



Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΤΟ ΝΟΜΟ ΧΑΝΙΩΝ



© 2003 National Geographic Society. All rights reserved. NATIONALGEOGRAPHIC.COM

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΑΡΙΝΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΧΑΝΙΑ 2006



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ & ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΣΤΟΥΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΤΟ ΝΟΜΟ ΧΑΝΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΑΡΙΝΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Επιβλέπων :

Δρ Γ. Σταυρουλάκης
Καθηγητής

Επιτροπή Αξιολόγησης:

Δρ Κώππη Μελίνα
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Ημερομηνία παρουσίασης:

18-12-2006

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας: 13

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΣΕΛΙΔΑ
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
2. ΤΟ ΝΕΡΟ ΩΣ Ο ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΟΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΠΟΡΟΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ ΓΗ.....	4
2.1. Φάσεις νερού, επίγεια ποσότητα.....	4
2.2. Η ποσότητα του νερού στον πλανήτη.....	5
3. Ο ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ.....	5
4. ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ.....	7
4.1. Χρήση νερού στη Γη.....	7
4.2. Χρήση νερού στη Γεωργία.....	8
5. ΝΕΡΟ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ.....	10
5.1. Μέθοδοι ποιοτικής εκτίμησης καταλληλότητας νερού.....	12
5.1.1. Κατάταξη αλατότητας (USSL).....	12
5.1.2. Κατάταξη Doneen.....	13
5.1.3. Κατάταξη Christiansen.....	14
5.1.4. Κατάταξη Ayers και Westcot.....	15
6. ΜΟΛΥΝΣΗ ΝΕΡΟΥ.....	16
7. ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ.....	18
7.1. Τι είναι τα φυτοφάρμακα.....	19
7.2. Είδη φυτοφαρμάκων.....	20
7.3. Χρήση φυτοφαρμάκων.....	21
7.4. Υδατοδιαλυτότητα.....	21
7.5. Χρόνος υποδιπλασιασμού της χημικής ουσίας.....	21
7.6. Υπολείμματα φυτοφαρμάκων στο υδάτινο περιβάλλον.....	22
7.6.1. Αιτίες μόλυνσης των νερών από φυτοφάρμακα.....	23
7.6.1.1. Πιθανότητες μόλυνσης των υπόγειων νερών.....	23
7.6.1.2. Πιθανότητες μόλυνσης των ποταμών και των νερών στις εκβολές τους.....	25
7.6.1.3. Πιθανότητες μόλυνσης των νερών της βροχής.....	26
7.6.1.4. Πιθανότητες μόλυνσης των υδρόβιων οργανισμών.....	27
7.7. Φυτοπροστατευτικά προϊόντα και επιφανειακά νερά.....	27
7.8. Τρόποι ρύπανσης επιφανειακών νερών.....	28
7.8.1. Απευθείας εφαρμογή.....	28
7.8.2. Νερά αποστράγγισης.....	28
7.8.3. Ρέοντα ύδατα.....	29
7.9. Φυτοφάρμακα και υπόγεια νερά.....	31
8. ΑΖΩΤΟ.....	32
8.1. Τι είναι άζωτο.....	32
8.2. Ο κύκλος του αζώτου.....	36
8.3. Κύριες πηγές αζώτου και ρύπανσης από νιτρικά.....	39
9. ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ.....	39
9.1. Τι είναι λίπασμα.....	39
9.2. Είδη λιπασμάτων.....	40
9.2.1. Οργανικά λιπάσματα.....	40
9.2.2. Ανόργανα λιπάσματα.....	40
9.2.3. Χημικά λιπάσματα.....	41
9.3. Χρήση λιπασμάτων.....	41
9.4. Ρύπανση υδάτων από λιπάσματα.....	42
9.5. Τρόποι ρύπανσης υδατικών πόρων από λιπάσματα.....	45
9.5.1. Ευτροφισμός.....	47
9.5.2. Κτηνοτροφικές μονάδες.....	50

9.5.3.	Αποπλύσεις εδαφών.....	51
9.5.4.	Αποθήκευση κοπριάς – Σηπτικές Δεξαμενές.....	52
10.	ΠΡΟΛΗΨΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	52
10.1.	ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΦΑΡΜΑΚΑ.....	52
10.1.1.	Ανάπτυξη ανθεκτικών ειδών παρασίτων.....	53
10.1.2.	Εναλλακτικές προτάσεις καταπολέμησης των παρασίτων...	53
10.1.3.	Ολοκληρωμένη φυτοπροστασία.....	54
10.1.4.	Ρυθμίσεις – Απαγορεύσεις – Όρια γεωργικών φαρμάκων...	54
10.1.5.	Οδηγίες για τη χρήση τους.....	54
10.2.	ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΠΟ ΤΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ.....	55
10.2.1.	Γεωργικές δραστηριότητες.....	55
10.2.2.	Πρακτικές διαχείρισης για τη μείωση στράγγισης των νιτρικών.....	56
10.2.3.	Βελτιωμένη διαχείριση του αζωτούχου λιπάσματος.....	56
10.2.4.	Χρόνος λίπανσης.....	56
10.2.5.	Πηγή λίπανσης και ελεγχόμενη απελευθέρωση.....	56
10.2.6.	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	57
10.2.6.1.	Χειμερινές καλλιέργειες απορρόφησης λιπασμάτων (cover crops).....	57
10.2.6.2.	Ακολουθίες καλλιεργειών.....	57
10.2.6.3.	Συντηρητικές καλλιέργειες.....	58
10.2.6.4.	Οργανικές καλλιέργειες.....	58
10.2.7.	Συμβουλευτικός κώδικας διαχείρισης λιπασμάτων.....	59
10.2.8.	Αποθήκευση και μεταφορά των ανόργανων λιπασμάτων...	59
10.2.9.	Εφαρμογή των αζωτούχων λιπασμάτων.....	59
10.2.10.	Ποσότητα και χρόνος εφαρμογής των αζωτούχων λιπασμάτων.....	60
10.3.	Φυτοκάλυψη κατά την περίοδο φθινοπώρου – χειμώνα.....	61
10.4.	Γενικές οδηγίες.....	62
11.	Υδατικές σχέσεις στο Νομό Χανίων	63
11.1.	Περιγραφή της περιοχής μελέτης	63
11.2.	Κατανομή κατανάλωσης υδατικών πόρων	67
11.3.	Κατανομή γεωργικού ρυπαντικού φορτίου στους υδατικούς πόρους	70
11.3.1.	Κατανομή επιβάρυνσης καλλιεργειών από φυτοφάρμακα	71
11.3.2.	Κατανομή επιβάρυνσης καλλιεργειών από λιπάσματα	75
12.	Συμπεράσματα - Συζήτηση ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η εκτίμηση του ποσοστού ρύπανσης των υδατικών πόρων στο Νομό Χανίων που οφείλεται στη γεωργία και συγκεκριμένα σε λιπάσματα και φυτοφάρμακα. Η πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε σε διάρκεια ενός χρόνου.

Στο θεωρητικό μέρος αναφέρονται γενικά σχόλια για το νερό καθώς αποτελεί το σημαντικότερο φυσικό πόρο του πλανήτη Γη, τις φάσεις με τις οποίες παρουσιάζεται, την ποσότητα του στον πλανήτη και τη σημαντικότητα του στη Γη και ιδιαίτερα στη γεωργία. Στη συνέχεια αναφέρονται οι πηγές μόλυνσης και ρύπανσης του νερού που προκαλούνται από τη χρήση της γεωργίας.

Στο πειραματικό μέρος υπολογίζεται αναλυτικά η κατανομή κατανάλωσης νερού ανά καλλιέργεια, το ετήσιο γεωργικό ρυπαντικό φορτίο των υδατικών πόρων ανά καλλιέργεια και η ετήσια κατανάλωση νερού άρδευσης και νερού ύδρευσης. Τέλος, ακολουθούν συγκρίσεις ανάμεσα στα αποτελέσματα που δίδονται από τη Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων και Υδάτινων Πόρων, (Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Χανίων, «Υδατικοί Πόροι Νομού Χανίων και Διαχείριση τους») με τα αποτελέσματα που υπολογίστηκαν από τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν.

Abstact

The aim of this thesis was the evaluation of the rate of water pollution in the Prefecture of Chania, caused by agriculture and more specifically by fertilizers and herbicides. This thesis was the result of work done for a period of one year.

The theoretical part includes general comments about water as it consists the most important natural resource on the planet Earth, the phases by which it appears, the amount in the planet and its importance for Earth and more specifically for agriculture. Continuously, there are references to the sources of water contamination and water pollution caused by the use of agriculture.

The experimental part analytically calculates the distribution of water consumption per cultivation, the annual agricultural pollution load of water resources per cultivation and the annual consumption of irrigation water and water supply. Finally, there are comparisons between the results given by the Department of Land Reclamation and Water Resources (Prefectural Self-Government of Chania, "Water resources of the Prefecture of Chania and their Management") and the results calculated by the assembled data.

2. ΤΟ ΝΕΡΟ ΩΣ Ο ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΟΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΠΟΡΟΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ ΓΗ



Το νερό αποτελεί συμβολικά και ουσιαστικά την αρχέγονη ουσία της Δημιουργίας και συνιστά τον σημαντικότερο φυσικό πόρο που βρίσκεται στην μεγαλύτερη ποσοστιαία αναλογία στον πλανήτη Γη. Μέσα από τις συνεχείς και αέναες μεταλλάξεις του υδρολογικού κύκλου, αποτελεί τον κύριο ρυθμιστή του περιβάλλοντος της Γης, αλλά και όντας η κύρια ουσία βιολογικής ανάπτυξης, εξέλιξης και διατήρησης της ζωής όλων των ζωικών και φυτικών ειδών, μετουσιώνεται και ταυτίζεται με την κάθε έννοια ζωής επί της Γης.

Ειδικότερα, όπως είναι γνωστό, ο άνθρωπος μπορεί να ζήσει περίπου 40 ημέρες χωρίς τροφή, όμως χωρίς νερό δεν μπορεί να διατηρηθεί στη ζωή περισσότερο από λίγες μόνο ημέρες. Ανάλογο φαινόμενο συμβαίνει με τα περισσότερα όντα του ζωικού και του φυτικού βασιλείου της γης.

2.1 ΦΑΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ, ΕΠΙΓΕΙΑ ΠΟΣΟΤΗΤΑ

Οι **φάσεις** που παρουσιάζεται το νερό στον πλανήτη μας είναι τρεις:

- **Υγρή:** Θαλάσσια, επίγεια και υπόγεια νερά με θερμοκρασία περιβάλλοντος πάνω από το 0^oC, ή και χαμηλότερη αναλόγως της περιεκτικότητας τους σε άλλες εν διαλύσει ουσίες.
- **Στερεή:** Παγετώνες, χιόνια, χαλάζι.
- **Αέρια:** Υδρατμοί.

Το νερό βρίσκεται σε αέναη κίνηση, έχοντας την ιδιότητα μέσα από τις μεταλλαγές του υδρολογικού του κύκλου να μεταβαίνει από την μια φάση στην άλλη, και έχοντας επίσης την δυνατότητα να πλάθεται με ποικιλόμορφες κινούμενες εμφανίσεις που κυριολεκτικά ζωγραφίζουν με ομορφιά και εναλλαγές το περιβάλλον του πλανήτη, προσφέροντας μία μοναδική αισθητική ευφορία στην ψυχολογία του ανθρώπου.

Τα περιβάλλοντα εμφάνισης του υγρής φάσης νερού στον πλανήτη είναι:

- **Θαλάσσιο:** θαλάσσιες λεκάνες, ωκεανοί, λιμνοθάλασσες, που συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό νερού του πλανήτη που ανέρχεται περίπου σε 97,25% μη συμπεριλαμβανομένων των παγετώνων.
- **Επί της στερεάς γήινης επιφάνειας:** **Επιφανειακό** που αντιπροσωπεύεται από λίμνες, ποτάμια, ρέματα, πηγές και **Υπόγειο** όπου χαρακτηρίζεται από τα ποικίλου βάθους ύπαρξης υπόγεια νερά [1].

Η **ποσότητα του νερού στον πλανήτη** εκτιμάται ότι ανέρχεται σε 1.336.801.930.km³, η οποία προσεγγιστικά και όχι απόλυτα ακολουθεί την κατανομή που παρουσιάζεται στην συνέχεια του πίνακα 2.1α:

2.2 Η ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΠΛΑΝΗΤΗ

Πίνακας 2.2.α. Κατανομή και ποσοστιαία αναλογία του νερού στον πλανήτη κατά φάση και περιβάλλον [1].

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΓΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΣΕ km ³ ΣΤΗ ΓΗ	ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΑ ΑΝΑΛΟΓΙΑ
ΘΑΛΑΣΣΕΣ	1.300.000.000	97,247%
ΠΑΓΕΤΩΝΕΣ	28.500.000	2.132%
ΛΙΜΝΕΣ-ΠΟΤΑΜΙΑ	224.230	0.017%
ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΚΟΝΤΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	65.000	0.005%
ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΜΕΧΡΙ ΒΑΘΟΥΣ 800m	4.000.000	0.299%
ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΒΑΘΟΥΣ>800m	4.000.000	0.299%
ΥΔΡΑΤΜΟΙ	12.700	0.001%
ΣΥΝΟΛΟ	1.336.801.930	100%

3. Ο ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ



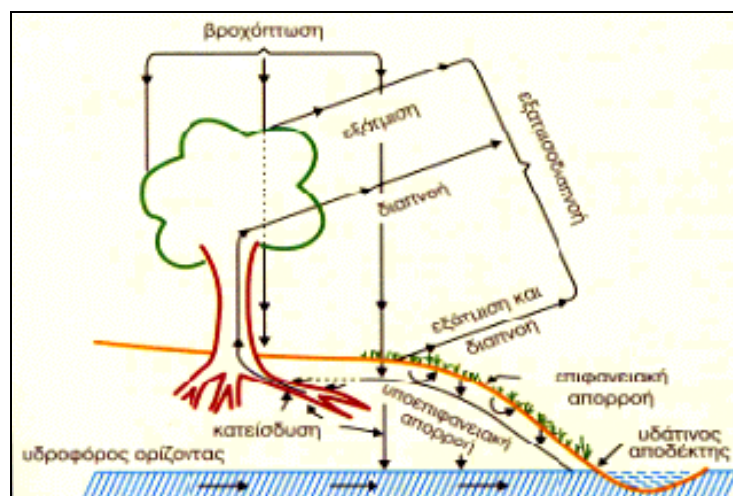
Το νερό με κινητήρια δύναμη την ηλιακή ενέργεια μεταμορφώνεται συνεχώς μέσα από τις τρεις φάσεις του, που συνθέτουν την δημιουργία του υδρολογικού του κύκλου που χαρακτηρίζεται από τις ακόλουθες διεργασίες:

- Το νερό υπό μορφή υδρατμών, που προέρχονται αφ'ενός μεν από την εξάτμιση της υδάτινης επιφάνειας των θαλασσών και της ξηράς που συντελείται με την βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας, αφ'ετέρου από την βιολογική αποβολή των ζώων και των φυτών (διαπνοή), ανέρχεται ως υγρός αέρας στην ατμόσφαιρα όπου ψύχεται, συστέλλεται και σχηματίζει σύννεφα.
- Υπό την επίδραση της βαρύτητας και ανάπτυξη ορισμένων κλιματολογικών διεργασιών (ιδίως ανοδικών ρευμάτων αέρος), το νερό που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα πέφτει στην επιφάνεια της γης με την μορφή βροχής, χιονιού και χαλαζιού.
- Φτάνοντας το νερό στην επιφάνεια της γης, ένα μέρος πέφτει κατ'ευθείαν στο θαλάσσιο περιβάλλον και το υπόλοιπο πέφτει στη γήινη στερεά επιφάνεια όπου ένα μικρό μέρος του εξατμίζεται και μεταλλάσσεται ξανά στην αεριώδη φάση. Από τον κύριο όγκο του νερού που πέφτει στην γήινη στερεά επιφάνεια, αναλόγως ποικίλων συνθηκών, ένα μέρος του ρέει επιφανειακά σχηματίζοντας ποταμούς και ρυάκια που καταλήγουν στην θάλασσα. Το υπόλοιπο κατεισδύει υπόγεια, εμπλουτίζει αρχικά εφόσον υπάρχει την ανώτερη εδαφική ζώνη

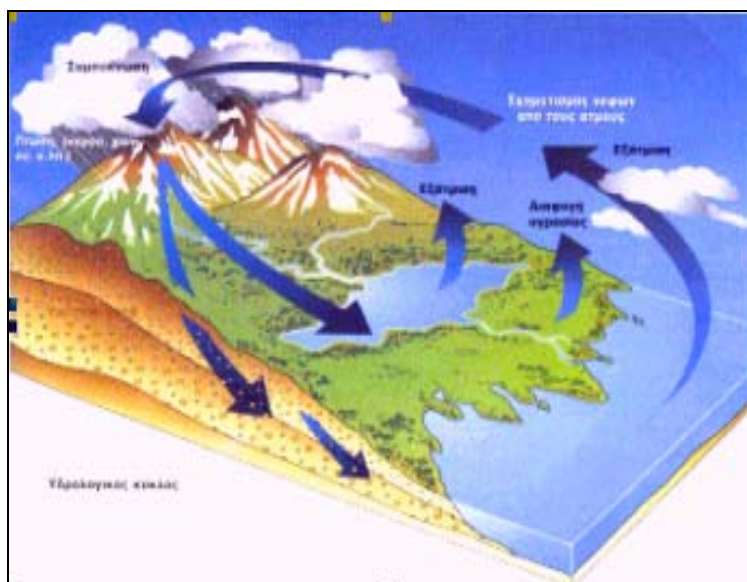
υγρασίας, και το πλεονάζον συνεχίζει να κινείται υπόγεια προς τους υπόγειους υδροφορείς, ακολουθώντας πλέον μέσα από αυτούς το αέριο υπόγειο ταξίδι του προς την θάλασσα από όπου ξεκίνησε και τελικά εκφορτίζεται. Σε μερικές περιπτώσεις τα υπόγεια νερά πριν φτάσουν στην θάλασσα επανεμφανίζονται στην επιφάνεια του εδάφους υπό μορφή πηγών γλυκού ή υφάλμυρου νερού.

Η κινητική εναλλαγή των φάσεων του νερού με τις επί μέρους κύριες διεργασίες που περιγράφηκαν αποτελούν τον υδρολογικό κύκλο που αποτελεί ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο και όχι απλό φαινόμενο. Ο Υδρολογικός κύκλος του νερού περιλαμβάνει πολλές επί μέρους διεργασίες και εξελίσσεται με διαφορετικά επί μέρους χαρακτηριστικά σε κάθε περιοχή, τα οποία εξαρτώνται από ορισμένους σημαντικούς παράγοντες όπως:

- ✓ Τη φύση του περιβάλλοντος, δηλαδή θαλάσσιο ή γήινης στερεάς επιφάνειας.
- ✓ Τις κλιματολογικές συνθήκες που διαμορφώνουν αυτήν καθεαυτή την εξέλιξη ή όχι των διεργασιών, την ταχύτητα εξέλιξης τους και τα επί μέρους χαρακτηριστικά μεγέθη(κατακρημνίσματα, εξάτμιση κ.α.).
- ✓ Τις τοπικές γεωμορφολογικές και γεωλογικές συνθήκες που συμβάλλουν ανάλογα στην διαμόρφωση επιφανειακών ή υπόγειων κινήσεων νερού.
- ✓ Τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, που σε ορισμένες περιπτώσεις προκαλούν έμμεσα ή άμεσα σημαντικές αλλαγές στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των διεργασιών του υδρολογικού κύκλου. Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα αποτελεί η ανάπτυξη του φαινομένου του θερμοκηπίου που οφείλεται στην ποιοτική αλλοίωση της ατμόσφαιρας και συμβάλλει στην αύξηση βροχοπτώσεων υψηλής έντασης σε ορισμένες περιοχές, και αύξηση περιόδων ανομβρίας σε άλλες [1].



Σχήμα 3.α. Ο υδρολογικός κύκλος του νερού σε σχηματική απλούστευση [3].



Σχήμα 3.β. Το νερό ανακυκλώνεται διαρκώς μέσα από τη διαδικασία εξάτμισης, συμπύκνωσης και υγροποίησης [4].

4. ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

4.1 ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΓΗ

Το νερό είναι ο σημαντικότερος φυσικός πόρος της γης, όντας πρωταρχικά αναγκαίος για την επιβίωση όλων ανεξαιρέτως των όντων αλλά και για την κάλυψη των άμεσα βιοτικών τους αναγκών. Για τον άνθρωπο, η χρήση του νερού προσδιορίζεται στους ακόλουθους τομείς:

- Κάλυψη βιολογικών αναγκών επιβίωσης μέσω ύδρευσης και άρδευσης: Πόση, καθαριότητα, μαγείρεμα τροφής, γεωργία και κτηνοτροφία.
- Κάλυψη βιολογικών αναγκών: Καθαριότητα ανθρώπου και όλων των ειδών του περιβάλλοντος του.
- Κάλυψη αναγκών βιομηχανίας.
- Κάλυψη αναγκών για την διατήρηση και ανάπτυξη του περιβάλλοντος του ανθρώπου με την στενή αλλά και ευρεία έννοια (κήποι, δάση).
- Κάλυψη ποικίλων αναγκών της σύγχρονης κοινωνίας (πλατείες, πισίνες κ.α.)

Με βάση τα παραπάνω, γίνεται φανερό ότι η κάλυψη των υδατικών αναγκών μιας περιοχής παίζει πρωταρχικό και ρυθμιστικό ρόλο στη διαμόρφωση του βιοτικού επιπέδου της κοινωνίας της και στην εν γένει πρόοδο και ανάπτυξη της. Η κατανάλωση νερού στον πλανήτη, παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις, που οφείλονται σε πολλούς αλληλένδετους παράγοντες, όπως είναι αυτή καθ'εαυτή η ύπαρξη δυνατότητας κάλυψης των υδατικών αναγκών μιας περιοχής, το βιοτικό επίπεδο, η ύπαρξη και ο βαθμός ανάπτυξης του πρωτογενούς ή δευτερογενούς τομέα κ.α.

Το χρονικό διάστημα των πρόσφατων δεκαετιών, χαρακτηρίζεται από την εκρηκτική αύξηση του πληθυσμού της Γης, από την συγκέντρωση του επιλεκτικά σε ορισμένες περιοχές με μεγάλα αστικά κέντρα και από την αναπόφευκτη αύξηση παραγωγής στον πρωτογενή και δευτερογενή τομέα. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την τεράστια αύξηση της κατανάλωσης του νερού που σε συνδυασμό με την ανισοκατανομή των υδατικών πόρων, προκάλεσε σταδιακή εξάντληση των υδατικών πόρων σε πολλές περιοχές της Γης, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο πείνας,

επιδημιών αλλά και πολέμων. Η έλλειψη νερού, ο εντοπισμός των υδατικών πόρων και η ορθολογική διαχείρισή τους, αποτελεί ένα παγκόσμιο πρόβλημα [1].

4.2 ΧΡΗΣΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ



Η χρήση του νερού αυξάνεται παντού. Τα 6 δισεκατομμύρια ανθρώπων του πλανήτη, ήδη χρησιμοποιούν το 54% από το σύνολο των αποθεμάτων νερού που περιέχεται στα ποτάμια, τις λίμνες και τις υπόγειες πηγές. Μέχρι το 2025, αυτό το ποσοστό θα φτάσει το 70%. Αυτή η εκτίμηση αντικατοπτρίζει την επίδραση της αύξησης του πληθυσμού στα αποθέματα του νερού. Εάν η κατά κεφαλή κατανάλωση αποθεμάτων νερού συνεχίσει να αυξάνεται με τον τρέχοντα ρυθμό, ο άνθρωπος θα χρησιμοποιεί το 90% των διαθέσιμων αποθεμάτων μέσα σε 25 χρόνια, αφήνοντας μόλις το 10% για τα υπόλοιπα είδη του πλανήτη.

Αυτή τη στιγμή σε παγκόσμια βάση, το 69% των νερών που κάνει χρήση ο άνθρωπος σε ετήσια βάση, απορροφάται από τη γεωργία (το πιο πολύ με τη μορφή άρδευσης). Η βιομηχανία χρησιμοποιεί το 23% και η οικιακή χρήση (νοικοκυριό) το 8%. Αυτά τα μέσα παγκόσμια ποσοστά ποικίλουν πάρα πολύ ανάμεσα σε διάφορες περιοχές του πλανήτη. Στην Αφρική για παράδειγμα, η γεωργία καταβροχθίζει το 88% της συνολικής κατανάλωσης, ενώ η οικιακή χρήση καταναλώνει το 7% και η βιομηχανία μόλις το 5%. Στην Ευρώπη πάλι, το περισσότερο νερό καταναλώνεται από τη βιομηχανία (54%), ενώ το μερίδιο της γεωργίας φτάνει το 33% και η οικιακή χρήση το 13%.

Σχεδόν το 70% των διαθέσιμων αποθεμάτων γλυκού νερού χρησιμοποιείται για τις ανάγκες της γεωργίας. Η υπεράντληση των υπόγειων νερών από τους γεωργούς, υπερβαίνει τη φυσική ανανέωση των υπόγειων αποθεμάτων κατά 160 δις κυβικά μέτρα το χρόνο. Απαιτούνται τεράστιες ποσότητες νερού για την παραγωγή της σοδειάς: 1-3 κυβικά μέτρα νερού για να παραχθεί ένα μόλις κιλό ρυζιού κι ένας τόνος νερού για να παραχθεί ένας μόλις τόνος σιτηρών.

Η έκταση που χρησιμοποιείται για τη γεωργία, έχει αυξηθεί κατά 12% από τη δεκαετία του 1960 και φτάνει το 1,5 δις εκτάρια. Η ποσότητα νερού που χρησιμοποιείται για την άρδευση αυτών των εκτάσεων φτάνει περίπου στα 2-2,5 χιλιάδες κυβικά χιλιόμετρα το χρόνο. Τα βοσκοτόπια και οι καλλιέργειες καλύπτουν το 37% της χερσαίας έκτασης του πλανήτη.

Οι ανεπαρκείς μέθοδοι αποστράγγισης και ποτίσματος έχουν οδηγήσει στον κατακλυσμό και στην αλατοποίηση του 10% των αρδευόμενων εκτάσεων παγκόσμια, σύμφωνα με τον FAO (Οργανισμό για την Γεωργία και την Τροφή), ενώ ακόμα ένα ποσοστό 25% υφίσταται ήδη την επίδραση αυτών των συνεπειών.

Η γεωργία είναι υπεύθυνη στο μεγαλύτερο βαθμό για την εξάντληση των υπόγειων νερών, μαζί με το 70% της μόλυνσης. Και οι δύο αυτές διαδικασίες επιταχύνονται συνεχώς. Πολλές από τις πιο σημαντικές γεωργικές εκτάσεις του πλανήτη, καταναλώνουν υπόγεια νερά με ανεξέλεγκτους ρυθμούς. Συγκεντρωτικά, η ετήσια μείωση νερού στην Ινδία, την Κίνα, τις Η.Π.Α., τη βόρεια Αφρική και την Αραβική Χερσόνησο, φτάνει στην ποσότητα των 160 δις κυβικών μέτρων -μια ποσότητα που ισοδυναμεί με την ετήσια ροή δύο Νείλων ποταμών.

Η ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα της οικονομίας μας έχει άμεση σχέση και απόλυτη εξάρτηση από τις ανθρώπινες επεμβάσεις στο ισοζύγιο νερού (ποσοτικό και ποιοτικό) και συνεπώς και από τις κύριες χρήσεις νερού, γιατί:

1. Η ορθολογική διαχείριση και ανάπτυξη και η προστασία των πηγών νερού συνυπάρχουν και εξαρτώνται από τις δραστηριότητες και το περιβάλλον του αγροτικού χώρου(αναδώσεις, διευθετήσεις λεκανών απορροής, κατασκευή επιφανειακών ταμιευτηρίων, εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων κ.λ.π.)
2. Η κύρια σε όγκο χρήση νερού είναι η άρδευση φυτικών καλλιεργειών, αρκετές από τις οποίες δεν είναι δυνατόν να διατηρηθούν χωρίς την εφαρμογή νερού. Ακόμη όμως και στις περιπτώσεις παραδοσιακών καλλιεργειών, όπως είναι η ελιά και το αμπέλι, η άρδυσή τους αυξάνει κάθετα την αποδοτικότητα και την παραγωγικότητά τους.

Η σημερινή γεωργική κατάσταση της χώρας, σε σχέση με τις καλλιεργούμενες και αρδευόμενες εκτάσεις, σκιαγραφείται στον πίνακα 4.2.α Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά, η γεωργική χρήση νερού, κυρίως για άρδευση, εκτιμάται σε 11,9 εκατομμύρια στρέμματα*450 χιλιοστά/στρέμμα=5.355 εκατομμύρια m³ νερού.

Πίνακας 4.2.α. Καλλιεργούμενη και αρδευόμενη έκταση σε επίπεδο χώρας [2].

Καλλιέργειες	Καλλιεργούμενη έκταση (χιλ.στρεμ.)	Αρδευόμενη έκταση (χιλ. στρεμ.) (%)	
Αροτραίες	23.286,68	7.924,05	34,03
Κηπευτικές	1.198,98	1.123,11	93,67
Αμπελώνες	1.550,18	299,13	19,30
Δενδρώδεις	9.115,80	2.553,93	28,02
Σύνολο	35.151,64	11.900,22	33,85
Αγροανάπαυση	4.857,92		
Σύνολο	40.009,56		
Διπλ.καλ.,δρομ. Κ.λπ.	787,68		
Γεωργική χρήση	39.221,88		30,34

Στη χώρα μας η γεωργική γη παραμένει ουσιαστικά σταθερή επί πολλές δεκαετίες(Πίνακας4.2.β..).

Πίνακας 4.2.β. Καλλιεργούμενες και αρδευόμενες εκτάσεις σε επίπεδο χώρας ανά δεκαετία [2].

Έτη	1961	1971	1981	1991
Εκτάσεις				
Καλλιεργούμενες	37.081	35.715	35.783	35.151,68
Αρδευόμενες	5.203	7.927	9.617	11.900,22
Γεωργική Γη	37.745	39.095	39.511	39.221,88

Επίσης το ποσοστό της αρδευόμενης έκτασης υπολείπεται σημαντικά του μέσου ποσοστού αρδευόμενων εκτάσεων άλλων χωρών (Ισραήλ περίπου 65%) και ο ρυθμός αύξησης της αρδευόμενης έκτασης είναι πολύ μικρός (2,5% περίπου κατά έτος). Εάν υποθέσουμε ότι τα τελευταία έτη έχει συντελεστεί κάποια, έστω μικρή, βελτίωση των συνθηκών άρδευσης, δηλαδή μείωση του μέσου ύψους εφαρμοζόμενου αρδευτικού νερού, τότε η μέση αύξηση της γεωργικής χρήσης νερού στη χώρα μας εκτιμάται σε 1-1,5%. Σε αυτό εκτιμήθηκε και το ποσοστό μείωσης με την αλλαγή χρήσης γεωργικών εκτάσεων σε τουριστικές κυρίως περιοχές [2].

5. ΝΕΡΟ ΓΙΑ ΑΡΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

Οι άνθρωποι από πολύ παλιά κατανόησαν ότι για την ανάπτυξη των γεωργικών καλλιεργειών χρειάζονταν νερό, όπως νερό απαιτούσε και η γενικότερη ανάπτυξη των οικονομικών τους δραστηριοτήτων. Έτσι, πριν από 5000 περίπου χρόνια οι Αιγύπτιοι κατασκεύασαν το αρχαιότερο στον κόσμο φράγμα για την αποθήκευση του νερού ώστε να εξυπηρετηθούν οι τότε ανάγκες της άρδευσης και της ύδρευσης, ενώ κατά μήκος του Νείλου ποταμού εφαρμοζόταν η άρδευση με λεκάνες, πρακτική που εφαρμόζεται ακόμη και σήμερα. Στην αρχαία Κίνα η επιτυχημένη ή όχι διακυβέρνηση της χώρας στηριζόταν στα μέτρα που λαμβάνονταν από τους Αυτοκράτορες για την προστασία και των έλεγχο των νερών. Στις Ινδίες η άρδευση ήταν τόσο παλιά όσο και η ιστορία της χώρας και αναφέρεται ότι ολόκληρη σχεδόν η χώρα αρδευόταν και έτσι πετύχαιναν να έχουν δύο σοδειές κάθε χρόνο. Στην αρχαία Μεσοποταμία είχε αναπτυχθεί ένα άριστο σύστημα άρδευσης με τα νερά των ποταμών Τίγρη και Ευφράτη και η χώρα ευημερούσε, όμως στη συνέχεια, εξαιτίας της έλλειψης αποστραγγιστικών δικτύων, συσσωρεύτηκαν άλατα στο έδαφος, με αποτέλεσμα τα γόνιμα εδάφη να υποβαθμιστούν σταδιακά και να καταρρεύσει ο πολιτισμός τους. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι η εμφάνιση του πολιτισμού και η ευημερία μιας χώρας ήταν πάντοτε συνδεδεμένη με την ανάπτυξη της γεωργίας, την παρουσία του νερού και την ορθολογική του διαχείριση.

Το συνολικό ετήσιο ανανεώσιμο υδατικό δυναμικό της Ελλάδας εκτιμάται ότι ανέρχεται στα 65,3 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα (62,9 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα αφορούν τα επιφανειακά νερά και 2,4 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα τα υπόγεια) και θεωρείται ότι είναι σχετικά επαρκές για να καλύψει τις συνολικές ανάγκες σε νερό. Όμως, οι κλιματικές συνθήκες σε συνδυασμό με το ανάγλυφο, την κατανομή του πληθυσμού και των δραστηριοτήτων του, επιδρούν στην άνιση κατανομή, διάθεση και χρήση των υδατικών πόρων με συνέπεια να υπάρχουν έντονες διαφοροποιήσεις και προβλήματα επάρκειας. Αποτέλεσμα της πιο πάνω ανισοκατανομής σε προσφορά και ζήτηση, είναι ότι απαιτούνται έργα για την αποθήκευση και μεταφορά του νερού σε ελλειμματικές περιοχές, προκειμένου να καλυφθεί το έλλειμμα της υγρασίας του εδάφους που είναι αναγκαία προϋπόθεση για την ανάπτυξη των περισσότερων καλλιεργειών. Επομένως, οι αρδεύσεις καλούνται να καλύψουν το πιο πάνω έλλειμμα σε νερό.

Στη χώρα μας, οι εκτάσεις που αρδεύονται ξεπερνούν τα 12 εκατομμύρια στρέμματα, δηλαδή το 33% της γεωργικής χρήσης, ενώ η καταναλισκόμενη ποσότητα νερού για αρδεύσεις φτάνει το 15-20% περίπου του ανανεώσιμου ετήσιου υδατικού δυναμικού. Το ποσοστό αυτό σε σύγκριση με τα ποσοστά άλλων χωρών θεωρείται υψηλό και πιθανότατα εκφράζει τις δυσχέρειες που υπάρχουν ως προς την περαιτέρω ανάπτυξη των υδατικών πόρων και την ορθολογική τους αξιοποίηση, ενώ η εκμετάλλευση των υπόγειων νερών γίνεται χωρίς προγραμματισμό, επειδή αποτελεί φθηνή και άμεση λύση. Επακόλουθο αυτών είναι, οι υπόγειοι υδροφόροι σχηματισμοί να υπεραντλούνται, ενώ οι επιφανειακοί πόροι να αποτελούν πεδίο αντιπαράθεσης των χρηστών, εξαιτίας της πολλαπλής λειτουργικότητάς τους και της

απουσίας ιεράρχησης των χρήσεων που μπορεί μια υδάτινη μάζα να καλύψει. Με άλλα λόγια, διαταράσσεται το υδατικό ισοζύγιο σε πολλές περιοχές, προκαλούνται ποσοτικά και ποιοτικά προβλήματα, γεγονός που επιδεινώνεται κατά τη διάρκεια περιόδων ανομβρίας, οπότε υφαλμυρώνονται οι υπόγειοι υδροφόροι, προκαλούνται ζημιές στις καλλιέργειες και τελικά στα εδάφη.

Σε πολλές περιοχές, η ποσοτική επάρκεια του νερού εκμηδενίζεται εξαιτίας των πυρκαγιών, της υπερβόσκησης, της εγκατάλειψης των αναβαθμίδων σε ημιορεινές και ορεινές περιοχές, ενώ στις αστικές περιοχές η τσιμέντωση και ασφαλτόστρωση κάθε ελεύθερης επιφάνειας εδάφους, πεζοδρομίων κ.α αποστερούν τον εμπλουτισμό των εδαφών με νερό. Το αποτέλεσμα είναι να καθίσταται δύσκολη έως αδύνατη η συγκράτηση των νερών της βροχής και του χιονιού, τα χειμαρρικά και πλημμυρικά φαινόμενα να είναι συχνά, οι υπόγειοι υδροφόροι ορίζοντες να μην εμπλουτίζονται επαρκώς και οι ελλειμματικές σε νερό περιοχές διαρκώς να επεκτείνονται. Για την ανατροπή της πιο πάνω κατάστασης και την ορθή αντιμετώπιση του προβλήματος, επιβάλλεται όπως μεταξύ των άλλων να δημιουργούνται έργα υδρονομίας, αναβαθμοί, ταμειυτήρες και λιμνοδεξαμενές.

Η άρδευση των καλλιεργειών αποβλέπει ουσιαστικά στη βελτίωση της ποιότητας της γης. Έτσι, με την άρδευση συνήθως επιτυγχάνονται μεγαλύτερες στρεμματικές αποδόσεις, παράγονται προϊόντα υψηλής αξίας, ενώ περισσότερο αποτελεσματικά χρησιμοποιούνται τα λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα και παρέχονται μεγαλύτερες δυνατότητες για την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών. Η άρδευση όμως απαιτεί ορθολογική αξιοποίηση και χρήση των διαθέσιμων υδατικών πόρων. Είναι γνωστό επίσης ότι η παραγωγή μιας δεδομένης καλλιέργειας είναι άριστη, όταν το νερό είναι πολύ καλής ποιότητας. Στην περίπτωση που το νερό έχει μειωμένη ποιότητα (αυξημένη συγκέντρωση διαλυμένων αλάτων), τότε συνήθως έχει άμεσο αντίκτυπο στη μείωση της παραγωγής. Για παράδειγμα, σε καλλιέργειες που είναι ευαίσθητες στα άλατα (εσπεριδοειδή, μηλιές, ροδακινιές, φασόλια) η μείωση της παραγωγής είναι συγκριτικά μεγαλύτερη, απ'ότι σε καλλιέργειες με μέτρια ανθεκτικότητα (αραβόσιτος, μηδική, τομάτα) ή με ανθεκτικότητα (τεύτλα, βαμβάκι) στα άλατα, όπου η παραγωγή είναι αντίστοιχα συγκριτικά μεγάλη ή συγκριτικά μικρότερη. Εξάλλου, η παρουσία τοξικών ιχνοστοιχείων (βόριο) συντελεί και στη μείωση της ποιότητας των καρπών, για παράδειγμα της ελιάς, κερασιάς και μηλιάς. Η υψηλή περιεκτικότητα των νερών για άρδευση σε όξινα ανθρακικά (HCO_3), δημιουργεί κηλίδες στους καρπούς, ενώ νερά με χαμηλό PH (4,5) προκαλούν φαινόμενα φυτοτοξικότητας, εξαιτίας της διαλυτότητας αλάτων όπως Al, Mn, Fe κ.α. Γενικότερα, η ποιότητα των αρδευτικών νερών για συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες και καλλιεργητικές φροντίδες, σχετίζονται και με το φυτό και με το έδαφος, γιατί η άρδευση και η στράγγιση είναι σχέσεις ανάμεσα στο νερό, το φυτό και το έδαφος.

Ειδικότερα, όσον αφορά τη σχέση νερού και εδάφους, η σημασία του εδάφους ως χώρου αποθήκευσης του νερού και ως δεξαμενής των θρεπτικών στοιχείων είναι δεδομένη, καθώς επίσης το έδαφος είναι μέσο στήριξης του φυτού και χώρος ανάπτυξης του ριζικού του συστήματος. Εξάλλου, η διηθητική ικανότητα του εδάφους (ρυθμός διήθησης του νερού) παίζει σημαντικό ρόλο στον επανεμπλουτισμό του με νερό, όπως και οι φυσικοχημικές εδαφικές διεργασίες (θερμοκρασία, αερισμός, συρρίκνωση, θρόμβωση κ.α). Στη σχέση ανάμεσα στο νερό και στο φυτό υπεισέρχεται η οικολογική και φυσιολογική σημασία του νερού, ο ρόλος του στα φυτά (συμβολή στη θρέψη, ανάπτυξη και μορφολογία), η σπουδαιότητα του με τις επιμέρους ιδιότητες του κ.α. Τέλος, η σχέση νερού, εδάφους, φυτού, εκτός των πιο πάνω, είναι σημαντική για την κίνηση του νερού στο έδαφος και στο φυτό, την απορρόφηση του νερού από το φυτό, την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και την απορρόφηση από τις ρίζες των υδατοδιαλυτών ουσιών του εδάφους.

Οι πιο πάνω σχέσεις θα πρέπει να εξετάζονται σε συνδυασμό με το κλίμα της περιοχής, τις συνθήκες καλλιέργειας, τη μέθοδο άρδευσης και διαχείρισης του νερού, ώστε να επιτυγχάνονται τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα για την καλλιέργεια, το έδαφος, το νερό και το περιβάλλον γενικότερα.

