

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΘΕΚΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΜΑΡΙΑ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΥΡΙΑΚΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΣ

**ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ
ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΝΕΡΩΝ ΤΟΥ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ
ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΤΙΣ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΤΟΥ
ΝΟΜΟΥ**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ (ΜΑΡΤΙΟΣ, 1997)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ	4
1.1 Μέθοδοι εκτίμησης της ποιότητας αρδευτικού νερού	4
1.2 Συνθήκες που επηρεάζουν την καταλληλότητα του αρδευτικού νερού	5
1.2.1 Κλίμα	5
1.2.2 Έδαφος	6
1.2.3 Καλλιέργειες	6
1.2.4 Μέθοδος άρδευσης	6
1.2.5 Στράγγιση	7
1.2.6 Διαχείριση εφαρμογής του αρδευτικού νερού	7
1.3 Επίδραση της ποιότητας του αρδευτικού νερού στο φυτό και στο έδαφος	8
1.3.1 Η ανάπτυξη των φυτών σε σχέση με τη συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων στο έδαφος	9
1.3.2 Η επίδραση της περίσσειας διαλυτών αλάτων πάνω στα φυτά	12
1.3.2.1 Συμπτώματα	13
1.3.2.2 Αντιμετώπιση	14
2. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ-ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ	16
2.1 Χαρακτηριστικά των υδρολογικών λεκανών	16
2.2 Υδατικό ισοζύγιο λεκανών	19
2.2.1 Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα	19
2.2.2 Πραγματική εξατμισοδιαπνοή	19
2.2.3 Επιφανειακή απορροή	19
2.2.4 Κατείσδυση	19
2.3 Πηγαία ύδατα	21
2.3.1 Πηγή Κεφαλαρίου	21
2.3.2 Πηγή Λέρνη	23
2.3.3 Πηγή Κρόης (Αμυμώνη)	24
2.3.4 Οι πηγές του Κιβερίου	26
2.4 Υδροφόροι ορίζοντες	30
3. ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΟΥ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ	34
3.1 Ανάγκες σε νερό άρδευσης και ύδρευσης	34
3.2 Τα εδάφη του Αργολικού πεδίου	37

3.2.1 Εδαφικοί τύποι	37
3.2.2 Καλλιεργητικές ομάδες των εδαφών	39
3.3 Η εναπόθεση και έκπλυση των αλάτων	41
4. ΜΕΤΡΑ ΑΜΒΛΥΝΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΜΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	44
4.1 Τεχνητός Εμπλουτισμός	44
4.1.1 Πρώτη Φάση Τεχνητού Εμπλουτισμού	45
4.1.2 Δεύτερη Φάση Τεχνητού Εμπλουτισμού	46
4.2 Ποιότητα των αρδευτικών νερών πρόληψη και αντιμετώπιση προβλημάτων	48
4.2.1 Αντιμετώπιση της αλατότητας	48
4.2.1.1 Συχνότερες αρδεύσεις	48
4.2.1.2 Εκλογή ανθεκτικής ποικιλίας	49
4.2.1.3 Επιλογή μεθόδου άρδευσης	50
4.2.1.3.1 Επιφανειακή άρδευση	50
4.2.1.3.2 Καταιονισμός	50
4.2.1.3.3 Άρδευση με σταγόνες	51
4.2.1.4 Αλλαγή καλλιεργητικών πρακτικών	52
4.2.1.4.1 Προάρδευση	52
4.2.1.4.2 Τοποθέτηση σπόρου	52
4.2.1.4.3 Λίπανση	53
4.2.1.4.4 Ισοπέδωση	53
4.2.1.4.5 Διαφοροποίηση του εδαφικού προφίλ	54
4.2.1.4.6 Εγκατάσταση στραγγιστικού δικτύου	54
4.2.2 Αντιμετώπιση της μείωσης της εδαφικής περατότητας	55
4.2.2.1 Χρήση βελτιωτικών εδάφους	55
4.2.2.2 Συχνότερες αρδεύσεις	56
4.2.2.3 Επιφανειακή καλλιέργεια και βαθύ όργωμα	56
4.2.2.4 Αύξηση του χρόνου εφαρμογής του νερού	57
4.2.2.5 Αλλαγή της διεύθυνσης ροής προς τη μικρότερη κλίση	57
4.2.2.6 Προσαρμογή του ύψους βροχής των καταιονιστήρων σύμφωνα με τη διηθητικότητα του εδάφους	57
4.2.2.7 Χρήση οργανικών υπολειμμάτων	58
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	59

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο Νομός Αργολίδας είναι ένας από τους σημαντικότερους γεωργικούς νομούς της χώρας και την τελευταία 30ετία χαρακτηρίζεται από την έντονη εκμετάλλευση των υδατικών και εδαφικών του πόρων με συνέπεια την υποβάθμισή τους. Η ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση των υδατικών πόρων αποτελεί πλέον το μείζον πρόβλημα στο νομό.

Σκοπός της εργασίας μου είναι να παρουσιάσω το πρόβλημα της ποιοτικής και ποσοτικής υποβάθμισης των υδατικών πόρων του νομού, τις αιτίες που το προκάλεσαν, καθώς και τις επιπτώσεις του στην εφαρμογή της γεωργίας. Θα αναφερθώ επίσης στην αντιμετώπιση του προβλήματος, στις προσπάθειες που ήδη έχουν γίνει, και σε προτεινόμενα μέτρα που η λήψη τους θα επιφέρει την οριστική λύση του προβλήματος στο μέλλον.

Σημαντικές ερευνητικές εργασίες για το Αργολικό πεδίο έχουν γίνει από επιστημονική ομάδα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών με επικεφαλής τον καθηγητή της Γεωργικής Υδραυλικής κ. Αλ. Πουλοβασίλη. Πρωτοποριακές επίσης μέθοδοι διαχείρισης των υδατικών πόρων εφαρμόζονται από τους φορείς της περιοχής με βάση τα παραπάνω. Πολλά από τα στοιχεία που ακολουθούν πάρθηκαν από τις υφιστάμενες μελέτες.

Ολοκληρώνοντας αυτή την εργασία, νιώθω την ανάγκη να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες,

στον κύριο Κυριάκο Μαρκόπουλο, Επικ. Καθηγητή του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας για την εισήγηση του θέματος και την πολύτιμη βοήθειά του

στον κύριο Ανδρέα Ζυμή, γεωπόνο της Δ.Ε.Β Αργολίδας για την πολύτιμη βοήθειά του και τις χρήσιμες υποδείξεις του.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο νομός Αργολίδας είναι γεωργικός νομός και η γεωργία του στηρίζεται στις αρδευόμενες καλλιέργειες, κυρίως δεντροκαλλιέργειες. Οι γεωργικές εκτάσεις και η κατανομή των καλλιεργειών φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί. Σημαντική θέση κατέχει η καλλιέργεια των εσπεριδοειδών με πρώτη την ποικιλία Merlin.

Είδος καλλιέργειας	Έκταση (στρέμματα)	Αρδευόμενη έκταση (στρέμματα)
Εσπεριδοειδή	120.000	120.000
Ελαιώνες	257.000	29.500
Λοιπές δενδρώδεις	13.500	15.000
Λαχανικά	35.000	35.000
Αμπελώνες	8.000	1.500
Αροτριάιες	268.000	17.500
ΣΥΝΟΛΟ	703.000	218.500

Η οικονομική ανάπτυξη του νομού ακολούθησε την εντατικοποίηση της γεωργίας του, με την αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων, που άρχισε πριν τον πόλεμο και συνεχίστηκε μετά το 1950 με ιδιαίτερα αυξανόμενους ρυθμούς. Η εντατικοποίηση όμως αυτή εφαρμόστηκε χωρίς κανένα σχεδιασμό, χωρίς καμιά προοπτική για το μέλλον με αποτέλεσμα την αλόγιστη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων του νομού και ιδιαίτερα των υδατικών πόρων.

Η αλόγιστη αυτή εκμετάλλευση των φυσικών πόρων επέφερε πρόσκαιρη μόνο ευμάρεια για τους κατοίκους και τη γενικότερη οικονομία του νομού. Στο πέρασμα της τελευταίας 35ετίας τα υπόγεια νερά του νομού υπερεκμεταλλεύθηκαν, εξαντλήθηκαν, υφαλμυρώθηκαν και μολύνθηκαν. Ταυτόχρονα όμως τα πηγαία νερά έμεναν ανεκμετάλλευτα σε σοβαρό βαθμό και χάνονταν στη θάλασσα. Έτσι λοιπόν η πλούσια σε πηγές περιοχή ταυτίστηκε με το στίγμα της λειψυδρίας. Το υδατικό πρόβλημα δεν περιορίζεται μόνο στην εξασφάλιση νερού για τη διατήρηση και επέκταση της αρδευόμενης γεωργίας, αλλά εκτείνεται στις ανάγκες ύδρευσης και βιομηχανίας του νομού, είναι σύνθετο και πολύπλοκο και από την άποψη μιας γενικής υποβάθμισης των φυσικών πόρων που μπορεί να απειλήσει το οικοσύστημα της ευρύτερης περιοχής και θέτει σε κίνδυνο τη διατήρηση της γεωργίας και κάθε δραστηριότητας στην περιοχή.

Οι ανάγκες σε νερό άρδευσης καλύπτονται με την χρησιμοποίηση των πηγαίων νερών, με την κατασκευή και ανάπτυξη συλλογικών έργων, και των υπόγειων νερών, με συλλογικά και ατομικά έργα απόληψης νερού δηλαδή γεωτρήσεις. Από τα πηγαία νερά χρησιμοποιούνται μόνο 25 εκατομμύρια κυβικά μέτρα και από τα υπόγεια νερά 95 έως 125 εκατομμύρια κυβικά μέτρα το χρόνο.

1. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

1.1 Μέθοδοι εκτίμησης της ποιότητας του αρδευτικού νερού

Για να εκτιμήσει κανείς την ποιότητα του αρδευτικού νερού χρειάζεται μια πλήρης χημική ανάλυση όπως δείχνεται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1

<u>Εργαστηριακός προσδιορισμός</u>	<u>Συμβολισμός</u>	<u>Μονάδες</u>
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	EC	mmhos/cm
Ασβέστιο	Ca	meq/l
Μαγνήσιο	Mg	meq/l
Νάτριο	Na	meq/l
Ανθρακικά	CO ₃	meq/l
Δισανθρακικά	HCO ₃	meq/l
Χλώριο	Cl	meq/l
Θειικά	SO ₄	meq/l
Βόριο	B	mg/l
Νιτρικό άζωτο	NO ₃ -N	mg/l
Οξύτητα-Αλκαλικότητα	pH	

Η αλατότητα του νερού δηλαδή η συνολική συγκέντρωση διαλυτών αλάτων αποτελεί σπουδαίο κριτήριο καταλληλότητας του νερού για άρδευση. Η αλατότητα εκφράζεται σε mmhos/cm στους 25°C (ηλεκτρική αγωγιμότητα) ή σαν συγκέντρωση αλάτων σε mg/l ή ppm.

Με βάση το κριτήριο της αλατότητας τα αρδευτικά νερά ταξινομούνται σε 5 κατηγορίες καταλληλότητας.

1. **Κατηγορία C₁.** Νερά χαμηλής αλατότητας, με ηλεκτρική αγωγιμότητα EC < 250 mmhos/cm στους 25°C.
2. **Κατηγορία C₂.** Νερά μέτριας αλατότητας, με ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ 250 - 750 mmhos/cm ή 200-500 ppm.
3. **Κατηγορία C₃.** Νερά μέσης αλατότητας, με ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ 750- 2250 mmhos/cm ή 500-1500 ppm.
4. **Κατηγορία C₄.** Νερά υψηλής αλατότητας, με ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ 2250-4000 mmhos/cm ή 1500-2500 ppm.
5. **Κατηγορία C₅.** Νερά πολύ υψηλής αλατότητας, με ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ 4000-6000 mmhos/cm ή 2500-4000 ppm.

1.2 Συνθήκες που επηρεάζουν την καταλληλότητα του αρδευτικού νερού

Η εκτίμηση της καταλληλότητας ενός αρδευτικού νερού δεν στηρίζεται απλά και μόνο σε κάποια μέθοδο εκτίμησης της ποιότητάς του. Αντίθετα είναι άμεσα συνδεδεμένη με τις συνθήκες κάτω από τις οποίες χρησιμοποιείται. Οι συνθήκες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την τελική εκτίμηση είναι:

1.2.1 Κλίμα

Το ύψος της βροχόπτωσης είναι σημαντικός παράγοντας για την έκπλυση των εδαφών από τα άλατα που συσσωρεύτηκαν κατά την αρδευτική περίοδο. Σε υγρές περιοχές όπου η άρδευση γίνεται συμπληρωματικά είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί νερό κακής ποιότητας χωρίς κανένα κίνδυνο για το έδαφος και τις καλλιέργειες. Αντίθετα σε περιοχές όπου επικρατούν άνεμοι και υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με χαμηλή ετήσια βροχόπτωση, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την εκτίμηση της ποιότητας του αρδευτικού νερού.

Το κλίμα του νομού Αργολίδας είναι ξηροθερμικό μεσογειακό. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι η άνιση κατανομή των βροχοπτώσεων με μεγάλο σχετικά ύψος βροχής τους χειμερινούς μήνες και ελάχιστο έως ανύπαρκτο τους καλοκαιρινούς μήνες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό να αρχίζουν πολύ νωρίς την Άνοιξη και να δημιουργούν οξύ πρόβλημα το καλοκαίρι όπου συνεχίζεται έως αργά το φθινόπωρο. Οι θερμοκρασίες που παρατηρούνται στην περιοχή ευνοούν την ανάπτυξη των αρδευόμενων καλλιεργειών και αυξάνουν συνεχώς τις απαραίτητες ποσότητες αρδευτικού νερού.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα και στις αρχές της Άνοιξης παρουσιάζονται συχνά παγετοί, προκαλώντας ζημιές στα εσπεριδοειδή και τις άλλες καλλιέργειες. Έτσι πολλές φορές καθίσταται αναγκαία η χρησιμοποίηση αρδευτικού νερού για την αντιπαγετική προστασία των καλλιεργειών και ιδιαίτερα των εσπεριδοειδών. Η χαλαζόπτωση είναι ένα συνηθισμένο φαινόμενο κατά τις αρχές του καλοκαιριού και προκαλεί σοβαρές ζημιές στα κηπευτικά και τις βερυκοκιές. Οι άνεμοι γενικά δεν έχουν μεγάλη ένταση. Το καλοκαίρι όμως τα μελτέμια αυξάνουν τις ανάγκες των καλλιεργειών σε νερό λόγω μεγάλης εξατμισοδιαπνοής που παρατηρείται.

1.2.2 Έδαφος

Οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους παίζουν σημαίνοντα ρόλο στην αξιολόγηση της ποιότητας του αρδευτικού νερού, αλλά πάντοτε θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας τόσο τη στράγγιση όσο και τη μέθοδο άρδευσης. Σε γενικές γραμμές εδάφη χαρακτηριζόμενα σαν βαριά έχουν μεγάλο μικροπορώδες, μικρό μακροπορώδες και μικρή τιμή διηθητικότητας πράγμα που αποτελεί πρόβλημα στη χρήση όχι μόνο του ποιοτικά υποβαθμισμένου αρδευτικού νερού, αλλά και του άριστα ποιοτικά νερού. Το αντίθετο βέβαια συμβαίνει με τα ελαφρά εδάφη.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των εδαφών του Αργολικού κάμπου είναι αλουβιακά. Η διηθητικότητά τους είναι ικανοποιητική και στη μεγαλύτερη έκταση μπορεί να εφαρμοστεί οποιοδήποτε σύστημα άρδευσης. Μόνο τα εδάφη τα οποία βρίσκονται στις περιοχές μεταξύ Νέας Κίου και Μύλων αντιμετωπίζουν οξύ πρόβλημα γιατί το υπάρχον δίκτυο αποστράγγισης είναι υποτυπώδες.

1.2.3 Καλλιέργειες

Οι καλλιέργειες ποικίλουν όσον αφορά το όριο αντοχής τους στα άλατα και ορισμένες μπορούν να αντέξουν πολύ περισσότερο την αλατότητα απ'ότι άλλες, χωρίς να έχουμε υπερβολική μείωση της παραγωγής. Η αντοχή των καλλιεργειών αλλάζει με τη διαχείριση του νερού, με το στάδιο ανάπτυξης, με το ριζόστρωμα, με τις ποικιλίες και με το κλίμα.

1.2.4 Μέθοδος άρδευσης

Η μέθοδος άρδευσης με κατάκλυση είναι η πλέον κατάλληλη για νερά υψηλής αλατότητας. Με αυλάκια, έχουμε υψηλή συγκέντρωση αλάτων στα πρανή μεταξύ των αυλακίων. Με καταίονιση, η συμπύκνωση των αλάτων στο φύλλωμα ίσως είναι αρκετά επιζήμια για ορισμένες καλλιέργειες, προσφέρει όμως ένα αποδοτικό τρόπο μείωσης της συγκέντρωσης των αλάτων στο επιφανειακό έδαφος. Η μέθοδος άρδευσης με σταγόνες εφαρμόστηκε με επιτυχία χρησιμοποιώντας νερά με υψηλότερα επίπεδα αλατότητας απ'ότι στις άλλες μεθόδους. Στην περίπτωση αυτή είναι πολύ σημαντικό να έχουμε ποσοτικά επαρκείς εποχιακές βροχοπτώσεις, που θα διηθήσουν τα αλάτια κάτω από τη ζώνη του ριζοστρώματος.

1.2.5 Στράγγιση

Λίγοι μελετητές δίνουν έμφαση στις συνθήκες πλήρους στράγγισης, αν και έχει την πιο μεγάλη σπουδαιότητα. Μπορούν να αναφερθούν πολλά παραδείγματα χρήσης νερών υψηλής αλατότητας, εκεί που οι συνθήκες στράγγισης δεν είναι καθοριστικός παράγοντας π.χ. όπου η υπόγεια στάθμη του νερού βρίσκεται σ'ένα ικανοποιητικό βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους είτε με φυσική στράγγιση είτε με άντληση. Αντίθετα εκεί που η στράγγιση δεν είναι πλήρης, δηλαδή εκεί που ο υπόγειος ορίζοντας είναι εντός του 1m από την επιφάνεια του εδάφους, το νερό που εφαρμόζουμε με τις αρδεύσεις δεν μπορεί να φύγει και να παρασύρει τα άλατα του εδάφους και έτσι δημιουργούνται αλατούχα και αλκαλικά εδάφη.

1.2.6 Διαχείριση εφαρμογής του αρδευτικού νερού

Ο τελευταίος αυτός παράγοντας είναι πολύ σημαντικός και η σωστή διαχείριση του αρδευτικού νερού μπορεί να εξουδετερώσει πολλά μειονεκτήματα ενός νερού κακής ποιότητας. Οι διάφορες εκτιμήσεις δείχνουν τη δυνατότητα ενός νερού για άρδευση, αλλά η πραγματική καταλληλότητα του συγκεκριμένου νερού εξαρτάται από την ικανότητα του αρδευτή για σωστή διαχείρισή του. Εφαρμόζοντας π.χ. περίσσεια νερού σε σχετικά μικρά διαστήματα είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί νερό αρκετά αλατούχο χωρίς συσσώρευση υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων στο εδαφικό προφίλ, αρκεί να εξασφαλιστεί καλή στράγγιση. Εδάφη με μικρή διαπερατότητα μέχρι το βάθος των ριζών δύσκολα μπορούν να αρδευτούν με αλατούχο νερό.

1.3 Επίδραση της ποιότητας του αρδευτικού νερού στο φυτό και στο έδαφος

Το αρδευτικό νερό περιέχει διαλυμένα άλατα. Η συγκέντρωση των αλάτων αυτών και η σύστασή τους ποικίλει ανάλογα με την πηγή νερού και την εποχή του έτους. Νερό υψηλής αλατότητας μπορεί να προκύψει είτε με τη διόδό του μέσα από γεωλογικούς σχηματισμούς πλούσιους σε διαλυτά άλατα, είτε με τη μετακίνησή του μέσα από ένα υπερβολικά αλατούχο υπόγειο ορίζοντα. Το καλοκαίρι οι συγκεντρώσεις των αλάτων είναι συνήθως μεγαλύτερες από εκείνες του χειμώνα.

Με την άρδευση των καλλιεργειών το έδαφος εμπλουτίζεται σε άλατα, πολλά ή λίγα, ανάλογα με την ποιότητα του νερού. Η εξάτμιση της υγρασίας από την επιφάνεια του εδάφους δεν αφαιρεί τα άλατα αντίθετα τα μετακινεί προς τις ανώτερες εδαφικές στρώσεις. Επίσης με το φαινόμενο της διαπνοής, μικρό ποσοστό αλάτων απορροφάται από τις ρίζες των φυτών. Συνεπώς η χρήση αλατούχων νερών έχει σαν αποτέλεσμα τη συγκέντρωση των διαλυτών αλάτων στο έδαφος, εκτός και αν εμποδίζεται από την έκπλυση και στράγγιση του εδάφους.

Η εδαφική αλατότητα επηρεάζει την ανάπτυξη των καλλιεργειών κατά δύο τρόπους :

Πρώτα αυξάνει την ωσμωτική πίεση του εδαφικού διαλύματος, με αποτέλεσμα το φυτό να αδυνατεί να προσλάβει την απαραίτητη ποσότητα νερού, παρά την ύπαρξη επαρκούς εδαφικής υγρασίας. Η μείωση τόσο της ανάπτυξης όσο και της απόδοσης των καλλιεργειών είναι περίπου ανάλογη, με τη συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό διάλυμα στη ζώνη του ριζοστρώματος και είναι ανεξάρτητη κατά μεγάλο μέρος από το είδος των αλάτων.

Δεύτερον, μερικά άλατα ή ιόντα που είναι επωφελή σε μικρές συγκεντρώσεις, μπορεί να συγκεντρωθούν στο εδαφικό διάλυμα σε τέτοιες ποσότητες ώστε να προκαλέσουν τοξικές επιδράσεις στα φυτά.

1.3.1 Η ανάπτυξη των φυτών σε σχέση με τη συγκέντρωση διαλυτών αλάτων στο έδαφος

Τα φυτά που έχουν προσαρμοστεί στις χερσαίες συνθήκες ζωής εξαρτώνται από τις υδατικές διαλύσεις που υπάρχουν στο έδαφος για την πρόσληψη του νερού και των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων που χρειάζονται για να ζήσουν και να αναπτυχθούν κανονικά. Ωστόσο, οι εδαφικές αυτές διαλύσεις πρέπει να ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες φυσιολογικές ανάγκες των φυτών, όχι μόνο σε ότι αφορά την ποιοτική αλλά και την ποσοτική τους σύσταση. Γιατί όταν η πυκνότητα αυτών υπερβαίνει ορισμένα όρια, τα φυτά υποφέρουν και μπορεί να καταστραφούν, ανεξάρτητα από τη φύση των αλάτων που περιέχουν.

