

ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟ-ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ
ΕΙΣ ΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ
(Η περίπτωση των τεχνητών πηγών νερού των αρχαίων Αβδήρων)

Από
ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ ΒΑΒΛΙΑΚΗ*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τους ιστορικούς οι αρχαίοι χαρακτήριζαν τους Αβδηρίτες ανόητους (Εγκ. Υδρία, Εγκ. Ελευθερουδάκη). Οι ίδιοι όμως ιστορικοί δεν μπορούσαν και δεν μπορούν να συσχετίσουν τον παραπάνω χαρακτηρισμό για τους Αβδηρίτες με τις δυνατότητες και τη φήμη των συγχρόνων φιλοσόφων τους, όπως του Λεύκιππου, του Δημόκριτου, του Πρωταγόρα, του Ανάξαρχου κ.ά. Μεταξύ των άλλων που ονομάζονται για την απόδειξη της μωρίας τους, αναφέρεται και το γεγονός ότι οι Αβδηρίτες έκτιζαν "βρύσες χωρίς νερό" (Εγκυκλ. Ελευθερουδάκη, Τομ. 1, σελ. 23).

Με την εργασία αυτή επιχειρείται ένας συσχετισμός φυσικογεωγραφικών και ιστορικών δεδομένων, που μας επιτρέπει να κάνουμε βάσιμες υποθέσεις ότι οι βρύσες χωρίς νερό των Αβδηριτών ήταν απόδειξη της σαφίας τους, την οποία δεν μπορούσαν να αντιληφθούν ή δεν ήθελαν να παραδεχτούν οι σύγχρονοί τους.

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΑΒΔΗΡΩΝ

Τα Άβδηρα, αρχαία ελληνική πόλη της Θράκης, βρίσκονται μεταξύ των εκβολών του Νέστου και της λιμνοθάλασσας της Βιστωνίδας. Εξετάζοντας κανείς την υδρογραφία της περιοχής των αρχαίων Αβδήρων, διαπιστώνει την έλλειψη φυσικών πηγών νερού. Οι πλησιέστερες βρίσκονται σε απόσταση 3,5 Km, όπως αυτές κοντά στο χωριό Βελάνη. Επίσης στη γύρω περιοχή δεν υπάρχουν ρέματα με παροχή νερού όλο το χρόνο, τα οποία θα μπορούσαν να καλύψουν μερικώς τις ανάγκες των κατοίκων σε νερό, ιδιαίτερα κατά την ξηρή θερινή περίοδο. Ούτε και οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν και επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή ήταν ευνοϊκές, ώστε το νερό της βροχής να κάλυπτε ένα μέρος των αυξημένων αναγκών των κατοίκων κατά τη θερινή περίοδο. Με βάση τα στοιχεία που αναφέρονται από τον Μπαλοφούτη (1977, σελ. 87), για τους μετεωρολογικούς σταθμούς Καβάλας και Αλεξανδρούπολης, μπορούμε να πούμε ότι το ύψος βροχής τους 3 μήνες του θέρους, στην περιοχή των αρχαίων Αβδήρων δεν ξεπερνά το 80 mm.

Συνεπώς τα υδρολογικά και κλιματικά στοιχεία της περιοχής δεν φαίνεται να επηρέασαν τους Αβδηρίτες στην επιλογή της θέσης ίδρυσης της πόλης. Πιθανόν η στρατηγική σημασία της θέσης να ήταν το μοναδικό στοιχείο που ενδιέφερε τους Αβδηρίτες, προκειμένου

*Επίκουρος Καθηγητής του Τομέα Γεωλογίας-Φυσ.Γεωγραφίας του Αριστ.Παν/μίου Θεσ/νίκης.

να κτίσουν την πόλη τους. Πρέπει να αναφερθεί ότι η θάλασσα πριν από 2.500 χρόνια περίπου προχωρούσε 1,5 μέχρι 2 Km βορειότερα από τη σημερινή ακτή και σχημάτιζε δυτικά από τα αρχαία Άβδηρα φυσικό λιμάνι (Ψιλαβίκας 1984, Ψιλαβίκος κ.ά. 1986).