Η σημασία της ποιότητας του αρδευτικού νερού είναι τεράστια, γιατί το καλής ποιότητας νερό:

- επιτρέπει την καλή διήθηση του στο έδαφος,
- διευκολύνει τις φυσικοχημικές εδαφικές διεργασίες και τον αερισμό των εδαφών,
- βελτιώνει τις συνθήκες θρέψης των φυτών και συντελεί στην ισόρροπη ανάπτυξη τους χωρίς προβλήματα χλωρωτικά, τροφοπενίες και καχεξίες,
- συντελεί στην καλή κίνηση του νερού από το έδαφος, στις ρίζες και στο υπόλοιπο φυτό, καθώς και στην απορρόφηση των υδατοδιαλυτών ουσιών από το φυτό.

Τα περισσότερα επιφανειακά νερά στην Ελλάδα δεν παρουσιάζουν προβλήματα καταλληλότητας για άρδευση, ενώ τα υπόγεια νερά αρκετές φορές χρειάζονται ειδική μεταχείριση για να αποφευχθούν δυσμενείς επιπτώσεις στα φυτά, στο έδαφος και στις καλλιέργειες γενικότερα. Όμως η καταλληλότητα του νερού για άρδευση στηρίζεται όχι μόνο στα ποιοτικά χαρακτηριστικά, αλλά και σε εδαφικούς, φυσικούς και κλιματικούς παράγοντες, καθώς και στον τρόπο διαχείρισης του για άρδευση.

Η διαδικασία εκτίμησης της ποιότητας του νερού άρδευσης, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα ιχνοστοιχεία και τα νιτρικά περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

- δειγματοληψία με κατάλληλη συσκευή, αποθήκευση σε κατάλληλο δοχείο και σε χαμηλή θερμοκρασία και άμεση αποστολή στο εργαστήριο για την ανάλυση,
- χημική ανάλυση που περιλαμβάνει, pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα, τα ανιόντα CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , τα κατιόντα Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{++} , K^+ και σε πολλές περιοχές με μεταλλικά νερά και το βόριο.

-με βάση τα αποτελέσματα των πιο πάνω αναλύσεων υπολογίζονται:

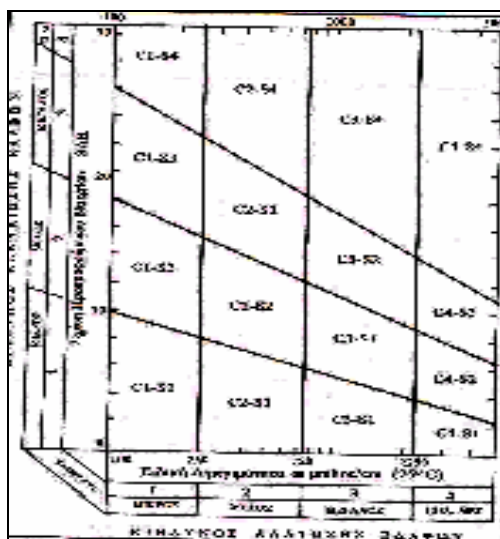
- Το ποσοστό Na^+ στο σύνολο των κατιόντων $\text{Na}^+(\%) = [\text{Na}^+ / (\text{Na}^+ + \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{K}^+)] * 100$.
- Το υπολειμματικό Na_2CO_3 , $\text{RSC} = (\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$. Όταν η διαφορά είναι αρνητική δεν υπάρχει Na_2CO_3 .
- Ο λόγος προσρόφησης του νατρίου, $\text{SAR} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) / 2]^{0,5}$
- Η τιμή του δείκτη κορεσμού του Langelier, $\text{LSI} = \text{pHa} - \text{pHc}$, όπου pHa η μέτρηση στο εργαστήριο και pHc η θεωρητική τιμή που υπολογίζεται με βάση τα δεδομένα της χημικής ανάλυσης. Θετικές τιμές φανερώνουν τάση καθίζησης του CaCO_3 .

Η ποιοτική εκτίμηση για την καταλληλότητα του νερού άρδευσης μπορεί να γίνει με πολλές μεθόδους μεταξύ των οποίων αναφέρονται οι πιο κάτω [3].

5.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

5.1.1 Κατάταξη αλατότητας (USSL).

Το νερό κατατάσσεται σε διάφορες κατηγορίες με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα και το λόγο προσρόφησης νατρίου, βαθμός SAR



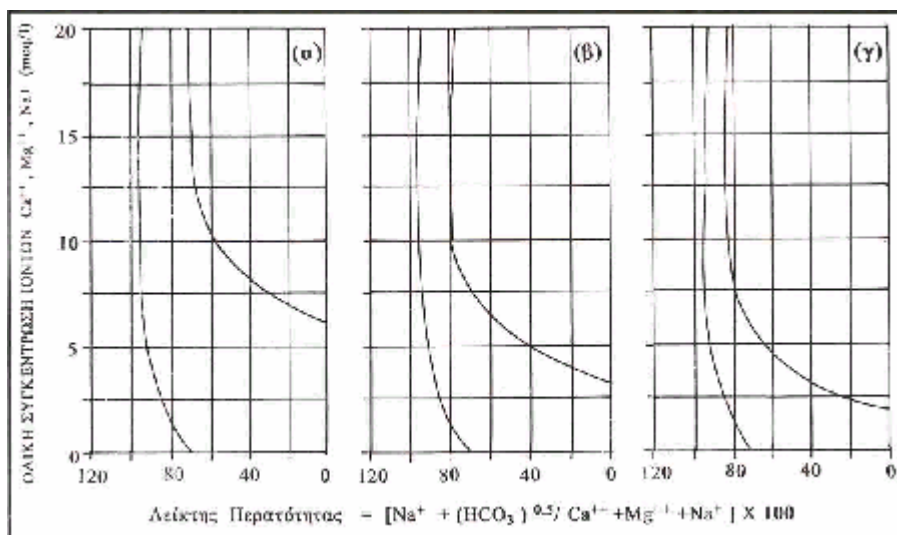
Σχήμα 5.1.1.α. Κίνδυνος Αλάτωσης Εδαφών. Ποιοτική κατάταξη του αρδευτικού νερού [3].

5.1.2 Κατάταξη Doneen.

Ανάλογα με τη δυνατότητα δημιουργίας αλατότητας στο έδαφος, το νερό ταξινομείται σε 3 κατηγορίες και σε ό,τι αφορά τον κίνδυνο αλκαλίωσης των εδαφών με μικρή, μεσαία και μεγάλη περατότητα, το νερό ταξινομείται σε 3 κατηγορίες (πίνακας 5.1.2.α).

Πίνακας 5.1.2.α. Κατάταξη νερού άρδευσης [3].

Συνθήκες Εδάφους	$Cl^- + 0,5 * SO_4^{2-}$ meq/l		
	Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3
Μικρή έως μηδαμινή έκλυση του εδάφους	<3	3-5	>5
Περιορισμένη έκλυση. Στράγγιση μικρή	<5	5-10	>10
Διαπερατά εδάφη. Στράγγιση καλή	<7	7-15	>15



Σχήμα 5.1.2.β. Ταξινόμηση του αρδευτικού νερού για εδάφη (α) μικρής, (β) μέσης και (γ) μεγάλης περατότητας [3].

5.1.3 Κατάταξη Christiansen.

Τα κριτήρια κατάταξης του αρδευτικού νερού δίνονται στον παρακάτω πίνακα 5.1.3.α.

Πίνακας 5.1.3.α. Κατάταξη νερού άρδευσης [3].

α/α	Κατηγορία	Δυναμικό	Na %	SAR	Na ₂ CO ₃ meq/l	Cl ⁻ meq/l	B ppm
1	Άριστο	<0,5	<40	<3	<0,5	<3	<0,5
2	Καλό	0,5-1,0	40-60	3-6	0,5-1,0	3-6	0,5-1,0
3	Ανεκτό	1,0-2,0	60-70	6-9	1,0-2,0	6-10	1,0-2,0
4	Αμφίβολο	2,0-3,0	70-80	9-12	2,0-3,0	10-15	2,0-3,0
5	Επιβλαβές	3,0-4,0	80-90	12-15	3,0-4,0	15-20	3,0-4,0
6	Ακατάλληλο	>4,0	>90	>15	>4,0	>20	>4,0

5.1.4 Κατάταξη Ayers και Westcot.

Τα κριτήρια αυτής της μεθόδου φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 5.1.4.α

Πίνακας 5.1.4.α. Εκτίμηση της ποιότητας του αρδευτικού νερού [3].

		Βαθμός Προβλήματος		
Αρδευτικό Πρόβλημα	Μονάδες	Χωρίς Πρόβλημα	Αυξανόμενο Πρόβλημα	Σοβαρό Πρόβλημα
ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ	mS/cm	<0,7	0,7-3,0	
<i>Ηλεκτρική Αγωγιμότητα</i>				>3,0
<i>Ολικά Διαλυμένα Στερεά</i>	mg/l	<450	450-200	>2000
ΔΙΗΘΗΣΗ-ΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ				
SAR=0-3&Ηλεκτρ. Αγωγιμότη.		>0,7	0,7-0,2	>0,2
3-6		>1,2	1,2-0,3	>0,3
6-12		>1,9	1,9-0,5	>0,5
12-20		>2,9	2,9-1,3	>1,3
20-40		>5,0	5,0-2,9	>2,9
ΕΙΔ. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΙΟΝΤΩΝ				
Νάτριο (Na)				
Επιφανειακή άρδευση	SAR	<3,0	3,0-9,0	>9,0
Καταιονισμός	mg/l	<70	>70	
Χλώριο (CL)	mg/l	<140	140-350	>350
Επιφανειακή άρδευση	mg/l	<100	>100	
Καταιονισμός	mg/l	<0,7	0,7-3,0	>3,0
Βόριο (B)				
ΑΛΛΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ				
Άζωτο (NO₃-N)	mg/l	<5	5-30	>30
Δισανθρακ. (HCO₃) καταιον.	mg/l	<90	90-500	>500
Υπολειμμ. Χλώριο καταιον.	mg/l	<1	1-5	>5
pH			Κανονικό επίπεδο 6,5-8,4	

Σε πολλές χώρες το νερό των επεξεργαζομένων λυμάτων αλλά και των υγρών αποβλήτων από κτηνοτροφικές μονάδες, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει αρδευτικές ανάγκες. Τα υγρά λύματα και απόβλητα μετά την επεξεργασία τους περιέχουν σημαντικές ποσότητες θρεπτικών συστατικών (άζωτο, φώσφορο, κάλιο) και σε μικρότερες ποσότητες ασβέστιο, μαγνήσιο, νάτριο και ιχνοστοιχεία. Αυτό όμως που θα πρέπει να τονιστεί είναι το ότι τα υγρά λύματα και απόβλητα θα πρέπει να διατεθούν στο περιβάλλον με τρόπο που να διασφαλίζεται η ποιότητά του και παράλληλα να διατηρείται σε λογικά επίπεδα η όλη δαπάνη. Το έδαφος και το νερό είναι δυνατό να είναι οι αποδέκτες τέτοιων υγρών, ενώ η διάθεσή τους μέσω του συστήματος άρδευσης έχει σοβαρά πλεονεκτήματα. Το έδαφος από τη φύση του εξαιτίας της δομής του και των μικροοργανισμών που διαθέτει είναι δυνατό να δεχθεί και να αφομοιώσει μεγαλύτερα φορτία από όσα το νερό χωρίς να υποβαθμιστεί σε απαγορευτικό βαθμό. Αντίθετα, το νερό σαν αποδέκτης είναι συγκριτικά περισσότερο

ευαίσθητο λόγω των μικρότερων δυνατοτήτων του και των πολλαπλών του χρήσεων που το καθιστούν όλο και περισσότερο πολύτιμο. Γενικά ο βαθμός της απαιτούμενης προεπεξεργασίας εξαρτάται από το είδος της αρδευόμενης καλλιέργειας και τους σχετικούς κανονισμούς που ισχύουν σε κάθε χώρα. Στην Ελλάδα οι περιορισμοί αναφέρονται στην Υγειονομική Διάταξη Ειβ/221/1965 (ΦΕΚ 138Β/24-2-1965) και τις μεταγενέστερες τροποποιήσεις του.

Στον παρακάτω πίνακα 5.1.4.β. δίδονται μερικές προδιαγραφές για τη χρησιμοποίηση κατεργασμένων λυμάτων για άρδευση [3].

Πίνακας 5.1.4.β. Προδιαγραφές κατεργασμένων λυμάτων για άρδευση [3].

	ΗΠΑ	Ισραήλ	Γερμανία
Οπωροφόρα και αμπελώνες	Πρωτοβάθμια επεξεργασία Απαγόρευση ψεκασμού	Δευτεροβάθμια επεξεργασία	Απαγόρευση ψεκασμού
Βαμβάκι, Φυτά ελαιούχων σπόρων	Πρωτοβάθμια επεξεργασία Επιφανειακή εφαρμογή ή ψεκασμός	Δευτεροβάθμια επεξεργασία	Πρωτοβάθμια επεξεργασία για επιφανειακή εφαρμογή Βιολογική επεξεργασία και χλωρίωση για ψεκασμό
Προϊόντα που δεν καταναλώνονται ωμά	Πρωτοβάθμια επεξεργασία για επιφ. διάθεση Δευτεροβάθμια επεξεργασία και χλωρίωση για ψεκασμό	Χλωρίωση	Άρδευση 4 εβδομάδες πριν τη συγκομιδή
Προϊόντα που καταναλώνονται ωμά	Για επιφανειακή εφαρμογή <2,2 κολοβακτηριοειδή ανά 100 ml Για ψεκασμό χλωρίωση και διήθηση εκρών με κροκιδωτικό	Επιτρέπεται μόνο σε φρούτα που ξεφλουδίζονται πριν καταναλωθούν	Πατάτες και δημητριακά μόνο κατά την ανθοφορία

6. ΜΟΛΥΝΣΗ ΝΕΡΟΥ

Η μόλυνση του νερού, έχει εξελιχθεί σ'ένα εξαιρετικά σοβαρό πρόβλημα. Κατά μια έννοια, όλο το νερό της γης επικοινωνεί. Στον υδρολογικό κύκλο το νερό κυκλώνεται συνεχώς μέσα από τη διαδικασία της εξάτμισης, συμπύκνωσης και υγροποίησης. Η πτώση στη μορφή της βροχής ή του χιονιού και του χιονόνερου τελικά καταλήγει (μέσα από τη διαδικασία που καλείται απορροή) στην αποθήκευση σαν επιφανειακό ή σαν υπόγειο νερό.

Το νερό συλλέγεται σε επιφανειακούς χώρους (επιφανειακό νερό) σε χείμαρρους που χύνονται σε λίμνες ή στους ωκεανούς. Ο μεγαλύτερος αποθηκευτικός χώρος επιφανειακού νερού είναι οι ωκεανοί.

Δυστυχώς, το νερό των ωκεανών περιέχει αλάτι που το καθιστά μη πόσιμο, ακατάλληλο για άρδευση και για τις περισσότερες βιομηχανικές ανάγκες. Το υπόλοιπο νερό, καλείται γλυκό νερό, διατηρεί στη ζωή τα περισσότερα φυτά και ζώα της Γης. Το υπόγειο νερό (γνωστό επίσης και ως φρεατικό νερό) είναι νερό που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και συνιστά τον υδάτινο ορίζοντα που τροφοδοτεί τα πηγάδια. Αυτό το νερό αποθηκεύεται σε πέτρινους, αμμώδεις ή χαλικιώδεις σχηματισμούς που καλούνται υδροφόρα στρώματα.

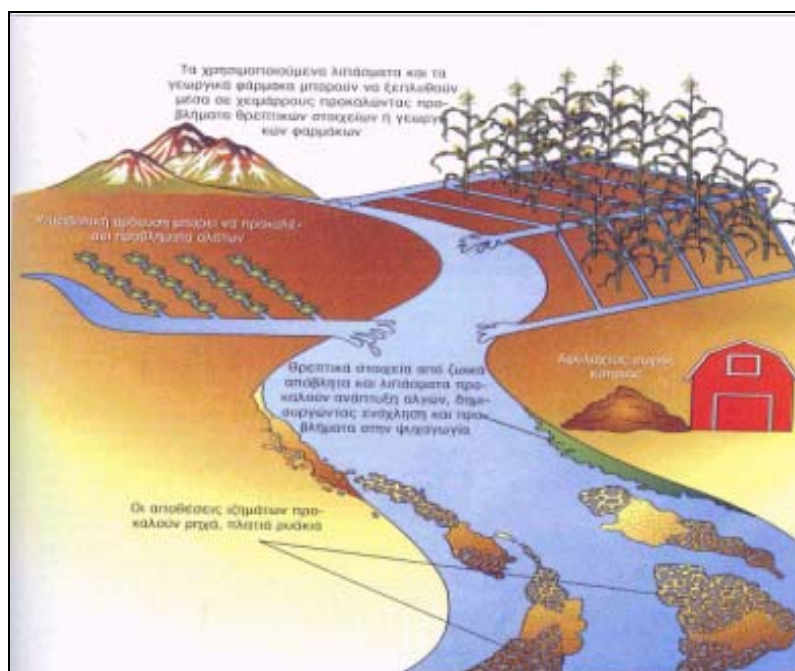
Αυτοί οι σχηματισμοί είναι διαπερατοί (επιτρέπουν τη δίοδο του νερού) και είναι κορεσμένοι με νερό. Καθώς πέφτει το νερό της βροχής, χτυπά στο έδαφος και είτε απορροφάται από το έδαφος είτε αρχίζει να ρέει πάνω στην επιφάνεια του εδάφους. Καθώς κινείται το νερό της απορροής, ορισμένο απορροφάται από το έδαφος και το υπόλοιπο καταλήγει σε επιφανειακούς χώρους αποθήκευσης του νερού όπως λίμνες και χείμαρροι. Το νερό που εισχωρεί μέσα στο έδαφος συνεχίζει να κινείται έως ότου φτάσει το σημείο κορεσμού 'το σημείο πέρα από το οποίο δεν μπορεί να πάρει.

Το υπόγειο νερό δεν αποθηκεύεται σε μεγάλες υπόγειες λίμνες ή ωκεανούς εκτός από τις σπάνιες περιπτώσεις των υπόγειων σπηλαίων. Συνήθως συγκεντρώνεται και αποθηκεύεται σε πορώδες πέτρωμα και χαλίκια πολύ χαμηλότερα από την επιφάνεια του εδάφους. Ανοίγονται πηγάδια μέσα στα στρώματα του πορώδους πετρώματος, της άμμου ή των χαλικιών και αντλείται νερό από την περιοχή. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασία Περιβάλλοντος των Η.Π.Α. το υπόγειο νερό αναλογεί στο 96% περίπου των συνολικών αποθεμάτων γλυκού νερού του κόσμου.

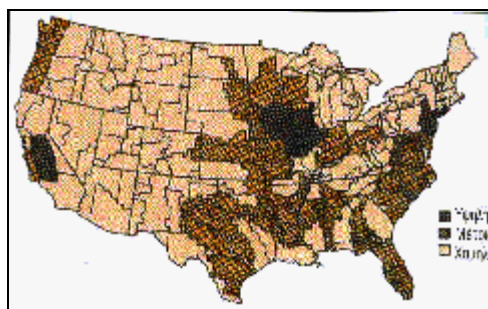
Η μόλυνση του νερού παρουσιάζεται τόσο στο επιφανειακό, όσο και στο υπόγειο νερό. Μόλυνση είναι η παρουσία ουσιών στο νερό, αέρα ή έδαφος που μειώνουν τη χρησιμότητα του ή το καθιστούν ακατάλληλο για τους ανθρώπους. Η μόλυνση προχώρησε τόσο πολύ που κάποια εποχή πολλοί μεγάλοι ποταμοί και λίμνες στις Η.Π.Α. δεν μπορούσαν να διατηρήσουν ψάρια κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση. Ορισμένα νερά ήταν τόσο μολυσμένα που τίποτα δεν επιβίωνε μέσα τους. Το 1970, ο πρώην Πρόεδρος Νίχσον υπέγραψε το Νόμο της Εθνικής Περιβαλλοντικής Πολιτικής που οδήγησε στην ίδρυση της Υπηρεσίας Προστασίας του Περιβάλλοντος. Σ'αυτήν την Υπηρεσία είχε ανατεθεί από το Κογκρέσο <<η προστασία της γης, του αέρα και των υδάτινων συστημάτων του έθνους>>. Ιδρύθηκαν και συνεχίζουν να ιδρύονται πολιτικές, νόμοι και κανονισμοί για την αποφυγή της μόλυνσης και την αντιμετώπιση της μόλυνσης που έχει ήδη προκληθεί. Στα χρόνια που λειτουργεί η Υπηρεσία, έχει γίνει μεγάλη πρόοδος στην αποκατάσταση της καθαρότητας του αέρα και του νερού. Πολλά από τα νερά που κάποτε θεωρούνταν νεκρά σήμερα έχουν επανέλθει στη ζωή με το καθάρισμα του νερού και τον περιορισμό της μόλυνσης.

Η μόλυνση είναι το αποτέλεσμα της εισόδου των ρύπων στο νερό κατά δύο κυρίως τρόπους: σημειακές και μη σημειακές πηγές. Μια σημειακή πηγή είναι από ένα συγκεκριμένο μέρος. Για παράδειγμα, ένα εργοστάσιο που χύνει απόβλητα μέσα σ'ένα ποτάμι είναι μια σημειακή πηγή μόλυνσης διότι οι ρύποι μπορούν να ανιχνευτούν ως ένα σημείο. Η λύση στο πρόβλημα αυτό είναι σχετικά εύκολη διότι μπορεί να προσδιοριστεί η πηγή μόλυνσης και να διορθωθεί το πρόβλημα. Σ'αυτόν το χώρο η ΥΠΠ έχει κάνει σημαντικά βήματα στην παύση της μόλυνσης των χειμάρρων. Έχει απαιτηθεί δια του νόμου από τις βιομηχανίες να σταματήσουν να ρίχνουν ή να επιτρέπουν στους ρύπους να εισέρχονται στις διόδους νερού. Το νερό που χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες και επιστρέφει σε χείμαρρους λίμνες ελέγχεται προσεκτικά για να εξασφαλιστεί ότι δεν περιέχει ουσίες που προκαλούν ρύπανση. Ο άλλος τύπος μόλυνσης, ο μη σημειακός, είναι περισσότερο δύσκολο ν'αντιμετωπιστεί. Μη σημειακή σημαίνει ότι η μόλυνση δεν προέρχεται από ένα μόνο σημείο αλλά από μια ευρεία περιοχή που είναι δύσκολο να προσδιοριστεί. Η μόλυνση προέρχεται συνήθως από έναν αριθμό πηγών που από κοινού επιδρούν στο περιβάλλον. Η γεωργία είναι η μεγαλύτερη προέλευση της μη σημειακής μόλυνσης στις Η.Π.Α. Αυτό οφείλεται εν μέρει στο τεράστιο μέγεθος της γεωργικής βιομηχανίας όπου εκατομμύρια στρέμματα γης είναι στην παραγωγή. Κάθε χρόνο η γη αυτή δέχεται καλλιέργεια υπό τη μορφή του οργώματος, της αποθήκευσης των ζωικών αποβλήτων και της εφαρμογής των γεωργικών φαρμάκων. Κατά συνέπεια η

γεωργική μόλυνση προέρχεται από λιπάσματα, γεωργικά φάρμακα, ζωικά απόβλητα [4].



Σχήμα 6. α. Επιδράσεις μη σημειακών πηγών μόλυνσης [4].



Σχήμα 6.β. Η Γεωργία είναι η μεγαλύτερη πηγή μη σημειακής μόλυνσης [4].

7. ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ

Ο άνθρωπος από τη στιγμή που εμφανίστηκε στον κόσμο και μέχρι σήμερα είναι στενά δεμένος με τη γη, τη “μητέρα γη”, όπως την ονόμαζε παλιότερα. Στη γη ζει, από τη γη παίρνει τα αγαθά, απ’ αυτή τρέφεται.

Τα πρώτα χρόνια της ύπαρξής του ο άνθρωπος έπαιρνε όλα τα αγαθά που χρειαζονταν, τρόφιμα ή άλλα, όπως τα έβρισκε χωρίς να μπορεί να επεμβαίνει σ’ αυτά. Με το πέρασμα όμως των χρόνων και με την ανακάλυψη των εργαλείων άρχισε να επεμβαίνει με διάφορους τρόπους σ’ αυτή, με σκοπό βέβαια να καλυτερέψει τη ζωή του. Έτσι άρχισε σιγά σιγά να την καλλιεργεί, στην αρχή με πρωτόγονα μέσα κι αργότερα με τη χρήση ζώων και πιο εξελιγμένων εργαλείων. Η γη πάντα τον αντάμειβε, δίνοντάς του αυτά που χρειαζονταν, ιδιαίτερα βέβαια την τροφή που του ήταν απαραίτητη, με πολύ κόπο βέβαια και μεγάλες δυσκολίες.

Η καλλιέργειά της μέχρι και πριν από λίγα χρόνια ήταν πολύ δύσκολη και απαιτούσε τη σκληρή δουλειά όλης της οικογένειας, ενώ σημαντικό ρόλο έπαιζαν και τα καιρικά φαινόμενα.

Το φυσικό περιβάλλον το θεωρούσε συνεργάτη και φίλο του και δε σκέφτηκε ποτέ να κάνει κακό σ’ αυτό για να ωφεληθεί ο ίδιος. Μπορεί οι καλλιέργειες να του

απέδιδαν σε μικρή ποσότητα τα απαραίτητα τρόφιμα, του ήταν όμως αρκετά για να μπορεί να ζει, ενώ κι αυτά ήταν υγιεινά και νόστιμα.

Τα τελευταία όμως χρόνια με την αύξηση του πληθυσμού και την ανάπτυξη της τεχνολογίας, ο άνθρωπος άρχισε να επεμβαίνει αλόγιστα στο φυσικό περιβάλλον με σκοπό να παράγει περισσότερα αγαθά και με λιγότερο κόπο, έτσι ώστε όχι μόνο να ζει πιο άνετα, αλλά να μπορεί να μεγαλώσει το κέρδος του, χωρίς να σκέφτεται τις συνέπειες και τις βλάβες που μπορεί να προκαλέσει στο περιβάλλον το οποίο κινείται, αλλά και την ίδια του την υγεία.

Έτσι σήμερα η καλλιέργεια της γης γίνεται με σύγχρονα μέσα, με τη βοήθεια της επιστήμης και με τη χρήση διαφόρων μέσων. Μερικά απ' αυτά είναι η εντατικοποίηση των καλλιεργειών, η μονοκαλλιέργεια, η υπερβολική άντληση των υπόγειων νερών, η χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων κ.ά.

Οι συνέπειες της επέμβασης του ανθρώπου στη γη ήταν πολύ λιγότερες τα προηγούμενα χρόνια, σήμερα όμως τις ζούμε καθημερινά και όλο σε μεγαλύτερο βαθμό. Μεγάλο είναι το μερίδιο σ' αυτές τις συνέπειες της χρήσης των φυτοφαρμάκων στη σύγχρονη γεωργία. Η ατμόσφαιρα ρυπαίνεται, το νερό μολύνεται, το έδαφος καταστρέφεται, η χλωρίδα και η πανίδα εξαφανίζονται. Αλλά και η ίδια μας η υγεία κινδυνεύει. Τα τρόφιμα που παράγει τώρα η γη δεν είναι τόσο υγιεινά, αφού οι βλαβερές ουσίες που περιέχουν τα φυτοφάρμακα εισχωρούν σ' αυτά και σιγά σιγά βλάπτουν τον οργανισμό του ανθρώπου.

Τα σπουδαιότερα μέσα της σύγχρονης γεωργίας που είναι τα χημικά λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα αποτελούν πηγές ρύπανσης. Τα παράγωγα των καλλιεργειών και τα απόβλητα των ζώων αποτελούν επίσης πηγές ρύπανσης. Η μέση παγκόσμια χρήση λιπασμάτων είναι 60kg/ha το χρόνο με μεγάλη διακύμανση μεταξύ των χωρών. Η αύξηση των φωσφορικών τη δεκαετία του 70 έφτασε στο 33%, ενώ των αζωτούχων λιπασμάτων διπλασιάστηκε και του καλίου παρέμεινε σταθερή. Η αντίστοιχη χρήση φυτοφαρμάκων έχει αυξηθεί περισσότερο από αυτή των λιπασμάτων.

Τα χημικά λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα και τα στερεά απόβλητα των ζώων που εφαρμόζονται στο έδαφος παρασύρονται από τα απορρέοντα νερά των βροχοπτώσεων και των χιονοπτώσεων προς τα στραγγιστικά δίκτυα και από εκεί στους ποταμούς. Το νερό που κινείται μέσα από το έδαφος παρασύρει τις πλεονάζουσες ποσότητες των χημικών ουσιών προς το στραγγιστικό δίκτυο. Από τα κυριότερα θρεπτικά στοιχεία το άζωτο είναι εκείνο που κινείται ταχύτερα με το νερό στράγγισης, ενώ τα φωσφορικά δεσμεύονται από το έδαφος και φθάνουν στα ποτάμια ουσιαστικά με τη διάβρωση. Τα φυτοφάρμακα που εφαρμόζονται στο έδαφος ή στην επιφάνεια των φυτών, γενικά δεσμεύονται από τα εδαφικά υλικά και φθάνουν στα υδατορεύματα με τη διάβρωση των εδαφών.

Η διαδικασία της άρδευσης σε ξηρές και ημίξερές κλιματικές συνθήκες προκαλεί προβλήματα ρύπανσης των υπόγειων νερών και των επιφανειακών αποδεκτών αυξάνοντας την αλατότητα τους. Αυτό συμβαίνει γιατί με την εξάτμιση του εφαρμοζόμενου νερού το εδαφικό διάλυμα εμπλουτίζεται με άλατα. Για να διατηρηθούν οι αποδόσεις των καλλιεργειών σε ικανοποιητικά επίπεδα σ' αυτή την περίπτωση τα άλατα εκπλύνονται εφαρμόζοντας μεγαλύτερες ποσότητες νερού με αποτέλεσμα τα άλατα να φτάνουν στα υπόγεια νερά και με τη στράγγιση στα επιφανειακά νερά. Όλη αυτή η διαδικασία είναι γνωστή σαν υποβάθμιση των υδατορευμάτων από το νερό που επιστρέφει κατά την άρδευση [5].

7.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ

Φυτοφάρμακα λέγονται μια σειρά από φάρμακα, χημικές ουσίες που φτιάχνονται για την αποτελεσματική καταπολέμηση των εχθρών των φυτών. Είναι

δυνατά δηλητήρια, προϊόντα υψηλής τεχνολογίας, που δρουν και σκοτώνουν ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς που βλάπτουν τις καλλιέργειες.

Αναπτύχθηκαν τα τελευταία εξήντα περίπου χρόνια. Το 1942 ο Ελβετός Muller ανακαλύπτει το DDT, ενώ το 1946 τα εργαστήρια της εταιρίας φαρμάκων BAYER κατασκευάζουν το παραθείο. Τα πρώτα χρόνια της ανακάλυψής τους, η συμβολή τους στην προστασία της αγροτικής παραγωγής, γέννησε πολλές ελπίδες για τη λύση του προβλήματος τροφής που αντιμετώπιζε η ανθρωπότητα με την αύξηση του πληθυσμού.

Ταυτόχρονα η προσφορά τους ήταν μεγάλη και στην προστασία της δημόσιας υγείας με την καταπολέμηση ενοχλητικών εντόμων, που έφεραν διάφορες ασθένειες στον άνθρωπο και ανοίγονται νέοι ορίζοντες στη βελτίωση της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής.

Έτσι τα φυτοφάρμακα αντιμετωπίζονται απ' όλους μόνο από τη θετική τους πλευρά και οι βιομηχανίες φαρμάκων συναγωνίζονται μεταξύ τους για την παραγωγή νέων φυτοφαρμάκων με μεγαλύτερη δράση.

Καμιά φωνή δεν ακούγεται για τυχόν επιπτώσεις και συνέπειες στην ανθρώπινη ζωή και το φυσικό περιβάλλον.

Μόνο τα τελευταία χρόνια διατυπώνονται οι πρώτες ανησυχίες για τη δράση τους αφού σε ορισμένους τόπους εξαφανίζονται ομάδες φυτών και ζώων, ενώ επιστήμονες ανακαλύπτουν και δημοσιεύουν αποτελέσματα ερευνών με τις οποίες διαπιστώνονται βλάβες στην υγεία του ανθρώπου. Έτσι μερικά από τα πρώτα φυτοφάρμακα αποσύρονται από την κυκλοφορία στις σύγχρονες χώρες, εξακολουθούν όμως να κυκλοφορούν σε άλλες.

Οι ανησυχίες όμως των επιστημόνων αλλά και πολλών άλλων πλέον μεγαλώνουν, διαπιστώνοντας καθημερινά τις αρνητικές τους επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον, χωρίς να παραβλέπουν βέβαια τη χρησιμότητά τους στη σύγχρονη γεωργία, η οποία χωρίς τη δράση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων δε θα είχε αυτή τη μεγάλη ανάπτυξη.

Σήμερα όλοι πλέον αναγνωρίζουν ότι τα φυτοφάρμακα κατέχουν σημαντικό μερίδιο στην αλλοίωση του φυσικού περιβάλλοντος και γίνεται προσπάθεια ώστε να παρθούν μέτρα για την καλύτερη αξιοποίησή τους, ελαχιστοποιώντας τις αρνητικές τους συνέπειες.

Μάλιστα υπάρχει μια στροφή των παραγωγών και των καταναλωτών στη βιολογική γεωργία, στην οποία δε χρησιμοποιούνται φυτοφάρμακα ή άλλες ουσίες. Είναι ίσως η λύση στο πρόβλημα και θα πρέπει όλοι μας να στραφούμε προς αυτήν την κατεύθυνση, με πρώτους τους αγρότες μας οι οποίοι όμως θα πρέπει να έχουν την συνεργασία και υποστήριξη του κράτους [5].

7.2 ΕΙΔΗ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ

Οι κυριότερες κατηγορίες φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται σήμερα στην γεωργική παραγωγή είναι οι εξής:

- i. Εντομοκτόνα. Εφαρμόζονται για την καταστροφή των εντόμων και είναι οι πιο τοξικές ουσίες σε σχέση με τα υπόλοιπα φυτοφάρμακα. Οι σημαντικότερες κατηγορίες εντομοκτόνων είναι οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, όπως το DDT, η κυκλοφορία των οποίων έχει απαγορευθεί εδώ και αρκετά χρόνια στις περισσότερες χώρες, οι οργανοφωσφορικές ενώσεις που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των εντομοκτόνων, τα καρβαμιδικά, τα πυρεθρινοειδή και οι φαινόλες.
- ii. Ζιζανιοκτόνα, για την εκλεκτική ή μη-εκλεκτική καταστροφή της χλωρίδας.
- iii. Μυκητοκτόνα, τα οποία δρουν εναντίον των μυκήτων και των βακτηρίων τους. Τα περισσότερα εφαρμόζονται τοπικά και προστατεύουν μόνο τα μέρη εκείνα του φυτού που είναι επικαλυμμένα με το φάρμακο.

- iv. Τρωκτικοκτόνα, που δρουν εναντίον των τρωκτικών.
- v. Απολυμαντικά, τα οποία εισπνέονται από έντομα, τρωκτικά και νηματοειδή και συντελούν στην εξόντωση τους.
- vi. Συνεργηστικά. Δεν εμφανίζουν τα ίδια παρασιτοκτόνες ιδιότητες, αλλά χρησιμοποιούνται σε μίγματα με άλλες ουσίες, των οποίων αυξάνουν την τοξική ενεργότητα [6].

7.3 ΧΡΗΣΗ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ

Η χρήση των φυτοφαρμάκων στη σύγχρονη γεωργία με τις σημερινές συνθήκες και με ορισμένες προϋποθέσεις είναι αναγκαία για την αγροτική παραγωγή. Τα φυτοφάρμακα όταν χρησιμοποιούνται στη σωστή αναλογία και με την καθοδήγηση ειδικών γεωπόνων, συμβάλλουν στην αύξηση της αγροτικής παραγωγής και στη βελτίωση της ποιότητας των αγροτικών προϊόντων, αφού καταστρέφουν τους βλαβερούς οργανισμούς που εμποδίζουν την ανάπτυξη των φυτών ή τους μικροοργανισμούς που μολύνουν τα προϊόντα και καταστρέφουν πολλές φορές ολόκληρη την παραγωγή.

Η χρήση τους εξοικονομεί χρόνο, αφού χωρίς αυτά οι γεωργοί θα έπρεπε να δουλεύουν στις καλλιέργειές τους πολύ περισσότερο, και μάλιστα με αρκετά μικρότερη απόδοση.

Επίσης για να καταπολεμηθούν οι διάφορες ασθένειες χωρίς τα φυτοφάρμακα θα απαιτούνταν περισσότερη και πιο κοπιαστική δουλειά από όλα τα μέλη της οικογένειας κάθε αγρότη. Με τη χρήση τους οι αγροτικές ασχολίες γίνονται λιγότερο κουραστικές, ενώ δε χρειάζονται πολλά “χέρια”

Ακόμα τα φυτοφάρμακα σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να καθυστερήσουν ή να κάνουν πιο γρήγορη την αγροτική παραγωγή, ανάλογα με τις επιθυμίες του παραγωγού, έτσι ώστε να μπορεί να προλάβει τις καιρικές συνθήκες [5].

7.4 ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ

Το πόσο εύκολα ένα γεωργικό φάρμακο διαλύεται στο νερό αποτελεί την υδατοδιαλυτότητα του και καθορίζει σε μεγάλο βαθμό πόση από τη χημική ουσία μεταφέρεται μέσα στο έδαφος. Όσο πιο εύκολα διαλύεται ένα φάρμακο στο νερό τόσο πιο πιθανό είναι να μεταφερθεί η χημική ουσία μέσα στο έδαφος. Τα φάρμακα πρέπει να μπορούν να διαλύονται στο νερό για να μπορούν να εφαρμοστούν. Τα περισσότερα αιωρούνται μέσα στο νερό αντί να διαλύονται. Ένα διάλυμα εν αιωρήσει σημαίνει ότι τα μόρια διαχωρίζονται από το νερό αν αφεθούν αδιατάραχτα για λίγο. Γι'αυτό τα περισσότερα ψεκαστικά μηχανήματα ξαναυπολογίζουν και αναταράσσουν το διάλυμα του φαρμάκου [4].

7.5 ΧΡΟΝΟΣ ΥΠΟΔΙΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ

Τα σύγχρονα φάρμακα δε διατηρούνται πολύ στο έδαφος. Αρχίζουν να διασπώνται σχεδόν αμέσως μετά την εφαρμογή τους και όσο περισσότερο παραμένουν στο έδαφος τόσο λιγότερο επικίνδυνα γίνονται. Αυτό έρχεται σε ισχυρή αντίθεση με τα παλιότερα (τώρα απαγορευμένα) φάρμακα που παρέμεναν στο έδαφος πολλά χρόνια. Για παράδειγμα, οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες όπως το chlordane, toxaphene και DDT μπορούσαν να παραμείνουν στο έδαφος για 20 χρόνια ή παραπάνω. Ένα φάρμακο με μεγαλύτερο χρόνο υποδιπλασιασμού από δυο με τρεις εβδομάδες μπορεί να έχει τη δυνατότητα να μολύνει το υπόγειο νερό. Ο χρόνος υποδιπλασιασμού μιας χημικής ουσίας είναι ο χρόνος που απαιτείται για να εξαλειφθεί το μισό φάρμακο μέσα από φυσικές διαδικασίες. Αυτές οι διαδικασίες περιλαμβάνουν την υδρόλυση, φωτόλυση και τη μικροβιακή μεταμόρφωση. Υδρόλυση είναι η αντίδραση που έχει μια χημική ουσία με το νερό που καταλήγει στη

διάσπαση του χημικού μορίου. Οι δεσμοί μεταξύ των μερών του μορίου διασπώνται και ένα ιόν υδρογόνου (H⁺) και ένα ιόν υδροξυλίου (HO⁻) προσκολλούνται στα μέρη. Απ'τη στιγμή που διασπώνται τα μόρια μπορεί να μην είναι επικίνδυνα.

Φωτόλυση είναι η διάσπαση μιας ουσίας από την ενέργεια του ήλιου. Η απορροφημένη ενέργεια φωτός μπορεί να προκαλέσει τη διάσπαση ορισμένων ενώσεων που θα τις καταστήσει μη επικίνδυνες. Τα μικρόβια του εδάφους βοηθούν επίσης στη διάσπαση των χημικών ενώσεων των γεωργικών φαρμάκων. Τα σύγχρονα γεωργικά φάρμακα έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να διασπώνται από αυτές τις δυνάμεις για ν'αφήνουν λιγότερα υπολείμματα. Ορισμένα γεωργικά φάρμακα ανθίστανται σ'αυτές τις διαδικασίες περισσότερο από άλλα, έτσι έχει σημασία ο τύπος του φαρμάκου για το πόσο εύκολα μολύνεται τι υπόγειο νερό. Οι σύγχρονες μέθοδοι παραγωγής μειώνουν την επίδραση των φαρμάκων στο υπόγειο και επιφανειακό νερό όπως και σε τομείς του περιβάλλοντος. Διαλέγοντας φάρμακα που αφήνουν ελάχιστα υπολείμματα και χρησιμοποιώντας την ελάχιστη δυνατή ποσότητα βοηθάμε στη μείωση του προβλήματος. Η χρήση της ολοκληρωμένης καταπολέμησης μειώνει σημαντικά την ποσότητα φαρμάκου που απαιτείται.

