

Οι αναξιοποίητοι Μη-συμβατικοί Υδατικοί πόροι

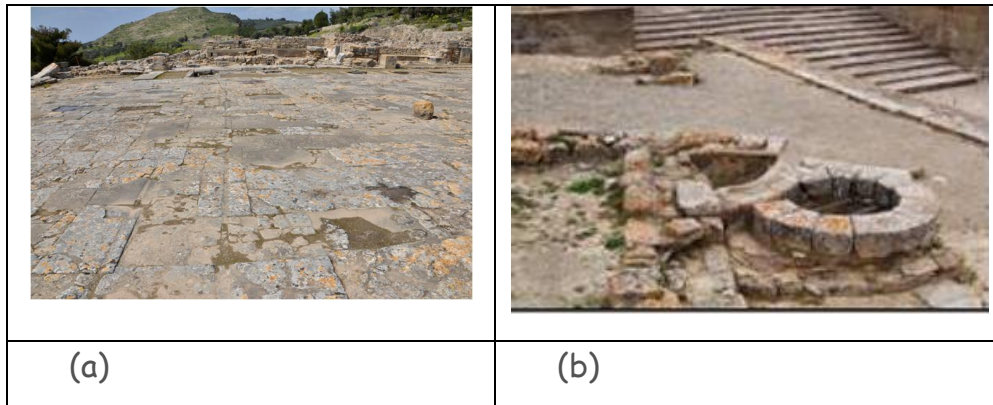
Από τον Ανδρέα Ν. Αγγελάκη*

Παρότι οι μη Συμβατικοί Υδατικοί Πόροι έχουν μια μακρά ιστορία στη χώρα μας, παραμένουν αναξιοποίητοι. Από τους σημαντικότερους είναι το βρόχινο νερό, οι επεξεργασμένες εκροές αστικών υγρών αποβλήτων και το αφαλατωμένο νερό. Μεταξύ πολλών, παρακάτω παρουσιάζονται τρεις εμβληματικές περιπτώσεις από τη Μινωική εποχή:

(α) Η υδροδότηση της Μινωικής Φαιστού γινόταν με τη συλλογή βρόχινου νερού, που αποτελούσε παράδοση χιλιετιών στην Κρήτη και σε άλλες χώρες της Μεσογείου (Εικ. 1). Το σύστημα ύδρευσης του ανακτόρου της Φαιστού αποτελούνταν: (i) Από μια ανοιχτή αυλή ειδικής κατασκευής, με αυλακώσεις, για τη συλλογή των ομβρίων υδάτων. Από εκεί εκτρέπονταν σε δεξαμενές, που βρισκόταν στη δυτική πλευρά της αυλής. Και (ii) από ειδικές δεξαμενές με φίλτρο χοντρής άμμου, που χρησιμοποιούταν για τον καθαρισμό του νερού, πριν την αποθήκευσή του (Αγγελάκης, 2024).

(β) Ορθά και ασφαλώς επεξεργασμένες εκροές υγρών αποβλήτων αποτελούν έναν σημαντικό μη συμβατικό υδατικό πόρο, παρέχοντας τη δυνατότητα ανακύκλωσής τους για πολλαπλές χρήσεις. Παγκοσμίως η χρήση τους κυρίως για άρδευση, είναι γνωστή από την Μινωική εποχή. Τα αστικά υγρά απόβλητα της Φαιστού χρησιμοποιούνταν για άρδευση καλλιεργειών. Εκτρεπόταν νότια του ανακτόρου και όχι βόρεια στο Γεροπόταμο Μεσσαράς, με λεκάνη απορροής περίπου 600 km². Έτσι, τα απόβλητα υφίσταντο μερική φυσική επεξεργασία κατά την συνεχή ροή τους με βαρύτητα, σε απόσταση ενός περίπου χιλιομέτρου, πριν διατεθούν για άρδευση και λίπανση γεωργικών καλλιεργειών, που βρίσκονται ακόμη και σήμερα νότια του ανακτόρου. Αργότερα, στους ιστορικούς χρόνους, η επεξεργασία και

επαναχρησιμοποίηση των αστικών υγρών αποβλήτων βελτιώθηκε και επεκτάθηκε.