Λαμβάνοντας υπόψη τα υδρολογικά και κλιματικά στοιχεία της περιαιχίας που αναφέραμε παραπάνω, θα πρέπει να υποθέσουμε ότι οι Αβδηρίτες γνώριζαν έναν τεχνικό τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαν να εξασφαλίσουν το απαιτούμενο νερό για την ύδρευση της πόλης. Από πληροφαρίες της Εφόρου Αρχαιοτήτων Καβάλας (προσωπική επικοινωνία), οι ανάγκες της πόλης σε νερό θα πρέπει να καλύπτονταν από πηγάδια, πολλά από τα οποία έχουν εντοπιστεί με τις ανασκαφές που γίνονται στο χώρο των αρχαίων Αβδέρων.

Τα πηγάδια όμως παρουσιάζουν τις εξής πρακτικές αδυναμίες: α) Δεν μπορούν να κατασκευαστούν πάντοτε εκεί που χρειάζεται κανείς το νερό. β) Συχνά κατά τη διάρκεια του θέρους στερεύουν και γ) όταν κατασκευάζονται σε μικρό υψόμετρο και κοντά στη θάλασσα μετά από υπεράντληση επηρεάζονται συχνά από θαλασσινό νερό.

Πολλά από τα πηγάδια των Αβδηριτών κατά τη διάρκεια του θέρους θα πρέπει να ατέρευαν ή να ήταν ακατάλληλα για πόσιμο νερό. Αυτό μπορεί να το υποθέσει κανείς από τη γεωλογία της περιοχής. Τα πηγάδια που κατασκευάζονταν αχαιτικά ψηλά, σε μικρό βάθος συναντούσαν το υπόβαθρο (γνεύσιαι) και κατά τη διάρκεια του θέρους στερεύουν εξαιτίας του μικρού πάχους των υπερκειμένων ιζημάτων. Αυτά που κατασκευάζονταν χαμηλά μετά από υπεράντληση κατακλύζονταν από θαλασσινό νερό.

Συνεπώς σε κάποια στάδια εξέλιξης της πόλης τα πηγάδια που λειτουργούσαν δεν θα μπορούσαν να καλύψουν τις ανάγκες των κοιταίμων σε πόσιμο νερό, ιδιαίτερα τη θερμή περίοδο του έτους. Άλλωστε εξαιτίας των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στον ευρύτερο χώρο της Ελλάδας και σήμερα ακόμα η ύδρευση μιας εξελισσόμενης πόλης είναι δύσκαλη και παλλές φορές προβληματική.

Τα στοιχεία που αναφέραμε μέχρι τώρα μας επιτρέπουν να κάνουμε τη σκέψη ότι σε κάποια φάση εξέλιξης της πόλης έγινε επιτακτική η ανάγκη της εξεύρεσης πόσιμου νερού που θα εξασφάλιζε την επιβίωση των κατοίκων και το μέλλον της πόλης.

Από πού όμως θα μπορούσαν να προμηθευτούν οι κάτοικοι μιας πόλης πόσιμο νερό το καλοκαίρι, όταν ούτε η υδρογραφία, ούτε το κλίμα, ούτε και η γεωλογία της περιοχής δεν ευνοούσαν; Στην περίπτωση αυτή μόνον αν πετύχαιναν να δεσμεύσουν το νερό της ατμόσφαιρας θα μπορούσαν να ανακουφιστούν από τη λειψυδρία της θερμής περιόδου. Κάτι τέτοιο προσπάθησε την εφεύρεση μιας μεθόδου με την οποία θα προκαλούσαν τεχνητή συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας. Επειδή η λειτουργία των τεχνητών πηγών νερού που περιγράφονται στη συνέχεια βασίζεται στη συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια του θέρους, επιβάλλεται να αναφερθούμε πρηνουμένως στις πρηνυπαθέσεις με τις οποίες μπορεί να παρατηρήσει κανείς το φαινόμενο αυτό στη φύση.

