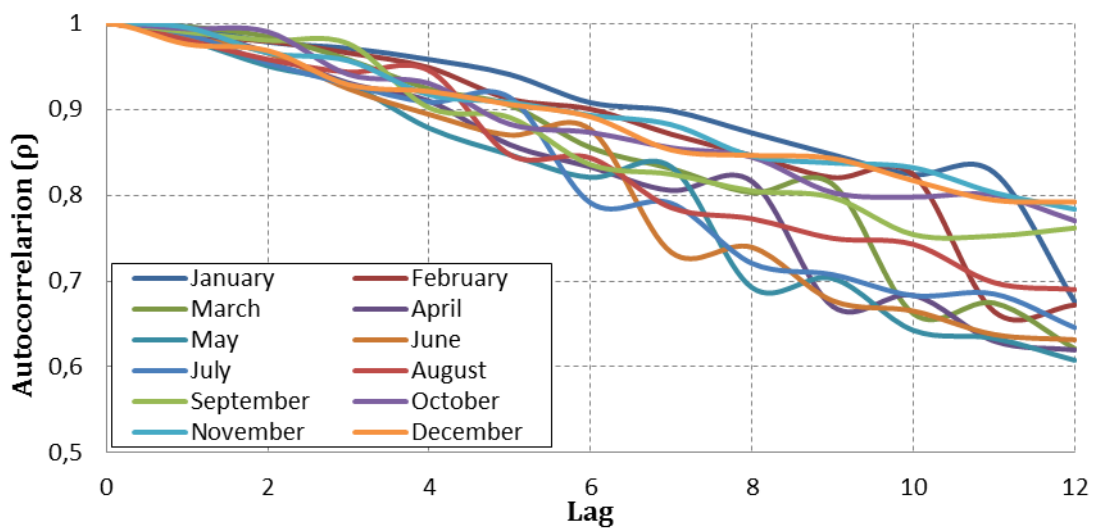
- Mandelbrot, B. B. (1971). When Can Price Be Arbitraged Efficiently? A Limit to the Validity of the Random Walk and Martingale Models. *The Review of Economics and Statistics*, 53(3), 225–36.
- Mitra, S. K. (2012). Is Hurst Exponent Value Useful in Forecasting Financial Time Series? *Asian Social Science*, 8(8).
- Pearce, F., & World Wide Fund for Nature. (1997). *State of the climate: a time for action*. Zeist, Netherlands: WWF.
- Peterson, T. C., Heim, R. R., Hirsch, R., Kaiser, D. P., Brooks, H., Diffenbaugh, N. S., Wuebbles, D. (2013). Monitoring and Understanding Changes in Heat Waves, Cold Waves, Floods, and Droughts in the United States: State of Knowledge. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94(6), 821–834.
- Pindyck, R. S. (2001). The dynamics of commodity spot and futures markets : a primer. *The Energy Journal*, Vol. 22, No. 3. *TheEnergyJournal*, Vol.22, No. 3.
- RA Saarikko, T. C. (1996). Estimating the development and regional thermal suitability of spring wheat in Finland under climatic warming. *Climate Research*, 7, 243–252.
- Rasul, G., Chaudhry, Q. Z., Mahmood, A., & Hyder, K. W. (2011). Effect of temperature rise on crop growth and productivity. *Pakistan Journal of Meteorology (Pakistan)*.
- Robles, M., Torero, M., & Von Braun, J. (2009). *When speculation matters*. International Food Policy Research Institute Washington, DC.
- Rosenzweig, C. (1993). Modeling Crop Responses to Environmental Change. A. M. Solomon & H. H. Shugart, *Vegetation Dynamics & Global Change* (306–321).
- Sánchez Granero, M. A., Trinidad Segovia, J. E., & García Pérez, J. (2008). Some comments on Hurst exponent and the long memory processes on capital markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 387(22), 5543–5551.

- Schlenker, W., & Roberts, M. J. (2008). Estimating the Impact of Climate Change on Crop Yields: The Importance of Nonlinear Temperature Effects (NBER Working Paper No. 13799). National Bureau of Economic Research, Inc.
- Schlenker, W., & Roberts, M. J. (2009). Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(37), 15594–15598.
- Smith, J. B., Tirpak, D. A., & United States. (1989). *The Potential effects of global climate change on the United States: Report to Congress*. Washington, D.C: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Policy, Planning, and Evaluation, Office of Research and Development.
- Southworth, J., Randolph, J. C., Habeck, M., Doering, O. C., Pfeifer, R. A., Rao, D. G., & Johnston, J. J. (2000). Consequences of future climate change and changing climate variability on maize yields in the midwestern United States. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 82(1–3), 139–158.
- Stedinger, J. R., Vogel, R. ., & Foufoula-Georgiou, E. (1993). Frequency analysis of extreme events. Chapter 18 in *Handbook of Hydrology*: Maidment, D.R, McGraw-Hill.
- Taylor, R. D., & Koo, W. W. (2011). *2011 Outlook of the U.S. and World Corn and Soybean Industries, 2010-2020 (Agribusiness & Applied Economics Report No. 115564)*. North Dakota State University, Department of Agribusiness and Applied Economics.
- Thompson, L. M. (1975). Weather variability, climatic change, and grain production. *Science* (New York, N.Y.), 188(4188), 535–541.
- Thompson, L. M. (1986). Climatic Change, Weather Variability, and Corn Production. *Agronomy Journal*, 78(4), 649.

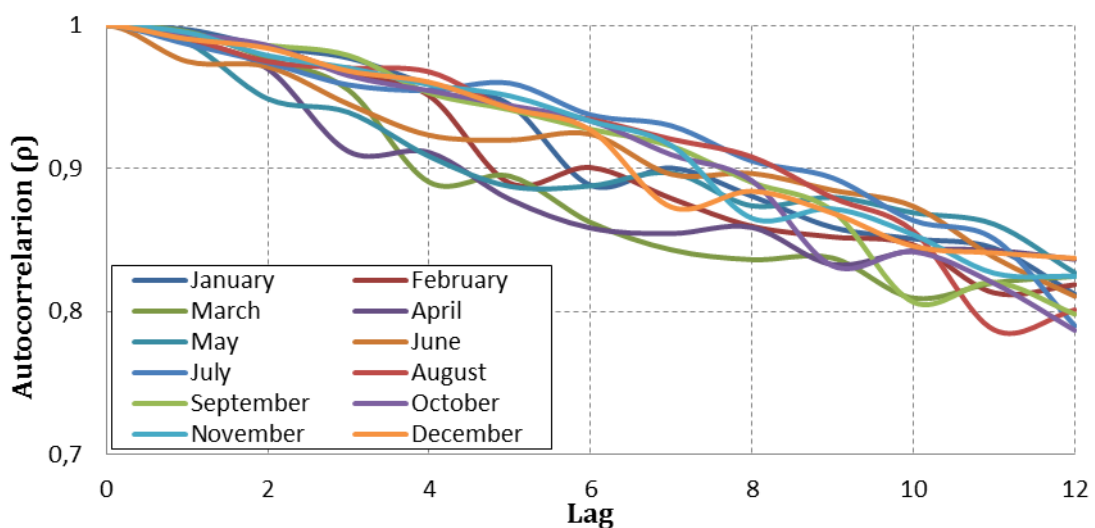
- Tomek, W. G., & Peterson, H. H. (2000). Risk Management in Agricultural Markets: A Survey. Department of Agricultural, Resource, and Managerial Economics, Cornell University.
- Trenberth, K. E., & Hurrell, J. W. (1994). Decadal atmosphere-ocean variations in the Pacific. *Climate Dynamics*, 9(6), 303–319.
- Vogel, R. M., & Fennessey, N. M. (1993). L moment diagrams should replace product moment diagrams. *Water Resources Research*, 29(6), 1745–1752.
- Warren, G. F., & Pearson, F. A. (1933). *Prices*. John Wiley & Sons.
- Wells, W. (1997). *The Great Wave: Price Revolutions and the Rhythm of History*. By David Hackett Fischer, New York: Oxford University Press, 1996.

Παράρτημα Α Συντελεστής συσχέτισης

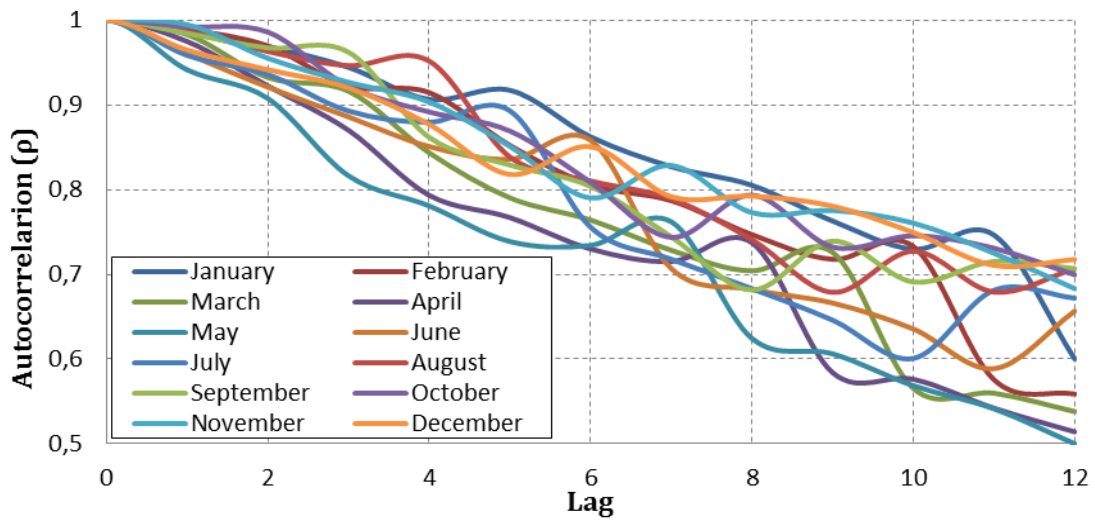
Στο παράρτημα Α παρουσιάζονται τα διαγράμματα συντελεστή αυτοσυσχέτισης των οικονομικών μεταβλητών και τα διαγράμματα ετεροσυσχέτισης μεταξύ των τιμών παραγωγών και Σ.Μ.Ε.



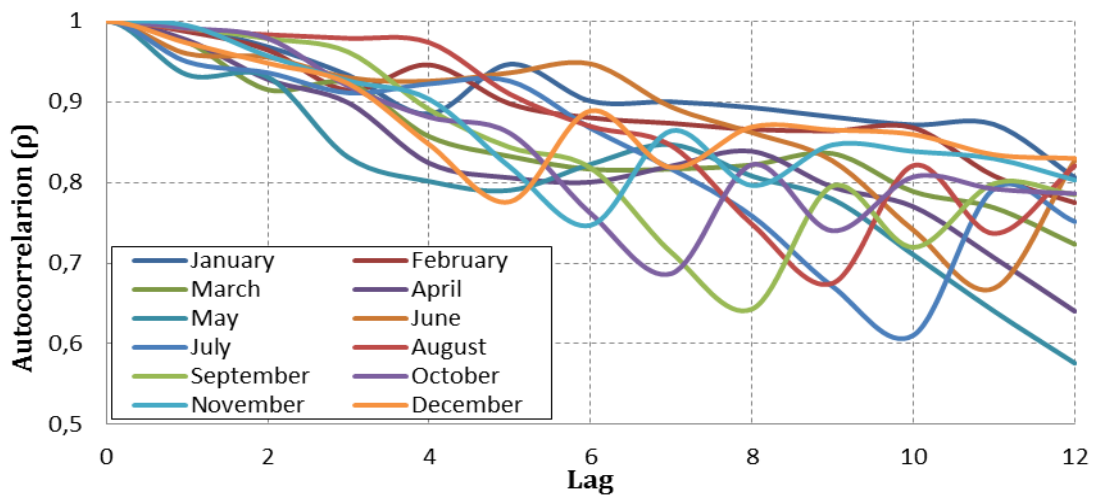
Σχήμα Α.1: Συντελεστής αυτοσυσχέτισης ονομαστικών τιμών παραγωγών καλαμποκιού



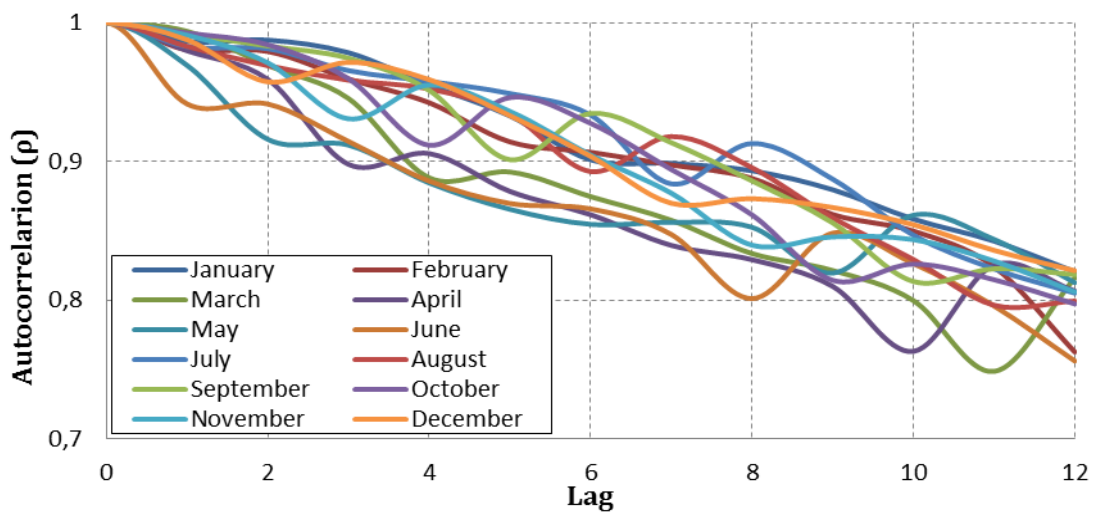
Σχήμα Α.2: Συντελεστής αυτοσυσχέτισης αποπληθωρισμένων τιμών παραγωγών καλαμποκιού