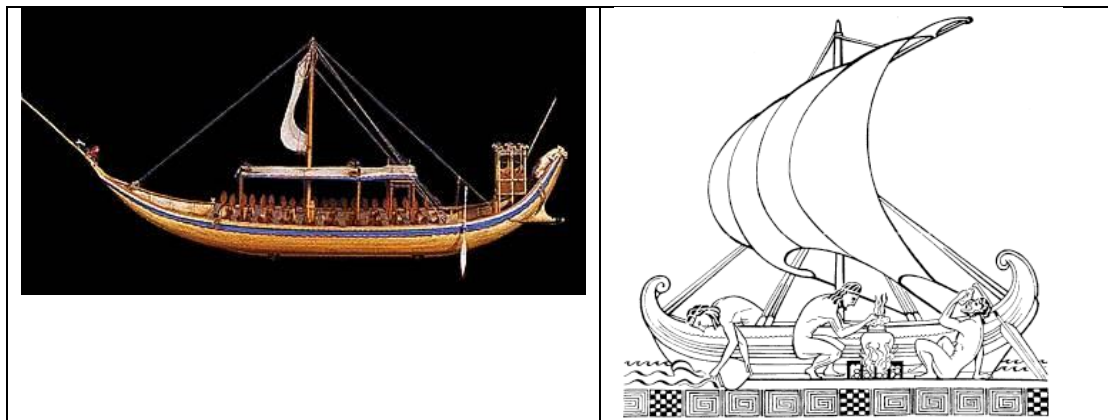


Εικόνα 1. Σύστημα ύδρευσης της Μινωικής Φαιστού: (α) ανοιχτή αυλή και (β) ειδική δεξαμενή με αμμόφιλτρο, που χρησιμοποιούταν για τον καθαρισμό του νερού πριν από την αποθήκευσή του νερού (Αγγελάκης, 2024).

Αντίθετα, στην χώρα μας ακόμη και σήμερα, σε παράκτιες πόλεις μεταφέρονται από την ενδοχώρα, όπως στην Αθήνα, από απόσταση 220 km, επεξεργάζονται και χρησιμοποιούνται για ύδρευση και στη συνέχεια στην Ψυττάλεια οι εκροές τους περίπου 300 εκατ. m³ τον χρόνο επεξεργάζονται και διατίθενται στον Σαρωνικό κόλπο. Αυτή η πρακτική θεωρείται μη βιώσιμη στον διεθνή επιστημονικό τύπο (Angelakis *et al.*, 2023). Μια σπατάλη άνευ προηγουμένου, ενώ στη χώρα μας η αξιοποίηση αξιόπιστα επεξεργασμένων εκροών υγρών αποβλήτων είναι πολύ περιορισμένη. Εκτιμάται ότι χρησιμοποιούνται σε ποσοστό μικρότερο του 10-12 % των επεξεργασμένων εκροών υγρών αποβλήτων, και τα υπόλοιπα διατίθενται σε φυσικούς αποδέκτες, κυρίως στη θάλασσα.

(γ) Το αφαλατωμένο νερό, ένας άλλος σημαντικός μη συμβατικός πόρος, παράγεται από θαλασσινό ή υφάλμυρο νερό, με απομάκρυνση των διαλυμένων στερεών τους, με συνεχώς βελτιωμένες τεχνολογίες, κυρίως με αντίστροφη ώσμωση. Η τεχνολογία αυτή φαίνεται ότι ήταν γνωστή από τη Μινωική εποχή.

Διαφορετικά θα ήταν αδύνατο οι Μινωίτες να ήταν θαλασσοκράτορες, κυρίως στην ανατολική Μεσόγειο, με επί μακρόν παραμονή τους στην θάλασσα (Εικ. 2). Αργότερα, την Κλασική και την Ελληνιστική περίοδο, η τεχνολογία της αφαλάτωσης περιγράφηκε από τον Αριστοτέλη (384-322 π. Χ.). Είχε διατυπώσει τις βασικές αρχές της αφαλάτωσης, αναφέροντας χαρακτηριστικά ότι: ὅτι δὲ γίνεταί ἀτμίζουσα πότιμος καὶ οὐκ εἰς θάλατταν συγκρίνεται τὸ ἀτμίζον, ὅταν συνιστῆται πάλιν, πεπειραμένοι λέγωμεν. Δηλαδή: το θαλασσινό νερό όταν εξατμίζεται μετατρέπεται σε ατμό, γίνεται πόσιμο [γλυκό νερό] και ο ατμός όταν συμπυκνώνεται ξανά δεν ξαναγίνεται θαλασσινό νερό. Αυτό αναφέρει το ξέρω από σχετικό πειραματισμό (Meteorologica II.3, 358b). Επίσης, ο Αλέξανδρος ο Αφροδισιεύς (τέλη 2^{ου} έως μέσα 3^{ου} αιώνα μ.Χ.) αναφέρθηκε στον Αριστοτέλη και σε ναυτικούς, που αφαλάτωναν θαλασσινό νερό σε Ελληνικό πλοίο εν πλω (Εικ. 2).