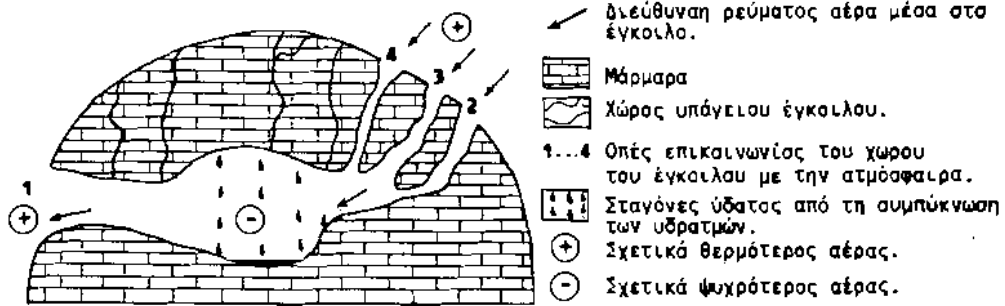
3. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ ΝΕΡΟΥ

Παίρνοντας υπόψη αυτά που αναφέραμε παραπάνω, οι σοφοί της τότε εποχής έπρεπε να βρουν μία μέθοδο με την οποία θα μπορούσαν να δεσμεύσουν το νερό της ατμόσφαιρας.

Η ποσότητα του νερού που περιέχεται στην ατμόσφαιρα είναι συνάρτηση της υγρασίας και θερμοκρασίας του αέρα. Σύμφωνα με τον Bögli (1978, σελ. 77) με θερμοκρασία 30°C και υγρασία 70%, 1 m^3 ατμοσφαιρικού αέρα περιέχει 21 gr. νερού. Αν ψυχθεί στους 10°C τότε θα οχηματιστούν από τη συμπύκνωση 11.6 gr. νερού. Το φαινόμενο της συμπύκνωσης το μελέτησε και ο Αριστοτέλης στα Θρακικά Όρη, όπως αναφέρει ο Bögli (1978, σελ. 77). Στα Όρη, ως γνωστόν, εξαιτίας της πτώσης της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα το φαινόμενο αυτό έχει ορατά αποτελέσματα. Ορατή είναι επίσης η συμπύκνωση των υδρατμών στα σπήλαια και ειδικά ο αυτό με δύο ή περισσότερες σπές επικοινωνίας με τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Σύμφωνα με τους Trimpe (1968) και Bögli (1978), σε σπήλαια, όπως του σχήματος 1, κατά τη διάρκεια του θέρους, εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας που υπάρχει μεταξύ του αέρα των σπηλαίων και του ατμοσφαιρικού, δημιουργούνται ρεύματα αέρα με διάφορες τιμές εντάσεων. Συγκεκριμένα όπως φαίνεται και στα σχ. 1, κατά τη διάρκεια του θέρους εισέρχεται ζεστός αέρας στο σπήλαιο από τις ψηλότερες σπές 2, 3, 4, όπου ψύχεται και αποβάλλει ένα μέρος των υδρατμών υπό μορφή ύδατος. Στη συνέχεια βγαίνει από τη χαμηλότερη σπή 1, επειδή με την πτώση της θερμοκρασίας του στο χώρο του σπηλαίου γίνεται βαρύτερος.

Υ Π Ο Μ Ν Η Μ Α



Σχ. 1. Σχηματική τομή υπάγειου έγκαιλου (σπηλαίου) όπου παρατηρείται το φαινόμενο της συμπύκνωσης των υδρατμών κατά τη διάρκεια του θέρους.

Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του αέρα των σπηλαίων κατά τη διάρκεια του έτους είναι ασήμαντες, Σωτηριάδης (1976) και σύμφωνα με τους Trimpe (1968, σελ. 87) και Bögli (1978, σελ. 225) η θερμοκρασία του αέρα των σπηλαίων αντιστοιχεί στη μέση ετήσια του ατμοσφαιρικού αέρα.