Μεταξύ των διαφόρων φυτικών ειδών υπάρχουν μεγάλες διαφορές ως προς την ποσότητα των διαλυτών αλάτων που μπορούν να αντέχουν στην περιοχή των ριζών τους χωρίς να παθαίνουν σημαντική βλάβη. Γενικά τα καλλιεργούμενα φυτά ζημιώνονται εύκολα από την περίσσεια διαλυτών αλάτων και γι' αυτό η αλατότητα συνιστά μια βασική παράμετρο της γονιμότητας του εδάφους. Έτσι από γεωργικής πλευράς, το έδαφος, και γενικότερα το θρεπτικό υπόστρωμα καλλιέργειας, χαρακτηρίζεται ως αλατούχο όταν η συγκέντρωση των αλάτων που περιέχει φτάνει σε επίπεδα που παρεμποδίζουν την κανονική ανάπτυξη και απόδοση των καλλιεργειών. Τα επίπεδα αυτά εξαρτώνται από το είδος ή την ποικιλία του φυτού, καθώς επίσης από εδαφοκλιματικούς και καλλιεργητικούς παράγοντες. Η ποσότητα των διαλυτών αλάτων που περιέχει ένα κανονικό γόνιμο έδαφος κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 0,1-0,15% του ξηρού βάρους του. Όμως, για λόγους πρακτικούς έχει επικρατήσει να ελέγχεται η περιεκτικότητα του εδάφους σε ολικά διαλυτά άλατα με μετρήσεις της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εκχυλίσματος κορεσμού. Έτσι, συγκεντρώσεις αλάτων στο έδαφος που αντιστοιχούν σε τιμές ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας μικρότερες από 2 mmhos/cm σε 25 C, δεν δημιουργούν υπολογίσιμο κίνδυνο, ακόμα και για ευαίσθητες καλλιέργειες. Σημαντική μείωση των αποδόσεων των περισσότερων καλλιεργειών παρατηρείται όταν οι τιμές αυτές υπερβαίνουν τα 4 mmhos/cm.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2: Αντοχή καλλιεργειών στα άλαταΠοσοστά μείωσης παραγωγής λόγω αλατότητας νερού ή εδάφους

α. Φυτά μεγάλης καλλιέργειας										
	0%		10%		25%		50%		100%	
	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w
Κριθάρι	8	5,3	10	6,7	13	8,7	18	12	28	19
Βαμβάκι	7,7	5,1	9,6	6,4	13	8,4	17	12	27	18
Τεύτλα	7	4,7	8,7	5,8	11	7,5	15	10	24	16
Σιτάρι	6	4	7,4	4,9	9,5	6,4	13	8,7	20	13
Σόγια	5	3,3	5,5	3,7	6,2	4,2	7,5	5	10	6,7
Σόργο	4	2,7	5,1	3,4	7,2	4,8	11	7,2	18	8,7
Ρύζι	3	2	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8	11,5	7,6
Καλαμπόκι-Λινάρι	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,7
Φακή	1,5	1,1	2,6	1,8	4,2	2	6,8	4,5	12	8
Φασολιά	1	0,7	1,5	1	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2
Φυσικιά	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3	6,6	4,4

β. Οπωρώνες										
	0%		10%		25%		50%		100%	
	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w
Χουρμαδιά	4	2,7	6,8	4,5	11	7,3	18	12	32	21,1
Συκιά-Ελιά-Ροδιά	2,7	1,8	3,8	2,6	5,5	3,7	8,4	5,6	14	5,3
Γκρέιπ φρουτ	1,8	1,2	2,4	1,6	3,4	2,2	4,9	3,3	8	5,3
Πορτοκαλιά	1,7	1,1	2,3	1,6	3,2	2,2	4,8	3,2	8	5,3
Λεμονιά	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	8	5,3
Μηλιά-Αχλαδιά	1,7	1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	8	5,2
Καρυδιά	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2	8	5,3
Ροδακινιά	1,7	1,1	2,2	1,4	2,9	1,9	4,1	2,7	6,5	4
Βερυκοκιά	1,6	1,1	2	1,3	2,6	1,8	3,7	2,5	6	3,8
Αμπέλι	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5	12	8
Αμυγδαλιά	1,5	1	2	1,4	2,8	1,9	4,1	2,7	7	4,5
Δαμασκηλιά	1,5	1	2,1	1,4	2,9	1,9	4,3	2,8	7	4,7
Φράουλα	1	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	4	2,7
Βατόμουρο	1,5	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	4	2,7

γ. Λαχανικά										
	0%		10%		25%		50%		100%	
	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w
Παντζάρια	4	2,7	5,1	3,4	6,8	4,5	9,6	6,4	15	10
Μπρόκολα	2,8	1,9	3,9	2,6	5,5	3,7	8,2	5,5	13,5	9,1
Τομάτα	2,5	1,7	3,5	2,3	5	3,4	7,6	5	12,5	8,4
Αγγουριά	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2	10	6,8
Πεπονιά	2,2	1,5	3,6	2,4	5,7	3,8	9,1	6,1	16	9,8
Σπανάκι	2	1,3	3,3	2,2	5,3	3,5	8,6	5,7	15	10
Λάχανο	1,8	1,2	2,8	1,9	4,4	2,9	7	4,6	12	8,1
Πατάτα	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,7
Γλυκοπατάτα	1,5	1	2,4	1,6	3,8	2,5	6	4	10,5	7,1
Πιπεριά	1,5	1	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	8,5	5,8
Μαρούλι	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,2	3,4	9	6
Ραπάνι	1,2	0,8	2	1,3	3,1	2,1	5	3,4	9	5,9
Κρεμμύδι	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9	7,5	5
Καρότο	1	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,1	8	5,4
Σέλινο	1,8	1,2	3,4	2,3	5,8	3,9	9,9	6,6	18	12
Κολοκύθι	3,2	2,1	3,8	2,6	4,8	3,2	6,3	4,2	9,4	6,3
Γογγύλι	0,9	0,6	2	1,3	3,7	2,5	6,5	4,3	12	8

δ. Κτηνοτροφικά φυτά										
	0%		10%		25%		50%		100%	
	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w
Αγριάδα	7,5	5	9,9	6,6	13	9	19	13	31,5	21
Κριθάρι	6	4	7,4	4,9	9,5	6,3	13	8,7	20	13
Γκαζόν	5	3,3	6	4	7,5	5	10	6,7	15	13
Δακτυλίσ	1,5	1	3,1	2,1	5,5	3,7	9,6	6,4	17,5	12
Τριφύλλι	1,5	1	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	10	6,5
Φάλαρις	4,6	3,1	5,9	3,9	7,9	5,3	11	7,4	18	12
Κουκιά	3	2	3,9	2,6	5,3	3,5	7,6	5	12	8
Αλωπέκουρος	1,5	1	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5	12	12

EC_e είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εκχυλίσματος κορεσμού του εδάφους και εκφράζεται σε mmhos/cm στους 25°C.

EC_w είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του αρδευτικού νερού σε mmhos/cm στους 25°C.

1.3.2 Η επίδραση της περίσσειας διαλυτών αλάτων πάνω στα φυτά

Η συσσώρευση διαλυτών αλάτων στην περιοχή των ριζών υποβάλλει τα φυτά σε ωσμωτικό και ιοντικό στρες, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της βλάστησης και καρποφορίας, και σε πιο σοβαρές καταστάσεις, την αποξήρανση τους.

Το ωσμωτικό στρες προέρχεται από τον περιορισμό της διαθέσιμης υγρασίας εξαιτίας της υψηλής πυκνότητας του εδαφικού διαλύματος, δεδομένου ότι η ικανότητα του φυτού για αντίστοιχη ρύθμιση της πυκνότητας του κυτταρικού του χυμού δεν είναι απεριόριστη. Έτσι, όταν η εξωτερική συγκέντρωση γίνει πολύ υψηλή ή επικρατούν συνθήκες ταχείας απώλειας υγρασίας, το φυτό δεν κατορθώνει να διατηρήσει το ισοζύγιο ύδατος, χάνει περισσότερο νερό απ'όσο προσλαμβάνει και περιέρχεται σε κατάσταση δίψας, ακόμα και σε επίπεδα εδαφικής υγρασίας που θα ήταν επαρκή, αν δεν υπήρχαν τα άλατα.

Το ιοντικό στρες οφείλεται σε αλλοιώσεις του μεταβολισμού από τη δράση των ιόντων των αλάτων μέσα στα κύτταρα, και έχει ως αποτέλεσμα την εκδήλωση τροφопενιών και τοξικοτήτων. Οι επιδράσεις του ωσμωτικού και ιοντικού στρες ασκούνται ταυτοχρόνως και είναι αδύνατο στην πράξη να ξεχωρίσει το αποτέλεσμα του καθενός πάνω στα φυτά. Γενικά όμως, μπορούμε να πούμε ότι η έκθεση σε περίσσεια αλάτων για μικρό χρονικό διάστημα προκαλεί βλάβες από “φυσιολογική δίψα”, ενώ για μεγαλύτερο διάστημα, προκαλεί επιπλέον και διαταραχές θρεπτικής και τοξικής φύσεως.

Στον Πίνακα 1.3 αναφέρονται μερικές βλάβες που προκαλεί η περίσσεια αλάτων σε βασικές λειτουργίες του φυτού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3: Βλάβες από την περίσσεια αλάτων σε βασικές λειτουργίες του φυτού

<i>ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ</i>	<i>ΒΛΑΒΗ</i>	<i>ΑΙΤΙΑ</i>
Φωτοσύνθεση	Μείωση	Ελάτωση φυλλικής επιφάνειας Περιορισμένη δέσμευση CO ₂ Αύξηση αναπνοής Καταστροφή χλωροφυλλόκοκκων
Αναπνοή	Αύξηση	Μεγαλύτερες συνθήκες μεταβολικής ενέργειας αποκλεισμός Na ⁺ συσσώρευση ιόντων, αποκατάσταση κυτταρικών βλαβών
Σύνθεση πρωτεϊνών	Μείωση	Ελλειψη νερού. Τοξική δράση Cl Ανισοροπία Na-Ca Τροφοπενία K
Απορρόφηση ιόντων	Τροφοπενίες (Ca, K, Fe, Mn, Zn) Τοξικότητες	Ανταγωνισμός Na Χαμηλή ριζική πίεση Κατακρήμνιση Ca Αλκαλική αντίδραση (pH) Συσσώρευση Cl, Na, B
Ανάπτυξη	Πρόωρη γήρανση	Ορμονικές διαταραχές Αλλοίωση πλασματικών μεμβρανών μειωμένη πρωτεϊνοσύνθεση Αποδόμηση χλωροφύλλης

1.3.2.1 Συμπτώματα

Οι βλάβες του φυτού στο κυτταρικό και υποκυτταρικό επίπεδο από τα άλατα εκδηλώνονται τελικά με τη μορφή ορατών συμπτωμάτων. Τα συμπτώματα αυτά δεν είναι πολύ χαρακτηριστικά και συνίστανται σε υποχώριση του πράσινου και νέκρωση των φύλλων, αποφύλλωση και νέκρωση κλαδίσκων και σε σοβαρές καταστάσεις, νέκρωση ολόκληρου του φυτού. Στις περιπτώσεις που παρατηρείται ανεπαρκής εφοδιασμός σε Ca των νεαρών καρπών και φύλλων, εμφανίζονται

νεκρώσεις και στα όργανα αυτά (ξηρή κορυφή της τομάτας, της πιπεριάς, της μελιντζάνας και του καρπουζιού, κάψιμο των φύλλων του μαρουλιού και του λάχανου, νέκρωση της κορυφής των φύλλων της φράουλας κλπ.) Η απόδοση των καλλιεργειών μειώνεται ή εκμηδενίζεται.

Τα εσπεριδοειδή, που αποτελούν την κύρια καλλιέργεια στην περιοχή, είναι ευπαθή στα άλατα και η συμπτωματολογική εικόνα που παρουσιάζουν μεταβάλλεται με την εποχή και την ιδιαίτερη ευαισθησία των διαφόρων ειδών. Μια πολύ συνιθισμένη αντίδραση των δέντρων είναι η έντονη αποφύλλωση που παρουσιάζουν κατά το τέλος του Χειμώνα και τις αρχές της Άνοιξης. Έτσι, λίγο πριν την έναρξη της νέας βλάστησης, οι κλαδίσκοι είναι τελείως απογυμνωμένοι ή φέρουν μικρό αριθμό παλιών κίτρινων και νεκρωτικών φύλλων. Αργότερα, σχηματίζονται νέοι βλαστοί μικρού μήκους και τα δέντρα αποκτούν φύλλωμα που διατηρείται πράσινο μέχρι το φθινόπωρο. Με την έναρξη του ψυχρού καιρού τα φύλλα αρχίζουν να παίρνουν χροιά μπρούτζου και να παρουσιάζουν νεκρώσεις. Ως το τέλος του Χειμώνα ή τις αρχές της Άνοιξης τα συμπτώματα των φύλλων γενικεύονται σε όλη την κόμη, η οποία παρουσιάζει επίσης αποφύλλωση και νέκρωση κλαδίσκων. Ακολούθως εκπτύσσεται νέα βλάστηση, και ο κύκλος των συμπτωμάτων επαναλαμβάνεται.

Η κατάσταση αυτή οδηγεί με τα χρόνια, σε εξασθένηση των δέντρων και σε σχηματισμό αραιής και με πληθώρα κλαδίσκων κόμης. Μάλιστα, αν ο οπωρώνας δεν ποτίζεται κανονικά ή υποστεί την επίδραση αντίξοων καιρικών συνθηκών (ψύχος, άνεμοι), είναι δυνατόν να ξεραθούν ολόκληρα δέντρα.

Ο μεταχρωματισμός του φυλλώματος αρχίζει συνήθως στη ΝΑ πλευρά της κόμης, που μπορεί να εκληφθεί ως σύμπτωμα τροφοπενίας αζώτου ή μαγνησίου. Εντούτοις η παρουσία συμπτωμάτων τροφοπενιών σιδήρου, μαγγανίου και ψευδαργύρου είναι συχνή. Η ένταση των συμπτωμάτων κυμαίνεται πάνω στο ίδιο το δέντρο και από δέντρο σε δέντρο μέσα στον οπωρώνα. Η κιτριά και η λεμονιά παρουσιάζουν την πιο σοβαρή βλάβη και ακολουθούν κατά σειρά, η μανταρινιά, η νεραντζιά και η πορτοκαλιά.

1.3.2.2 Αντιμετώπιση

Δεδομένου ότι η αλατότητα που παρατηρείται στην περιοχή Αργολίδας έχει ως γενεσιουργό αίτιο την εναλάτωση των υδροφόρων στρωμάτων του υπεδάφους, κάθε επέμβαση που συντελεί στον εμπλουτισμό τους με νερό καλύτερης ποιότητας συμβάλλει στην πιο ορθολογική αντιμετώπιση του προβλήματος.

Συνεπώς, παραμένει πάντοτε αναγκαία η λήψη συμπληρωματικών μέτρων που θα μειώνουν το ρυθμό συσσώρευσης αλάτων στο ριζόστρωμα και θα

υποβοηθούν τις καλλιέργειες να ανταπεξέρχονται το φυσιολογικό στρες των αλάτων, με όσο το δυνατόν μικρότερες βλάβες. Τέτοια μέτρα είναι τα ακόλουθα :

1. Εξασφάλιση αποτελεσματικής στράγγισης εδάφους.
2. Άρδευση καλλιεργειών με επαρκείς ποσότητες νερού, στις οποίες θα περιλαμβάνεται και η αναγκαία ποσότητα για έκπλυση των αλάτων προς τα βαθύτερα εδαφικά στρώματα.
3. Αποφυγή διαβροχής του φυλλώματος των δέντρων με αλατούχο νερό, ιδίως κατά τις θερμές ώρες της ημέρας, όταν η άρδευση γίνεται με τεχνητή βροχή.
4. Χρησιμοποίηση λιπασμάτων με μικρή περιεκτικότητα σε Na και Cl.
5. Διατήρηση των φυτών σε καλή κατάσταση από πλευράς Ca και K, και γενικά αντιμετώπιση των τροφοπενιών.
6. Περιορισμός της επιφανειακής εξάτμισης του εδάφους.
7. Εξασφάλιση καλού αερισμού των ριζών. Η αλατότητα αυξάνει το διαμερισμό του αργιλοχουμικού συμπλόκου και μειώνει το πορώδες του εδάφους. Η προσθήκη γύψου αποκαθιστά τη δομή και βελτιώνει τη σχέση Ca:Na.
8. Έκπλυση του εδάφους κατά διαστήματα για την διατήρηση των αλάτων κάτω από το όριο αντοχής των καλλιεργειών. Το μέτρο αυτό αφορά κυρίως θερμοκηπιακές καλλιέργειες και μπορεί να εφαρμοστεί όπου υπάρχει αποτελεσματική στράγγιση.
9. Οι καλλιέργειες είναι πολύ πιο ευπαθείς στα άλατα κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης και γι αυτό η τοποθέτηση των σπόρων στα αναχώματα σποράς πρέπει να γίνεται στις θέσεις εκείνες που παρατηρείται η μικρότερη απόθεση αλάτων από την επιφανειακή εξάτμιση. Έτσι, τα φυτάρια θα αντιμετωπίζουν λιγότερα άλατα.
10. Χρησιμοποίηση ανθεκτικών καλλιεργειών, όπου τούτο είναι δυνατό, και πάντοτε σε συνδυασμό με τα μέτρα που αναφέρθηκαν.

2. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ - ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

2.1 Χαρακτηριστικά των υδρολογικών λεκανών

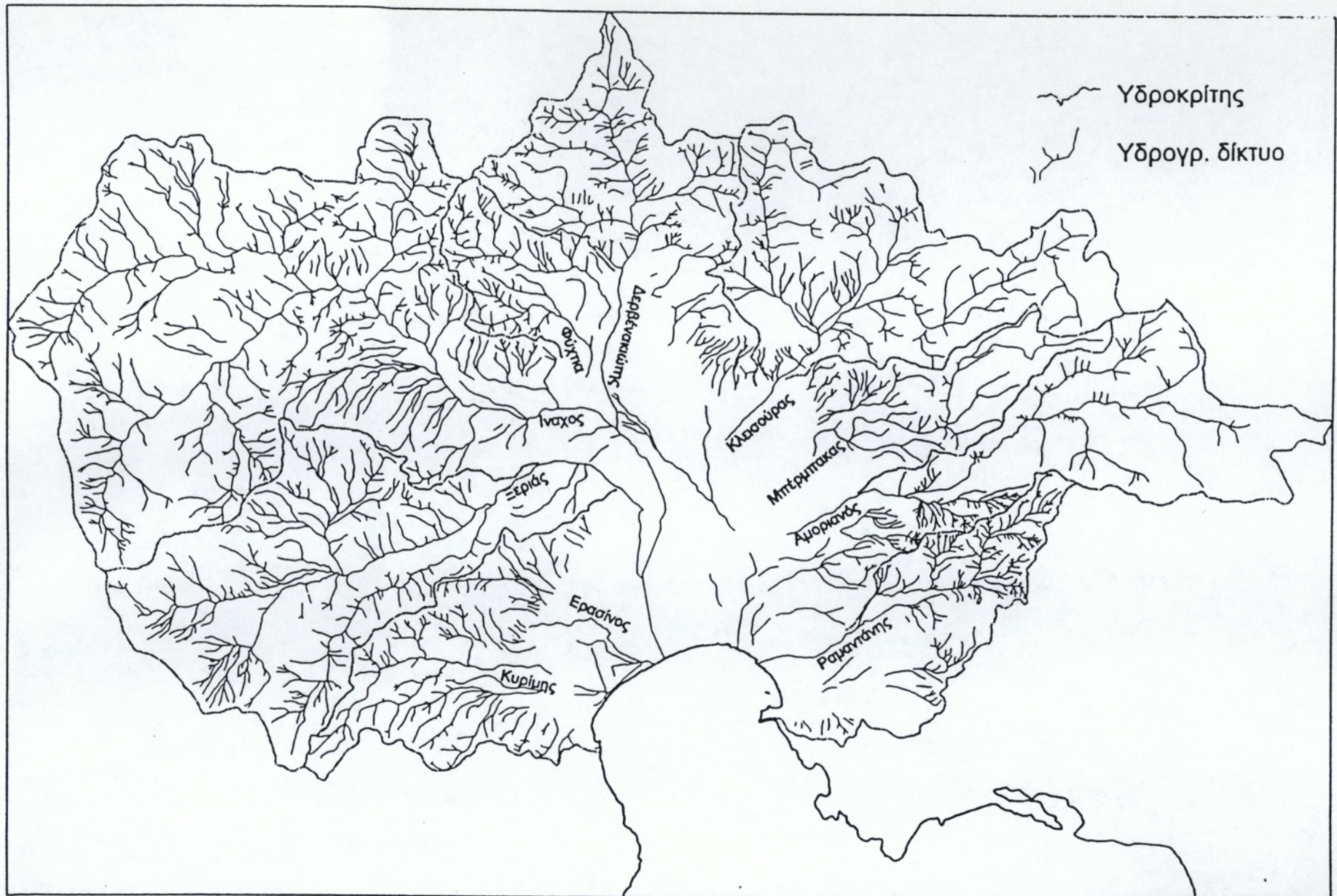
Η ευρύτερη υδρολογική λεκάνη του Αργολικού πεδίου καταλαμβάνει σημαντική έκταση και αναπτύσσεται από τα Αρκαδικά οροπέδια δυτικά (όρη Κτενιάς, Αρτεμίσιο, Κυλλήνη), τα όρη των Δερβενακίων βόρεια μέχρι και την κύρια μάζα του Αραχναίου όρους ανατολικά. Η ευρύτερη υδρολογική λεκάνη αποστραγγίζεται από ένα σύνολο χειμάρρων που αναπτύσσονται σε επιμέρους υδρολογικές λεκάνες οι οποίες είναι και ομώνυμες με τους χειμάρρους που τις διασχίζουν. Οι λεκάνες αυτές παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.1.

