

ΘΑΥΜΑΣΤΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ

Κωνσταντίνος Κανάβας

Χημικός Μηχανικός

Πανεπιστήμιο Εφαρμοσμένων Επιστημών του Αμβούργου

Η ιστορική και αρχαιολογική ενασχόληση με μηχανικές κατασκευές στο Βυζάντιο και την Ευρώπη των μέσων χρόνων βρίσκεται συχνά αντιμέτωπη με αναφορές σε αντίστοιχες δραστηριότητες στο χώρο των ισλαμικών κρατών μετά την αραβική επέκταση κατά τον 7ο αιώνα μ.Χ. Σε αρκετές περιπτώσεις οι μαρτυρίες περιβάλλουν τις αραβικές δραστηριότητες με την αχλύ του θαυμασμού και του μυστηρίου. Το γεγονός αυτό δεν είναι άμοιρο του τρόπου με τον οποίο τέτοιες κατασκευές χαρακτηρίζονται στις ίδιες τις αραβικές πηγές. Ο αραβικός όρος *χίγιαλ* (*hiyal*)¹ χρησιμοποιείται για να καταδείξει τόσο πολεμικά, παραχαρρακτικά ή δικονομικά τεχνάσματα όσο και τις θαυμαστές μηχανές, τα αυτόματα, τα οποία απέβλεπαν συνήθως στην επίδειξη ευφυούς σύλληψης και στον εντυπωσιασμό – ιδιαίτερα με αφορμή την επίσκεψη ξένων πρεσβειών. Στο βαθμό που τέτοιοι μηχανισμοί παραμένουν συστατικοί για τη λειτουργία μεγάλων χρηστικών εγκαταστάσεων στους αραβικούς μέσους χρόνους, το χαρακτηριστικό του θαυμαστού συνοδεύει και επηρεάζει τις περιγραφές των εγκαταστάσεων αυτών, ακόμη και όταν πρόκειται για μύλους ή μηχανές ανύψωσης νερού.

Ανακτορικά αυτόματα

Επιστρέφοντας από μια διπλωματική αποστολή στη Βαγδάτη (830/831 μ.Χ.) ο Ιωάννης Γραμματικός (Σύγκελλος) φέρει να «πειθεί» τον βυζαντινό αυτοκράτορα Θεόφιλο (829-842) να κατασκευάσει ένα παλάτιο στον Βρούνα της ασιατικής ακτής, απέναντι από την Κωνσταντινούπολη, σύμφωνα με αραβικά πρότυπα. Την πληροφορία αυτή μεταδίδουν οι συγγραφείς της *Συνέχειας του Θεοφάνη*² υπογραμμίζοντας την αμοιότητα τόσο ως προς την εξωτερική εμφάνιση όσο και ως προς την εσωτερική διαρρύθμιση. Σύγχρονοι μελετητές της μεσοβυζαντινής αρχιτεκτονικής (R. Krautheimer)³ και της μεσοβυζαντινής τέχνης (A. Grabar)⁴ συνδυάζουν την αναφορά αυτή με ένα άλλο έργο της ίδιας εποχής, το οποίο κατασκευάστηκε επίσης με διαταγή του Θεοφίλου: τα θαυμαστά αυτόματα στην αίθουσα του βυζαντινού αυτοκρατορικού θρόνου στο παλάτιο της Μαγναύρας. Οι ιδι-

αι μελετητές πρεσβεύουν την άποψη ότι και αυτές οι κατασκευές στηρίζονταν σε αραβικά πρότυπα. Τι περιελάμβαναν τα αυτόματα του βυζαντινού θρόνου, από ποιες πηγές το γνωρίζουμε, πώς τεκμηριώνεται η άποψη των αραβικών προτύπων και τι γνωρίζουμε για αυτά.

Βυζαντινοί χρονογράφοι, όπως οι συγγραφείς της *Συνέχειας του Θεοφάνη* (10ος αι.), ο Γεωργίος Μοναχός (9ος αι.), ο συγγραφέας της χρονογραφίας του 10ου-11ου αιώνα που αποδίδεται στον Λέοντα Γραμματικό και ο Κωνσταντίνος Μανασής (12ος αι.) περιγράφουν ένα σύνολο μηχανισμών που κατασκευάστηκαν κατά παραγγελία του αυτοκράτορα Θεοφίλου. Ο γνωστότερος από αυτούς ήταν ένα μεταλλικό δένδρο με τεχνητά χρυσά ή επίχρυστα πουλιά που κελαιδούσαν. Στην περιγραφή της καταστροφής των μηχανισμών αυτών επί Μιχαήλ Γ' (842-867) το σύνολο των αυτομάτων συμπληρώνεται με λέοντες και γρύπες που βρυχούνται καθώς και με μουσικά όργανα⁵.

Αυτό που παροτρύνει μελετητές να υποθέσουν πως και τα αυτόματα αυτά, όπως και το παλάτι του Βρύαντα, ήταν αραβικής έμπνευσης είναι το ιστορικά τεκμηριωμένο κοινό πλαίσιο των παραπάνω αρχιτεκτονικών και μηχανικών κατασκευών: η ανάθεση κατασκευής από τον ίδιο αυτοκράτορα, τον Θεοδόση, και η κοινή σκοπιμότητα, που συνίστατο στην υποδοχή και τον εντυπωσιασμό των ξένων επισκεπτών, συνήθως πρέσβων από φίλη ή εχθρικά διακείμενα κράτη. Όπως έχει καταδειχθεί σε ειδικές μελέτες⁶, οι αμοιβαίες αποστολές πρεσβειών ανάμεσα στους Άραβες και στους Βυζαντινούς, πέρα από τις επιμέρους αφορμές (την ανταλλαγή ή εξεργασία αιχμαλώτων ή τη συναφή μιας προσωρινής συνθήκης ειρήνης), αποσκοπούσαν κυρίως στον εντυπωσιασμό του αντιπάλου. Μια συνήθης στρατηγική εντυπωσιασμού περιελάμβανε ένα προεκτικά μελετημένο πολύπλοκο πρωτόκολλο υποδοχής σε υποβλητικό περιβάλλον. Ακριβώς για τη δημιουργία ενός υποβλητικού περιβάλλοντος επιστρατεύονταν μεταξύ άλλων αυτόματες κατασκευές που με τον ανεξήγηστο μηχανισμό τους αποσκοπούσαν στο να προξενήσουν δέος στον επισκέπτη.

