



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

**ΤΜΗΜΑ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**UNIVERSITY OF
THE AGEAN**

**ENVIRONMENTAL
STUDIES DEPT.**

**ΜΟΛ ΥΒΟΣ ΛΕΣΒΟΥ
6-9 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 1993**

**LESVOS GREECE
6-9 SEPTEMBER 1993**

**ΠΡΑΚΤΙΚΑ 3ου ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΤΟΜΟΣ Β'

**PROCEEDINGS OF THE 3rd
CONFERENCE
ON ENVIRONMENTAL SCIENCE
AND TECHNOLOGY**

VOLUME B'



**Έκδοση: Θ. Λέκκας
Editor: Th. Lekkas**

**ΠΡΑΚΤΙΚΑ 3ου ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**PROCEEDINGS OF THE 3rd CONFERENCE
ON ENVIRONMENTAL SCIENCE
AND TECHNOLOGY**

TOMOS B

VOLUME B

**ΕΚΔΟΣΗ: Θ. ΛΕΚΚΑΣ
EDITOR: T. LEKKAS**

**ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ**

**ENVIRONMENTAL STUDIES DEPT.
UNIVERSITY OF THE AEGEAN**

**ΜΟΛΥΒΟΣ ΛΕΣΒΟΥ
6 - 9 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 1993**

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

ΠΑΝΑΓΟΥΛΙΑ ΔΙΟΝΥΣΙΑ Τομέας Υδατικών Πόρων-Υδραυλικών & Θαλάσσιων Εργων
Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Πολυτεχνείου
Ηρώων Πολυτεχνείου 5, Ζωγράφου 15780

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Περιγράφονται μερικά από τα σπουδαιότερα προβλήματα στην αγροτική παραγωγή που προέκυψαν από τις αλλαγές στο μέγεθος και το χρονισμό των υδρολογικών διαδικασιών λεκάνης που εντοπίστηκαν σε πρόσφατες μελέτες. Τα προβλήματα αυτά αφορούν τη διασύνδεση της γεωργίας με την απορροή, πραγματική εξατμισοδιαπνοή και διαθέσιμη εδαφική υγρασία. Στα θέματά αυτά περιλαμβάνονται και οι εμφανίσεις επιβλαβών εντόμων και επιδημιών (ασθενειών) των φυτών. Εξετάζονται ποιοτικά οι επιπτώσεις στην αγροτική παραγωγή σε σχέση με τα προβλήματα χρονισμού, αβεβαιότητας και προσαρμογής στις κλιματικές αλλαγές. Αναλύονται (ποιοτικά) οι επιπτώσεις στην γεωργική παραγωγή σε σχέση με τις προαναφερόμενες διαδικασίες προσφοράς ή ζήτησης νερού. Ακόμη, γίνεται αναφορά στο ρόλο του κλίματος στην αλλαγή του διεθνούς εμπορίου γεωργικών προϊόντων.

IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON AGRICULTURAL PRODUCTION

DIONYSIA PANAGOULIA Division of Water Resources, Hydraulic and
Maritime Engineering, Department of Civil Engineering,
National Technical University of Athens
5, Iroon Polytechniou, 15780 Athens, Greece.

ABSTRACT

This paper outlines some of the most significant problems on agricultural production which occur from changes in size and timing of catchment hydrologic processes that were ascertained in recent studies. These problems are concerned with the linking of agriculture with runoff, actual evapotranspiration and available soil moisture. Insect outbreaks and plant-disease epidemics are also included in these themes. In detail, the impacts on agricultural production in relation to the problems of timing, uncertainty and adaptation of climate change, are examined quality-wise. The impacts on agricultural production in relation to the aforesaid processes of water supply and demand are analysed quality-wise. Furthermore, the role of climate in changing international agriculture trade is considered.

1. Εισαγωγή

Πρόσφατες μελέτες για την κλιματική αλλαγή έχουν βελτιώσει τις γνώσεις μας και την αντίληψή μας γύρω από τη φύση των αλλαγών στις υδρολογικές διαδικασίες ορεινής λεκάνης απορροής (Παναγούλια 1990, 1991γ, 1992α,β, 1993). Διαπιστώθηκαν σημαντικές αλλαγές στο χρονισμό, το μέγεθος και τις ενδοετήσιες κατανομές της αποθήκευσης χιονιού, απορροής, πραγματικής εξατμισοδιαπνοής και εδαφικής υγρασίας για ένα μεγάλο εύρος πιθανών κλιματικών μεταβολών (υποθετικά και Goddard Institute for Space Studies σενάρια).