Στο Σχήμα 2.2 φαίνεται το πλήρες υδρογραφικό δίκτυο που αναπτύσσεται στην περιοχή. Το υδρογραφικό αυτό δίκτυο περιλαμβάνει ρεύματα (χείμαρρους) τα οποία είναι στο σύνολό τους παροδικής ροής. Από αυτούς οι χείμαρροι Ξεριάς, Ίναχος και Δερβενακιώτης ενώνονται στην πεδιάδα και εκβάλλουν κάποιες πλημμυρικές κυρίως παροχές τους στη θάλασσα. Στη θάλασσα επίσης εκβάλλει και ο Ερασίνοσ ο οποίος πηγάζει από την πηγή Κεφαλαρίου. Το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του Καλοκαιριού η παροχή της πηγής Κεφαλαρίου συνήθως μηδενίζεται αλλά ο Ερασίνοσ συνεχίζει να διατηρεί κάποια βασική ροή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι αυτός αποστραγγίζει μερικώς και νερά του βάλτου της Νέας Κίου. Πολλοί άλλοι χείμαρροι δεν παρουσιάζουν διαμορφωμένη κοίτη μέχρι τη θάλασσα χάρη στις ανθρωπογενείς επεμβάσεις. Διαμορφωμένη κοίτη παρουσιάζει μόνο ο Ραμαντάνης αλλά και αυτός διηθεί τα νερά του στα ανατολικά και σπάνια οι πλημμυρικές παροχές του φτάνουν στη θάλασσα. Οι σημαντικότεροι χείμαρροι από άποψη παροχής και μεγέθους λεκάνης απορροής είναι οι Ξεριάς και Ίναχος.

Οι υδρολογικές λεκάνες που έχουν οριοθετηθεί (Σχ. 2.1) είναι αυτές του Κυρίμη, του Ξεριά, του Ίναχου, του χείμαρρου των Φιχτίων, του Δερβενακιώτη, της Κλεισούρας, του Μπέρμπακα, του Αμοριανού και του Ραμαντάνη και το συνολικό εμβαδόν της υδρολογικής λεκάνης του Αργολικού πεδίου ανέρχεται σε 930,87 km².



Σχήμα 2.1 Υδρολογικές λεκάνες και μετεωρολογικοί σταθμοί στο Αργολικό Πεδίο



Σχήμα 2.2 Υδρογραφικό δίκτυο των λεκανών του Αργολικού Πεδίου

2.2 Υδατικό ισοζύγιο λεκανών

2.2.1 Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (P)

Οι διάφοροι υπολογισμοί που αφορούν το υδρολογικό ισοζύγιο έγιναν για την περίοδο 1963-1985 ώστε να συμπεριληφθούν όσο το δυνατό περισσότεροι μετεωρολογικοί σταθμοί. Στο διάστημα αυτό υπολογίστηκαν οι μέσες ετήσιες βροχοπτώσεις για κάθε υδρολογική λεκάνη και συνοψίζονται στον Πίνακα 2.1.

2.2.2 Πραγματική εξατμισοδιαπνοή (AE)

Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις της εξατμισοδιαπνοής για τις υδρολογικές λεκάνες του νομού (Πουλοβασίλης, Κερκίδης και Λιάκατας 1982)

2.2.3 Επιφανειακή απορροή (RO)

Η εκτίμηση της επιφανειακής απορροής προϋποθέτει λεπτομερείς μετρήσεις της παροχής των ποταμών ή χειμάρρων και στη συνέχεια κατάλληλη επεξεργασία τους. Τέτοιες μετρήσεις όμως δεν υπάρχουν για την περιοχή. Υπάρχουν όμως μεμονωμένες μετρήσεις για το 1996 (σχετικά βροχερό έτος) στους χειμάρρους. Οι μετρήσεις αυτές έγιναν σε περιοχές όπου οι χειμάρροι εισβάλλουν στην πεδιάδα και συνεπώς αντιπροσωπεύουν την απορροή των ρευμάτων που εισέρχεται στις παρυφές της πεδιάδας και όχι αυτή που καταλήγει στη θάλασσα. Έτσι για διάστημα 80 περίπου ημερών στο οποίο οι παρακάτω χειμάρροι παρουσιάζουν επιφανειακή απορροή, οι συνολικές αντίστοιχες απορροές εκτιμάται ότι δεν αποκλίνουν αρκετά από αυτές που δίνονται στον Πίνακα 2.1.

2.2.4 Κατείσδυση (RCH)

Ένα άλλο μέγεθος που ενδιαφέρει στον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου σε λεκάνες απορροής είναι η κατείσδυση, δηλαδή το νερό της βροχής που διηθείται μέσα στα πετρώματα και τροφοδοτεί τους υδροφόρους ορίζοντες. Το μέγεθος αυτό είναι αρκετά δύσκολο να υπολογιστεί για μεγάλες λεκάνες απορροής γιατί στον υπολογισμό του υπεισέρχονται αρκετοί παράγοντες όπως το κλίμα, η βλάστηση, η μορφολογία, η λιθολογία κλπ. και επιπλέον χρειάζονται μακροχρόνια και λεπτομερή δεδομένα. Έτσι μόνο εκτιμήσεις ή προσεγγίσεις μπορούν να γίνουν. Η

κατείδυση σε ετήσια βάση συνήθως υπολογίζεται από την εξίσωση του υδατικού ισοζυγίου.

$$RCH=P-AE-RO$$

όπου,

RCH, η κατείδυση

P, η μέση ετήσια βροχόπτωση

AE, η πραγματική εξατμισοδιαπνοή

RO, η επιφανειακή απορροή

Σύμφωνα λοιπόν με αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, προκύπτουν οι ακόλουθες εκτιμήσεις σε ότι αφορά τις συνιστώσες του υδατικού ισοζυγίου (Πίνακας 2.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Εκτιμήσεις του υδατικού ισοζυγίου

Λεκάνη	Μέση ετήσια βροχόπτωση P(mm) 1969-1985	Πραγματική εξατμισοδιαπνοή AE(mm)	Επιφανειακή απορροή RO (mm)	Κατείδυση RCH (mm)
Κυρίμης	619	420	61	139
Ξεριάς	763	500	76	124
Ίναχος	782	580	102	98
Φίχτια	506	350	25	125
Δερβενακιώτης	499	350	9	141
Κλεισούρας	558	400	12	138
Μπέρμπακας	622	470	8	142
Αμοριανός	600	450	4	146
Ραμαντάνης	496	350	38	112
Πεδιάδα	495	350	0	150

Λεκάνη	P (m ³)	AE (m ³)	RO (m ³)	RCH (m ³)
Κυρίμης	29.427.000	19.967.189	2.900.000	6.608.185
Ξεριάς	88.635.747	65.053.759	8.800.000	14.433.485
Ίναχος	175.193.888	129.939.201	22.800.000	22.006.621
Φίχτια	12.221.623	8.453.692	600.000	3.023.011
Δερβενακιώτης	34.342.066	24.087.622	600.000	9.723.266
Κλεισούρας	52.080.529	37.333.712	1.100.000	12.900.142
Μπέρμπακας	22.207.733	16.780.763	300.000	5.055.563
Αμοριανός	47.213.730	35.410.298	300.000	11.503.433
Ραμαντάνης	14.497.047	10.229.771	1.100.000	3.284.188
Πεδιάδα	105.536.699	74.621.909	0	31.980.818

2.3 Πηγαία ύδατα

Στην ευρύτερη περιοχή της πεδινής Αργολίδας εμφανίζεται μια πληθώρα πηγών στη δυτική πλευρά οι σημαντικότερες από τις οποίες είναι, το Κεφαλάρι, η Λέρνη, η Κρόη ή Αμυμώνη και οι πηγές του Κιβερίου. Άλλες μικρότερης σημασίας όπως η Δούκα βρύση, η Φλέβα Ανδρίτσας, η πηγή Κεφαλόβρυσου, οι πηγές Ινάχου Νεοχωρίου, οι πηγές Γκούρα Καπαρελίου και Σκοτεινής υπάρχουν στα ορεινά. Πολλές από αυτές είναι τοπικού ενδιαφέροντος γιατί τα νερά τους χρησιμοποιούνται για υρδευτικούς και αρδευτικούς σκοπούς από τις διάφορες κοινότητες που γειτονεύουν. Οι πηγές όμως που αποτελούν βασικές συνιστώσες του υδατικού δυναμικού του Αργολικού Πεδίου από πλευράς παροχής, ποιότητας και θέσης είναι αυτές του Κεφαλαρίου, της Λέρνης, της Κρόης και του Κιβερίου.

Από τις μετρήσεις που έγιναν στους διάφορους μήνες κατά τη διάρκεια των ετών προέκυψαν οι μέσες μηνιαίες τιμές παροχής, καθώς και οι συνολικές ετήσιες παροχές των πηγών που συνοψίζονται στους παρακάτω πίνακες. Οι μέσες μηνιαίες παροχές απεικονίζονται και σε διαγράμματα ενώ οι συνολικές ετήσιες παροχές για τα έτη που υπάρχουν μετρήσεις σε ραβδογράμματα.

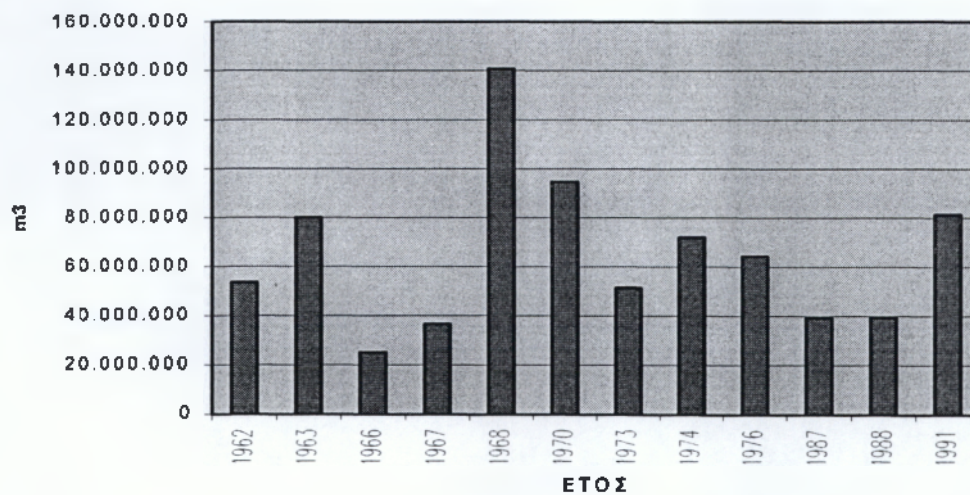
2.3.1 Πηγή Κεφαλαρίου

Οι εαρινές παροχές της πηγής Κεφαλαρίου εξυπηρετούσαν την άρδευση της περιοχής από Μύλους μέχρι Άργος (13.000 στρ.) μέσω ενός συλλογικού αρδευτικού έργου που έχει κατασκευαστεί από το 1960. Από το 1994 μέρος των χειμερινών - εαρινών παροχών χρησιμοποιείται για την εξυγίανση των υπόγειων νερών του Αργολικού πεδίου (τεχνητός εμπλουτισμός) όπως θα αναφερθεί παρακάτω.

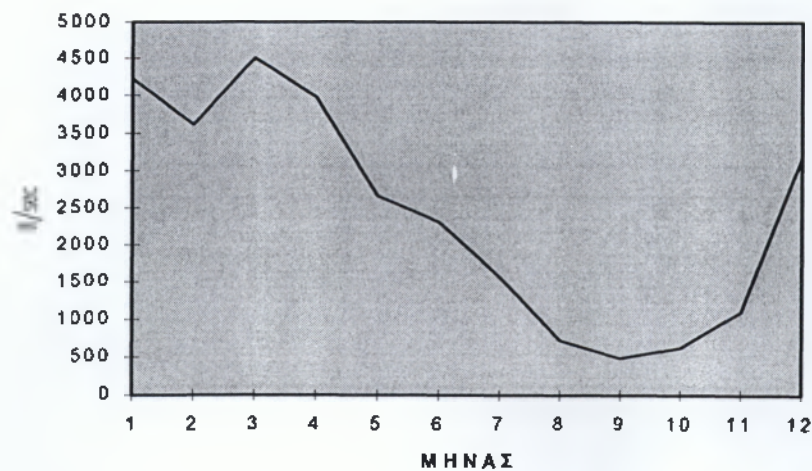
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: Παροχές πηγής Κεφαλαρίου

ΜΗΝΑΣ	Μέση μηνιαία παροχή lt/sec	ΕΤΟΣ	Παροχή (m ³)
Ιανουάριος	4.227	1962	53.720.000
Φεβρουάριος	3.618	1963	80.060.000
Μάρτιος	4.502	1966	25.100.000
Απρίλιος	3.972	1967	36.700.000
Μάιος	2.658	1968	140.820.000
Ιούνιος	2.306	1970	94.800.000
Ιούλιος	1.567	1973	51.650.000
Αύγουστος	726	1974	71.920.000

ΜΗΝΑΣ	Μέση μηνιαία παροχή lt/sec	ΕΤΟΣ	Παροχή (m ³)
Σεπτέμβριος	493	1976	64.390.000
Οκτώβριος	631	1987	39.100.000
Νοέμβριος	1.105	1988	39.650.000
Δεκέμβριος	3.183	1991	81.330.000



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1: Ετήσιες παροχές πηγής Κεφαλαρίου



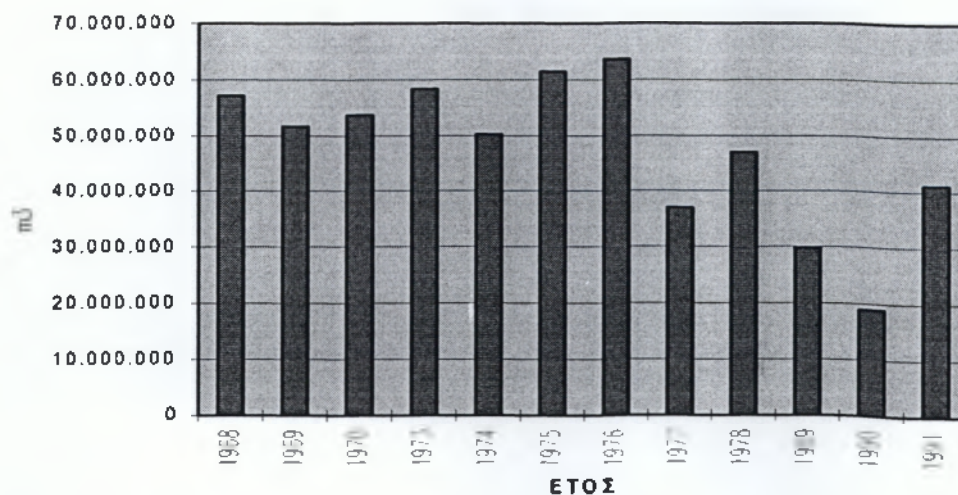
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.2 : Μέσες μηνιαίες παροχές πηγής Κεφαλαρίου

2.3.2 Πηγή Λέρνης

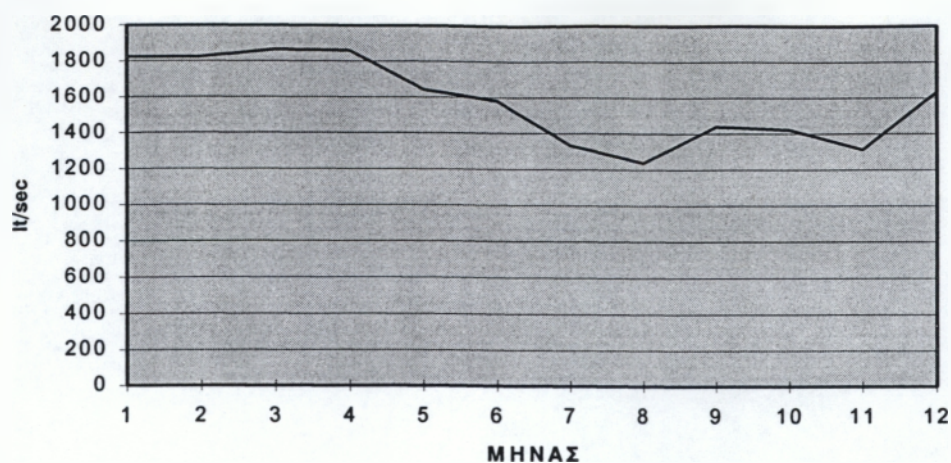
Συμπληρώνει την άρδευση της περιοχής Κεφαλαρίου όταν το Κεφαλάρι στερεύει. Μικρή παροχή (περίπου 300 m³/h) τους καλοκαιρινούς μήνες συμπληρώνει τις υδρευτικές ανάγκες του Δήμου Ναυπλιέων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3: Παροχές πηγής Λέρνης

ΜΗΝΑΣ	Μέση μηνιαία παροχή lt/sec	Έτος	Παροχή (m ³)
Ιανουάριος	1.826	1968	57.240.000
Φεβρουάριος	1.826	1969	51.736.000
Μάρτιος	1.865	1970	53.738.000
Απρίλιος	1.860	1973	58.410.000
Μάιος	1.644	1974	50.298.000
Ιούνιος	1.582	1975	61.532.000
Ιούλιος	1.335	1976	63.694.000
Αύγουστος	1.241	1977	37.069.000
Σεπτέμβριος	1.441	1978	47.059.000
Οκτώβριος	1.424	1989	29.828.000
Νοέμβριος	1.313	1990	18.997.500
Δεκέμβριος	1.634	1991	41.295.000



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.3: Ετήσιες παροχές πηγής Λέρνης



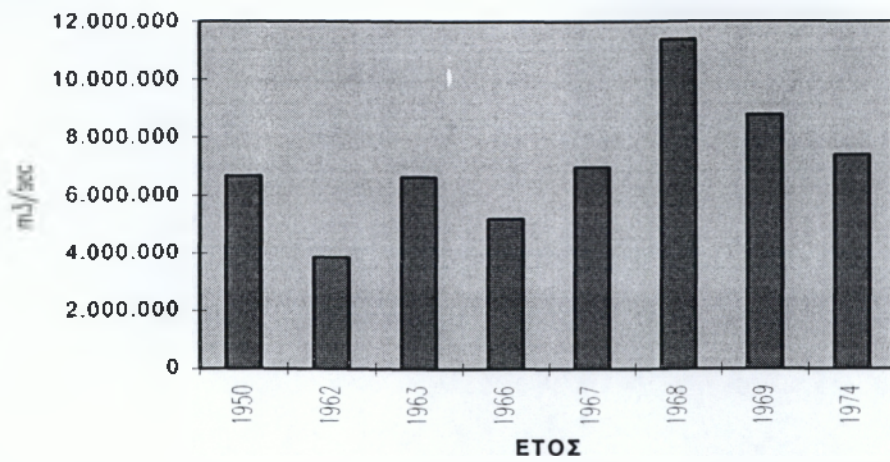
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.4: Μέσες μηνιαίες παροχές πηγής Λέρνης

2.3.3 Πηγή Κρόης (Αμυμώνη)

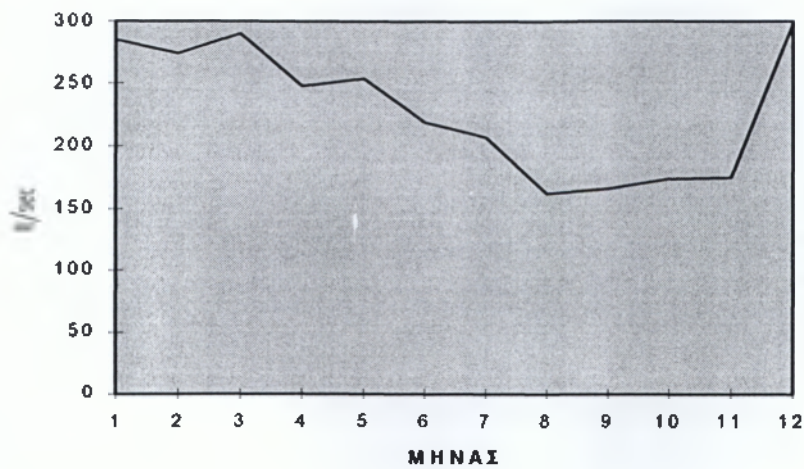
Η πηγή αυτή έχει περιορισμένη παροχή που κατά μέσο όρο κυμαίνεται γύρω στα $0,2 \text{ m}^3/\text{sec}$. Υδροδοτεί τους δύο μεγάλους Δήμους Άργους και Ναυπλίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4: Παροχές πηγής Κρόης

ΜΗΝΑΣ	Μέση μηνιαία παροχή l/sec	Έτος	Παροχή (m^3)
Ιανουάριος	285	1950	6.667.000
Φεβρουάριος	274	1962	3.869.000
Μάρτιος	290	1963	6.641.000
Απρίλιος	248	1966	5.212.000
Μάιος	254	1967	6.970.000
Ιούνιος	219	1968	11.368.000
Ιούλιος	207	1969	8.767.000
Αύγουστος	162	1974	7.379.000
Σεπτέμβριος	166		
Οκτώβριος	174		
Νοέμβριος	175		
Δεκέμβριος	298		



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.5: Ετήσιες παροχές πηγής Κρόης



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.6: Μέσες μηνιαίες παροχές πηγής Κρόης

2.3.4. Οι πηγές του Κιβερίου

Είναι μια ομάδα πηγών που εκβάλλουν σε απόλυτο υψόμετρο μεταξύ 0,25 και -7,5 m και χαρακτηρίζονται στο σύνολό τους ως υποθαλάσσιες πηγές. Μέχρι το 1970 οι πηγές αυτές έρεαν ελεύθερα στη θάλασσα. Από το 1970 και μετά ρέουν μέσα σε ημικυκλικό φράγμα. Η κατασκευή του φράγματος αυτού αποσκοπούσε στην απομόνωση του γλυκού νερού από το θαλασσινό νερό και σε πιθανή βελτίωση της ποιότητας τους με τη διατήρηση μιας σχετικά υψηλής στάθμης μέσα στο χώρο του φράγματος.

Μετρήσεις παροχών στην πηγή αυτή είναι δύσκολο να γίνουν όμως έχει βγει το συμπέρασμα ότι οι πηγές αυτές διατηρούν μια σταθερή παροχή πάνω από $12\text{m}^3/\text{sec}$. Δεδομένα ποιότητας του νερού της πηγής παρουσιάζονται στους Πίνακες 2.5 και 2.6. Ο Πίνακας 2.5 παρουσιάζει τις χημικές αναλύσεις σε κύρια ανιόντα και κατιόντα που έγιναν στο Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του ΓΠΑ ενώ ο Πίνακας 2.6 παρουσιάζει την παρακολούθηση του νερού αυτού σε Cl που έγιναν από την ΥΕΒ Αργολίδας μετά το 1989 που ήταν ιδιαίτερα άνομβρο έτος με σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας του νερού. Οι προσδιορισμοί Cl συγκεντρώνονται στην πλειοψηφία τους την περίοδο 1990-95 κατά την οποία η παρακολούθηση της ποιότητας του νερού ήταν συστηματική, για την περίοδο αυτή παραθέτω και διάγραμμα της διακύμανσης της ποιότητας του νερού Αναβάλου με βάση την περιεκτικότητά του σε χλωριόντα.