Η πρώτη ιστορικά διαπιστωμένη τεχνητή συμπύκνωση υδρατμών είναι αυτή που αναφέρεται από τον Trombe (1552, σελ. 40 από Bögli 1978). Συγκεκριμένα αναφέρει ότι η ρωμαϊκή πόλη Θεοδοσία στην Κριμοία εξασφάλιζε το απαιτούμενο νερό από 13 μεγάλους σωρούς σβεστολιθικών λίθων, οι οποίοι τις ζεστές ημέρες του έτους είχαν συνολική παροχή πάνω από 720 m^3 .

Επίσης ο Charpal (1932 από Bögli 1978) έχει αποδείξει πειραματικό ότι στο Μονπ-

pellier ένας σωρός λίθων με όγκο 4 m^3 μπορεί να αποδώσει πάνω από 2 λίτρα νερό την ημέρα.

Οι σωροί λίθων της πόλης Θεαδοαία κατά τη γνώμη μας, αντιταλαιχούσαν σε τεχνητές πηγές, των οπαίων τα νερά πραέρχονταν από τη συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας. Με τη συγκέντρωση λίθων με τη μαρφή σωρών επεδίωκαν οι Ρωμαίοι να δημιουργήσουν ένα χώρο ανάλαγα μ' αυτά του απηλαίου του σχ. 1, όπου η θερμοκρασία του αέρα σ' αυτό να μην επηρεάζεται σημαντικά από την αντίσταιχη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας. Σε αριθμένες θέσεις και σε διαφορετικά υψόμετρα θα πρέπει να υπήρχον στους σωρούς δύο ή περισότερες σπές, οι οποίες επέτρεπαν την επικοινωνία του αέρα των διακένων μεταξύ των λίθων των σωρών και του ατμοσφαιρικού αέρα. Δηλαδή έκαναν μία κατασκευή ανάλογη με αυτή του σχ. 1. Ζεστός αέρας έμπαινε μέσα στα διάκενα των λίθων των σωρών, όπου ψύχονταν, σπέβαλε ένα μέρος των υδρατμών υπό μορφήν ύδατος και έφευγε από τη χαμηλότερη σπή, επειδή μετά την ψύξη ο αέρας γίνονταν βαρύτερος.

4. ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΠΗΓΩΝ ΝΕΡΟΥ

Όπως αναφέραμε παραπάνω η θερμοκρασία του αέρα των οπηλαίων είναι σχεδόν σταθερή και αντισταιχεί στη μέση ετήσια θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα. Συνεπώς για να λειτουργήσουν τέτοιες πηγές σε μια συγκεκριμένη θέση, θα πρέπει η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα που μπαίνει στα κενά των λίθων των σωρών, να είναι μεγαλύτερη από τη μέση ετήσια θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα της περιοχής.

Για την περιοχή των Αβδηρών π.χ. αν λάβουμε υπόψη τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες των ποράκτιων μετεωρολογικών σταθμών Καβάλος και Αλεξανδρούπολης, η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι περίπου 15°C (Μπολαφούτης 1977). Αν ο όγκος των σωρών των τεχνητών πηγών στην περιοχή αυτή είναι τέτοιος, ώστε ο χώρος μεταξύ των λίθων να μην επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα, τότε η θερμοκρασία μέσα σ' αυτό το χώρο θα είναι περίπου 15°C .

Αν τώρα παρατηρήσουμε τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες των παραπάνω μετεωρολογικών σταθμών που δίνονται από τον πίνακα 1 διαπιστώνουμε ότι οι πηγές αυτές δεν μπορούν να έχουν παροχή από το μήνα Οκτώβριο μέχρι και τον Απρίλιο. Γιατί, όπως αναφέραμε παραπάνω, ο ατμοσφαιρικός αέρας που θα μπει στους σωρούς των λίθων θα πρέπει να έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη από τη μέση ετήσια της περιοχής που έχουν κατασκευαστεί οι πηγές.