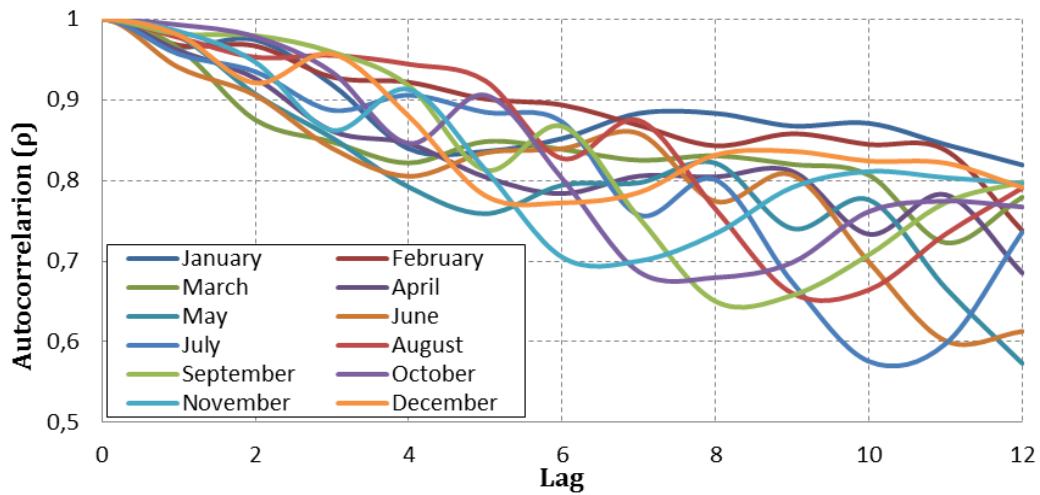
Σχήμα Α.3: Συντελεστής αυτοσυσχέτισης ονομαστικών τιμών παραγωγών σόγιας



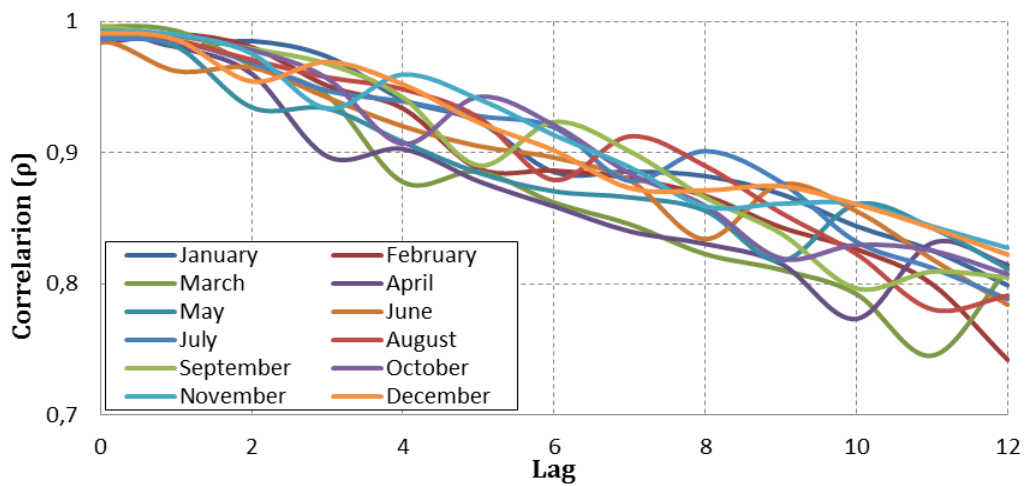
Σχήμα Α.4: Συντελεστής αυτοσυσχέτισης αποπληθωρισμένων τιμών παραγωγών σόγιας



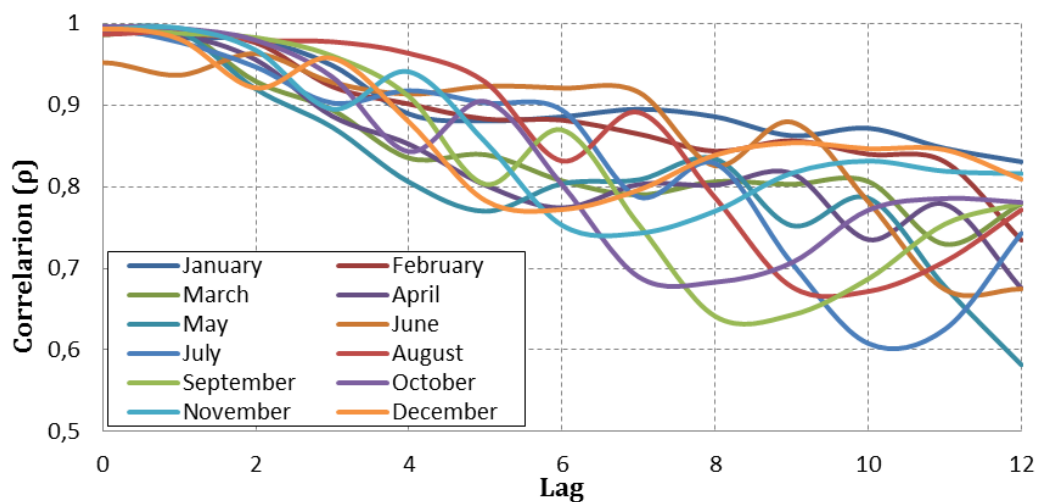
Σχήμα Α.5: Συντελεστής αυτοσυσχέτισης αποπληθωρισμένων τιμών Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού



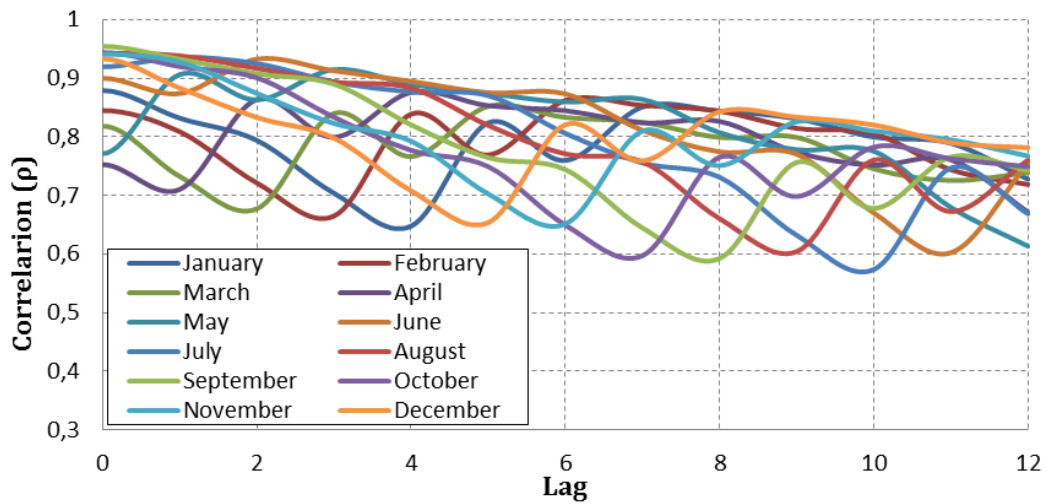
Σχήμα Α.6: Συντελεστής αυτοσυσχέτισης αποπληθωρισμένων τιμών Σ.Μ.Ε. σόγιας



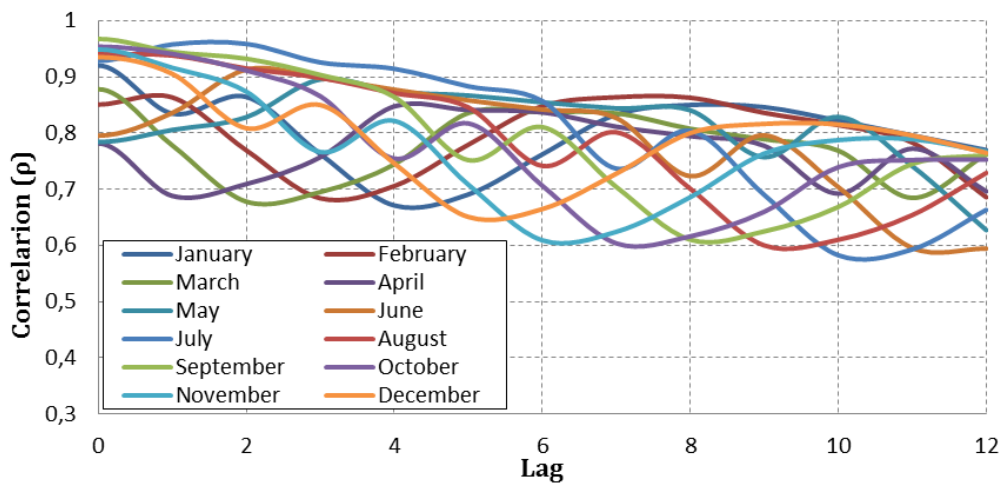
Σχήμα Α.7: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης μεταξύ τιμών παραγωγών και Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού



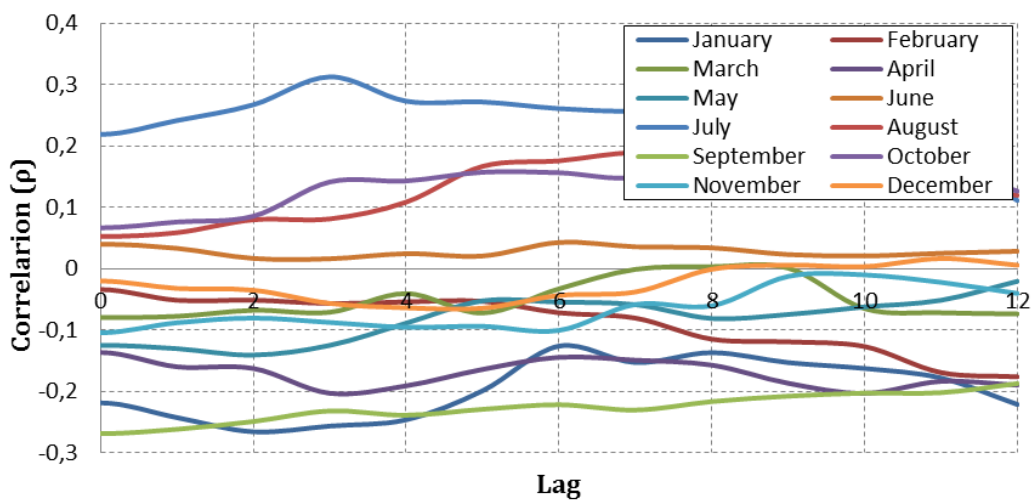
Σχήμα Α.8: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης μεταξύ τιμών παραγωγών και Σ.Μ.Ε. σόγιας



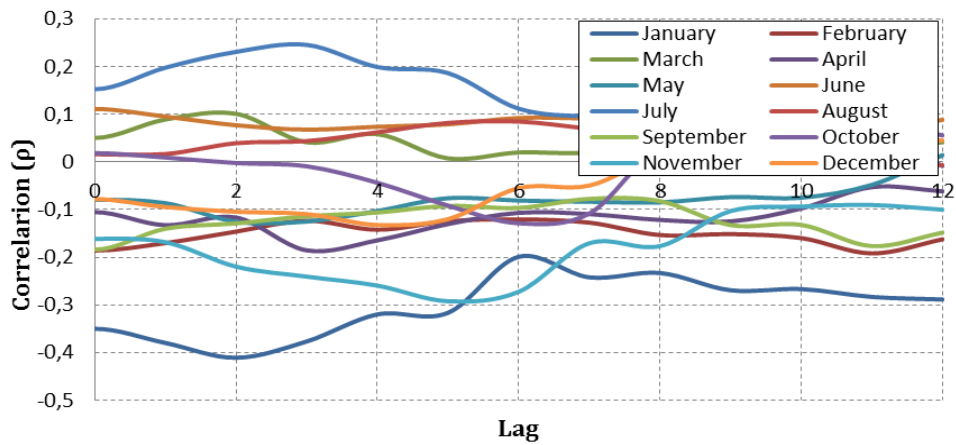
Σχήμα Α.9: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης μεταξύ τιμών παραγωγών καλαμποκιού και σόγιας



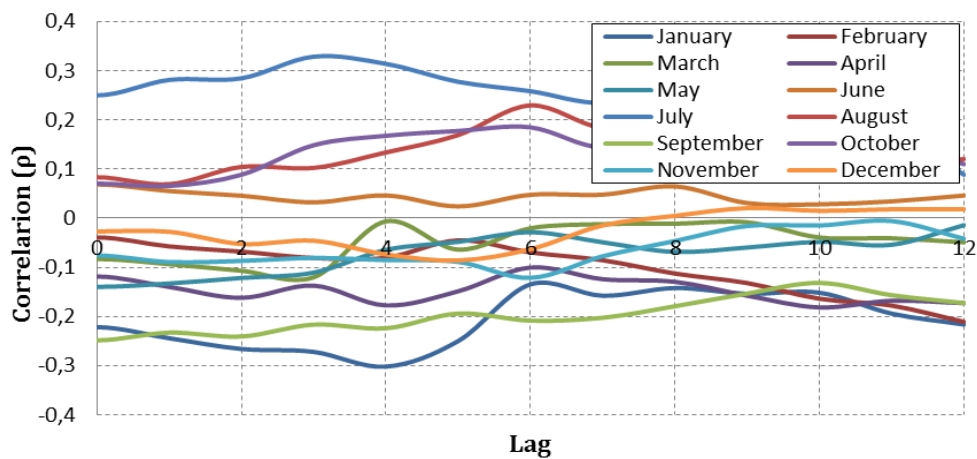
Σχήμα Α.10: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης μεταξύ τιμών Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και σόγιας



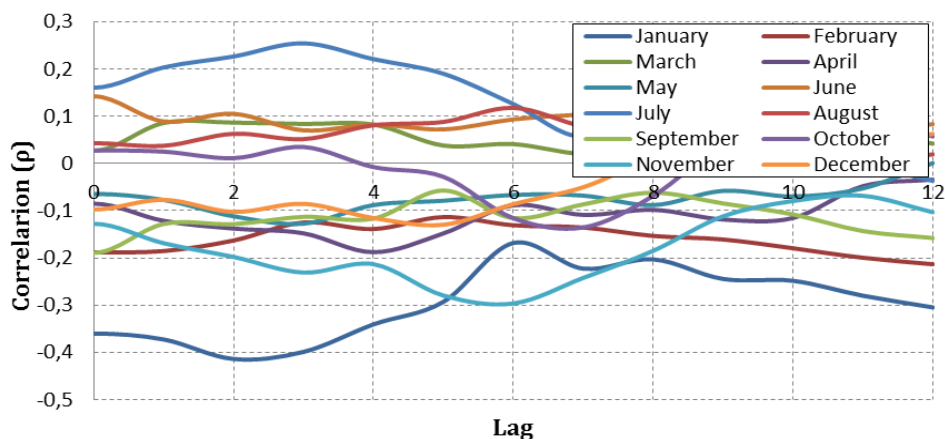
Σχήμα Α11: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης μεταξύ της μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών και τιμών παραγωγών καλαμποκιού



Σχήμα A12: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης μεταξύ της μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών και τιμών παραγωγών σόγιας



Σχήμα A13: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης μεταξύ της μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών και τιμών Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού



Σχήμα A14: Συντελεστής ετεροσυσχέτισης μεταξύ της μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών και τιμών Σ.Μ.Ε. σόγιας

Παράρτημα Β Στατιστικά μέτρα δεδομένων

Στο Παράρτημα Β παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μέσων μηνιαίων τιμών παραγωγών και Σ.Μ.Ε. (ονομαστικών και αποπληθωρισμένων) καλαμποκιού και σόγιας καθώς και τα στατιστικά μέτρα της μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών της περιοχής παραγωγής.