Στις πηγές Κιβερίου (Αναβάλου) βασίστηκε το ομώνυμο αρδευτικό έργο που στοχεύει να αρδεύσει περίπου 200.000 στρ. Το έργο αυτό που περιλαμβάνει το αντλιοστάσιο ανύψωσης και σύστημα ανοικτών διωρύγων και κλειστών αγωγών δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί. Σ' αυτή τη φάση εξυπηρετεί περίπου 40.000 στρ. με εσπεριδοειδή και επι πλέον δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής του τεχνητού εμπλουτισμού αφού η προσαγωγός διώρυγα Κιβερίου διέρχεται και από τις πηγές Κεφαλαρίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5. Χημικές αναλύσεις πηγών Κιβερίου

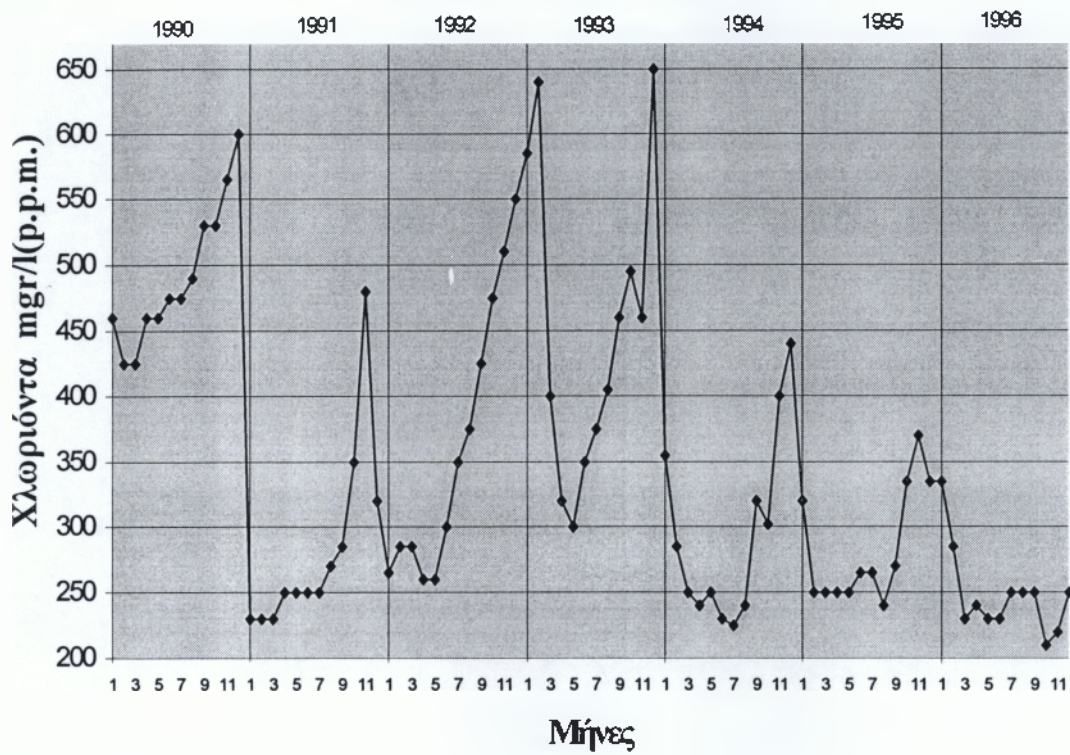
Ημ/νια	Ε.Σ μS/cm	pH meq/l	Ca meq/l	Mg meq/l	Na meq/l	K meq/l	CO ₃ meq/l	HCO ₃ meq/l	Cl meq/l	SO ₄ meq/l	NO ₃ meq/l
Δεκ-91	1390	7.9	6	1.2	4.97	0.05	0	3	8.87	1.13	1.66
Ιαν-92	1450	7.8	5.6	1.4	6.32	0.05	0	4.8	9	1.05	1.63
Φεβ-92	1410	7.25	5.6	1.28	6.8	0.17	0	4.4	7.9	2.4	0.1
Μαρ-92	1370	7.6	5.2	3.6	6.5	0.16	0	4.8	8.2	2.18	0
Ιουν-92	1380	8.15	4.28	2.72	8.6	0.16	0	4.3	8.9	1.66	0.11
Ιουλ-92	1470	7.57	4	2.8	7.72	0.17	0	4.12	8.3	1.87	0.39
Αυγ-92	1700	7.84	4.8	3.2	9.57	0.2	0	4	12	1.04	0.02
Σεπ-92	1940	7.8	8.8	4	6.27	0.22	0	3	14.8	1.8	0.02
Οκτ-92	2030	7.4	8.2	4.1	6.7	0.21	0	3.4	14.2	1.2	0.03
Δεκ-92	2370	7.44	8.2	3.7	12.72	0.35	0	4.48	15.8	0.55	0.13
Ιαν-93	2400	7.4	7.9	1.36	14.36	0.36	0	4.44	16.2	2.58	0.04
Φεβ-93	2450	8.11	7.3	3.3	13.32	0.35	0	4.44	16.8	2.88	0.04
Μαρ-93	2610	7.38	4.8	3.4	16.8	0.31	0	4.2	19	2.69	0.05
Απρ-93	1480	7.5	6	1.22	7.6	0.18	0	4.36	8.6	1.98	0.04
Μάι-93	1460	7.79	4.68	2.72	6.9	0.16	0	4.2	8.2	1.98	0.03
Ιουν-93	1550	8.25	4.6	2.6	8.1	0.15	0	4.24	9.15	2.1	0
Ιουλ-93	1600	7.84	5.8	1.96	7.8	0.2	0	4.36	9.2	1.97	0.03
Αυγ-93	1880	7.26	4.4	4.2	10.56	0.23	0	4.28	12.2	2.14	0
Σεπ-93	2100	7.74	5.6	3.4	11.3	0.38	0	4.32	12.6	3.48	0.5
Οκτ-93	2010	8.17	4.8	4.8	1.14	0.28	0	4.8	14	4	0.14
Νοε-93	2300	7.31	7.4	1.8	11.6	0.23	0	3.9	14.2	3.16	0.05
Δεκ-93	2900	7.26	5.6	5.6	16.78	0.4	0	4.8	22	4.65	0.04

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.6. Περιεκτικότητα σε Cl του νερού των πηγών Κιβερίου

Ημερ/νια	Cl (ppm)	Ημερ/νια	Cl (ppm)	Ημερ/νια	Cl (ppm)	Ημερ/νια	Cl (ppm)
1/6/1982	149	1/8/1990	490	1/3/1991	230	1/9/1992	524
1/7/1982	163	1/9/1990	490	30/3/1991	230	1/10/1992	503
1/8/1982	186	1/10/1990	530	17/4/1991	210	6/11/1992	510
1/10/1982	222	1/11/1990	530	1/5/1991	210	1/12/1992	560
1/11/1982	204	13/11/1990	570	11/5/1991	230	12/1/1993	575
1/5/1983	167	16/11/1990	495	19/5/1991	250	15/1/1993	585
1/7/1983	163	17/11/1990	480	1/6/1991	250	29/1/1993	600
1/8/1983	163	18/11/1990	285	1/7/1991	250	2/2/1993	596
1/11/1983	177	19/11/1990	330	1/8/1991	250	9/2/1993	611
1/5/1984	167	20/11/1990	350	17/9/1991	285	16/2/1993	667
1/7/1984	167	21/11/1990	390	1/10/1991	319	5/3/1993	675
1/8/1984	167	23/11/1990	425	21/10/1991	320	9/3/1993	400
1/5/1985	145	24/11/1990	460	22/10/1991	330	11/3/1993	476

1/7/1985	163	26/11/1990	490	26/10/1991	355	19/3/1993	291
1/8/1985	156	27/11/1990	520	6/11/1991	355	19/4/1993	305
1/11/1985	163	28/11/1990	530	6/11/1991	365	7/5/1993	291
1/1/1986	174	29/11/1990	565	9/11/1991	355	28/5/1993	280
1/5/1986	163	30/11/1990	600	12/11/1991	370	20/6/1993	325
1/7/1986	167	1/12/1990	600	13/11/1991	390	24/6/1993	327
1/9/1986	152	2/12/1990	675	16/11/1991	400	15/7/1993	326
1/6/1987	152	7/12/1990	600	17/11/1991	425	11/8/1993	405
1/10/1989	485	10/12/1990	460	18/11/1991	460	27/8/1993	432
25/1/1990	460	11/12/1990	425	19/11/1991	480	2/9/1993	489
12/2/1990	320	12/12/1990	390	1/12/1991	314	14/9/1993	460
14/2/1990	350	13/12/1990	350	10/12/1991	320	16/9/1993	447
16/2/1990	390	14/12/1990	330	25/12/1991	250	4/10/1993	495
24/2/1990	425	15/12/1990	320	1/1/1992	319	4/11/1993	503
1/3/1990	425	18/12/1990	285	14/1/1992	250	8/11/1993	460
30/1/1990	425	20/12/1990	210	1/2/1992	280	10/11/1993	532
6/4/1990	440	21/12/1990	230	21/2/1992	260	16/11/1993	638
15/4/1990	450	22/12/1990	210	1/3/1992	291	26/11/1993	546
22/4/1990	460	23/12/1990	230	8/3/1992	285	10/12/1993	779
1/5/1990	440	25/12/1990	250	28/3/1992	260	14/12/1993	650
23/5/1990	460	1/1/1991	225	14/4/1992	260	17/12/1993	638
1/6/1990	525	8/1/1991	210	11/5/1992	260	23/12/1993	567
6/6/1990	475	13/1/1991	230	1/7/1992	294	7/1/1994	545
1/7/1990	475	1/2/1991	230	1/8/1992	425	28/1/1994	355
1/2/1994	291	15/6/1994	230	11/11/1994	375	1/3/1995	250
15/2/1994	241	15/9/1994	298	25/11/1994	400	13/4/1995	277
1/3/1994	227	27/9/1994	320	1/12/1994	405	1/6/1995	247
21/3/1994	250	2/10/1994	312	27/12/1994	440	1/8/1995	312
15/4/1994	241	6/10/1994	302	25/1/1995	320	1/9/1995	312
13/5/1994	250	15/10/1994	327	7/2/1995	250	1/11/1995	341

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΠΗΓΗΣ ΑΝΑΒΑΛΟΥ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.7

2.4 Υδροφόροι ορίζοντες

Οι υδροφόροι ορίζοντες του Αργολικού πεδίου διακρίνονται σε ελεύθερους, περιορισμένους και ημιπεριορισμένους. Οι υδροφόροι αυτοί ορίζοντες τροφοδοτούνται άμεσα από το νερό της βροχής που κατεισδύει στους ελεύθερους υδροφόρους σχηματισμούς, από τα νερά των χειμάρρων τα οποία διηθούνται στα αδρομερή υλικά των παρυφών της πεδιάδας, από πλευρικές τροφοδοσίες, στις περιοχές όπου οι υδροφόροι ορίζοντες έρχονται σε επαφή με υδροφορείς κλπ.

Κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας στον κόλπο της Αργολίδας αναπτύσσονται επιφάνειες επαφής των υπόγειων υδροφόρων σχηματισμών με τη θάλασσα δια μέσου των οποίων παρατηρείται έξοδος του υπόγειου νερού ή είσοδος προς αυτούς του θαλασσινού νερού ανάλογα με την κατεύθυνση της κλίσης του υδραυλικού φορτίου των υπόγειων νερών.

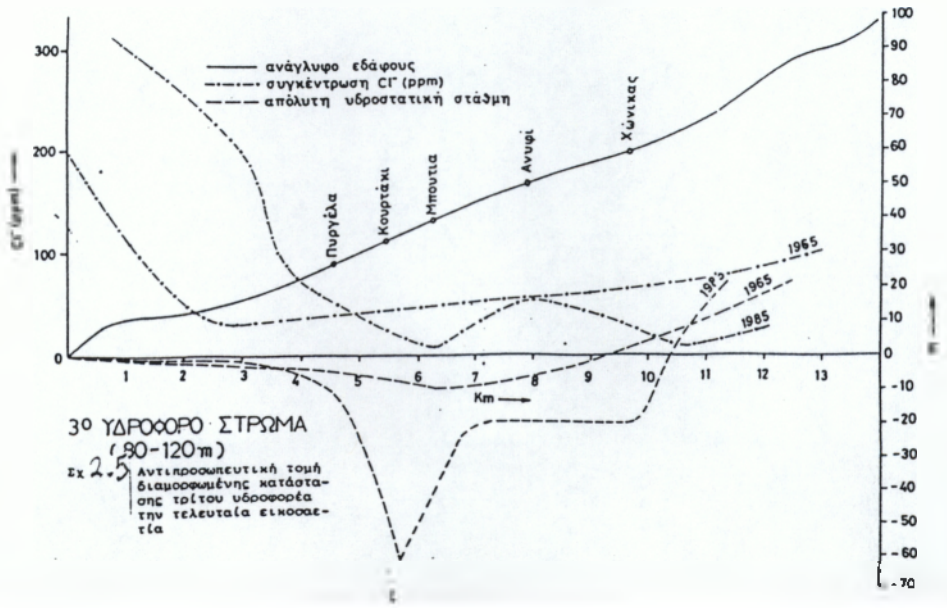
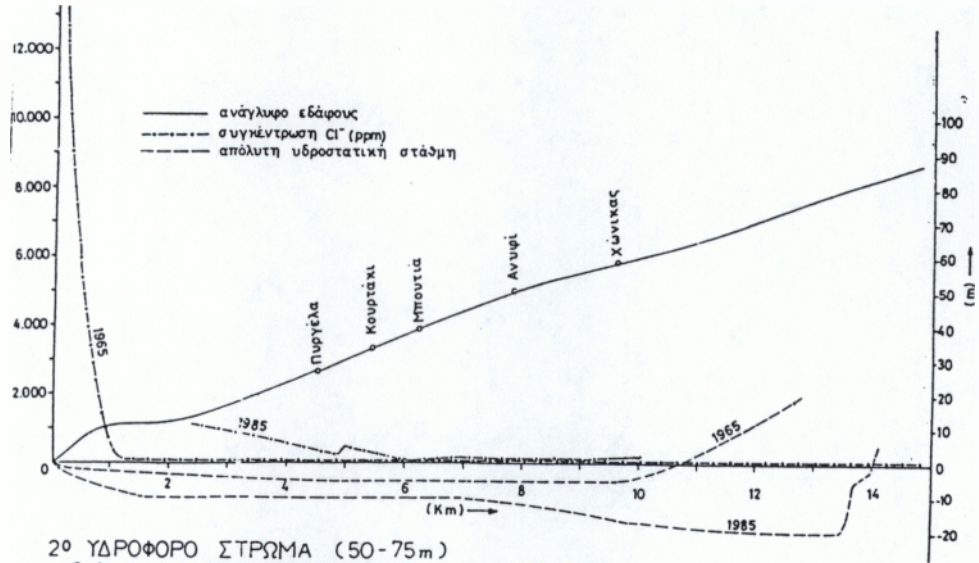
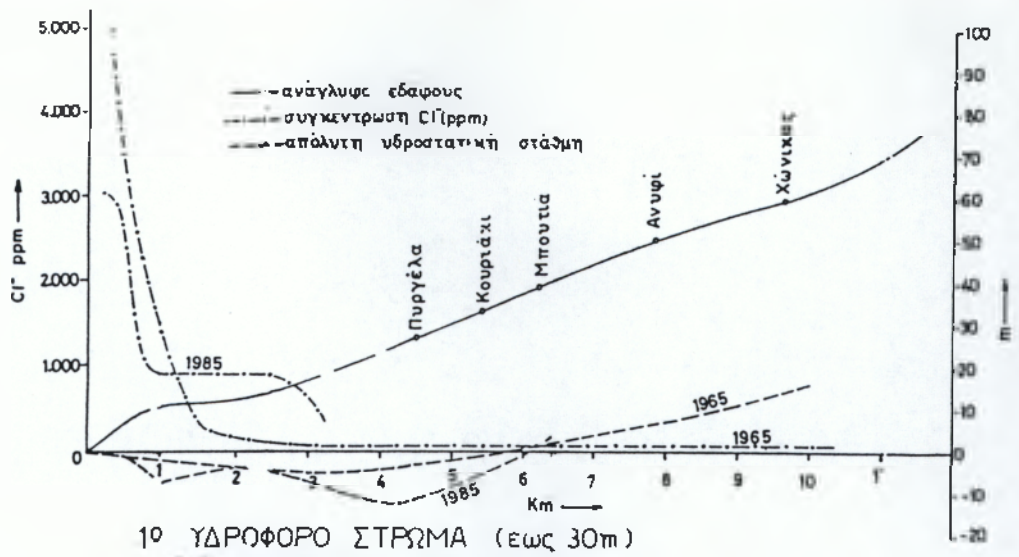
Με την αλματώδη ανάπτυξη της αρδευόμενης γεωργίας τα υπόγεια νερά, με άντληση από τις γεωτρήσεις, καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος των αρδευτικών αναγκών. Μέχρι το 1960 τα υπόγεια νερά βρίσκονταν σε κάποια ισορροπία, δηλαδή όσο νερό αντλούνταν, τόσο αντικαθίσταντο με φυσικό εμπλουτισμό. Σήμερα που οι αρδευόμενες εκτάσεις έχουν ξεπεράσει τα 200.000 στρέμματα, η υπεράντληση νερού από τους υπόγειους υδροφόρους έχει οδηγήσει στην πτώση της στάθμης τους κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, με αποτέλεσμα την έντονη εισβολή της θάλασσας, όπου υπάρχουν περατοί σχηματισμοί.

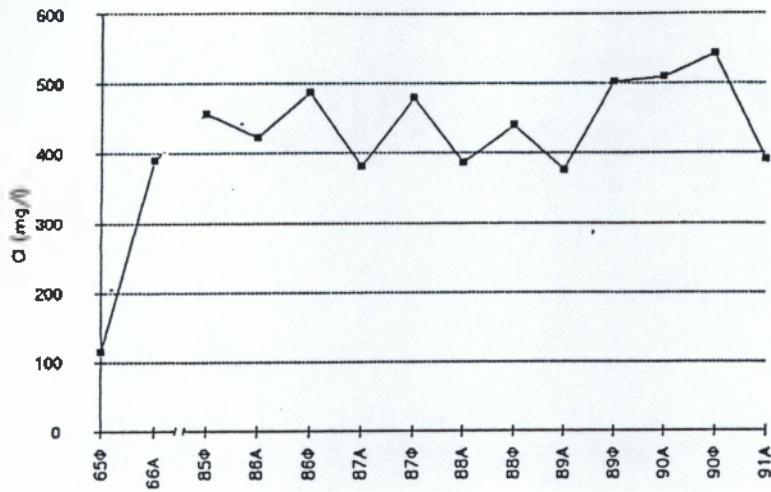
Στα έξι σχήματα που παρατίθενται και που αφορούν τους τρεις πρώτους υδροφορείς του Αργολικού πεδίου, φαίνονται τόσο η υφαλμύρωσή τους, όσο και η πτώση της υδροστατικής στάθμης για το χρονικό διάστημα 1965-1985.

Η ρύπανση των υπόγειων νερών από το νερό της θάλασσας παρακολουθείται με τους προσδιορισμούς της περιεκτικότητάς τους σε χλωριόντα. Οι προσδιορισμοί αυτοί γίνονται δύο φορές το χρόνο (Άνοιξη και Φθινόπωρο) και παρουσιάζονται για τις χρονιές που εφαρμόστηκε τεχνητός εμπλουτισμός, στα διαγράμματα που παραθέτω. Τα διαγράμματα αυτά δείχνουν τις διαφορές της περιεκτικότητας σε χλώριο ανάμεσα στα δείγματα ανοιξης και φθινοπώρου, και τη βελτίωση της ποιότητας των υπόγειων νερών που προκαλεί ο εμπλουτισμός των υδροφόρων σχηματισμών. Εξαίρεση αποτελεί η περίοδος 89-90, γεγονός που αποδίδεται στις μειωμένες βροχοπτώσεις.

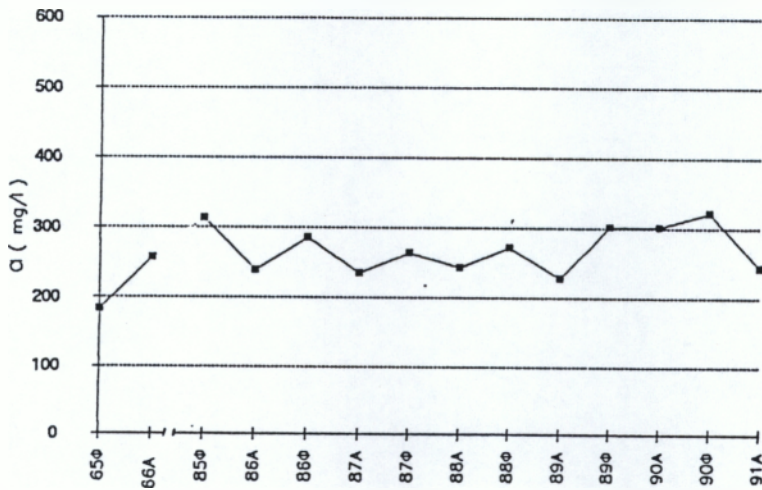
Ο πρώτος υδροφόρος παρουσιάζεται βεβαρυμένος σε χλώρια με μέση περιεκτικότητα που κυμάνθηκε κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών (1985-1991) από 370-500 ppm. Η μέση περιεκτικότητα του δεύτερου υδροφόρου κυμάνθηκε την ίδια περίοδο από 230-320 ppm, ενώ του τρίτου από 150-370 ppm. Η επιβάρυνση σε χλώριο του τρίτου υδροφόρου φαίνεται να ακολουθεί μια

ανοδική πορεία, γεγονός που οφείλεται στην έντονη εκμετάλλευση του υδροφόρου αυτού κατά τα τελευταία χρόνια. Στη χαμηλότερη περιοχή του Αργολικού πεδίου που είναι υφαλμυρωμένη (περίπου 70.000 στρ.) οι γεωτρυπανιστές με διάφορες μεθόδους απομονώνουν τους δύο πρώτους υδροφορείς και αντλείται νερό από τον τρίτο που είναι καλύτερης ποιότητας.