Πρέπει να αναφερθεί επίσης, ότι για μια συγκεκριμένη υγρασία αέρος η συμπύκνωση των υδρατμών είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ατμοσφαιρικού αέρα και του αέρα στον εσωτερικό χώρο των τεχνητών πηγών. Δηλαδή η παροχή τους γίνεται τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα, δεδομένου ότι η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου των πηγών είναι περίπου σταθερή.

Δυστυχώς δεν υπάρχουν ιστορικά στοιχεία μέχρι τώρα που να μας πληροφορούν για τις διαστάσεις, τις παροχές και ιδιαίτερα για τον ακριβή τρόπο κατασκευής των τεχνητών πηγών. Όπως αναφέρει όμως ο Trombe (1952), οι 13 μεγάλοι σωροί λίθων τις ζεστές ημέρες

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες του αέρα των μετεωρολογικών σταθμών Καβάλας και Αλεξανδρούπολης, Β. Ελλάδα (Μπαλαφούτης 1977, σελ. 46).

Μετεωρ. Σταθμός	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Καβάλα	4,27	6,03	8,37	13,40	18,47	22,65	25,25	25,22	20,97	15,12	10,41	6,02
Αλεξανδρούπολη	5,02	6,25	7,80	13,81	19,23	23,46	25,80	25,55	20,59	15,00	10,37	5,68

είχαν συνολική παροχή 720 m^3 . Συνεπώς τέτοιες πηγές με ορισμένες προϋποθέσεις είναι δυνατόν να έχουν μεγάλες παραχές.

5. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΠΗΓΩΝ

Ασφαλώς θα περίμενε κανείς ότι αφού το νερό των πηγών αυτών προέρχεται από τη συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας, να έχει τις ιδιότητες του νερού της βροχής. Αν όμως λάβουμε υπόψη ότι για την κατασκευή των τεχνητών πηγών της πόλης Θεοδοσία χρησιμοποιήθηκαν καμμάτια από ασβεστόλιθο και το γεγονός ότι ο ασβεστόλιθος είναι διαλυτός στο νερό της βροχής, τότε χωρίς αμφιβολία το νερό των πηγών αυτών είχε μια ορισμένη ποσότητα όξινου ανθρακικού ασβεστίου $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Αλλά και η πληροφορία που δίνουν οι ιστορικοί, ότι οι βρύσες χωρίς νερό ήταν μεγάλες και μορμαρινες μας επιτρέπει να κάνουμε τη σκέψη ότι και το νερό των τεχνητών πηγών των Αβδηρίτων περιείχε μια ποσότητα $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥΝ ΟΤΙ ΟΙ ΑΒΔΗΡΙΤΕΣ ΓΝΩΡΙΖΑΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΠΗΓΩΝ ΝΕΡΟΥ ΠΡΙΝ ΑΠΟΥ ΤΟΥΣ ΡΩΜΑΙΟΥΣ

Εφόσον ιστορικά είναι βεβαιωμένο ότι οι αρχαίοι Αβδηρίτες έκτιζαν "βρύσες χωρίς νερό", τα παρακάτω στοιχεία συνηγορούν με την άποψη ότι αυτές ήταν τεχνητές πηγές νερού.

α) Η κατηγορία που τους σπηύθουναν οι σύγχρονοί τους ότι "έκτιζαν βρύσες χωρίς νερό". Η κατηγορία αυτή είναι εν μέρει δίκαιη, γιατί 7 μήνες του έτους οι βρύσες που κατασκευάζονταν στη θέση των τεχνητών πηγών ήταν πρακτικά χωρίς νερό.