Πίνακας Β.1: Στατιστικά μέτρα των μέσων μηνιαίων ονομαστικών τιμών παραγωγών καλαμποκιού

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
Πλήθος μετρήσεων N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Μέση τιμή μ	2,35	2,39	2,42	2,45	2,48	2,50	2,48	2,46	2,38	2,30	2,29	2,37
Τυπική απόκλιση s	1,20	1,26	1,27	1,32	1,32	1,33	1,36	1,41	1,27	1,18	1,21	1,19
Διασπορά s^2	1,44	1,59	1,61	1,74	1,75	1,77	1,85	1,98	1,61	1,40	1,46	1,42
Συντελεστής ασυμμετρίας C_s	1,76	1,79	1,77	1,77	1,73	1,74	1,84	1,94	1,78	1,68	1,76	1,65
Συντελεστής κύρτωσης C_k	4,39	4,18	4,17	3,70	3,45	3,45	3,91	4,42	3,76	3,77	4,30	3,79
L-μεταβλητότητα τ_2	0,240	0,248	0,247	0,254	0,252	0,251	0,259	0,273	0,262	0,260	0,265	0,255
L-ασυμμετρία τ_3	0,177	0,201	0,193	0,224	0,230	0,234	0,255	0,284	0,271	0,254	0,261	0,240
L-κύρτωση τ_4	0,193	0,201	0,201	0,223	0,227	0,238	0,234	0,236	0,227	0,223	0,245	0,250
Ελάχιστη τιμή \min	0,97	1,00	1,00	0,97	1,02	1,03	1,04	0,99	1,01	0,96	0,90	0,92
1 ^ο τεταρτημόριο Q_1	1,44	1,42	1,44	1,45	1,62	1,71	1,61	1,48	1,46	1,44	1,51	1,56
Διάμεσος m	2,29	2,32	2,32	2,33	2,37	2,33	2,25	2,26	2,20	2,14	2,15	2,27
3 ^ο τεταρτημόριο Q_3	2,63	2,64	2,70	2,70	2,68	2,67	2,73	2,82	2,67	2,61	2,54	2,61
Μέγιστη τιμή \max	6,96	7,04	7,13	6,97	6,97	6,97	7,14	7,63	6,89	6,78	7,01	6,87

Πίνακας Β.2: Στατιστικά μέτρα των μέσων μηνιαίων αποπληθωρισμένων τιμών παραγωγών καλαμποκιού

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
Πλήθος μετρήσεων N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Μέση τιμή μ	5,28	5,34	5,38	5,43	5,52	5,59	5,58	5,55	5,40	5,22	5,14	5,35
Τυπική απόκλιση s	2,07	2,07	2,02	1,98	2,02	2,12	2,26	2,53	2,37	2,31	2,17	2,23
Διασπορά s^2	4,29	4,28	4,07	3,92	4,10	4,48	5,10	6,40	5,62	5,34	4,72	4,95
Συντελεστής ασυμμετρίας C_s	0,72	0,63	0,47	0,21	0,17	0,24	0,44	0,99	0,91	1,27	1,25	1,10
Συντελεστής κύρτωσης C_k	0,66	0,46	-0,04	-0,64	-0,72	-0,60	-0,09	1,46	1,33	2,98	3,15	2,16
L-μεταβλητότητα τ_2	0,221	0,220	0,214	0,210	0,211	0,219	0,231	0,252	0,246	0,242	0,230	0,229
L-ασυμμετρία τ_3	0,116	0,097	0,079	0,035	0,021	0,037	0,065	0,147	0,137	0,166	0,145	0,144
L-κύρτωση τ_4	0,079	0,082	0,066	0,035	0,027	0,040	0,051	0,103	0,082	0,107	0,111	0,101
Ελάχιστη τιμή \min	2,28	2,29	2,35	2,35	2,33	2,28	2,19	2,03	2,15	2,14	2,08	2,26
1 ^ο τεταρτημόριο Q_1	3,63	3,75	3,75	3,63	3,71	3,77	3,67	3,53	3,47	3,58	3,61	3,71
Διάμεσος m	5,21	5,45	5,53	5,72	5,99	5,96	5,79	5,55	5,37	4,74	4,81	5,12
3 ^ο τεταρτημόριο Q_3	6,59	6,62	6,76	6,98	7,02	7,12	7,06	7,00	6,88	6,70	6,51	6,81
Μέγιστη τιμή \max	11,63	11,36	11,03	10,15	10,08	10,58	11,98	13,87	13,58	14,20	13,66	13,46

Πίνακας Β.3: Στατιστικά μέτρα των μέσων μηνιαίων ονομαστικών τιμών παραγωγών σόγιας

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
Πλήθος μετρήσεων N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Μέση τιμή μ	5,70	5,78	5,88	5,98	6,12	6,19	6,14	6,08	5,79	5,67	5,75	5,83
Τυπική απόκλιση s	2,63	2,74	2,79	2,90	2,99	3,07	3,08	3,08	2,76	2,69	2,73	2,75
Διασπορά s^2	6,91	7,50	7,79	8,41	8,97	9,46	9,46	9,47	7,64	7,23	7,43	7,54
Συντελεστής ασυμμετρίας C_s	0,98	1,13	1,07	1,08	1,02	1,03	1,27	1,28	1,06	1,03	1,02	1,03
Συντελεστής κύρτωσης C_k	1,49	1,76	1,53	1,31	1,16	1,10	2,10	2,10	1,50	1,44	1,36	1,36
L-μεταβλητότητα τ_2	0,236	0,239	0,243	0,250	0,255	0,258	0,251	0,258	0,247	0,248	0,248	0,245
L-ασυμμετρία τ_3	0,091	0,125	0,127	0,152	0,146	0,151	0,149	0,180	0,141	0,143	0,144	0,139
L-κύρτωση τ_4	0,154	0,179	0,172	0,181	0,164	0,170	0,215	0,220	0,199	0,195	0,190	0,196
Ελάχιστη τιμή \min	2,01	1,99	1,99	2,02	2,00	1,97	1,97	1,99	1,97	1,94	1,96	1,99
1 ^ο τεταρτημόριο Q_1	4,14	4,28	4,38	4,28	4,37	4,45	4,28	4,41	4,54	4,18	4,23	4,22
Διάμεσος m	5,62	5,58	5,72	5,75	5,79	5,90	5,95	5,67	5,56	5,50	5,47	5,64
3 ^ο τεταρτημόριο Q_3	6,71	6,96	6,99	7,02	7,18	7,40	6,92	7,15	6,70	6,46	6,75	6,75
Μέγιστη τιμή \max	14,30	14,60	14,60	14,40	14,90	15,10	15,40	16,20	14,30	14,20	14,30	14,30

Πίνακας Β.4: Στατιστικά μέτρα των μέσων μηνιαίων αποπληθωρισμένων τιμών παραγωγών σόγιας

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
Πλήθος μετρήσεων N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Μέση τιμή μ	12,67	12,87	13,11	13,32	13,61	13,79	13,56	13,64	12,95	12,72	12,84	13,02
Τυπική απόκλιση s	4,61	4,84	5,07	5,26	5,85	6,39	5,28	6,30	5,27	5,35	5,06	5,09
Διασπορά s^2	21,29	23,38	25,69	27,69	34,21	40,79	27,89	39,64	27,79	28,63	25,56	25,95
Συντελεστής ασυμμετρίας C_s	0,61	0,68	0,83	1,00	1,72	2,43	0,85	1,87	1,05	1,40	1,05	0,94
Συντελεστής κύρτωσης C_k	-0,05	0,16	0,64	1,52	4,98	10,17	0,80	5,83	1,32	3,36	1,69	0,94
L-μεταβλητότητα τ_2	0,206	0,212	0,215	0,217	0,223	0,228	0,216	0,237	0,223	0,225	0,216	0,217
L-ασυμμετρία τ_3	0,123	0,129	0,146	0,152	0,197	0,222	0,149	0,219	0,184	0,198	0,171	0,172
L-κύρτωση τ_4	0,095	0,115	0,134	0,155	0,211	0,229	0,134	0,190	0,135	0,152	0,134	0,133
Ελάχιστη τιμή \min	5,38	5,38	5,59	5,47	5,62	5,78	5,77	5,93	5,88	5,30	5,40	5,45
1 ^ο τεταρτημόριο Q_1	9,39	9,29	9,47	9,49	9,91	9,95	10,15	9,31	9,28	9,22	9,58	9,59
Διάμεσος m	12,04	12,41	12,76	13,04	13,02	13,40	13,62	13,57	12,32	12,04	12,19	12,25
3 ^ο τεταρτημόριο Q_3	15,99	16,03	16,09	15,94	15,83	15,94	15,86	16,15	15,39	14,67	14,94	15,50
Μέγιστη τιμή \max	24,16	24,98	27,21	30,47	37,25	45,05	30,14	40,50	30,12	33,62	30,62	28,93

Πίνακας Β.5: Στατιστικά μέτρα των μέσων μηνιαίων ονομαστικών τιμών Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
Πλήθος μετρήσεων N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Μέση τιμή μ	2,56	2,58	2,63	2,64	2,66	2,65	2,55	2,56	2,51	2,53	2,51	2,61
Τυπική απόκλιση s	1,35	1,41	1,37	1,43	1,36	1,43	1,37	1,43	1,27	1,32	1,26	1,32
Διασπορά s^2	1,81	1,98	1,87	2,05	1,85	2,04	1,88	2,03	1,62	1,73	1,60	1,74
Συντελεστής ασυμμετρίας C_s	1,80	1,82	1,65	1,78	1,67	1,80	1,99	2,10	1,71	1,78	1,69	1,54
Συντελεστής κύρτωσης C_k	4,03	3,83	3,18	3,54	3,32	3,41	5,30	5,62	4,23	4,31	4,15	2,84
L-μεταβλητότητα τ_2	0,246	0,257	0,250	0,259	0,246	0,255	0,262	0,270	0,258	0,263	0,258	0,261
L-ασυμμετρία τ_3	0,216	0,251	0,222	0,258	0,238	0,261	0,272	0,297	0,254	0,266	0,252	0,266
L-κύρτωση τ_4	0,208	0,236	0,221	0,242	0,252	0,251	0,246	0,259	0,237	0,239	0,228	0,233
Ελάχιστη τιμή \min	1,08	1,06	1,09	1,11	1,15	1,12	1,07	1,05	1,01	1,07	1,03	1,09
1 ^ο τεταρτημόριο Q_1	1,58	1,53	1,57	1,69	1,90	1,82	1,64	1,58	1,78	1,75	1,73	1,66
Διάμεσος m	2,38	2,35	2,52	2,45	2,50	2,47	2,33	2,30	2,26	2,34	2,37	2,38
3 ^ο τεταρτημόριο Q_3	2,76	2,82	2,94	2,86	2,79	2,96	2,88	2,95	2,87	2,82	2,73	2,88
Μέγιστη τιμή \max	7,41	7,23	6,95	7,54	7,48	7,25	8,07	8,03	7,56	7,56	7,48	6,98

Πίνακας Β.6: Στατιστικά μέτρα των μέσων μηνιαίων αποληθωρισμένων τιμών Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
Πλήθος μετρήσεων N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Μέση τιμή μ	5,74	5,72	5,85	5,86	5,97	5,95	5,86	5,83	5,77	5,77	5,77	5,95
Τυπική απόκλιση s	2,31	2,26	2,23	2,24	2,28	2,40	2,75	2,65	2,68	2,57	2,57	2,51
Διασπορά s^2	5,33	5,09	4,98	5,03	5,21	5,77	7,58	7,04	7,17	6,62	6,59	6,29
Συντελεστής ασυμμετρίας C_s	0,64	0,61	0,38	0,25	0,22	0,28	1,16	0,82	1,30	1,23	1,13	0,84
Συντελεστής κύρτωσης C_k	0,37	0,54	-0,39	-0,63	-0,95	-0,60	2,06	0,59	2,81	2,81	2,06	0,98
L-μεταβλητότητα τ_2	0,226	0,222	0,217	0,218	0,220	0,229	0,255	0,254	0,250	0,241	0,243	0,235
L-ασυμμετρία τ_3	0,093	0,078	0,063	0,033	0,048	0,037	0,175	0,152	0,190	0,162	0,165	0,126
L-κύρτωση τ_4	0,063	0,054	0,043	0,026	0,008	0,017	0,096	0,064	0,110	0,099	0,111	0,086
Ελάχιστη τιμή \min	2,32	2,52	2,51	2,41	2,50	2,45	2,40	2,37	2,42	2,31	2,21	2,49
1 ^ο τεταρτημόριο Q_1	3,84	3,80	3,91	3,86	3,98	3,70	3,61	3,51	3,68	3,88	3,87	3,78
Διάμεσος m	5,81	5,82	6,05	6,39	6,28	6,31	6,02	5,89	5,33	5,73	5,58	5,67
3 ^ο τεταρτημόριο Q_3	7,30	7,38	7,44	7,52	7,71	7,62	7,44	7,72	7,27	7,21	7,39	7,44
Μέγιστη τιμή \max	12,42	13,01	11,44	11,39	10,95	12,27	15,62	14,18	15,95	15,67	15,00	14,06