Η προσδοκία και το αποτέλεσμα του εντυπωσιασμού βρισκόμεν άσπαστη τεκμηρίωση στις πηγές που έχουν εντοπιστεί. Βυζαντινές περιγραφές αυτομάτων σε αραβικές αουλές δεν είναι γνωστές. Οι βυζαντινές πηγές περιγράφουν τα αυτόματα της αίθουσας του βυζαντινού θρόνου που φαίνεται πως κατασκευάστηκαν, επισκευάστηκαν και συμπληρώθηκαν ανελλιπή, αφού τουλάχιστον μια φορά (επί Μιχαήλ Γ') αναφέρεται πως καταστράφηκαν, για να βρεθούν (με νέα σύνθεση) πάλι σε λειτουργία 100 χρόνια αργότερα, επί Κωνσταντίνου Ζ' Πορφυρογέννητου. Το τελευταίο στοιχείο με κεντρική αναφορά στο μεταλλικό δένδρο με τα μηχανικά πουλιά καθώς και τα άλλα αυτόματα ζωα του θρόνου βεβαιώνεται στο *Περί τελετών*, βιβλίο που συντάχθηκε με πρότροπη του Κωνσταντίνου Ζ', αλλά και στην *Ανταπόδοση*, όπου ο απεσταλμένος του γερμανού αυτοκράτορα Λιουπράνδου (αργότερα επίσκοπος της Κρεμόνας) περιγράφει την υποδοχή που του επιφυλάχθηκε το 949 στην αίθουσα του βυζαντινού θρόνου στο παλάτι της Μαγναύρας, αναφέροντας επίσης και μια εντυπωσιακή λεπτομέρεια σύμφωνα με την οποία ο θρόνος του αυτοκράτορα ανιψώνταν ξαφνικά μπροστά στον επισκέπτη⁷.

Η παλαιότερη γνωστή αναφορά αυτομάτων (hiyal) σε αραβικό ανακτορικό περιβάλλον βρίσκεται στην περιγραφή της υποδοχής μιας βυζαντινής πρεσβείας στη Βαγδάτη από τον Αββασιδή χαλίφη αλ-Μουκάντιρ το 917. Η περιγραφή έχει παραδοθεί στα αραβικά από τον ιστοριογράφο της Βαγδάτης αλ-Χατίμ αλ-Μπαγιάντι (1002-1071) και βρίσκεται σε παραπλήσια εκδοχή σε συλλογές χειρογράφων του 15ου αιώνα που βασίζονται σε αραβικά συμπληρώματα του 11ου αιώνα με παραλλαγές του τίτλου «Βιβλίο των δώρων και των σπάνιων αντικειμένων»⁸. Η

περιγραφή της υποδοχής δίνει έμφαση σε ιδιαιτερότητες του όλου κτηριακού συγκροτήματος, οι οποίες αποσκοπούσαν να προξενήσουν δέος και φόβο στους πρέσβεις του Βυζαντίου. Κατά τη διάρκεια της επίσκεψής οι βυζαντινοί πρέσβεις οδηγούνται σε μια σειρά από 25 παλάτια και κτήρια, με σπάνια δένδρα και εξημερωμένα θηρία (π.χ. λιοντάρια) που οι επισκέπτες να γνωρίζουν μόνον ως άγρια. Στο τέλος, σύμφωνα με τον αλ-Χατίμ, φθάνουν στο Παλάτι του Δένδρου (*Dar al-Shajara*) – στο Παλάτι του Στέμματος (*Dar al-Taj*) σύμφωνα με το Βιβλίο των δώρων και των σπάνιων αντικειμένων. Εκεί, με διαταγή του χαλίφη, ένα (μηχανικό) δένδρο με χρυσά και ασπόμενα κλαδιά αναδύθηκε από το έδαφος και γέμισε τον υπερκείμενο θάλο. Επάνω στα δένδρα ήταν καθισμένα ασπόμενα και χρυσά πουλιά που κελαηδούσαν ενώ τα φύλλα κινούνταν ακολουθώντας το φύσημα του αέρα⁹. Το δένδρο βρισκόταν σε μια νησίδα στα μέσων μιας λίμνης, της όχθες της οποίας ορθώνονταν 30 έφιπποι πολεμιστές σε δύο σειρές, η μία ενάντια στην άλλη, προφανώς αγάλματα με στάση που προκαλούσε φόβο και δέος. Περιγραφές ανακτορών της Βαγδάτης με αναφοράς στο θαυμαστό μηχανικό δένδρο βρίσκουμε και σε αραβικά λογοτεχνικά κείμενα, μερικά από τα οποία αναφέρονται σε προγενέστερες εποχές (π.χ. τέλη του 9ου αιώνα) και σε άλλους χώρους¹⁰.

Στο πλαίσιο των ιστοριογραφικών αναφορών από τη σκοπιά των πρεσβείων και σε σχέση με το ρόλο του πολιτισμικού ορίζοντα προέλευσης της εκάστοτε αναφοράς αξίζει να αναφέρουμε εδώ μια περιγραφή βυζαντινών ανακτορών αυτομάτων που σώζεται στη διήγηση του αραβού πρέσβη Ουμάρ ιμπν Χαμίμ (πέθανε το 814/815 μ.Χ.). Ο Ουμάρ επισκέφθηκε την Κωνσταντινούπολη πιθανό το 775, τελευταίο έτος της βασιλείας του Κωνσταντίνου Ε' Κοπρινιεύου (741-775)¹¹. Στην Ειστόρηση της υποδοχής από τον αυτοκράτορα ο Ουμάρ περιγράφει την αμυνώδη πορεία του μέσα από σπαθιά που ανεβοκατεβαίνουν, μηχανικά λιοντάρια που βρυχούνται και χρωματιστά νέφη που τον τυλίγουν ξαφνικά. Η περιγραφή που έχει διασωθεί σε καταγραφή του 904 μ.Χ. πολύ πιθανό να είναι επιρρεασμένη περισσότερο από τον αραβικό φανταστικό χώρο και λιγότερο από διηγήσεις ή εμπειρίες βυζαντινής προέλευσης ή έμπνευσης – άλλωστε δεν έχουμε ανάλογη βυζαντινή μαρτυρία. Τα αντικείμενα που αναφέρονται συνδέονται περισσότερο με τα συμπαραληφθέντα της τέχνης και της τεχνολογίας των αραβικών θαυμαστών μηχανών και σχετικών αραβικών λογοτεχνικών εκφράσεων του 9ου και 10ου αιώνα μ.Χ. παρά με βυζαντινές παραδόσεις¹². Μερικά στοιχεία και πηγές της σημειολογίας των αραβικών θαυμαστών μηχανών θα παρουσιάσουμε στην επόμενη ενότητα.