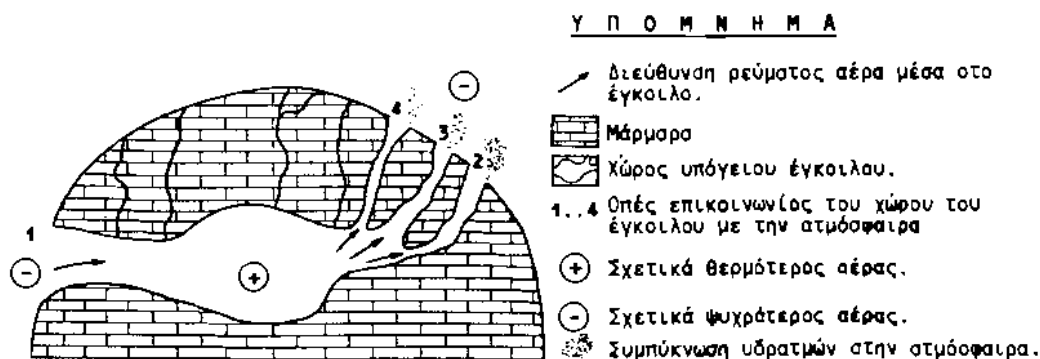
β) Ο χρόνος λειτουργίας των τεχνητών πηγών. Ότι οι πηγές αυτές λειτουργούσαν μόνο τη θερινή περίοδο του έτους είναι ένα στοιχείο απόλυτα προσαρμοσμένο στις κλιματικές συνθήκες, την υδρογραφία και γεωλογία της περιοχής των αρχαίων Αβδηρών. Τεχνητές πηγές νερού π.χ. που θα λειτουργούσαν μόνο το χειμώνα θα ήταν χωρίς ιδιαίτερη σημασία για τους κατοίκους των Αβδηρών. Γιατί, όπως προαναφέραμε, το πρόβλημα της λειψυδρίας το αντιμετώπιζαν κυρίως κατά τη διάρκεια του βέρους.

γ) Η αρχή λειτουργίας των τεχνητών πηγών νερού. Όπως αναφέραμε ήδη, η αρχή της λειτουργίας τους βασίζεται στο φαινόμενο της συμπύκνωσης των υδρατμών. Το φαινόμενο

αυτό είναι μετεωρολογικό. Όπως αναφέρεται όμως από αρχαίους συγγραφείς, ο Δημόκριτος δεν υστερούσε σε κανένα τομέα από οποιοδήποτε άλλα φιλόσοφο, ξεχώριζε όμως για τις ιδιαίτερες γνώσεις του στα μετεωρολογικά φαινόμενα, Παπαδόπουλος (1974), (Εγκυκλ. "Υδρία", Τ. 20, σ. 273). Η παραπάνω πληροφορία μας επιτρέπει να κάνουμε τη σκέψη ότι η αύληψη της αρχής της λειτουργίας των πηγών αυτών δεν ήταν έξω από τις δυνατότητες του Δημόκριτου, του φιλόσοφου που είχε τη δυνατότητα να διατυπώσει και να θεμελιώσει μία ατομική θεωρία.

δ) Η Υπόρξη καρστικών σπηλαίων κοντά και στην ευρύτερη περιοχή των αρχαίων Αβδήρων. Όπως αναφέραμε ήδη, τα φαινόμενα της συμπύκνωσης των υδρατμών της ατμόσφαιρας είναι ορατά στα σπήλαια, κυρίως σ' αυτά που έχουν δύο ή περισσότερες οπές επικοινωνίας με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Σε απόσταση 5 Km ΒΔ από τη θέση των αρχαίων Αβδήρων υπάρχει σπήλαιο μέσα στα μάρμαρα της περιοχής "Γολάζιος Λάφος". Ένα τμήμα του σπηλαίου αυτού καταστράφηκε εξαιτίας της προαωρινής λειτουργίας λατομείου.