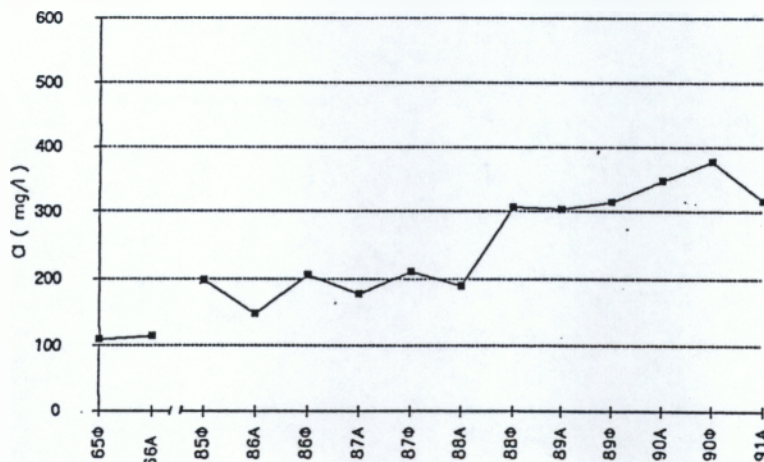




ΣΧΗΜΑ 2.7. Μέση διακύμανση χλωριόντων 2ου Υδροφόρου περιόδου
από Φθινόπωρο 1965 - Άνοιξη 1990



ΣΧΗΜΑ 2.8. Μέση διακύμανση χλωριόντων 3ου Υδροφόρου περιόδου
από Φθινόπωρο 1965 - Άνοιξη 1990



3. ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΟΥ ΑΡΓΟΛΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

3.1 Ανάγκες σε νερό άρδευσης και ύδρευσης

Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις της Αργολίδας υπολογίζονται ότι ανέρχονται σε 283.000 στρ. περίπου. Η αρδευόμενη γεωργία της Αργολίδας παρουσίασε αλματώδη ανάπτυξη στα μεταπολεμικά χρόνια. Από τα στοιχεία που υπάρχουν και από πληροφορίες φαίνεται ότι το 1945 η αρδευόμενη έκταση ήταν γύρω στα 50.000 στρ. ενώ το 1965 είχε φτάσει τα 125.000 στρ.

Η αρδευόμενη έκταση σήμερα, έχει ξεπεράσει τα 200.000 στρ. Η επιβράδυνση του ρυθμού επέκτασης της αρδευόμενης έκτασης που παρατηρήθηκε τις τελευταίες δεκαετίες θα πρέπει να αποδοθεί στην έλλειψη νερού άρδευσης ανεκτής ποιότητας. Οι υπόγειοι υδροφόροι σχηματισμοί ήταν και εξακολουθούν να είναι μέχρι σήμερα η βασική πηγή νερού άρδευσης με αποτέλεσμα ο όγκος του αντλούμενου νερού κατά τα μεταπολεμικά χρόνια να παρουσιάσει και αυτός αλματώδη αύξηση ακολουθώντας την ανάπτυξη της αρδευόμενης γεωργίας.

Υπολογίζεται ότι το 1945 ο αντλούμενος όγκος νερού ήταν της τάξης των $35 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ και έφτασε τα $80 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ το 1965. Υπολογίζεται ακόμα ότι τα τελευταία χρόνια ο όγκος αυτός έχει υπερβεί τα $100 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$. Η δυναμικότητα της φυσικής επαναπλήρωσης των υπόγειων υδροφόρων σχηματισμών φαίνεται να είναι της τάξης των $60 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ κατά μέσο όρο με αποτέλεσμα να παρατηρηθεί εξάντληση των υπόγειων νερών καθώς και εκτεταμένη εισβολή θαλασσινού νερού στους υπόγειους υδροφόρους σχηματισμούς.

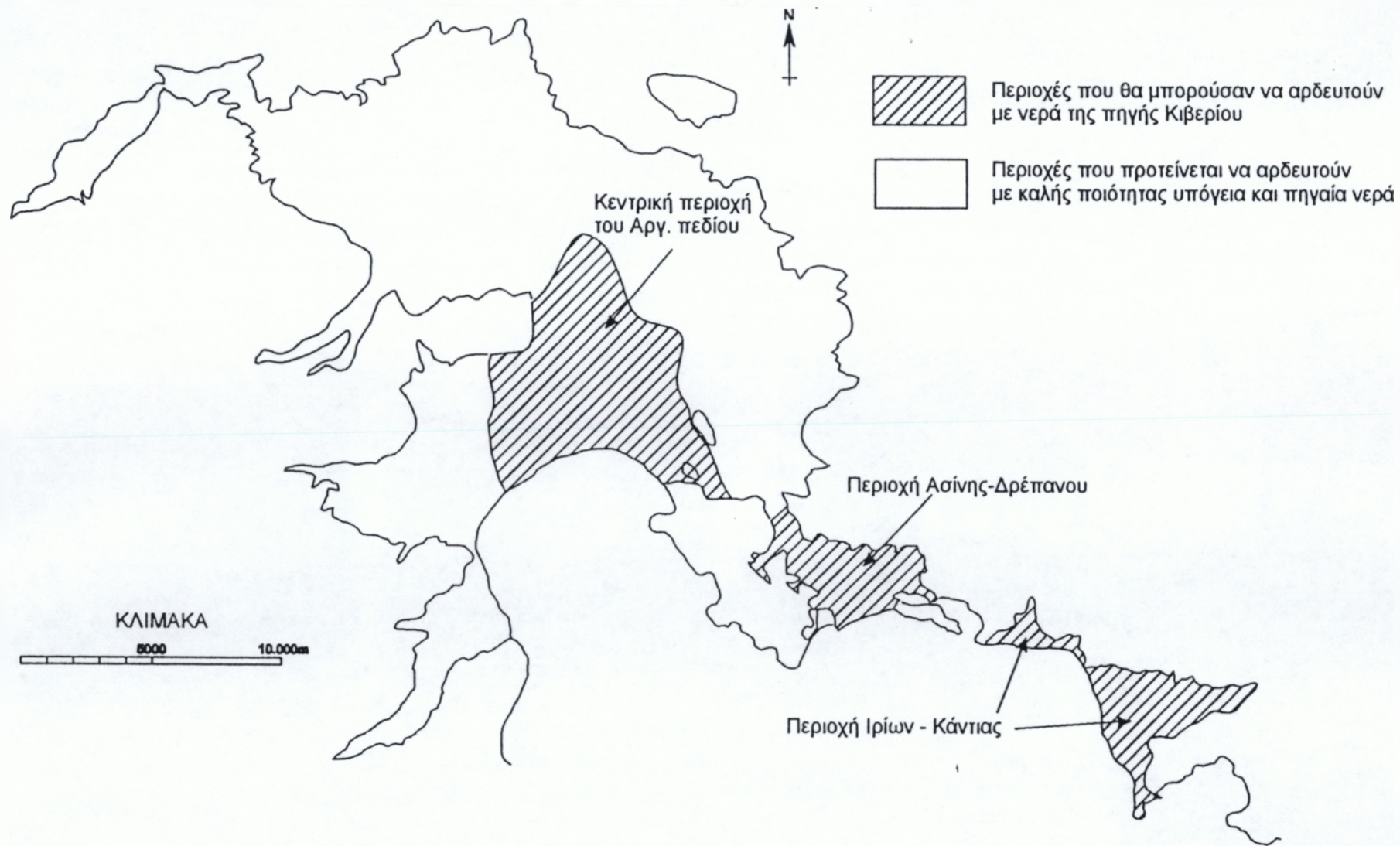
Στην εξάντληση των υπόγειων νερών και στην υποβάθμιση της ποιότητάς τους θα πρέπει να αποδοθεί η επιβράδυνση της ανάπτυξης της αρδευόμενης γεωργίας που παρατηρήθηκε τις τελευταίες δεκαετίες. Όμως με την ολοκλήρωση της κατασκευής της διώρυγας Κιβερίου που δίνει τη δυνατότητα μεταφοράς μεγάλων όγκων νερού των πηγών προς την Αργολική πεδιάδα αναμένεται και πάλι ότι θα παρατηρηθεί μια επιτάχυνση του ρυθμού ανάπτυξης της αρδευόμενης γεωργίας η οποία τελικά θα τείνει να επεκταθεί σε όλη την αρδεύσιμη έκταση της περιοχής.

Αν υποθεθεί ότι η άρδευση θα επεκταθεί σε 240.000 στρ. και ότι η μέση απαιτούμενη παροχή για τους μήνες αιχμής θα είναι της τάξης του $0,07 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{στρ.}$ τότε η παροχή αιχμής για την παραπάνω έκταση θα είναι γύρω στα $17 \text{ m}^3/\text{sec.}$ Αν επιπρόσθετα γίνει δεκτό ότι ο απαιτούμενος όγκος νερού

άρδευσης κατά στρέμμα και έτος είναι κατά μέσο όρο 750m^3 τότε ο ολικός απαιτούμενος όγκος νερού για όλη την αρδευόμενη έκταση θα ανέρχεται σε $200 \times 10^6 \text{m}^3/\text{έτος}$. Η παροχή των πηγών Κιβερίου έχει εκτιμηθεί ότι είναι γύρω στα $12 \text{m}^3/\text{sec}$ και ως εκ τούτου δεν μπορεί να καλύψει τις αρδευτικές ανάγκες και αν ακόμη χρησιμοποιηθεί εξ' ολοκλήρου. Στην τελευταία αυτή περίπτωση θα χρειαστεί μια πρόσθετη πηγή νερού δυναμικότητας γύρω στα $5\text{m}^3/\text{sec}$. Η επιπλέον αυτή παροχή μπορεί να εξασφαλιστεί με άντληση από τους υπόγειους υδροφόρους σχηματισμούς αν βέβαια το νερό τους είναι καλής ποιότητας.

Ο κίνδυνος υποβάθμισης εδαφών και υπόγειων νερών που περικλείει η αδιάκριτη χρήση των νερών Κιβερίου για αρδεύσεις έχει τονιστεί προηγούμενα. Για να αποφευχθούν οι κίνδυνοι αυτοί θα πρέπει η χρήση των νερών Κιβερίου να περιορισθεί στις περιοχές εκείνες της Αργολικής πεδιάδας όπου αναπτύσσονται αργλικές στρώσεις που καλύπτουν τους υδροφόρους σχηματισμούς και συνεπώς παρεμποδίζουν τη ρύπανση των υπόγειων νερών από προϊόντα έκπλυσης των εδαφών. Επίσης νερά Κιβερίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες περιοχές όπου τα υπόγεια νερά είναι κακής ποιότητας και τα εδάφη αλατούχα ή ακόμη σε ορισμένες περιοχές που επικρατούν καλές συνθήκες στράγγισης και τα υπόγεια νερά είναι υφαλμυρωμένα. Στην περίπτωση αυτή η χρήση του νερού άρδευσης θα έχει ευεργετικά αποτελέσματα. Οι εκτάσεις αυτές ανέρχονται σε 90.000 στρ. περίπου με αρδευτικές ανάγκες γύρω στα $70 \times 10^6 \text{m}^3/\text{έτος}$. Στον Χάρτη 3.1 φαίνονται οι περιοχές που θα πρέπει να αρδεύονται με καλής ποιότητας νερό και εκείνες που θα μπορούσαν να αρδευτούν με νερά των πηγών Κιβερίου.

Τα υπόγεια νερά θα πρέπει να εξακολουθήσουν να αποτελούν την βασική πηγή νερού άρδευσης με τη συστηματική εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού. Για τον τεχνητό εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφόρων σχηματισμών μπορούν να χρησιμοποιηθούν γύρω στα $40 \times 10^6 \text{m}^3/\text{έτος}$ προερχόμενα από χειμερινές και εαρινές παροχές των πηγών Κεφαλαρίου ($28 \times 10^6 \text{m}^3/\text{έτος}$) και Λέρνης ($14 \times 10^6 \text{m}^3/\text{έτος}$). Με τη συστηματική εφαρμογή του τεχνητού εμπλουτισμού οι υπόγειοι υδροφόροι σχηματισμοί μπορούν να αποδώσουν γύρω στα $100 \times 10^6 \text{m}^3$ νερού άριστης ποιότητας. Με τον όγκο αυτό του καλής ποιότητας νερού θα μπορούσαν να καλυφθούν οι ανάγκες μιας έκτασης 150.000 στρ. Με τη χρήση αρδευτικού νερού καλής ποιότητας η περιεκτικότητα των προϊόντων έκπλυσης των αρδευόμενων εδαφών σε άλατα θα είναι μικρή και συνεπώς ο ρυθμός ρύπανσης των υπόγειων νερών θα είναι περιορισμένος.



Χάρτης 3.1 Αρδεύσιμες εκτάσεις της ευρύτερης περιοχής του Αργολικού πεδίου και προτεινόμενες πηγές νερού άρδευσης

3.2 Τα εδάφη του Αργολικού πεδίου

Σύμφωνα με μελέτη του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών γίνεται η παρακάτω γενική κατάταξη των εδαφών του Αργολικού πεδίου :

α. *Αυτόχθονα εδάφη.* Στις πλαγιές των ασβεστολιθικών όγκων λόγω αποσάθρωσης αναπτύχθηκαν εδάφη που καταλαμβάνουν σημαντικές εκτάσεις στο ΒΔ τμήμα της πεδιάδας.

β. *Αλλουβιακά εδάφη.* Τα εδάφη που αναπτύχθηκαν πάνω στις αποθέσεις χειμάρων που διαρρέουν την πεδιάδα. Οι αποθέσεις αυτές παρουσιάζονται αδρομερείς κοντά στις εισβολές των χειμάρων στην πεδιάδα, συνίστανται κυρίως από κροκάλες, χαλίκια και άμμους και γίνονται πιο λεπτόκοκκες στο κέντρο της πεδιάδας.

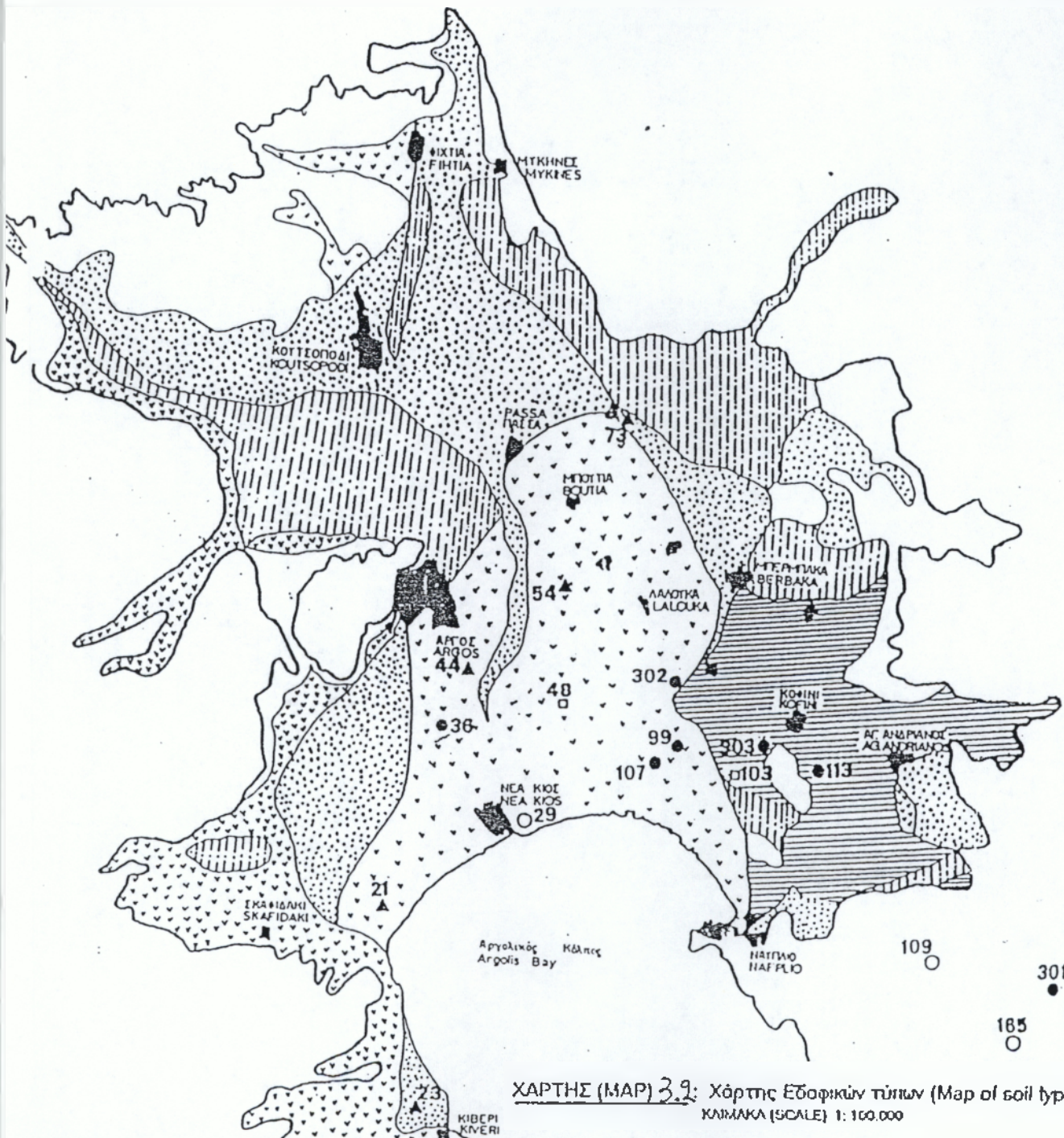
γ. *Κολλουβιακά εδάφη.* Τα εδάφη αυτά έχουν έντονο ερυθρό χρώμα, περιέχουν σημαντικό ποσοστό λατύπων από ασβεστόλιθους και αργίλους ενώ συμπαγής ασβεστόλιθος συναντάται σε μικρό βάθος. Είναι προϊόντα της δράσης των κατερχόμενων από τα όρη μικρών χειμάρων. Καταλαμβάνουν μικρή σχετικά έκταση του Αργολικού πεδίου.

3.2.1 Εδαφικοί τύποι

Τα εδάφη της Αργολικής πεδιάδας διαχωρίζονται στους ακόλουθους εδαφικούς τύπους :

α.	Αργιλώδη εδάφη (C-SIC)	85.575	στρ
β.	Αργιλοπηλώδη εδάφη (CL)	63.025	στρ
γ.	Πηλώδη (L)	43.825	στρ
δ.	Κονιορτώδη (SiL-SiCL)	42.850	στρ
ε.	Αμμοπηλώδη (SL)	57.550	στρ

Στο Χάρτη 3.2 φαίνονται οι εδαφικοί τύποι του Αργολικού πεδίου.



ΧΑΡΤΗΣ (MAP) 3.9: Χάρτης Εδαφικών τύπων (Map of soil types)
ΚΑΙΜΑΚΑ (SCALE) 1: 100.000

ΥΠΟΜΝΗΜΑ (LEGEND)

- | | |
|--|---|
| | 1. κοριοτύδεις ηλλοί - κοριοτύδεις αργιλοηλλοί
(silt loam , silty clay loam soils) |
| | 2. άργελοι
(clay soils) |
| | 3. αργιλοηλλοί
(clay loam soils) |
| | 4. ηλλοί
(loam soils) |
| | 5. αμμοηλλοί
(sandy loam soils) |

○ ▲ ◻ ● : Θέσεις δειγματοληψίας εδαφών
(Soil sampling sites)

3.2.2 Καλλιεργητικές ομάδες των εδαφών

Όσον αφορά τις καλλιεργητικές δυνατότητες των εδαφών του Αργολικού πεδίου, πραγματοποιήθηκε εδαφολογική μελέτη του Υπουργείου Γεωργίας και της Γεωπονικής Σχολής από την οποία προέκυψε ομαδοποίηση των εδαφών κατά τρόπο που η συμπεριφορά τους σε καλλιεργητική μεταχείριση και πρακτική να είναι όμοια.

Ομάδα A₁E. Εδάφη με μέση κοκκομετρική σύσταση, πολύ καλά αποστραγγιζόμενα (A), Entisols.

Εδώ ανήκουν τα περισσότερο χονδρόκοκκα εδάφη της περιοχής και χαρακτηρίζονται από εδαφοτομή που εμφανίζει συνθήκες πολύ καλής στράγγισης και έχει μέση μηχανική σύσταση πηλώδη (L) μέχρι και αργιλλοπηλώδη (CL). Η δομή είναι γενικά ευνοϊκή, χωρίς να παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα για την απρόσκοπτη ανάπτυξη των φυτών. Είναι εδάφη κατάλληλα για όλα τα καλλιεργούμενα φυτά που ευδοκιμούν στην περιοχή χωρίς κανένα άλλο περιορισμό εκτός από την ποιότητα του νερού, προκειμένου για άρδευση και την ανάγκη κανονικού προγράμματος λίπανσης. Η έκταση που καταλαμβάνουν είναι σχετικά μικρή (5.306 στρέμματα) και είναι διάσπαρτα ανάμεσα σε άλλες κατηγορίες εδαφών.

Ομάδα A₂E. Εδάφη μετρίως λεπτόκοκκα, πολύ καλά ως καλά αποστραγγιζόμενα (A-B), Entisols.

Χαρακτηρίζονται από εδαφοτομή που εμφανίζει συνθήκες πολύ καλής στράγγισης και έχει κοκκομετρική σύσταση κυρίως αργιλλοπηλώδη (CL) και αμμοαργιλλοπηλώδη (SCL). Με την εφαρμογή ενός κανονικού προγράμματος λίπανσης δεν υπάρχει κανείς περιορισμός για την γεωργική ανάπτυξη της περιοχής εκτός από την ποιότητα του νερού. Η έκταση που καταλαμβάνουν είναι σημαντική (19.202 στρέμματα) περίπου το 12% των πεδινών.

Ομάδα A₃E. Εδάφη μετρίως λεπτόκοκκα και ατελώς αποστραγγιζόμενα (C,D), Entisols.

Είναι λεπτόκοκκα με εδαφοτομή που εμφανίζει συνθήκες ατελούς ή κακής στράγγισης. Τα εδάφη αυτά παρουσιάζουν σοβαρούς περιορισμούς στην καλλιέργεια φυτών που είναι ευαίσθητα στην υγρασία. Η έκταση που καταλαμβάνουν είναι σημαντική (17.078 στρέμματα) περίπου 10% των πεδινών περιοχών και γενικά εντοπίζονται στα χαμηλότερα σημεία του πεδίου και

ειδικότερα στην περιοχή της Νέας Κίου.

Ομάδα A₄E. Εδάφη λεπτόκοκκα, κακώς αποστραγγιζόμενα, με μόνιμη στάθμη ύδατος σε μικρό βάθος (E, E/F, F, G).

Χαρακτηρίζονται από εδαφοτομή με λεπτόκοκκη κοκκομετρική σύσταση, που εμφανίζει συνθήκες κακής στράγγισης καθώς και μόνιμη στάθμη ύδατος αρκετά ρηχά 50-80cm από την επιφάνεια. Σαν αποτέλεσμα τα εδάφη αυτά παρουσιάζουν έντονα χαρακτηριστικά αλατούχων - αλκαλικών εδαφών που επιτείνονται απο την γειτνίασή τους με τη θάλασσα. Έχουν όπως όλα τα αλατούχα, καλή δομή και ικανοποιητική υδραυλική αγωγιμότητα οπότε αν λυθεί το πρόβλημα της στάθμης του ύδατος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εντατική γεωργική εκμετάλλευση. Πάντως ακόμα και σ' αυτήν την κατάσταση τα λιγότερο επηρεασμένα χρησιμοποιούνται για καλλιέργεια επιπολαιόριζων λαχανικών, σχετικά ανθεκτικών στα άλατα και ιδιαίτερα αγκινάρας που σημειώνει ικανοποιητικές αποδόσεις. Η έκταση που καταλαμβάνουν είναι 8.063 στρέμματα περίπου το 5% των πεδινών.