Οι σύγχρονες μέθοδοι εφαρμογής μπορούν επίσης να είναι αποτελεσματικές στη μείωση της δυνατότητας μόλυνσης. Το μέγεθος των σταγονιδίων που ψεκάζονται επηρεάζει την ποσότητα του φαρμάκου που προσκολλάται στο φυτό. Γενικά, όσο μικρότερες είναι οι σταγόνες, τόσο καλύτερα μπορεί να κρατηθεί το ψεκαστικό διάλυμα πάνω στο φυτό και η ποσότητα που έρχεται σε επαφή με το έδαφος ελαττώνεται. Επίσης, η χρήση προσκολλητικού στο ψεκαστικό διάλυμα βοηθά στο να προσκολλάται το διάλυμα στο φυτό. Τα περισσότερα φυτά έχουν ένα κηρώδες κάλυμμα στο εξωτερικό τους που προκαλεί τη σταγονοποίηση του νερού. Ένα προσκολλητικό είναι μια απορρυπαντική ουσία που προστίθεται στο ψεκαστικό διάλυμα και προκαλεί το καλύτερο άπλωμα του υγρού πάνω στη φυτική επιφάνεια.

Οι ηλεκτροστατικοί ψεκαστήρες δημιουργούν ένα αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο το οποίο προσελκύεται από ένα θετικό φορτίο πάνω στο φυτό. Αυτό κάνει τις σταγόνες του ψεκασμού να πάνε απευθείας στην φυτική επιφάνεια και να προσκολληθούν, με συνέπεια το μικρότερο όγκο και λιγότερη επαφή του φαρμάκου με το έδαφος [4].

7.6 ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΟ ΥΔΑΤΙΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

7.6.1 Αιτίες μόλυνσης των νερών από φυτοφάρμακα.

Τα φυτοφάρμακα, που χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως στις αγροτικές περιοχές, έχουν τρία επίπεδα επικινδυνότητας για τον άνθρωπο και το ευρύτερο περιβάλλον του.

- i. Κίνδυνοι που παρουσιάζονται στα εργοστάσια παρασκευής τους, κατά την αποθήκευση, την επεξεργασία ή τη μεταφορά τους. Εκεί παρατηρούνται σοβαροί κίνδυνοι, άλλα μόνο για το προσωπικό που έρχεται σε επαφή με τις τοξικές ουσίες.
- ii. Χρόνια αποτελέσματα στον άνθρωπο και το περιβάλλον από τα υπολείμματα των φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα.
- iii. Κίνδυνοι που σχετίζονται με την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων στις καλλιέργειες από τους αγρότες. Σχολαστική προσοχή κατά το στάδιο αυτό, μπορεί να περιορίσει σημαντικά τα ατυχήματα και τους κινδύνους. Ωστόσο, όσο προσεκτικά και αν γίνει η εφαρμογή των φαρμάκων στις καλλιέργειες, πολύ συχνά μεταφέρονται τοξικές ουσίες στο χώμα και τον υδροφόρο ορίζοντα.

Οι κυριότεροι μηχανισμοί μόλυνσης του περιβάλλοντος από φυτοφάρμακα είναι οι εξής:

- Η άμεση μόλυνση των πηγαδιών από τρεχούμενα νερά, τα οποία έχουν μολυνθεί από διαλύματα φυτοφαρμάκων που βρίσκονται σε ψεκαστικές συσκευές, τρακτέρ κ.α.
- Η μεταφορά φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον από σημεία όπου πλένονται τρακτέρ και ψεκαστικές συσκευές.
- Έκπλυση από δημόσιες εκτάσεις και θέσεις απόθεσης αποβλήτων.
- Φιλτράρισμα νερών που έχουν μολυνθεί από φυτοφάρμακα, σε λίμνες και ποτάμια.
- Η απομάκρυνση των επιφανειακά εφαρμοζόμενων φυτοφαρμάκων στα υπόγεια νερά, από οδούς προτιμούμενης ροής.



7.6.1.1 Πιθανότητες μόλυνσης των υπόγειων νερών.

Η πιθανότητα να φτάσει μια τοξική ουσία στα υπόγεια νερά εξαρτάται από τις φυσικοχημικές της ιδιότητες. Ακόμα εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους που δίνονται από τα αρχικά DRASTIC, τα οποία συμβολίζουν:

D: το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα (Depth),

R: την επαναφόρτιση των υπόγειων νερών δια μέσου καταβύθισης και ύδρευσης (Recharge),

A: το υδροφόρο μέσο (Aquifer medium),

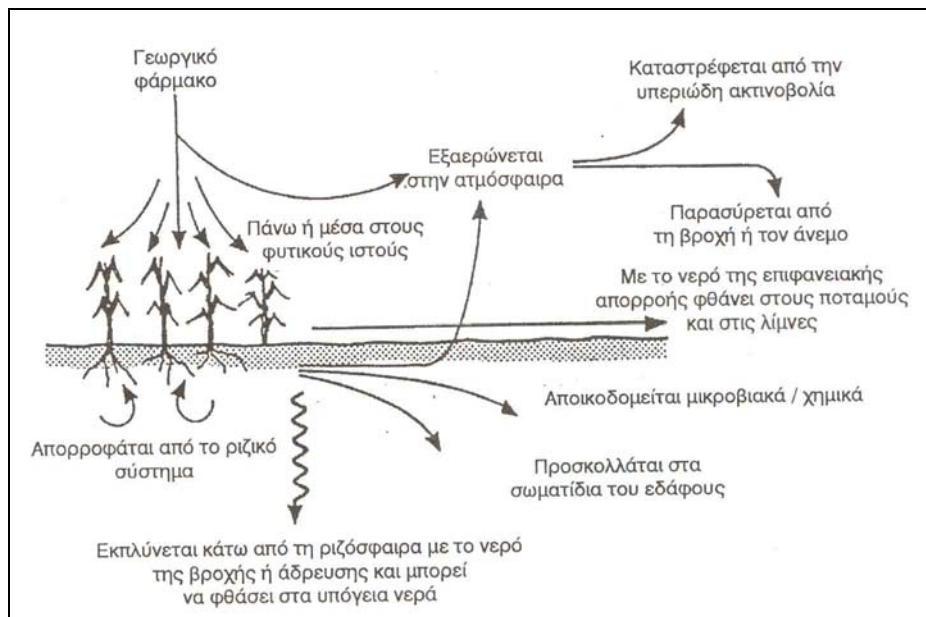
S: το χώμα (Soil medium),

T: την τοπογραφία του εδάφους (Topography),

I: την επίδραση της ζώνης αερισμού (Impact of the vadose zone) και

C: την αγωγιμότητα του υδροφόρου μέσου (Conductivity).

Η ζώνη αερισμού(ή ζώνη vadose), είναι μια περιοχή στο υπέδαφος όπου βρίσκονται οι ρίζες των περισσότερων φυτών και δέντρων. Έχει αρκετά μεγάλη περιεκτικότητα σε οξυγόνο και είναι η περιοχή δράσης πολλών μικροοργανισμών. Στην περιοχή αυτή το χώμα καλύπτεται από στρώματα ύδατος σε ποσοστό αρκετά μικρότερο από ότι συμβαίνει σε κατώτερα στρώματα του εδάφους, γι'αυτό και λέγεται ακόρεστη ζώνη. Αντίθετα, το κατώτερο στρώμα στο υπέδαφος λέγεται κορεσμένη ζώνη και εκεί βρίσκονται τα υπόγεια νερά.



Σχήμα 7.6.1.1.α. Η τύχη των γεωργικών φαρμάκων μετά την εφαρμογή τους στις γεωργικές καλλιέργειες [11].

Πίνακας 7.6.1.1.α. Τιμές φυσικοχημικών σταθερών φυτοφαρμάκων που θεωρούνται ύποπτα για μόλυνση των υπόγειων νερών [6].

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ
Διαλυτότητα στο νερό	>30mg/l(ppm)
Σταθερά νομού του Henry (H)	<10 ³ Pa·m ⁻³ ·mol ⁻¹
Χρόνος ημίσειας ζωής υδρόλυσης	>3μήνες
Χρόνος ημίσειας ζωής φωτόλυσης	>1 εβδομάδα
Σταθερά προσρόφησης, K _d	<1-5
Σταθερά προσρόφησης, K _{oc}	<300-500
Χρόνος ημίσειας ζωής αερόβιου μεταβολισμού στο χώμα	>2-3 εβδομάδες

Σημαντικές πιθανότητες για μόλυνση των υπόγειων νερών από τοξικές ουσίες, υπάρχουν όταν το άθροισμα των παραμέτρων DRASTIC έχει τιμή μεγαλύτερη από 150, όταν η επαναφόρτιση των υπόγειων νερών είναι μεγαλύτερη από 25cm/χρόνο και τέλος όταν πρόκειται για εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα. Παράλληλα, όταν ένα ζιζανιοκτόνο έχει τιμές φυσικοχημικών σταθερών σαν αυτές που φαίνονται στον πίνακα 8, τότε οι πιθανότητες να μολύνει τα υπόγεια νερά είναι αυξημένες. Φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται σε Ευρωπαϊκές χώρες σε ποσότητες από 50-500 τόνους το χρόνο και θεωρείται ότι είναι πιθανό να μολύνουν τα υπόγεια νερά. Οι ουσίες που είναι υπογραμμισμένες είναι αυτές που χρησιμοποιούνται σε ποσότητες μεγαλύτερες από 500 τόνους.

Πίνακας 7.6.1.1.β. Ουσίες ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιούνται σε ποσότητες μεγαλύτερες από 500 τόνους [6].

<u>Alachlor</u>	Dinoseb	<u>Methabenthiazuron</u>
Aldicarb	<u>Diuron</u>	Methiocarb
Amitrole	DNOC	Oxydemeton methyl
<u>Atrazine</u>	EPTC	Phemmedipham
<u>Benazolin</u>	Ethofumesate	<u>Prochloraz</u>
Bentazone	Ethoprophos	Propham
Bromofenoxim	Fenamiphos	Prometryn
<u>Carbaryl</u>	Fluoroxypyr	<u>Propiconazole</u>
Carbendazim	Iprodione	Propyzamide
<u>Carbetamide</u>	<u>Isoproturon</u>	<u>Pyrethrin</u>
<u>Chloridazon</u>	Linuron	Simazine
Chlorpyrifos	Maneb	Terbuthylazine
<u>Chlortoluron</u>	<u>MCPA</u>	Terbutryn
Cyanazine	<u>MCPP</u>	Triademinol
2,4-D	Metamitron	Trichlorfon
Dalapon	<u>Metazachlor</u>	<u>Trichloroacetic acid</u>
Diazinon	<u>Metham-sodium</u>	Vinclozolin
Dichlobenil	<u>Metalachlor</u>	ziram
<u>Dimethoate</u>		

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δημοσιοποιήσει μια λίστα φυτοφαρμάκων τα οποία με βάση τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες, θεωρούνται ύποπτα για μόλυνση των υπογείων νερών. Στη σύνταξη της λίστας αυτής, η οποία φαίνεται στον πίνακα 9, εκτός από τις φυσικοχημικές σταθερές των ουσιών ελήφθησαν υπόψη και άλλοι παράμετροι, όπως η τοξικότητα της κάθε ουσίας, η παραμονή της στο έδαφος και οι ποσότητες που εφαρμόζονται συνήθως. Παράλληλα συμπεριελήφθησαν ουσίες οι οποίες έχουν ήδη ανιχνευθεί στα υπόγεια νερά σε υψηλή περιεκτικότητα. Πολλές από αυτές τις τοξικές ουσίες είναι ζιζανιοκτόνα, μεταξύ των οποίων και η ατραζίνη. Εκτιμάται ότι τα υπόγεια νερά αποτελούν το 90% του πόσιμου νερού στις αγροτικές περιοχές και το 75% στις πόλεις των Ηνωμένων Πολιτειών. Ανάλογα είναι τα ποσοστά και στις Ευρωπαϊκές Χώρες. Είναι επομένως εμφανείς οι σοβαρές επιπτώσεις που μπορεί να έχει μια πιθανή μόλυνση των υπόγειων νερών [6].

7.6.1.2 Πιθανότητες μόλυνσης των ποταμών και των νερών στις εκβολές τους.

Τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν είχαν μεγάλο δυναμικό βιοσυσσώρευσης. Τέτοια ήταν τα οργανοχλωριωμένα ζιζανιοκτόνα, τύπου DDT, η κυκλοφορία των οποίων εδώ και αρκετά χρόνια έχει απαγορευθεί. Αντίθετα τα φυτοφάρμακα που κυκλοφορούν τα τελευταία χρόνια, έχουν γενικά μικρούς χρόνους ημίσειας ζωής και μικρό δυναμικό βιοσυσσώρευσης, ενώ διαλύονται στην υδατική φάση και μεταφέρονται στα επιφανειακά νερά, τα οποία μπορούν να μολύνουν εύκολα με μια πληθώρα μηχανισμών. Οι μεσογειακές χώρες (Γαλλία, Ιταλία, Ελλάδα, Ισπανία) έχουν δημοσιοποιήσει μια λίστα ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων, τα οποία θεωρούνται ύποπτα για μόλυνση των επιφανειακών νερών. Η λίστα αυτή, που φαίνεται στον πίνακα 10, συνάχθηκε με βάση τις φυσικοχημικές ιδιότητες των τοξικών

ουσιών, αλλά και με βάση δεδομένα χρησιμοποίησης και παραμονής τους. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι αναλύσεις θαλασσινών νερών, οι οποίες δείχνουν ότι η μόλυνση τους από φυτοφάρμακα είναι περιορισμένη. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι τοξικές ουσίες διασπώνται γρήγορα και εύκολα στις συνθήκες που επικρατούν στα θαλασσινά νερά. Έχουν γίνει αναλύσεις θαλασσινών νερών σε διάφορα επίπεδα αλατότητας (από 3-28‰) και τα αποτελέσματα τους δείχνουν ότι όσο αυξάνεται η αλατότητα του νερού, τόσο παρατηρείται σταδιακή μείωση της συγκέντρωσης των ζιζανιοκτόνων σ' αυτό.

Ζιζανιοκτόνα και μυκητοκτόνα που θεωρείται ότι, με βάση τη συχνότητα χρησιμοποίησης τους, τις τιμές των φυσικοχημικών σταθερών και την παραμονή τους, είναι πιθανό να μολύνουν τα επιφανειακά νερά [6].

Πίνακας 7.6.1.2.α. Λίστα ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων, τα οποία θεωρούνται ύποπτα για μόλυνση των επιφανειακών νερών [6].

ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ			
Alachlor	Diuron	Metalachlor	Diquat
Amitrole	DNOC	Metoxyron	Methabenthiazuron
Atrazine	EPTC	Metribuzin	Trifluralin
Bentazone	Ethalfuralin	Molinate	Terbutylazine
Bromoxynil	Ethofumesate	Napropamide	Terbutryn
Butylate	Flamprop-M-isopropyl	Neburon	Tri-allate
Carbetamide	Glyphosate	Paraquat	
Chlortoluron	Isoproturon	Pendimethalin	
2,4-D	Linuron	Phenmediphan	
Di-allate	MCPA	Prometryn	
Dichlobenil	Mecoprop	Simazine	
Dichlofop-methyl	Metamitron	Trichloroacetic acid	
Dinoterb	Metazachlor	Terbumeton	
ΜΥΚΗΤΟΚΤΟΝΑ			
Captafol	Folpet	Vinclozolin	Ethirimol
Captan	Mencozeb	Chlorothalonil	Metalaxyl
Carbendazim	Maneb	Ziram	Thiram

7.6.1.3 Πιθανότητες μόλυνσης των νερών της βροχής.

Τα επίπεδα των φυτοφαρμάκων στο νερό της βροχής εξαρτώνται από τις τιμές των φυσικοχημικών σταθερών, όπως είναι η τάση ατμών τους, από τα φαινόμενα φωτόλυσης που μπορεί να υποστούν, τη συχνότητα που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες, καθώς και από τις καιρικές συνθήκες. Υψηλότερες συγκεντρώσεις εμφανίζονται κατά τους μήνες Μάιο-Αύγουστο λόγω των μειωμένων βροχοπτώσεων. Σε γενικές γραμμές πάντως, τα φυτοφάρμακα συνεισφέρουν σε μικρό μόνο ποσοστό στο οργανικό φορτίο της βροχής, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις φυτοφάρμακα έχουν ανιχνευθεί σε δείγματα βροχής, ακόμα και σε επίπεδα υψηλότερα από τα επιτρεπτά όρια [6].

7.6.1.4 Πιθανότητες μόλυνσης των υδρόβιων οργανισμών.

Η βιο-συσσώρευση των φυτοφαρμάκων στους υδρόβιους οργανισμούς σχετίζεται με τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες, όπως τη διαλυτότητα στο νερό ή το λίπος, την προσρόφηση στις πρωτεΐνες και τα λιπίδια, τη σχετική μάζα, τη δυνατότητα σχηματισμού δεσμών υδρογόνου, τη σταθερά διάσπασης, την τάση ατμών και το σημείο τήξης. Κυρίως όμως καθορίζεται από το συντελεστή κατανομής K_{ow} . Ουσίες που έχουν τιμές $\log K_{ow}$ μεγαλύτερες από 5-6, εμφανίζουν αυξημένη τάση για βιο-συσσώρευση. Συχνά βέβαια στερεοχημικοί παράμετροι που σχετίζονται με το μεταβολισμό μπορεί να επηρεάσουν το τελικό αποτέλεσμα της συσσώρευσης ενός φαρμάκου, όπως συμβαίνει για παράδειγμα με τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια, που έχουν τιμές $\log K_{ow}$ μεγαλύτερες από 5-6. Τα μοντέρνα φυτοφάρμακα βέβαια έχουν μικρότερες τιμές. Έτσι, οι τραζίνες εμφανίζουν χαμηλό δυναμικό βιο-συσσώρευσης με τιμές $\log K_{ow}$ μεταξύ των 1.95-3.38, ενώ τα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά έχουν τιμές $\log K_{ow}$ μεταξύ των 0.7-5.9 και εμφανίζουν συχνότερα φαινόμενα συσσώρευσης [6].

7.7 ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΝΕΡΑ

Η παρουσία φυτοφαρμάκων στο υδάτινο περιβάλλον είχε διαπιστωθεί έμμεσα από ειδικούς της χημικής φυτοπροστασίας, από τις αρχές της δεκαετίας του 1950. Παρατηρήθηκαν δηλαδή σε πολλές περιπτώσεις θάνατοι ψαριών σε ποταμούς, λίμνες, ρυάκια ή σε εκβολές ποταμών, ύστερα από τη χρήση εντομοκτόνων για την προστασία καλλιεργειών. Οι θάνατοι αυτοί αποδόθηκαν στη ρύπανση των νερών από τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν απευθείας στο υδάτινο περιβάλλον ή μέσω των νερών αποστράγγισης ή μέσω επιφανειακών νερών προερχομένων από γειτονικούς αγρούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις η ανάλυση δειγμάτων νερού και νεκρών ψαριών, αποκάλυψε την παρουσία υπολειμμάτων των εντομοκτόνων που είχαν χρησιμοποιηθεί.

Πίνακας 7.7.α. Θάνατοι ψαριών από εντομοκτόνα (7).

ΕΤΟΣ	ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΕΚΡΩΝ ΨΑΡΙΩΝ	ΠΕΡΙΟΧΗ
1951	DDT	Δεν εκτιμήθηκε	Αλαμπάμα
1952	<<	<<	Φλώριδα
1957	<<	<<	<<
1958	Dieldrin	<<	<<
1960	DDD	<<	Καλιφόρνια
1963	Endrin	$5 \cdot 10^6$	Μισισσιπή
1964	DDT	Δεν εκτιμήθηκε	N.Υόρκη
1969	Endosulfan	<<	Ρήνος
1963-69	Toxaphere ή Endosulfan	$93 \cdot 10^3$	Καλιφόρνια
1970-74	<<	$48 \cdot 10^3$	<<
1975-79	<<	$65 \cdot 10^3$	<<
1980-83	<<	$7 \cdot 10^3$	<<

Λεπτομερέστερη έρευνα έδειξε την παρουσία υπολειμμάτων των εντομοκτόνων όχι μόνο στο νερό αλλά και στη λάσπη καθώς και στη χλωρίδα και στη μικροπανίδα του υδάτινου περιβάλλοντος της περιοχής.

Οι διαπιστώσεις αυτές μπορούν να θωρηθούν ως φυσική συνέπεια του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιούνταν τα φυτοφάρμακα γενικά στις δεκαετίες του 1950 και του 1960 αλλά και αργότερα, χωρίς να μπορεί κανείς να ισχυρισθεί ότι και στις μέρες μας γίνεται ορθολογική χρήση των επικίνδυνων αυτών σκευασμάτων.

Μεγάλες ποσότητες DDT και άλλων οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων ψεκάζονταν από αέρος ή από εδάφους και σε μεγάλες εκτάσεις για την καταπολέμηση κουνουπιών, επιβλαβών εντομολογικών ειδών καλλιέργειών αλλά και δασών. Η δοσολογία της δραστικής ουσίας ήταν όχι σπάνια μεγαλύτερη της συνιστώμενης, η δε απόρριψη του υπολοίπου ψεκαστικού διαλύματος καθώς και του νερού πλυσίματος των ψεκαστικών μηχανημάτων και των δοχείων συσκευασίας, γινόταν όχι σπάνια σε ρυάκια, λίμνες κλπ. Σε κάποιες μάλιστα περιπτώσεις, η ίδια βιομηχανία παρασκευής ή τυποποίησης φυτοφαρμάκων υπήρξε υπεύθυνη για τη ρύπανση των νερών, όπως συνέβη στην περιοχή του Μισισσιπή των Η.Π.Α. το 1963, όπου από τα απόβλητα βιομηχανίας παρασκευής Endrin, πέθαναν 5 εκατομμύρια ψάρια. Το ίδιο φαινόμενο επαναλήφθηκε το 1969 στο Ρήνο, από απόβλητα εργοστασίου παρασκευής Endosulfan. Οι Κιλικίδης και συνεργάτες (1984) αναφέρουν ότι στον κόλπο της Θεσσαλονίκης βρέθηκαν στο θαλασσινό νερό και σε μύδια τη διετία 1978-79 σημαντικές ποσότητες παραγωγών και μεταβολιτών του DDT όπως pp-DDT, pp-DDE και pp-DDD, εξαχλωριούχο βενζόλιο και πολυχλωριωμένα διφαινύλια και σε μύδια μικρή ποσότητα aldrin. Υπόψη ότι τα φυτοφάρμακα αυτά είχαν ήδη απαγορευθεί πριν 4-5 χρόνια από την περίοδο των παρατηρήσεων αυτών.

Στην λεκάνη απορροής του Πηνειού αποβάλλονται περίπου 1800 τόνοι φυτοφαρμάκων κάθε χρόνο. Από αυτά περί τους 1000 τόνους είναι εντομοκτόνα, 100 τόνοι είναι μυκητοκτόνα, 700 τόνοι είναι ζιζανιοκτόνα, στον δε Παγασητικό κόλπο καταλήγουν περί τους 200 τόνους φυτοφαρμάκων κάθε χρόνο. Νεκρά ψάρια παρατηρούνται συχνά στο Λουδία και στον Αλιάκμονα ενώ στη λίμνη Βιστωνίδα εμφανίστηκε μαζικός θάνατος ψαριών παλαιότερα που αποδόθηκε σε φυτοφάρμακα. Παρόμοια περιστατικά συναντώνται κατά δεκάδες στη διεθνή βιβλιογραφία των τελευταίων δεκαετιών που αναφέρονται σε θανάτους ψαριών, πουλιών, θαλαστικών και άγριων ζώων λόγω ρύπανσης από φυτοφάρμακα λιμνών, θαλασσών κλπ ως συνέπεια της τροφικής εξάρτησης των ειδών στο οικοσύστημα [7].

7.8 ΤΡΟΠΟΙ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

7.8.1 Απευθείας εφαρμογή

Πολλές φορές στο παρελθόν αλλά και σήμερα γίνονται εφαρμογές φυτοφαρμάκων στη επιφάνεια λιμνών και παράκτιων περιοχών για την αντιμετώπιση επιβλαβών ειδών εντόμων ή για την καταστροφή υδροχαρών φυτών, Τέτοιες εφαρμογές έχουν ως συνέπεια τη διατάραξη της ισορροπίας στο οικοσύστημα και την καταστροφή της πανίδας και της χλωρίδας της περιοχής. Ένα κλασσικό παράδειγμα αποτελεί εκείνο της clear lake στην Καλιφόρνια στην οποία έγιναν επεμβάσεις για την αντιμετώπιση της σκνίπας την περίοδο 1949-57. Χρησιμοποιήθηκε το DDD σε συγκέντρωση 14-20μg/l που δεν είχε τοξική επίδραση στους υδρόβιους μικροοργανισμούς και στα ψάρια. Παρατηρήθηκαν όμως το 1954 θάνατοι πουλιών που τρέφονταν με ψάρια της λίμνης, στο λιπώδη ιστό των οποίων ανιχνεύθηκε DDD σε συγκέντρωση που έφθανε τα 1600mg/Kg ζώντος βάρους πουλιού, που ήταν σαφώς θανατηφόρος και αποτελεί τυπικό παράδειγμα βιομεγένθυσης της συγκέντρωσης χλωριωμένου υδρογονάνθρακα [7].

7.8.2 Νερά αποστράγγισης

Τα νερά αποστράγγισης εδαφών που δέχονται επεμβάσεις με φυτοφάρμακα άμεσα (στο έδαφος) ή έμμεσα (ψεκασμοί-επιπτώσεις των φυτών), αποτελούν τις κυριότερες πηγές ρύπανσης λιμνών, ποταμών, ρυακιών, θαλασσών κλπ που είναι και οι φυσικοί αποδέκτες των νερών αυτών.

Σε πειράματα όπου εξετάσθηκε η μετακίνηση parathion από ένα αγρό σε παρακείμενα κανάλια αποστράγγισης και άρδευσης διαπιστώθηκε ότι αμέσως μετά

την επέμβαση η συγκέντρωση της δραστικής ουσίας του εντομοκτόνου ήταν 30mg/l, σε 24 ώρες μειώθηκε σε 3 mg/l, διαπιστώθηκαν όμως υπολείμματα του σε αποστάσεις 45-100m κατά μήκος των καναλιών. Σε άλλη περίπτωση η συγκέντρωση των ζιζανιοκτόνων atrazine και dicamb αυξανόταν κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στα νερά αποστράγγισης και μειωνόταν στα διαστήματα μεταξύ των καλλιεργητικών περιόδων.

Στην Ολλανδία παρατηρήθηκε ότι τα νερά αποστράγγισης θερμοκηπίων όπου χρησιμοποιούνταν απολυμαντικά εδάφους (κυρίως βρωμιούχο μεθύλιο), είχαν σε μεγάλη συγκέντρωση τα σκευάσματα αυτά, την εποχή κυρίως που χρησιμοποιούνταν στα θερμοκήπια [7].

7.8.3 Ρέοντα ύδατα

Νερά που προέρχονται από βροχοπτώσεις ή από αλόγιστη άρδευση και που κυλάνε επιφανειακά σε εδάφη που προηγουμένως δέχτηκαν επεμβάσεις με φυτοφάρμακα (είτε απευθείας είτε έμμεσα ύστερα από ψεκασμό καλλιεργούμενων φυτών ή ζιζανίων), παρασύρουν εδαφικό υλικό με υπολείμματα των φυτοφαρμάκων, ρυπαίνοντας τους φυσικούς τους αποδέκτες (ποτάμια, ρυάκια, λίμνες, θάλασσες). Και τούτο επειδή σε πολλές περιπτώσεις η δραστική ουσία του σκευάσματος είναι προσροφημένη στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους και μεταφέρεται μαζί του όταν παρασύρεται με το νερό (υδατική διάβρωση). Φαίνεται ότι η διάβρωση των εδαφών είναι μια από τις κύριες αιτίες μεταφοράς φυτοφαρμάκων από το επιφανειακό έδαφος στους φυσικούς αποδέκτες των νερών που ρέουν επίσης επιφανειακά.

Πολλές έρευνες εξάλλου έδειξαν ότι η συγκέντρωση φυτοφαρμάκων στα ρέοντα επιφανειακά νερά σε εδάφη που προηγουμένως δέχθηκαν επεμβάσεις με αυτά, είναι σημαντικά μεγάλη και ότι τα νερά αυτά είναι μια κύρια πηγή ρύπανσης των επιφανειακών νερών-αποδεκτών τους (λιμνών, θαλασσών, ποταμών κλπ). Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα βρέθηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση της δραστικής ουσίας ενός φυτοφαρμάκου σε επιφανειακώς ρέοντα νερά από ότι σε νερά αποστράγγισης.

Είναι γνωστό ότι μετά την εφαρμογή ενός φυτοπροστατευτικού προϊόντος και ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες στο περιβάλλον, μέρος της δραστικής ουσίας του σκευάσματος εξατμίζεται ή εξαχνώνεται ή υφίσταται διασπορά στο περιβάλλον με μορφή σταγονιδίων του ψεκαστικού υγρού ή κόκκων σκόνης του φαρμάκου. Σε νερό της βροχής έχουν ανιχνευθεί υπολείμματα φυτοφαρμάκων προερχομένων από τη διασπορά αυτή της δραστικής ουσίας του σκευάσματος προς το περιβάλλον. Μέσω της βροχής, τα υπολείμματα αυτά επιστρέφουν στη γη, ρυπαίνοντας μεταξύ των άλλων και το υδάτινο περιβάλλον.

Αλλά και με την άρδευση των καλλιεργειών που αποσκοπεί κατά βάση στην προμήθειά τους με την αναγκαία ποσότητα νερού, είναι δυνατή η ρύπανση των επιφανειακών νερών. Αυτό μπορεί να συμβεί σε περιπτώσεις όπου π.χ. οι πηγές αρδευτικού νερού όπως πηγάδια, γεωτρήσεις (υπόγειες πηγές) ή λίμνες, ποτάμια, αποστραγγιστικά κανάλια (επιφανειακές πηγές), έχουν ήδη ρυπανθεί από φυτοπροστατευτικά προϊόντα από προηγούμενες χρήσεις. Σε περιοχές της Καλιφόρνιας για παράδειγμα όπου χρησιμοποιούνται πολλά φυτοφάρμακα και στις οποίες το νερό αποστράγγισης επαναχρησιμοποιείται για άρδευση καλλιεργειών διαπιστώθηκε ότι η συγκέντρωση των εντομοκτόνων και κυρίως του endrin στο νερό άρδευσης αυξανόταν σημαντικά κατά την καλλιεργητική περίοδο και μειωνόταν σε οριακά επίπεδα στις ενδιάμεσες περιόδους. Σε περιπτώσεις επίσης όπου οι εφαρμογές φυτοπροστατευτικών προϊόντων γίνονται επιφανειακά σε εδάφη επικλινή και η άρδευση εφαρμόζεται με συστήματα επιφανειακής ροής π.χ. αυλάκια, λεκάνες ή με συστήματα υπό πίεση (καταιονισμός, σταγόνες, μικροεκτοξευτήρες) και σε ρυθμούς εφαρμογής που υπερβαίνουν την ταχύτητα διήθησης του εδάφους,

παρατηρείται μια σημαντική απορροή και μεταφορά των φυτοπροστατευτικών προϊόντων μαζί με το νερό σε χαμηλότερα σημεία, με συνέπεια την κατάληξη της επιφανειακής απορροής στους όποιους γειτονικούς φυσικούς αποδέκτες.

Πέρα όμως της ρύπανσης των επιφανειακών νερών λόγω της απορροής του νερού άρδευσης είναι δυνατόν να προκληθεί ρύπανση τόσο σε αυτά όσο και στα υπόγεια νερά λόγω της βαθιάς διήθησης του αρδευτικού νερού. Η βαθιά διήθηση είναι συνάρτηση της δόσης άρδευσης, της μεθόδου άρδευσης της μηχανικής σύστασης του εδάφους, της διαλυτότητας του αγροχημικού και του είδους και της μορφής του συγκεκριμένου σκευάσματος. Η δόση άρδευσης αποτελεί τον ουσιαδέστερο παράγοντα πρόκλησης της βαθιάς διήθησης. Υπερβολικές δόσεις αναγκάζουν το νερό να κινηθεί βαθύτερα και να μετατραπεί σε ρυπογόνο παράγοντα καθώς μεταφέρει στην πορεία του και τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (ή γενικότερα, τα αγροχημικά).

Η μέθοδος άρδευσης αφετέρου, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το βάθος της διήθησης. Έτσι, σε μέσης σύστασης εδάφη αρδευόμενα με λεκάνες ή αυλάκια, παρουσιάζονται αρκετές πιθανότητες για εμφάνιση βαθιάς διήθησης. Έτσι, σε μέσης σύστασης εδάφη αρδευόμενα με λεκάνες ή αυλάκια, παρουσιάζονται αρκετές πιθανότητες για εμφάνιση βαθιάς διήθησης. Η άρδευση με κατάκλιση ή καταιονισμό παρουσιάζει τον κίνδυνο βαθιάς διήθησης τόσο λόγω της ανομοιομορφίας της αρδευόμενης έκτασης όσο και λόγω της αδυναμίας υπολογισμού της δόσης που καλύπτει μόνο το ριζόστρωμα. Η άρδευση με σταγόνες ή μικροεκτοξευτήρες παρουσιάζει μεγαλύτερη καταλληλότητα όσο αφορά τον έλεγχο στην ακρίβεια της εφαρμοζόμενης δόσης αλλά και μεγαλύτερη δυνατότητα εφαρμογής μικρών δόσεων με συνέπεια την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας της έκπλυσης των αγροχημικών προς τα κάτω.

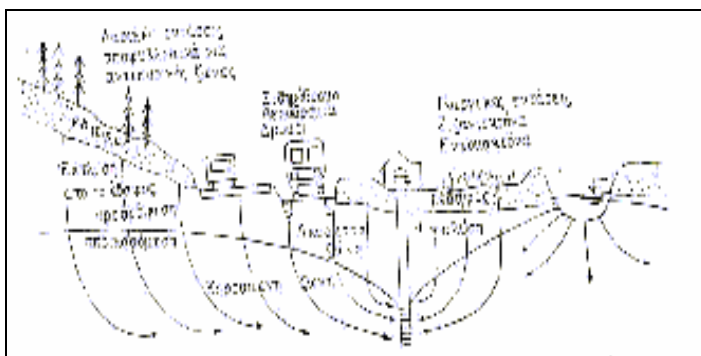
Πέρα από τον τρόπο ρύπανσης των νερών, οι επιβλαβείς επιπτώσεις των φυτοπροστατευτικών προϊόντων, οφείλονται τόσο στη σταθερότητα όσο και στη μεγάλη διάρκεια παραμονής τους στο περιβάλλον που παρουσιάζουν πολλά από αυτά καθώς και στο φαινόμενο της βιομεγέθυνσης. Τις ιδιότητες αυτές, όπως ήδη αναφέρθηκε, εμφανίζει κυρίως η πρώτη γενιά των νέων εντομοκτόνων, τα οργανοχλωριωμένα και για τους λόγους αυτούς τα περισσότερα από αυτά έχουν ήδη απαγορευθεί. Σημαντικές όμως ποσότητες υπολειμμάτων σκευασμάτων της κατηγορίας αυτής κατέληγαν για χρόνια με τα νερά αποστράγγισης ή τα ρέοντα επιφανειακά νερά ή τα νερά της βροχής στις αποστραγγιστικές τάφρους, στους ποταμούς, στις λίμνες, στα ρυάκια και γενικά στις λεκάνες απορροής της περιοχής. Τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα, τα καρβαμιδικά και γενικά τα φυτοφάρμακα της νέας γενιάς όπως τα πυρεθροειδή κλπ είναι απίθανο να προκαλέσουν τέτοια φαινόμενα επειδή έχουν σχεδιασθεί έτσι ώστε να αποδομούνται ταχέως και να μην έχουν την ιδιότητα της βιολογικής συσσώρευσης και μεγένθυσης. Το fenitrothion για παράδειγμα που χρησιμοποιείται για καταπολέμηση εντόμων σε λίμνες και έλη αποδομείται μέσα σε 2-4 ημέρες. Το deltamethrin, ψεκαζόμενο σε επιφανειακά νερά αποδομείται μέσα σε λίγες ώρες (ημιπερίοδος ζωής: 1ώρα). Η ημιπερίοδος ζωής του malathion και του edosulfan στο υδάτινο οικοσύστημα είναι 2-5 ημέρες σε PH περίπου 8 και 8-22 ημέρες σε PH περίπου 7, δεδομένου ότι σε αλκαλικό PH οι ουσίες αυτές υδρολύονται πολύ γρήγορα. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι και κατηγορίες αυτές εντομοκτόνων είναι ακίνδυνες για το περιβάλλον. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση των οργανοφωσφορικών parathion και methyl-parathion τα οποία στο υδάτινο περιβάλλον υδρολύονται σε πνιτροφαινόλη, μια ουσία που μπορεί πολύ εύκολα παρουσία χλωρίου να μετατραπεί σε πνιτροχλωροφαινόλη, ένωση άκρως επικίνδυνη για την υγεία [7].

7.9 ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ

Υπόγεια νερά είναι εκείνα που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους σε ποικίλο βάθος και αποτελούν τον υδροφόρο ορίζοντα του υπεδάφους μιας περιοχής. Εκμεταλλεύσιμες μορφές των υπόγειων νερών από το άνθρωπο είναι τα πηγάδια (αρτεσιανά), οι φυσικές πηγές και οι γεωτρήσεις. Το βάθος στο οποίο ευρίσκονται τα υπόγεια νερά κυμαίνεται από λίγα μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους (κυρίως σε υγρές περιοχές ή κάτω από ορισμένες γεωλογικές συνθήκες). Μέχρι και εκατοντάδες μέτρα (σε ξηροθερμικές κυρίως περιοχές).

Η ρύπανση των υπόγειων νερών γενικά, συνδέεται συχνά και προέρχεται περισσότερο ή λιγότερο από τη ρύπανση των επιφανειακών νερών, του εδάφους και του αέρα. Κάθε ποταμός ή χείμαρρος ή έδαφος που ρυπάνθηκε είναι πιθανόν να τροφοδοτεί με νερό κάποια υπόγεια υδροφόρα στρώματα που βρίσκονται συχνά σε πολύ μακρινή απόσταση μεταξύ τους με συνέπεια να τα ρυπαίνει και αυτά (σχήμα 6). Αλλά και αντίστροφα, το νερό ενός υπόγειου υδροφορέα που έχει ρυπανθεί, μπορεί να ρυπάνει τα νερά εκεί όπου κατά την υπόγεια διαδρομή εκφορτώνεται όταν δηλαδή τροφοδοτεί πηγές, ποτάμια, χείμαρρους, λίμνες θάλασσες κλπ. Από τους υπόγειους φυσικούς πόρους, το νερό είναι εκείνο που έχει το μειονέκτημα της ρύπανσης σε αντίθεση με άλλους υπόγειους πόρους που δεν ρυπαίνονται π.χ. μεταλλεύματα.

Από καθαρά τεχνική άποψη η ρύπανση συνίσταται στην επιβάρυνση των υπόγειων νερών με ουσίες οργανικές ή ανόργανες, διαλυμένες ή αιωρούμενες που τα καθιστούν ακατάλληλα για οποιαδήποτε χρήση είτε άμεσα λόγω επιβλαβούς ή τοξικής δράσης είτε έμμεσα λόγω των διαταραχών που προκαλούν στη σύνθεση και την κατάστασή τους.



Σχήμα 7.9.α. Εφαρμογή των φυτοφαρμάκων και πιθανές διαδικασίες μετακίνησης τους προς τα υπόγεια νερά [10].

Ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει το νερό από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι τον υδροφόρο ορίζοντα κυμαίνεται από λίγες ημέρες έως χρόνια και είναι συνάρτηση του βάθους στο οποίο ευρίσκεται, της περατότητας του εδάφους και της ποσότητας του προς τα κάτω διηθούμενου νερού. Ο χρόνος αυτός είναι καθοριστικής σημασίας όσον αφορά την ποσότητα μιας οργανικής ουσίας (που είναι διαλυμένη στο νερό) που θα φτάσει στα υπόγεια νερά και θα τα ρυπαίνει, λόγω της αποδόμησης που υφίσταται στη διάρκεια του χρόνου αυτού. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι χημικές ουσίες που φτάνουν στα υπόγεια νερά δεν αποδομούνται πλέον εύκολα λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών, της έλλειψης οξυγόνου και της απουσίας των μικροβιακών αποδομητών στο περιβάλλον του υπόγειου υδροφορέα.

Η πρώτη περίπτωση ρύπανσης υπόγειων νερών από φυτοπροστατευτικά προϊόντα διαπιστώθηκε το 1979 και είχε προκληθεί από το εντομοκτόνο-νηματωδοκτόνο aldicarb στο Long Island της Ν. Υόρκης των Η.Π.Α. και η δεύτερη (τον ίδιο χρόνο) που προκλήθηκε από το νηματωδοκτόνο 1,2-διβρωμο-3-χλωροπροπένιο (DBCP) στην Καλιφόρνια. Και τα δύο φυτοφάρμακα βρέθηκαν σε χιλιάδες πηγάδια που ύδρευαν χιλιάδες αγροτικές οικογένειες. Σε χώρες της

Ευρώπης επίσης, έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων σε υπόγεια νερά και συγκεκριμένα των ζιζανιοκτόνων simazine, atrazine, mecoprop, 2,4,5-T, bendazon κ.α. και των εντομοκτόνων dimethoate, dichloropropane κ.α.