Οι αλλαγές αυτές για να οδηγήσουν σε μέγιστες κυβερνητικές αποκρίσεις πρέπει να ερμηνευθούν σε μέτρα επιπτώσεων πάνω σε δημόσια αγαθά και υπηρεσίες, όπως είναι οι αλλαγές στην αγροτική παραγωγή, την πιθανότητα πλημμυρών και ξηρασιών, τη διαθεσιμότητα και κόστος νερού, την παγκόσμια οικονομία κλπ.

Στο άρθρο αυτό αποπειρώμαστε μια σκιαγράφηση της ευρωστίας ή ευαλωσιμότητας της αγροτικής παραγωγής στις αλλαγές των υδρολογικών διαδικασιών λεκάνης όπως εντοπίσαμε στις μέχρι τώρα μελέτες μας (Παναγούλια 1990, 1991γ, 1992α,β, 1993).

Κάθε ένα από τα θέματα σύνδεσης γεωργίας και κλιματικής αλλαγής, που σχολιάζονται, χρειάζεται εκτενή μελέτη, ιδιαίτερη προσοχή, και επισταμένη έρευνα. Εδώ -όπως είναι φυσικό- αναλύονται ποιοτικά και έχουν περιγραφικό χαρακτήρα. Ωστόσο, θέτουμε τις περιοχές μέγιστου ενδιαφέροντος και υποδεικνύουμε τις τεχνικές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πληρέστερη μελέτη τους.

2. Κλιματικές Αλλαγές και Αγροτική Προσαρμογή

Ο χρονισμός των φυσικών κλιματικών αλλαγών, η ταχύτητα με την οποία οι αλλαγές συμβαίνουν, η ταχύτητα με την οποία οι κοινωνικές επιδράσεις αναπτύσσονται και ο χρόνος που απαιτείται ώστε οι κοινωνικές ομάδες να προσαρμοστούν ή να αντιδράσουν, είναι προσδιοριστικοί παράγοντες των κλιματικών αλλαγών.

Αλλά πέραν αυτών, στο πεδίο του κλίματος και των κλιματικών αλλαγών επικρατούν και αβεβαιότητες που οφείλονται τόσο στη φύση του κλιματικού συστήματος όσο και στο μεγάλο εύρος των κοινωνικο-οικονομικών και κυβερνητικών αποκρίσεων. Οι αβεβαιότητες εξυπηρετούν ένα σκοπό, μας προειδοποιούν γύρω από την ελλειπή αντίληψη του προβλήματος ή τις αδυναμίες της χρησιμοποιούμενης μεθοδολογίας.

Μία από τις δυσκολίες στον προσδιορισμό της έκτασης των επιπτώσεων των μελλοντικών αλλαγών είναι η διαφορετική ικανότητα των κοινωνιών να προσαρμόζονται σε αλλαγές. Μερικές κοινωνίες δείχνουν μεγάλη προσαρμοστικότητα σε μικρότερες ή μεγαλύτερες πιέσεις, ενώ άλλες κοινωνίες αποτυγχάνουν να προσαρμόζονται πλήρως.

Το ύψος της κλιματικής πίεσης που θα αναμενόταν από ανθρωπογενείς αλλαγές

στην αέρια σύνθεση της ατμόσφαιρας πιθανόν να ήταν μεγαλύτερο από τις πιέσεις που έχουμε δοκιμάσει στο παρελθόν από τη φυσική κλιματική μεταβλητότητα. Υπάρχουν όρια στην ικανότητα της κοινωνίας να απορροφήσει κλιματικές πιέσεις; Είναι δυνατόν οι ανθρωπογενείς αλλαγές να υπερβούν τα όρια αυτά; Στα ερωτήματα αυτά απαντά η γεωργία μέσα από πολλά παραδείγματα (Παναγούλια 1992β).