Ομάδα A₅E. Εδάφη μετρίως λεπτόκοκκα και λεπτόκοκκα, πολύ καλώς αποστραγγιζόμενα με χαλίκια, Entisols.

Εδώ ανήκουν εδάφη που έχουν χαλίκια στην επιφάνεια και σε βαθύτερους ορίζοντες. Γενικά παρουσιάζουν τα ίδια χαρακτηριστικά με εκείνα των εδαφών άλλων ομάδων (π.χ. A₂E) εκτός από το κύριο χαρακτηριστικό τους, την ύπαρξη χαλικιών. Η ιδιότητά τους αυτή είναι πολύ σημαντική, γιατί τα χαλίκια, έχοντας μικρότερη θερμοχωρητικότητα από τα άλλα συστατικά του εδάφους, θερμαινόμενα από την ηλιακή ενέργεια χάνουν τη θερμότητά τους σχετικά βραδύτερα με αποτέλεσμα τη δημιουργία συνθηκών που ευνοούν την πρωιμότητα. Τα χαλίκια επίσης δημιουργούν συνθήκες που ευνοούν μεγαλύτερες ταχύτητες διηθήσεως του ύδατος μετριάζοντας έτσι τις δυσμενείς επιπτώσεις της λεπτής κοκκομετρικής σύστασης, όπου υπάρχει.

Ομάδα A₆EI. Εδάφη λεπτόκοκκα, πολύ καλώς (A) ή καλώς (B) αποστραγγιζόμενα, Entisols ή Inceptisols.

Είναι εδάφη με κοκκομετρική σύσταση αργιλλοπηλώδη (CL) και αργιλλώδη (C). Η δομή παρουσιάζει μεγάλη παραλλακτικότητα και είναι γενικά ευνοϊκή με εξαίρεση τις περιπτώσεις που υπάρχει συμπαγής στρώση. Το χαρακτηριστικό αυτό σε συνδυασμό με την αργιλλώδη κοκκομετρική σύσταση αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες που επιβάλλουν ιδιαίτερη προσοχή στο σύστημα άρδευσης και το ρυθμό εφαρμογής του νερού ιδίως στις φυτείες των

εσπεριδοειδών. Καταλαμβάνουν συνολικά 59.176 στρέμματα περίπου το 36% των πεδινών εκτάσεων.

Ομάδα A₇A. Εδάφη λεπτόκοκκα, πολύ καλά αποστραγγιζόμενα, Alfisols.

Αποτελούν ποσοστό 7,5% περίπου των πεδινών εδαφών (12.291 στρέμματα). Είναι εδάφη με επιφάνεια αργιλλοπηλώδη (CL) ή αμμοαργιλλοπηλώδη (SCL) και κατώτερα στρώματα αμμοαργιλλώδη (SC) ή αργιλλώδη (C στους αργιλλικούς ορίζοντες). Ο αργιλλικός ορίζοντας έχει σχηματιστεί αρκετά ψηλά, 30-60 cm από την επιφάνεια, αλλά στη μεγαλύτερη έκταση των Alfisols η διάβρωση έχει φέρει τον ορίζοντα αυτόν στην επιφάνεια. Η συνεκτικότητα αυτού του ορίζοντα είτε είναι στην επιφάνεια είτε βαθύτερα, προκαλεί ορισμένες δυσχέρειες στην καλλιέργεια.

Ομάδα A₈H. Ορεινά - λοφώδη εδάφη.

Τα εδάφη αυτά καταλαμβάνουν τα λοφώδη τμήματα γύρω από το Αργολικό Πεδίο. Χαρακτηριστικό αυτών των εδαφών είναι το σχετικά μικρό βάθος εδάφους, η έντονη διάβρωση και το συμπαγές μητρικό υλικό. Τα χαρακτηριστικά αυτά σε συνδυασμό με το ξηρό κλίμα και τη δυσμενή τοπογραφία αποτελούν σοβαρούς περιοριστικούς παράγοντες για την ανάπτυξη των διαφόρων καλλιεργειών.

3.3 Η εναπόθεση και έκπλυση των αλάτων

Τα τελευταία 30 χρόνια χρησιμοποιήθηκαν για άρδευση, τουλάχιστον σποραδικά, υπόγεια νερά βεβαρημένα με άλατα καθώς επίσης από το 1979 και μετά, και νερό των πηγών Κιβερίου με περιεκτικότητα σε NaCl που όπως διαπιστώθηκε μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 5-15 meq/l.

Στο εγγύς μέλλον προγραμματίζεται η χρησιμοποίηση των θερινών παροχών των πηγών Κιβερίου (γύρω στα $150 \times 10^6 \text{ m}^3$) για την άρδευση του Αργολικού πεδίου πράγμα που θα πολλαπλασιάσει την πιθανότητα υποβάθμισης των εδαφών του λόγω αλάτωσής τους. Για τους παραπάνω λόγους διαμορφώθηκε το πρόγραμμα “Βελτίωσης και προστασίας των εδαφών του Αργολικού Πεδίου”, στα πλαίσια του οποίου περιλαμβάνονται ο προσδιορισμός των σημερινών χαρακτηριστικών των εδαφών, ιδιαίτερα προς την αλατότητα και την αλκαλικότητά τους και ο καθορισμός του ισοζυγίου των αλάτων των εδαφών που αρδεύονται με νερό των πηγών Κιβερίου.

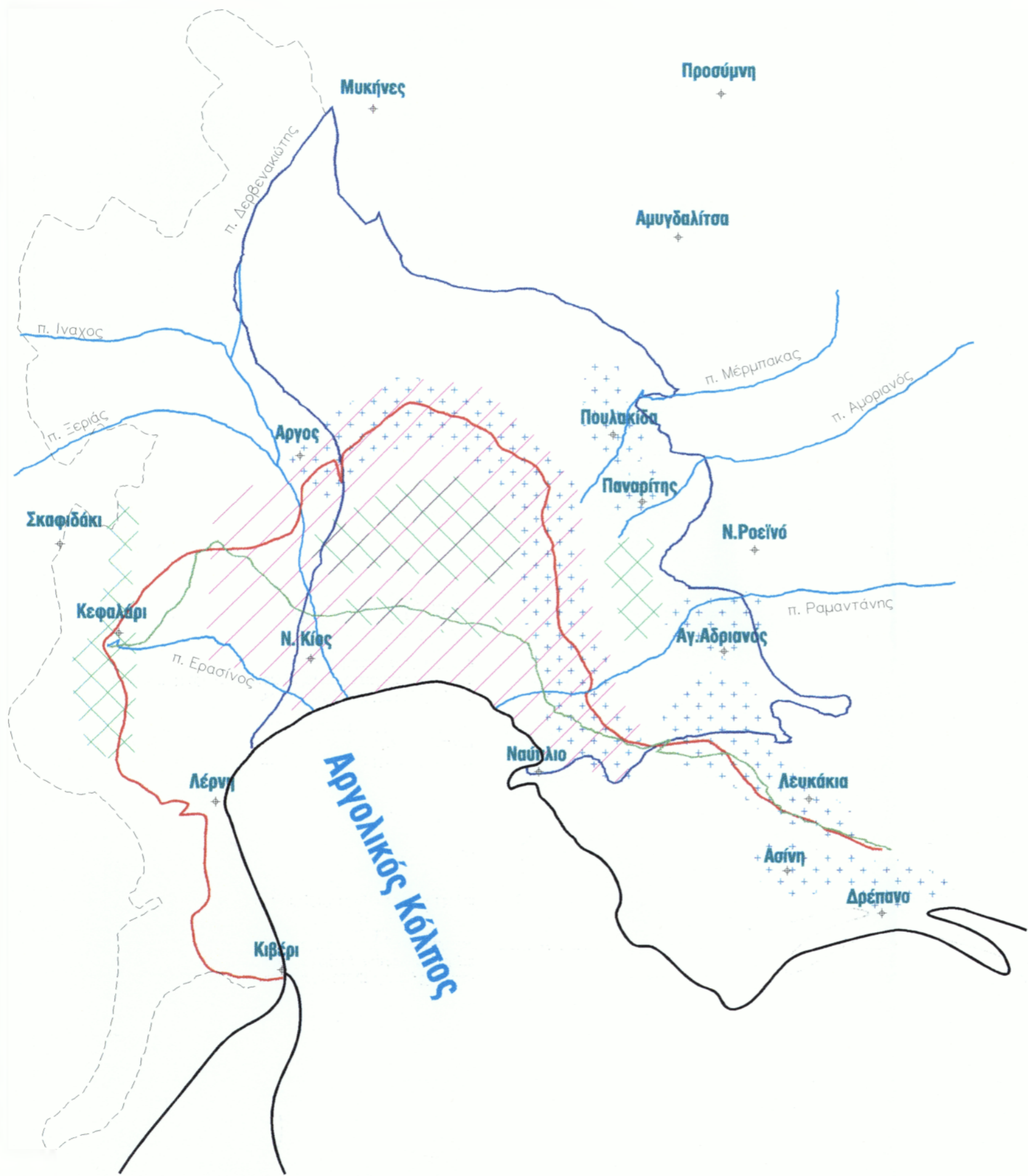
Από το πρόγραμμα αυτό προκύπτουν τα ακόλουθα.

- Τα εδάφη του Αργολικού Πεδίου όπως προέκυψε από τις αναλύσεις των δειγμάτων τους δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αλατούχα. Εξαίρεση








αποτελούν ορισμένα παραλιακά εδάφη όπου η στάθμη του υπόγειου νερού είναι υψηλή και η περιεκτικότητά τους σε άλατα είναι μεγάλη. Η περιεκτικότητά τους σε άλατα κυμαίνεται από πολύ μικρή μέχρι μέση και αυξάνεται καθώς η ποιότητα του νερού άρδευσης χειροτερεύει. Έτσι στα εδάφη που ποτίζονται με καλής ποιότητας νερό και νερό Αναβάλου η περιεκτικότητά τους σε άλατα μπορεί να χαρακτηριστεί πολύ μικρή ως μικρή, ενώ στα εδάφη που χρησιμοποιείται νερό με μέση ή υψηλή περιεκτικότητα σε χλώριο η συγκέντρωση των αλάτων είναι μικρή ως μέση. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι πολύ σπάνια οι γεωργοί της Αργολίδας χρησιμοποιούσαν νερό ιδιαίτερα βεβαρημένο με άλατα και επίσης στο ότι συνήθως το ύψος άρδευσης ήταν τόσο μεγάλο ώστε να εξασφαλίζει κάποια σχετική έκπλυση των εδαφών. Από τη σύγκριση των προσδιορισμών της περιεκτικότητας σε διαλυτά άλατα που είχαν γίνει το 1963 με τους σημερινούς μπορούμε να πούμε ότι γενικά υπάρχει κάποια αύξηση όσον αφορά την περιεκτικότητα των εδαφών σε άλατα.

- Παρατηρείται μια μικρή επιβάρυνση των εδαφών σε άλατα αν συγκρίνει κανείς την περιεκτικότητά τους αμέσως πριν την έναρξη των αρδεύσεων και αμέσως μετά το πέρας των αρδεύσεων. Όμως η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ δύο διαδοχικών Ανοιξέων ή δύο διαδοχικών Φθινοπώρων εμφανίζει τόσο μικρές διαφορές ώστε να μην μπορεί κανείς να βγάλει το συμπέρασμα ότι παρατηρείται σταδιακή αύξηση της περιεκτικότητας σε άλατα. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι η συσσώρευση αλάτων κατά την αρδευτική περίοδο είναι σχετικά μικρή, εξ' αιτίας της έκπλυσής τους από το νερό άρδευσης. Κατά συνέπεια οι βροχοπτώσεις που ακολουθούν είναι σε θέση να εξαφανίσουν τις διαφορές όσον αφορά την περιεκτικότητα των εδαφών σε άλατα στη διάρκεια των ετών.

- Από τους προσδιορισμούς των υδατοδιαλυτών Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+} φαίνεται ότι τα εδάφη του Αργολικού Πεδίου δεν διατρέχουν κινδύνους αλκαλίωσης και αυτό είναι αναμενόμενο δεδομένου ότι τα εδάφη είναι ως επί το πλείστον πλούσια σε ασβέστιο και η επιβάρυνσή τους σε νάτριο είναι περιορισμένη.



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- 
 περιοχή σοβαρά υφαιμωμένη που αρδεύεται με υπόγεια νερά κακής ποιότητας συνολικής έκτασης 70.000 στρεμμάτων.
- 
 περιοχή σοβαρά υφαιμωμένη που αρδεύεται με υπόγεια πηγαιά νερά (Κεφαλαρίου-Λέρνης-Αναβάλου) συνολικής έκτασης 50.000 στρεμμάτων.
- 
 περιοχή εφαρμογής τεχνητού εμπλουτισμού των υπόγειων νερών συνολικής έκτασης 10.000 στρεμμάτων.
- 
 διώρυγα Αναβάλου
- 
 διώρυγα Ν. Κίου
- 
 περιοχή που αρδεύεται με υπόγεια νερά καλής ποιότητας, αλλά με προβλήματα επάρκειας συνολικής έκτασης 70.000 στρεμμάτων.
- 
 περιοχή που αρδεύεται με υπόγεια νερά καλής ποιότητας σε επάρκεια συνολικής έκτασης 10.000 στρεμμάτων.

4.ΜΕΤΡΑ ΑΜΒΛΥΝΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

4.1 Τεχνητός Εμπλουτισμός

Το φαινόμενο της υφαλμύρωσης των υπόγειων νερών της Αργολίδας παρατηρήθηκε για πρώτη φορά γύρω στο 1960. Τα συμπτώματα της επίδρασής της ήταν πιο έντονα στα εσπεριδοειδή, ιδιαίτερα στην περιοχή Ναυπλίου, στα Λευκάκια, στην Ασίνη, στο Δρέπανο και στα Ίρια.

Τότε έχοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά των πηγών αρδευτικού νερού, τέθηκαν από το Υπουργείο Γεωργίας οι βάσεις ενός σχεδιασμού αξιοποίησής τους έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες σε νερό άρδευσης αλλά παράλληλα να εξασφαλίζεται η άσκηση της αρδευόμενης γεωργίας σε μόνιμη βάση. Ο σχεδιασμός αυτός προέβλεπε ότι τα υπόγεια νερά με κατάλληλη μεταχείριση και εμπλουτισμό θα εξακολουθούσαν να είναι η βασική πηγή νερού άρδευσης. Προέβλεπε επίσης τη χρησιμοποίηση εαρινών και θερινών παροχών των πηγών Λέρνης και Κεφαλαρίου για άρδευση καθώς και την περιορισμένη χρήση του νερού Κιβερίου λόγω της αμφίβολης καταλληλότητάς του.

Ο εμπλουτισμός των υπόγειων νερών θα γινόταν με τα χειμερινά νερά του Κεφαλαρίου και η μεταφορά τους στην πεδιάδα θα γινόταν με ελεύθερη ροή αφού η πηγή εκβάλλει σε υψόμετρο 24m και δευτερευόντως με χειμερινά νερά της Λέρνης που η μεταφορά τους απαιτεί ανύψωσή τους με άντληση. Τα πρώτα πειράματα τεχνητού εμπλουτισμού έγιναν το 1964 (Πρώτη Φάση Τεχνητού Εμπλουτισμού) στην περιοχή Αγίου Ανδριανού, Ασίνης και Δρεπάνου με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα, ενώ η άμεση βελτίωση της ποιότητας των υπόγειων νερών είχε ευεργετική επίδραση στους οπωρώνες με τα εσπεριδοειδή. Αργότερα όμως επεκράτησε η άποψη ότι η κύρια πηγή νερού άρδευσης θα ήταν οι πηγές Κιβερίου και σχεδιάστηκε διώρυγα μεταφοράς των νερών τους στην Αργολική πεδιάδα. Η διασύνδεση των πηγών Κεφαλαρίου με τη διώρυγα αυτή γύρω στο 1994 εξασφάλισε νερό άριστης ποιότητας για την πεδιάδα, αλλά ακόμη δεν έχουν ολοκληρωθεί τα δίκτυα διανομής του νερού.

Από το 1990 και μετά (Δεύτερη Φάση Τεχνητού Εμπλουτισμού) άρχισαν και πάλι πειράματα τεχνητού εμπλουτισμού με νερά του Κεφαλαρίου που μεταφέρονταν στην πεδιάδα με τη διώρυγα Νέας Κίου.

Στη συνέχεια, περιγράφονται οι δύο φάσεις του εμπλουτισμού.

4.1.1 Πρώτη Φάση Τεχνητού Εμπλουτισμού

Η φάση αυτή αφορά την πειραματική εφαρμογή του εμπλουτισμού που έγινε την περίοδο 1964-1968. Τα πρώτα πειράματα άρχισαν το 1964 στην περιοχή Αγίου Ανδριανού, Λευκακίων, Ασίνης και Δρεπάνου. Για το σκοπό αυτό κατασκευάστηκε σωληνωτός αγωγός για τη μεταφορά νερού του Κεφαλαρίου στην περιοχή. Ο αγωγός αυτός τροφοδοτούσε με νερό υπάρχοντα αρδευτικά δίκτυα, από τα οποία με πλαστικούς σωλήνες κατέληγε κάτω από την στάθμη των φρεάτων.

Ο τεχνητός εμπλουτισμός της περιόδου του 1964 άρχισε από τον Μάιο και ήταν μικρής διάρκειας λόγω έλλειψης νερού. Επαναλήφθηκε το Φεβρουάριο του 1965 σε ευρύτερη κλίμακα και ήταν διάρκειας τριών μηνών περίπου. Το 1966 ο εμπλουτισμός άρχισε πάλι το Φεβρουάριο και ήταν διάρκειας 60 ημερών, αλλά το νερό δεν επαρκούσε για να καλύψει την απορροφητική ικανότητα των φρεάτων. Από το Δεκέμβριο του 1966 μέχρι τον Απρίλιο του 1967 ο εμπλουτισμός επαναλήφθηκε για 120 μέρες, αλλά τα φρέατα δεν ήταν σταθερά και πολλά απ'αυτά άλλαζαν συνάχεια. Τέλος την Άνοιξη του 1968 ο ΤΟΕΒ επαναλαμβάνει τον τεχνητό εμπλουτισμό υπό τις οδηγίες της ΥΕΒ και του ΥΠΓΕ.

Στη διάρκεια αυτού του πειράματος αξίζει να αναφερθεί ότι υπήρξαν ορισμένα προβλήματα, από την άρνηση και τη δυσπιστία των ιδιοκτητών φρεάτων εμπλουτισμού, καθώς και την υποκλοπή νερού κατά μήκος της ενωτικής διώρυγας για αρδεύσεις, όπως επίσης και με τη συνεχή αλλαγή ορισμένων φρεάτων, δυσκολεύοντας έτσι τη συλλογή αξιόπιστων δεδομένων.

Από την εφαρμογή του εμπλουτισμού σ'αυτή την περίοδο παρατηρήθηκε ότι τα φρέατα στην περιοχή της Ασίνης και ιδιαίτερα στις αδρομερείς αποθέσεις του Δαφνοπόταμου στις παρυφές της πεδιάδας, είχαν πολύ μεγαλύτερη απορροφητική ικανότητα από αυτά της περιοχής του Πολυγώνου. Ακόμη παρατηρήθηκε ότι η απορροφητική ικανότητα σε φρέατα κοντά στη θάλασσα, ήταν μικρότερη απ'αυτή σε φρέατα που βρίσκονται μακρύτερα από τη θάλασσα, λόγω του ότι η ανύψωση της στάθμης τους ήταν περιορισμένη. Επίσης παρατηρήθηκε ότι με την πάροδο του χρόνου η απορροφητική ικανότητα των φρεάτων ελαττώνεται, γεγονός που αποδίδεται στην άνοδο της στάθμης των υπόγειων νερών και συνεπώς στην μικρότερη διαφορά δυναμικού μεταξύ της στάθμης του φρέατος και αυτής του υδροφόρου ορίζοντα.

Η μέση απορροφητική ικανότητα των φρεάτων προέκυψε ότι κυμάνθηκε από 10 m³/h στις περισσότερες περιοχές, μέχρι 30 m³/h στην περιοχή της Ασίνης και ιδιαίτερα του χείμαρρου Δαφνοπόταμου.

4.1.2 Δεύτερη Φάση Τεχνητού Εμπλουτισμού

Η δεύτερη φάση τεχνητού εμπλουτισμού άρχισε το 1990 μετά από τις έντονες ξηρασίες που επικράτησαν την περίοδο 1988-90. Αρχικά εμπλουτισμός εφαρμόστηκε σε 130 ιδιωτικές γεωτρήσεις και φρέατα σε ευρύτερη πλέον ζώνη από αυτή της πρώτης φάσης και κάλυπτε όχι μόνο τις περιοχές Ασίνης-Δρεπάνου-Λευκακίων, αλλά κυρίως όλη τη χαμηλή περιοχή του Αργολικού πεδίου από το Ναύπλιο και τη Νέα Τίρυνθα μέχρι τη Νέα Κίο και βορειότερα. Η τροφοδοσία γινόταν από τη διάωρυγα Νέας Κίου (νερό κυρίως Κεφαλαρίου) με λειτουργία των συλλογικών αρδευτικών έργων και προώθηση του νερού στις γεωτρήσεις και τα φρέατα εμπλουτισμού.

Το πρόγραμμα αυτό του εμπλουτισμού συνεχίστηκε μέχρι το και 1993. Στη συνέχεια με την περάτωση των εργασιών κατασκευής της προσαγωγού διάωρυγας Κιβερίου την Άνοιξη του 1994 εφαρμόστηκε τεχνητός εμπλουτισμός σε ιδιωτικές γεωτρήσεις κατά μήκος της διάωρυγας αυτής με ποσότητες νερού υπερδιπλάσιες αυτών που εφαρμόζονταν τα προηγούμενα έτη. Έτσι από το 1994 και μετά η τροφοδοσία των γεωτρήσεων με νερό εμπλουτισμού άρχισε να γίνεται σχεδόν αποκλειστικά από τη νέα διάωρυγα Κιβερίου σε παρακείμενες κυρίως γεωτρήσεις με βαρύτητα και αναρρόφηση νερού, ενώ εγκαταλείφθηκε σταδιακά η διάωρυγα Νέας Κίου. Το γεγονός αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση της ζώνης εμπλουτισμού βορειότερα, την εφαρμογή του χωρίς πρόσθετη κατανάλωση ενέργειας και συνεπώς οικονομικότερα και τη δυνατότητα εφαρμογής πολύ μεγαλύτερης ποσότητας νερού.