Λόγω της ανησυχητικής διάστασης του φαινομένου, η Ε.Ο.Κ. εξέδωσε τη σχετική οδηγία 80/778/ΕΟΚ στην οποία μεταξύ άλλων προβλέπεται η μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση παρασιτοκτόνων σε πόσιμο νερό κάθε προέλευσης. Η συγκέντρωση αυτή για τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα είναι 0.1 µg/l νερού για κάθε σκεύασμα και 0.5 µg/l για το σύνολο των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Στόχος της οδηγίας αυτής είναι η διατήρηση της καθαρότητας των υπόγειων νερών από χημικές ουσίες κα ειδικότερα από φυτοπροστατευτικά προϊόντα.

Αποτελέσματα ερευνών έδειξαν ότι οι πιθανότητες ρύπανσης υπογείων νερών συσχετίζονται θετικά με πλήθος παραγόντων που αφορούν τις φυσικοχημικές ιδιότητες των δραστικών ουσιών των φυτοφαρμάκων, τις κλιματικές συνθήκες και τα εδαφικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής.

Οι παράγοντες αυτοί είναι :

- ◆ Η μεγάλη διαλυτότητα της δραστικής ουσίας,
- ◆ Η μικρή προσροφητικότητα της δραστικής ουσίας από τα εδαφικά κολλοειδή,
- ◆ Η ημιπερίοδος ζωής κατά την υδρόλυση της δραστικής ουσίας μεγαλύτερης των δύο εβδομάδων,
- ◆ Η ημιπερίοδος ζωής στη φωτόλυση μεγαλύτερη από μία εβδομάδα,
- ◆ Η ημιπερίοδος παραμονής στο έδαφος μεγαλύτερη από 2-3 εβδομάδες,
- ◆ Η ποσότητα νερού έκπλυσης μεγαλύτερη των 250mm/έτος,
- ◆ Η μεγάλη ταχύτητα έκπλυσης,
- ◆ Το pH του εδάφους που εμποδίζει την αποδόμηση της δραστικής ουσίας ή των μεταβολιτών της,
- ◆ Ο αβαθής υπόγειος υδροφορέας και χωρίς κάλυψη με στρώσεις από υλικό αδιαπέραστο στο νερό [7].

8. ΑΖΩΤΟ

8.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΑΖΩΤΟ

Το άζωτο είναι ένα από τα κυριότερα συστατικά του ζωντανού πρωτοπλάσματος (αποτελεί το 1-10% του βάρους των φυτών και περισσότερο από 20-30% του βάρους των ζώων) και επηρεάζει σημαντικά την παραγωγικότητα των υδατικών οικοσυστημάτων (σχήμα 8.1.α).

Θρεπτικά στοιχεία

...σε απορρόητες για την επιβίωση ουσίες, που προλαμβάνονται από τους οργανισμούς

Βασικά θρεπτικά στοιχεία των φυτικών οργανισμών μιας λήμης

Ο άνθρακας, το οξυγόνο και το υδρογόνο αποτελούν τα βασικότερα στοιχεία των οργανικών ουσιών.

Τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία των φωτοσυνθετικών οργανισμών μπορούν να διακριθούν σε:

Μακροθρεπτικά

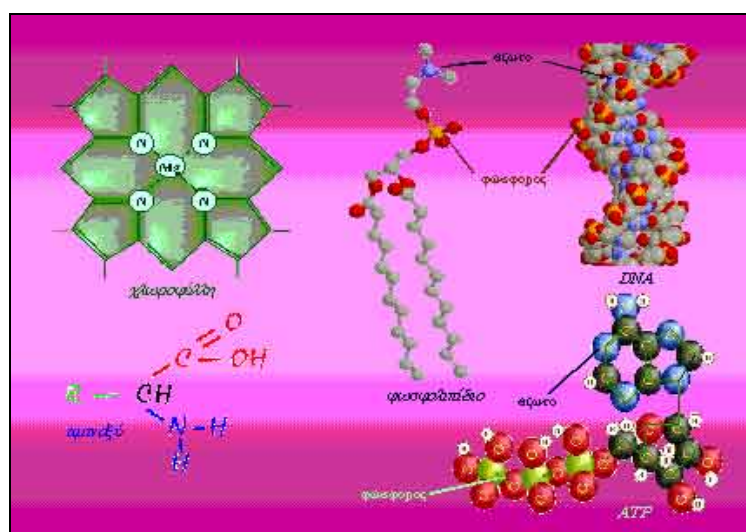
- νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά ιόντα
- φωσφορικά ιόντα
- κατιόντα ασβέστιου
- κατιόντα μαγνησίου
- ορθοφωρτικό οξύ
- κατιόντα αζωτίου
- ανιόντα θείου

Μικροθρεπτικά - Ίχθυοστοχεία

- κατιόντα σιδήρου
- κατιόντα μαγγανίου
- κατιόντα χαλκού
- κατιόντα ψευδαργύρου

στοιχείο	ενδεικτικές λειτουργίες
C	βασικό συστατικό οργανικών ενώσεων
O	βασικό συστατικό οργανικών ενώσεων
H	βασικό συστατικό οργανικών ενώσεων
N	συστατικό αμινοξέων, νουκλεοτιδίων, χλωροφύλλης
K	ενεργοποιητής πολλών ενζύμων, ώοιγμια και κλείσιμο των στομάτων
Ca	ρυθμιστής διαπερατότητας κυττάρου
P	συστατικό νουκλεοτιδίων, ATP, φωσφολιπιδίων
Mg	ενεργοποιητής ενζύμων, συστατικό χλωροφύλλης
S	συστατικό αμινοξέων (π.χ. μεθειονίνης)
Fe	σύνθεση χλωροφύλλης
Cu	ενεργοποιητής μερικών ενζύμων
Mn	ενεργοποιητής μερικών ενζύμων
Zn	ενεργοποιητής μερικών ενζύμων

Σχήμα 8.1.α. Θρεπτικά στοιχεία και ενδεικτικές λειτουργίες τους στο φυτικό οργανισμό [8].

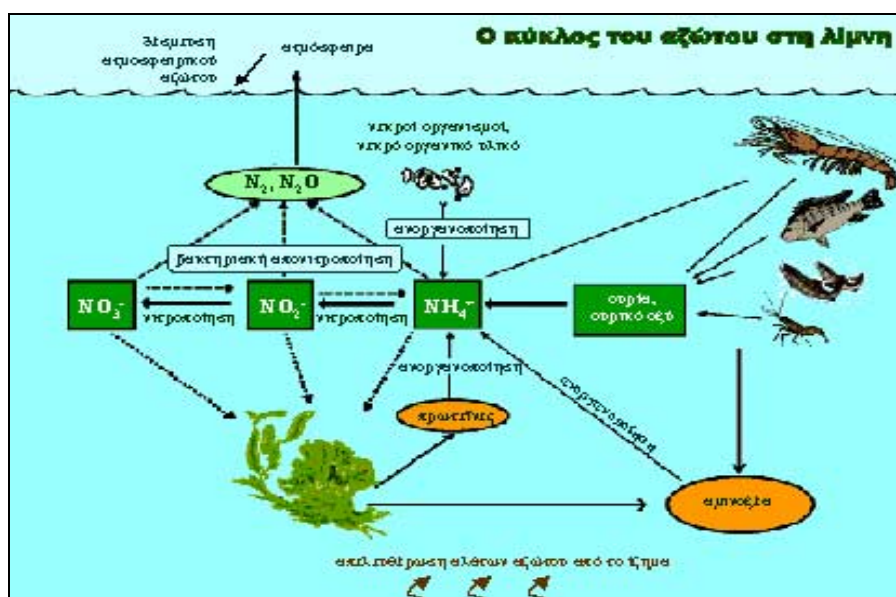


Σχήμα 8.1.β. Παρουσία αζώτου και φωσφόρου σε κύρια βιομόρια [8].

Το άζωτο υπάρχει στο νερό ως:

- Διαλυμένο αέριο άζωτο
- Άζωτο δεσμευμένο σε οργανικές ενώσεις, όπως πρωτεΐνες, αμινοξέα, ουρία κ.ά
- Αμμωνία, κυρίως ως αμμωνιακά ιόντα (NH_4^+ και NH_4OH^-)
- Νιτρώδη ιόντα
- Νιτρικά ιόντα

Αρκετές είναι οι ενώσεις του αζώτου που συμπεριλαμβάνονται στα θρεπτικά στοιχεία του φυτοπλαγκτού (νιτρικά, τα πιο εύληπτα από τα φυτά άλατα, νιτρώδη, αμμωνιακά ιόντα). Τα άλατα του αζώτου προέρχονται συνήθως από το ίζημα και απελευθερώνονται ως αμμωνία σε ανοξικές συνθήκες και ως νιτρικά στις περιόδους κυκλοφορίας του νερού, όπου το διαλυμένο οξυγόνο βρίσκεται σε αφθονία. Μερικά είδη κυανοφυκών - κυανοβακτηρίων μπορούν να δεσμεύουν το διαλυμένο στο νερό ατμοσφαιρικό άζωτο ($\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$), (σχήμα 8.1.β).



Σχήμα 8.1.γ. Ο κύκλος του αζώτου στη λίμνη [8].

Συγκεκριμένα βακτήρια οξειδώνουν τα αμμωνιακά και τα νιτρώδη άλατα σε νιτρικά (βακτηριακή νιτροποίηση).

(Nitrosomonas):



(Nitrobacter):



Ανάμεσα στους παράγοντες που επιδρούν στην πορεία της βακτηριακής νιτροποίησης είναι το pH του νερού, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου, η θερμοκρασία κ.ά.

Η διαδικασία της νιτροποίησης ευνοείται σε ουδέτερες ως ελαφρά αλκαλικές τιμές του pH. Σε τιμές pH μικρότερες από το 7 η νιτροποίηση καθυστερεί ή αναστέλλεται καθώς οι όξινες συνθήκες δυσχεραίνουν τη λειτουργία των Nitrosomonas και Nitrobacter. Σε τιμές του pH μεγαλύτερες του 8, τα άτομα Nitrobacter παύουν να μετατρέπουν τα νιτρώδη σε νιτρικά και συνεπώς η διαδικασία της νιτροποίησης αναστέλλεται επίσης.

Είναι προφανές ότι η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό παίζει καθοριστικό ρόλο στη νιτροποίηση, στην οξείδωση δηλαδή της αμμωνίας σε νιτρώδη

και νιτρικά ιόντα. Σε μια υδάτινη συλλογή ο ρυθμός νιτροποίησης μειώνεται με το βάθος.

Όσον αφορά την επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό βακτηριακής νιτροποίησης, χαμηλές θερμοκρασίες είναι δυσμενείς για την ανάπτυξη των συγκεκριμένων βακτηρίων. Συνεπώς, κατά τη διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους, παρατηρείται συσσώρευση νιτρικών ιόντων.

Αντίθετη της βακτηριακής νιτροποίησης διαδικασία είναι η **βακτηριακή απονιτροποίηση**. Μια μεγάλη ποικιλία βακτηριακών οργανισμών (*Escherichia coli*, *Serratia marcescens* κ.ά) συμμετέχουν στην αναγωγή των νιτρικών και των νιτρωδών ιόντων, χρησιμοποιώντας οξυγόνο ανιόντων (π.χ. NO_3^- , NO_2^- , SO_4^-) για την οξειδωση οργανικού υλικού ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$). Αναερόβιες συνθήκες ευνοούν τη βακτηριακή απονιτροποίηση.

Οι συγκεντρώσεις των ενώσεων του αζώτου στις λίμνες ποικίλουν ανάλογα με τις συνθήκες. Οι ρυθμοί παραγωγικότητας και οι παράγοντες που ελέγχουν μέχρι ένα βαθμό τις βακτηριακές δραστηριότητες, επηρεάζουν τη συγκέντρωση των ενώσεων του αζώτου. Κατά τη θερινή στρωμάτωση μιας λίμνης τα νιτρικά μπορεί ακόμα και να εξαφανιστούν στο επιφανειακό στρώμα του νερού, ως αποτέλεσμα της χρησιμοποίησής τους, όπως επίσης και στα βαθύτερα στρώματα, εξαιτίας της χαμηλής συγκέντρωσης οξυγόνου στα στρώματα αυτά.

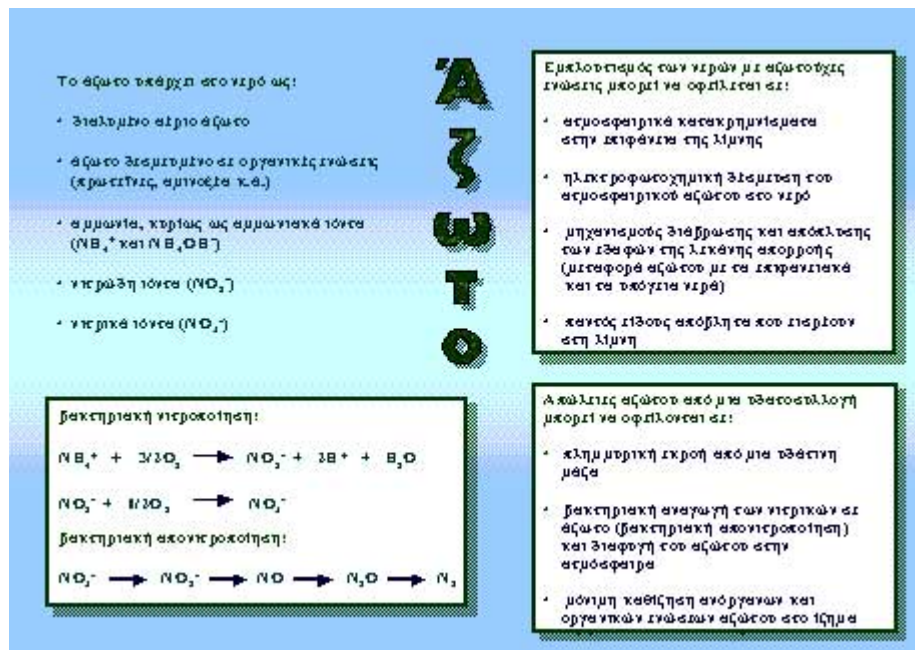
Εμπλουτισμός των νερών με αζωτούχες ενώσεις προέρχεται από (σχήμα 8.1.γ):

- Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα στην επιφάνεια μιας λίμνης.
- Τη δέσμευση ατμοσφαιρικού αζώτου στο νερό (ηλεκτρική ή φωτοχημική δέσμευση με κατανάλωση ενέργειας που προέρχεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις).
- Από τους μηχανικούς διάβρωσης και απόπλυσης των εδαφών της λεκάνης απορροής, με τα υπόγεια και τα επιφανειακά νερά.
- Παντός είδους απόβλητα που εισρέουν στη λίμνη.

Χωρίς τέτοιους εμπλουτισμούς σε άζωτο, οι μέγιστες συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 10 ως 1000μg/l.

Απώλειες αζώτου από μια υδατοσυλλογή μπορεί να προέλθουν από:

- Πλημμυρική εκροή από μια υδάτινη μάζα.
- Αναγωγή των νιτρικών σε άζωτο με βακτηριακή απονιτροποίηση και στη συνέχεια διαφυγή του αζώτου στην ατμόσφαιρα.
- Μόνιμη καθίζηση στο ίζημα της υδατοσυλλογής ανόργανων και οργανικών συστατικών που περιέχουν άζωτο [8].



Σχήμα 8.1.δ. Εμπλουτισμός των νερών με αζωτούχες ενώσεις [8].

8. 2 Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Οι βασικότερες ανάγκες για την ανθρώπινη επιβίωση είναι η επαρκής τροφή και το καθαρό νερό. Ωστόσο, οι συνεχώς αυξανόμενες (συχνά υπερβολικές) απαιτήσεις στην τροφή οδήγησαν στην ανάγκη αυξημένης παραγωγής αγροτικών και κτηνοτροφικών προϊόντων, με άμεση συνέπεια την υπερκατανάλωση χημικών (λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων) στις καλλιέργειες και στην κτηνοτροφία ώστε να εξασφαλιστεί ο στόχος της αυξημένης παραγωγής. Αυτή η υπερκατανάλωση χημικών, ειδικά στις καλλιέργειες, οδήγησε με τη σειρά της σε διαταραχή της ισορροπίας του εδάφους, με σοβαρές συνέπειες εις βάρος της ανθρώπινης υγείας και περιβάλλοντος.

Η αύξηση των συγκεντρώσεων των νιτρικών στα νερά, η οποία παρατηρείται όλο και πιο συχνά τα τελευταία χρόνια, αποδίδεται σε μεγάλο βαθμό στη διαταραχή της ισορροπίας του εδάφους λόγω της εντατικής χρήσης των αζωτούχων λιπασμάτων. Υπάρχουν μάλιστα σοβαρές ενδείξεις ότι τα τελευταία 20 χρόνια <<το πρόβλημα με τα νιτρικά>> το οποίο ξεκίνησε αρχικά ως ένα περιφερειακό-τοπικό πρόβλημα εξελίσσεται σε <<πρόβλημα>> με διεθνείς διαστάσεις. Ως εκ τούτου είναι ανάγκη να ληφθούν μέτρα για τον περιορισμό της ποσότητας νιτρικών που εισρέουν στα υπόγεια και επιφανειακά νερά, ώστε να αποφευχθεί η εκτεταμένη ρύπανση των υδάτινων συστημάτων (ποτάμια, λίμνες, θάλασσα) και ο υποβιβασμός της ποιότητας του πόσιμου νερού. Υπενθυμίζεται εδώ ο σημαντικός ρόλος των υπόγειων νερών στην τροφοδοσία των επιφανειακών υδάτινων συστημάτων και στην παροχή πόσιμου νερού των ανθρώπινων κοινοτήτων (μέσω πηγαδιών και γεωτρήσεων).

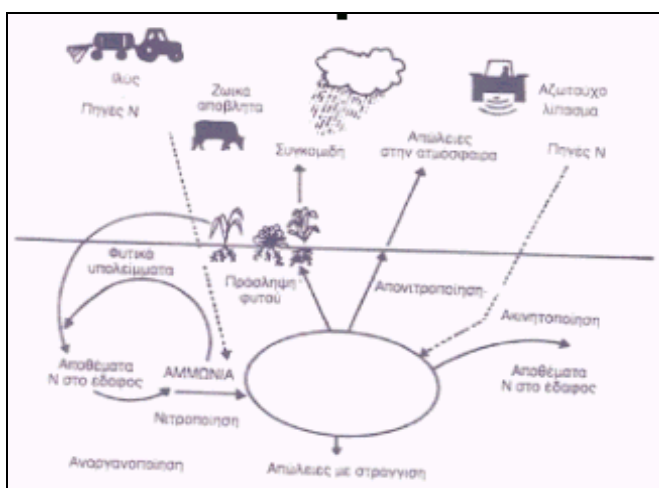
Το γεγονός ότι η σταθερή αύξηση της συγκέντρωσης νιτρικών στα υπόγεια νερά που παρουσιάζεται τα τελευταία χρόνια οφείλεται κυρίως στην αυξημένη χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων στη γεωργία, οδήγησε πολλούς στο συμπέρασμα ότι μια πιθανή λύση του προβλήματος θα ήταν ο περιορισμός της χρήσης των λιπασμάτων. Η διατύπωση αυτή δημιουργεί όμως το ερώτημα εάν και κατά πόσο μια τέτοια λύση θα επηρέαζε αρνητικά τις ποσότητες των παραγόμενων γεωργικών προϊόντων.

Η διατύπωση αποδοτικών και εφικτών λύσεων του προβλήματος είναι κατανοητό ότι απαιτεί ως προϋπόθεση τη γνώση των διαδικασιών με τις οποίες τα νιτρικά καταλήγουν στο νερό καθώς και στις καταναλώμενες τροφές και τη γνώση των επιδράσεων που ασκούν στο περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποδοτικότητα και την εφικτότητα των προτεινόμενων λύσεων θα πρέπει να είναι η ενδεδειγμένη έρευνα τόσο των οικονομικών όσο και κοινωνικών προεκτάσεων τους.

Στο φυσικό του κύκλο, τα άζωτο βρίσκεται σε ισορροπία, καθώς οι εκροές αζώτου στην ατμόσφαιρα είναι περίπου ίσες με τις εισροές στα διάφορα οικοσυστήματα. Ο άνθρωπος όμως, στην προσπάθειά του να διαχειριστεί το άζωτο προς όφελος του, προκάλεσε μια σειρά διαταραχών στον κύκλο, με αποτέλεσμα την παραγωγή και συσσώρευση αζώτου με τη μορφή νιτρικών (NO_3^-), το οποίο μπορεί να είναι ανεπιθύμητο και επιζήμιο για τον άνθρωπο και τα ζώα, όταν βρίσκεται σε λάθος θέση και σε λάθος χρόνο.

Στο έδαφος, που είναι ένα δυναμικό ζωντανό σύστημα, λαμβάνουν χώρα διάφορες βιολογικές και χημικές μετατροπές των αζωτούχων ενώσεων (σχήμα 8.2.α).



Σχήμα 8.2.α. Ο κύκλος του αζώτου στο έδαφος [9].

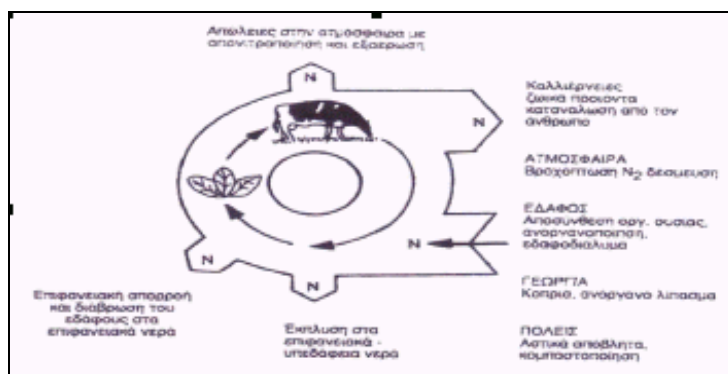
Τα εδάφη των καλλιεργούμενων εκτάσεων περιέχουν 100-500kg αζώτου (N) ανά στρέμμα, στο επιφανειακό στρώμα. Το περισσότερο από το άζωτο αυτό (95%) βρίσκεται στην οργανική ύλη, κυρίως στο χούμο του εδάφους και γίνεται διαθέσιμο στα φυτά, αφού προηγουμένως ανοργανοποιηθεί. Ανάλογα με την περιοχή, το είδος του εδάφους, τις καιρικές συνθήκες και τις γεωργικές πρακτικές, περίπου το 0-3% του οργανικού αζώτου (0-15kg N/στρ.) ανοργανοποιείται κάθε χρόνο.

Ανόργανο άζωτο από το λίπασμα ή από την ανοργανοποίηση μπορεί να ακινητοποιηθεί από τους μικροοργανισμούς του εδάφους. Υπάρχει έτσι μια συνεχής μετατροπή οργανικού αζώτου σε ανόργανο και αντίστροφα (κύκλος επαναφοράς ανοργανοποίησης-ακινητοποίησης).

Το άζωτο που προσλαμβάνεται από τα φυτά κυρίως ως νιτρικά (NO_3^-) και στη συνέχεια από τα ζώα που τρέφονται μ'αυτά, θα έπρεπε, σ'ένα φυσικό αδιατάρακτο περιβάλλον, να επιστρέψει στο έδαφος με τα φυτικά ή ζωικά υπολείμματα και με τα ούρα και τα περιττώματα των ζώων, διατηρώντας έτσι μια ισορροπία στον κύκλο του αζώτου.

Όταν το έδαφος καλλιεργείται και τα φυτικά και ζωικά προϊόντα απομακρύνονται, νιτρικά χάνονται από το έδαφος με απορροή ή έκπλυση. Το άζωτο στο έδαφος μπορεί να χαθεί όχι μόνο με την έκπλυση νιτρικών αλλά και με τη βιολογική απονιτροποίηση αναγωγή νιτρικών (NO_3^-) σε N_2O και αέριο N_2 ή την εξαέρωση αμμωνίας. Το άζωτο που χρησιμοποιήθηκε από τα φυτά πρέπει να αντικατασταθεί, γιατί διαφορετικά θα μειωθεί η γονιμότητα του εδάφους. Ο γεωργός προσπαθεί να κρατήσει μια ισορροπία στο ισοζύγιο αζώτου, με τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων. Το άζωτο από τα λιπάσματα εισέρχεται στον κύκλο του αζώτου της

γεωργικής μονάδας και δεν είναι δυνατό να διακριθεί από το άζωτο που προέρχεται από άλλες πηγές (ανοργανοποίηση, οργανική κοπριά). Στο παρακάτω σχήμα 8.2.β παρουσιάζεται ο κύκλος του αζώτου σε μια γεωργική επιχείρηση.

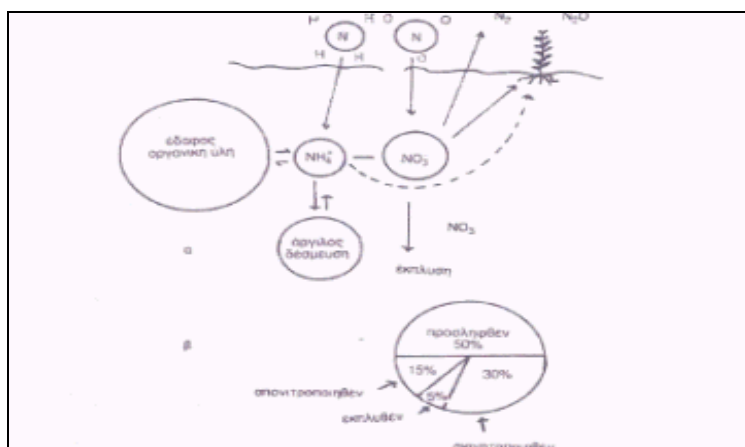


Σχήμα 8.2.β. Ο κύκλος του αζώτου σε μια γεωργική μονάδα [9].

Η παροχή αζώτου στα φυτά από τα οργανικά αποθέματα του εδάφους, κανονικά, είναι ανεπαρκής για τις ανάγκες των φυτών για μέγιστη παραγωγή. Τα χειμερινά σιτηρά, για παράδειγμα, προσλαμβάνουν περίπου 25-30kg αζώτου ανά στρέμμα, ενώ ένα χορτοδοτικό φυτό, κατά την καλλιεργητική περίοδο, μπορεί να προσλάβει 30-60kg N/στρ. Γι'αυτό, χρειάζονται πρόσθετες ποσότητες αζωτούχου λιπάσματος, ώστε το διαθέσιμο άζωτο να μην αποτελέσει περιοριστικό παράγοντα στην απόδοση των φυτών.

Η γεωργία σήμερα, με την αυξημένη ανοργανοποίηση αζώτου που προκαλεί η καλλιέργεια του εδάφους και με τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων, συνεισφέρει περισσότερο άζωτο στον κύκλο του αζώτου. Γι'αυτό και οι απώλειες αζώτου με την έκπλυση, ανάλογα με τη διάρκεια και το είδος της φυτικής κάλυψης, μπορεί να είναι μεγαλύτερες. Όμως, έκπλυση νιτρικών λαμβάνει χώρα πάντοτε, ακόμη και χωρίς καλλιέργεια λόγω της ύπαρξης αζώτου και των μορφών του στο έδαφος.

Στο παρακάτω σχήμα 8.2.γ, παρουσιάζονται οι μετατροπές που υφίσταται στο έδαφος ένα αζωτούχο λίπασμα, που προστίθεται ως νιτρικό αμμώνιο, καθώς και τα εκατοστιαία ποσοστά της συμμετοχής αυτών των μετατροπών στον κύκλο του αζώτου [9].



Σχήμα 8.2.γ. Μετατροπές του αζωτούχου λιπάσματος στο έδαφος και η συμμετοχή τους στον κύκλο του αζώτου [9].

8.3 ΚΥΡΙΕΣ ΠΗΓΕΣ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΝΙΤΡΙΚΑ

Αν και υπάρχουν πολλές πηγές αζώτου που μπορούν δυνητικά να οδηγήσουν στη ρύπανση των υπόγειων νερών με νιτρικά, οι πιο σημαντικές είναι εκείνες που σχετίζονται με ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η ύπαρξη ωστόσο πηγών αζώτου δεν συνεπάγεται απαραίτητα τη ρύπανση των υπόγειων νερών με νιτρικά (αν και αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο), αφού η ευαισθησία ενός υδροφορέα απέναντι στον κίνδυνο ρύπανσης από νιτρικά επηρεάζεται σημαντικά από τη γεωλογία του εδάφους καθώς και από το ύψος των βροχοπτώσεων στη συγκεκριμένη υπό μελέτη περιοχή. Π.χ. οι πιθανότητες ρύπανσης των υπόγειων νερών από νιτρικά αυξάνονται σε μέγιστο βαθμό όπου εφαρμόζονται υπερβολικές ποσότητες αζώτου (μέσω αζωτούχων και αμμωνιακών λιπασμάτων) σε περιοχές υψηλών βροχοπτώσεων και καρστικών πετρωμάτων. Παράλληλα σε αμμώδη εδάφη με αβαθείς υδροφορείς ο κίνδυνος ρύπανσης αυξάνει κάθετα με την παρουσία σηπτικών δεξαμενών, χώρων αποθήκευσης κοπριάς, κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων κλπ.

Οι αποστάσεις και οι διαδρομές τις οποίες διανύουν τα νιτρικά κατά την κίνηση τους μέσα στο έδαφος, καθώς επίσης και η ταχύτητα με την οποία κινούνται είναι δύσκολο να εκτιμηθούν συνολικά σε μια, περιοχή αφού οι ιδιότητες του εδάφους είναι δυνατόν να διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό, ακόμη και μέσα στην ίδια έκταση γης. Γενικά όσον αφορά τη γεωλογία των εδαφών και τη συσχέτισή της με την κίνηση των νιτρικών εντός του εδάφους, ισχύει ότι στα αμμώδη, τραχιά στη σύσταση τους εδάφη υπάρχει αυξημένη πιθανότητα ταχύτερης στράγγισης νιτρικών στα υπόγεια νερά σε σύγκριση με τα αργιλώδη, λεπτόκοκκα στη σύσταση τους εδάφη.

Αντίστοιχη δυσκολία εμφανίζεται στον προσδιορισμό της κίνησης και της ταχύτητας των νιτρικών εντός του υδροφορέα, λόγω της πολυπλοκότητας της ροής των υπόγειων νερών.

Οι πηγές των νιτρικών διακρίνοντάς τις με βάση τη φύση τους, ως ακολούθως είναι:

- Φυσικές πηγές.
- Ανθρωπογενείς πηγές.
- Ενδιάμεσες πηγές, δηλαδή σε φυσικές πηγές που ενισχύονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες [9].



9. ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

9.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΛΙΠΑΣΜΑ

Ως λίπασμα ορίζεται κάθε ουσία που χρησιμεύει στη διατροφή του φυτού και η οποία προστιθέμενη στο έδαφος αυξάνει τη γονιμότητά του, επιτυγχανομένης με τον τρόπο αυτό της βελτίωσης και της αύξησης της παραγωγής.

Για τη βελτίωση της παραγωγής το έδαφος θέλει λίπανση αυτό είναι γνωστό από πολύ παλιά και το πρώτο λίπασμα ήταν η κοπριά. Αργότερα η ανάπτυξη της χημικής βιομηχανίας ανακαλύφθηκαν συνθετικά λιπάσματα η χρήση των οποίων αύξησε θεαματικά τη γεωργική παραγωγή.

Τα λιπάσματα περιέχουν κυρίως άζωτο , φώσφορο και κάλιο και χαρακτηρίζονται από τρεις αριθμούς ο καθένας από τους οποίους δηλώνει το ποσοστό του κάθε στοιχείου στο προϊόν. Ο αριθμός 6-12-12 δηλώνει ότι το 6% του βάρους είναι N (άζωτο) ,12% P (φώσφορος) και 12% K (κάλιο).

Το μεγαλύτερο πρόβλημα ρύπανσης από τα λιπάσματα είναι η τελική συγκέντρωση σε λίμνες και ο ευτροφισμός τους. Με τη βροχή τα λιπάσματα παρασύρονται από τα χωράφια και καταλήγουν στους φυσικούς αποδέκτες ,εκεί αποτελούν σημαντική πηγή θρεπτικών ουσιών αυξάνοντας τον ευτροφισμό τους. Πολλές φορές αν και η χρήση τους γίνεται με σκοπό τον εμπλουτισμό του εδάφους με χρήσιμα για τα φυτά στοιχεία, παρόλα αυτά παρουσιάζονται από μη ορθή χρήση τους φαινόμενα πολύ υψηλών συγκεντρώσεων και μείωσης της γεωργικής παραγωγής.

Σε περίπτωση υπερβολικής χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων το άζωτο συσσωρεύεται στα φυτά υπό μορφή νιτρικών αλάτων, και η κατανάλωση αυτών των φυτών μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγείας. Επιπλέον σε τέτοιες περιπτώσεις σημαντικές ποσότητες νιτρικών ενδέχεται να μεταφερθούν στους υπόγειους ορίζοντες. Η κατανάλωση νερού που έχει ρυπανθεί με τέτοιες ουσίες εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για τους καταναλωτές [7].

9.2 ΕΙΔΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Τα λιπάσματα διακρίνονται σε οργανικά (φυσικά) και σε ανόργανα (τεχνητά-χημικά).

9.2.1 Οργανικά λιπάσματα

Είναι ζωικής (κοπριά), φυτικής (φυτικά υπολείμματα) ή μικτής προελεύσεως. Περιέχουν μικρή ποσότητα θρεπτικών στοιχείων αλλά η αξία τους έγκειται κυρίως στην οργανική ουσία που περιέχουν και μέσω της οποίας δρουν στη βελτίωση των φυσικών και λοιπών ιδιοτήτων του εδάφους.

1. Ζωική κοπριά: Είναι μια πολύτιμη πηγή θρεπτικών στοιχείων, ιχνοστοιχείων και αυξητικών παραγόντων, πέραν της ευεργετικής επίδρασης στη φυσική και βιολογική κατάσταση του εδάφους.
2. Τεχνητή κοπριά: (κομπόστ).
3. Χλωρή λίπανση: Η πρακτική της ανάπτυξης των καλλιεργειών με στόχο την ενσωμάτωση τους στο έδαφος, αποσκοπεί στην αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους, στην επαναφορά στα επιφανειακά στρώματα των λιπαντικών στοιχείων που αντλήθηκαν από βαθύτερα στρώματα, στη βελτίωση της υψής του εδάφους, στη συγκράτηση λιπαντικών στοιχείων τα οποία διαφορετικά θα χανόταν με έκπλυση και τέλος στη δέσμευση ατμοσφαιρικού αζώτου σε καλλιέργεια ψυχανθών [7].

9.2.2 Ανόργανα λιπάσματα

Ως (ανόργανο) χημικό ή τεχνητό λίπασμα, ορίζεται κάθε ουσία που χρησιμοποιείται για τη λίπανση του εδάφους, μετά από προηγούμενη χημική ή μηχανική κατεργασία της.

Τα ανόργανα τεχνητά ή χημικά λιπάσματα παρασκευάζονται μέσω της χημικής, φυσικής ή βιολογικής οδού, οι δε πρώτες ύλες προέρχονται από το ζωικό, κυρίως όμως από το ορυκτό βασίλειο και την ατμόσφαιρα (συνθετικά N-ούχα λιπάσματα).

Τα ανόργανα λιπάσματα περιέχουν μεγάλες ποσότητες ενός ή περισσοτέρων θρεπτικών συστατικών απαραίτητων για τα φυτά (N, K, φωσφορικό οξύ κ.α.) ως επί το πλείστον σε διαλυτή μορφή, ώστε να είναι δυνατή η πρόσληψη τους από τα φυτά αμέσως ή σε σύντομο χρονικό διάστημα, στερούνται όμως οργανικής ουσίας, πλην ελαχίστων περιπτώσεων. Διακρίνονται σε απλά, σύνθετα και μικτά λιπάσματα.

- ✓ Απλά λέγονται εκείνα που περιέχουν ένα μόνο κύριο λιπαντικό στοιχείο και διακρίνονται σε αζωτούχα, φωσφορικά και καλιούχα, από την περιεκτικότητά τους σε N, P ή K αντίστοιχα.
- ✓ Σύνθετα λιπάσματα λέγονται όταν περιέχουν δυο ή περισσότερα λιπαντικά στοιχεία και προέρχονται από χημική αντίδραση από πρώτες ύλες με βάση φωσφορίτες, αμμωνία, νιτρικό οξύ, θειικό οξύ ή ανθρακικό καθώς και καλιούχα άλατα. Τα λιπάσματα της κατηγορίας αυτής, έχουν ως χαρακτηριστικό την απόλυτη ομοιογένεια της σύστασής τους.
- ✓ Μικτά λέγονται όταν περιέχουν δυο ή περισσότερα θρεπτικά στοιχεία. Προέρχονται από μηχανική ανάμειξη, αλλά είναι εύκολος ο διαχωρισμός των συστατικών μερών του [7].

9.2.3 Χημικά λιπάσματα

Τα χημικά λιπάσματα ανάλογα με την αντίδραση την οποία εμφανίζει το μη προσλαμβανόμενο συστατικό από το φυτό διακρίνονται σε φυσιολογικώς όξινα (τα οποία αυξάνουν την οξύτητα του εδάφους), σε αλκαλικά (τα οποία αυξάνουν την αλκαλικότητα του εδάφους) και σε ουδέτερα (τα οποία δεν ασκούν καμία επίδραση στην αντίδραση του εδάφους). Τα περισσότερα σύνθετα λιπάσματα ασκούν όξινη αντίδραση στο έδαφος λόγω των ενώσεων που περιέχουν ή παράγουν NH₃ όταν προστίθενται στο έδαφος. Τα αμμωνιακά άλατα ασκούν σαφώς όξινη αντίδραση στο έδαφος, ενώ τα νιτρικά ασκούν αλκαλική αντίδραση, πλην της νιτρικής αμμωνίας [7].

9.3 ΧΡΗΣΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Η επιστημονική γεωργία θεωρεί τη χρήση τους ως αναγκαία, δεδομένου ότι τα χημικά στοιχεία τα οποία είναι παρόντα στους ιστούς του φυτού, είναι ακριβώς τα στοιχεία που παρέχονται μέσω των λιπασμάτων. Για παράδειγμα, επειδή N-ούχα συστατικά συναντώνται στα φύλλα και στους βλαστούς π.χ. εσπεριδοειδών και ακόμη ότι αυτά απορροφώνται από το έδαφος μέσω του ριζικού συστήματος, η χρησιμοποίηση του αντίστοιχου λιπάσματος θεωρείται ως μια πηγή θρεπτικών στοιχείων. Εφόσον επιτευχθεί η κάλυψη των αναγκών φύλλων και βλαστών σε θρεπτικά στοιχεία με τη χρησιμοποίησή τους, το συμπέρασμα που συνάγεται είναι ότι η εφαρμογή λιπασμάτων στα εσπεριδοειδή είναι τόσο αναγκαία όσο και αποτελεσματική.

Εάν λειτουργεί κανείς με την υπόθεση ότι τα οπωροφόρα δένδρα <<πρέπει να αναπτυχθούν>>, τότε η απορρόφηση του λιπάσματος από τις ρίζες του φυτού γίνεται η αιτία και η πλήρης ανάπτυξη βλαστών και φύλλων, το αποτέλεσμα. Αυτό οδηγεί πολύ φυσικά στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή του λιπάσματος είναι αναγκαία. Όμως, εάν θεωρήσουμε ως σημείο εκκίνησης την άποψη ότι ένα δένδρο (ή ένα φυτό γενικά) αναπτύσσεται και μεγαλώνει από μόνο του, η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από το ριζικό του σύστημα δεν είναι πλέον η αιτία, αλλά ένα μικρό αποτέλεσμα. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι το δένδρο μεγάλωσε επειδή απορρόφησε τα θρεπτικά στοιχεία από τις ρίζες του αλλά και να ισχυριστεί παρόμοια ότι η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων προκλήθηκε από κάτι άλλο, που είχε ως αποτέλεσμα να κάνει το δέντρο να αναπτύσσεται. Οι οφθαλμοί στο δένδρο είναι φτιαγμένοι για να εκπτύσσονται και αυτό ακριβώς κάνουν, ενώ οι ρίζες με τις δυνάμεις τους για επιμήκυνση εξαπλώνονται και επεκτείνονται σε όλη την έκταση.

Το δένδρο, έχει σχήμα τέλεια προσαρμοσμένο στο φυσικό του περιβάλλον. Έτσι διαφυλάσσει την πρόνοια της φύσης και υπακούοντας στους φυσικούς νόμους μεγαλώνει ούτε πολύ σιγά ούτε πολύ γρήγορα, αλλά σε πλήρη αρμονία με τους μεγάλους κύκλους της φύσης.

Παρά την όποια αποτελεσματικότητα θεωρείται ότι έχουν τα λιπάσματα στην ανάπτυξη των φυτών, εντούτοις συνοδεύονται από μερικές δυσμενείς επιδράσεις.