Πιθανές προσαρμοσμένες γεωργικές αποκρίσεις σε μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες περιλαμβάνουν μεταβαλλόμενα είδη καλλιεργειών με εφαρμογή τεχνολογικών νεωτερισμών (όσον αφορά μεθόδους φύτευσης, λίπανσης και άρδευσης) και αλλαγή στις τοποθεσίες των καλλιεργειών και στην κατανομή των περιοχών ανάπτυξής τους.

Η αισιόδοξη τεχνοκρατική άποψη υποστηρίζει, ότι η ευελιξία της γεωργίας θα επιτρέψει εύκολη προσαρμογή στις περιβαλλοντικές αλλαγές που προβλέπεται να συμβούν από την ανθρωπογενή κλιματική αλλαγή τον επόμενο αιώνα, και ότι οι δυσμενείς επιπτώσεις θα αντισταθμιστούν από τις θετικές βιολογικές επιπτώσεις της αυξανόμενης συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα (Wittwer 1982). Αλλά, παρά τις σημαντικές αλλαγές και προσαρμογές των αγροτικών συστημάτων το τελευταίο ήμισυ του τρέχοντος αιώνα, εγείρονται μερικά ερωτήματα γύρω από την ευαλωσιμότητα της γεωργίας στις ανθρωπογενείς κλιματικές αλλαγές, όπως:

- Οι τεχνολογικές βελτιώσεις συχνά επεκτείνονται στη γεωργική παραγωγή σε ημιπεριθωριακές περιοχές αυξάνοντας έτσι την ευαλωσιμότητα των καλλιεργειών σε ακραίες κλιματικές συνθήκες.
- Οι κλιματικές αλλαγές μπορεί να αυξάνουν την ευαλωσιμότητα των καλλιεργειών σε βλάβες εντόμων και ασθένειες.
- Η πρόσφατη ανάπτυξη διαφόρων ειδών καλλιεργειών, που μεγιστοποιούν την παραγωγή τους μέσα σε μικρό διάστημα καιρικών συνθηκών, μπορεί να δώσει μειωμένες εσοδείες όταν οι συνθήκες διακυμαίνονται έξω από το βέλτιστο εύρος (Bach et al. 1981, Ingram et al 1981, Cooper 1982).

Ερωτήσεις υπάρχουν και σχετικά με τη διαθεσιμότητα της πληροφορίας γύρω από τη φύση των κλιματικών αλλαγών, την αξιοπιστία της και την ικανότητα και προθυμία των γεωργών να αντιδράσουν σε τέτοια πληροφορία. Μέρος της ικανότητας ή του ενδιαφέροντος των κοινωνιών για προσαρμογή εναπόκειται στην κατανόηση της φύσης και του μεγέθους των κλιματικών αλλαγών και των πιθανών επιπτώσεών τους. Πληροφορίες για μια υποθετική αλλαγή στο μέλλον πρέπει να πείσει τους αγρότες ή άλλες κατηγορίες της κοινωνίας έτσι ώστε να ξεκινήσουν ουσιαστικές ενέργειες προσαρμογής.

Με βάση τις ερωτήσεις που τέθηκαν παραπάνω σχετικά με το χρονισμό και την κατανομή των πιθανών κλιματικών αλλαγών και την ικανότητα της κοινωνίας για προσαρμογή, η συνέχεια σκιαγραφεί τις πιθανότερες επιπτώσεις στην αγροτική παραγωγή που μπορούν να δημιουργήσουν οι υδρολογικές αλλαγές που πρόσφατα μελέτησα (Παναγούλια 1991γ, 1992β).

Οι επιπτώσεις των υδρολογικών αλλαγών στα συστήματα διαχείρισης υδατικών πόρων (ταμιευτήρες αποθήκευσης, αντιπλημμυρικά φράγματα, κλπ), ιχθυοτροφεία, συγκεντρώσεις μολυντών και υδατικά οικοσυστήματα έχουν σχολιασθεί ευρέως σε άλλες μελέτες (Παναγούλια 1986, 1991α,β, 1992β).