Πίνακας Β.7: Στατιστικά μέτρα των μέσων μηνιαίων ονομαστικών τιμών Σ.Μ.Ε. σόγιας

	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
Πλήθος μετρήσεων N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Μέση τιμή μ	5,96	6,06	6,16	6,30	6,39	6,45	6,30	6,20	5,99	6,00	6,10	6,12
Τυπική απόκλιση s	2,82	2,99	2,91	3,10	3,11	3,29	3,21	3,25	2,88	2,87	2,83	2,93
Διασπορά s^2	7,94	8,95	8,49	9,62	9,64	10,81	10,29	10,54	8,27	8,25	8,00	8,61
Συντελεστής ασυμμετρίας C_s	1,23	1,34	1,04	1,10	0,97	1,26	1,33	1,48	1,15	1,12	0,95	1,08
Συντελεστής κύρτωσης C_k	2,04	2,21	1,28	1,24	0,84	1,76	2,19	2,83	1,98	1,62	1,01	1,13
L-μεταβλητότητα τ_2	0,238	0,248	0,246	0,256	0,255	0,260	0,260	0,262	0,250	0,250	0,244	0,250
L-ασυμμετρία τ_3	0,139	0,173	0,147	0,170	0,152	0,187	0,207	0,215	0,168	0,173	0,139	0,179
L-κύρτωση τ_4	0,185	0,201	0,178	0,184	0,159	0,206	0,234	0,243	0,204	0,197	0,185	0,202
Ελάχιστη τιμή \min	2,15	2,10	2,17	2,13	2,15	2,10	2,16	2,15	2,12	2,17	2,15	2,30
1 ^ο τεταρτημόριο Q_1	4,38	4,39	4,39	4,41	4,54	4,56	4,37	4,79	4,60	4,36	4,52	4,32
Διάμεσος m	5,69	5,77	5,88	5,88	6,07	6,08	5,89	5,80	5,58	5,58	5,84	5,69
3 ^ο τεταρτημόριο Q_3	7,16	7,37	7,48	7,27	7,82	7,46	7,30	7,07	6,71	6,87	7,06	7,02
Μέγιστη τιμή \max	14,69	15,22	14,10	15,03	15,10	16,05	17,21	17,65	16,01	15,47	14,39	14,19

Πίνακας Β.8: Στατιστικά μέτρα των μέσων μηνιαίων αποπληθωρισμένων τιμών Σ.Μ.Ε. σόγιας

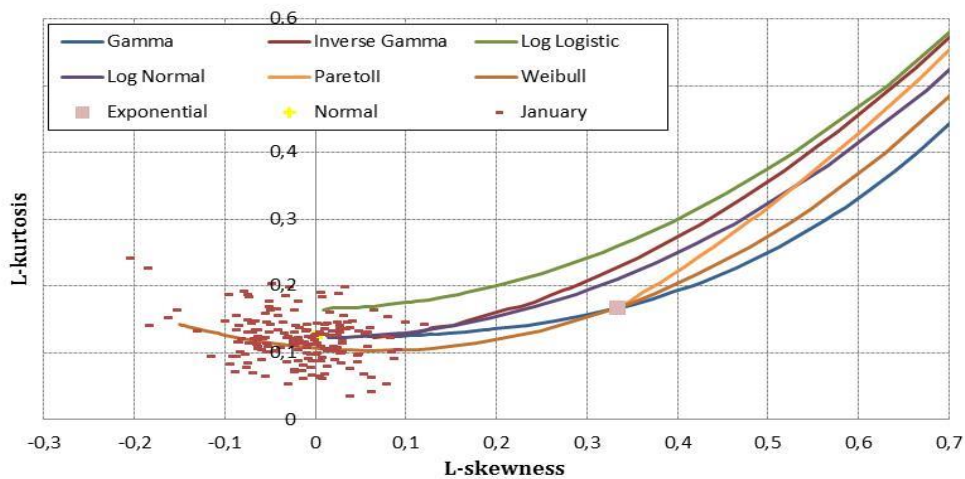
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
Πλήθος μετρήσεων N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Μέση τιμή μ	13,32	13,51	13,79	14,05	14,41	14,40	14,28	13,80	13,54	13,51	13,73	13,67
Τυπική απόκλιση s	4,96	5,25	5,38	5,86	6,94	6,55	7,17	5,82	5,95	5,57	5,60	5,28
Διασπορά s^2	24,61	27,61	28,93	34,36	48,23	42,91	51,41	33,84	35,40	31,05	31,33	27,86
Συντελεστής ασυμμετρίας C_s	0,53	0,78	0,80	1,33	2,43	2,07	2,32	1,05	1,40	1,08	1,06	0,75
Συντελεστής κύρτωσης C_k	-0,12	0,58	0,59	2,86	9,58	8,01	8,25	1,45	3,11	1,72	1,36	0,36
L-μεταβλητότητα τ_2	0,212	0,217	0,218	0,223	0,237	0,232	0,247	0,231	0,235	0,226	0,224	0,217
L-ασυμμετρία τ_3	0,101	0,132	0,145	0,173	0,240	0,202	0,242	0,174	0,208	0,176	0,187	0,140
L-κύρτωση τ_4	0,087	0,115	0,130	0,186	0,230	0,181	0,213	0,120	0,148	0,128	0,137	0,111
Ελάχιστη τιμή \min	5,49	5,56	5,56	5,63	5,85	6,18	5,95	6,18	5,85	5,56	5,77	5,46
1 ^ο τεταρτημόριο Q_1	9,56	9,36	9,60	10,34	9,87	10,08	9,59	9,53	9,67	9,85	10,04	9,82
Διάμεσος m	13,26	13,19	13,36	13,88	13,97	13,93	13,82	13,34	12,20	12,91	13,08	13,28
3 ^ο τεταρτημόριο Q_3	16,99	16,80	16,54	16,54	16,83	16,99	16,72	16,36	16,01	15,83	16,15	16,54
Μέγιστη τιμή \max	26,50	28,76	30,08	33,72	47,66	45,05	46,62	32,43	36,13	33,07	32,20	28,66

Πίνακας Β.9: Στατιστικά μέτρα της μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών της περιοχής παραγωγής

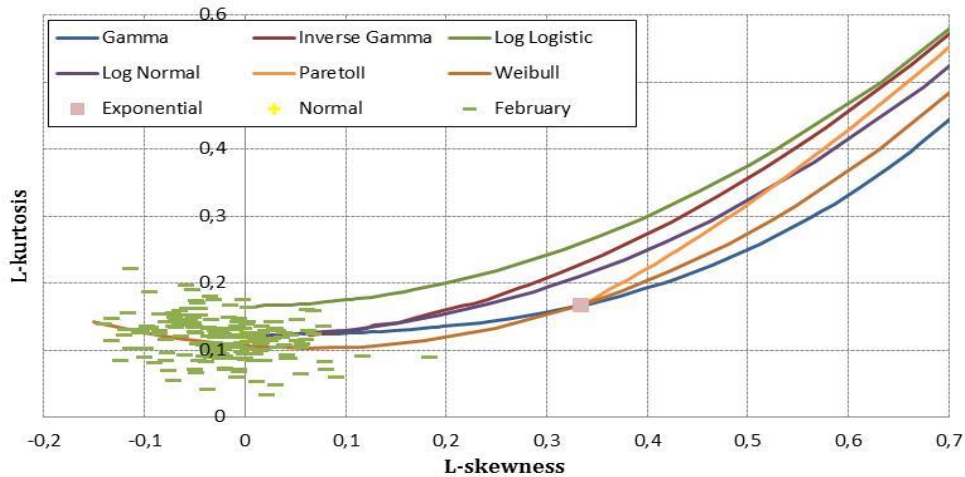
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
Πλήθος μετρήσεων N	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00	116,00
Μέση τιμή μ	4,51	6,45	11,84	18,17	23,44	28,01	30,62	29,95	26,03	19,95	12,25	6,09
Τυπική απόκλιση s	2,25	2,33	2,30	1,50	1,29	1,12	1,10	1,06	1,11	1,53	1,63	2,01
Διασπορά s^2	5,08	5,45	5,29	2,25	1,66	1,27	1,21	1,12	1,23	2,33	2,67	4,03
Συντελεστής ασυμμετρίας C_s	-0,42	-0,24	0,12	-0,16	0,07	0,55	0,60	0,00	0,35	-0,57	-0,03	-0,63
Συντελεστής κύρτωσης C_k	0,58	0,32	0,43	-0,28	0,02	1,13	0,78	0,36	0,12	2,30	-0,28	0,14
L-μεταβλητότητα τ_2	0,28	0,20	0,11	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,08	0,19
L-ασυμμετρία τ_3	-0,08	-0,03	0,00	-0,02	0,02	0,06	0,10	-0,01	0,07	-0,07	-0,03	-0,12
L-κύρτωση τ_4	0,17	0,14	0,14	0,11	0,11	0,17	0,15	0,17	0,14	0,21	0,10	0,13
Ελάχιστη τιμή \min	-1,89	-0,53	6,43	14,23	20,24	25,22	28,20	27,19	23,57	13,71	8,61	0,62
1 ^ο τεταρτημόριο Q_1	3,31	4,76	10,28	17,01	22,46	27,27	29,87	29,24	25,20	19,24	11,05	4,94
Διάμεσος m	4,75	6,66	11,83	18,33	23,37	28,00	30,51	29,98	25,96	20,12	12,50	6,27
3 ^ο τεταρτημόριο Q_3	5,81	7,98	13,38	19,20	24,41	28,64	31,28	30,54	26,73	20,78	13,42	7,46
Μέγιστη τιμή \max	10,37	12,11	18,82	21,08	27,27	31,83	34,46	32,83	29,03	24,53	16,66	9,41

Παράρτημα C L-ροπές

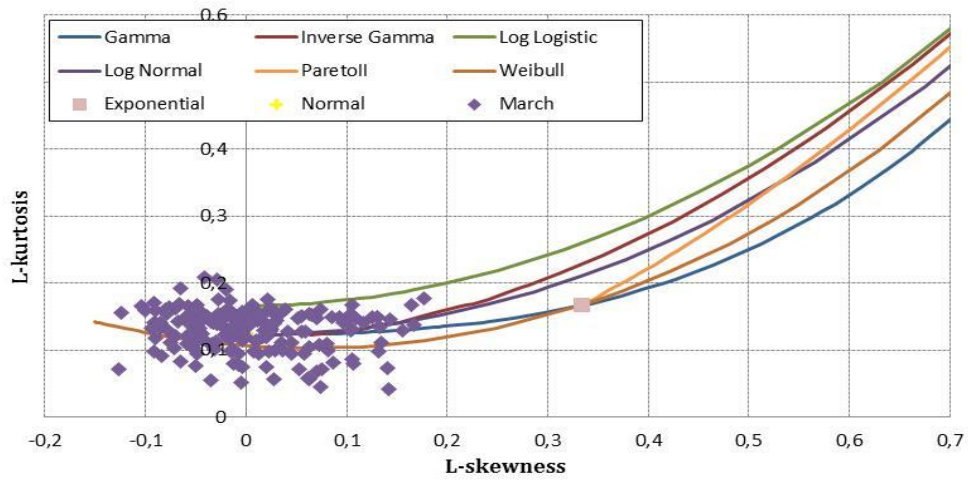
Στο Παράρτημα C παρουσιάζονται τα διαγράμματα L-κύρτωσης έναντι L-ασυμμετρίας της μηνιαίας μέσης τιμής των ημερήσιων μέγιστων θερμοκρασιών της περιοχής παραγωγής που προέκυψαν από την ανάλυση των 200 σταθμών.



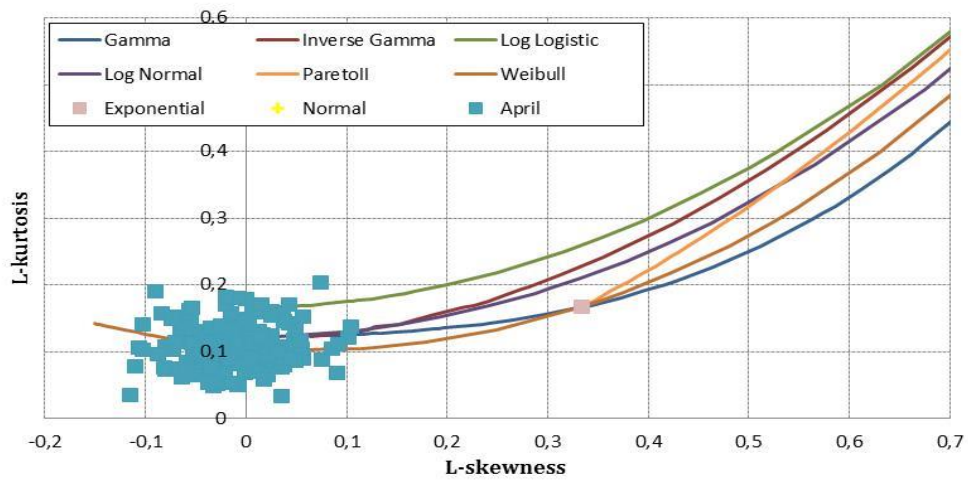
Σχήμα C.1: Παράμετροι τ_3, τ_4 Ιανουαρίου



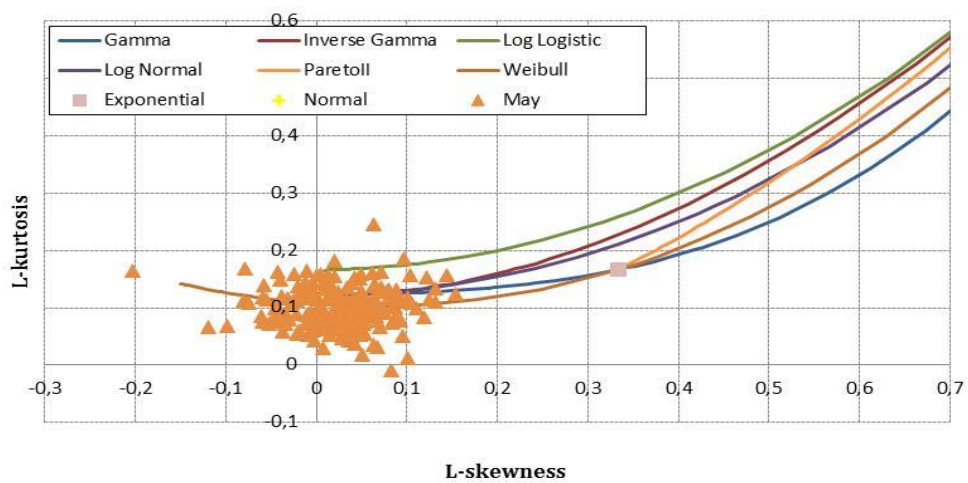
Σχήμα C.2: Παράμετροι τ_3, τ_4 Φεβρουαρίου