Αξίζει να παραθέσουμε ορισμένα παραδείγματα:

- ✿ Τα λιπάσματα επιταχύνουν την ανάπτυξη των φυτών, αυτό όμως είναι ένα πρόσκαιρο και τοπικό αποτέλεσμα που δεν αποτρέπει την αναπόφευκτη εξασθένηση τους.
- ✿ Φυτά εξασθενημένα από λιπάσματα παρουσιάζουν μειωμένη ανθεκτικότητα στις ασθένειες και στις προσβολές των εντόμων και είναι λιγότερο ικανά να ξεπεραστούν άλλα εμπόδια στην αύξηση και την ανάπτυξη.
- ✿ Περισσότερο από το 70% των βασικότερων λιπασμάτων (θειική αμμωνία, υπερφωσφορική και θειικό κάλι) είναι συμπυκνωμένο θειικό οξύ που καθιστά το έδαφος περισσότερο όξινο ζημιώνοντας το τόσο άμεσα, όσο και έμμεσα.
- ✿ Οι συνέπειες και οι αλληλεπιδράσεις των διαφόρων συστατικών των λιπασμάτων στο έδαφος π.χ. ενός οπωρώνα είναι πολύπλοκες. Η πρόσληψη του N και του P είναι φτωχή σε εδάφη με έλλειψη I. Όταν το έδαφος είναι όξινο ή γίνεται αλκαλικό με την εφαρμογή μεγάλης ποσότητας Ca, αναπτύσσονται τροφοπενίες Zn, Mn, B, I και άλλων στοιχείων, επειδή μειώνεται η διαλυτότητα τους στο νερό. Μεγάλες ποσότητες K παρεμποδίζουν την πρόσληψη I και ελαττώνουν επίσης την απορρόφηση του B. Όσο μεγαλύτερες είναι οι ποσότητες N, P και K που εφαρμόζονται στο έδαφος, τόσο μεγαλύτερη είναι και η έλλειψη Zn και B. Αφετέρου, υψηλότερα επίπεδα N και P-κών αλάτων έχουν ως αποτέλεσμα μικρότερη έλλειψη Mn. Η προσθήκη εξάλλου ενός λιπάσματος σε αυξημένη ποσότητα, κάνει ένα άλλο λίπασμα μη αποτελεσματικό. Καθώς οι επιστήμονες ασχολούνται με τη μελέτη αυτών των σχέσεων, αρχίζουν να αντιλαμβάνονται πόσο πολύπλοκη είναι η προσθήκη λιπασμάτων.

Η αρχή <<όχι λίπασμα>> δεν περιλαμβάνει τη χρησιμοποίηση οργανικών κοπροχωμάτων, δεδομένου ότι αυτά είναι πιο κοντά στη φύση. Όταν κομπόστ όπως το άχυρο, τα φύκια και τα διάφορα άλλα φυτικά υπολείμματα (κλαδιά δένδρων, φύλλα, χόρτα κ.α.) εφαρμόζονται απευθείας στον αγρό, απαιτείται κάποιος χρόνος για την αποσύνθεσή τους και να προκληθεί η λιπαντική αντίδραση στα φυτά. Αυτό συμβαίνει επειδή οι μικροοργανισμοί προσλαμβάνουν το απαραίτητο N από το έδαφος, δημιουργώντας μια περιστασιακή έλλειψη N που στερεί τα φυτά από το αναγκαίο N [7].

9.4 ΡΥΠΑΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ ΑΠΟ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Ένας παράγοντας της γεωργίας ο οποίος χρησιμοποιείται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τους γεωργοκαλλιεργητές είναι η λίπανση. Με τη λίπανση ο γεωργός αποβλέπει στην ανάπτυξη των καλλιεργημένων φυτών, στην αύξηση της παραγωγής και στην ποιοτική βελτίωσή της. Η υπερλίπανση όμως, πέρα από την ποσοτική και ποιοτική μείωση παραγωγής που μπορεί να προκαλέσει, μπορεί να έχει και δυσμενείς οικολογικές επιπτώσεις. Κυρίως μπορεί να επιδράσει αρνητικά στα νερά. Αυτό ισχύει τόσο για τα επιφανειακά όσο και για τα υπόγεια. Τα θρεπτικά στοιχεία που δεν απορροφούνται από τα φυτά και δεν δεσμεύονται στο έδαφος, μεταφέρονται με τη βροχή είτε στα επιφανειακά νερά είτε στα υπόγεια. Με την υπερλίπανση μπορούν διάφορα θρεπτικά στοιχεία να φτάσουν μέχρι το πόσιμο νερό. Αυτό ισχύει κυρίως για τα νιτρικά λιπάσματα, τα οποία όταν φτάσουν σε υψηλά επίπεδα, γίνονται επικίνδυνα για την υγεία του ανθρώπου και κυρίως για τα μικρά παιδιά. Προβλήματα όπως τα παραπάνω μπορούν να δημιουργηθούν και από την οργανική λίπανση. Το πρόβλημα είναι πιο έντονο στην περίπτωση που διαθέσιμες εκτάσεις είναι πολύ μικρές σε σχέση με τον αριθμό των εκτρεφόμενων ζώων.

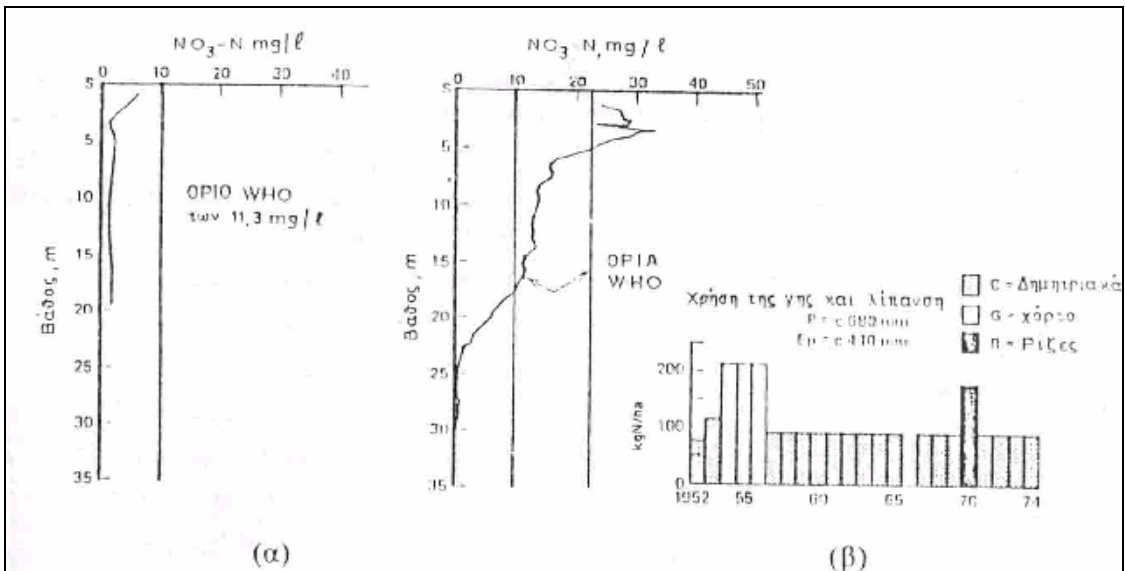
Ένα μέρος της βροχόπτωσης ή του νερού άρδευσης που εφαρμόζεται στα γεωργικά εδάφη διηθείται δια μέσου του επιφανειακού εδάφους μεταφέροντας στη μάζα του διαλυμένες ουσίες. Λόγω της εξατμισοδιαπνοής, το νερό που διηθείται βαθιά περιέχει διαλυμένα άλατα με συγκεντρώσεις δύο και τρεις φορές μεγαλύτερες

από αυτές του εφαρμοζόμενου νερού. Στα διαπερατά εδάφη, η περίσσεια νερού που περνά τη ζώνη των ριζών όπου γίνεται εναπόθεση αλάτων παρασέρνει τα διαλυμένα υλικά (ιδιαίτερα τα ιόντα χλωρίου, θεικών και νατρίου) στα υπόγεια νερά.

Με τις μεθόδους άρδευσης συνήθως εφαρμόζεται περισσότερο νερό από τις πραγματικές ανάγκες της εξατμισοδιαπνοής και τις απαιτήσεις έκπλυσης των αλάτων από το ριζόστρωμα. Το επιπλέον νερό που εφαρμόζεται κατά την άρδευση είτε απορρέει επιφανειακά προς τους επιφανειακούς αποδέκτες είτε διηθείται βαθιά προς τα υπόγεια νερά και από εκεί με την κίνηση του υπόγειου νερού μπορεί να επιστρέψει στους επιφανειακούς αποδέκτες. Αυτό το μέρος του πλεονάζοντος νερού που εφαρμόζεται κατά την άρδευση και που επιστρέφει στα επιφανειακά νερά είναι το νερό που επιστρέφει κατά την άρδευση και που μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί από τους κατάντη χρήστες σε συνεχείς κύκλους άρδευσης. Στα ξηρά ημίξηρα κλίματα, αυτή η διαδικασία αναπόφευκτα οδηγεί στην αύξηση της συγκέντρωσης των διαλυμένων αλάτων με κάθε επαναχρησιμοποίηση του νερού.

Τα στοιχεία των λιπασμάτων μπορούν να μετακινηθούν προς το υπόγειο νερό που βρίσκεται κάτω από καλλιεργούμενες εκτάσεις, εκτός από την περίπτωση των αργιλωδών εδαφών, όπου η διήθηση του νερού είναι περιορισμένη. Οι πιο οχληροί ρύποι, για την υγεία του ανθρώπου, από τη γεωργία είναι τα νιτρικά ιόντα, τα οποία με μεγάλη ευκολία μεταφέρονται με το νερό που διηθείται βαθιά δια μέσου της ακόρεστης ζώνης του εδάφους και της υπόγειας ροής στην κορεσμένη ζώνη. Η άρδευση και η εφαρμογή των λιπασμάτων ανόργανου αζώτου οφείλεται ότι συντελούν στην ταχύτερη αύξηση των νιτρικών σε πολλές αγροτικές περιοχές. Αλλά η αύξηση τους μπορεί να παρατηρηθεί και σε μη αρδευόμενες περιοχές με οργανικά εδάφη. Σ'αυτή την περίπτωση τα νιτρικά απελευθερώνονται κατά τη μικροβιακή ανοργανοποίηση των φυτικών υπολειμμάτων και των ζωικών αποβλήτων που ενσωματώνονται στο έδαφος. Προφανώς, η διήθηση των νιτρικών ιόντων σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, με καλή στράγγιση δεν μπορεί να αποφευχθεί, χωρίς τη μείωση ή και την εγκατάλειψη της λίπανσης και τη μετατροπή των καλλιεργειών σε φυσική βλάστηση.

Η χρησιμοποίηση των συνθετικών λιπασμάτων έχει αυξηθεί δραματικά τα τελευταία 30 χρόνια, επειδή αυτά είναι ένας από τους λίγους τρόπους με τους οποίους οι γεωργοί μπορούν να επηρεάσουν τις φυσικές διαδικασίες που καθορίζουν την ανάπτυξη των φυτών. Το ανόργανο άζωτο εφαρμόζεται συχνά σε ποσότητες μεγαλύτερες από τις κανονικές, που προκαλούν μεγαλύτερες αποδόσεις. Από μελέτες που έγιναν βρέθηκε ότι η μισή ποσότητα αζωτούχων λιπασμάτων από αυτή που εφαρμόζεται χρησιμοποιείται από τα φυτά. Σε εδάφη με φτωχή στράγγιση και υψηλή υπόγεια στάθμη, μεγάλο μέρος των νιτρικών που εκπλύνονται χάνονται σαν αέριο άζωτο με την απονιτροποίηση, ενώ οι στραγγιστικοί αγωγοί που βρίσκονται κάτω από καλά στραγγιζόμενα εδάφη, συγκεντρώνουν περίπου τη μισή ποσότητα των νιτρικών. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την κίνηση των νιτρικών προς τα υπόγεια νερά είναι η ποσότητα των λιπασμάτων που εφαρμόζεται, η εδαφική διαπερατότητα και η ταχύτητα διήθησης του νερού. Για να περιοριστεί η αύξηση των νιτρικών πρέπει να γίνουν αλλαγές στη διαχείριση του νερού και τον τρόπο καλλιέργειας. Σοβαρά προβλήματα υπάρχουν στις μικρές πόλεις που βρίσκονται κοντά σε αγροτικές περιοχές, οι οποίες χρησιμοποιούν για πόσιμο νερό τα υπόγεια νερά και εκεί που οι καλλιεργούμενες εκτάσεις μετατρέπονται σε αστικές περιοχές και ανοίγονται φρεάτια που θα χρησιμοποιηθούν για οικιακούς σκοπούς. Το μεγαλύτερο πρόβλημα ρύπανσης των υπόγειων νερών είναι η παρατηρούμενη συνεχής αύξηση των νιτρικών (νιτρορύπανση). Στα σχήματα 9.4.α και 9.4.β

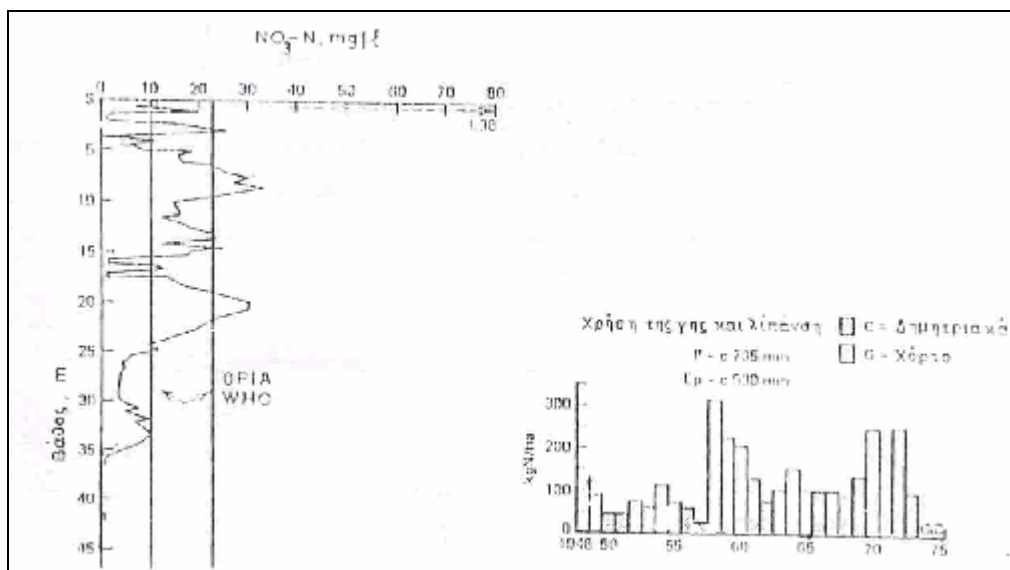


Κατανομή των νιτρικών στο έδαφος.

Σχήμα 9.4.α. Για μεγάλη περίοδο αγρανάπαυσης χωρίς λίπανση

Σχήμα 9.4.β. Με λίπανση αρόσιμων με μικρής διάρκειας αγρανάπαυσης [10].

δίνονται τα αποτελέσματα από μετρήσεις των νιτρικών σε δύο διαφορετικές περιπτώσεις εδαφών, ένα έδαφος με γρασίδι χωρίς λίπανση και ένα άλλο με αρόσιμες καλλιέργειες και λίπανση. Οι μετρήσεις στον αγρό με το γρασίδι χωρίς λίπανση έδειξαν ότι οι συγκεντρώσεις νιτρικού αζώτου είναι κάτω από τα 6 mg/l, πολύ πιο κάτω από το όριο της συγκέντρωσης των 10 mg/l που είναι το αποδεκτό όριο στην Ευρώπη για το πόσιμο νερό. Αντίθετα οι συγκεντρώσεις του νιτρικού αζώτου στους αγρούς που καλλιεργούνται και δέχονται λίπανση υπερβαίνουν το ανώτερο συνιστώμενο όριο για τα νιτρικά. Η κατανομή του νιτρικού αζώτου του σχήματος 9.4.β προέρχεται από έναν αγρό που καλλιεργείται με σιτηρά για 18 χρόνια και που δεχόταν ομοιόμορφη λίπανση. Αλλά και η κατανομή των νιτρικών στην ακόρεστη ζώνη του εδάφους έχει συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του ορίου των 10 mg/l σε ορόσημα και λιπαινόμενα εδάφη στα οποία παρεμβάλλονται μικρές περιόδους αγρανάπαυσης (σχήμα 9.4.γ).



Σχήμα 9.4.γ. Κατανομή των νιτρικών στο έδαφος μετά από την εκ περιτροπής χρήση του από λιπαινόμενα σιτηρά και αγρανάπαυση [10].

Το άζωτο που συσσωρεύεται στο γρασίδι, απελευθερώνεται μετά την άροση και δημιουργεί μέγιστα συγκεντρώσεων στην εδαφική κατατομή. Η υπερβολική λίπανση μπορεί να προκαλέσει την έκπλυση των νιτρικών στο υπόγειο νερό, αν και ακόμα και με την ορθολογική εφαρμογή της λίπανσης η συγκέντρωση τους στο υπόγειο νερό είναι υψηλή. Τα οργανικά υπολείμματα που παραμένουν στο έδαφος μετά τη συγκομιδή υφίστανται ανοργανοποίηση και νιτροποίηση από τα βακτήρια. Οι βροχοπτώσεις κατά τη διήθηση τους προκαλούν μεταφορά των νιτρικών μέσα στο έδαφος. Το νερό που διηθείται βαθιά στις εκτάσεις με το γρασίδι περιέχει γενικά μόνο λίγα χιλιοστογραμμάρια ανά λίτρο νιτρικά που προέρχονται από τη νιτροποίηση των οργανικών ουσιών στα επιφανειακά στρώματα. Σε όλα τα καλλιεργούμενα εδάφη, η άροση καταστρέφει τα φυσικά δημιουργούμενα στρώματα και προκαλεί αερισμό των βαθύτερων στρωμάτων που βοηθά στο σχηματισμό των νιτρικών. Αυτό αυξάνει τις απώλειες έκπλυσης κατά το φθινόπωρο και το χειμώνα που ακολουθούν την καλοκαιρινή συγκομιδή. Η άροση της αγρανάπαισης προσθέτει μεγάλες ποσότητες νεκρού οργανικού υλικού στο έδαφος που διατίθεται για ανοργανοποίηση. Στο σχήμα 9.4.γ φαίνονται τα μέγιστα του νιτρικού αζώτου που οφείλονται σε μεγάλες αποδεσμεύσεις νιτρικών που συνοδεύουν την άροση της αγρανάπαισης.

Στην ακόρεστη ζώνη, οι διαλυμένες ουσίες μεταφέρονται προς την υπόγεια στάθμη με την κατακόρυφη ροή του νερού, όπου συχνά μετακινούνται προς τα κάτω ανάλογα με τον τρόπο χρησιμοποίησης του εδάφους. Στην κατακόρυφη διεύθυνση, η υπόγεια στάθμη είναι το επίπεδο που μπορεί να υπάρξει απότομη μεταβολή της συγκέντρωσης των νιτρικών. Στην κορεσμένη ζώνη η υδραυλική κλίση προκαλεί την οριζόντια μετακίνηση του υπόγειου νερού και τα στρώματα νερού με διαφορετική ποιότητα παραμένουν διακεκριμένα λόγω της μικρής προς τα κάτω διασποράς. Η σύγκλιση των γραμμών ροής στα σημεία εκροής οδηγεί στην ανάμιξη των νερών διαφορετικής ποιότητας και ηλικίας [10].

9.5 ΤΡΟΠΟΙ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΑΠΟ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Η κύρια πηγή ρύπανσης των υπόγειων νερών είναι οι γεωργικές καλλιέργειες και πιο συγκεκριμένα η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων. <<Η γεωργία από μόνη της ρυπαίνει περισσότερο τις υπόγειες πηγές νερού από κάθε τι άλλο. Κι αυτό επειδή πολλοί αγρότες εγκλωβίζονται σε ένα φαύλο κύκλο. Οι αγρότες πρώτα εξαντλούν το έδαφος με εντατική συνεχή καλλιέργεια και έπειτα προσπαθούν να επαναφέρουν το λιγότερα παραγωγικό έδαφος με το να βάζουν όλο και περισσότερα αζωτούχα λιπάσματα, ώστε να επιτύχουν σταθερότητα στην απόδοση της σοδειάς>>.

Ο ανωτέρω ισχυρισμός ενισχύεται από το γεγονός ότι αυξημένες συγκεντρώσεις λιπασμάτων στα υπόγεια νερά εμφανίζονται σε περιοχές εντατικής καλλιέργειας πιο συχνά την άνοιξη (εποχή αυξημένης εφαρμογής λιπασμάτων). Μια έρευνα, που πραγματοποιήθηκε από τον Burkart και Kolrin (1993), συνέκρινε δείγματα νερού από πηγάδια γύρω από τα οποία υπήρχαν καλλιέργειες καλαμποκιού και σόγιας σε ποσοστό κάλυψης μεγαλύτερο από 25% και δείγματα νερού από πηγάδια που το αντίστοιχο ποσοστό κάλυψης από καλαμπόκι και σόγια της γύρω έκτασης δεν ξεπερνούσε το 25%. Τα αποτελέσματα έδειξαν δραματικά μεγαλύτερη συχνότητα υπερβολικής συγκέντρωσης νιτρικών (30%) στο νερό της πρώτης κατηγορίας πηγαδιών σε σύγκριση με τα πηγάδια της δεύτερης κατηγορίας (11%).

Η κοινή πεποίθηση στον αγροτικό είναι η θεώρηση ότι η χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων είναι μια φτηνή τεχνική για την αύξηση της απόδοσης της καλλιέργειας. Με δεδομένη τη δυσκολία ακριβούς εκτίμησης της απαραίτητης ποσότητας αζώτου που θα χρειαστεί μια καλλιέργεια πριν τη συγκομιδή (λόγω των εναλλαγών στο είδος των καλλιεργειών και τις μεταβλητές καιρικές συνθήκες) ο

μέσος γεωργός θα προτιμούσε να προσθέσει περισσότερο άζωτο για να εξασφαλίσει την απόδοση της σοδειάς του.

Αποτέλεσμα της συνήθους αυτής πρακτικής είναι η δραματική αύξηση του κινδύνου ρύπανσης των υπόγειων υδροφορέων με νιτρικά και η δημιουργία σοβαρών προβλημάτων στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία. Αντίθετα αν το διαθέσιμο άζωτο στο έδαφος διατηρείται στα απαιτούμενα για την καλλιέργεια επίπεδα, η στράγγιση των νιτρικών στις πλείστες των περιπτώσεων δεν είναι ικανή να προκαλέσει ρύπανση των υπόγειων υδάτων.

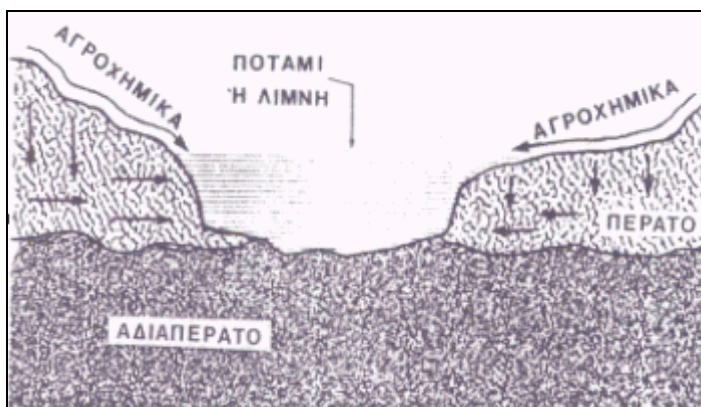
Προφανώς πολλοί από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν ότι επιδρούν στη στράγγιση των νιτρικών από τη λίπανση των εκτάσεων με γρασίδι, καθορίζουν και τις πιθανότητες στράγγισης από τις καλλιεργημένες εκτάσεις.

Ένας σημαντικός παράγοντας είναι η συχνότητα και η ποσότητα της άρδευσης. Στην έρευνα των Burkart και Kolpin, (1993) τα αποτελέσματα έδειξαν ότι: <<η συχνότητα ανίχνευσης υπερβολικής συγκέντρωσης νιτρικών στα νερά των πηγαδιών, ακτίνα 3,2 χιλιομέτρων, ήταν μεγαλύτερη όταν υπήρχε άρδευση (41%) σε σύγκριση με την περίπτωση που δεν υπήρξε άρδευση (24%)>>. Αντίθετα με τις μη αρδευόμενες καλλιεργήσιμες εκτάσεις όπου η πιθανότητα ρύπανσης με νιτρικά των υπόγειων νερών είναι γενικά περιορισμένη, η πιθανότητα αυτή είναι ιδιαίτερα αυξημένη σε αρδευόμενες καλλιέργειες εδαφών, ιδιαίτερα σε εκείνα που η κοκκομετρική σύσταση τους ευνοεί τη στράγγιση. Η ύπαρξη αρδευτικών έργων περιορίζει αρκετά τον κίνδυνο στράγγισης. Η ύπαρξη αρδευτικών έργων περιορίζει αρκετά τον κίνδυνο στράγγισης νιτρικών, αφού είναι δυνατός σε μεγαλύτερο βαθμό ο έλεγχος της άρδευσης και των εισερχόμενων ποσοτήτων νερού, περιορίζοντας παράλληλα και τον κίνδυνο της απορροής.

Η πιθανότητα στράγγισης αυξάνεται περαιτέρω σε περιοχές με αμμώδη εδάφη ή και σε περιοχές όπου ο υπόγειος υδροφόρας είναι σε μικρό βάθος. Η αμμώδης (χονδρόκοκκη) σύσταση του εδάφους επιτρέπει σε μεγάλες ποσότητες νερού (προερχόμενου από την άρδευση ή και τις βροχοπτώσεις) να κυλούν μέσω των εδαφών αυτών μεγάλη ταχύτητα μεταφέροντας διαλυμένες ουσίες, όπως τα νιτρικά.

Οι δυσμενείς επιδράσεις από τη χρήση των λιπασμάτων στο περιβάλλον γενικά, προκαλούνται από τα υπολείμματα τους (και κυρίως των υπερβολικών και αλόγιστων δόσεων) που ένα μέρος δεσμεύεται στο έδαφος, ένα άλλο εξαερώνεται και διαφεύγει στην ατμόσφαιρα και ένα τρίτο μετακινείται και καταλήγει στα νερά (επιφανειακά-υπόγεια), ρυπαίνοντάς τα.

Η ρύπανση των νερών από τα λιπάσματα μπορεί να γίνει κατά κάποιο τρόπο ανάλογο με εκείνο των φυτοπροστατευτικών προϊόντων δηλαδή απευθείας ή με επιφανειακή απορροή ή με βαθιά διήθηση των νερών και κυρίως των νερών άρδευσης (σχήμα 9.5.α).



Σχήμα 9.5.α. Είσοδος αγροχημικών με επιφανειακή απορροή ή βαθιά διήθηση του νερού άρδευσης σε ποτάμι, λίμνη, πηγάδι ή γεώτρηση [7].

Κυρίως όταν το έδαφος παρουσιάζει κάποια κλίση τα υπολείμματα των χημικών λιπασμάτων οδηγούνται από τα νερά που ρέουν επιφανειακά προκαλώντας ταυτόχρονα έκπλυση του στους φυσικούς τους αποδέκτες (θάλασσες, ποτάμια, λίμνες). Το φαινόμενο της έκπλυσης των χημικών πέρα από τη σημαντική υποβάθμιση της γονιμότητας του εδάφους, αποτελεί και μια σοβαρή πηγή ρύπανσης των νερών. Τα θρεπτικά στοιχεία των χημικών αλλά και των οργανικών λιπασμάτων και κυρίως το N και ο P που καταλήγουν στα επιφανειακά νερά αυξάνουν τη <<γονιμότητα>> των νερών αυτών και εντείνουν με τον τρόπο αυτό το ρυθμό ανάπτυξης της υδρόβιας βλάστησης (ευτροφισμός). Η αποδόμηση της οργανικής ύλης συνεχίζεται κάτω από αναερόβιες συνθήκες δημιουργώντας τοξικά και δύσοσμα αέρια και καθιστώντας δύσκολες τις συνθήκες για τη διαβίωση των υδρόβιων οργανισμών. Αυτή είναι η βασική αιτία που λίμνες και ποτάμια είναι σε πολλές περιοχές σήμερα, ουσιαστικά <<νεκρά νερά>>.

Εκείνο που αποκτά ιδιαίτερη σημασία στην περίπτωση της ρύπανσης με λιπάσματα με βαθιά διήθηση, είναι το είδος και κυρίως η μορφή του χρησιμοποιούμενου λιπάσματος. Έτσι, τα φωσφορικά και τα καλιούχα λιπάσματα παρουσιάζουν μικρή κινητικότητα στο έδαφος και κατά συνέπεια ο κίνδυνος διήθησης τους σε βαθύτερα στρώματα και ρύπανσης των υπογείων κυρίως νερών, είναι αρκετά περιορισμένος. Το άζωτο σε αμμωνιακή μορφή και σε χαμηλές δόσεις προσροφάται στα κolloειδή του εδάφους και μετακινείται ελάχιστα από τα σημεία εφαρμογής του. Όταν όμως εφαρμόζεται σε μεγάλες δόσεις είναι δυνατόν να υπερκαλύψει την εναλλακτική ικανότητα των κolloειδών του εδάφους και να κινηθεί σε μεγαλύτερο βάθος και αποστάσεις με κίνδυνο να φτάσει σε υπόγειους υδροφορείς.

Τα νιτρικά αζωτούχα μετακινούνται μαζί με το νερό και φτάνουν τελικά μέχρι το σημείο που καταλήγει, αποτελώντας το μεγαλύτερο κίνδυνο ρύπανσης των νερών. Κάθε μη νιτρική μορφή αζώτου που εφαρμόζεται στο έδαφος, μετατρέπεται τελικά σε νιτρική και τότε μετακινείται ευκολότερα με το νερό. Αυτό καθιστά αναγκαία την εφαρμογή στην πράξη των αζωτούχων λιπασμάτων όχι σε μια αλλά σε πολλές μικρές δόσεις κατά τη διάρκεια της κατάλληλης περιόδου και ανάλογα με τις θρεπτικές απαιτήσεις των φυτών [7].

9.5.1 Ευτροφισμός

Ο ευτροφισμός εμφανίζεται ως η υπέρμετρη αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας μιας <<κλειστής>> υδάτινης μάζας, με δυσμενή αποτελέσματα στα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά των νερών της. Ως πρωτογενής παραγωγικότητα νοείται η φυτική βιομάζα (φυτοπλαγκτόν, υδρόβια και υδροχαρής βλάστηση) ενώ ως κλειστή υδάτινη μάζα θεωρούμε τις λίμνες, λιμνοθάλασσες, ποτάμια χαμηλής ροής, ορισμένες παράκτιες περιοχές και γενικά, κλειστά συστήματα με περιορισμένη ανανέωση των υδάτων τους.

Ο ευτροφισμός οφείλεται στη διοχέτευση, στην υδάτινη μάζα, μεγάλης ποσότητας θρεπτικών αλάτων και κυρίως, αζώτου και φωσφόρου. Οι κύριες πηγές εμπλουτισμού των φυσικών υδάτων σε θρεπτικά άλατα είναι:

- Τα οργανικής σύστασης κτηνοτροφικά και γεωργικά απόβλητα
- Οι αποπλύσεις γεωργικών εδαφών (μέσω της επιφανειακής απορροής) καθώς και
- Τα ρυπασμένα με νιτρικά και φώσφορο υπόγεια νερά.

Τα <<συμπτώματα>>, με τα οποία εμφανίζεται ο ευτροφισμός είναι: Η <<άνθηση>> του φυτοπλαγκτόν, την άνοιξη και το φθινόπωρο, η υπέρμετρη ανάπτυξη υδρόβιων μακρόφυτων (γρήγορος πολλαπλασιασμός των φυκιών σ'όλο το βάθος του νερού και των υδρόχαρων φυτών στην επιφάνεια λόγω της αυξημένης συγκεντρώσεων θρεπτικών ουσιών) και συχνά η δυσσομία τις πρώτες πρωινές ώρες

της ημέρας, ιδίως τους ζεστούς μήνες του έτους. Στην επιφάνεια του νερού εμφανίζεται ένας βρώμικος πράσινος αφρός, που περιορίζει την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στα κατώτερα στρώματα του νερού. Η ικανότητα των κυττάρων των φυκιών να φωτοσυνθέτουν και να απελευθερώνουν οξυγόνο στο νερό μεταβάλλοντας τις αερόβιες συνθήκες με μεγάλη επίπτωση στους υπόλοιπους οργανισμούς του οικοσυστήματος.

Επιπλέον, όταν τα φύκια πεθάνουν τα οργανικά τους υπολείμματα παραμένουν μέσα στα στρώματα του νερού ή κατακρημνίζονται στον πυθμένα, όπου αποσυντίθενται ακόμη περισσότερο από τους μικροοργανισμούς. Οι μικροοργανισμοί αυτοί δημιουργούν σοβαρές αναερόβιες συνθήκες στο νερό εκκρίνοντας ανεπιθύμητα προϊόντα βιολογικών διεργασιών αναγωγής. Επιπροσθέτως, κάτω από ορισμένες συνθήκες, η άνθιση μερικών ειδών φυκιών προκαλεί την έκκριση μιας χρωστικής καστανού χρώματος στο νερό, που δεν μπορεί εύκολα να απομακρυνθεί με κανονικές διεργασίες καθαρισμού. Η πυκνότητα του νερού αυξάνει (μοιάζει με πυκνή σούπα), επηρεάζοντας αρνητικά τις πιθανές χρήσεις του (πόση, αναψυχή κλπ.) ενώ δημιουργούνται προβλήματα στην μέσω αγωγών μεταφορά του (συχνές εμφράξεις). Η ιχθυοπαραγωγή στο κλειστό υδάτινο σύστημα συχνά αυξάνει, αλλά μειώνεται η ποικιλία των ειδών.

Στις παρακάτω φωτογραφίες 9.5.1.α και 9.5.1.β παρουσιάζονται δύο όψεις μιας λίμνης με και χωρίς ευτροφισμό.



Φωτογραφία 9.5.1.α:
Λίμνη χωρίς ευτροφισμό [7].



Φωτογραφία 9.5.1.β:
Λίμνη με ευτροφισμό [7].

Το φαινόμενο της διπλής άνθησης του φυτοπλαγκτόν την άνοιξη και το φθινόπωρο αποτελεί χαρακτηριστικό των ευτροφικών κλειστών συστημάτων και μπορεί να ερμηνευτεί ως εξής: Κατά τους χειμερινούς μήνες, όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή, παρατηρείται συσσώρευση θρεπτικών ουσιών. Την άνοιξη με την αύξηση της θερμοκρασίας το φυτοπλαγκτόν αναπτύσσεται σε όλη την ευφωτική ζώνη συνεχώς μέχρι την εξάντληση του αποθέματος των θρεπτικών αλάτων, οπότε σταματάει η ανάπτυξη. Η θερμική στρωμάτωση που συμβαίνει στις λίμνες, φαινόμενο κατά το οποίο η λίμνη χωρίζεται σε δυο στρώματα με μικρή μίξη μεταξύ τους επιταχύνει την εξάντληση των θρεπτικών ουσιών στην ευφωτική ζώνη, συγκεντρώνοντας τα στο κατώτερο στρώμα. Η φθινοπωρινή ψύξη των νερών προκαλεί ομοιοθερμία και ανάμιξη του νερού, με αποτέλεσμα να επανέρχονται στην επιφάνεια τα θρεπτικά άλατα και έτσι να επέρχεται η δεύτερη άνθηση του φυτοπλαγκτόν, με δέσμευση, κυρίως, του άζωτου. Οι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί στην φθινοπωρινή άνθηση είναι κυανοφύκη (ιδιαίτερα ειδών *Anabaena*), οργανισμοί ικανοί για γρήγορη ανάπτυξη ακόμα και όταν μειώνεται το άζωτο. Η ανάπτυξη τους σταματάει, όταν ο φώσφορος ή η θερμοκρασία ή άλλοι παράγοντες γίνουν περιοριστικοί.

Ο ευτροφισμός στις λίμνες δεν εξαρτάται μόνο από τις εισροές θρεπτικών αλάτων αλλά και από τα γεωγραφικά, γεωμορφολογικά, κλιματολογικά, μορφομετρικά, υδροδυναμικά και άλλα χαρακτηριστικά της ίδιας λίμνης.

Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε θρεπτικά άλατα και τη διαφάνεια, οι λίμνες κατατάσσονται σε κατηγορίες τροφισμού (ολιγότροφες, μεσότροφες, εύτροφες, υπερτροφικές κλπ.). Κατά καιρούς, έχουν δημοσιευτεί διάφορες επιστημονικές εργασίες για τον τρόπο κατάταξης των λιμνών και των άλλων υδάτινων μαζών σε κατηγορίες τροφισμού.

Τα διάφορα προτεινόμενα συστήματα κατάταξης διαφέρουν μεταξύ τους τόσο ως προς τις παραμέτρους όσο και ως προς τα όρια τιμών κάθε παραμέτρου. Πιο τεκμηριωμένη εμφανίζεται η μελέτη του ΟΟCD με τίτλο <<Eutrophication of waters, Monitoring, Assessment and Control>>, Paris 1982, στην οποία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα στατιστικής επεξεργασίας πολυετών μετρήσεων και αναλύσεων, σε περίπου 50 λίμνες (που συμμετείχαν στο σχετικό πρόγραμμα), με διαφορετικά μορφολογικά και υδροδυναμικά χαρακτηριστικά, η καθεμία.

Σύμφωνα με τη μελέτη αυτή, οι παράμετροι που πρέπει να εξετάζονται για την κατάταξη ενός <<κλειστού>> συστήματος σε κατηγορία τροφισμού, είναι:

- ολικός φώσφορος
- Χλωροφύλλη
- Διαφάνεια.

Για κάθε παράμετρο πρέπει να υπάρχουν μετρήσεις καθόλη τη διάρκεια του έτους. Η κατάταξη των ανοιχτών συστημάτων σε κατηγορίες τροφισμού βασίζεται στις ίδιες παραμέτρους και επιπλέον, στον προσδιορισμό του ολικού αζώτου. Για κάθε παράμετρο, πρέπει να υπολογίζεται ο γεωμετρικός μέσος και η σταθερή απόκλιση των τιμών.

Ιδιαίτερη σημασία για τη δημιουργία ευτροφισμού έχει η ισορροπία αζώτου-φωσφόρου, που λειτουργεί ως περιοριστικός παράγοντας. Η αναλογία αζώτου και φωσφόρου στους ιστούς των φυτοπλαγκτονικών και υδρόβιων φυτικών οργανισμών, είναι: 1 άτομο φωσφόρου προς 16 άτομα αζώτου. Αν η σχέση N/P στο νερό είναι μεγαλύτερη από 16, τότε τα άτομα του φωσφόρου είναι ανεπαρκή για την ανάπτυξη των φυκιών και επομένως η βιομάζα φυκιών περιορίζεται αναγκαστικά από τη διαθεσιμότητα του φωσφόρου. Σ'αυτή την περίπτωση λέμε ότι ο φώσφορος είναι περιοριστικός παράγοντας.

Η σχέση 1P/16N, αντιστοιχεί σε 1gr P/7,2gr N ανά 500 gr υγρού βάρους φυκιών. Αυτό σημαίνει ότι κάτω από δυναμικές συνθήκες, η προσθήκη φωσφόρου μπορεί να αυξήσει κατά 500 φορές το βάρος της φυτικής βιομάζας, ενώ η προσθήκη αζώτου μπορεί να μην αυξήσει 69 φορές.

Γενικά, περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη του ευτροφισμού, είναι στις περισσότερες περιπτώσεις ο φώσφορος. Μόνο σε ιδιαίτερα ευτροφικές συνθήκες (όπου η σχέση N/P είναι μικρότερη από 16) τα άζωτο γίνεται περιοριστικός παράγοντας. Σε περιπτώσεις όπου περιοριστικός παράγοντας είναι το άζωτο, αναπτύσσονται περισσότερο κυανοφύκη, τα οποία είναι ανεπιθύμητα για τις περισσότερες χρήσεις των υδάτων.

Η σχέση αζώτου/φωσφόρου μεταβάλλεται εποχιακά. Η παρουσία ή η απουσία ανώτερων καταναλωτών (ψάρια) σε μια λίμνη, επηρεάζει το τροφικό επίπεδο. Η απουσία θηρευτών προκαλεί την ανάπτυξη άφθονων ζωοπλαγκτονικών οργανισμών, οι οποίοι καταναλώνουν τους φυτοπλαγκτονικούς, με αποτέλεσμα χαμηλότερες από τις αναμενόμενες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης-α.