Η αναγκαιότητα για άμεση εξυγίανση των υπόγειων νερών της περιοχής, καθώς και τα πρώτα εμφανή αποτελέσματα του τεχνητού εμπλουτισμού, ενθάρρυναν τους ιδιώτες γεωργούς και προέβηκαν συνεταιριστικά στη διάνοιξη 10 γεωτρήσεων εμπλουτισμού υπο τις οδηγίες της ΥΕΒ και του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής του ΓΠΑ, σε τρεις περιοχές κατά μήκος της διάωρυγας Κιβερίου στις κοινότητες Ήρας, Κουρτακίου και Αγίας Τριάδας. Έτσι αυξήθηκε σημαντικά η δυνατότητα τεχνητής τροφοδοσίας των υδροφόρων οριζόντων.

Με την εφαρμογή του τεχνητού εμπλουτισμού παρατηρήθηκε άνοδος της στάθμης των υπόγειων νερών σε μεγάλη έκταση. Στην περιοχή του εμπλουτισμού αμέσως μετά τον εμπλουτισμό επικρατούν υδραυλικά φορτία γύρω στο 1m πάνω από τη στάθμη της θάλασσας, ενώ βορειότερα της διάωρυγας εξακολουθούν να επικρατούν αρνητικά φορτία 10, 20 και 30 m, όμως ένα σημαντικό μέρος του νερού εμπλουτισμού φαίνεται να κινείται προς τις περιοχές βόρεια της διάωρυγας Αναβάλου. Επίσης παρατηρήθηκε μείωση της περιεκτικότητας σε χλώρια των

υπόγειων νερών ανάμεσα στο 1990 και 1995 η οποία αποδίδεται στον εμπλουτισμό που εφαρμόστηκε στο ενδιάμεσο αυτό διάστημα.

Συμπερασματικά εκτιμάται ότι με τη συστηματική εφαρμογή του τεχνητού εμπλουτισμού μπορεί να εξασφαλιστεί ένας όγκος νερού γύρω στα $100 \times 10^6 \text{ m}^3$, άριστης ποιότητας από τους υπόγειους υδροφορείς. Νερά των πηγών Κιβερίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιοχές όπως τα Ίρια όπου το υπόγειο νερό τους είναι κάκιστης ποιότητας, αλλά και στην κεντρική και νότια περιοχή του Αργολικού πεδίου, όπου αναπτύσσονται αργιλικές στρώσεις που παρεμποδίζουν τη ρύπανση του υπόγειου νερού.

4.2 Ποιότητα αρδευτικών νερών - πρόληψη και αντιμετώπιση προβλημάτων

Είναι γνωστό ότι η άρδευση με νερό μεγάλης περιεκτικότητας σε άλατα μπορεί να έχει δυσμενή επίδραση τόσο στην καλλιέργεια όσο και στο έδαφος. Η χημική ανάλυση του νερού και η εκτίμηση της ποιότητας του δεν είναι αρκετά για την απόρριψη ή χρησιμοποίηση του αρδευτικού νερού. Η γνώση συνθηκών όπως κλίμα, στράγγιση, μέθοδος άρδευσης, φυσικές ιδιότητες εδάφους, ανθεκτικότητα καλλιεργειών και διαχείριση εφαρμογής αρδευτικού νερού, θα ολοκληρώσει την απαραίτητη υποδομή γνώσεων και θα μας οδηγήσει στο συμπέρασμα μιας κρίσης που θα στηρίζεται στη σύγχρονη επιστημονική γνώση σε συνδυασμό με τις τοπικές προαναφερθείσες ιδιαιτερότητες.

Ο παραγωγός πρέπει να μάθει να ζει με το αλάτι. Η αρδευόμενη γεωργία κατακτά συνεχώς έδαφος και συνεπώς είναι απαραίτητη η αξιοποίηση σχεδόν κάθε πηγής νερού. Χρόνο με το χρόνο πρέπει να μειώνονται δραστικά τα ποσοστά των περιθωριακών νερών, αλλά για να γίνει αυτό πράξη χρειάζεται αυξημένη γνώση αντιμετώπιση των προβλημάτων που δημιουργούνται από ένα αρδευτικό νερό κακής ποιότητας. Τα προβλήματα αυτά κατατάσσονται σε 4 κατηγορίες: αλατότητα-μείωση εδαφικής περατότητας-τοξικότητα-διάφορα.

Οι επιπτώσεις αυτές πάνω στο σύστημα έδαφος -καλλιέργεια μπορούν στο μέτρο του δυνατού να προληφθούν ή να αποκατασταθούν με κατάλληλες διαχειρίσεις. Άλλωστε ο χρήστης του νερού δεν θέλει απλά και μόνο να γνωρίζει την ποιότητα του αρδευτικού νερού, αλλά θέλει επί πλέον να έχει και τη δυνατότητα αντιμετώπισης ενός ενδεχόμενου προβλήματος

4.2.1 Αντιμετώπιση της αλατότητας

Το πρώτο που πρέπει να εξασφαλιστεί για την αντιμετώπιση του αλατικού προβλήματος είναι η βελτίωση της διαθεσιμότητας του εδαφικού νερού στην καλλιέργεια.

Η διαθεσιμότητα αυτή εξασφαλίζεται με τις παρακάτω πρακτικές.

4.2.1.1 Συχνότερες αρδεύσεις

Αρδεύοντας συχνά διατηρούμε την εδαφική υγρασία σε υψηλά επίπεδα και έτσι μειώνεται η συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό νερό. Αυτό σημαίνει μικρότερη οσμωτική πίεση και συνεπώς περισσότερο νερό για την καλλιέργεια.

Επίσης οι συχνές αρδεύσεις εκπλύνουν το επάνω τμήμα του ριζοστρώματος και μειώνουν την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδαφικού νερού.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η μείωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας αμέσως μετά την άρδευση και η αύξησή της στα μεσοδιαστήματα που έχουμε πτώση του υγρασιακού επιπέδου του εδάφους. Επίσης φαίνεται ότι το επάνω τμήμα της ριζικής ζώνης (40 cm) έχει λιγότερα αλάτια από το κατώτερο τμήμα της (80 cm).

Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι, αν έχουμε δίκτυο που λειτουργεί με ελεύθερη ζήτηση δεν θα υπάρξει δυσκολία εφαρμογής συχνών αρδεύσεων, αν όμως η άρδευση ρυθμίζεται με πρόγραμμα, τότε θα πρέπει να κοιτάξουμε για άλλες πρακτικές. Επίσης με τις συχνές αρδεύσεις θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα η τεχνική εφαρμογής νερού, ώστε η άρδευση να έχει το μεγαλύτερο δυνατό βαθμό εφαρμογής, πράγμα που σημαίνει μεγάλη αποδοτικότητα και μικρή σπατάλη νερού.

4.2.1.2 Εκλογή ανθεκτικής καλλιέργειας

Η επιλογή της κατάλληλης καλλιέργειας που θα εντοπίσει το υπαρκτό ή ενδεχόμενο πρόβλημα αλατότητας είναι βασικό πλεονέκτημα του παραγωγού και αποτελεί ένα από τα δραστικότερα μέτρα αντιμετώπισης του αλατικού προβλήματος.

Η αντοχή των καλλιεργειών παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα σαν μια σταθερή τιμή. Αυτό βέβαια δεν είναι απόλυτα αληθινό. Η αντοχή των καλλιεργειών αλλάζει με τη διαχείριση του νερού, το στάδιο ανάπτυξης, το ριζόστρωμα, τις ποικιλίες και το κλίμα.

Για πολλές καλλιέργειες (τεύτλα, ρύζι, σιτάρι, κριθάρι και αρκετά λαχανικά) το στάδιο φυτρώματος των σπόρων είναι το πιο ευαίσθητο και εδαφική αλατότητα $E_{ce} > 4$ mmhos/cm στο στάδιο αυτό ίσως καθυστερήσει ή αναχαιτίσει τη βλάστηση και την πρόωμη ανάπτυξη.

Το ριζικό σύστημα ασκεί σημαντική επίδραση στην αντοχή ορισμένων δεντροδών καλλιεργειών στην αλατότητα. Διάφορες ποικιλίες εμφανίζουν σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά την αντοχή τους στην αλατότητα. Οι διαφορές αυτές χρησιμοποιήθηκαν για την εκλογή εμπορικών φυτών τόσο από πλευράς ποικιλίας όσο και ριζικού συστήματος.

Το κλίμα παίζει σπουδαίο ρόλο στην αντοχή των καλλιεργειών. Γενικά καλλιέργειες αναπτυσσόμενες σε δροσερά κλίματα ή κατά τη διάρκεια της δροσερότερης εποχής του χρόνου είναι πιο ανθεκτικές στα αλάτια από εκείνες που

αναπτύχθηκαν σε θερμότερες περιόδους με συνθήκες χαμηλής υγρασίας ή υψηλής εξατμισοδιαπνοής.

Τα λιπάσματα δεν πιστεύεται ότι αυξάνουν την αντοχή των καλλιεργειών στην αλατότητα. Παρόλα αυτά αν η λίπανση είναι περιοριστικός παράγοντας ίσως αυξηθούν οι αποδόσεις.

4.2.1.3 Επιλογή μεθόδου άρδευσης

Αν η χρησιμοποιούμενη μέθοδος άρδευσης δημιουργεί κίνδυνο αλατότητας τότε θα πρέπει να οδηγηθούμε στην επιλογή μεθόδου που θα ελέγχει τα αλάτια στο έδαφος και θα αποφεύγει τις δυσμενείς επιπτώσεις στην καλλιέργεια.

4.2.1.3.1 Επιφανειακή άρδευση

Οι επιφανειακές μέθοδοι άρδευσης (λεκάνες, λωρίδες, αυλάκια) εφαρμόζουν γενικά υψηλές δόσεις νερού και αν αναγκαστούμε να αρδεύουμε συχνότερα για την έκπλυση των αλάτων, ίσως σπαταλήσουμε νερό προκαλώντας ταυτόχρονα λίμνασμα νερού, άνοδο υπόγειας στάθμης και τελικά μειωμένη παραγωγή. Αν πάλι αφήνουμε την υγρασία να εξαντληθεί κατά ένα σημαντικό ποσοστό μεταξύ των αρδεύσεων, τότε καθώς μειώνεται η εδαφική υγρασία αυξάνεται η συγκέντρωση των αλάτων και μειώνεται ακόμη περισσότερο η διαθεσιμότητά της.

Στις περιπτώσεις αυτές για να πετύχουμε αξιόλογη βελτίωση στη διαχείριση νερού και αλατότητας, ίσως χρειαστεί αλλαγή μεθόδου άρδευσης σε καταιόνιση ή άρδευση με σταγόνες, εφόσον βέβαια το κόστος της αλλαγής δικαιολογείται από την αναμενόμενη βελτίωση της απόδοσης.

Εξασφαλίζοντας όμως καλές συνθήκες στράγγισης μπορούμε να εφαρμόσουμε, όπου οι γενικότερες συνθήκες το επιτρέπουν, άρδευση με λωρίδες ή ακόμη περισσότερο με λεκάνες χωρίς να έχουμε κανένα από τα προαναφερθέντα προβλήματα, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα σημαντική έκπλυση αλάτων από το έδαφος.

4.2.1.3.2 Καταιονισμός

Αρδεύοντας με καταιονισμό μπορούμε να εφαρμόσουμε ομοιόμορφα το νερό στο χωράφι, αποφεύγοντας κορεσμούς ή ελλειπείς τροφοδοσίες με όλα τα γνωστά επακόλουθα.

Ο καταιονισμός μερικές φορές χρησιμοποιείται για να βοηθήσει το φυτόμα και τα πρώτα στάδια βλάστησης σε καλλιέργειες ευαίσθητες στην αλατότητα, την υψηλή θερμοκρασία και την εδαφική κρούστα. Όταν χρησιμοποιείται στο φυτόμα εφαρμόζεται μία ή περισσότερες φορές την ημέρα για αρκετές ημέρες και με μικρή διάρκεια χρόνου άρδευσης. Μόνιμα συστήματα καταιονισμού βρήκαν εφαρμογή στα μαρούλια.

Εφαρμόζοντας πλέον αποδοτικά το νερό με τη μέθοδο αυτή, μειώνονται οι απώλειες βαθείας διήθησης και έτσι αποφεύγονται προβλήματα υψηλής υπόγειας στάθμης και αλατότητας.

Όταν αρδεύουμε με νερό κακής ποιότητας κάτω από συνθήκες χαμηλής υγρασίας, τότε ορισμένες ευαίσθητες καλλιέργειες, όπως σταφύλια, εσπεριδοειδή και πολλές άλλες δεντρώδεις, είναι πιθανό να απορροφήσουν σημαντικές και επομένως τοξικές ποσότητες Na και Cl από τα φύλλα. Η συγκέντρωση των τοξικών αλάτων στα φύλλα οφείλεται στην εξάτμιση του νερού από τη φυλλώδη επιφάνεια, που συμβαίνει στη διάρκεια των αλληπάλληλων διαβροχών και ξηράνσεων των φύλλων κατά την περιστροφή των καταιονιστήρων. Αν οι καταιονιστήρες δίνουν χαμηλή ένταση βροχής και οι συγκεντρώσεις του Cl και Na στο νερό είναι μεγαλύτερες από 3 meq/l, είναι δυνατό να έχουμε τοξικά φαινόμενα στην περιφέρεια των φύλλων (νεκρώσεις).

Αρδεύοντας σε χρονικά διαστήματα με ικανοποιητική ατμοσφαιρική υγρασία όπως τη νύχτα, ελαχιστοποιούμε τους κινδύνους υπέρμετρης συγκέντρωσης στοιχείων στα φύλλα. Το ίδιο επίσης επιτυγχάνεται με την αύξηση της ταχύτητας των καταιονιστήρων.

4.2.1.3.3 Άρδευση με σταγόνες

Όταν έχουμε νερό καλής ποιότητας και αρδεύουμε με σταγόνες, τότε οι αποδόσεις είναι ίσες ή ελαφρά καλύτερες από τις άλλες μεθόδους σε συγκρίσιμες συνθήκες. Αν όμως το νερό είναι κακής ποιότητας οι αποδόσεις με τη στάγδην άρδευση θα είναι σαφώς καλύτερες από τις άλλες μεθόδους, για το λόγο ότι με τη μέθοδο αυτή έχουμε συνεχώς την υγρασία σε υψηλά επίπεδα και συνεπώς η συγκέντρωση των αλάτων είναι μικρότερη.

Με τη μέθοδο αυτή τα αλάτια συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του εδάφους και μέσα στο έδαφος στα άκρα του βρεχόμενου βολβού. Αλάτια μπορεί να συγκεντρωθούν κάτω από το σταλλακτήρα, αλλά οι καθημερινές αρδεύσεις θα διατηρήσουν μια ελαφρά αλλά σχεδόν συνεχή προς τα κάτω κίνηση της υγρασίας, που θα τα κρατήσει σε έλεγχο. Με το χρόνο η συγκέντρωση των αλάτων στην επιφάνεια του εδάφους και στις παρυφές του βολβού μεταξύ των σταλλακτήρων

γίνεται αξιόλογη. Έκπλυση με καταιονισμό ή κατάκλιση θα εκπλύνει τα αλάτια, αλλά αυτό θα έχει σαν συνέπεια τη χρήση ενός δευτέρου συστήματος άρδευσης και χρήση πρόσθετου νερού που θα επιτρέψει τη συνεχή παραγωγή, χρησιμοποιώντας νερό κακής ποιότητας. Η βροχή αν είναι αρκετή μπορεί να προκαλέσει έκπλυση, αν όμως δεν είναι ικανοποιητική τότε ίσως έχουμε σημαντικότερα προβλήματα με τη μικρή μετακίνηση των αλάτων προς τον κύριο όγκο του ριζοστρώματος.

4.2.1.4 Αλλαγή καλλιεργητικών πρακτικών

4.2.1.4.1 Προάρδευση

Τα αλάτια συχνά συγκεντρώνονται σε λίγα επιφανειακά εκατοστά του εδάφους και συνεπώς μια έντονη προάρδευση για την έκπλυση των επιφανειακών αυτών αλάτων θα βελτιώσει το φύτρωμα και τη γρήγορη ανάπτυξη της καλλιέργειας. Αυτό γίνεται αρκετά νωρίτερα από τη σπορά, για να έχουμε χρόνο για τις απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες.

Πολλές φορές εφαρμόζουμε μια άρδευση πριν από την έναρξη των περιορισμένων χειμερινών βροχοπτώσεων, έτσι ώστε το εδαφικό προφίλ να είναι κορεσμένο με νερό και οι χειμερινές βροχές να δώσουν επιπλέον νερό για έκπλυση. Η τεχνική αυτή είναι ιδιαίτερα πλεονεκτική επειδή δίνει νερό υψηλής ποιότητας για έκπλυση (βροχόνερο) και κινεί τα αλάτια έξω από την περιοχή σποράς οπότε δεν παρατηρούνται προβλήματα φυτρώματος.

4.2.1.4.2 Τοποθέτηση του σπόρου

Η άρδευση με αυλάκια σε αλατούχα εδάφη ή η χρήση νερού κακής ποιότητας είναι ιδιαίτερα σοβαρό πρόβλημα, γιατί έχουμε έντονη συγκέντρωση αλάτων στην περιοχή του σπόρου με τις γνωστές συνέπειες. Με τις προϋποθέσεις αυτές αν βάλουμε το σπόρο στο κέντρο της στέψης του αναχώματος που σχηματίζεται μεταξύ δυο αυλακίων, επιλέγουμε μια περιοχή όπου αναμένεται να συγκεντρωθούν τα περισσότερα αλάτια. Τοποθετώντας τους σπόρους σε διπλή σειρά πάνω στο ανάχωμα και μακριά από το κέντρο αυτού, αποφεύγουμε τις μεγάλες συγκεντρώσεις αλάτων του κεντρικού τμήματος και έτσι μπορούν να γίνουν ανεκτές υψηλότερες συγκεντρώσεις αλάτων τόσο στο νερό όσο και στο έδαφος.

Μια άλλη τεχνική είναι η άρδευση αυλάκι παρ'αυλάκι, οπότε τα αλάτια συγκεντρώνονται προς τη μη αρδευόμενη πλευρά. Τοποθετώντας δε το σπόρο

προς την αρδευόμενη πλευρά του αναχώματος εξασφαλίζουμε τη φύτευση και με εντονότερες αλατούχες συνθήκες. Με την εφαρμογή της τεχνικής αυτής αντεδεικνύται η σπορά σε δύο σειρές.

Όταν περιμένουμε να έχουμε πρόβλημα αλατότητας, η αύξηση του ύψους του νερού στο αυλάκι θα βοηθήσει το φύτευμα. Ακόμη μπορούμε να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας κεκλιμένα αναχώματα με τους σπόρους να φυτεύονται στην κεκλιμένη πλευρά και λίγο πάνω από τη στάθμη του νερού. Η άρδευση συνεχίζεται έως ότου υγρανθεί το έδαφος αρκετά πάνω από το σπόρο.

Τα προβλήματα αλατότητας επιδεινώνονται όταν μόνιμες καλλιέργειες είναι φυτεμένες σε κάποιο ανυψωμένο επίπεδο και αρδεύονται με νερό κακής ποιότητας. Τα αλάτια σε λίγα χρόνια συγκεντρώνονται στις υπερυψωμένες περιοχές σε επίπεδο που υπερβαίνει την αντοχή των καλλιεργειών.

4.2.1.4.3 Λίπανση

Τα χημικά λιπάσματα τοποθετούμενα πολύ κοντά στο αναπτυσσόμενο φυτό είναι πιθανό να προκαλέσουν προβλήματα αλατότητας και τοξικότητας. Αν αναμένεται να έχουμε πρόβλημα αλατότητας τότε θα πρέπει να δοθεί προσοχή στο χρόνο και τη θέση λίπανσης. Τα νεαρά φυτά είναι ευαίσθητα στα αλάτια και χρειάζονται λίγη λίπανση στην αρχή και αργότερα την κύρια ποσότητα. Η ανάλυση εδάφους για να γνωρίζουμε E_c, N, P, K πριν από τη φύτευση, είναι χρήσιμη για την εφαρμογή πρακτικών λίπανσης.

Η αντοχή των καλλιεργειών λίγο επηρεάζεται από την αύξηση της γονιμότητας. Αν όμως αλατότητα και χαμηλή γονιμότητα περιορίζουν τις αποδόσεις τότε διόρθωση του πλέον περιοριστικού παράγοντα θα αυξήσει την παραγωγή. Αν όμως η γονιμότητα είναι πλήρης και η αλατότητα περιορίζει την παραγωγή, περαιτέρω αύξηση της λίπανσης δε θα αυξήσει την παραγωγή ούτε θα βελτιώσει την αντοχή των καλλιεργειών στα αλάτια.

4.2.1.4.4 Ισοπέδωση

Το θέμα της ισοπέδωσης του χωραφιού αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιτυχία ομοιόμορφης άρδευσης είτε αρδεύουμε με νερό καλής ποιότητας είτε όχι. Βέβαια όταν αναμένεται αλατικό πρόβλημα ο παράγοντας αυτός έχει θεμελιώδη σημασία, γιατί οι συγκεντρώσεις αλάτων στα υπερυψωμένα σημεία είναι πλέον έντονες. Στην περίπτωση αυτή, ακόμη και στον καταιονισμό θα χρειαστεί ισοπέδωση του χωραφιού για να ελαχιστοποιήσουμε τις ανωμαλίες του εδάφους

και έτσι να μειώσουμε τους κινδύνους συγκέντρωσης αλάτων έστω και κατά θέσεις.

4.2.1.4.5 Διαφοροποίηση του εδαφικού προφίλ

Τα εδάφη πολλές φορές εμφανίζουν αδιαπέρατες στρώσεις που εμποδίζουν ή και αποκλείουν τη διείσδυση ριζών και νερού. Η διαχείριση του νερού και ο έλεγχος της αλατότητας μπορούν να απλοποιηθούν αν οι στρώσεις αυτές γίνουν περατές στο νερό και τις ρίζες. Το σχίσσιμο της στρώσης βελτιώνει την εσωτερική στράγγιση, αλλά τα αποτελέσματα είναι βραχύβια. Το βαθύ όργωμα θα δώσει καλύτερα αποτελέσματα, εφόσον μπορεί να γίνει, και πρέπει να εκτελείται μετά από την ισοπέδωση και πριν από την έκλυση.

Αλατούχες εδαφικές στρώσεις συχνά ανεβαίνουν με το βαθύ όργωμα στη ριζική ζώνη, οπότε την πρώτη χρονιά πρέπει να καλλιεργηθεί μια ετήσια ανθεκτική καλλιέργεια στα αλάτια καλλιέργεια όπως το κριθάρι και να εφαρμοσθεί μεγαλύτερη ποσότητα νερού έκπλυσης από την κανονική.