3. Επιπτώσεις στην Αγροτική Παραγωγή

Περισσότερο από κάθε άλλη δραστηριότητα, η παραγωγή τροφής και φυτικής ίνας, κυβερνώνται από το κλίμα και τον καιρό. Η αγροτική παραγωγή, που είναι ευάλωτη στην κλιματική αλλαγή, έχει αμφισβητηθεί και συζητηθεί για πολλά χρόνια, καθόσον το κλίμα αποτελεί έναν μόνον παράγοντα μέσα από το πλήθος των αλληλοσυνδεόμενων φυσικών και κοινωνικών παραγόντων που επηρεάζουν την παραγωγή τροφής. Άλλοι τέτοιοι παράγοντες σχετίζονται με διαφορές στην ποιότητα του εδάφους, τα είδη καλλιέργειας, τη διαθεσιμότητα εργασίας, τις τεχνολογικές εισόδους, τις αγροτικές τεχνικές, και τα κοινωνικά και πολιτικά συστήματα.

Η σχετική σημασία αυτών των παραγόντων στον προσδιορισμό των γεωργικών και συνοδευόμενων κοινωνικών επιπτώσεων των κλιματικών πιέσεων έχει σχολιαστεί ευρέως. Οι απόψεις που διατυπώνονται είναι ότι

- * οι μακροπρόθεσμες τοπικές κλιματικές πιέσεις συνεισφέρουν τα μέγιστα στην ανθρώπινη δυστυχία (Bryson & Murray 1977)
- * οι κλιματικές πιέσεις συνήθως υπερνικούνται από την ανθρώπινη κοινωνία μέσω της προσαρμογής (Biswas 1979)
- * αν και τα κλιματικά ακρότατα και η κλιματική μεταβλητότητα επηρεάζει αναμφίβολα την ευημερία των μεμονωμένων ατόμων σε συγκεκριμένο χρόνο και χώρο, τέτοιες επιπτώσεις είναι, συχνά, περισσότερο συνάρτηση κοινωνικο-πολιτικών και τεχνικών παραγόντων παρά κλιματικών (Glantz 1977).

Οι ετήσιες διακυμάνσεις στην παγκόσμια παραγωγή τροφίμων, λόγω των μεταβολών στον καιρό και το κλίμα, είναι της τάξης μερικών ποσοστιαίων μονάδων. Οι τοπικές ξηρασίες είναι ικανές να επηρεάσουν την τιμή της τροφής σε εθνικό επίπεδο, και ίσως και σε παγκόσμιο, εάν η ξηρασία είναι διαρκής (Dracup & Painter 1979). Σε περιορισμένο τοπικό επίπεδο οι από έτος σε έτος διακυμάνσεις στην παραγωγή τροφίμων, που προκαλούνται από το μεταβλητό καιρό, μπορεί να φθάσουν το 10% (Bach et al 1981).

Σε οριακά εδάφη η γεωργία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη σε περιορισμούς θερμοκρασίας και υδατικών πόρων και οι κοινωνίες που εξαρτώνται από μικρό αριθμό καλλιεργειών για εισόδημα ή τροφή ίσως δοκιμάσουν ισχυρές διακυμάνσεις στην παραγωγικότητα. Την περίοδο των ξηρασιών, τα οριακά εδάφη και οι άνθρωποι που κατοικούν σε αυτά είναι οι πρώτοι που θα δεχθούν τα αποτελέσματα των υδατικών ελλείψεων. Ακόμη, σε ξηρές και ημιξηρές περιοχές, στην ουσία, όλο το χρησιμοποιήσιμο επιφανειακό νερό έχει υπάρξει κατάλληλο για άρδευση καλλιεργειών και οι υπόγειες παροχές έχουν συνεισφέρει σημαντικά σε αυτές τις περιοχές.

Οι Ingram κ.α. (1981) και Rosenberg (1982) δίνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις οριακές ή γεωργικές περιοχές παγκοσμίως καθότι:

- τέτοιες περιοχές έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να δοκιμαστούν σε μέγιστες ωφέλειες ή απώλειες από σημαντικές κλιματικές αλλαγές και
- οι επιπτώσεις στις οριακές περιοχές είναι περισσότερο αναγνωρίσιμες.

Να αναγνωρίσουμε τις οριακές αγροτικές περιοχές θα ήταν πολύτιμο, όπως εξίσου σημαντικό είναι να γνωρίσουμε την ευαλωσιμότητα του παγκόσμιου αγροτικού συστήματος.