Ο έλεγχος του ευτροφισμού σε μια λίμνη, μπορεί να γίνει με περιορισμό και έλεγχο του είδους και των ποσοτήτων των θρεπτικών αλάτων και ιδίως του φωσφόρου που παράγονται στη λεκάνη απορροής της λίμνης και καταλήγουν τελικά σ'αυτή. Στην πράξη αυτός ο έλεγχος παρουσιάζει πολλές δυσκολίες, ιδιαίτερα όταν

γύρω από τη λίμνη έχουν αναπτυχθεί πολλές δραστηριότητες (όπως οικισμοί, γεωργία, κτηνοτροφία κλπ.). Στη συνέχεια, αναφέρονται συνοπτικά οι τρόποι ελέγχου του ευτροφισμού, που έχουν εφαρμοστεί σε πολλές χώρες με έντονα προβλήματα ευτροφισμού σε κλειστά υδάτινα συστήματα:

1. Δευτερογενής και τριτογενής καθαρισμός των αστικών λυμάτων
2. Μείωση φωσφορούχων λιπασμάτων
3. Περιμετρικές ζώνες πρασίνου, μέσω των οποίων διηθούνται οι εκπλύσεις γεωργικών εδαφών
4. Υπολίμνιος αερισμός των ιζημάτων
5. Απομάκρυνση ιζημάτων από τον πυθμένα
6. Εκκένωση υπολίμνιων νερών, με σιφωνισμό
7. Χημική καθίζηση του φωσφόρου με θειικό αργίλιο
8. Μείωση του αριθμού των ζωοπλακτονοφάγων ψαριών (εκλεκτική αλιεία), προκειμένου να αυξηθεί η βιομάζα του ζωοπλακτόν, η οποία έχει καλύτερη καθαρισιμότητα.
9. Οξειδωση ιζημάτων, με απονιτροποιά βακτήρια ($\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2$)

Ας σημειωθεί, ότι οι περισσότερες από τις παραπάνω μεθόδους είναι δαπανηρές και ακόμα και αν εφαρμοστούν, δεν διασφαλίζουν την εξάλειψη του φαινομένου διότι συνήθως απαιτούν συνδυασμό δυο ή και περισσότερων μεθόδων. Σε κάθε περίπτωση, πριν την εφαρμογή του σχεδίου αλλά και κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του, πρέπει να γίνεται συστηματικός έλεγχος των φυσικοχημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών του νερού της λίμνης.

Επίσης πρέπει να γίνεται έλεγχος των άμεσων ή έμμεσων πηγών ρύπανσης της λίμνης και θεωρητικός υπολογισμός τους. Οι πηγές ρύπανσης απογράφονται στο επίπεδο λεκάνης απορροής, αναλύονται ανά κατηγορία και υπολογίζεται η συμβολή της κάθε πηγής ξεχωριστά.

Δυσκολία παρουσιάζει και ο προσδιορισμός του ποσοστού ρυπαντών που περιέχουν τα παραγόμενα φορτία τα οποία καταλήγουν στον υδάτινο αποδέκτη. Είναι εύκολο, για παράδειγμα, να υπολογιστεί η παραγόμενη ποσότητα αζώτου και φωσφόρου από ένα παραλίμνιο οικισμό σε περίπτωση που ο οικισμός διαθέτει αποχετευτικό δίκτυο, αλλά εξυπηρετείται με βόθρους, το ποσοστό ρυπαντών από τα παραγόμενα φορτία που καταλήγει στη λίμνη, είναι θέμα παραδοχής.

Στη συνέχεια, δίνονται ορισμένοι ενδεικτικοί συντελεστές υπολογισμού αζώτου και φωσφόρου που προέρχονται από κτηνοτροφικές μονάδες και από αποπλύσεις καλλιεργούμενων ή μη εδαφών. Εναπόκειται όμως στην κρίση των χρηστών τους να επιλέξουν αυτούς ή κάποιους άλλους συντελεστές, συνεκτιμώντας τις ειδικές συνθήκες που επικρατούν στον εξεταζόμενο υδατικό αποδέκτη [9].

9.5.2 Κτηνοτροφικές μονάδες

Για τον υπολογισμό του παραγόμενου από τα ζώα ολικού αζώτου και φωσφόρου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι συντελεστές που προτείνονται από το Ινστιτούτο IRSA-CNR Ιταλία (πίνακας 9.5.2.α)

Πίνακας 9.5.2.α. Συντελεστές για τον υπολογισμό του παραγόμενου από τα ζώα ολικού αζώτου και φωσφόρου [9].

Είδος ζώου	Ολικό άζωτο (σε kg/κεφάλι/έτος)	Ολικός φώσφορος (σε kg/κεφάλι/έτος)
Ίππιοι	62	8,7
Βοοειδή	54,8	7,4
Χοίροι	10,8	3,8
Πρόβατα	5	0,8
Αίγες	5	0,8
Πουλερικά	0,48	0,17

Από τις τιμές αυτές θεωρείται ότι το ποσοστό 5% καταλήγει άμεσα ή έμμεσα σε επιφανειακούς αποδέκτες. Έτσι ο παραπάνω πίνακας διαμορφώνεται ως εξής [9]:

Πίνακας 9.5.2.β. Τελικοί συντελεστές για τον υπολογισμό του παραγόμενου από τα ζώα ολικού αζώτου και φωσφόρου [9].

Είδος ζώου	Ολικό άζωτο (σε kg/κεφάλι/έτος)	Ολικός φώσφορος (σε kg/κεφάλι/έτος)
Ίππιοι	3,10	0,435
Βοοειδή	2,74	0,37
Χοίροι	0,54	0,19
Πρόβατα	0,25	0,04
Αίγες	0,25	0,04
Πουλερικά	0,024	0,0085

9.5.3 Αποπλύσεις εδαφών

Για τον υπολογισμό της συμμετοχής των αποπλύσεων εδαφών στην αύξηση των αζωτούχων και φωσφορικών ενώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι συντελεστές που προτείνονται από το Ινστιτούτο IRSA-CNR Ιταλίας (οι οποίοι μπορούν να θεωρηθούν πολύ συντηρητικοί):

A. Μη καλλιεργούμενα εδάφη:	
Ολικό άζωτο:	2 kg/ha. έτος
Ολικός φώσφορος:	0,1 kg/ha.έτος

B. Καλλιεργούμενα εδάφη:	
Ολικό άζωτο:	16 kg/ha. έτος
Ολικός φώσφορος:	0,6 kg/ha.έτος

Οι αντίστοιχοι συντελεστές που προτείνει ο ΟΟCD για τον υπολογισμό των επιφανειακών απορροών από λιπάσματα καλλιεργούμενων εκτάσεων είναι χαμηλότεροι και ανέρχονται σε 3 kg/ha.έτος σε άζωτο και 0,02 kg/ha.έτος σε φώσφορο.

Από την ανωτέρω παρουσίαση του φαινομένου του ευτροφισμού μπορεί να εξαχθεί το ακόλουθο συμπέρασμα:

Σε συνδυασμό με υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου και κάτω από κατάλληλες συνθήκες μεγάλη ποσότητα αζώτου προκαλεί ραγδαία υδρόβια φυτική ανάπτυξη στις λίμνες και στα κλειστά υδάτινα συστήματα που οδηγούν σε ευτροφικά συστήματα (πρώρη ενηλικίωση). Ο ευτροφισμός προκαλεί στο τέλος πυκνό άνθισμα βλαβερών φυκιών, καθώς και πυκνές βάσεις υδρόβιων φυτών. Μια τέτοια ανάπτυξη επεμβαίνει στην ισορροπία των κλειστών υδάτινων συστημάτων διαταράσσοντας τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου με ιδιαίτερα αρνητικές επιπτώσεις στο οικοσύστημά τους. Περισσότερο ο φώσφορος παρά το άζωτο φαίνεται να είναι το

θρεπτικό εκείνο στοιχείο που ευθύνεται κατά κύριο λόγο για τον υπερβολικό εμπλουτισμό των λιμνών και ποταμών του γλυκού νερού [9].

9.5.4 Αποθήκευση Κοπριάς-Σηπτικές Δεξαμενές

Μια άλλη δυναμική πηγή νιτρικών για τα υπόγεια νερά που έχει σχέση με τη γεωργία είναι η αποθήκευση κοπριάς. Η πιο συνήθης χαμηλού κόστους πρακτική είναι η αποθήκευση κοπριάς σε μεγάλες τεχνητές κοιλάτες στο έδαφος κατασκευασμένες πρόχειρα χωρίς μέριμνα για διασφάλιση της στεγανότητάς τους. Η προχειρότητα της κατασκευής αυτών των <<δεξαμενών κοπριάς>> είναι δυνατόν να προκαλέσει τη ρύπανση των υπόγειων νερών με νιτρικά λόγω στράγγισης. Μια εναλλακτική πρόταση που εξασφαλίζει μεγαλύτερη προστασία έναντι της στράγγισης είναι η κατασκευή δεξαμενών αποθήκευσης κοπριάς με ειδική επένδυση του πυθμένα που εξασφαλίζει τη μη διαπερατότητα. Ωστόσο όπως έδειξε μια μελέτη στο Πανεπιστήμιο του Wisconsin, υπάρχει μια σταδιακή αλλά συνεχής φθορά αυτής της επένδυσης με το χρόνο με αποτέλεσμα μερικά χρόνια αργότερα να μην είναι σε θέση πια να εμποδίσει τη στράγγιση των ρυπαντών της κοπριάς. Προβλήματα επίσης προκύπτουν όταν αυτές οι δεξαμενές αποθήκευσης αφήνονται ανενεργές για μεγάλο χρονικό διάστημα. Έχει αποδεχθεί ότι μια άδεια για μακρύ χρόνο δεξαμενή αποθήκευσης κοπριάς μπορεί να αποδειχθεί τελικά πιο επιζήμια για τα υπόγεια νερά από ότι μια γεμάτη. Οι πλευρές μιας άδειας δεξαμενής εκτίθενται απευθείας στον ήλιο και τον αέρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ξήρανση και το σπάσιμο του υλικού επένδυσης. Τα κατάλοιπα των πλευρών περιέχουν μεγάλες ποσότητες διαλυμένου οξυγόνου το οποίο θα μετατρέψει το αμμώνιο στο ρυπασμένο χώμα σε νιτρικά που μπορούν εύκολα να στραγγίξουν στον υπόγειο υδροφόρα μέσω της βροχής [9].

10. ΠΡΟΛΗΨΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

10.1 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΦΑΡΜΑΚΑ

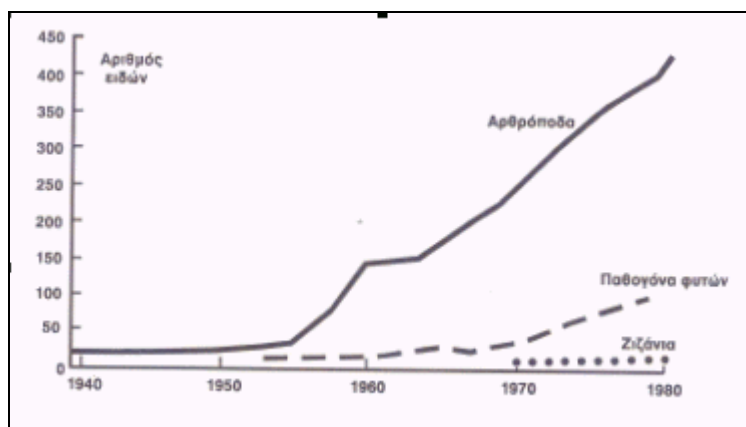
Η εντατική χρησιμοποίηση των γεωργικών φαρμάκων έχει προκαλέσει προβλήματα στο περιβάλλον και στην υγεία του ανθρώπου. Ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες το πρόβλημα είναι σοβαρότερο λόγω της ύπαρξης ασθενών θεσμοθετημένων κανόνων προστασίας ή παντελούς ανυπαρξίας αυτών. Επίσης οι περισσότεροι γεωργοί του λεγόμενου τρίτου κόσμου δεν έχουν κατάλληλη κατάρτιση και τα μηχανήματα να χειρισθούν αυτές τις τοξικές ουσίες και πολλοί από αυτούς ίσως δεν είναι σε θέση να διαβάσουν τις οδηγίες χρήσεως και τις προειδοποιήσεις για του κινδύνους που συνοδεύουν την απρόσεκτη χρησιμοποίηση αυτών των ουσιών.

Το Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών των ΗΠΑ έχει υπολογίσει ότι 20.000 Αμερικανοί ίσως πεθαίνουν από καρκίνο κάθε χρόνο από σχετικά μικρές συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων στα φρούτα και λαχανικά. Γύρω στις 300 πηγές που προμηθεύουν νερό στη Μεγάλη Βρετανία είναι ρυπασμένες με γεωργικά φάρμακα πάνω από τα όρια μέγιστης επιτρεπόμενης συγκέντρωσης που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση, τα οποία είναι 0,1 μg/l για κάθε γεωργικό φάρμακο και 0,5 μg/l για όλα μαζί τα ανιχνευόμενα φάρμακα στο ίδιο δείγμα.

Οι βιομηχανικές χώρες έχουν απαγορεύσει τη χρησιμοποίηση κάποιων γεωργικών φαρμάκων καθώς αποδείχθηκαν πολύ επικίνδυνα για τον άνθρωπο και τους άλλους οργανισμούς, αλλά οι χώρες αυτές συνεχίζουν να εξαγωγή τα γεωργικά αυτά φάρμακα στις χώρες του <<Τρίτου Κόσμου>>. Στις αρχές του 1980 το ένα τρίτο των εξαγόμενων γεωργικών φαρμάκων, από τις ΗΠΑ είχαν ήδη απαγορευθεί στην εξαγωγική αυτή χώρα. Η ειρωνεία είναι ότι αυτά τα επικίνδυνα φάρμακα επανεισάγονται σε κάποιο βαθμό στις ΗΠΑ και στις άλλες αναπτυσσόμενες χώρες ως υπολείμματα των ουσιών αυτών στα εισαγόμενα τρόφιμα [11].

10.1.1 Ανάπτυξη ανθεκτικών ειδών παρασίτων

Πολλά γεωργικά φάρμακα καθίστανται αναποτελεσματικά καθώς όλο και περισσότερα είδη παρασίτων αναπτύσσουν μηχανισμούς ανθεκτικότητας από τη συνεχή έκθεση των οργανισμών αυτών στα φάρμακα (σχήμα 10.1.1.α).



Σχήμα 10.1.1.α. Αριθμός ειδών ανθεκτικών στα γεωργικά φάρμακα [11].

Πριν από 50 έτη πολύ λίγα είδη εντόμων ήταν ανθεκτικά στα γεωργικά φάρμακα, σήμερα είναι πάνω από 450 είδη. Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα είναι το έντομο του καπνού (tobacco budworm, λεπιδόπτερο noctuidae), το οποίο καταστρέφει το βαμβάκι. Το έντομο αυτό ανέπτυξε ανθεκτικότητα σε όλα τα γνωστά εντομοκτόνα, στο βορειοανατολικό Μεξικό τη δεκαετία του '60. Αποτέλεσμα αυτού ήταν η ελάττωση της καλλιεργούμενης έκτασης με βαμβάκι από 280.000 εκτάρια σε μόλις 400 εκτάρια.

Με την ανάπτυξη ανθεκτικότητας των παρασίτων στα γεωργικά φάρμακα, όλο και μεγαλύτερες δόσεις χρησιμοποιούνται ή δοκιμάζονται περισσότερα φάρμακα ή συνδυασμοί φαρμάκων με αποτέλεσμα ν'αυξάνουν και οι επιπτώσεις των τοξικών αυτών ουσιών και στον άνθρωπο και σε άλλους οργανισμούς [11].

10.1.2 Εναλλακτικές προτάσεις καταπολέμησης των παρασίτων

Τα προβλήματα που συνδέονται με την ασύνητη χρήση των γεωργικών φαρμάκων έχουν οδηγήσει στην αναζήτηση και εφαρμογή εναλλακτικών μεθόδων καταπολέμησης των παρασίτων. Οι κυριότερες από αυτές τις μεθόδους είναι:

1. Βιολογικές μέθοδοι καταπολέμησης των παρασίτων. Αυτές περιλαμβάνουν τη χρησιμοποίηση εντομοφάγων εντόμων, εντομοπαθογόνων βακτηρίων και στερωμένων ή γενετικά ελαττωματικών ατόμων του βλαβερού είδους.
2. Ανάπτυξη ανθεκτικών ποικιλιών φυτών, σε εντομολογικές και φυτοπαθολογικές ασθένειες.
3. Καλλιεργητικά και δασοπονικά μέτρα. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται η αμειψισπορά, η αλλαγή του χρόνου φύτευσης ή συγκομιδής, η χρησιμοποίηση φυτών <<παγίδων>>, η καταστροφή των ζιζανίων κ.λπ.
4. Ορμόνες. Η μέθοδος αυτή σκοπό έχει την τροποποίηση του βιολογικού κύκλου των εντόμων (παρασίτων) με την χρησιμοποίηση κατάλληλων ορμονών. Χρησιμοποιούνται ορμόνες οι οποίες επιτρέπουν το έντομο να αυξάνει αλλά δεν ενηλικιώνεται με αποτέλεσμα να μην αφήνει απογόνους.
5. Φερομόνες. Πολλά έντομα την περίοδο της αναπαραγωγής προσανατολίζονται στη συνάντηση του αντίθετου φύλου με τη βοήθεια πτητικών ουσιών που αυτά παράγουν. Ελευθερώνοντας τεχνητά τέτοιες ουσίες στο περιβάλλον, τα έντομα αποπροσανατολίζονται με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της αναπαραγωγής αυτών [11].

10.1.3 Ολοκληρωμένη φυτοπροστασία

Από τις διάφορες προτάσεις αυτή που κυρίως προωθείται τελευταία είναι η ολοκληρωμένη διαχείριση των παρασίτων των φυτών. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ποικιλία μέσων για τον έλεγχο των παρασίτων όπως είναι οι φυσικοί θηρευτές των παρασίτων, αμειψισπορά και ποικιλίες φυτών ανθεκτικές στα παράσιτα. Τα γεωργικά φάρμακα χρησιμοποιούνται επιλεκτικά και κατά το δυνατόν σπανιότερα με στόχο όχι την τέλεια εξαφάνιση του παρασίτου αλλά τη διατήρηση αυτού σε χαμηλούς πληθυσμούς ώστε να μη προξενούν σοβαρές καταστροφές στην καλλιέργεια [11].

10.1.4 Ρυθμίσεις-απαγορεύσεις-όρια γεωργικών φαρμάκων

Σήμερα θεσπίζονται συνεχώς μέτρα για την απαγόρευση χρησιμοποίησης ορισμένων γεωργικών φαρμάκων για τον περιορισμό στη χρήση κάποιων και για τις ανώτατες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις συγκεκριμένων γεωργικών φαρμάκων στα πόσιμα νερά. Παρόλα αυτά η κοινή γνώμη στην πλειονότητά της είναι εναντίον των γεωργικών φαρμάκων κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες. Οι καταναλωτές όλο και περισσότερο αγοράζουν οργανικά προϊόντα, τα οποία έχουν παραχθεί χωρίς τη χρήση αγροχημικών και είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν ακριβότερα τα προϊόντα αυτά. Μόλις πριν 20 χρόνια οι ελάχιστοι γεωργοί, οι οποίοι προσπαθούσαν να παράγουν γεωργικά προϊόντα, χωρίς τη χρησιμοποίηση συνθετικών χημικών ουσιών θεωρήθηκαν εκκεντρικοί. Το 1987 υπήρχαν 400 γεωργοί οργανικής γεωργίας στη Βρετανία, οι οποίοι μέχρι το 1990 έγιναν 1000 και άλλοι 9000 στα διάφορα ευρωπαϊκά κράτη κυρίως στη Γερμανία και Γαλλία [11].

Πίνακας 10.1.4.α. Ανώτατες Επιτρεπόμενες Συγκεντρώσεις (MACs) γεωργικών φαρμάκων στα πόσιμα νερά της Μεγάλης Βρετανίας με βάση τοξικολογικές μελέτες [11].

Γεωργικά Φάρμακα	Ανώτατη επιτρεπόμενη συγκέντρωση µg/l		
	UK (1989)	WHO (1987)	US (1985)
Aldicarb			10
Atrazine	2	2	150
Bromoxynil	10		
Chlortoluron	80		
Diazinon			14
Dicamba	4		8,75
Dichlorprop	40		
Dimethoate	3		
2,4-D	1000	100	70
Ioxynil	10		
Isoproturon	4		
Lindane	3	3	0,2
MCPA	0,5	0,5	8,75
Mecoprop	10		
Simazine	10	10	150

UK=Βρετανία, WHO=Παγκόσμιος οργανισμός υγείας, US=ΗΠΑ

10.1.5 Οδηγίες για τη χρήση τους

Οι κίνδυνοι όπως είπαμε είναι μεγάλοι. Για να έχουμε καλά αποτελέσματα αλλά και να αποφύγουμε τις δηλητηριάσεις και τα ατυχήματα κατά τη διάρκεια της χρήσης τους πρέπει να παίρνονται μέτρα, μερικά από τα οποία είναι :

· Στις εργασίες ψεκασμού ο χρήστης να χρησιμοποιεί τα κατάλληλα ψεκαστικά μηχανήματα και εργαλεία για κάθε περίπτωση, και με τις δόσεις που αναγράφονται. Πρέπει να τονιστεί ότι μεγαλύτερη δόση όχι μόνο δε φέρνει καλύτερα αποτελέσματα, αλλά το αντίθετο μάλιστα, ενώ έχει και μεγαλύτερο κόστος.

· Ο ψεκασμός να γίνεται πάντα τις κατάλληλες ώρες της μέρας, με τη φορά του ανέμου και την κατάλληλη χρονική περίοδο. Αν χρειάζεται επανάληψη του ψεκασμού πρέπει να προσεχτεί το ενδιάμεσο χρονικό διάστημα που απαιτείται.

· Ο αριθμός των ψεκασμών να είναι ο απολύτως αναγκαίος και ο κατάλληλος για κάθε εχθρό και ασθένεια.

· Τα ψεκαστικά βυτία δεν πρέπει να γεμίζονται από τις βρύσες της ύδρευσης, αλλά από κατάλληλες και ειδικές δημοτικές ή ιδιωτικές εγκαταστάσεις.

· Ο χρήστης πρέπει να παίρνει τα κατάλληλα μέτρα (ειδική αδιάβροχη στολή, γάντια, μάσκα και μπότες). Δεν πρέπει να τρώει, να πίνει ή να καπνίζει τόσο όταν ασχολείται με την προετοιμασία όσο και κατά τη διάρκεια του ψεκασμού.

· Τα κουτιά όπως και τα υπολείμματα των φυτοφαρμάκων δεν πρέπει να πετιούνται σε τυχαία μέρη. Πρέπει να καταστρέφονται σε ειδικό μέρος, γιατί υπάρχει σοβαρός κίνδυνος δηλητηρίασης και μόλυνσης του περιβάλλοντος.

· Μετά τη χρήση, όσα είδη ρουχισμού χρησιμοποιήθηκαν θα πρέπει να μαζευτούν και να πάνε για καθάρισμα, ενώ ο χρήστης θα πρέπει να κάνει μπάνιο [5].

10.2 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΑΠΟ ΤΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

10.2.1 Γεωργικές δραστηριότητες

Τα νιτρικά που προέρχονται από τα αζωτούχα λιπάσματα και άλλες πηγές είναι πολύ ευκίνητα μέσα στο έδαφος. Διαλύονται εύκολα στο νερό και καθώς δεν συγκρατούνται από το έδαφος όπως συμβαίνει με άλλα θρεπτικά στοιχεία συμπαρασύρονται προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους και τελικά καταλήγουν στα υπόγεια νερά. Όταν η συγκέντρωση τους υπερβεί κάποια όρια, τότε το νερό γίνεται ακατάλληλο για πόση. Παράλληλα στις περιπτώσεις που το έδαφος είναι επικλινές και έχει μικρή διηθητικότητα, τα νιτρικά παρασύρονται από τα νερά της επιφανειακής απορροής και μεταφέρονται στους υδάτινους αποδέκτες, όπου και συσσωρεύεται, προκαλώντας εν γένει τον <<ευτροφισμό>> των επιφανειακών υδάτινων συστημάτων και τελικά την υποβάθμισή τους.

Εξαιτίας των δυναμικών επιδράσεων της στράγγισης των νιτρικών στα υπόγεια και επιφανειακά νερά είναι απολύτως απαραίτητη η κατανόηση από τον αγροτικό κόσμο των κινδύνων που είναι δυνατόν να συνδέονται με λίπανση και ως εκ τούτου η αυξημένη προσοχή κατά την εφαρμογή των λιπασμάτων, ειδικότερα των αζωτούχων, (τα οποία σχετίζονται άμεσα με τη <<νιτρορύπανση>> των υπογείων και επιφανειακών νερών).

Από πλευράς Πολιτείας οι δυνατότητες επέμβασης για τη μείωση των κινδύνων ρύπανσης των υπόγειων νερών από νιτρικά είναι περιορισμένες σε θέματα συμβουλευτικής υποστήριξης, συνεχών ελέγχων του πόσιμου νερού αλλά και εφαρμογή κινήτρων για τη μείωση χρήσης των αζωτούχων λιπασμάτων και την προώθηση εναλλακτικών οικολογικών μορφών λίπανσης (π.χ. φορολόγηση των λιπασμάτων και των παρασιτοκτόνων και χρήση των εσόδων για την έρευνα και την επίδειξη προς τους αγρότες μεθόδων χρήσης λιγότερων χημικών στις καλλιέργειες, κάτι που εφαρμόστηκε στην Αϊόβα των ΗΠΑ). Φυσικά η ανάληψη τέτοιων δράσεων από την πολιτεία έχει μεγάλη βαρύτητα αφού οι δυσκολίες στη τροφή των αγροτών προς τη μείωση των λιπασμάτων ή/και προς νέους τρόπους λίπανσης οφείλονται στην πεποίθηση ότι το αζωτούχο λίπασμα είναι μια <<φτηνή εξασφάλιση>> έναντι στη χαμηλή σοδειά και στο φόβο της αλλαγής. Γενικά χρειάζεται αρκετός χρόνος για

να πειστούν οι αγρότες να στραφούν σε νέες τεχνικές χωρίς το φόβο της απώλειας κέρδους με την υιοθέτηση τέτοιων τεχνικών [9].

10.2.2 Πρακτικές διαχείρισης για τη μείωση στράγγισης των νιτρικών

Η στράγγιση των νιτρικών κάτω από τη ριζική ζώνη των φυτών μπορεί να περιοριστεί με τη χρήση διαφόρων πρακτικών που περιλαμβάνουν: την βελτιωμένη διαχείριση των λιπασμάτων (με στόχο την αντιστοιχία της διαθεσιμότητας του αζώτου με τις ανάγκες των φυτών) και τη χρήση των καλλιεργειών εκ περιτροπής. Άλλες προληπτικές μέθοδοι περιλαμβάνουν τη χρήση καλλιεργητικών πρακτικών που στοχεύουν στην πιο αποδοτική εκμετάλλευση των υπολειμμάτων του αζώτου του εδάφους ή καλλιέργειες που στοχεύουν στη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων νιτρικών του εδάφους σε χαμηλά επίπεδα [9].

10.2.3 Βελτιωμένη διαχείριση του αζωτούχου λιπάσματος

Η συσσώρευση νιτρικών στο έδαφος προκαλείται συνήθως από την υπερλίπανση των καλλιεργειών. Ο Hallberg (1986) ανέφερε μελέτες στη Νεμπράσκα και την Αϊόβα που αναφέρουν ότι περίπου οι μισοί αγρότες χρησιμοποιούν 20-25% περισσότερο λίπασμα από όσο είναι απαραίτητο. Μια άλλη μελέτη στη Νεμπράσκα έδειξε ότι 51% των αγρωτών αρδευτικού καλαμποκιού χρησιμοποίησαν περισσότερο από το προτεινόμενο λίπασμα ενώ παράλληλα ο μέσος όρος ποσοστού εφαρμοσμένου λιπάσματος σε 239 αγροκτήματα μπορούσε να μειωθεί κατά 88 κιλά ανά εκτάριο χωρίς τελική επίδραση στην απόδοση της καλλιέργειας.

Οι αιτίες για την εφαρμογή υπερβολικών ποσοτήτων λιπασμάτων είναι ο ελλιπής έλεγχος του εδάφους όσον αφορά το περιεχόμενο άζωτο, ιδιαίτερα στις πιο υγρές περιοχές και η συνεπαγόμενη άγνοια για τις πραγματικές ανάγκες του εδάφους σε άζωτο. Δυστυχώς μια πλήρης και αξιόπιστη μέθοδος ελέγχου του εδάφους σε άζωτο δεν έχει αναπτυχθεί μέχρι σήμερα. Η χρήση δεικτών ελέγχου όπως τα υπολείμματα νιτρικών στο έδαφος και το ποσοστό αζώτου του εδάφους αποτελεί μια ταχεία εκτίμηση του ποσού του αζώτου που μπορεί να παρέχει το έδαφος κατά τη διάρκεια της εποχής ανάπτυξης των φυτών [9].

10.2.4 Χρόνος λίπανσης

Η αποδοτικότητα των λιπασμάτων μπορεί να βελτιωθεί με την εφαρμογή της λίπανσης σε χρόνο λίγο πριν τη μέγιστη ανάπτυξη του φυτού ή με την σταδιακή εφαρμογή της έτσι ώστε να ταιριάζει με τις ανάγκες της καλλιέργειας. Πρακτικά παραδείγματα είναι η καλοκαιρινή λίπανση του καλαμποκιού όπου το λίπασμα τοποθετείται μερικές εβδομάδες αφού τα σπαρτά έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται και οι διαιρεμένες εφαρμογές για ορισμένες καλλιέργειες (όπως το χειμερινό σιτάρι), όπου μέρος του αζώτου εφαρμόζεται το φθινόπωρο και το υπόλοιπο την άνοιξη. Με αυτές τις πρακτικές το λίπασμα χρησιμοποιείται περισσότερο αποδοτικά και απαιτείται λιγότερη ποσότητα, ενώ παράλληλα διευκολύνεται η απορρόφηση του από το φυτό και μειώνεται το κόστος εφαρμογής.

Ειδική προσοχή πρέπει να δίνεται στη φθινοπωρινή λίπανση σε περιοχές όπου υπάρχει αυξημένος κίνδυνος στράγγισης κατά το διάστημα του χειμώνα [9].

10.2.5 Πηγή λίπανσης και ελεγχόμενη απελευθέρωση

Η επιλογή των πηγών του αζώτου πρέπει να γίνεται με γνώμονα (εκτός από την ευκολία εφαρμογής και το κόστος) την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας στράγγισης στα υπόγεια νερά. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχει γίνει αξιόλογη έρευνα πάνω στα ελεγχόμενης απελευθέρωσης αζωτούχα λιπάσματα και στα ανασταλτικά νιτροποίησης έτσι ώστε να επιτευχθεί μεγαλύτερη αντιστοιχία της διάθεσης του αζώτου με τις απαιτήσεις των καλλιεργειών.

Η επικαλυμμένη με θείο ουρία είναι ένα λίπασμα αργής απελευθέρωσης καθώς η επικάλυψη θείου διαλύεται αργά. Μελέτη (1977) έδειξε ότι η νιτρική στράγγιση μειώθηκε στο 53% εκεί όπου έγινε εφαρμογή επικαλυμμένης με θείο ουρίας αντί διαλυτών πηγών αζώτου. Η δυσκολία επίτευξης ακριβούς αντιστοιχίας μεταξύ του διαθέσιμου αζώτου και των αναγκών των καλλιεργειών μπορεί να αποτελέσει το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής. Επίσης η μεταφορά αυτού του είδους αζωτούχου λιπάσματος είναι σχεδόν πάντα δυσκολότερη από εκείνη των ανόργανων αζωτούχων λιπασμάτων. Το υψηλότερο κόστος των λιπασμάτων αργής απελευθέρωσης μπορεί επίσης να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα στην ευρεία χρήση τους. Παράλληλα εκεί όπου η όξυνση του εδάφους αποτελεί πρόβλημα, η χρήση λιπαντικών υλικών, όπως η επικαλυμμένη με θείο ουρία, είναι δυνατό να επιταχύνει τη διαδικασία όξυνσης.

Τα ανασταλτικά νιτροποίησης όπως η νιτροπυρίνη είναι επίσης αποδοτικά στη μείωση του ποσοστού στο οποίο τα αμμωνιούχα λιπάσματα νιτροποιούνται. Η αργή νιτροποίηση ίσως δίνει μια καλύτερη χρονική ανταπόκριση της διάθεσης του αζώτου κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης των καλλιεργειών. Η μείωση των απωλειών λόγω στράγγισης με ένα αναστολέα νιτροποίησης επιτυγχάνεται σε μεγαλύτερο βαθμό σε αμμώδη εδάφη με άρδευση ή έντονες βροχές στην περίοδο ανάπτυξης. Ένα μειονέκτημα των ανασταλτικών νιτροποίησης είναι η μείωση της ισχύος τους με το χρόνο καθώς και το υψηλό κόστος τους [9].

10.2.6 Εναλλακτικές καλλιέργειες:

Συχνά είναι αδύνατο να αποφευχθεί η συσσώρευση των νιτρικών στη ριζική ζώνη μετά τη συγκομιδή. Σε καλλιέργειες με επιφανειακό σχετικά ριζικό σύστημα τα νιτρικά στραγγίζουν κάτω από τη ριζική ζώνη κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και συσσωρεύονται στα υποστρώματα που βρίσκονται παρακάτω σε μικρό βάθος. Αυτά τα νιτρικά μπορούν να στραγγίζουν στα υπόγεια νερά κατά τη διάρκεια του χειμώνα ή με τις βροχές της άνοιξης. Χειμερινές καλλιέργειες απορρόφησης λιπασμάτων (cover crops) και καλλιέργειες σε ακολουθία προσφέρουν πιθανές αποδοτικές λύσεις για την δέσμευση του αζώτου στο έδαφος και την αποφυγή της διαφυγής του στο υπόγειο νερό [9].

10.2.6.1 Χειμερινές καλλιέργειες απορρόφησης λιπασμάτων (cover crops)

Μια χειμωνιάτικη καλλιέργεια για την απορρόφηση των λιπασμάτων μειώνει την πιθανότητα για στράγγιση νιτρικών με την απορρόφηση του αζώτου που παραμένει μετά τη συγκομιδή της κύριας θερινής καλλιέργειας και με την απορρόφηση μεγάλης ποσότητας βρόχινου νερού που θα μπορούσε να κινηθεί μέσω του εδάφους παρασύροντας τα νιτρικά προς τα υπόγεια νερά. Μέρος από το απορροφημένο άζωτο από τη χειμερινή καλλιέργεια επιστρέφει στο έδαφος με τη συγκομιδή και παραμένει διαθέσιμο για την επόμενη κύρια καλλιέργεια. Φυτά όπως η βρώμη, το ρύζι, το σιτάρι κ.α. έχουν αποδειχθεί πολύ αποτελεσματικά στην απορρόφηση αζώτου και καθώς μπορούν να αναπτυχθούν το φθινόπωρο και μερικές φορές το χειμώνα, είναι ιδανικά ως χειμερινές καλλιέργειες. Οι χειμερινές καλλιέργειες πρέπει να εφαρμοστούν αρκετά νωρίς ώστε να επιτευχθεί επαρκής ανάπτυξη των φυτών πριν τις χαμηλές θερμοκρασίες [9].

10.2.6.2 Ακολουθίες καλλιεργειών

Κατάλληλη αλληλουχία καλλιεργειών μπορεί μερικές φορές να δεσμεύσει το άζωτο που συγκεντρώνεται στο έδαφος ως αποτέλεσμα προηγούμενης λίπανσης και να περιορίσει τη στράγγιση των νιτρικών. Για παράδειγμα μελέτη έδειξε ότι η καλλιέργεια σόγιας μπορεί να καθαρίσει μεγάλες ποσότητες από υπολείμματα αζώτου στο έδαφος τα οποία είναι κατάλοιπα λίπανσης από προηγούμενη

καλλιέργεια καλαμποκιού. Γενικά καλλιέργειες με αβαθές ριζικό σύστημα όπως οι πατάτες μπορούν να ακολουθηθούν από μια ακόλουθη καλλιέργεια με βαθύτερο ριζικό σύστημα όπως το καλαμπόκι ή το σιτάρι, η οποία θα είναι δυνατόν να απορροφήσει μεγάλο ποσοστό νιτρικών που στράγγιζαν κάτω από το ριζικό σύστημα της προηγούμενης καλλιέργειας.

Άλλες δυνατότητες περιλαμβάνουν διπλά συστήματα καλλιέργειας, τα οποία εναλλάσσουν βαθιά και ρηχά ριζικά συστήματα ή ταυτόχρονη καλλιέργεια οσπρίων και μη οσπρίων [9].

10.2.6.3 Συντηρητικές καλλιέργειες

Υπάρχει μια ισχυρή τάση τα τελευταία χρόνια για μείωση των καλλιεργειών με στόχο τη μείωση της μηχανικής διαταραχής του εδάφους και την παραμονή υπολειμμάτων προηγούμενων καλλιεργειών στην επιφάνεια. Απώτερος σκοπός είναι ο έλεγχος της απορροής και της διάβρωσης. Η συντηρητική καλλιέργεια έχει σχεδιαστεί ώστε να αφήνει ένα ελάχιστο ποσοστό (30%) του εδάφους το συμβατικό όργωμα με τρακτέρ κα άλλα συστήματα εντατικής καλλιέργειας που αναμιγνύουν το έδαφος.

Η ελαχιστοποίηση ή διακοπή της καλλιέργειας είναι μια δραστηριότητα πρακτική που είναι δυνατόν να προκαλέσει σημαντικές αλλαγές στις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Η παραμονή των υπολειμμάτων καλλιεργειών στην επιφάνεια, έχει ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση της θέρμανσης των εδαφών την άνοιξη και τη διατήρηση της υγρασίας τους πολύ περισσότερο. Τα αζωτούχα λιπάσματα που εφαρμόζονται στην επιφάνεια στο σύστημα συντηρητικής καλλιέργειας μπορούν να ακινητοποιηθούν σε μικρό χρονικό διάστημα από τα υπολείμματα της επιφάνειας και από την οργανική ύλη που συσσωρεύεται σε μικρά βάθη. Αυτό βέβαια μπορεί να μειώσει το διαθέσιμο άζωτο για την ακόλουθη σοδειά. Εντούτοις, υπάρχει εξοπλισμός που μπορεί να βάλει το λίπασμα κάτω από τη ζώνη οργανικής ύλης.

Οι Baker και Johnson (1983) ανέφεραν ότι η συντηρητική καλλιέργεια μειώνει τον όγκο της απορροής κατά μέσο όρο 25%, αλλά ο βαθμός μείωσης είναι διαφοροποιήσιμος και εξαρτάται από τον τόπο εφαρμογής. Αυτό όμως δε συμβαίνει στην κίνηση του νερού προς το υπέδαφος. Αυτό σημαίνει ότι κάτω από τις ίδιες συνθήκες περισσότερο νερό κινείται δια μέσου του εδάφους με τη μη καλλιέργεια παρά με τη συμβατική καλλιέργεια.

Κάτι τέτοιο συνεπάγεται μεγαλύτερο κίνδυνο στράγγισης στα μη καλλιεργημένα απ'ότι στα καλλιεργημένα εδάφη. Ωστόσο μελέτες έδειξαν στα μη καλλιεργημένα εδάφη συγκέντρωση νιτρικών στη στράγγιση μικρότερη απ'ότι στα καλλιεργημένα σαν αποτέλεσμα μεγάλου δυναμικού απονιτροποίησης ή σταθεροποίησης. Αυτή η παράμετρος αντισταθμίζει τις μεγαλύτερες ποσότητες νερού που περνούν δια μέσου μη καλλιεργημένων εδαφών [9].

10.2.6.4 Οργανικές καλλιέργειες

Υπάρχουν αρκετές χιλιάδες αγροτών στις ΗΠΑ που εφαρμόζουν καλλιέργειες με λίγη ή καθόλου χρήση αζωτούχων λιπασμάτων. Συχνά αναφέρονται ως οργανικοί αγρότες και σε πολλές περιπτώσεις οι καλλιέργειες τους βασίζονται αποκλειστικά σε οργανικές πηγές αζώτου. Συνήθως καλλιέργειες οσπρίων παρέχουν το περισσότερο από το άζωτο που χρειάζονται οι κύριες καλλιέργειες. Κάθε έλλειμμα αζώτου μειώνεται περαιτέρω μέσω της χρήσης πράσινης κοπριάς και μέσω αποδοτικού ελέγχου διάβρωσης του εδάφους (ελαχιστοποιώντας έτσι την απώλεια αζώτου). Σε μερικές περιπτώσεις οι πηγές του οργανικού αζώτου συμπληρώνονται με σχετικά χαμηλές προσθήκες ανόργανων εμπορικών αζωτούχων λιπασμάτων.

Δυστυχώς, υπάρχουν λίγα ή σχεδόν καθόλου αριθμητικά δεδομένα για τη μείωση της πιθανότητας στράγγισης των νιτρικών που μπορεί να επιτευχθεί στις οργανικές καλλιέργειες. Η έλλειψη τέτοιων στοιχείων κάνει δύσκολη την ποσοτική αποτίμηση της επιρροής των οργανικών πρακτικών καλλιέργειας στη στράγγιση των νιτρικών στα υπόγεια νερά [9].

10.2.7 Συμβουλευτικός κώδικας διαχείρισης λιπασμάτων

Στη συνέχεια παρατίθεται μια σειρά από συμβουλές (κώδικας διαχείρισης λιπασμάτων) για κάθε στάδιο διαχείρισης των λιπασμάτων από τους αγρότες, ώστε αφενός μεν να διασφαλιστεί το εισόδημά τους και αφετέρου να προστατευτεί το περιβάλλον με τη μείωση και αποτροπή της ρύπανσης των υπόγειων και επιφανειακών νερών από νιτρικά (λόγω στράγγισης και επιφανειακής απορροής). Ο κώδικας αυτός έχει προκύψει από επεξεργασία ανάλογης οδηγίας του Ελληνικού Υπουργείου Γεωργίας [9].