Συνοψίζοντας τα διάσπαρτα στοιχεία που εκθέσαμε διαπιστώσαμε πως τα αραβικά ανακτορικά αυτόματα περιγράφονται μόνο σε αραβικές πηγές. Η περιγραφή γίνεται από την οπτι-

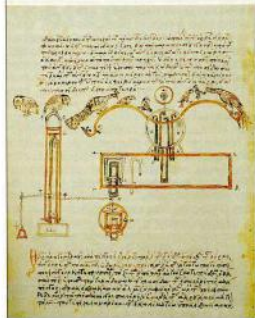
1. Αυτόματο από το Πνευματικό του Ήρωνα: Σύσταση μηχανικών πουλιών (η κουκούβια κινείται, τα υπόλοιπα κελαιθού) επάνω σε μεταλλικό δένδρο και δίπλα σε κρήνη. Επάνω σύγχρονη αντανάφη που περιλαμβάνεται ως οικ. 17 στην κρητική έκδοση της 1ης Πνευματικής και Αυτοματοποιητικής από τον Wilhelm Schmidt, Leipzig 1899 (επισκόπηση Stuttgart 1976). Κάτω η αντανάφη εικόνα από τον ελληνικό κώδικα 516 της Μαρκανής Βιβλιοθήκης της Βενετίας, φ. 172ν του 13ου-14ου αιώνα.

κή γωνία του επισκέπτη και χωρίς ερμηνείες της μηχανικής τους λειτουργίας. Αρχαιολογικά ευρήματα δεν υπάρχουν – ούτε για τα βυζαντινά ούτε για τα αραβικά αυτόματα. Οι ιστορικές πηγές υπογραμμίζουν και στις δύο περιπτώσεις το χαρακτήρα του θαυμαστού και τη σκοπιμότητα του εντυπωσιασμού του επισκέπτη. Οι πηγές αυτές δεν επιβεβαιώνουν την άποψη περί αραβικής έμπνευσης στο σχεδιασμό των βυζαντινών ανακτορικών αυτομάτων – σε πρώτη ματιά μάλλον την αντιστρατεύονται, αφού οι αναφορές τοποθετούν τα παλαιότερα αυτόματα στην Κωνσταντινούπολη. Είναι αυθαίρετη, λοιπόν, η θεωρία των ιστορικών της τέχνης για τα αραβικά πρότυπα:

Ο R. Krautheimer εκτιμά πως το βυζαντινό παλάτιο του Ήρωνα «αποτελεί ξένο στοιχείο στη μεσοβυζαντινή αρχιτεκτονική» ακολουθώντας τον αξονικά διατεταγμένο τύπο των αραβικών ανακτορικών των Ομαϊядών του 8ου αιώνα. Με βάση αυτό το στοιχείο έντονης απομimesής καθώς και το γεγονός ότι βυζαντινά ανακτορικά και ανακτορικά αυτόματα κατασκευάστηκαν την ίδια εποχή με εντολή του Θεόφλου και εξηγητούσαν την ίδια σκοπιμότητα υποδοχής και εντυπωσιασμού, προχωρεί στην υπόθεση ότι τα αυτόματα της Κωνσταντινούπολης «πολύ πιθανόν να είχαν κατασκευαστεί με τη βοήθεια αράβων μηχανικών»¹³. Η υπόθεση ωστόσο παραμένει αστρακτική χωρίς αναφορά σε κάποια ανάλογη περίπτωση αραβικής «βοήθειας» (έστω και με άλλη αφορμή) – για τη συγκεκριμένη μάλλον περίοδο έντονων πολεμικών αντιπαράθεσεων (α' μισό του 9ου αι.) και με δεδομένη τη στρατηγική σημασία του εντυπωσιασμού και της υποβολής που αποδιδόταν τόσο από τους Βυζαντινούς όσο και από τους Αράβες στις συγκεκριμένες κατασκευές μια τέτοια επιχειρηματολογία είναι δύσκολα αποδεκτή.

Ο A. Grabar τονίζει πως τα εικαστικά στοιχεία που αναφέρονται στις περιγραφές των βυζαντινών αυτομάτων (μεταλλικά δένδρα, «παρόδεισος»-κήπος, λειοντες) είναι αραβικής έμπνευσης και πως το σύνολο των πρωτοβουλιών του Θεόφλου αποτελούσε μια ενιαία στρατηγική απομimesής και ξεπεράσματος του αντιπάλου (στη συγκεκριμένη περίπτωση του χαλίφη) στο πεδίο που ο αντιπάλος διεκδικούσε πρωτοπορία¹⁴.

Η ελκυστική αλλά και προβληματική ταυτόχρονα επιχειρηματολογία της αναλογίας μεταξύ αρχιτεκτονικής, εικαστικών και μηχανικών προτύπων μπορεί να βρει διέξοδο μέσα από μια άλλη διαπίστωση: τη συγγένεια τόσο των αραβικών όσο και των βυζαντινών αυτομάτων και εικαστικών τους στοιχείων με αντίστοιχα σχέδια και περιγραφές της ύστερης αρχαιότητας. Το δένδρο, τα πουλιά, τα όργανα είναι κοινός τόπος στην ιστορία της τέχνης και της τεχνολογίας της Εγγύς Ανατολής. Έργα όπως τα Πνευματικά του Ήρωνα του Αλεξανδρινού (1ος αι. μ.Χ.)¹⁵ ήταν διαδεδομένα τόσο στο Βυζάντιο (όπως δείχνουν οι διαδοχικές αντιγραφές)¹⁶ όσο και στον αραβικό χώρο του 9ου-10ου αιώνα μέσα από μεταφράσεις¹⁷. Στα Πνευματικά του Ήρωνα θα βρούμε άφθονα παραδείγματα σχεδιασμού θαυμαστών κατασκευών όπου μηχανικά πουλιά κινούνται και κελαιθούν επάνω σε μεταλλικά δένδρα δίπλα σε