Ποιά είναι τα κύρια σημεία ευαλωσιμότητας της γεωργικής παραγωγής σε αλλαγές υδατικών πόρων και ποιές είναι οι περιοχές που χρειάζονται περισσότερο λεπτομερείς και εκτεταμένες αναλύσεις;

Αλλαγές στη γεωργική παραγωγικότητα, λόγω της αύξησης του CO₂ της ατμόσφαιρας, είναι δυνατόν να προκύψουν από τρεις φυσικούς μηχανισμούς:

- τις άμεσες βιολογικές επιπτώσεις των αυξανόμενων συγκεντρώσεων CO₂,
- τις αλλαγές στις κλιματικές μεταβλητές, όπως είναι η θερμοκρασία και η κατακρήμνιση και τα συνεπακόλουθα αποτελέσματά τους πάνω στη διάρκεια των εποχών των καλλιεργειών
- τις αλλαγές στη διαθεσιμότητα του νερού, είτε άμεσα από αλλαγές στη διαθεσιμη εδαφική υγρασία είτε από αλλαγές στο διαθέσιμο νερό για άρδευση.

Ενώ η γεωργική παραγωγή θα μπορούσε να επηρεαστεί άμεσα από αλλαγμένα διαγράμματα κατακρήμνισης, μόνο ο τελευταίος μηχανισμός, δηλαδή οι αλλαγές στη διαθεσιμότητα του νερού, που μετρείται από τη διαθέσιμη εδαφική υγρασία και απορροή, θα συζητηθεί στη συνέχεια.

3.1. Γεωργία και Απορροή

Οι αλλαγές στο χρονισμό και μέγεθος της απορροής θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη διαθεσιμότητα του επιφανειακού νερού για άρδευση με επιπτώσεις στη γεωργική παραγωγή. Η άρδευση αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την παραγωγή καλλιεργειών και είναι ο μέγιστος καταναλωτής νερού επιστρέφοντας λιγότερο από 25% του νερού τροφοδοσίας (Ehrlich et al. 1977).

Τα αποτελέσματα από τα σενάρια κλιματικής αλλαγής, που αναλύθηκαν (Παναγούλια 1990), δείχνουν ότι στη λεκάνη της Μεσοχώρας, η αιχμή της μηνιαίας απόρροής για το μέσο έτος είναι δυνατόν να μετατοπιστεί από τον Απρίλιο στον Ιανουάριο, Φεβρουάριο ή Δεκέμβριο, και ότι η αιχμή της μέσης μηνιαίας απορροής κατά τους χειμερινούς μήνες θα μπορούσε επίσης να αυξηθεί κατά μέγιστο ποσοστό 57% για τα υποθετικά σενάρια κλιματικής αλλαγής (Παναγούλια 1991γ), και 35% για τα σενάρια GISS (Παναγούλια 1992α).

Για την ξηρή περίοδο (Μάιο έως Σεπτέμβριο) τα αποτελέσματα της ίδιας μελέτης δείχνουν ότι η αιχμή της μέσης μηνιαίας απορροής θα μπορούσε να μειωθεί κατά μέγιστο ποσοστό 73% (Παναγούλια 1991γ) για τα υποθετικά σενάρια και 61%

[illegible]

• (9864 Sud

132 թվականից հետո Երևանի քաղաքում և Երևանի մարզում ընդհանուր առմամբ կա 10 հազար 100 մետր քառակուսի տարածք, որտեղ կառուցվել են և կառուցվում են բնակավայրեր, որոնց մեծ մասը կառուցվել է 1967-1979 թվականներին։

Από την ανάλυση των δεσφαιρών και των μεταλλικών υλικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των ΜΕΣ, προέκυψε ότι η χρήση των υλικών είναι κατά 60% για τα υποθέματα (1991) και 44% για τα GISS (1992). Ο αυξημένος αριθμός υποθέσεων που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των ΜΕΣ, οφείλεται στην ανάγκη να χρησιμοποιούνται υλικά που είναι κατάλληλα για την αντοχή των ΜΕΣ στην καταπόνηση.

παιδισθῶς ἀνὴρ ποιεῖται λόγους ἀνὰ τὴν αὐξανόμενους ἀλμυρότητας (Eckholm 1976).