10.2.8 Αποθήκευση και μεταφορά των ανόργανων λιπασμάτων

Κατά την αποθήκευση των αζωτούχων λιπασμάτων θα πρέπει:

1. Η αποθήκευση τους να γίνεται σε χώρους που να απέχουν τουλάχιστον 50 μ. από τις επιφάνειες των νερών (ποτάμια, τάφροι στράγγισης, τεχνητές λίμνες, δεξαμενές κλπ.).
2. Να εξασφαλίζεται η ασφαλής τοποθέτηση των λιπασμάτων τα οποία θα είναι ενσაკισμένα σε ισχυρούς σάκους που να μη σχίζονται εύκολα κατά τη μεταφορά ή το χειρισμό τους.
3. Να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα προς αποφυγή των ατυχημάτων και του κινδύνου διασποράς κατά τη μεταφορά στο χώρο αποθήκευσης ή από το χώρο αποθήκευσης στο χωράφι.

Ειδικότερα, όσον αφορά τα υγρά λιπάσματα:

1. Η δεξαμενή αποθήκευσης θα πρέπει να είναι κατασκευασμένη από υλικό ανθεκτικό στη διάβρωση που μπορεί να προκαλέσει το υγρό λίπασμα. Η βάση θα πρέπει να υπολογιστεί να αντέχει το βάρος του λιπάσματος όταν η δεξαμενή θα είναι γεμάτη.
2. Για την αποφυγή εσωτερικής διάβρωσης της δεξαμενής από τα αζωτούχα λιπάσματα, θα πρέπει το λίπασμα να περιέχει και φώσφορο, ο οποίος σχηματίζει ένα προστατευτικό αντιδιαβρωτικό στρώμα στην εσωτερική επιφάνειά της.
3. Σωληνώσεις, βαλβίδες και αρμοί για την πλήρωση ή εκκένωση της δεξαμενής θα πρέπει να κατασκευάζονται από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση.
4. Δεξαμενή, σωληνώσεις, βαλβίδες κλπ. Θα πρέπει να ελέγχονται για τυχόν διαρροές και διάβρωση.
5. Το γύρω από τη δεξαμενή έδαφος πρέπει να είναι στερεό ώστε να αντέχει στο βάρος των οχημάτων που προσεγγίζουν για φόρτωμα ή ξεφόρτωμα [9].

10.2.9 Εφαρμογή των αζωτούχων λιπασμάτων

Επειδή τα αζωτούχα λιπάσματα είναι εκείνα που επιβαρύνουν τα υπόγεια νερά, είναι αναγκαίο κατά τη χρήση τους να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να ελέγχονται οι ποσότητες νιτρικών που προστίθενται στο έδαφος καθώς και ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής τους. Με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων μπορεί να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της αζωτούχου λίπανσης και να μειωθεί η ποσότητα των νιτρικών που χάνεται από το έδαφος στα υπόγεια νερά.

Η ποσότητα του νιτρικού αζώτου που χάνεται προς τα υπόγεια ή επιφανειακά νερά εξαρτάται από τις βροχοπτώσεις και την άρδευση, την κλίση του εδάφους, τη

μηχανική σύσταση, τη διηθητικότητα, το βαθμό φυτοκάλυψης καθώς και από το σύστημα διαχείρισης των καλλιεργειών.

Σε ορισμένες περιοχές, όπου οι πιο πάνω παράγοντες δρουν κατά τρόπο πολύ έντονο, οι απώλειες νιτρικών είναι πολύ μεγάλες και γι' αυτό οι περιοχές αυτές χαρακτηρίζονται ως <<ευαίσθητες στη νιτρορύπανση>>. Σ' αυτές τις περιοχές, η εφαρμογή του κώδικα είναι υποχρεωτική διότι η εύκολη συσσώρευση των νιτρικών μπορεί να προκαλέσει ή να επιτείνει ακόμη περισσότερο τα προβλήματα της νιτρορύπανσης.

Στις ευαίσθητες περιοχές θα πρέπει η χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων να γίνεται κατά τρόπο ελεγχόμενο ούτως ώστε οι συνολικά προστιθέμενες ποσότητες αζώτου να μην υπερβαίνουν τις απαιτήσεις των καλλιεργειών [9].

10.2.10 Ποσότητα και χρόνος εφαρμογής των αζωτούχων λιπασμάτων

Για τη διατήρηση της περιεκτικότητας των νερών σε νιτρικά σε χαμηλό επίπεδο (μικρότερο του 50ppm όριο που θέτει η ΕΕ) θα πρέπει:

1. Να εκτιμηθεί με προσοχή η ποσότητα των αζωτούχων λιπασμάτων που πρόκειται να εφαρμοστεί στη συγκεκριμένη καλλιέργεια. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:
 - i. Τα δεδομένα ανάλυσης του εδάφους,
 - ii. Το είδος της καλλιέργειας,
 - iii. Το είδος του εδάφους (ελαφρύ-μέσο-βαρύ),
 - iv. Τις κλιματικές συνθήκες και ιδιαίτερα της βροχόπτωσης,
 - v. Την άριστη τιμή λίπανσης έτσι όπως δίνεται από τις πολυετείς έρευνες στη χώρα μας.

Η συνεκτίμηση όλων αυτών των παραμέτρων θα πρέπει να γίνει σε συνεργασία με τους γεωπόνους προκειμένου να ευρεθεί η ανάλογη αζωτούχος λίπανση για κάθε περίπτωση.

2. Να ληφθεί υπόψη ο χρόνος εφαρμογής του αζωτούχου λιπάσματος, δηλ. το λίπασμα πρέπει να προστίθεται στο φυτό όταν αυτό το έχει ανάγκη. Και αυτό ισχύει όταν τα φυτά αναπτύσσονται με μεγάλους ρυθμούς, δηλ. την άνοιξη ή το καλοκαίρι ανάλογα με το είδος.
3. Να αποφεύγεται όσο είναι δυνατόν, η λίπανση με αζωτούχα λιπάσματα από 15 Οκτωβρίου μέχρι 1 Φεβρουαρίου. Ούτως ή άλλως, τα φυτά δεν αναπτύσσονται κατά την περίοδο αυτή. Άρα το άζωτο που προστίθεται, εφόσον δεν αξιοποιείται, είναι δυνατόν να εκπλυθεί και να χαθεί προς τα υπόγεια ή επιφανειακά νερά. Εξαιρούνται ορισμένες ειδικές περιπτώσεις (βασική λίπανση της φθινοπωρινής σποράς, χειμερινές καλλιέργειες, όπως είναι το λάχανο, το κουνουπίδι κ.α). Η ανάλυση του εδάφους μπορεί να συμβάλει θετικά στην ορθολογική χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων και στην αποφυγή κατά το δυνατόν της νιτρορύπανσης.
4. Να εφαρμόζονται λιπάσματα σε δυο ή περισσότερες δόσεις όπου το επιτρέπουν οι καιρικές συνθήκες.

Πιο συγκεκριμένα κατά την εφαρμογή ανόργανης ή οργανικής αζωτούχου λίπανσης θα πρέπει:

- i. Να αποφεύγεται η χρήση ή διασπορά των λιπασμάτων σε τοποθεσίες όπου ο κίνδυνος της επιφανειακής απορροής είναι μεγάλος.
- ii. Να αποφεύγεται η λίπανση σε παγωμένες ή καλυμμένες με χιόνια επιφάνειες.
- iii. Να αποφεύγεται γενικά η διάθεση υγρών κτηνοτροφικών αποβλήτων σε εδαφικές εκτάσεις με σημαντική κλίση (άνω του 8%). Η διάθεση είναι δυνατή

μόνο εφόσον το επιτρέπει η διηθητικότητα του εδάφους και λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα (άροση κατά τις ισοϋψείς, μείωση της παροχής κλπ.) ώστε να αποφεύγεται η επιφανειακή απορροή.

- iv. Να αποφεύγεται η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων σε απόσταση μικρότερη των 2 μέτρων από όχθες υδάτινων όγκων (ποταμών, λιμνών, διωρύγων ή καναλιών άρδευσης ή στράγγισης) σε περίπτωση επίπεδης έκτασης. Το αντίστοιχο όριο αυξάνει σε 6 μέτρα σε εδάφη που παρουσιάζουν σημαντική κλίση (μεγαλύτερη από 8%).
- v. Σε επικλινείς και ακάλυπτες από βλάστηση επιφάνειες η εφαρμογή των λιπασμάτων πρέπει να γίνεται σε μικρές ποσότητες.
- vi. Κατά την προετοιμασία για σπορά και τις άλλες καλλιεργητικές φροντίδες επικλινών εκτάσεων οι αρόσεις να γίνονται κατά τις ισοϋψείς καμπύλες του εδάφους.
- vii. Όπου είναι δυνατό, να εφαρμόζεται η μέθοδος της διαδοχικής καλλιέργειας χειμερινών ψυχανθών στις επικλινείς εκτάσεις, για περιορισμό της ποσότητας των αζωτούχων λιπασμάτων και της εδαφικής διάβρωσης, που οδηγεί το αχρησιμοποίητο άζωτο στα υπόγεια και επιφανειακά νερά.
- viii. Να αποφεύγεται η γεωργική αξιοποίηση καλλιεργήσιμων εκτάσεων, που αποκαλύπτονται από την υποχώρηση της επιφάνειας υδάτινων αποδεκτών κυρίως λιμνών σε περιπτώσεις παρατεταμένης ανομβρίας. Σε περίπτωση καλλιέργειας των εκτάσεων αυτών δεν πρέπει να γίνεται χρήση χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.
- ix. Να επιδιώκεται η διασπορά των λιπασμάτων σε μικρές αποστάσεις με τη χρήση λιπασματοδιανομέα ο οποίος θα πρέπει πάντα να βρίσκεται σε καλή κατάσταση και ρυθμισμένος προσεχτικά, με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή, ώστε να εφαρμόζει ακριβώς τα αναγκαία ποσά λιπάσματος.
- x. Να αποφεύγεται η διασπορά χημικών λιπασμάτων όταν πνέει ισχυρός άνεμος.
- xi. Να μη χρησιμοποιούνται αυξημένες ποσότητες λιπασμάτων. Το παραπάνω άζωτο όχι μόνο δεν αυξάνει την παραγωγή αλλά αντίθετα προκαλεί οικονομικές και περιβαλλοντικές ζημιές.
- xii. Να μην χρησιμοποιείται στη βασική λίπανση της ανοιξιάτικης σποράς περισσότερο άζωτο από αυτό που εκείνη την περίοδο χρειάζεται η καλλιέργεια.
- xiii. Να γίνεται εφαρμογή των αζωτούχων λιπασμάτων στις ακριβείς αναγκαίες ποσότητες και να αποφεύγεται με κάθε τρόπο η διασπορά τους σε ακαλλιεργήτες εκτάσεις, σε φυτοφράκτες και σε γειτονικά κτήματα [9].

10.3 ΦΥΤΟΚΑΛΥΨΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΦΘΙΝΟΠΩΡΟΥ-ΧΕΙΜΩΝΑ

Η φυτοκάλυψη κατά την περίοδο του φθινοπώρου και του χειμώνα, όταν οι βροχοπτώσεις είναι έντονες, συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των νιτρικών και στην ελαχιστοποίηση της νιτρορύπανσης λόγω περιορισμού της επιφανειακής απορροής και έκπλυσης.

Εδάφη που είναι κορεσμένα με νερό ευνοούν την έκπλυση και την απορροή. Η ύπαρξη φυτοκάλυψης δεν συμβάλλει μόνο στην προστασία από τη διάβρωση, αλλά λόγω πρόσληψης των νιτρικών από τα φυτά μειώνει σημαντικά τον κίνδυνο της νιτρορύπανσης.

Επομένως θα πρέπει:

1. Να καλλιεργείται το έδαφος με διάφορες φθινοπωρινές ή χειμωνιάτικες καλλιέργειες όπου αυτό είναι δυνατό.
2. Η σπορά να γίνεται όσο το δυνατό πιο πρώιμα (15-30 Σεπτεμβρίου) γιατί οι όψιμες σπορές ευνοούν τις απώλειες νιτρικών.

3. Η ύπαρξη φυτικής κάλυψης γενικά, έστω και με μη καλλιεργούμενα εδάφη είναι αναγκαία. Τα υπολείμματα καλλιεργειών, φτωχά σε άζωτο, όπως είναι το άχυρο των σιτηρών, μειώνει τις εδαφικές απώλειες σε άζωτο, αν ενσωματωθούν στο έδαφος το φθινόπωρο, ιδιαίτερα αν ακολουθήσει σπορά κάποιας καλλιέργειας. Αντίθετα υπολείμματα κάποιων καλλιεργειών όπως είναι τα λαχανικά, απελευθερώνουν γρήγορα σημαντικές ποσότητες αζώτου. Έτσι τέτοια υπολείμματα θα πρέπει να απομακρύνονται και όχι να ενσωματώνονται [9].

10.4 ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

Εκτός από τα παραπάνω, θα πρέπει να εφαρμόζονται και οι πιο επόμενες γενικές οδηγίες σε κάθε περίπτωση:

1. Να αποφεύγεται με οποιοδήποτε τρόπο απευθείας ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων νερών.
2. Να ενημερώνονται οι αρμόδιες αρχές για τυχόν ατυχήματα, τα οποία θέτουν σε κίνδυνο το περιβάλλον λόγω ρύπανσης, προκειμένου να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.
3. Να ζητείται η συνδρομή και η βοήθεια των αρμόδιων αρχών για την αντιμετώπιση προβλημάτων που αφορούν στην απαλλαγή από την παρουσία επικίνδυνων ουσιών, ή αποβλήτων τα οποία θα μπορούσαν να προκαλέσουν ρύπανση του περιβάλλοντος των υπογείων και των επιφανειακών νερών.
4. Να λαμβάνονται και να εφαρμόζονται όλα τα κατά περίπτωση μέτρα που αναφέρονται στον κώδικα καλής γεωργικής πρακτικής σε σχέση με τον κατάλληλο χειρισμό, μεταφορά, εναποθήκευση και εφαρμογή στον αγρό όλων των χημικών ουσιών, λιπασμάτων, γεωργικών φαρμάκων κλπ. Με τρόπο ώστε να διασφαλίζεται η προστασία του περιβάλλοντος.
5. Θα πρέπει να καταγράφονται από τους αγρότες οι ποσότητες και το είδος των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται καθώς και ο αριθμός των δόσεων. Έτσι ανά πάσα στιγμή θα είναι δυνατή η γνώση της ποσότητας και του χρόνου εφαρμογής του λιπάσματος και θα είναι δυνατή η περαιτέρω διαχείριση των λιπασμάτων [9].

11. ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΧΑΝΙΩΝ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η εκτίμηση του ποσοστού ρύπανσης των υδατικών πόρων στο Νομό Χανίων που οφείλεται στη γεωργία και συγκεκριμένα σε λιπάσματα και φυτοφάρμακα.

Για να καταλήξουμε στο αποτέλεσμα πρέπει πρώτα να έχουμε μια γενική εικόνα της περιοχής μελέτης. Προσδιορίστηκε ο αριθμός των κατοίκων ανά Δήμο (Ε.Σ.Υ), η κατανομή καλλιεργειών ανά Δήμο και η έκταση ανά καλλιέργεια. Επίσης, βασικό στοιχείο που απαιτήθηκε ήταν η ετήσια κατανάλωση νερού άρδευσης όλων των Δήμων καθώς και η ετήσια κατανάλωση νερού ύδρευσης όλων των Δήμων του Νομού Χανίων.

Από την επεξεργασία των δεδομένων της Διεύθυνσης Γεωργίας έκταση ανά καλλιέργεια, αριθμός δέντρων ανά στρέμμα και ετήσια ποσότητα νερού ανά δέντρο, υπολογίστηκε η ετήσια κατανάλωση νερού ανά καλλιέργεια. Πρέπει να σημειωθεί ότι στην κατανάλωση χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι δενδρώδεις καλλιέργειες.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε το ετήσιο γεωργικό ρυπαντικό φορτίο των υδατικών πόρων ανά καλλιέργεια από τη χρήση αγροχημικών από την επεξεργασία των δεδομένων από τη Συνεργατική Γεωπονική (Ι. Τοράκης) όπως ετήσια δόση ανά καλλιέργεια, έκταση ανά καλλιέργεια, αριθμός δέντρων ανά στρέμμα και σύνολο ετήσιας δόσης αγροχημικού ανά δέντρο.

Τέλος, υπολογίστηκε η ετήσια κατανάλωση νερού ύδρευσης, λαμβάνοντας ως ημερήσια κατανάλωση 200 λίτρα νερού.

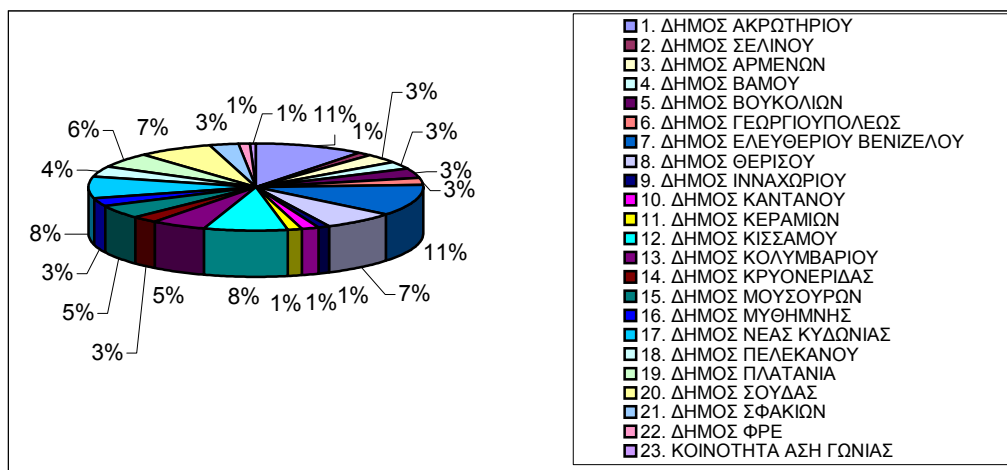
Η ετήσια κατανάλωση νερού άρδευσης και νερού ύδρευσης όλων των Δήμων του Νομού Χανίων, συγκρίθηκε με τα αποτελέσματα που δίδονται από τη Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων και Υδάτινων Πόρων, (Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Χανίων, «Υδατικοί Πόροι Νομού Χανίων και Διαχείριση τους»).

Διευκρινίζεται ότι στα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν δεν περιλαμβάνεται η κατανάλωση νερού άρδευσης και ύδρευσης του Δήμου Χανίων καθώς θεωρείται αμιγώς αστικός Δήμος και δεν παρουσιάζει ενδιαφέρον για την παρούσα μελέτη. Επομένως όλες οι συγκρίσεις που ακολουθούν γίνονται ανάμεσα στους υπόλοιπους Δήμους του νομού και αφορούν τα δεδομένα επιβάρυνσης των υδατικών πόρων για την γεωργική παραγωγή. Η ίδια συνθήκη ισχύει και για την κατανάλωση του νερού ύδρευσης.

11. 1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Από τα δημογραφικά δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία προκύπτει το Σχήμα 11.1.α. που δείχνει την κατανομή του πληθυσμού ανά Δήμο. Όπως έχει προαναφερθεί στα δεδομένα δεν περιλαμβάνονται τα δεδομένα του Δήμου Χανίων.

Από το Σχήμα 11.1.α. παρατηρούμε ότι ο μεγαλύτερος αριθμός κατοίκων (9.773) συγκεντρώνεται στον Δήμο Ακρωτηρίου, συμμετέχοντας με ποσοστό 11% στο σύνολο των κατοίκων των αγροτικών και ημιαστικών Δήμων του Ν. Χανίων.

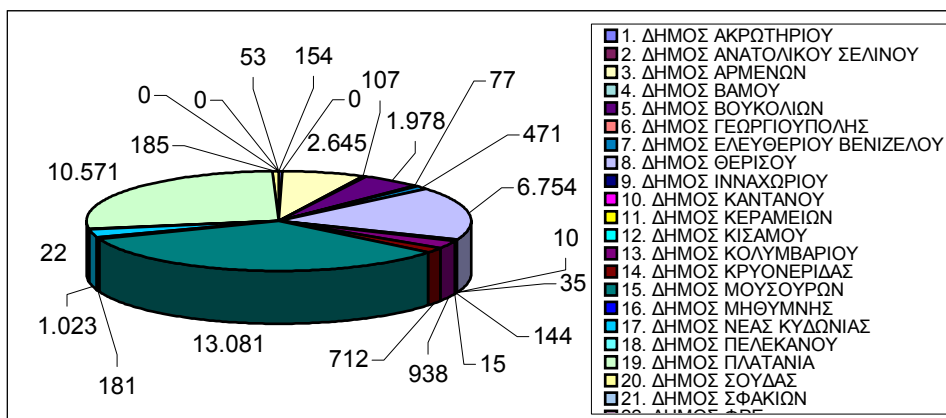


Σχήμα 11.1.α. Κατανομή πληθυσμού ανά Δήμο Νομού Χανίων.



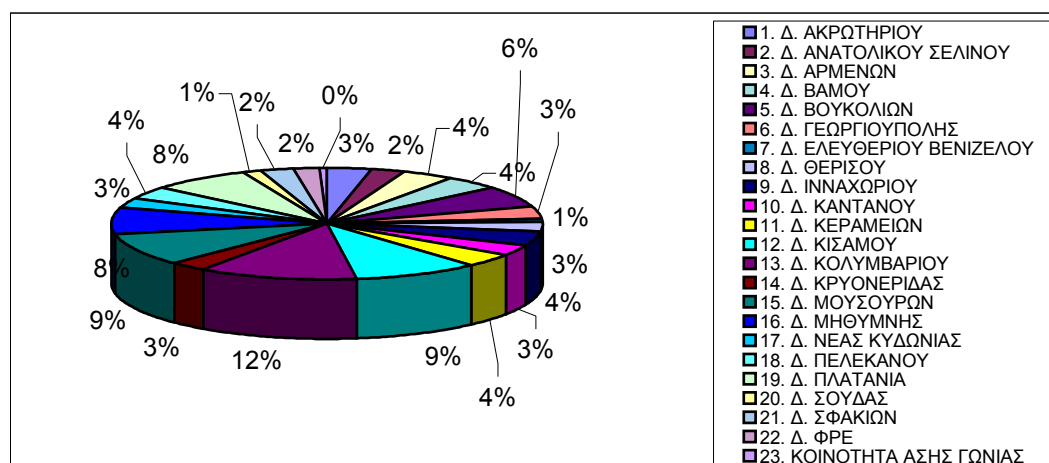
Σχήμα 11.1.β. Συνολική κατανομή εκτάσεων καλλιεργειών Νομού Χανίων.

Με βάση τα δεδομένα της Δ/σης Γεωργίας της ΝΑ Χανίων και τους απαραίτητους υπολογισμούς παρουσιάζεται στο Σχήμα 11.1.β. η κατανομή της έκτασης των καλλιεργειών στον Ν. Χανίων. Παρατηρούμε ότι η κύρια καλλιέργεια είναι η ελιά (81%) και ακολουθεί η καλλιέργεια της πορτοκαλιάς (13%). Την μικρότερη καλλιεργούμενη έκταση καταλαμβάνουν τα θερμοκήπια (1%).



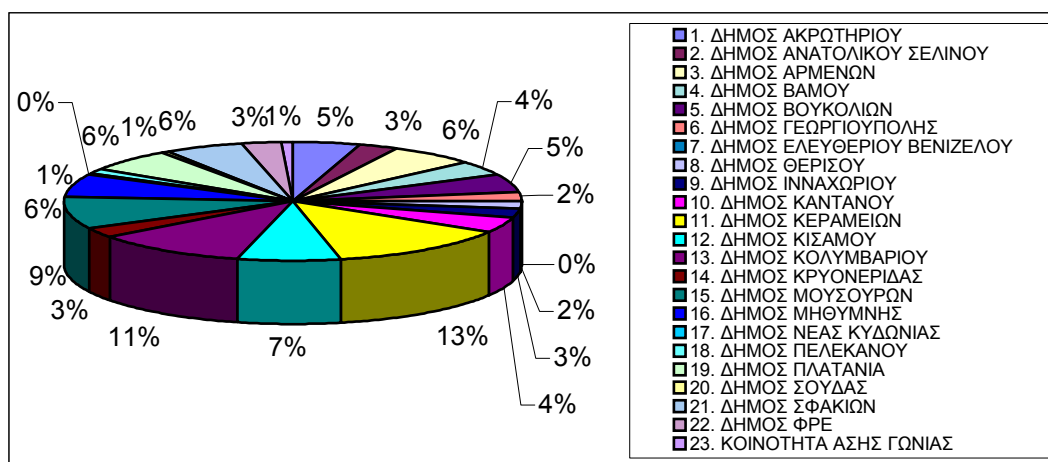
Σχήμα 11.1.γ. Κατανομή καλλιεργειών πορτοκαλιάς σε στρέμματα ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Η κατανομή της καλλιέργειας πορτοκαλιών στο Νομό παρουσιάζεται στο Σχήμα 11.1.γ. από όπου φαίνεται ότι ο Δήμος Μουσούρων έχει την μεγαλύτερη έκταση (13.081στρ.) ενώ δεν καλλιεργείται στο Δήμο Ανατολικού Σελίνου λόγω ακαταλληλότητας συνθηκών και στην κοινότητα Ασή Γωνιάς και τον Δήμο Σφακίων καθώς η κύρια απασχόληση των κατοίκων είναι η κτηνοτροφία.



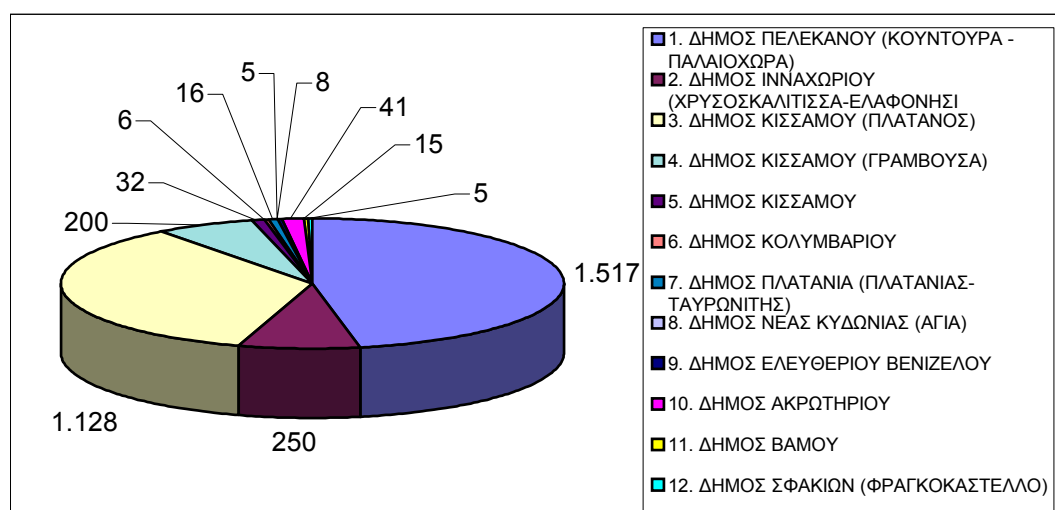
Σχήμα 11.1.δ. Κατανομή καλλιεργειών ελαιοδέντρων ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Από το Σχήμα 11.1.δ φαίνεται ότι ο Δήμος Κολυμβαρίου με ποσοστό 12%, έχει το μεγαλύτερο αριθμό ελιών στο Νομό Χανίων. Αντιθέτως, οι Δήμοι Ελευθερίου Βενιζέλου και Σούδας και η κοινότητα Ασή Γωνιάς έχουν το μικρότερο αριθμό ελιών με ποσοστό 1%.



Σχήμα 11.1.ε. Κατανομή καλλιεργειών αμπελιών ανά Δήμο Νομού Χανίων.

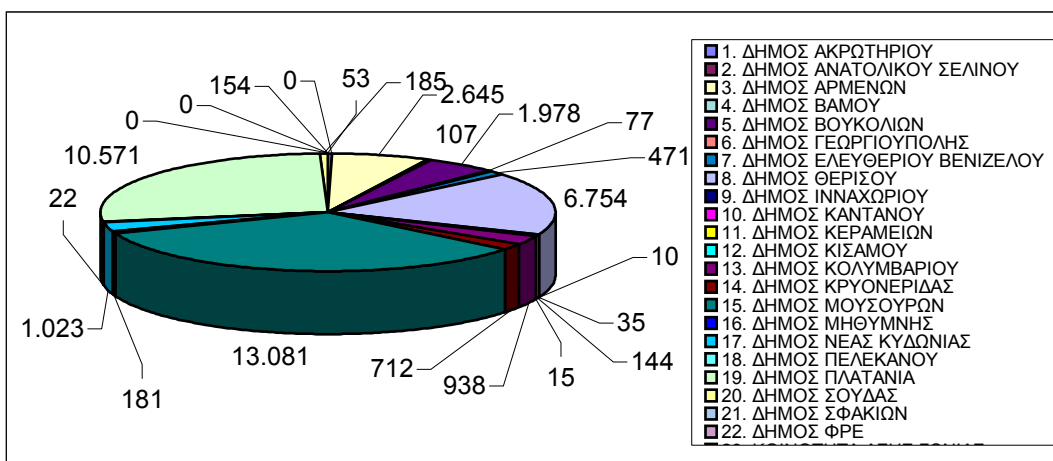
Στο σχήμα 11.1.ε. παρουσιάζεται η κατανομή της καλλιέργειας αμπελιών στο Νομό από όπου παρατηρείται ότι ο Δήμος Κεραμειών έχει τη μεγαλύτερη έκταση (13%) ενώ στους Δήμους Ελευθερίου Βενιζέλου και Νέας Κυδωνίας δεν καλλιεργούνται αμπέλια.



Σχήμα 11.1.ζ. Κατανομή καλλιεργειών θερμοκηπίων σε στρέμματα ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Στο σχήμα 11.1.ζ. παρουσιάζεται η κατανομή της καλλιέργειας θερμοκηπίων στο Νομό, από όπου φαίνεται ότι ο Δήμος Πελεκάνου και συγκεκριμένα τα Δημοτικά Διαμερίσματα Κουντούρα και Παλαιόχωρα έχουν την μεγαλύτερη έκταση (1.517 στρ.) ενώ ο Δήμος Νέας Κυδωνίας έχει την μικρότερη έκταση (5στρ.).

Διευκρινίζεται ότι Δήμοι που δεν φαίνονται στο σχήμα δεν καλλιεργούν θερμοκήπια.



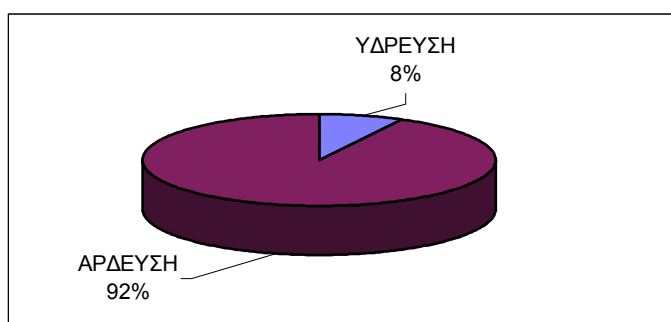
Σχήμα 11.1.η. Κατανομή συνολικής γεωργικής έκτασης σε στρέμματα ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Από την επεξεργασία των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από τη Διεύθυνση Γεωργίας της ΝΑ Χανίων, προκύπτει το σχήμα 11.1.η. όπου παρουσιάζεται η κατανομή της συνολικής γεωργικής έκτασης ανά Δήμο στο Νομό. Παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη γεωργική έκταση καταλαμβάνει ο Δήμος Κισάμου (13.081 στρ.) ενώ οι Δήμοι Ανατολικού Σελίνου και Σφακίων καθώς και η κοινότητα Ασή Γωνιάς έχουν την μικρότερη καλλιεργούμενη έκταση.

Πίνακας 11.1.α. Χρήσεις νερού για το Νομό Χανίων

ΧΡΗΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΧΑΝΙΩΝ	
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ <u>ΑΡΔΕΥΣΗΣ</u> ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΔΗΜΩΝ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ	130.000.000 m³
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ <u>ΥΔΡΕΥΣΗΣ</u> ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΔΗΜΩΝ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ	11.000.000 m³

Στον πίνακα 11.1.α. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που δίδονται από τη Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων και Υδάτινων Πόρων, (Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Χανίων, «Υδατικοί Πόροι Νομού Χανίων και Διαχείριση τους») και αφορούν την ετήσια κατανάλωση νερού άρδευσης και νερού ύδρευσης του Νομού Χανίων.



Σχήμα 11.1.θ. Ετήσια % κατανομή κατανάλωσης νερού άρδευσης – ύδρευσης Νομού Χανίων.

Η ετήσια κατανάλωση νερού άρδευσης και νερού ύδρευσης του Νομού Χανίων παρουσιάζεται στο σχήμα 11.1.θ. από όπου παρατηρούμε ότι το περισσότερο νερό ετησίως καταναλώνεται στη γεωργία (92%) ενώ ένα μικρό ποσοστό καταναλώνεται για την ύδρευση (8%).

11.2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Από την επεξεργασία των δεδομένων (Διεύθυνση Γεωργίας) έκταση ανά καλλιέργεια, αριθμός δέντρων ανά στρέμμα και ετήσια ποσότητα νερού ανά δέντρο, υπολογίστηκε η ετήσια κατανάλωση νερού ανά καλλιέργεια.

Για τον υπολογισμό της ετήσιας κατανάλωσης νερού ανά καλλιέργεια, χρησιμοποιήθηκε η εξής σχέση:

•Για την καλλιέργεια των πορτοκαλιών: Ετήσια κατανάλωση νερού πορτοκαλιάς = $\frac{\text{έκταση/καλλιέργεια} \times \text{αριθμό δέντρων}^*}{\text{στρέμμα}} \times \frac{\text{ετήσια ποσότητα νερού}^{**}}{\text{δέντρο}}$
θεωρούμε ότι:

*1 στρέμμα έχει 40 δέντρα πορτοκαλιές

** ετήσια ποσότητα νερού ανά δέντρο πορτοκαλιάς 10m³

•Για την καλλιέργεια της ελιάς: Ετήσια κατανάλωση νερού ελιάς = $\frac{\text{έκταση/καλλιέργεια} \times \text{αριθμό δέντρων}^*}{\text{στρέμμα}} \times \frac{\text{ετήσια ποσότητα νερού}^{**}}{\text{δέντρο}}$
θεωρούμε ότι:

*1 στρέμμα έχει 30 δέντρα ελιές

** ετήσια ποσότητα νερού ανά δέντρο ελιάς 10m³

•Για την καλλιέργεια των αμπελιών: Ετήσια κατανάλωση νερού αμπελιών = $\frac{\text{έκταση/καλλιέργεια} \times \text{αριθμό δέντρων}^*}{\text{στρέμμα}} \times \frac{\text{ετήσια ποσότητα νερού}^{**}}{\text{δέντρο}}$
θεωρούμε ότι:

*1 στρέμμα έχει 500 πρέμνες

** ετήσια ποσότητα νερού ανά πρέμνα 1m³

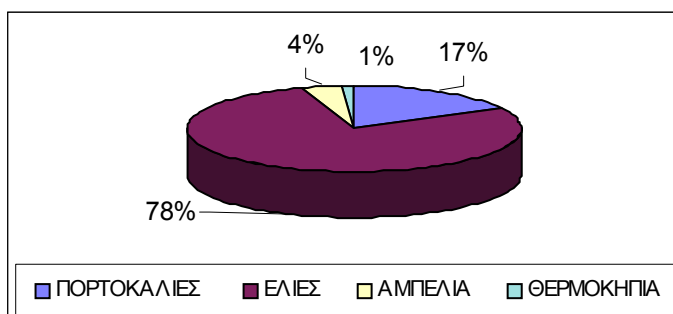
•Για την καλλιέργεια των θερμοκηπίων:

(για την καλλιέργεια αγγουριών και ντομάτας) Ετήσια κατανάλωση νερού των θερμοκηπίων =

$\frac{\text{έκταση/καλλιέργεια} \times \text{αριθμό ριζών/στρέμμα}}{\text{δέντρο}} \times \frac{\text{ετήσια ποσότητα νερού}}{\text{δέντρο}}$
θεωρούμε

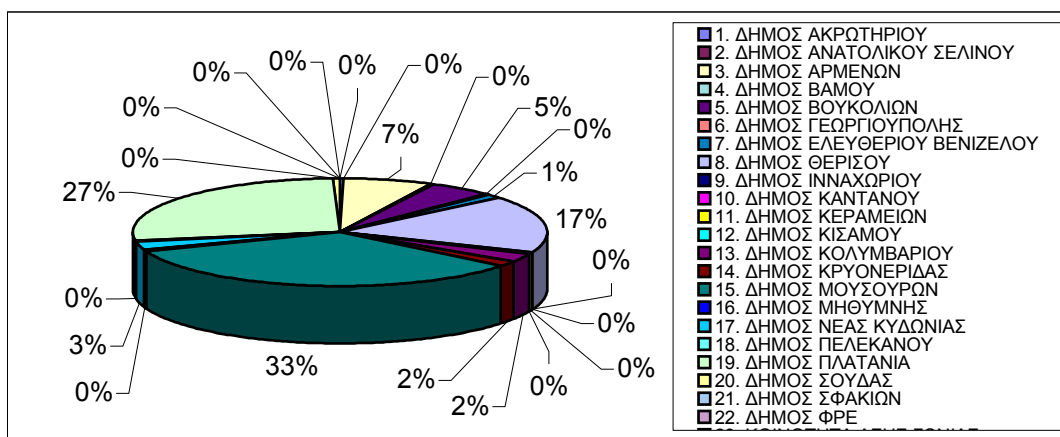
*1 στρέμμα έχει 600 ρίζες αγγουριές – ντοματιές

**ετήσια ποσότητα νερού ανά ρίζα 0,5m³



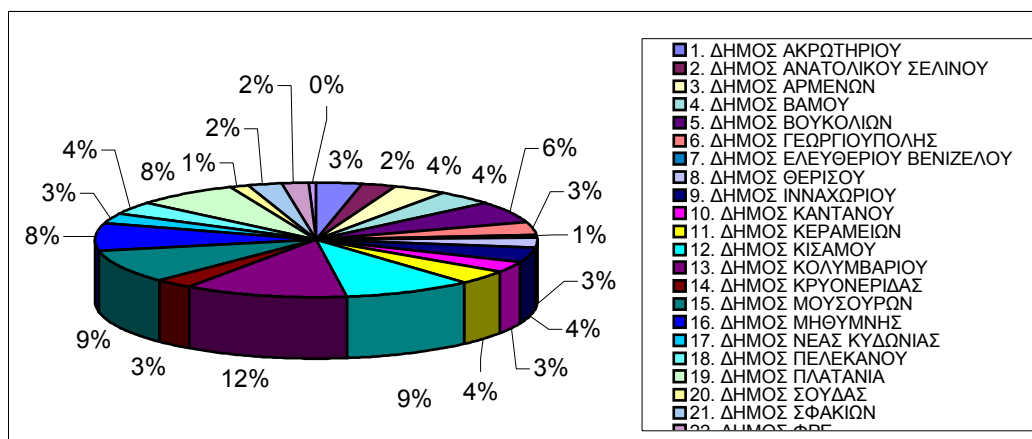
Σχήμα 11.2. Ετήσια % κατανομή κατανάλωσης νερού ανά καλλιέργεια όλων των Δήμων Νομού Χανίων.

Από το σχήμα 11.2. φαίνεται η ετήσια κατανομή κατανάλωσης νερού στο Νομό Χανίων. Παρατηρούμε ότι η καλλιέργεια της ελιάς καταναλώνει το περισσότερο νερό ετησίως με ποσοστό 78% ενώ το λιγότερο νερό καταναλώνουν τα θερμοκήπια με ποσοστό 1%.



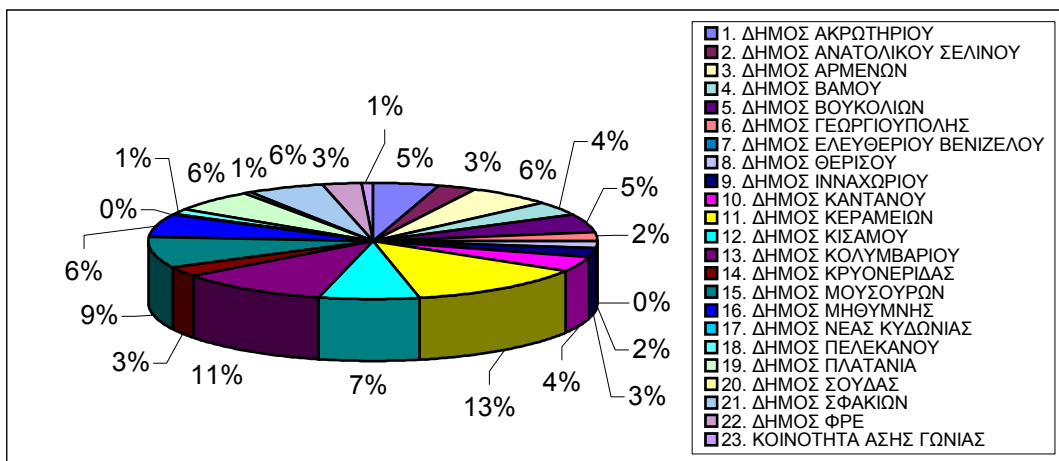
Σχήμα 11.2.α. Ετήσια % κατανάλωση νερού στην καλλιέργεια της πορτοκαλιάς ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Η ετήσια κατανάλωση νερού στην καλλιέργεια της πορτοκαλιάς στο Νομό φαίνεται στο σχήμα 11.2.α. Παρατηρούμε ότι το περισσότερο νερό ετησίως καταναλώνει ο Δήμος Μουσούρων (33%) και ο Δήμος Πλατανιά (27%).