Θα πρέπει να τονιστεί επίσης ότι τα καρστικά σπήλαια με δύο ή περισσότερες οπές, προδίδουν τη θέση τους κατά τις ψυχρές ημέρες του χειμώνα. Συγκεκριμένα κατά τις ημέρες αυτές (θερμοκρασία αέρα περίπου 0° C) ψυχρός αέρας μπαίνει από τη χαμηλότερη οπή 1 στο χώρο του σπηλαίου (σχ. 2), όπου θερμαίνεται, εμπλουτίζεται σε υδρατμούς και ως



Σχ. 2. Σχηματική τομή υπόγειου έγκοιλου (σπηλαίου) όπου παρατηρείται το φαινόμενο της συμπύκνωσης των υδρατμών κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

ελαφρότερος εξέρχεται από τις οπές 2, 3, 4. Κατά την έξοδο του αέρα από το σπήλαιο προκαλείται σχεδόν αυτόματα συμπύκνωση των υδρατμών του. Το φαινόμενο αυτό είναι τόσο χαρακτηριστικό, ώστε και σήμερα ακόμα να δημιουργείται η εντύπωση στους κατοίκους πολλών περιοχών ότι στη θέση τέτοιων σπηλαίων λειτουργούν ηφαίστειο κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Μια τέτοια περίπτωση είναι γνωστή στα Όρη της Λεκάνης κοντά στο χωριό Κεχροκάμπο Καβάλας.

Συνεπώς η καρστική γεωμορφολογία της ευρύτερης περιοχής των αρχαίων Αβδήρων προσφέρει και προσφέρει τις προϋποθέσεις για την παρατήρηση και μελέτη του φαινομένου της συμπύκνωσης των υδρατμών της ατμόσφαιρας.

Άλλωστε, μήπως δεν ήταν τυχαίο το γεγονός ότι ο Αριστοτέλης παρατήρησε τα φαινόμενα αυτά στα Θρακικά Όρη; Οι ιστορικοί είναι πλέον αρμόδιοι για να απαντήσουν.

ε) Η δυνατότητα επιλογής της θέσης κατασκευής των τεχνητών πηγών. Τέτοιες πηγές μπορούν να κατασκευαστούν σε οποιαδήποτε θέση είναι απαραίτητο το νερό. Τα πλεονεκτήματά τους αυτό κάλυπτε την αδυναμία των Αβδηριτών να μη μπορούν να κατασκευάζουν πηγάδια σε επιθυμητές θέσεις, εξαιτίας της γεωλογίας και της γεωγραφικής θέσης των αρχαίων Αβδηρών.

στ) Το υλικό κατασκευής των τεχνητών πηγών. Όπως αναφέραμε παραπάνω, οι τεχνητές πηγές νερού των Ρωμαίων κατασκευάζονταν από ασβεστολιθικούς λίθους, ενώ οι βρύσες χωρίς νερό των Αβδηριτών από μάρμαρο. Το μάρμαρο και οι ασβεστόλιθοι, ως γνωστό, είναι ανθρακικά πετρώματα.

Η παραπάνω αμοιότητα του υλικού κατασκευής των τεχνητών πηγών νερού των Ρωμαίων και των βρυσών χωρίς νερό των Αβδηριτών εκφράζει όχι μόνο κάποιες συγγένειες μετοξύ τους, αλλά συνηγαρεί και με την όποση ότι οι αρχαίοι Αβδηρίτες μιμήθηκαν τη φύση στην προσπάθειά τους να εξασφαλίσουν πόσιμο νερό. Είναι γνωστό ότι μόνο σε μάρμαρο και ασβεστολίθους σχηματίζονται καρστικά σπήλαια με μεγάλη διάρκεια ζωής, που εξασφαλίζουν τις προϋποθέσεις συμπύκνωσης των υδρατμών της ατμόσφαιρας.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι οι αρχαίοι Αβδηρίτες στην προσπάθειά τους να λύσουν το πρόβλημα της λειψυδρίας πρέπει να κατασκεύασαν και να εκμεταλλεύτηκαν με επιτυχία τεχνητές πηγές νερού, που από τους συγχρόνους τους χαρακτηρίστηκαν "βρύσες χωρίς νερό".