κρήνες και μουσικά όργανα. Η εικόνα 1 αναπαριστά μια συστοιχία μηχανικών πουλιών (η κουκούβια κινείται, τα υπόλοιπα κελαιθού) επάνω σε μεταλλικό δένδρο και δίπλα σε μια κρήνη. Προέρχεται από ένα εικονογραφημένο χειρόγραφο των Πνευματικών του Ήρωνα από τον Μαρκανί ελληνικό κώδικα 516, (φ. 172ν) του 13ου-14ου αιώνα που μεταφέρθηκε στη Βενετία από τον Βησσαρίωνα. Όπως θα δούμε και στην επόμενη ενότητα, τα Πνευματικά του Ήρωνα δεν κατονομάζονται από τους σχεδιαστές και κατασκευαστές αραβικών αυτομάτων. Οι ομοιότητες στα θέματα και τις λεπτομέρειες ωστόσο μας επιτρέπουν να τα θεωρήσουμε ως κοινή πηγή τόσο για τα βυζαντινά όσο και για τα αραβικά αυτόματα.

Τα βιβλία των θαυμαστών μηχανών

Στο γνωστότερο ίσως αραβικό έργο των μέσων χρόνων για τα αυτόματα, το Βιβλίο της γνώσης των ευφυών μηχανικών κατασκευών (αυτομάτων) του αλ-Τζάρι¹⁸, γίνεται αναφορά στις θαυμαστές μηχανές των παλαιότερων και προσφάτων μηχανικών¹⁹. Αν και στο έργο δεν κατονομάζεται ο Ήρων²⁰, οι αναλύσεις των μελετητών (ιδίαιτερα του D. Hill) έχουν καταδείξει σε πολλές από τις μηχανές που περιγράφονται τη συγγένεια με τις περιγραφές του Ήρωνα.

Από τα χειρόγραφα που έχουν διασωθεί γνωρίζουμε ότι το βιβλίο αυτό ολοκληρώθηκε το 1206 μ.Χ. στο σημερινό Ντιγιάρ Μπακίρ, όπου ο αλ-Τζάζαρι πέρασε 25 χρόνια της ζωής του στην υπηρεσία των τοπικών Αρτουκιδίων ηγεμόνων. Στο έργο περιγράφονται 50 μηχανές καταμετρημένες σε 6 κατηγορίες: υδραυλικά-μηχανικά υφολόγια, δοχεία εκχώσης, συσκευές δοσιμετρίας (για λήψη προκαθορισμένης ποσότητας υγρών, π.χ. για αφαίρεση ή τελετουργικές νύξεις), κρήνες, μηχανές ανύψωσης νερού –στάσιμου (π.χ. από πηγάδι) ή ρέοντος (π.χ. από ποταμίο)– και μια κατηγορία με διάφορες άλλες κατασκευές (π.χ. κλειδαριές). Πέρα από τις διαπιστωμένες ομοιότητες με κατασκευές του Ήρωνα, οι πηγές του αλ-Τζάζαρι είναι αραβικές, παλαιότερες και συγχρόνες του. Για κάθε μηχανή ο συγγραφέας δίνει μια γενική περιγραφή της λειτουργίας της, προχωρεί κατόπιν συστηματικά σε επιμέρους λεπτομέρειες, δίνει οδηγίες για τα υλικά και τον τρόπο κατασκευής και –κάτι που δείχνει πως είχε πράγματι εμπειρία στην κατασκευή των μηχανών αυτών– επισημαίνει τα αδύνατα σημεία, εκτιμά τις ανσχές και προτείνει εναλλακτικές λύσεις υλικών και κατασκευής.

Πολύτιμο στοιχείο του έργου –αναπόσπαστο για την κατανόησή του– αποτελεί η εικονογράφηση: πρόσοψη, λεπτομέρειες, αναπαράσταση της αρχής λειτουργίας των επιμέρους μηχανισμών. Η πλούσια εικονογράφηση έμελλε να γίνει τραγικό διαβατήριο δημοσιότητας στην εποχή μας. Το έργο του αλ-Τζάζαρι έγινε ευρύτερα γνωστό στους κύκλους των ιστορικών τέχνης από τις μικρογραφίες που βρίσκονται σήμερα διασκορπισμένες σε διάφορα μουσεία και βιβλιοθήκες της Βόρειας Αμερικής και της Ευρώπης ύστερα από τη ληλασία χειρογράφων του 14ου αιώνα, υπολείμματα των οποίων βρίσκονται στην Κωνσταντινούπολη.

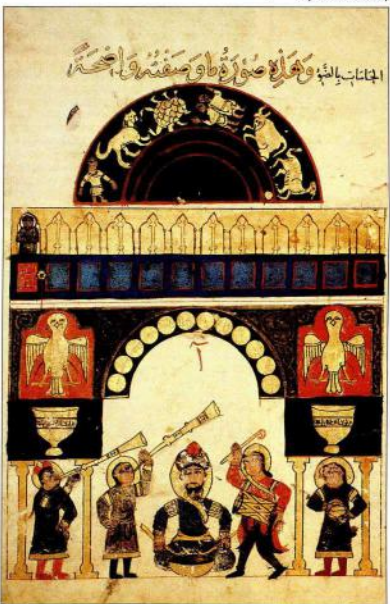
Από τις πιο γνωστές κατασκευές είναι το πρώτο υφολόγιο του αλ-Τζάζαρι (εικ. 2). Στο επάνω μέρος είναι ο περιστρεφόμενος ζωδιακός κύκλος. Ακολουθούν μια σειρά παράθυρα στα οποία ανά ώρα εμφανίζονται διάφορες μορφές και μια σειρά ορθογώνια που φωτίζονται διαδοχικά. Δεξιά και αριστερά εικονίζονται δύο μπρούτζινα γέρακια, από τα ράμνη των οποίων πέφτουν επίσης διαδοχικά μεταλλικές σφαιρές που συνοδεύουν και ακουστικά τη σήμανση της ροής του χρόνου. Τέλος, το κάτω μέρος συμπληρώνει μια ομάδα πέντε μουσικών που συνοδεύουν με μηχανικές κινήσεις και μουσική τη λειτουργία του υφολογίου σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Αρκετά από τα χαρακτηριστικά αυτά απαντώνται ήδη σε παλαιότερες περιγραφές υδραυλικών υφολογίων από τον Βιτρούβιο (τέλος του αι. π.Χ.). Μημειακά υδραυλικά υφολόγια φαίνεται ότι κατασκευάζονταν στο Βυζάντιο, ιδιαίτερα στη Συροπολαιστίνη, όπως μαρτυρεί η περιγραφή του υφολογίου της Γάζας (βος αι. μ.Χ.) από τον Προκόπιο. Η τεχνολογική παράδοση συνεχίστηκε στην ισλαμική περίοδο, γεγονός που μαρτυρούν αραβικές επιτομές με αναφορές σε πρότυπα της ελληνιστικής περιόδου και της ύστερης αρχαιότητας. Όσο και αν αρκετά από τα αναφερόμενα έργα, όπως π.χ. ορισμένα με φερόμενο συγγραφέα τον Αρχιμήδη, θεωρούνται