Տնօրենի Գրասենյակ

για τα GISS (Παναγιώτου κ.α 1992α). Τετοιές αλλαγές μπορούσαν να προκαλέσουν σημαντικές μεταβολές στην διαθεσιμότητα των μαρμαροχλωρίων που υπάρχουν για απόθεση. Και ακόμη, η μεταβολή στην θερμοκρασία των βερμικών μπορεί να οδηγήσει στην αλλαγή της ταχύτητας αυξάνοντας

πτυξης αυτών (Hallsworth 1981).

Σε πολλές περιπτώσεις, οι εδαφικοί παράγοντες είναι περισσότερο κρίσιμοι από άλλες αναδυόμενες συνθήκες και η απώλεια εδαφικής υγρασίας έχει ως αποτέλεσμα την καθολική μείωση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών (Oram 1985). Ακόμη, περίοδοι υψηλής υγρασίας μπορεί να έχουν επιβλαβή αποτελέσματα στην ανάπτυξη των φυτών που δεν μπορούν να αντισταθμιστούν από μειωμένη υγρασία κατά τους κύκλους ανάπτυξης των φυτών (Bierhuizen & de Vos 1959, Visser 1964).

Μερικοί ερευνητές ενδιαφερόμενοι για την αντοχή των καλλιεργειών στις ξηρασίες μελέτησαν την αυξανόμενη αποδοτικότητα της υδατικής χρήσης κάτω από εμπλουτισμό ατμοσφαιρικού CO₂ και έδειξαν ότι, οι ξηρασίες θα μπορούσαν να είναι λιγότερο συχνές ή βλαβερές επειδή η διασυνδεδεμένη μείωση της διαπνοής αφαιρεί εδαφική υγρασία περισσότερο αργά (Waggoner 1983, Lemon 1983, Aston 1984). Ωστόσο, αυτό που υποδεικνύεται είναι ότι η περιεχόμενη εδαφική υγρασία των εδαφικών στρωμάτων παραμένει η ίδια, το μόνο πράγμα που αλλάζει είναι η αποδοτικότητα με την οποία τα φυτά χρησιμοποιούν την υγρασία. Στην πραγματικότητα, η μελέτη της υδρολογικής λεκάνης της Μεσοχώρας για κλιματικές αλλαγές (Παναγούλια 1990) (όπως και άλλες) δείχνουν ότι οι συνθήκες εδαφικής υγρασίας πιθανόν να είναι ουσιαστικά ξηρότερες κάτω από ευλογοφανή σενάρια κλιματικών αλλαγών.

3.4. Επιβλαβή έντομα, Γεωργία, και Διαθεσιμότητα Νερού

Οι εμφανίσεις επιβλαβών εντόμων εξαρτώνται μερικώς από συνθήκες θερμοκρασίας και κατακρήμνισης. Για το λόγο αυτό, οι παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στη συχνότητα και κατανομή των εμφανίσεων των εντόμων και των επιδημιών (ασθενειών) των φυτών. Εάν τέτοιες αλλαγές θα αυξηθούν ή ελαττωθούν από αλλαγές εδαφικής υγρασίας και διαθεσιμότητας επιφανειακού νερού πρέπει να μελετηθούν με ιδιαίτερη προσοχή. Μερικές σπουδαίες θεωρήσεις παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Απώλειες στη γεωργία και τη δασοκομία από επιβλαβή έντομα είναι εξαιρετικά υψηλές, μερικές φθάνουν τα 37% για τη γεωργία και τα 25% για τη δασοκομία (Pimentel et al 1978, Kellog & Schware 1981, Abrahamson & Ciborowski 1983). Θερμότερες και επιμηκέστερες εποχές μπορούν να αυξήσουν την αναπαραγωγή των επιβλαβών εντόμων κατά 30% με δραματικές συνέπειες καθολικής ανάπτυξης του πληθυσμού τους. Αντίστοιχα, η αυξημένη υγρασία κατά τις ξηρές περιόδους συνδέεται άμεσα με την αύξηση των επιβλαβών εντόμων και τη γεωργική και δασοκομική παραγωγή.