Εικόνα 2. Προϊστορικά και ιστορικά Ελληνικά πλοία: Μοντέλο Μινωϊκού πλοίου από τοιχογραφία στο Ακρωτήρι της Σαντορίνης (αριστερά) και Ναύτες αφαλατώνουν θαλασσινό νερό σε Ελληνικό πλοίο εν πλω (δεξιά).

Η αφαλάτωση συνέχισε να εξελίσσεται και να βελτιώνεται μέχρι σήμερα. Τα κύρια πλεονεκτήματα του αφαλατωμένου νερού είναι ότι αξιοποιείται μια ανεξάντλητη πηγή, όπως η θάλασσα, είναι υψηλής ποιότητας και δεν εξαρτάται από το κλίμα ή τις καιρικές συνθήκες. Επίσης, συνδυασμός των τεχνολογιών αφαλάτωσης με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μειώνει σημαντικά το κόστος

παραγωγής του. Ιδιαίτερα στην περίπτωση χρήσης υφάλμυρου νερού, το κόστος μειώνεται περαιτέρω. Για την Κρήτη αυτό είναι ιδιαίτερης αξίας επειδή υπάρχουν πολλές αξιόλογες παράκτιες υφάλμυρες πηγές, όπως στον Αλμυρό Αγίου Νικολάου, στον Αλμυρό Ηρακλείου, στη Γεωργιούπολη Χανίων, στη Μαλαύρα Λασιθίου, στο Μπαλί Ρεθύμνου και άλλες μικρότερες (Αγγελάκης, 2024).

Παρά την μακραίωνη ιστορία μας και τα επιτεύγματα της σύγχρονης έρευνας και τεχνολογίας, που επιτρέπουν τη διατήρηση και ποιοτική αναβάθμιση των υφιστάμενων υδατικών μας πόρων και φυσικά την ορθολογική διαχείρισή τους, η μέχρι σήμερα πρόοδος υπολείπεται σημαντικά αυτής άλλων χωρών. Η μεταφορά νερού από άλλες περιοχές, συνήθως παρουσιάζει μεγάλη μεταβλητότητα διαχρονικά, έκθεση σε φυσικές καταστροφές, είναι ενεργοβόρα, μπορεί να έχει σημαντικές αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στις περιοχές απόληψής τους και γενικά είναι μια υψηλού κόστους πρακτική. Το ίδιο περίπου ισχύει και για τους υπόγειους πόρους. Η χρήση τους είναι ενεργοβόρα, εξαιτίας του συνεχώς αυξανόμενου βάθους άντλησής τους και μπορεί να προκαλέσει μη αντιστρέψιμες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι ο αείμνηστος Γιάννης Βασ. Σμπώκος, από τη δεκαετία του '80, διέβλεπε το επερχόμενο πρόβλημα λειψυδρίας στην Κρήτη λόγω της αυξημένης κατανάλωσης νερού από την αστικοποίηση και την τουριστική ανάπτυξη και με προέτρεπε να συνεισφέρω στο δημόσιο διάλογο για την έγκαιρη εξεύρεση των βέλτιστων λύσεων με τους μη-συμβατικούς υδατικούς πόρους. Τον θυμούμαι συνεχώς!

*Ο Ανδρέας Ν. Αγγελάκης είναι επίτιμο μέλος και Διακεκριμένο Fellow της Παγκόσμιας Εταιρείας Νερού (IWA).

Βιβλιογραφία

Αγγελάκης, Α. Ν. (2024). Η διαθεσιμότητα μη συμβατικών υδατικών πόρων στην Κρήτη. ΠΑΤΡΙΣ Ηρακλείου 18/4/2024, <https://patris.gr/2024/04/18/diathesimotita-mi-symvatikon-ydatikon-poron-stin-kriti/>

Angelakis, A. N., Tzanakakis V. A., Capodaglio, A. G., and Dercas, N. (2023). A Critical Review of Water Reuse: Lessons learnt from prehistoric Greece for present and future challenges. *Water* 2023, 15, 2385. <https://doi.org/10.3390/w15132385>