σήμερα ψευδεπίγραφα, η πολιτισμική ώριμηση θεωρείται αναμφισβήτητη²¹. Η επίδραση αυτή φαίνεται όχι μόνο στα κείμενα και τη θεματολογία αλλά και στην εικονογράφηση. Μοτίβα και τεχνοπλοία μαρτυρούν βυζαντινές επιρροές (πολλές από τις οποίες ανόργανοι σε πρότυπα της ύστερης αρχαιότητας) – είτε αυτές προέρχονται από μίμηση επιμέρους εικαστικών στοιχείων είτε προδίδουν εργασία εικονογράφων με εμπειρία σε αραβοχριστιανικές ή βυζαντινές εικόνες (εικ. 3, 4).

Όσο σημαντική και αν είναι η επισήμανση βυζαντινών επιρροών στην αραβική εικονογραφία των αυτομάτων και ιδιαίτερα στο έργο του αλ-Τζάζαρι για τη διερεύνηση της λειτουργίας των βυζαντινών επιδράσεων, των ιδιαιτεροτήτων της αραβικής εικαστικής σημειολογίας και της σημασίας των αραβικών καινοτομιών, μια τέτοια προσπάθεια θα ξεπερνούσε τα πλαίσια

2. Πρόσοψη του υδραυλικού-μηχανικού υφολογίου του αλ-Τζάζαρι με κινούμενο ζωδιακό κύκλο, φωτισμός, μηχανικό ποτάκι και μουσικούς. Η μικρογραφία βρίσκεται σήμερα στο Μουσείο Καλών Τεχνών της Βοστώνης και προέρχεται από «ακρυμνησμένον» ασημένιο χειρόγραφο του 1354 μ.Χ., το υπόλοιπο του οποίου φυλάσσεται στη Βιβλιοθήκη Σουλτανί της Άγκυρας (αριθ. 3606) στην Κωνσταντινούπολη.



αυτής της παρουσίασης²². Θα περιοριστούμε εδώ σε μια επισήμανση που αφορά παραπλανητικά εικαστικά στοιχεία σε σχέση με τη λειτουργία μιας μηχανής για την ανύψωση νερού (εικ. 5). Το νερό ανυψώνεται από τη στάθμη μιας τεχνητής λίμνης με τη βοήθεια μιας αλυσίδας με κάδους. Η κινητήρια δύναμη παρέχεται από έναν κατακόρυφο τροχό με κουτάλες που δέχονται το νερό κατά την εκροή του από την υπερκείμενη λίμνη. Με διπλή μεταβίβαση μέσω γρανάζων σε ορθή γωνία ο τροχός αυτός θέτει σε κίνηση την αλυσίδα με τους κάδους. Ο ενδιάμεσος κατακόρυφος περιστρεφόμενος άξονας θέτει σε περιστροφή ένα μάγγανο που στην άκρη του είναι συνδεδεμένο με ένα βόδι, προφανώς ξύλινο, το οποίο επίσης περιστρέφεται χωρίς να αγγίζει το έδαφος! Το τέχνασμα μίμειται την αρχή λειτουργίας της σακίας, μιας ανυψωτικής μηχανής που θα περιγράψουμε στην επόμενη ενότητα, σκηνοθετώντας δύο κινητήριους μηχανισμούς από τους οποίους ο ένας (ο πιο συνθησιόμενος σε χρηστικές εφαρμογές), η ζωική δύναμη του βοδιού, είναι μόνο επίφαση, παραπλανητικό συμπαρασυρόμενο αποτέλεσμα του «κρυφού» (καθότι υπόγειου) κινητήριου μηχανισμού του τροχού με τις κουτάλες.

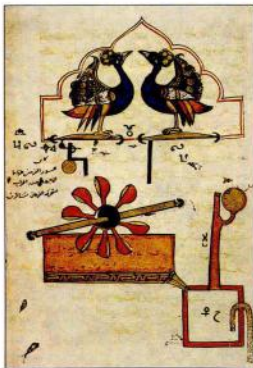
Η γνωστότερη, ίσως, αραβική πηγή του αλ-Τζάζαρι είναι το *Βιβλίο των ευφυών μηχανικών κατασκευών (αυτομάτων) των Μπανού Μούσα*²³. Οι συγγραφείς, τρεις γιοι του Μούσα μπιν Σάκιρ, έζησαν τον 9ο αιώνα μ.Χ. και ανέπτυξαν έντονη δραστηριότητα σε πολλούς επιστημονικούς τομείς (γεωμετρία, αστρονομία, μηχανική) στη Βαγδάτη, πρωτεύουσα του χαλιφάτου των Αββασιδών. Στο *Βιβλίο των ευφυών μηχανικών κατασκευών (αυτομάτων)* περιγράφονται 100 μηχανισμοί, οι περισσότεροι από τους οποίους είναι τε-