Οι θερμότερες χειμερινές θερμοκρασίες μπορεί ίσως να μειώσουν τη χειμερινή θνησιμότητα των επιβλαβών εντόμων, οδηγώντας έτσι σε μεγαλύτερους ανοιξιότικους πληθυσμούς και μεγαλύτερες θερινές εκδηλώσεις. Αφετέρου, οι μειώσεις στις χιονοπτώσεις (όπως αυτές της μελέτης στη λεκάνη της Μεσοχώρας) θα μπορούσαν να

έχουν ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες αποκαλύψεις επιβλαβών εντόμων σε συνθήκες παγωνιάς μειώνοντας τους εαρινούς και θερινούς πληθυσμούς (Pimentel 1981).

4. Συμπεράσματα

Περιγράψαμε ποιοτικά τη σύνδεση κλίματος, κλιματικής αλλαγής και αγροτικής παραγωγής. Το επόμενο βήμα είναι να αρχίσουμε την ποσοτική εκτίμηση όλων των παραμέτρων που εμπλέκονται στη συσχέτιση γεωργίας και κλίματος σε εθνικό αλλά και διεθνές επίπεδο. Για πολλές χώρες η ικανότητα παραγωγής επαρκούς τροφής συχνά αποκτά διεθνείς οικονομικές και πολιτικές αναμιξεις. Πολλές φορές τα γεωργικά προβλήματα θέτουν σε κίνδυνο την εσωτερική σταθερότητα, την εθνική ασφάλεια και την οικονομική ανάπτυξη (Gustafson 1981). Ο ρόλος του κλίματος στην αλλαγή του διεθνούς εμπορίου γεωργικών προϊόντων δεν είναι πλήρως κατανοητός προς τον παρόν, αλλά και το θέμα αυτό αξίζει πρόσθετης έρευνας.

5. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Abrahamson D., Ciborowski P., 1983, "North American Agriculture and Greenhouse Problems", *Report of the Humphrey Institute Symposium on the Response of the North American Granary to Greenhouse Climate Change, Working Paper HHH/GEPP 83-1*, Hubert H. Humphrey Institute of Public Affairs, University of Minnesota, April.
- Αποστολόπουλος Χ., 1979, "Παραδόσεις στα Αρδευτικά Έργα", Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Aston, A.R., 1984, "The Effect of Doubling Atmospheric CO₂ on Streamflow: A Simulation", *Journal of Hydrology*, **67**, pp.273-280.
- Bach, W., Prankrath, J., Schneider S.H. (editors), 1981, "Food-Climate Interactions", *D. Reidel Publishing Company*, Holland.
- Bierhuizen J.F., de Vos, N.M., 1959, "The Effect of Soil Moisture on the Growth and Yield of Vegetable Crops", *Institute of Land and Water Management Research*, Technical Bulletin 11, The Netherlands.
- Biswas, A.K., Biswas M.R. (editors), 1979, "Food, Climate and Man", *Wiley and Sons*, New York.
- Bryson R.A., Murray T.J., 1977, "Climates of Hunger", The University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin.
- Cooper C.F., 1982, "Food and Fiber in a World of Increasing Carbon Dioxide", *In W.C. Clark, edition Carbon Dioxide Review*: Oxford University Press, New York.
- Dracup J.A., Painter P.A., 1979, "Drought Planning and Management", *Water Resources Center*, prepared for the Water Policy Conference, Asilomar, California, February 28-March 2.
- Eckholm, E., 1976, *Losing Ground*, Norton Publishing Co., New York.