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή γίνεται ένας συσχετισμός φυσικο-γεωγραφικών και ιστορικών στοιχείων. Ο συσχετισμός αυτός μας επιτρέπει να κάνουμε τις εξής βασικές υποθέσεις:

α) Ότι "οι βρύσες χωρίς νερό" τις οποίες έκτιζαν οι αρχαίοι Αβδηρίτες ήταν τεχνητές πηγές νερού.

β) Ότι η αρχή της λειτουργίας των τεχνητών πηγών βασιζόνταν στο φαινόμενο της συμπύκνωσης των υδρατμών της ατμόσφαιρας.

γ) Ότι οι πηγές αυτές λειτουργούσαν κυρίως από τον Μάιο μέχρι το Σεπτέμβριο.

δ) Ότι οι αρχαίοι Αβδηρίτες αναγκάστηκαν να κατασκευάσουν τις τεχνητές πηγές, επειδή η υδραγραφία, οι κλιματικές συνθήκες και η γεωλογία της περιοχής των Αβδηρών δεν τους εξασφάλιζαν το απαιτούμενο πόσιμο νερό κατά τη διάρκεια του θέρους.

ZUSAMMENFASSUNG: In dieser Arbeit werden physisch-geographische und historische Elemente korreliert. Diese Korrelation erlaubt uns die folgende begründete Hypothesen zu führen.

a. Dass; "die Brunnen ohne Wasser" die die alten Avderiten bauten, künstliche Wasserguellen waren.

b. Dass, das Funktionsprinzip der künstlichen Wasserguellen auf dem Phänomen der Kondensation des Atmosphärenwasserdampfes beruht..

c. Dass, diese Quellen von Mai bis September jedes Jahr funktionierten.

d. Dass, die alten Avdriten gezwungen waren solche Quellen zu bauen, weil die Hydrographie, das Klima und die Geologie des Gebietes von Avdira das ausreichende Trinkwasser während des Sommers nicht liefern konnte.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BÖGLI, A., 1978: Karsthydrographie und physische Speläologie. Springer Verlag, Berlin -Heidelberg-New York, 292 σ.
- CHAPTAL, L., 1932: La lutte contre la sécheresse. La Nature 289, 449-454.
- ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΗΣ, Χ., 1977: Συμβολή εις την μελέτην του κλίματος της Μακεδονίας και της Δυτικής Θράκης. Διδακτορική Διατριβή, Φ.Μ.Σ. Αρ. Παν/μίου Θεσ/νίκης, 121 σ.
- ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ, Α., 1974: Δημάκριτος, ο φιλόσοφος και φυσιοδύτης, ο θεωρητικός της Δημοκρατίας. Αθήνα.
- ΣΩΤΗΡΙΑΔΗΣ, Α., 1976: Μαθήματα φυσικής Γεωγραφίας, σελ. 330, Θεσσαλονίκη.
- TRIMMEL, H., 1968: Höhlenkunde.- Braunschweig, 300 σ.
- TROMBE, F., 1952: Traité de spéléol., Payot, Paris.
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α., 1984. Παλαιογεωγραφική εικόνα των Αρχαίων Λβδίων. Εφορεία Προϊστορ. και Κλασσ. Αρχαιοτήτων Καβάλας, (Report).
- ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ, Α., ΒΑΒΑΙΑΚΗΣ, Ε., ΛΑΓΓΑΛΗΣ, Θ., 1986. Φυσικές και ανθρωπογενείς διεργασίες της πρόσφατης εξέλιξης του Δέλτα του Νέστου. 3^ο Επιστημ. Γεωλ. Συνέδριο, της ΕΛΛ. Γεωλ. Εταιρ. (υπό εκτύπωση).
- Επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι εγκυκλοπαίδειες:
- α) ΥΔΡΙΑ, Μεγάλη γενική εγκυκλοπαίδεια, Τομ. 20.
- β) ΕΛΕΥΘΕΡΟΥΔΑΚΗ, Σύγχρονος εγκυκλοπαίδεια, Τομ. 1.