χνάσματα με εφαρμογές σε υρολόγια, υδραυλικούς μηχανισμούς, εκκασές (εικ. 6) – μέχρι και μια μάσκα για προφύλαξη από δηλητηριώδη αέρια σε πηγάδια και υπόγειες σπηλιές. Η συγκριτική έρευνα έχει επισημάνει αρκετές ομοιότητες με ανάλογους μηχανισμούς που αναφέρονται από τον Φίλιππο τον Βυζάντιο (200 π.Χ.) ή τον Ήρωνα τον Αλεξανδρινό, αλλά και καταβολές του αλ-Τζάζαρι²⁴. Οι Μπανού Μούσα ωστόσο δεν κατονομάζουν τις πηγές τους. Όσο κι αν είναι δύσκολο να απομονωθούν οι καθαρά δικές τους εφευρέσεις, αναμφίβολα το έργο τους αποτελεί κομβικό σταθμό στη μετάδοση των αντίστοιχων ελληνικών έργων της ύστερης αρχαιότητας και στη δημιουργία μιας αραβικής σύνθεσης, η ακτινοβολία της οποίας θα ξεπεράσει τα γεωγραφικά και χρονικά όρια του αββασιδικού χαλιφάτου.

Θεωρία και πράξη: μηχανές ανύψωσης νερού

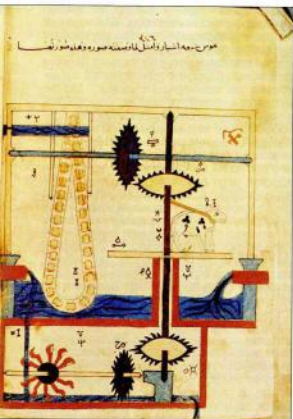
Υποστηρίχτηκε συχνά ότι οι θαυμασιές αραβικές μηχανές των Μπανού Μούσα και του αλ-Τζάζαρι είχαν περισσότερο παιγνιώδη ή διακοσμητικό χαρακτήρα και λιγότερο χρηστικό σκοπό. Ως παραδείγματα αναφέρονται κατασκευές που περιγράφουν την άντληση νερού, όπως αυτή με το περιστρεφόμενο βόδι που περιγράφει παραπάνω (εικ. 5). Γνωστές στην Ανατολή (από την Κίνα ως τη Μεσόγειο) οι χριστικές μηχανές άντλησης νερού ήταν απλές κατασκευές, όπως το σατούφ, συνδυασμός μοχλού και αντήρα για την ανύψωση ενός κάδου, π.χ. μέσα από ένα πηγάδι. Πιο αποδοτικοί, ιδιαίτερα όσον αφορά το στόχο της συνεχούς άντλησης, ήταν πολυπλοκοί μηχανισμοί όπως η σακία και η νόρια. Η σακία ήταν ένα σύστημα αλυσίδας κουβαδών (πήλινων, ξύλι-

3. Λεπτομέρεια του 6ου υδραυλικού-μηχανικού υρολογίου του αλ-Τζάζαρι. Εικονίζονται δύο μηχανικά παγόνια και ο μηχανισμός της κίνησης τους. Η μικρογραφία βρίσκεται σήμερα στο Μπριτολικό Μουσείο της Νέας Υόρκης και προέρχεται από ασημένιο ή σιδηρό χερόγραφο του 1315 μ.Χ.



4. Λεπτομέρεια του 7ου υδραυλικού-μηχανικού υρολογίου του αλ-Τζάζαρι (κρί και φερόμαχος). Η μικρογραφία φανερώνει βυζαντινές σπείρες, βρίσκεται σήμερα στο Ίνστιτούτο Σμιθσονιανό (Smithsonian) (Πνευματικό Γκαλερί of Art, Washington DC) και προέρχεται από ασημένιο ή σιδηρό χερόγραφο του 1315 μ.Χ.





αγροτικά προϊόντα (π.χ. ρύζι, ζαχαροκάλαμο) και τους καινοτόμους τρόπους καλλιέργειας που μεταφέρθηκαν από τους Άραβες κατά μήκος της Μεσογείου, καλλιέργειες που βσιζόνταν αποφασιστικά στην αποτελεσματική αξιοποίηση των υδάτινων αποθεμάτων τόσο για άρδευση όσο και ως ενεργειακού δυναμικού. Η εντυπωσιακή εμφάνιση (ιδιαίτερα της νόριας) σε συνδυασμό με την αποδοτικότητα των μηχανισμών αυτών στην αξιοποίηση φυσικών πόρων συντέλεσαν ώστε οι υδραυλικές μηχανές να γίνουν σύμβολα άρρηκτα συνυφασμένα με τη συμβολή της αραβικής υδραυλικής τεχνολογίας στην ευρύτερη τεχνολογική και οικονομική ανάπτυξη τόσο του μεσογειακού χώρου όσο και της Δυτικής και Κεντρικής Ευρώπης.

Υδρόμυλοι

Η εντύπωση της θαυμάστης αραβικής μηχανής (τουλάχιστον ως ευφυούς σύλληψης και πρότυπη κατασκευής) που καλλιιεγήθηκε με τους μηχανισμούς-τεχνάσματα των Μπανού Μούσα και του αλ-Τζάζαρι βρήκε αντίκρισμα στις καθημερινές οικονομικές δραστηριότητες με τη μορφή της μεγαλοπρεπούς νόριας καθώς και μιας άλλης χρηστικής υδραυλικής μηχανής, του υδρόμυλου. Αν και η προέλευση του υδρόμυλου είναι σίγουρα παλαιότερη της αραβικής εξάπλωσης²⁶, τόσο η ενασχόληση των Μπανού Μούσα και του αλ-Τζάζαρι με ορισμένους επιμέρους μηχανισμούς του όσο και ο τρόπος που περιγράφουν τη λειτουργία του άραβες γεωγράφοι, κοσμολογοί και χρονολογοί εντάσσουν τον υδρόμυλο στο χώρο των αραβικών θαυμαστών μηχανών των μέσων χρόνων²⁷. Στα έργα των Μπανού Μούσα και του αλ-Τζάζαρι που αναφέρονται παραπάνω, ο κατακόρυφος ή οριζόντιος υδραυλικός τροχός του μύλου χρησιμοποιείται για την κίνηση περιπέχων αυτομάτων: θαυμαστό είναι το αποτέλεσμα της αυτόματης λειτουργίας και όχι η παραγωγική διεργασία²⁸. Αντικείμενο θαυμασμού γίνεται ο αραβικός υδρόμυλος ως κατασκευή για παραγωγική διεργασία μεγάλης κλίμακας σε περιγραφές αράβων γεωγράφων με κριτήριο συνήθως την απόδοση σε σάκια αλεύρι ή σε σχέση με τον πλθυσμό που τροφοδοτεί. Εκτός όμως από τέτοιες αναφορές έχουμε και μια μοναδική στο είδος της περιγραφή ενός υδρόμυλου άλασης σττήνων ως παραδείγματος θαυμαστής λειτουργίας.