- Ehrlich P. R. Ehrlich A.H., Holdren J.P., 1977, *Ecoscience: Population, Resources, Environment*, W.H. Freeman and Co., San Francisco, California.
- Glantz M.H., 1977, "Nine Fallacies of Natural Disaster: The Case of the Sahel", *Climatic Change*, 1, pp 76-89.
- Gustafson T., 1981, *Reform in Soviet Politics*, Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Hallsworth E.G., 1981, "Soil Management and the Food Supply", *Water Resources Research*, 8(1).
- Ingram M.J., Farmer G., Wigley T.M.L., 1981, "Past Climates and Their Impact on Man: A Review", In Wigley T.M.L., Ingram M.J., G. Farmer editions, *Climate and History: Studies in Past Climates and Their Impact on Man*, Cambridge University Press, Cambridge, England, pp 3-50.
- Kellogg W.W., Schwere R., 1981, *Climate Change and Society: Consequences of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide*, Westview Press, Boulder, Colorado.
- Lemon E.R., 1983, "CO₂ and Plants: The Response of Plants to Rising Levels of Atmospheric Carbon Dioxide", *AAAS Selected Symposium 84*, Westview Press, Boulder, Colorado.
- Oram P.A., 1985, "Sensitivity of Agricultural Production to Climatic Change", *Climatic Change*, 7, pp.129-152.
- Παναγούλια Δ., 1986, "Επίδραση Κλιματικών Αλλαγών σε Υδατικούς Πόρους και Εργα Αξιοποίησης τους", Σεμινάριο Εργων Εγγείων Βελτιώσεων, Πανελλήνιος Σύλλογος Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, σελ. 309-319.
- Παναγούλια Δ., 1990, "Ανάλυση Ευαισθησίας Υδρολογικής Απόκρισης Λεκάνης σε Κλιματικές Αλλαγές", Τομέας Υδατικών Πόρων-Υδραυλικών & Θαλάσσιων Εργων ΕΜΠ.
- Παναγούλια Δ., 1991α, "Κλιματική Αλλαγή: Ρυθμιστής της Διατήρησης και Ανάπτυξης των Υδατικών Πόρων", *Ημερίδα : Αξιοποίηση Υδατικών Πόρων σε Ελλειμματικές Περιοχές*, ΕΕΔΥΠ, Αθήνα, Φεβρουάριος 1991.
- Παναγούλια Δ., 1991β, "Πολιτική διαχείρισης υδατικών πόρων και κλιματική αλλαγή", *II Συνέδριο Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας*, Πανεπιστήμιο Αιγαίου - Τμήμα Περιβάλλοντος, Μόλυβος-Μυτιλήνη, 2-5 Σεπτεμβρίου 1991, σελ 254-261.
- Panagoulia D., 1991γ, "Hydrological response of a medium-sized mountainous catchment to climate changes", *Hydrological Sciences Journal*, 36(6), pp 525-547.
- Panagoulia D., 1992α, "Impacts of GISS-modelled climate changes on catchment hydrology", *Hydrological Sciences Journal*, 37(2), pp 141-163.
- Παναγούλια Δ., 1992β, "Κοινωνικές επιπτώσεις κλιματικής αλλαγής", *Εθνικό Συνέδριο ΕΕΔΥΠ*, Αθήνα, 18-20 Νοεμβρίου 1992, σελ 257-265.

- Panagoulia D., 1993, "Catchment Hydrological Responses to Climate Changes Calculated from Incomplete Climatological Data", *IAHS J3 Symposium*, Yokohama, Japan, 11-23 July 1993.
- Pimentel D., Pimentel M., 1978, "Dimensions of the World Food Problems and Losses to Pests." In D. Pimentel, *edition World Food Rest Losses and the Environment*, Westview Press, Boulder, Colo. pp 1-16.
- Pimentel, D., 1981, "Food, Energy, and Climate Change", In: Bach, Prankrath and Schneider, *editions Food-Climate Interactions*, D. Reidel Publishing Co., Holland, pp 303-323.
- Rosemberg N.J., 1982, "Commentary on Food and Fiber in a World of Increasing Carbon Dioxide", In W.C. Clark, *edition Carbon Dioxide Review*, Oxford University Press, New York, pp 324-328.
- Τσακίρης, Γ., 1986, "Μαθήματα Εγγειοβελτιωτικών Εργων", Τομέας Υδατικών Πόρων, Εκδόσεις Συμμετρία.
- Visser, W.C., 1964, "Moisture Requirements of Crops and Rate of Moisture Depletion of the Soil", *Institute for Land and Water Management Research*, Technical Bulletin 32, The Netherlands, 1964.
- Waggoner, P.E., 1984, "Agriculture and Carbon Dioxide", *American Scientist*, 72, pp 179-184.
- Wittwer, S.H., 1982, "Commentary on Food and Fiber in a World of Increasing Carbon Dioxide", In W.C. Clark, *edition Carbon Dioxide Review 1982*, Oxford University Press, New York, pp 320-324.