4.2.1.4.6 Εγκατάσταση στραγγιστικού δικτύου

Όπου έχουμε υψηλό υπόγειο ορίζοντα αλλά και γενικότερα όπου αναμένεται να εμφανιστεί πρόβλημα αλατότητας, είναι απαραίτητη η κατασκευή στραγγιστικού δικτύου. Αν δεν εξασφαλίζεται η στράγγιση της προβληματικής περιοχής τότε δεν μπορούμε να ελέγξουμε τα αλάτια με τη βοήθεια των εκπλύσεων.

4.2.2 Αντιμετώπιση της μείωσης της εδαφικής περατότητας

Για να προλάβουμε τη μείωση της εδαφικής περατότητας από τη χρήση νερού κακής ποιότητας ή να αποκαταστήσουμε αυτή, μπορούμε να εφαρμόσουμε χημικές και φυσικές μεθόδους. Οι χημικές μέθοδοι προκαλούν μια χρήσιμη αλλαγή στη χημεία εδάφους και νερού. Οι φυσικές μέθοδοι περιλαμβάνουν ένα σύνολο καλλιεργητικών πρακτικών που σκοπό έχουν την αύξηση της διηθητικότητας.

4.2.2.1 Χρήση βελτιωτικών εδάφους

Αν το Na στο αρδευτικό νερό μειωθεί ή το Ca και το Mg αυξηθούν τότε θα έχουμε βελτίωση της εδαφικής περατότητας. Σήμερα δεν υπάρχει τρόπος χαμηλού κόστους μετακίνησης των αλάτων Na από το αρδευτικό νερό. Μπορούμε όμως να προσθέσουμε χημικές ενώσεις τόσο στο έδαφος όσο και στο νερό για να αυξηθεί το Ca και να βελτιωθεί η αναλογία Na προς Ca.

Κοκκώδης γύψος εφαρμόζεται επιφανειακά στα εδάφη σε τιμές 0,2-4 t/στρέμμα. Όπου τα προβλήματα Na είναι σοβαρά μπορούν να χρησιμοποιηθούν 4 t/στρέμμα. Αν το πρόβλημα περατότητας είναι κύρια στην επιφάνεια του εδάφους, ίσως ο κοκκώδης γύψος γίνει πιο αποδοτικός αν απλωθεί στην επιφάνεια του εδάφους ή αναμειχθεί με το έδαφος σε μικρό βάθος.

Η εφαρμογή του γύψου στο νερό απαιτεί μικρότερες ποσότητες από εκείνες του εδάφους. Οι γυψώσεις νερού είναι ιδιαίτερα αποδοτικές με νερό χαμηλής αλατότητας ($EC < 0,5 \text{ mmhos/cm}$) ενώ είναι λιγότερο αποδοτικές με νερό μεγάλης αλατότητας λόγω της χαμηλής διαλυτότητας του γύψου. Η εφαρμοζόμενη γύψος στο νερό είναι λεπτή (25mm ή λεπτότερη) και προστίθεται σε σταθερή τιμή κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου, εμπλουτίζεται δε το νερό με 1-4 meq/l Ca.

Η εκλογή ενός βελτιωτικού πρέπει να στηριχθεί στην αποδοτικότητα, το κόστος και την ασφάλεια χρήσης του. Ο παρακάτω πίνακας δίνει ορισμένα κοινά βελτιωτικά καθώς και την ισοδυναμία τους με ένα τόνο γύψου καθαρότητας 100%. Τα χημικά εδαφοβελτιωτικά πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όταν χρειάζονται και τα αποτελέσματα να δικαιολογούν τη χρήση τους και όχι απλώς να ελπίζουμε για κάτι καλό. Τα βελτιωτικά αυτά κοστίζουν αρκετά. Ίσως είναι χρήσιμη η εφαρμογή τους εκεί που η εδαφοπερατότητα είναι μικρή λόγω χαμηλής αλατότητας, υπερβολικού Na ή CO_3 στο νερό. Δεν είναι όμως χρήσιμα αν η μικρή περατότητα οφείλεται σε προβλήματα υφής ή συμπίεσης του εδάφους, σε αδιαπέρατες στρώσεις ή σε υψηλή υπόγεια στάθμη νερού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: Βελτιωτικά εδάφους και νερού και η σχετική τους αποτελεσματικότητα στην παροχή **Ca**

Βελτιωτικό	Ισοδύναμοι τόνοι βελτιωτικού με 1 τόνο Ca
Γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)*	1,00
Θείο (S)**	0,19
Θεικό οξύ (H_2SO_4)*	0,61
Χλωριούχο ασβέστιο ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)*	0,86
Νιτρικό ασβέστιο ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$)*	1,06

*Κατάλληλο για χρήση σε έδαφος και νερό

** < < < στο έδαφος

4.2.2.2 Συχνότερες αρδεύσεις

Οι συχνότερες αρδεύσεις έχουν σαν αποτέλεσμα υψηλή εδαφική υγρασία. Η υγρασία αυτή θα διατηρήσει μια χαμηλότερη τιμή προσρόφησης Na επειδή η διάλυση ευνοεί την προσρόφηση του Ca και Mg σε σχέση με το Na και οι απώλειες λόγω καθίζησης θα είναι ελάχιστες. Οι καθιζήσεις συμβαίνουν ιδιαίτερα στο χρονικό διάστημα μεταξύ των αρδεύσεων όταν έχουμε νερό με πολύ HCO_3 και υψηλή τιμή προσρόφησης Na, οπότε έντονες πτώσεις υγρασίας πιστεύεται ότι κατακρημνίζουν αξιόλογες ποσότητες Ca.

4.2.2.3 Επιφανειακή καλλιέργεια και βαθύ όργωμα

Μια άλλη αποτελεσματική αλλά προσωρινή λύση του προβλήματος περατότητας είναι η καλλιέργεια και το βαθύ όργωμα του εδάφους. Καλλιεργώντας το έδαφος αυξάνεται η τραχύτητά του και βελτιώνεται η διείσδυση του νερού εντός αυτού έστω και για μικρό χρονικό διάστημα. Το βαθύ όργωμα μπορεί να βελτιώσει τη διεισδυτικότητα για μια - δύο αρδεύσεις μόνο, επειδή τα περισσότερα προβλήματα περατότητας εμφανίζονται στην επιφάνεια του εδάφους ή κοντά σ αυτήν, οπότε γρήγορα επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση ύστερα από λίγες αρδεύσεις. Ακόμη όμως κι αν δεν έχει μόνιμα αποτελέσματα θα

βελτιώσει την κατάσταση αρκετά για να δημιουργήσει μια αξιόλογη διαφορά στην απόδοση.

Το βαθύ όργωμα σε οπορώνες γίνεται πριν από τη φύτευση ή κατά τη διάρκεια του ληθάργου όταν το κόψιμο των ριζών είναι λιγότερο επιζήμιο. Επίσης πρέπει να γίνεται όταν τα εδάφη είναι αρκετά ξερά για να θρυμματιστούν και να ρηγματωθούν. Αν γίνει σε βρεγμένο έδαφος αυξάνεται η συμπίεση και αναμένονται προβλήματα αερισμού και περατότητας.

Με νερά χαμηλής αλατότητας ($EC < 0,5 \text{ mmhos/cm}$) το πρόβλημα περατότητας εμφανίζεται συνήθως στα λίγα επιφανειακά εκατοστά. Μια επιφανειακή κρούστα ή ένα σχεδόν αδιαπέραστο επιφανειακό έδαφος είναι το τυπικό χαρακτηριστικό. Η καλλιέργεια μπορεί να σπάσει την επιφανειακή κρούστα, να τραχύνει το έδαφος και να ανοίξει ρωγμές που θα διευκολύνουν τη διήθηση του νερού.

4.2.2.4 Αύξηση του χρόνου εφαρμογής του νερού

Η αύξηση του χρόνου άρδευσης για να επιτύχουμε την επιθυμητή διείσδυση έχει ορισμένα όρια, επειδή μπορούν να προκληθούν προβλήματα κορεσμού, αερισμού, υπερβολικής απορροής και στράγγισης. Εφαρμόζοντας όμως παράλληλα και τεχνοκές όπως μείωση της αρδευτικής παροχής και ελάττωση της κλίσης του χωραφιού ίσως κατορθώσουμε να δώσουμε αρκετό νερό στο έδαφος. Μια προάρδευση μπορεί να διαρκέσει αρκετά, ώστε να φέρουμε την υγρασία στην υδατοϊκανότητα χωρίς κίνδυνο για την καλλιέργεια και ίσως είναι μερικές φορές η μόνη ευκαιρία για να βρέξουμε το βαθύτερο τμήμα της ριζικής ζώνης.

4.2.2.5 Αλλαγή της διεύθυνσης ροής προς την μικρότερη κλίση

Αυτό υιοθετείται ιδιαίτερα στις αρδεύσεις με αυλάκια και λωρίδες όπου η διεύθυνση ροής μπορεί να αλλάξει σ' εκείνη με τη μικρότερη κλίση. Η αλλαγή αυτή αυξάνει το χρόνο άρδευσης και συνεπώς το χρόνο διήθησης του νερού.

4.2.2.6 Προσαρμογή του ύψους βροχής των καταιονηστήρων σύμφωνα με τη διηθητικότητα του εδάφους

Σχεδιάζοντας ένα δίκτυο άρδευσης με καταιονισμό θα πρέπει να δώσουμε ιδιαίτερο βάρος στην ένταση βροχής των εκτοξευτήρων σε σχέση με τη διηθητικότητα του εδάφους, έτσι ώστε να αποφύγουμε το λίμνασμα ή την

απορροή νερού. Αν όμως διαπιστωθεί τέτοιο φαινόμενο θα πρέπει να επέμβουμε διορθωτικά. Μια εναλλακτική λύση είναι το σταμάτημα της άρδευσης όταν αρχίζει η απορροή και η συνέχισή της αργότερα έως ότου δώσουμε το νερό που πρέπει στην καλλιέργεια.

4.2.2.7 Χρήση οργανικών υπολειμμάτων

Υπολείμματα των καλλιεργειών ενσωματωμένα στο έδαφος βελτιώνουν συχνά τη διείσδυση. Τα ινώδη υπολείμματα των σιτηρών βελτιώνουν τη διεισδυτικότητα ενώ τα υπολείμματα των οσπρίων όχι. Γενικά η επιστροφή των οργανικών υπολειμμάτων στο έδαφος θεωρείται ευεργετική γιατί βοηθάει στη διατήρηση της δομής και επιστρέφει ορισμένα συστατικά στο έδαφος.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με βάση τα στοιχεία της εργασίας αυτής προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα.

1. Ο Νομός Αργολίδας είναι γεωργικός νομός με αναπτυγμένη την αρδευόμενη γεωργία (σχετικά υδατοβόρες καλλιέργειες). Στην πορεία αυτής της ανάπτυξης έγινε “ληστρική” εκμετάλλευση των φυσικών πόρων δηλαδή εδάφους και κυρίως νερού χωρίς ιδιαίτερο προγραμματισμό και προοπτική, με συνέπεια την ΠΟΣΟΤΙΚΗ και ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ κύρια ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ.

2. Το υδατικό ισοζύγιο από ότι προκύπτει έχει προ πολλού διαταραχθεί αφού τα υπόγεια νερά πρέπει να στηρίζουν απαιτήσεις αρδευτικές σχεδόν διπλάσιες από την φυσική τους αναπλήρωση. Η υφαλμυρωμένη περιοχή στο Αργολικό πεδίο είναι περί τα 70.000 στρέμματα και τα υπόγεια νερά εκεί είναι ακατάλληλα για άρδευση. Η συνεχιζόμενη χρήση τους σε μέρος της περιοχής αυτής δημιουργεί πρόβλημα στις καλλιέργειες, επιτείνει την υφαλμύρωση και συσσωρεύει άλατα στα εδάφη ιδιαίτερα σε άνομβρες χρονιές.

3. Η έστω και καθυστερημένη επέκταση των συλλογικών αρδευτικών έργων, έχει ανακουφήσει την γεωργική δραστηριότητα σε μέρος της παραπάνω έκτασης.

4. Για την ασφαλή χρήση των υπόγειων νερών θα πρέπει να επεκταθούν οι τεχνικές που έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται (Τεχνητός Εμπλουτισμός) για την βελτίωσή τους.

5. Η επέκταση των αρδευόμενων καλλιεργειών και στη γύρω του Αργολικού πεδίου λοφώδη περιοχή, έχει δυσμενή επίδραση στην τροφοδοσία των υπόγειων νερών του πεδίου.

6. Η αξιοποίηση των πηγαίων νερών προκύπτει ότι εξακολουθεί να είναι μικρή. Σαν παράδειγμα θα αναφέρω την πηγή Λέρνης που από την ετήσια παροχή της (περίπου 40 εκ. m³) τα τελευταία χρόνια εκμεταλλεύεται μόνο το 3%. Παρά την ένταση του προβλήματος οι πηγές αυτές δεν έχουν συνδεθεί με τη Διώρυγα Αναβάλου όπως προβλέπεται από τις σχετικές μελέτες.

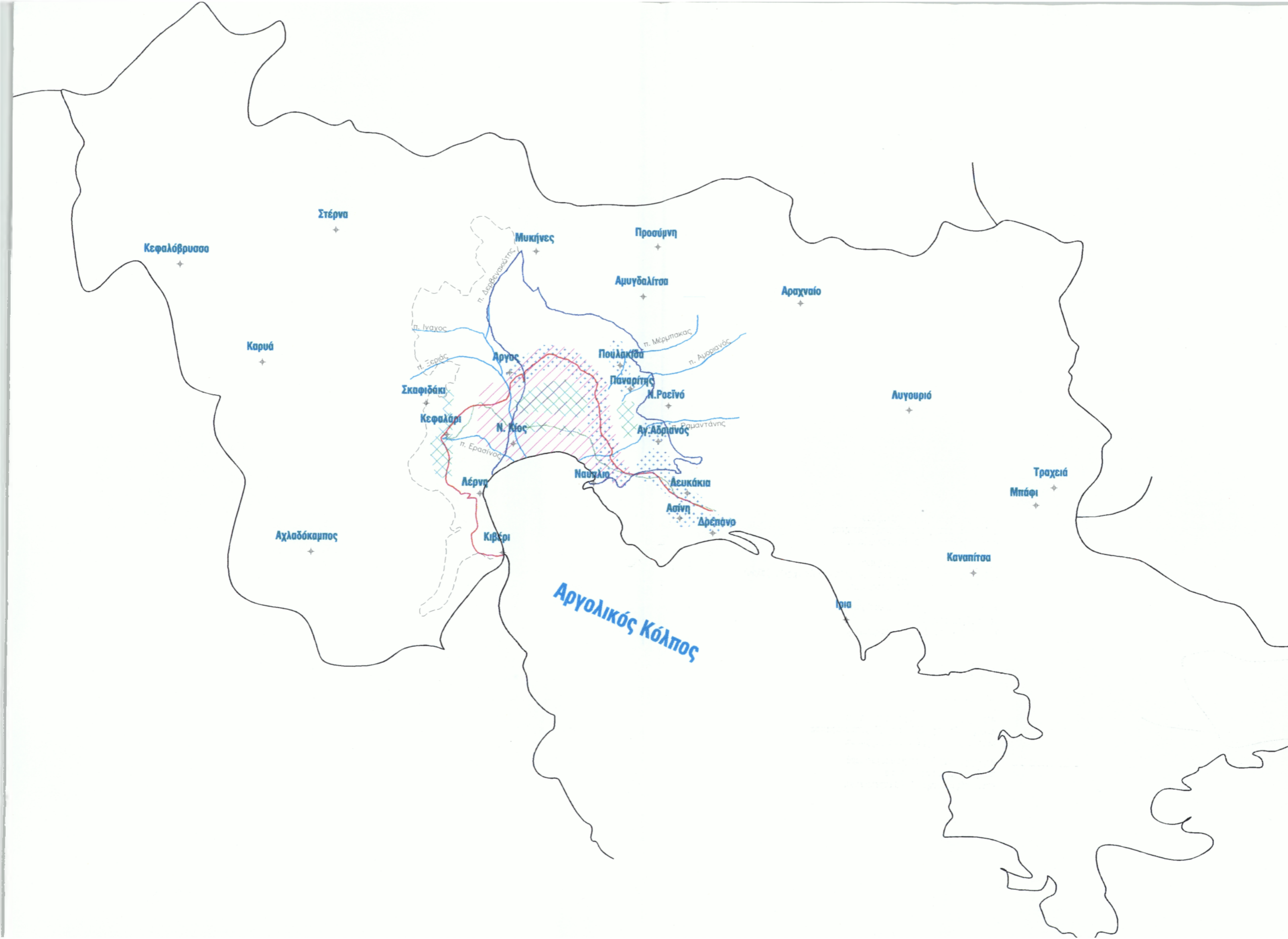
7. Η εκτεταμένη χρήση του νερού των πηγών Κιβερίου στο μέλλον ενδέχεται να αυξήσει τα προβλήματα αλατότητας των υπόγειων νερών αφού η ποιότητά του ορισμένες περιόδους χειροτερεύει (φτάνει τα 650 ppm Cl). Η προσθήκη των αλάτων του νερού αυτού στο έδαφος στις βορειότερες περιοχές μέσα από τα αδρομερή συστατικά θα καταλήξει στα υπόγεια νερά που προοδευτικά θα χειροτερεύουν. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στην πεδινή περιοχή είναι ανύπαρκτο πλέον το στραγγιστικό δίκτυο που θα μπορούσε να απομακρύνει μέρος των αλάτων.

8. Οι χειμερινές ροές των χειμάρρων (όταν υπάρχουν) καθώς και οι πλημμυρικές παροχές τους εξακολουθούν να πηγαίνουν στη θάλασσα σε μια περιοχή που κατέχει το στίγμα της λειψυδρίας.

9. Σε πολλές περιοχές κατά τις άνομβρες χρονιές παρατηρήθηκαν σοβαρές επιπτώσεις στα εσπεριδοειδή από την άρδυσή τους με νερά υψηλής αλατότητας. Η ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση της παραγωγής ήταν έκδηλη καθώς και η γενικότερη εξασθένηση των φυτών, που παρουσίασαν ιδιαίτερη ευαισθησία στον παγετό. Ήδη σε κάποιες περιοχές οι παραγωγοί προχώρησαν στην εκρίζωση των φυτειών και τις αντικατέστησαν με ανθεκτικότερες στα άλατα (π.χ. αγγινάρα) με σοβαρό όμως κίνδυνο παραπέρα υποβάθμισης των εδαφών.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων, με βάση όσα αναφέρθηκαν στην εργασία αυτή και σε αποτελέσματα προηγούμενων ερευνητικών εργασιών, προτείνεται η λήψη των εξής μέτρων:

- Ελεγχόμενη εκμετάλλευση των υπόγειων νερών και επέκταση του ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ που θα προσφέρει την ποσοτική και ποιοτική εξυγίανση τους
- Συστηματική εκμετάλλευση των πηγαίων νερών με ανάλογη ανάπτυξη των αρδευτικών έργων (Κεφαλάρι-Λέρνη-Κιβέρι) για άρδευση -χρειάζεται προσοχή στο νερό Κιβερίου που έχει ποιοτικά προβλήματα.
- Να σταματήσει η επέκταση των αρδευόμενων καλλιεργειών ή να προχωρήσει μόνον εκεί που η υδρολογική έρευνα μπορεί να εξασφαλίσει ασφαλείς ποσότητες νερού.
- Να συσταθεί ένας τοπικός φορέας για την συνολική διαχείριση των υδάτων που θα λειτουργεί με βάση κάποιο μαθηματικό μοντέλο όπως γίνεται σε άλλες χώρες (π.χ. Κύπρος)



Κεφαλόβρυσσος

Στέρνα

Μυκήνες

Προσύμη

Αμυδαλίτσα

Αραχναίο

Καρυά

Αργος

Πουλάκιστα

Παναρίτης

Ν. Ροεϊνό

Σκαφιδάκι

Κεφαλάρι

Ν. Κίος

Αγ. Αδριανός

Λέρνη

Ναυπλίο

Λευκάκια

Ασίνη

Δρέπανο

Αχλαδόκαμπος

Κιβέρι

Αργολικός Κόλπος

Λυγουριό








Τραχειά
Μπάφι

Κανατίτσα

Ιρία



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- 
 περιοχή σοβαρά υφαιμυρωμένη που αρδεύεται με υπόγειο νερό κακής ποιότητας συνολικής έκτασης 70.000 στρεμμάτων.
- 
 περιοχή σοβαρά υφαιμυρωμένη που αρδεύεται με υπόγειο ηγαία νερά (Κεφαλαρίου-Λέρνης-Αναβάλου) συνολικής έκτασης 50.000 στρεμμάτων.
- 
 περιοχή εφαρμογής τεχνητού εμπλουτισμού των υπόγειων νερών συνολικής έκτασης 10.000 στρεμμάτων.
- 
 διώρυγα Αναβάλου
- 
 διώρυγα Ν. Κίου
- 
 περιοχή που αρδεύεται με υπόγειο νερό καλής ποιότητας, αλλά με προβλήματα επάρκειας συνολικής έκτασης 70.000 στρεμμάτων.
- 
 περιοχή που αρδεύεται με υπόγειο νερό καλής ποιότητας σε επάρκεια συνολικής έκτασης 10.000 στρεμμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Ανώτατη Γεωπονική Σχολή Αθηνών.** (1989). Το πρόβλημα του Αργολικού Πεδίου.
2. **Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.** (1996). Χρησιμοποίηση για άρδευση του νερού του φράγματος Κιβερίου Αργολίδας και παρακολούθηση και αντιμετώπιση της υφαλμύρωσης των υπόγειων νερών του Αργολικού Πεδίου.
3. **Πανώρας, Α.** (1986), "Ποιότητα αρδευτικών νερών". ΙΕΒ Σίνδος
4. **Πουλοβασίλης, Α., Π. Κερκίδης και Α. Λιάκατας.** (1993). Λειψυδρία & αρδεύσεις, Λειψυδρία & πλημμύρες.
5. **Πουλοβασίλης, Α., Κ. Στασινόπουλος.** (1963). Κατατοπιστικό σημείωμα επί του υδατικού προβλήματος του Αργολικού Πεδίου.
6. **Πουλοβασίλης Α.** (1980). Μελέτη για την εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων του Αργολικού κάμπου.
7. **Σύλλογος Γεωπόνων Αργολίδας.** (1990). Το υδατικό πρόβλημα της Αργολίδας.
8. **Υπουργείο Γεωργίας.** (1963). Εδαφολογική μελέτη της περιοχής του Αργολικού Πεδίου.