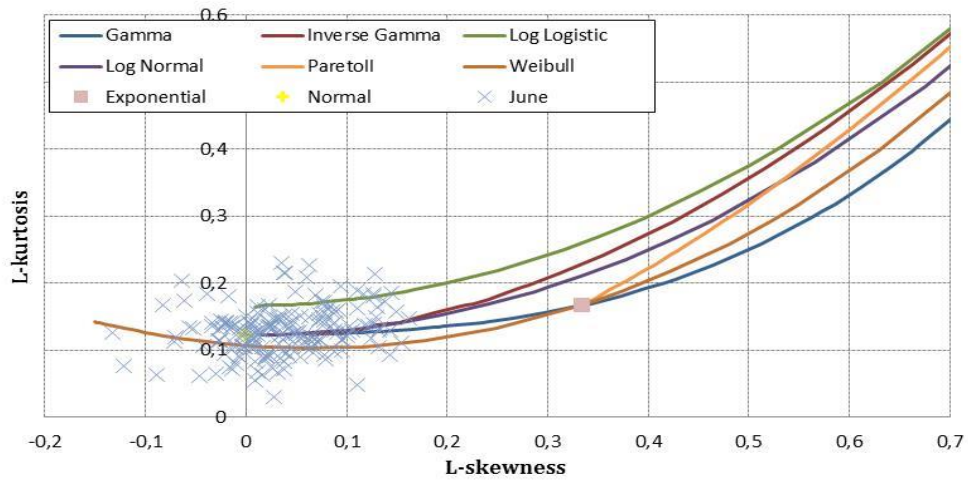
Σχήμα C.3: Παράμετροι τ_3, τ_4 Μαρτίου



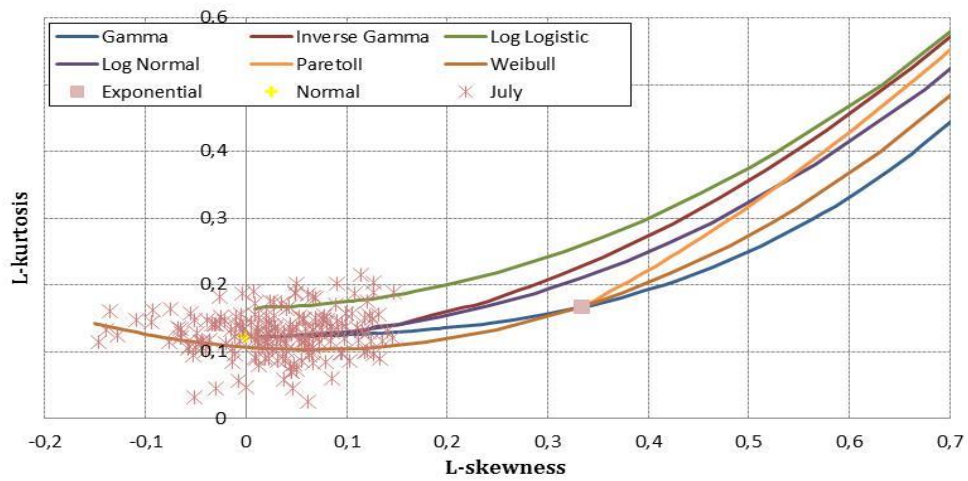
Σχήμα C.4: Παράμετροι τ_3, τ_4 Απριλίου



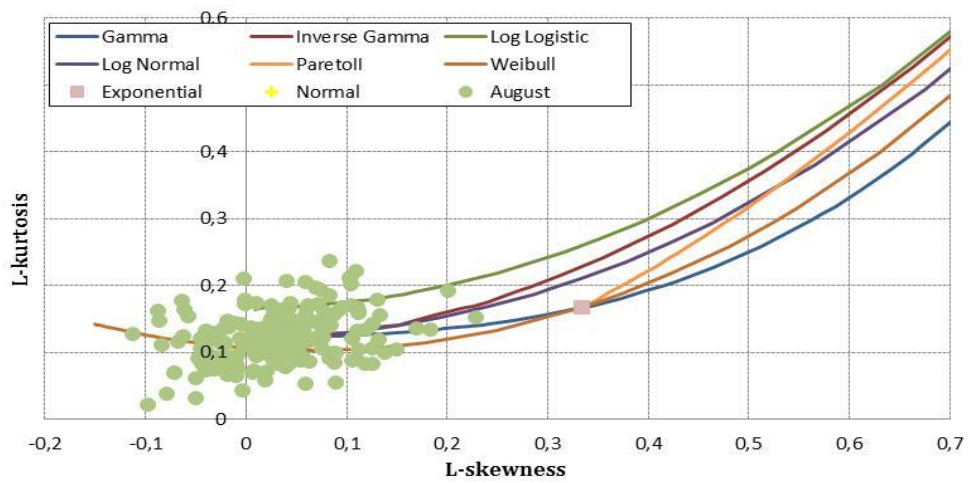
Σχήμα C.5: Παράμετροι τ_3, τ_4 Μαΐου



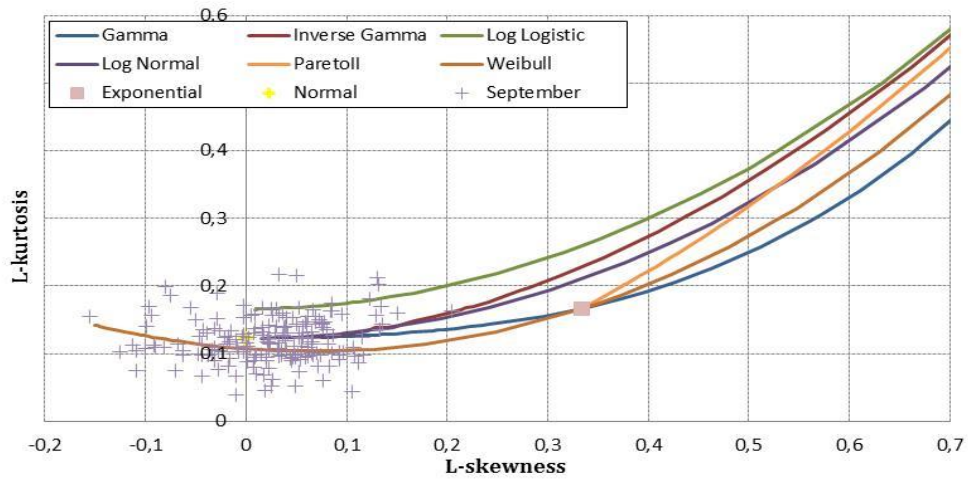
Σχήμα C.6: Παράμετροι τ_3, τ_4 Ιουνίου



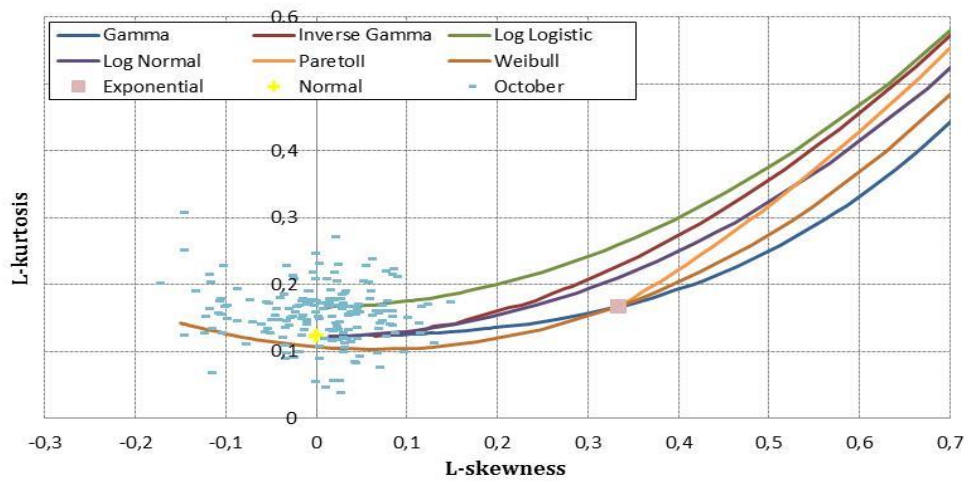
Σχήμα C.7: Παράμετροι τ_3, τ_4 Ιουλίου



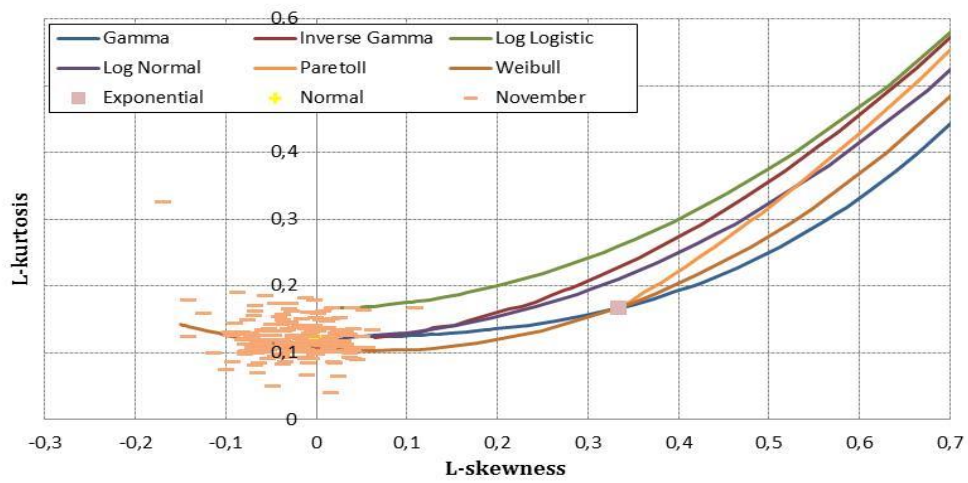
Σχήμα C.8: Παράμετροι τ_3, τ_4 Αυγούστου



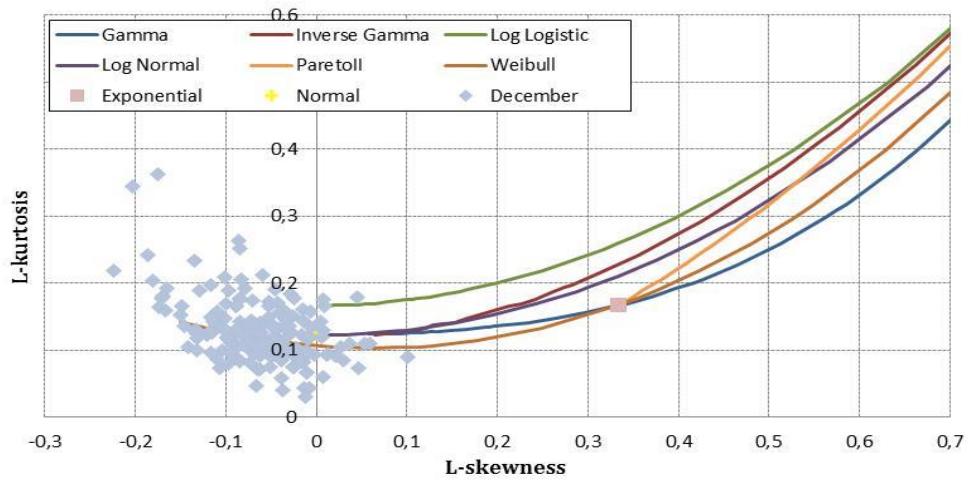
Σχήμα C.9: Παράμετροι τ_3, τ_4 Σεπτεμβρίου



Σχήμα C.10: Παράμετροι τ_3, τ_4 Οκτωβρίου



Σχήμα C.11: Παράμετροι τ_3, τ_4 Νοεμβρίου



Σχήμα C.12: Παράμετροι τ_3, τ_4 Δεκεμβρίου

Παράρτημα D Χειρισμός κατανομών

Στο παράρτημα D παρουσιάζονται πίνακες με εξισώσεις ροπών και L-ροπών καθώς και οι αδιάστατοι L-συντελεστές που απαιτούνται για το σχεδιασμό των L-γραφημάτων. Οι εξισώσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την προσαρμογή των κατανομών και για την κατασκευή γραφημάτων L-αναλογιών. Στον Πίνακα D.1 παρουσιάζονται οι L-ροπές της κανονικής κατανομής. [Equation Chapter \(Next\) Section 1](#)

Πίνακας D.1: Οι L-ροπές της κανονικής κατανομής

Περιγραφή	Εξίσωση	Αναφορά
Πυκνότητα πιθανότητας	$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right]$	(D.1)
Αθροιστική πυκνότητα πιθανότητας	$F(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{2}\left[1 + \operatorname{erf}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]$	(D.2)
Πρώτη L-ροπή	$\lambda_1 = \mu$	(D.3)
Δεύτερη L-ροπή	$\lambda_2 = \frac{\sigma}{\sqrt{\pi}}$	(D.4)
L-CV	$\tau_2 = \frac{\sigma}{\mu\sqrt{\pi}}$	(D.5)
L-Ασυμμετρία	$\tau_3 = 0$	(D.6)
L-Κύρτωση	$\tau_4 = 0.1226$	(D.7)

Η εφαρμογή της μεθόδου των L-ροπών δίνει τις εξισώσεις του πίνακα D.2. Από την (D.15) υπολογίζεται αριθμητικά η τιμή της παραμέτρου c , ενώ από τις (D.11) και (D.10) με απλή αλγεβρική επίλυση υπολογίζονται οι τιμές των b και a αντίστοιχα.