Πρόκειται για τον υδρόμυλο που περιγράφει ο αλ-Ντιμάσι (1256-1327 μ.Χ.) στην κοσμολογία του με τίτλο *Θαυμάσια πράγματα στην γηρά και τη θάλασσα*²⁹. Ο υδρόμυλος αναφέρεται στην περιγραφή της οχυρωμένης πόλης Μέρντ στο Αζερμπαϊτζάν. Η ιδιαίτερότητα του συστήματος στο ότι διαβέθει δύο «διδυμους» τροχούς, μάλλον οριζόντιους, οι οποίοι κινούνται ο κάθε ένας με τη ροή του νερού που προκύπτει με ανύψωση από την εκροή του άλλου τροχού. Το αραβικό κείμενο παραμένει ασαφές ως προς τον τρόπο ανύψωσης. Θα μπορούσε να γίνεται με κάποιο ειδικό αναρρόφητο, κάτι που παραπέμπει στις αναρροφητικές αντλίες που περιγράφονται από τον αλ-Τζάζαρι (με ποια, όμως, αρχή λειτουργίας και ποια κινητήρια δύναμη), ή με τη

5. Η 3η μηχανή ανύψωσης νερού (σακία) του αλ-Τζάζαρι. Η μακρογραφία ανήκει στο αρχαιότερο γεωμετρικό χειρόγραφο που έμεινε (1206 μ.Χ.) και φυλάσσεται στη Βιβλιοθήκη του Τον και στην Κινηματοματολογία (Alhm II, 3472).

ων ή μεταλλικών δοχείων) που χρησόμευε στη συνεχή ανύψωση νερού από βαθύ πηγάδι. Η κινητήρια δύναμη παρέχόταν συνήθως από ένα ή περισσότερα ζώα (ένιστε από ανθρώπους) που με οριζόντια κυκλική κίνηση περιέστρεφαν ένα κατακόρυφο μάγγανο. Με τη βοήθεια γραναζιών υπό γωνία ο περιστρεφόμενος αυτός άξονας μετέδιδε την κίνηση στην κατακόρυφα περιστρεφόμενη αλυσίδα κάδων. Μια παραλλαγή του μηχανισμού βσιζόνταν στην υδρική κίνηση ενός κατακόρυφου τροχού με πτερύγια και καινό οριζόντιο άξονα με την αλυσίδα κουβάδων.

Ο συνδυασμός της υδρική κίνησης και της αλυσίδας σε έναν καινό κατακόρυφο τροχό έγινε γνωστός με τον όρο «νόρια». Εδώ τα δοχεία (κάδοι) είναι στερεωμένα επάνω στον περιστρεφόμενο τροχό. Το ρεύμα του νερού που χρησόμευε για την υδρική κίνηση είναι ταυτόχρονα και πηγή για την πλήρωση των κάδων. Το νερό των κάδων ανυψώνεται με τον περιστρεφόμενο τροχό και εκχύνεται σε υπερυψωμένο επίπεδο αφού ο κάδος προπεραστεί το ανώτερο σημείο περιστροφής³⁰. Εντυπωσιακά δείγματα νόριας με διάμετρο μέχρι και 20 μέτρα διατηρούνται ακόμη σε λειτουργία στη Χαμά της Συρίας (εικ. 8). Ο προορισμός της νόριας ήταν και είναι η ανύψωση νερού από την επιφάνεια ροής (π.χ. επιφάνεια εδάφους), ενώ η σακκία χρησιμοποιείται για άντληση νερού από βαθύ πηγάδι.

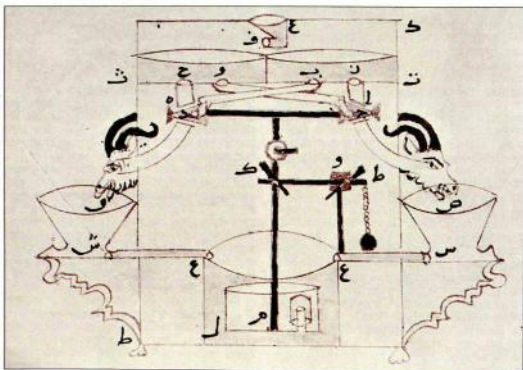
Ξαντοφύ, σακία και νόρια διαδόθηκαν με τη ραγδαία αραβική εξάπλωση στην Εγγύς Ανατολή, τη Βόρεια Αφρική και την Ιβηρική Χερσόνησο. Η διάδοση αυτή συνδέεται άμεσα με τα νέα

βοήθεια ενός μηχανισμού τύπου σακκίας ή νόριας όπως στην εικόνα 5. Η σύγκριση με την αναπαράσταση που παριστάνεται στο αραβικό χειρόγραφο (εικ. 7) επιτρέπει καθ' αρχήν και τις δύο ερμηνευτικές εκδοχές. Ξανακοιτώντας το κείμενο εντύπωση προκαλεί η εμμονή του συγγραφέα στην παρατήρηση ότι το νερό που περιβάλλει τον υδρόμυλο παραμένει στασιμο: Το μόνο νερό που κινείται είναι αυτό από την εκροή του ενός τροχού που ανυψώνεται για να κινήσει με την πτώση του τον άλλο τροχό. Η υποψία ότι η περίπλοκη, σε πρώτη εντύπωση λεπτομερειακή αλλά ουσιαστικά ασαφής περιγραφή υπονοεί ένα αεικίνητο ενισχύεται και από την απόλυτα συμμετρική απεικόνιση. «Το θάυμα του κόσμου», όπως χαρακτηρίζεται ο υδρόμυλος στο προοίμιο της περιγραφής, οφείλει προφανώς τη φήμη του στην εντύπωση του αεικίνητου που προκαλεί³⁰. Έτσι η περιγραφή του υδρόμυλου από τον αλ-Ντιμάσκι εντάσσεται στην αρκετά δημοφιλή αραβική παράδοση της περιγραφής «θαυμαστών» φυσικών όντων και τεχνητών κατασκευών, των ατζάμπι, ενός λογοτεχνικού είδους που, με όλες τις ιδιαιτερότητες του, είναι αρκετά συγγενές με τα *mirabilia* της ύστερης αρχαιότητας.