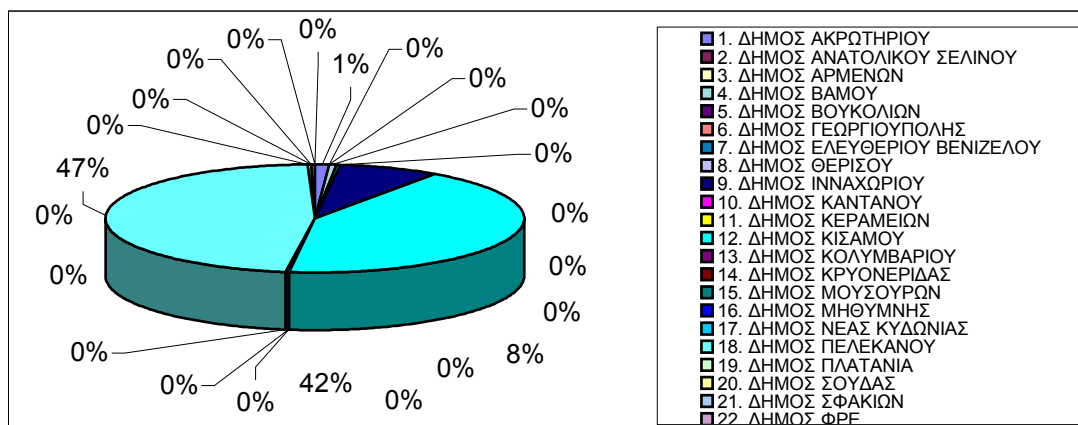
Σχήμα 11.2.β. Ετήσια % κατανάλωση νερού στην καλλιέργεια της ελιάς ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Η ετήσια κατανάλωση νερού στην καλλιέργεια της ελιάς στο Νομό παρουσιάζεται στο σχήμα 11.2.β. από όπου φαίνεται ότι ο Δήμος Κολυμβαρίου καταναλώνει το περισσότερο νερό ετησίως (12%) ενώ οι Δήμοι Ελευθερίου Βενιζέλου και Σούδας καθώς και η κοινότητα Ασή Γωνιάς καταναλώνουν το λιγότερο νερό.



Σχήμα 11.2.γ. Ετήσια % κατανάλωση νερού στην καλλιέργεια των αμπελιών ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Στο σχήμα 11.2.γ. απεικονίζεται η ετήσια κατανάλωση νερού στην καλλιέργεια των αμπελιών στο Νομό, από όπου παρατηρούμε ότι ο Δήμος Κεραμειών καταναλώνει το περισσότερο νερό ετησίως (13%) ενώ δεν υπάρχει κατανάλωση νερού στους Δήμους Ελευθερίου Βενιζέλου και Νέας Κυδωνίας διότι δεν καλλιεργούνται αμπέλια.



Σχήμα 11.2.δ. Ετήσια % κατανάλωση νερού στην καλλιέργεια των θερμοκηπίων ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Στο σχήμα 11.2.δ. παρουσιάζεται η ετήσια κατανάλωση νερού στην καλλιέργεια των θερμοκηπίων στο Νομό Χανίων, από όπου παρατηρούμε ότι το περισσότερο νερό ετησίως καταναλώνει ο Δήμος Πελεκάνου (47%) και ο Δήμος Κισάμου (42%).

11.3. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΓΕΩΡΓΙΚΟΥ ΡΥΠΑΝΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΤΟΥΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ

Από την επεξεργασία των δεδομένων (Συνεργατική Γεωπονική Ι. Τοράκης) ετήσια δόση ανά καλλιέργεια, έκταση ανά καλλιέργεια, αριθμός δέντρων ανά στρέμμα και σύνολο ετήσιας δόσης αγροχημικού ανά δέντρο, υπολογίστηκε το ετήσιο γεωργικό ρυπαντικό φορτίο των υδατικών πόρων ανά καλλιέργεια όλων των Δήμων του Νομού Χανίων.

Για τον υπολογισμό του ετήσιου γεωργικού ρυπαντικού φορτίου ανά καλλιέργεια χρησιμοποιήθηκε η εξής σχέση:

•Για την καλλιέργεια των πορτοκαλιών: Ετήσιο γεωργικό ρυπαντικό φορτίο πορτοκαλιάς από φυτοφάρμακα-λιπάσματα = $\frac{\text{έκταση/καλλιέργεια} \times \text{αριθμό δέντρων}^*/\text{στρέμμα} \times \text{σύνολο ετήσιας δόσης φυτοφαρμάκου-λιπάσματος/δέντρο}}$

θεωρούμε ότι:

*1 στρέμμα έχει 40 δέντρα πορτοκαλιές

•Για την καλλιέργεια της ελιάς Ετήσιο γεωργικό ρυπαντικό φορτίο ελιάς από φυτοφάρμακα -λιπάσματα = $\frac{\text{έκταση/καλλιέργεια} \times \text{αριθμό δέντρων}^*/\text{στρέμμα} \times \text{σύνολο ετήσιας δόσης φυτοφαρμάκου -λιπάσματος/δέντρο}}$

θεωρούμε ότι:

*1 στρέμμα έχει 30 δέντρα ελιές

•Για την καλλιέργεια των αμπελιών Ετήσιο γεωργικό ρυπαντικό φορτίο αμπελιών από φυτοφάρμακα -λιπάσματα = $\frac{\text{έκταση/καλλιέργεια} \times \text{αριθμό δέντρων}^*/\text{στρέμμα} \times \text{σύνολο ετήσιας δόσης φυτοφαρμάκου -λιπάσματος/πρέμνα}}$

θεωρούμε ότι:

*1 στρέμμα έχει 500 πρέμνες

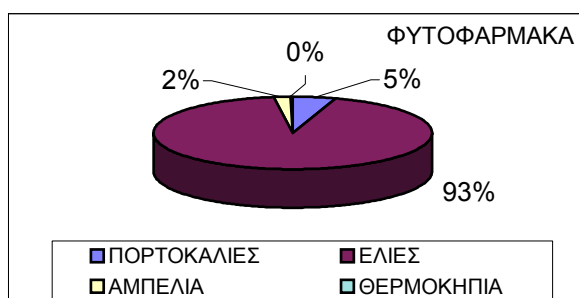
•Για την καλλιέργεια των θερμοκηπίων

(για την καλλιέργεια αγγουριών και ντομάτας) Ετήσιο γεωργικό ρυπαντικό φορτίο θερμοκηπίων από φυτοφάρμακα -λιπάσματα =

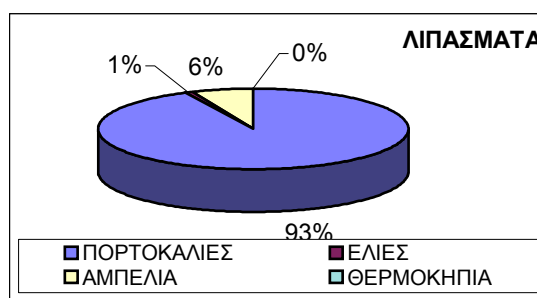
$\frac{\text{έκταση/καλλιέργεια} \times \text{αριθμό δέντρων}^*/\text{στρέμμα} \times \text{σύνολο ετήσιας δόσης φυτοφαρμάκου -λιπάσματος/ρίζα}}$

θεωρούμε ότι:

*1 στρέμμα έχει 600 ρίζες αγγουριές - ντοματιές



(α)



(β)

Σχήμα 11.3. Ετήσια % κατανομή επιβάρυνσης καλλιεργειών όλων των Δήμων από φυτοφάρμακα (α), λιπάσματα(β), Νομού Χανίων.

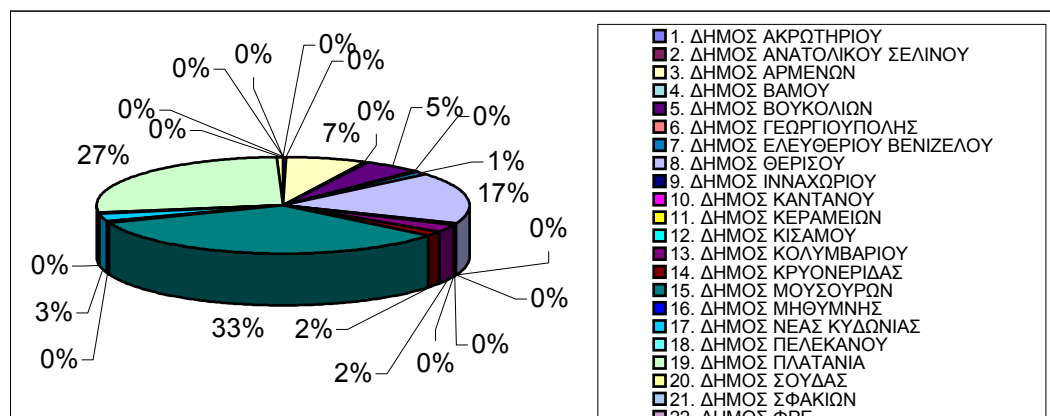
Στο σχήμα 11.3. παρουσιάζεται η ετήσια κατανομή επιβάρυνσης καλλιεργειών όλων των Δήμων του Νομού, από φυτοφάρμακα και λιπάσματα. Παρατηρούμε ότι και στα δυο σχήματα η καλλιέργεια της ελιάς έχει τη μεγαλύτερη επιβάρυνση από αγροχημικά (93%) και ακολουθεί η καλλιέργεια της πορτοκαλιάς. Την μικρότερη επιβάρυνση έχουν τα θερμοκήπια.

11.3.1. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΑΠΟ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ

Από τα δεδομένα της Συνεργατικής Γεωπονικής (Ι. Τοράκης), προκύπτει ο πίνακας 11.3.1.α. όπου απεικονίζονται οι ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων στην καλλιέργεια της πορτοκαλιάς στο Νομό Χανίων.

Πίνακας 11.3.1.α. Ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων στην καλλιέργεια της πορτοκαλιάς.

ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΑ	ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ		ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ / ΔΕΝΤΡΟ ΕΤΗΣΙΩΣ
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
	Οξυχλωριούχος χαλκός ΔΟΣΗ: 5gr/l H ₂ O	Ντιμοθέιτ ΔΟΣΗ: 1,5gr/l H ₂ O	98gr
	Βορδειγάλιος Πολτός ΔΟΣΗ: 5gr/l H ₂ O	Α-Συπερμιθίν ΔΟΣΗ: 0,3gr/l H ₂ O	
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 10gr/l H₂O	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 1,8gr/l H₂O	



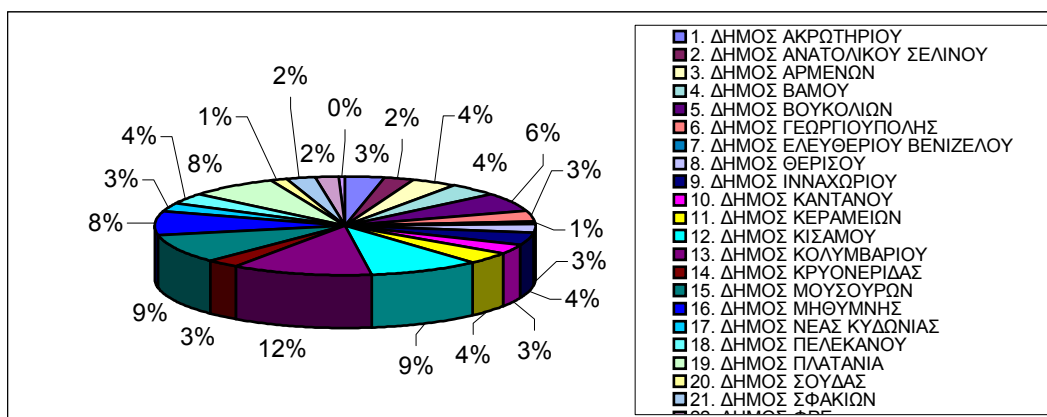
Σχήμα 11.3.1.α. Ετήσια % κατανομή επιβάρυνσης πορτοκαλιών από φυτοφάρμακα ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Από την επεξεργασία των παραπάνω χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων και τους απαραίτητους υπολογισμούς παρουσιάζεται στο σχήμα 11.3.1.α. η ετήσια κατανομή επιβάρυνσης πορτοκαλιών από φυτοφάρμακα στο Νομό Χανίων. Παρατηρούμε ότι ο Δήμος Μουσούρων έχει την περισσότερη επιβάρυνση από φυτοφάρμακα στην καλλιέργεια της πορτοκαλιάς (33%).

Στον πίνακα 11.3.1.β. παρουσιάζονται οι ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων στην καλλιέργεια της ελιάς στο Νομό Χανίων.

Πίνακας 11.3.1.β. Ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων στην καλλιέργεια της ελιάς.

ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ						
ΕΛΙΕΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ/ ΔΕΝΤΡΟ ΕΤΗΣΙΩΣ	
	Οξυχλωριούχος χαλκός ΔΟΣΗ: 5gr/l H ₂ O	Μεθυντασίν	Πυρεθρίνη ΔΟΣΗ: 1gr/l H ₂ O	Παρακουάτ		ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 394gr
	Βορδειγάλιος Πολτός ΔΟΣΗ: 6gr/l H ₂ O		Μεθυνταθειόν ΔΟΣΗ: 1,5gr/l H ₂ O	Τρικοπύρ		
	Υδροξειδιο Χαλκού ΔΟΣΗ: 2gr/l H ₂ O	ΔΟΣΗ: 1,5gr/l H ₂ O	Ντιμοθέϊτ ΔΟΣΗ: 1,5gr/l H ₂ O	ΔΟΣΗ: 10gr/l H ₂ O		
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 13gr/l H₂O		ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 1,5gr/l H₂O	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 4gr/l H₂O		



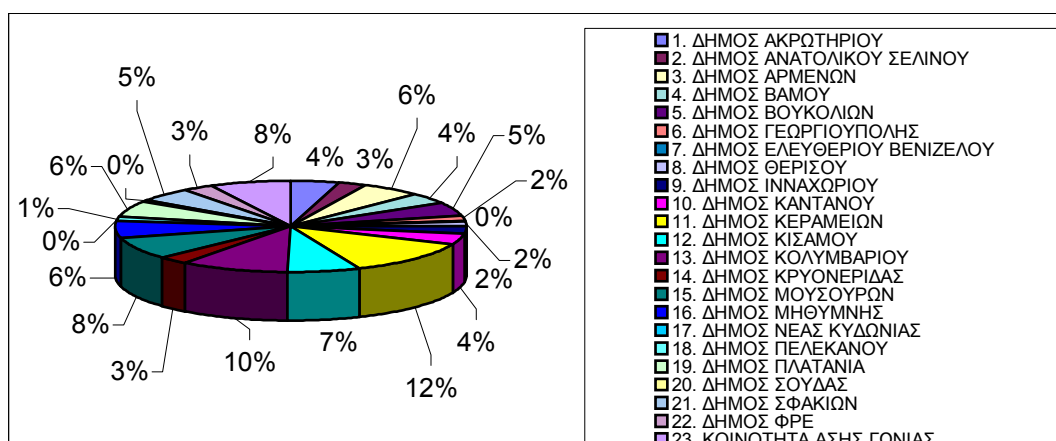
Σχήμα 11.3.1.β. Ετήσια % κατανομή επιβάρυνσης ελιών από φυτοφάρμακα ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Η ετήσια κατανομή επιβάρυνσης ελιών από φυτοφάρμακα στο Νομό Χανίων, παρουσιάζεται στο σχήμα 11.3.1.β., από όπου φαίνεται ότι ο Δήμος Κολυμβαρίου επιβαρύνεται περισσότερο από την επίδραση των φυτοφαρμάκων (12%) ενώ οι Δήμοι Ελευθερίου Βενιζέλου και Σούδας έχουν την λιγότερη επιβάρυνση (1%).

Οι ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων στην καλλιέργεια των αμπελιών, παρουσιάζονται στον πίνακα 11.3.1.γ.

Πίνακας 11.3.1.γ. Ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων στην καλλιέργεια των αμπελιών.

ΑΓΡΟΧΗΜΙΚΑ						
ΑΜΠΕΛΙΑ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ /ΔΕΝΤΡΟ ΕΤΗΣΙΩΣ	
	Πυριμεθαλίνη ΔΟΣΗ: 3gr/l H ₂ O	Θειάφι(βρέξιμο)	Μαλάθειο ΔΟΣΗ: 2gr/l H ₂ O	Συπερμιθίνη ΔΟΣΗ: 1gr/l H ₂ O		7gr
	Ιπρόντιον ΔΟΣΗ: 2gr/l H ₂ O	ΔΟΣΗ: 3gr/l H ₂ O	Μικλομπουτανίλ ΔΟΣΗ: 1gr/l H ₂ O	Μεθυνταθείον ΔΟΣΗ: 1,5gr/l H ₂ O		
	Θιοφανίν-Μεθύλ ΔΟΣΗ: 1gr/l H ₂ O	Οξυχλωριούχος χαλκός ΔΟΣΗ: 5gr/l H ₂ O	Penconazole ΔΟΣΗ: 1gr/l H ₂ O	Α-Συπερμιθίν ΔΟΣΗ: 1gr/l H ₂ O		
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 6gr/l H₂O	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 8gr/l H₂O	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 4gr/l H₂O	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 3,5gr/l H₂O		



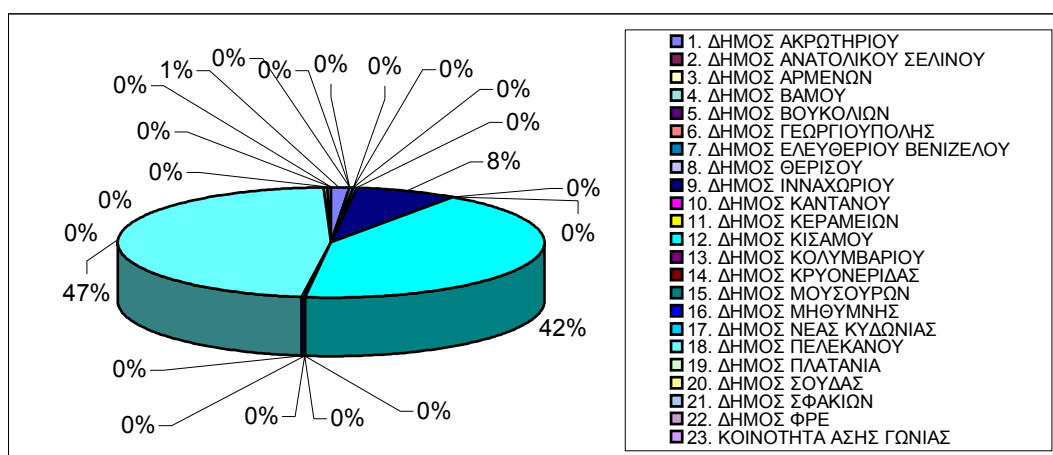
Σχήμα 11.3.1.γ. Ετήσια % κατανομή επιβάρυνσης αμπελιών από φυτοφάρμακα ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Από το σχήμα 11.3.1.γ. φαίνεται ότι ο Δήμος Κεραμειών με ποσοστό 12% έχει την περισσότερη επιβάρυνση αμπελιών από φυτοφάρμακα στο Νομό Χανίων ενώ ο Δήμος Πελεκάνου έχει την λιγότερη επιβάρυνση. Οι Δήμοι Ελευθερίου Βενιζέλου , Νέας Κυδωνίας και Σούδας δεν έχουν επιβάρυνση καθώς οι κάτοικοι δεν καλλιεργούν αμπέλια.

Στον πίνακα 11.3.1.δ. παρουσιάζονται οι ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων στην καλλιέργεια των θερμοκηπίων.

Πίνακας 11.3.1.δ. Ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων στην καλλιέργεια των θερμοκηπίων.

ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ			ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ /ΔΕΝΤΡΟ ΕΤΗΣΙΩΣ
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	
Μ 45		Αφουγκάν	Μπαιλετόν	
ΔΟΣΗ: 1gr/l H ₂ O			ΔΟΣΗ: 1gr/l H ₂ O	
Ανθρακόλ		ΔΟΣΗ: 2gr/l H ₂ O	Ρυμιτίν	
ΔΟΣΗ: 2gr/l H ₂ O			ΔΟΣΗ: 1gr/l H ₂ O	
Μικά		Μορεστάν	Θειάφι	
ΔΟΣΗ: 2gr/l H ₂ O		ΔΟΣΗ: 1gr/l H ₂ O	ΔΟΣΗ: 2gr/l H ₂ O	
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 5gr/l H₂O	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 3gr/l H₂O	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 4gr/l H₂O	6gr



Σχήμα 11.3.1.δ. Ετήσια % κατανομή επιβάρυνσης θερμοκηπίων από φυτοφάρμακα ανά Δήμο Νομού Χανίων.

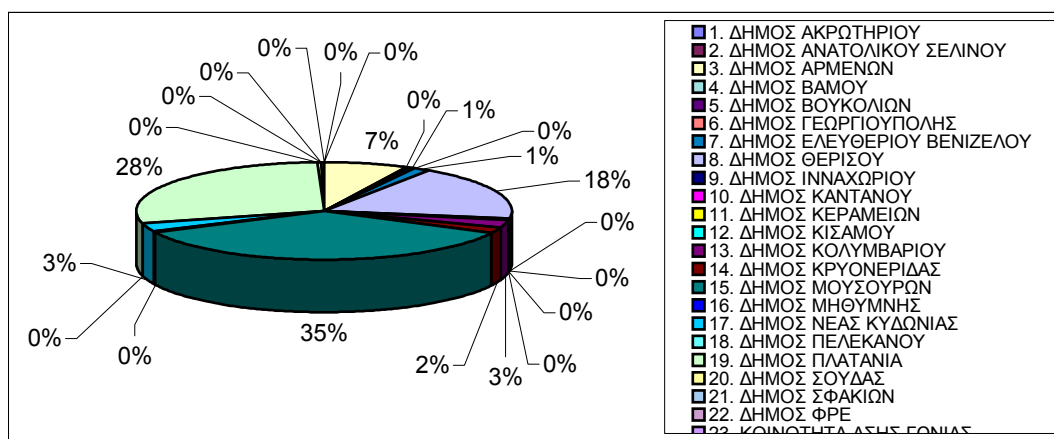
Στο σχήμα 11.3.1.δ. παρουσιάζεται η ετήσια κατανομή επιβάρυνσης θερμοκηπίων από φυτοφάρμακα στο Νομό Χανίων από όπου παρατηρούμε ότι ο Δήμος Πελεκάνου επιβαρύνεται περισσότερο από τη χρήση φυτοφαρμάκων στα θερμοκήπια (47%) και ακολουθεί ο Δήμος Κισάμου (42%).

11.3.1. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΑΠΟ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Στον πίνακα 11.3.2.α. απεικονίζονται οι ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων στην καλλιέργεια της πορτοκαλιάς στο Νομό Χανίων.

Πίνακας 11.3.2.α. Ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων στην καλλιέργεια της πορτοκαλιάς.

ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΑ	ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ		ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ /ΔΕΝΤΡΟ ΕΤΗΣΙΩΣ	
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΑΝΟΙΞΗ		
	Συνθέτο(φώσφορο-κάλιο-μαγνήσιο)	Άζωτο		
	ΔΟΣΗ: 2kg/δέντρο	ΔΟΣΗ: 1kg/δέντρο		
ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 2kg/δέντρο	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 1kg/δέντρο	3kg		



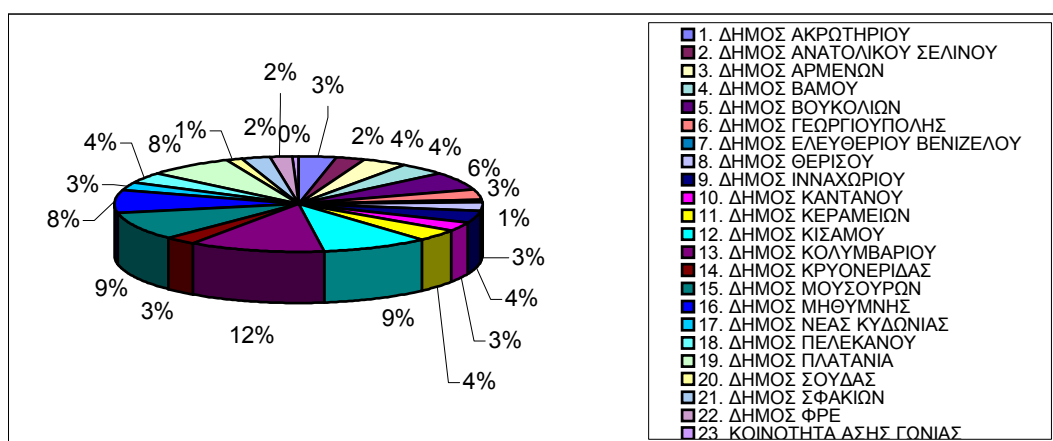
Σχήμα 11.3.2.α. Ετήσια % κατανομή επιβάρυνσης πορτοκαλιών από λιπάσματα ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Η ετήσια κατανομή επιβάρυνσης πορτοκαλιών από λιπάσματα στο Νομό Χανίων, φαίνεται στο σχήμα 11.3.2.α. όπου παρατηρείται ότι ο Δήμος Μουσούρων επιβαρύνεται περισσότερο από την επίδραση των λιπασμάτων (35%).

Στον πίνακα 11.3.2.α. παρουσιάζονται οι ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων στην καλλιέργεια της ελιάς στο Νομό Χανίων.

Πίνακας 11.3.2.β Ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων στην καλλιέργεια της ελιάς.

ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ				
ΕΛΙΕΣ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	ΑΝΟΙΞΗ	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ /ΔΕΝΤΡΟ ΕΤΗΣΙΩΣ	
	Συνθέτο(φώσφορο-κάλιο-μαγνήσιο)	Άζωτο		
	ΔΟΣΗ: 3kg/δέντρο			
	Βάριο	ΔΟΣΗ: 1kg/δέντρο		
	ΔΟΣΗ: 0,5kg/δέντρο			
ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 3,5kg/δέντρο	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 1kg/δέντρο	4,5kg		



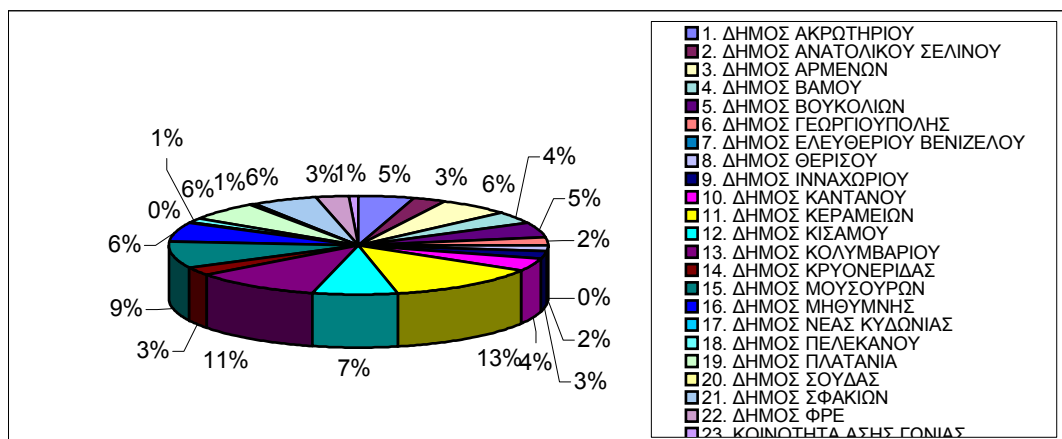
Σχήμα 11.3.2.β. Ετήσια % κατανομή επιβάρυνσης ελιών από λιπάσματα ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Από το σχήμα 11.3.2.β. φαίνεται ότι ο Δήμος Κολυμβαρίου έχει την περισσότερη επιβάρυνση από λιπάσματα στην καλλιέργεια της ελιάς (12%) ενώ οι Δήμοι Ελευθερίου Βενιζέλου και Σούδας επιβαρύνονται λιγότερο από την επίδραση των λιπασμάτων (1%).

Οι ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων στην καλλιέργεια των αμπελιών, φαίνονται στον πίνακα 11.3.2.γ.

Πίνακας 11.3.2.γ. Ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων στην καλλιέργεια των αμπελιών.

ΑΜΠΕΛΙΑ	ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ	
	Συνθέτο(φώσφορο-κάλιο-μαγνήσιο)	
	ΔΟΣΗ: 0,5kg/δέντρο	
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 0,5kg/δέντρο	0,5kg



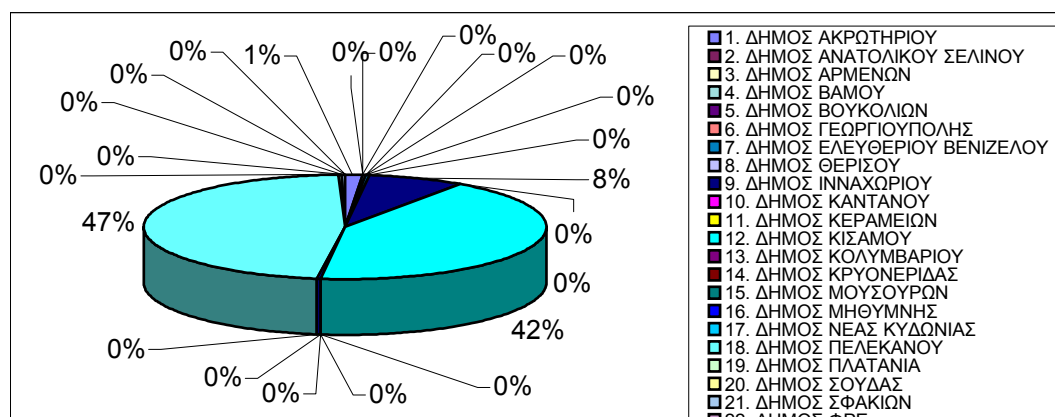
11.3.2.γ. Ετήσια % κατανομή επιβάρυνσης αμπελιών από λιπάσματα ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Στο σχήμα 11.3.2.γ. όπου παρουσιάζεται η κατανομή επιβάρυνσης ελιών από λιπάσματα στο Νομό, φαίνεται ότι ο Δήμος Κεραμειών έχει την περισσότερη επιβάρυνση στην καλλιέργεια της ελιάς από τη χρήση λιπασμάτων (13%), ενώ οι Δήμοι Ελευθερίου Βενιζέλου και Νέας Κυδωνίας επιβαρύνονται λιγότερο.

Οι ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων στην καλλιέργεια των θερμοκηπίων, φαίνονται στον πίνακα 11.3.2.δ.

Πίνακας 11.3.2.δ. Χρησιμοποιούμενα λιπάσματα στην καλλιέργεια των θερμοκηπίων.

ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	
ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ	ΧΕΙΜΩΝΑΣ
	Συνθέτο(φώσφορο-κάλιο-μαγνήσιο)
	ΔΟΣΗ: 0,05kg/δέντρο
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ: 0,5kg/δέντρο
	ΣΥΝΟΛΟ ΔΟΣΕΩΝ /ΔΕΝΤΡΟ ΕΤΗΣΙΩΣ
	0,05kg



Σχήμα 11.3.2.δ. Ετήσια % κατανομή επιβάρυνσης θερμοκηπίων από λιπάσματα ανά Δήμο Νομού Χανίων.

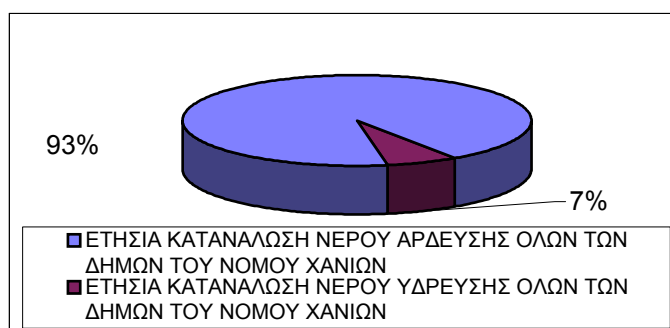
Στο σχήμα 11.3.2.δ. παρουσιάζεται η ετήσια κατανομή επιβάρυνσης θερμοκηπίων από λιπάσματα στο Νομό Χανίων. Οι Δήμοι με την περισσότερη επιβάρυνση στην καλλιέργεια των θερμοκηπίων είναι ο Δήμος Πελεκάνου με ποσοστό 47% και ο Δήμος Κισάμου με ποσοστό 42%.

12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Από την επεξεργασία των δεδομένων αριθμός κατοίκων ανά Δήμο και λαμβάνοντας ως ημερήσια κατανάλωση 200 λίτρα νερού, υπολογίστηκε η ετήσια κατανάλωση νερού ύδρευσης όλων των Δήμων του Νομού Χανίων όπου παρουσιάζεται στον πίνακα 12.α. Στα δεδομένα δεν περιλαμβάνονται η κατανάλωση νερού άρδευσης και ύδρευσης του Δήμου Χανίων καθώς θεωρείται αστικός Δήμος.

Πίνακας 12.α. Χρήσεις νερού Νομού Χανίων.

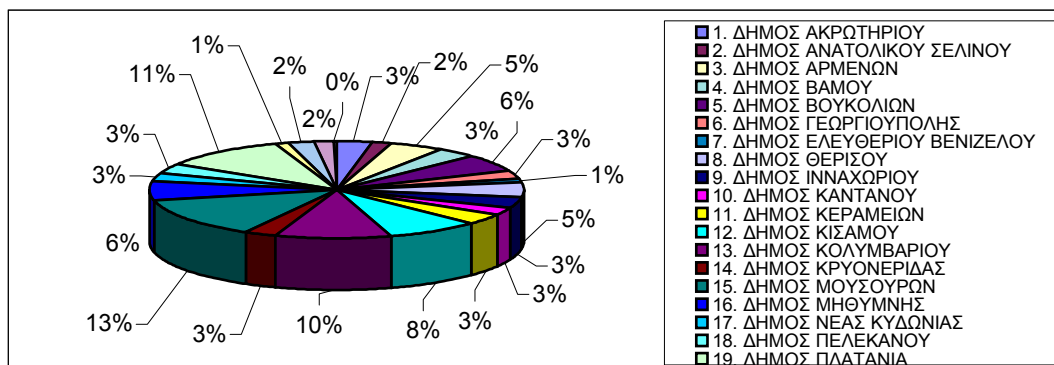
ΧΡΗΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΝΟΜΟ ΧΑΝΙΩΝ	
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ <u>ΑΡΔΕΥΣΗΣ</u> ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΔΗΜΩΝ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ	91.675.700 m³
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ <u>ΥΔΡΕΥΣΗΣ</u> ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΔΗΜΩΝ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ	6.508.191 m³



Σχήμα 12.α. Ετήσια % κατανομή κατανάλωσης νερού άρδευσης – ύδρευσης Νομού Χανίων.

Η ετήσια κατανάλωση νερού άρδευσης και νερού ύδρευσης όλων των Δήμων του Νομού Χανίων παρουσιάζεται στο σχήμα 12.α. από όπου φαίνεται ότι το περισσότερο νερό ετησίως καταναλώνεται για την άρδευση (93%) ενώ για την ύδρευση καταναλώνονται λιγότερες ποσότητες νερού (7%).

Τα αποτελέσματα της ετήσιας κατανάλωσης νερού άρδευσης και νερού ύδρευσης ακολουθούν την τάση των αποτελεσμάτων που δίδονται από τη Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων και Υδάτινων Πόρων, (Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Χανίων, «Υδατικοί Πόροι Νομού Χανίων και Διαχείριση τους»), με την διευκρίνηση ότι στους υπολογισμούς δεν χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα ύδρευσης του Δήμου Χανίων όπως επίσης και οι κηπευτικές καλλιέργειες του Νομού.



Σχήμα 12.β. Ετήσια % κατανάλωση νερού άρδευσης ανά Δήμο Νομού Χανίων.

Στο σχήμα 12.β. όπου παρουσιάζεται η ετήσια κατανάλωση νερού άρδευσης ανά Δήμο στο Νομό, φαίνεται ότι ο Δήμος Μουσούρων καταναλώνει το περισσότερο νερό ετησίως για άρδευση (33%). Επομένως οι υδατικοί πόροι του Δήμου Μουσούρων επηρεάζονται περισσότερο από την επίδραση της γεωργίας.

Η κοινότητα Ασή Γωνιάς καταναλώνει το λιγότερο νερό ετησίως για άρδευση άρα οι υδατικοί πόροι της κοινότητας Ασή Γωνιάς επηρεάζονται λιγότερο από την επίδραση της γεωργίας.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Περιοχή μελέτης:

- Η κύρια καλλιέργεια στο Νομό Χανίων είναι η ελιά με ποσοστό 81%.

Κατανομή κατανάλωσης νερού ανά καλλιέργεια στο Νομό:

- Η καλλιέργεια της ελιάς καταναλώνει το περισσότερο νερό ετησίως με ποσοστό 78%.

Κατανομή γεωργικού ρυπαντικού φορτίου στους υδατικούς πόρους:

- Η καλλιέργεια της ελιάς έχει τη μεγαλύτερη επιβάρυνση από φυτοφάρμακα με ποσοστό 93%.
- Η καλλιέργεια της ελιάς έχει τη μεγαλύτερη επιβάρυνση από λιπάσματα με ποσοστό 93%.

Κατανάλωση νερού άρδευσης και νερού ύδρευσης:

- Το περισσότερο νερό ετησίως καταναλώνεται για την άρδευση με ποσοστό 93%.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Ο Νομός Χανίων θεωρείται αγροτικός νομός καθώς η κύρια απασχόληση των κατοίκων είναι η γεωργία. Συνεπώς καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες νερού, ιδιαίτερα το καλοκαίρι για την ανάπτυξη των φυτών και γι'αυτό άλλωστε το ποσοστό που αντιστοιχεί στην ετήσια κατανάλωση νερού άρδευσης είναι 93%.

Η χρήση αγροχημικών είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των καλλιεργειών. Ωστόσο, περίσσεια αζώτου στο έδαφος είναι δυνατόν μέσω της απορροής και της στράγγισης να οδηγήσει στη ρύπανση των υπόγειων και επιφανειακών νερών με νιτρικά.

Η λύση στο πρόβλημα των αγροχημικών βρίσκεται στη σωστή πληροφόρηση και εκπαίδευση των χρηστών ώστε να υπάρχει εκτενέστερη ενημέρωση για τις πιθανές, επιβλαβείς προς το περιβάλλον και την υγεία συνέπειες της ρύπανσης με αγροχημικά των υδάτινων πόρων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1. Παυλάκη Αικατερίνη, 2003, Σημειώσεις μαθήματος «Διαχείριση Υδατικών Πόρων», Τ.Ε.Ι. Κρήτης, σελ. 4-7.
2. Έκδοση της Συνόδου Πρυτάνεων και Προέδρων Διοικουσών Επιτροπών των Ελληνικών Πανεπιστημίων”, 1996. «Το Ελληνικό Περιβάλλον», Εκδόσεις Σαββάλας, σελ: 118-119.
3. Κουσουρής Σ. Θεόδωρος, 1998. Μονογραφίες Θαλάσσιων Επιστημών: «Το Νερό στη Φύση, στην Ανάπτυξη, στην Προστασία του Περιβάλλοντος», Εκδόσεις Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών, σελ: 21, 153-158.
4. Ray Herren, 2000. Γεωργική Παραγωγή και Τεχνολογία: «Μια Βιολογική Προσέγγιση», Εκδόσεις ΙΩΝ, σελ: 400-409.
5. <http://3dim-kater.pie.sch.gr/fitofarmaka.htm>. Φυτοφάρμακα. Διαθέσιμο:, Μάρτιος 2005.
6. Βλαμάκη Γεωργία, Χανιά 2001. «Ανίχνευση Υπολειμμάτων Τριαζινών στα Επιφανειακά Νερά του Νομού Χανίων». Διπλωματική Εργασία Κύκλου Μεταπτυχιακών Σπουδών Ειδίκευσης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Γενικό Τμήμα, σελ: 9-10, 21-27, (αρ. πρωτ: 45690).
7. Πολυράκης Θ. Ιωάννης, 2003, «Περιβαλλοντική Γεωργία», Εκδόσεις ΨΥΧΑΛΟΥ, σελ: 61-63, 70-79, 404-406.
8. http://kpe_kastor.kas.sch.gr/limnology/limnology/toxic.gr Φυτοφάρμακα. Διαθέσιμο:, Μάρτιος 2005.
9. Σμυρνάκη Καλλιόπη, Δασενάκης Δημήτριος, Χανιά 2000. «Ρύπανση Υπόγειων Νερών με Νιτρικά». Διπλωματική Εργασία Κύκλου Μεταπτυχιακών Σπουδών Ειδίκευσης, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, σελ:14-17, 20-23, 25-31, 42-52, (αρ. πρωτ: 44711).
10. Αντωνόπουλος Ζ. Βασίλειος, 2001, «Ποιότητα και Ρύπανση Υπόγειων Νερών», Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ: 19-23.
11. Τσιούρης Ε. Σωτήριος, 2001, «Θέματα Προστασίας Περιβάλλοντος», Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σελ: 130-133.