Πίνακας D.2: Οι L-ροπές της τριπαραμετρικής Weibull

Περιγραφή	Εξίσωση	Αναφορά
Πυκνότητα πιθανότητας	$f(x;a,b,c) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b} \right)^{c-1} \exp \left[- \left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right]$	(D.8)
Συνάρτηση κατανομής	$F(x;a,b,c) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right]$	(D.9)
Πρώτη L-ροπή	$\lambda_1 = a + b\Gamma \left(1 + \frac{1}{c} \right)$	(D.10)
Δεύτερη L-ροπή	$\lambda_2 = \left(1 - 2^{-\frac{1}{c}} \right) b\Gamma \left(1 + \frac{1}{c} \right)$	(D.11)
Τρίτη L-ροπή	$\lambda_3 = \left(1 - 3 \cdot 2^{-\frac{1}{c}} + 2 \cdot 3^{-\frac{1}{c}} \right) b\Gamma \left(1 + \frac{1}{c} \right)$	(D.12)
Τέταρτη L-ροπή	$\lambda_4 = \left(1 - 3 \cdot 2^{1-\frac{1}{c}} + 10 \cdot 3^{-\frac{1}{c}} - 5 \cdot 4^{-\frac{1}{c}} \right) b\Gamma \left(1 + \frac{1}{c} \right)$	(D.13)
L-CV	$\tau_2 = \frac{\left(1 - 2^{-\frac{1}{c}} \right) b\Gamma \left(1 + \frac{1}{c} \right)}{a + b\Gamma \left(1 + \frac{1}{c} \right)}$	(D.14)
L-Ασυμμετρία	$\tau_3 = \frac{1 - 3 \cdot 2^{-\frac{1}{c}} + 2 \cdot 3^{-\frac{1}{c}}}{1 - 2^{-\frac{1}{c}}}$	(D.15)
L-Κύρτωση	$\tau_4 = \frac{1 - 3 \cdot 2^{1-\frac{1}{c}} + 10 \cdot 3^{-\frac{1}{c}} - 5 \cdot 4^{-\frac{1}{c}}}{1 - 2^{-\frac{1}{c}}}$	(D.16)

Πίνακας D.3: Οι L-ροπές της Εκθετικής κατανομής

Περιγραφή	Εξίσωση	Αναφορά
Συνάρτηση κατανομής	$F_X(x; \beta) = \begin{cases} 1 - e^{-x/\beta}, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases}$	(D.17)
Πρώτη L-ροπή	$\lambda_1 = \frac{1}{\beta}$	(D.18)
Δεύτερη L-ροπή	$\lambda_2 = \frac{1}{2\beta}$	(D.19)
L-Ασυμμετρία	$\tau_3 = \frac{1}{3}$	(D.20)
L-Κύρτωση	$\tau_4 = \frac{1}{6}$	(D.21)

Πίνακας D.4 Οι L-ροπές της γενικευμένης Pareto

Περιγραφή	Εξίσωση	Αναφορά
Συνάρτηση κατανομής	$F(x) = 1 - \left(1 + \frac{(x - \xi)k}{a}\right)^{1/k}$	(D.22)
Πρώτη L-ροπή	$\lambda_1 = \xi + \frac{\alpha}{1 + \kappa}$	(D.23)
Δεύτερη L-ροπή	$\lambda_2 = \frac{\alpha}{(1 + \kappa)(2 + \kappa)}$	(D.24)
L-Ασυμμετρία	$\tau_3 = \frac{1 - \kappa}{3 + \kappa}$	(D.25)
L-Κύρτωση	$\tau_4 = \frac{(1 - \kappa)(2 - \kappa)}{(3 + \kappa)(4 + \kappa)}$	(D.26)

Για $\xi = 0$ στις σχέσεις του πίνακα D.4, λαμβάνουμε την Pareto II.

Πίνακας D.5 Οι L-ροπές της Γάμμα

Περιγραφή	Εξίσωση	Αναφορά
Συνάρτηση κατανομής	$F(x; \alpha; \beta) = \frac{\beta^{-\alpha} \int_0^x t^{\alpha-1} \exp(-\frac{t}{\beta}) dt}{\Gamma(\alpha)}$	(D.27)

$$\text{Πρώτη L-ροπή} \quad \lambda_1 = \alpha\beta \quad (\text{D.28})$$

$$\text{Δεύτερη L-ροπή} \quad \lambda_2 = \frac{\beta\Gamma_{(\alpha+0.5)}}{\sqrt{\pi}\Gamma_{(\alpha)}} \quad (\text{D.29})$$

$$\text{L-Ασυμμετρία} \quad \tau_3 = 6\text{I}_{1/3}(\alpha, 2\alpha) - 3 \quad (\text{D.30})$$

$$\text{L-Κύρτωση} \quad \tau_4 = 0.1224 + 0.30115\tau_3^2 + 0.95819\tau_3^4 - 0.57488\tau_3^6 + 0.19383\tau_3^8 \quad (\text{D.31})$$

Η σχέση (D.31) είναι μία προσέγγιση που περιγράφει την σχέση μεταξύ της τρίτης και της τέταρτης L ροπής με ακρίβεια 0.0005 για $|\tau_3| < 0.9$.

Πίνακας D.6 Οι L ροπές της Λογαριθμοκανονικής

Περιγραφή	Εξίσωση	Αναφορά
Πυκνότητα πιθανότητας	$f(x) = \frac{e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}}{x\sqrt{2\pi\sigma}}$	(D.32)
Συνάρτηση κατανομής	$F(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \text{erf} \left[\frac{\ln x - \mu}{\sqrt{2}\sigma} \right]$	(D.33)
Πρώτη L-ροπή	$\lambda_1 = \xi + \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right)$	(D.34)
Δεύτερη L-ροπή	$\lambda_2 = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right) \text{erf}\left(\frac{\sigma}{2}\right)$	(D.35)
L-Ασυμμετρία	$\tau_3 = \frac{6 \int_0^{\sigma/2} \text{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{3}}\right) \exp(-x^2) dx}{\sqrt{\pi} \text{erf}\left(\frac{\sigma}{2}\right)}$	(D.36)
L-Κύρτωση	$\tau_4 = 0.12282 + 0.77518\tau_3^2 + 0.12279\tau_3^4 - 0.13638\tau_3^6 + 0.11368\tau_3^8$	(D.37)

Η σχέση (D.37) είναι μία προσέγγιση που περιγράφει την σχέση μεταξύ της τρίτης και της τέταρτης L ροπής με ακρίβεια 0.0005 για $|\tau_3| < 0.9$.

Παράρτημα Ε Πίνακες κατάταξης τιμών και μεταβλητών θερμοκρασίας

Στο παράρτημα Ε παρουσιάζονται οι πίνακες κατάταξης των μεταβολών των τιμών παραγωγών και Σ.Μ.Ε. σόγιας και καλαμποκιού με τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στις περιοχές παραγωγής τους και τα ποσοστά της περιοχής του Ohio Valley που σημειώθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες.

Πίνακας Ε.1: Κατάταξη μέσω μηνιαίων θερμοκρασιών στο Corn Belt και μεταβολής τιμών παραγωγών καλαμποκιού

Έτος	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη
1969	19	43	18	23	29	18
1970	13	22	10	21	1	18
1971	38	2	43	42	36	30
1972	18	36	13	38	3	26
1973	11	12	1	25	44	9
1974	1	39	2	6	32	37
1975	14	27	3	18	40	10
1976	7	17	41	17	28	26
1977	44	23	44	8	27	39
1978	40	23	39	31	26	23
1979	5	30	33	36	24	33
1980	3	28	5	6	4	7
1981	24	14	42	26	42	33
1982	29	44	38	18	35	35
1983	21	28	10	3	7	1
1984	27	10	36	35	37	8
1985	25	41	34	32	33	41
1986	43	11	40	12	39	42
1987	30	6	30	11	11	29
1988	4	1	23	10	25	3
1989	26	34	35	16	12	25
1990	21	15	25	36	34	24
1991	23	3	12	21	17	17
1992	34	42	31	43	15	44
1993	9	37	14	33	20	21
1994	42	8	28	39	10	40
1995	12	15	18	18	8	2
1996	6	19	27	41	43	26
1997	31	19	11	30	14	36
1998	28	35	37	24	22	12
1999	36	26	17	5	17	30
2000	39	33	24	34	6	13
2001	15	32	15	15	16	11
2002	8	4	8	4	7	18
2003	33	39	20	26	9	6
2004	37	38	29	40	30	43
2005	16	4	26	14	19	14
2006	19	18	21	8	5	15
2007	32	13	22	28	13	5
2008	35	23	16	28	31	30
2009	41	31	32	44	23	37
2010	17	9	9	13	2	4
2011	22	19	4	2	38	15
2012	2	7	6	1	41	22

Πίνακας Ε.2: Κατάταξη μέσω μηνιαίων θερμοκρασιών στο Corn Belt και μεταβολής τιμών
Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού

Έτος	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη
1969	22	43	23	23	16	18
1970	7	22	27	21	1	18
1971	14	2	39	42	41	30
1972	30	36	11	38	11	26
1973	26	12	2	25	44	9
1974	3	39	1	6	43	37
1975	11	27	6	18	5	10
1976	21	17	25	17	17	26
1977	43	23	38	8	36	39
1978	40	23	35	31	40	23
1979	5	30	29	36	12	33
1980	10	28	3	6	4	7
1981	41	14	9	26	42	33
1982	32	44	31	18	39	35
1983	9	28	17	3	3	1
1984	17	10	42	35	18	8
1985	23	41	36	32	25	41
1986	35	11	41	12	34	42
1987	27	6	26	11	29	29
1988	1	1	40	10	14	3
1989	13	34	37	16	9	25
1990	8	15	34	36	35	24
1991	34	3	5	21	32	17
1992	29	42	30	43	26	44
1993	18	37	15	33	30	21
1994	36	8	32	39	20	40
1995	16	15	16	18	10	2
1996	6	19	44	41	8	26
1997	33	19	14	30	22	36
1998	15	35	28	24	38	12
1999	24	26	22	5	21	30
2000	37	33	21	34	19	13
2001	20	32	8	15	23	11
2002	12	4	13	4	13	18
2003	31	39	24	26	6	6
2004	38	38	33	40	15	43
2005	25	4	12	14	37	14
2006	28	18	18	8	28	15
2007	39	13	19	28	24	5
2008	2	23	43	28	33	30
2009	42	31	20	44	31	37
2010	19	9	7	13	7	4
2011	44	19	10	2	2	15
2012	4	7	4	1	27	22

Πίνακας Ε.3: Κατάταξη μέσω μηνιαίων θερμοκρασιών στο Soybean Belt και μεταβολής τιμών παραγωγών σόγιας

Έτος	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη
1969	22	43	19	17	40	20
1970	9	22	26	24	9	20
1971	7	1	30	42	28	33
1972	20	36	14	38	25	26
1973	44	13	1	26	44	11
1974	1	40	2	7	34	37
1975	5	27	4	21	41	16
1976	3	23	43	21	1	29
1977	43	18	44	8	35	37
1978	40	23	33	28	13	22
1979	22	31	36	36	31	33
1980	2	29	5	4	3	7
1981	17	15	40	24	38	32
1982	29	44	37	17	32	35
1983	8	30	3	3	2	1
1984	42	10	38	37	33	8
1985	34	40	34	33	20	41
1986	27	10	23	12	22	42
1987	28	4	29	11	11	24
1988	11	1	25	10	29	3
1989	33	35	41	16	27	26
1990	18	17	16	34	12	24
1991	30	3	7	17	14	17
1992	36	42	24	43	16	44
1993	6	37	17	28	26	18
1994	41	8	31	39	18	40
1995	14	15	20	21	7	2
1996	15	19	9	41	15	28
1997	39	23	27	27	30	36
1998	26	31	39	17	21	9
1999	32	23	10	6	6	29
2000	35	34	21	35	8	11
2001	12	33	15	15	23	9
2002	10	4	11	4	19	19
2003	31	39	22	28	5	6
2004	38	38	42	40	37	43
2005	16	4	35	14	24	14
2006	22	19	28	8	10	13
2007	21	12	13	32	4	5
2008	19	19	32	28	43	31
2009	37	27	17	44	36	39
2010	13	7	8	13	17	4
2011	22	14	12	2	39	14
2012	4	9	6	1	42	22

Πίνακας Ε.4: Κατάταξη μέσω μηνιαίων θερμοκρασιών στο Soybean Belt και μεταβολής τιμών Σ.Μ.Ε. σόγιας

Έτος	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη	Κατάταξη
1969	27	43	20	23	36	18
1970	6	22	28	21	23	18
1971	10	2	12	42	35	30
1972	25	36	17	38	27	26
1973	43	12	6	25	44	9
1974	8	39	1	6	43	37
1975	19	27	2	18	34	10
1976	2	17	39	17	2	26
1977	44	23	44	8	42	39
1978	40	23	37	31	10	23
1979	21	30	31	36	15	33
1980	5	28	3	6	9	7
1981	41	14	7	26	41	33
1982	35	44	22	18	39	35
1983	22	28	5	3	1	1
1984	42	10	41	35	11	8
1985	26	41	33	32	22	41
1986	32	11	18	12	31	42
1987	31	6	21	11	30	29
1988	1	1	43	10	3	3
1989	14	34	38	16	32	25
1990	17	15	29	36	17	24
1991	38	3	9	21	18	17
1992	30	42	30	43	20	44
1993	9	37	10	33	25	21
1994	36	8	35	39	21	40
1995	24	15	15	18	16	2
1996	29	19	23	41	6	26
1997	39	19	19	30	40	36
1998	16	35	32	24	37	12
1999	28	26	26	5	8	30
2000	34	33	27	34	7	13
2001	13	32	14	15	28	11
2002	15	4	13	4	19	18
2003	23	39	36	26	5	6
2004	7	38	42	40	14	43
2005	33	4	16	14	38	14
2006	18	18	24	8	26	15
2007	11	13	25	28	13	5
2008	3	23	40	28	33	30
2009	12	31	34	44	24	37
2010	20	9	8	13	29	4
2011	37	19	11	2	4	15
2012	4	7	4	1	12	22

Πίνακας Ε.5: Κατάταξη μεταβολής τιμών παραγωγών καλαμποκιού και ποσοστού της περιοχής του Ohio Valley που σημειώθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες

Έτος	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη ακραίων μέγιστων
1969	25	21	17	-
1970	11	7	10	-
1971	6	39	44	-
1972	31	18	14	-
1973	1	6	1	-
1974	3	1	2	-
1975	8	13	4	-
1976	4	11	42	-
1977	44	44	43	-
1978	13	40	39	-
1979	5	4	32	-
1980	9	3	5	4
1981	42	24	41	-
1982	40	28	38	-
1983	16	19	3	3
1984	19	34	35	-
1985	29	25	36	-
1986	32	43	40	-
1987	21	32	27	12
1988	2	5	23	1
1989	37	23	34	-
1990	15	26	29	-
1991	39	22	11	9
1992	27	35	33	-
1993	35	9	15	15
1994	22	42	28	-
1995	10	10	18	11
1996	12	14	26	-
1997	41	29	12	-
1998	33	27	37	-
1999	26	33	13	10
2000	43	36	22	-
2001	34	12	16	-
2002	20	8	7	7
2003	30	31	19	-
2004	38	38	24	-
2005	18	16	31	6
2006	28	20	25	14
2007	14	37	20	8
2008	7	30	21	-
2009	17	41	30	-
2010	36	15	9	5
2011	24	17	8	13
2012	2	6	23	2

Πίνακας Ε.6: Κατάταξη μεταβολής τιμών Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού και ποσοστού της περιοχής του Ohio Valley που σημειώθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες

Έτος	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη ακραίων μέγιστων
1969	22	23	16	-
1970	7	27	1	-
1971	14	39	41	-
1972	30	11	11	-
1973	26	2	44	-
1974	3	1	43	-
1975	11	6	5	-
1976	21	25	17	-
1977	43	38	36	-
1978	40	35	40	-
1979	5	29	12	-
1980	10	3	4	4
1981	41	9	42	-
1982	32	31	39	-
1983	9	17	3	3
1984	17	42	18	-
1985	23	36	25	-
1986	35	41	34	-
1987	27	26	29	12
1988	1	40	14	1
1989	13	37	9	-
1990	8	34	35	-
1991	34	5	32	9
1992	29	30	26	-
1993	18	15	30	15
1994	36	32	20	-
1995	16	16	10	11
1996	6	44	8	-
1997	33	14	22	-
1998	15	28	38	-
1999	24	22	21	10
2000	37	21	19	-
2001	20	8	23	-
2002	12	13	13	7
2003	31	24	6	-
2004	38	33	15	-
2005	25	12	37	6
2006	28	18	28	14
2007	39	19	24	8
2008	2	43	33	-
2009	42	20	31	-
2010	19	7	7	5
2011	44	10	2	13
2012	4	4	27	2

Πίνακας Ε.7: Κατάταξη μεταβολής τιμών παραγωγών σόγιας και ποσοστού της περιοχής του Ohio Valley που σημειώθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες

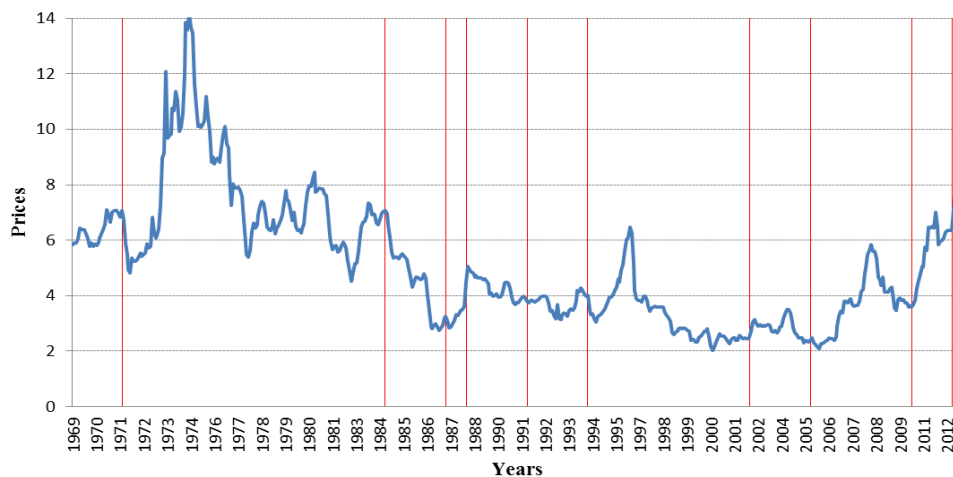
Έτος	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη ακραίων μέγιστων
1969	21	26	16	-
1970	10	9	26	-
1971	7	7	28	-
1972	24	25	11	-
1973	1	44	1	-
1974	37	1	2	-
1975	40	5	4	-
1976	2	3	43	-
1977	44	43	44	-
1978	28	38	35	-
1979	5	18	40	-
1980	13	2	5	4
1981	43	16	37	-
1982	34	31	39	-
1983	39	8	3	3
1984	36	42	34	-
1985	31	34	32	-
1986	23	27	24	-
1987	11	28	30	12
1988	3	11	29	1
1989	33	29	41	-
1990	30	17	17	-
1991	32	32	7	9
1992	18	36	23	-
1993	17	6	18	15
1994	25	41	31	-
1995	15	14	21	11
1996	38	15	10	-
1997	42	39	27	-
1998	22	24	38	-
1999	29	30	9	10
2000	35	35	20	-
2001	14	12	15	-
2002	12	10	12	7
2003	19	33	22	-
2004	41	37	42	-
2005	8	21	33	6
2006	20	23	25	14
2007	9	19	14	8
2008	4	20	36	-
2009	6	40	18	-
2010	16	13	8	5
2011	27	22	13	13
2012	4	6	26	2

Πίνακας Ε.8: Κατάταξη μεταβολής τιμών Σ.Μ.Ε. σόγιας και ποσοστού της περιοχής του Ohio Valley που σημειώθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες

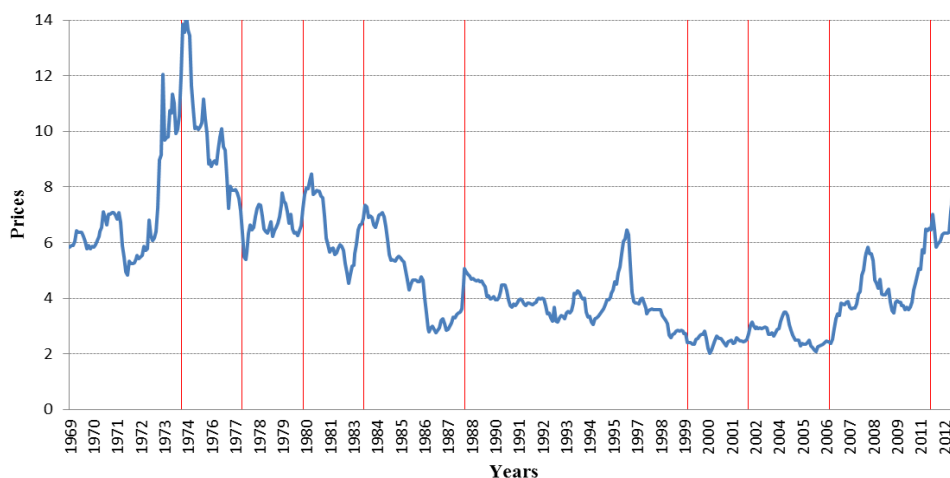
Έτος	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη μεταβολής	Κατάταξη ακραίων μέγιστων
1969	27	20	36	-
1970	6	28	23	-
1971	10	12	35	-
1972	25	17	27	-
1973	43	6	44	-
1974	8	1	43	-
1975	19	2	34	-
1976	2	39	2	-
1977	44	44	42	-
1978	40	37	10	-
1979	21	31	15	-
1980	5	3	9	4
1981	41	7	41	-
1982	35	22	39	-
1983	22	5	1	3
1984	42	41	11	-
1985	26	33	22	-
1986	32	18	31	-
1987	31	21	30	12
1988	1	43	3	1
1989	14	38	32	-
1990	17	29	17	-
1991	38	9	18	9
1992	30	30	20	-
1993	9	10	25	15
1994	36	35	21	-
1995	24	15	16	11
1996	29	23	6	-
1997	39	19	40	-
1998	16	32	37	-
1999	28	26	8	10
2000	34	27	7	-
2001	13	14	28	-
2002	15	13	19	7
2003	23	36	5	-
2004	7	42	14	-
2005	33	16	38	6
2006	18	24	26	14
2007	11	25	13	8
2008	3	40	33	-
2009	12	34	24	-
2010	20	8	29	5
2011	37	11	4	13
2012	4	4	12	2

Παράρτημα F Παρουσίαση ακραίων μεταβλητών θερμοκρασίας

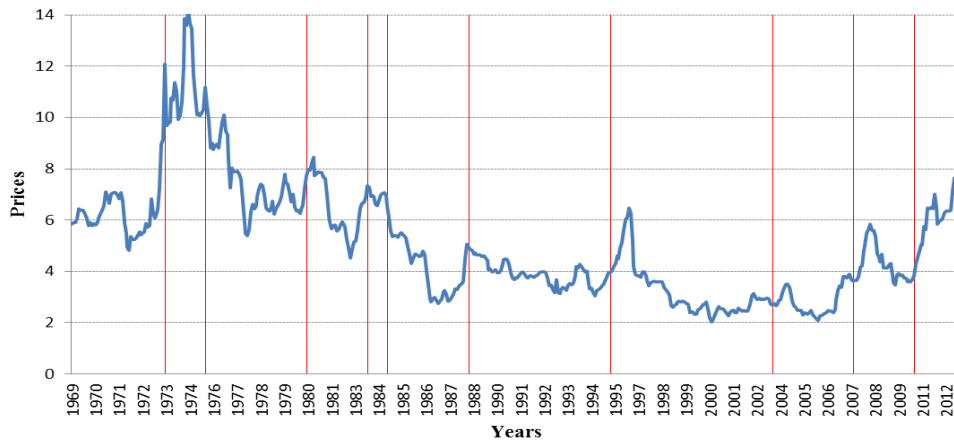
Στο παράρτημα F, μαζί με τις αποπληθωρισμένες τιμές σόγιας και καλαμποκιού, παρουσιάζονται οι 10 μεγαλύτερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στο Corn Belt και στο Soybean Belt για τους καλοκαιρινούς μήνες και αντίστοιχα τα 10 μεγαλύτερα ποσοστά της περιοχής του Ohio Valley που σημειώθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του καλοκαιριού.



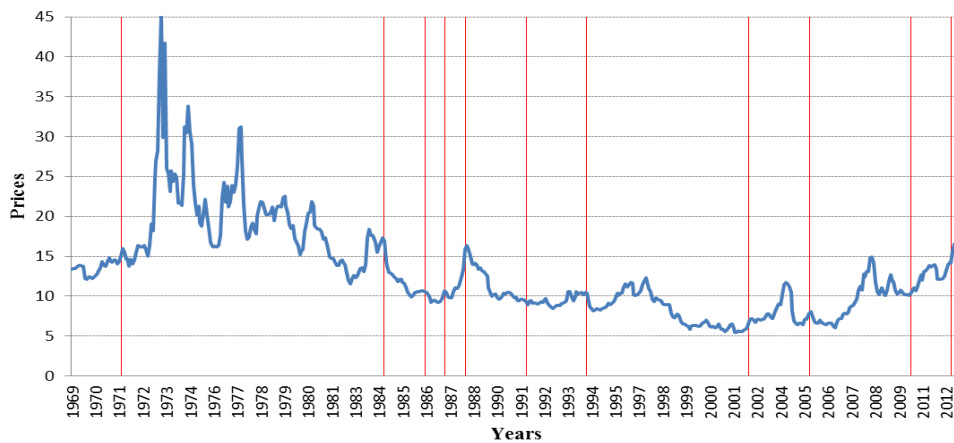
Σχήμα F.1: Οι 10 μεγαλύτερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στο Corn Belt τον Μήνα Ιούνιο



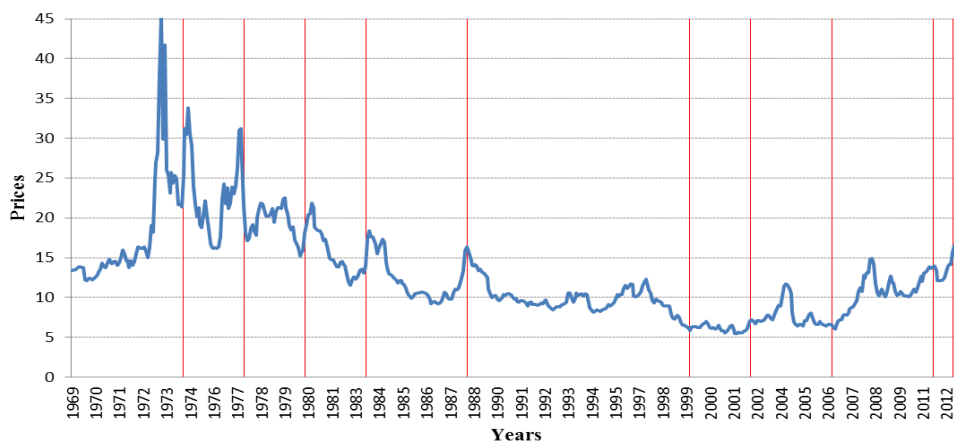
Σχήμα F.2: Οι 10 μεγαλύτερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στο Corn Belt τον Μήνα Ιούλιο



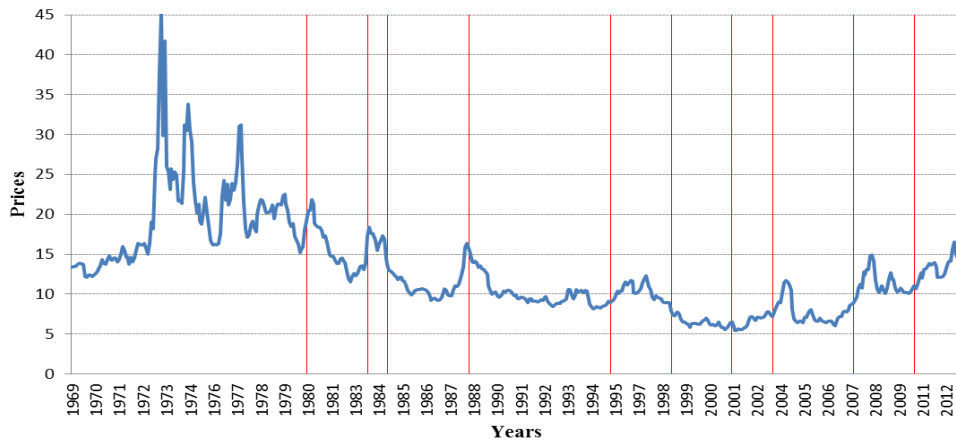
Σχήμα F.3: Οι 10 μεγαλύτερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στο Corn Belt τον Μήνα
Αύγουστο



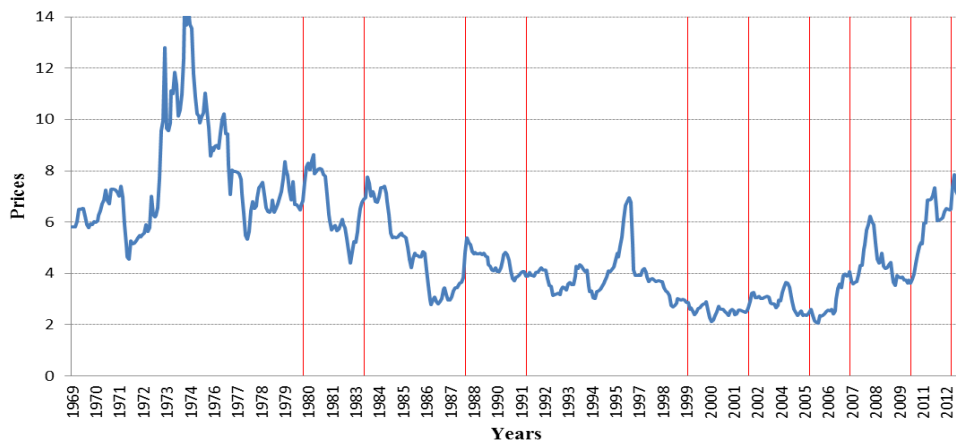
Σχήμα F.4: Οι 10 μεγαλύτερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στο Soybean Belt τον Μήνα
Ιούνιο



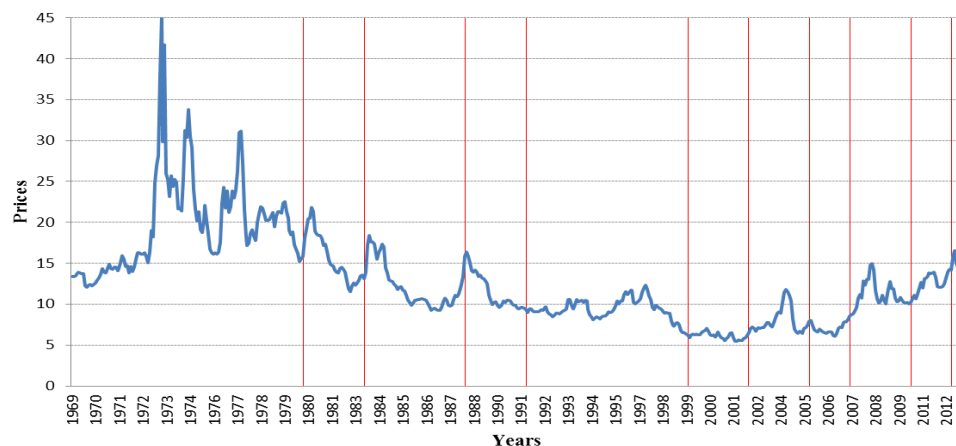
Σχήμα F.5: Οι 10 μεγαλύτερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στο Soybean Belt τον Μήνα
Ιούλιο



Σχήμα F.6: Οι 10 μεγαλύτερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στο Soybean Belt τον Μήνα Αύγουστο



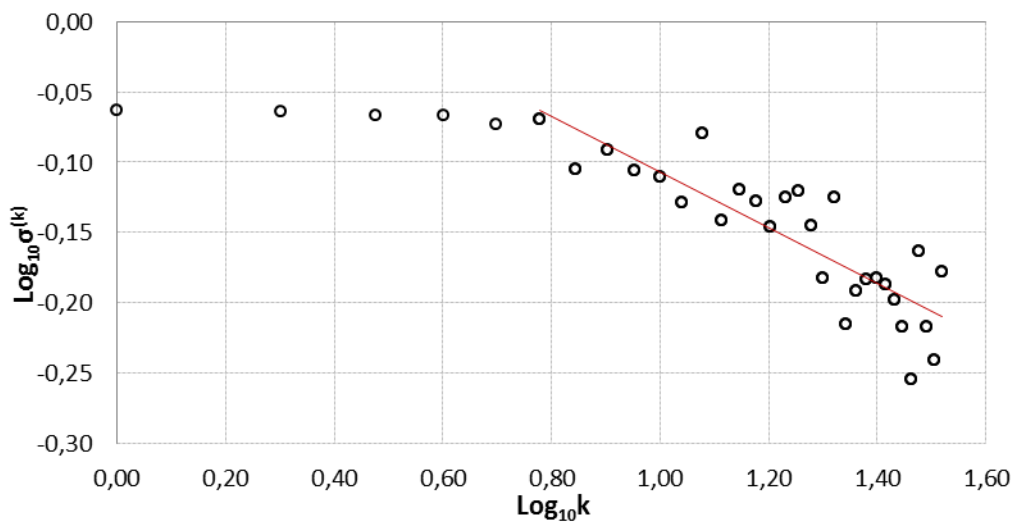
Σχήμα F.7: Τα 10 μεγαλύτερα ποσοστά της περιοχής του Ohio Valley που σημειώθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες και οι τιμές καλαμποκιού



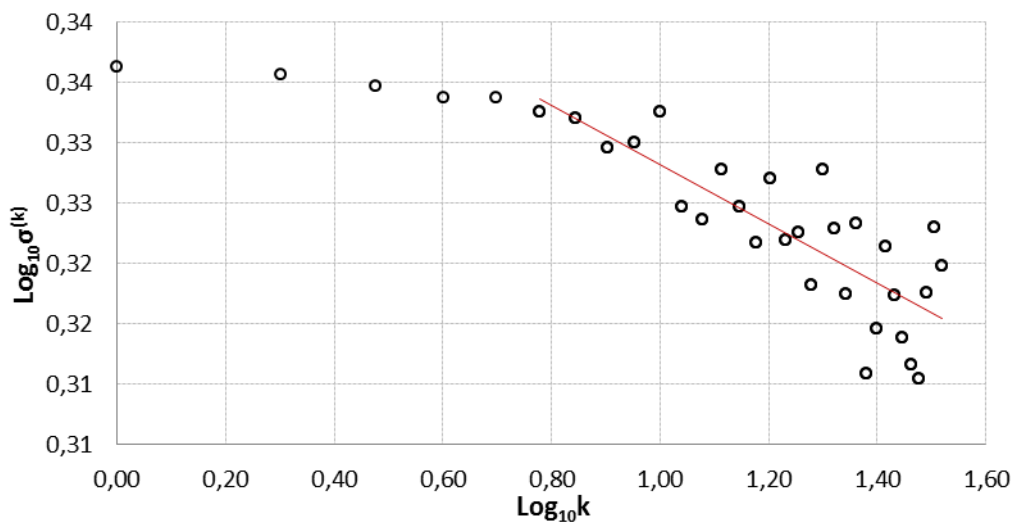
Σχήμα F.8: Τα 10 μεγαλύτερα ποσοστά της περιοχής του Ohio Valley που σημειώθηκαν ακραίες μέγιστες θερμοκρασίες και οι τιμές σόγιας

Παράρτημα G Υπολογισμός συντελεστή Hurst

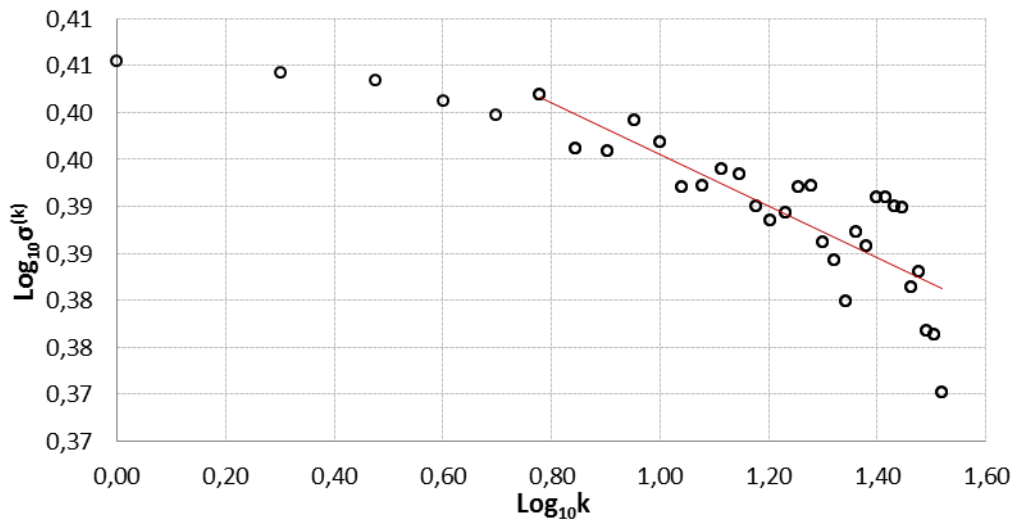
Στο Παράρτημα G παρουσιάζονται τα διαγράμματα υπολογισμού του συντελεστή Hurst των ονομαστικών τιμών χωρίς τάση με γραμμικό μετασχηματισμό, αποπληθωρισμένων τιμών και τιμών Σ.Μ.Ε. σόγιας και καλαμποκιού.



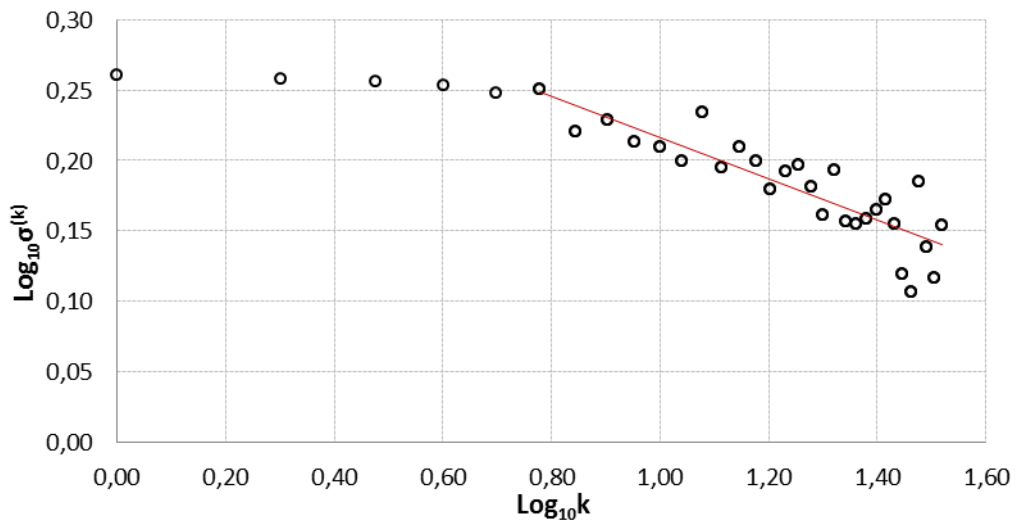
Σχήμα G.1: Διπλό λογαριθμικό διάγραμμα της δειγματικής τυπικής απόκλισης των ονομαστικών τιμών καλαμποκιού, συναρτήσει της κλίμακας συνάθροισης k



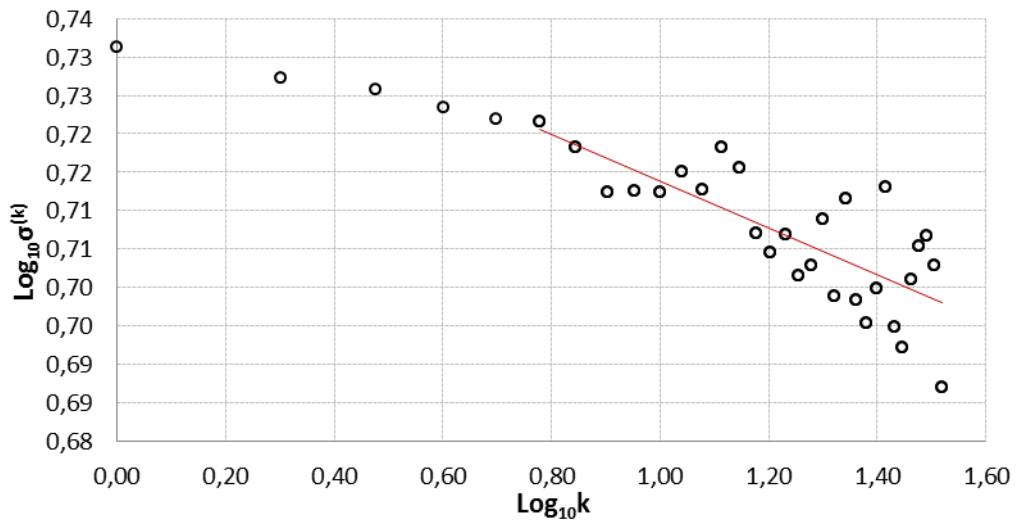
ΣχήμαG.2: Διπλό λογαριθμικό διάγραμμα της δειγματικής τυπικής απόκλισης των αποπληθωρισμένων τιμών καλαμποκιού, συναρτήσει της κλίμακας συνάθροισης k



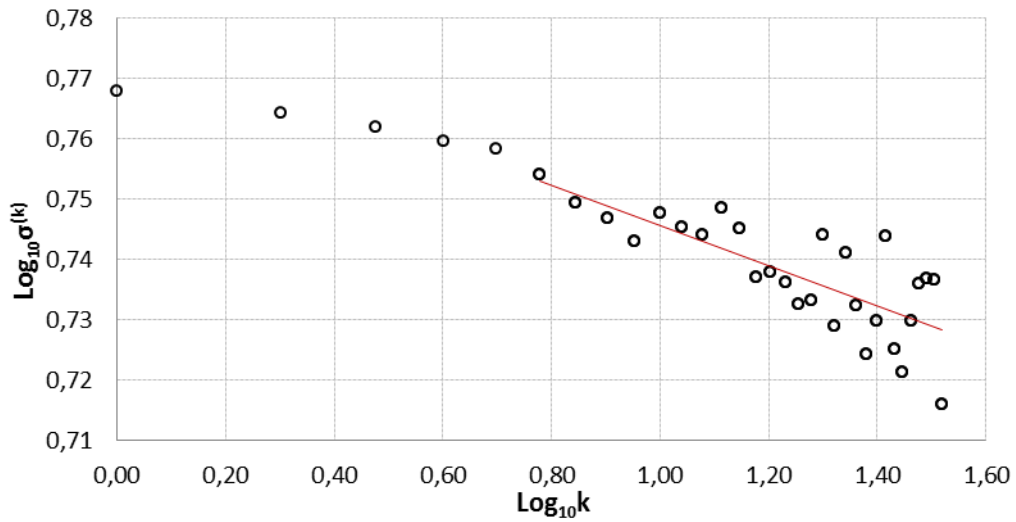
Σχήμα G.3: Διπλό λογαριθμικό διάγραμμα της δειγματικής τυπικής απόκλισης των αποπληθωρισμένων τιμών Σ.Μ.Ε. καλαμποκιού, συναρτήσει της κλίμακας συνάθροισης k



Σχήμα G.4: Διπλό λογαριθμικό διάγραμμα της δειγματικής τυπικής απόκλισης των ονομαστικών τιμών σόγιας, συναρτήσει της κλίμακας συνάθροισης k



Σχήμα G.5: Διπλό λογαριθμικό διάγραμμα της δειγματικής τυπικής απόκλισης των αποπληθωρισμένων τιμών σόγιας, συναρτήσει της κλίμακας συνάθροισης k



Σχήμα G.6: Διπλό λογαριθμικό διάγραμμα της δειγματικής τυπικής απόκλισης των αποπληθωρισμένων τιμών Σ.Μ.Ε. σόγιας, συναρτήσει της κλίμακας συνάθροισης k