Η επιλογή των θαυμαστών μηχανών από τον αραβικό χώρο των μέσων χρόνων έγινε με κύριο άξονα περιγραφές και απεικονίσεις σε χειρόγραφο. Το νήμα μας οδήγησε από τα μηχανικά, υδραυλικά και πνευματικά αυτόματα της ύστερης αρχαιότητας σε επιβλητικές ανακτορικές εγκαταστάσεις και χρηστικές κατασκευές σε κλίμακα εντατικής παραγωγής. Η πρόθεση εντυπωσιασμού είναι προφανής ακόμη και σε πηγές με γεωγραφικά δεδομένα, όπως η κοσμογραφία του αλ-Ντιμάσκι. Παρακάτωμε την κατηγορία

των πολεμικών μηχανών που σίγουρα απέβλεπαν επίσης στον εντυπωσιασμό, αλλά και άλλες θαυμαστές κατασκευές στο χώρο της παραγωγής αγαθών (π.χ. αποστακτικές συσκευές ροδόσταμου που περιγράφει ο αλ-Ντιμάσκι) δίνουν περισσότερο βάρος στο χαρακτηριστικό της αυτόματης και αυτόνομης λειτουργίας. Από τις αναμφίβολα ευαίσθητες μηχανές, όπως τα ανακτορικά αυτόματα και τις κατασκευές που περιγράφονται από τους Μπανού Μούσα και τον αλ-Τζάζαρι, δεν έχουμε αρχαιολογικά δεδομένα. Ψυχρικά στοιχεία προκύπτουν από βεβαιωμένα υλικού πολιτισμού και πρακτικές που βρισκόμενες (ή έβρισκαν μέχρι πρόσφατα) ακόμη εφαρμογή – για παράδειγμα αι νόριες που σώζονται στη Συρία, το Μαρόκο και την Ισπανία, οι υδρόμυλοι και οι ανεμόμυλοι του Ιράν και του Αφγανιστάν κ.ά. Η ασυνέχεια στη μεν περίπτωση και η (εξελικτική) συνέχεια στην άλλη αποτελούν ίσως ένδειξη και απόρροια της εξάρτησης της τεχνολογικής ανάπτυξης από τις πολιτικές συνθήκες και τις οικονομικές επιλογές. Μηχανικά τεχνάσματα (χίγιαλ) και αφηγηματικές θαυμαστά κατασκευών (ατζάμπι) έπαιξαν σημαντικό ρόλο τόσο στο συμβολικό όσο και στο υλικό πεδίο της αραβικής ιστορίας των μέσων χρόνων. Με το πέρασμα ενός μέρους της αραβικής τεχνονομίας στην Ευρώπη και τη μετεξέλιξη της κατά την Αναγέννηση τα στοιχεία αυτά βρέθηκαν σε αλληλεπίδραση με νέες πολιτικοοικονομικές συνθήκες. Μύλοι και υδραυλικές μηχανές αναπτύχθηκαν και προσαρμόστηκαν στις δεδομένες γεωκλιματικές ιδιαιτερότητες και στα δεδομένα των νέων παραγωγικών σχέσεων. Τα νεότερα ευρωπαϊκά αυτόματα ντύθηκαν ενίοτε (για λόγους και πάλι εντυπωσιασμού) ανατολικές ενδυμασίες, όπως ο «Τούρκος σκακιστής» – οι ιδεολογικές αντιπαρα-

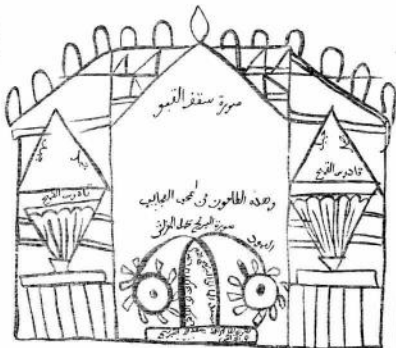
6. Αυτόματος μηχανισμός των Μπανού Μούσα για την εκροή προκαθορισμένης ποσότητας κρασιού και νερού. Μικρογραφία από χειρόγραφο που κωδικο 3474, Ahmet III, Βιβλιοθήκη του Τοπ Καπί στην Κωνσταντινούπολη, σ. 47κ.



θέσεις ωστόσο δεν ευνοούσαν την αναγνώριση των τεχνολογικών καταβολών από την ανατολή. Οι άνισες ταχύτητες στην παραγωγή γνώσης κατέστησαν πλέον περιττή την αμοιβαία «τεχνολογική κατασκοπεία» μέσω των πρεσβειών.

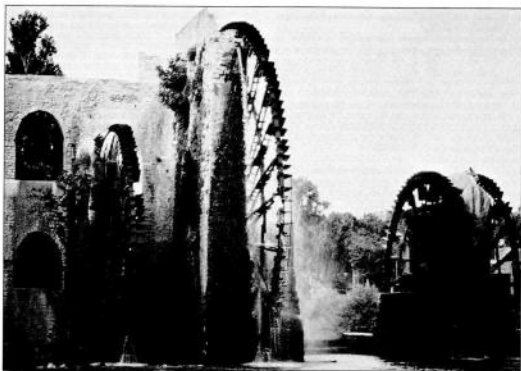
Σημειώσεις

1. Βλ. το λ. «Hyal» του J. Schacht στο *Encyclopaedia of Islam*, τ. 3, Brill, Leyden 1971, σ. 510.
2. Theophanes Continuatus, στο Imm, Bekker (εκδ.), *Corpus Scriptorum Historiae Byzantinae*, 33, Bonn 1838, Γ, σ. 98.
3. Richard Krautheimer, *Παλατιοκρατική και βυζαντινή αρχιτεκτονική*, MIET, Αθήνα 1991, σ. 432.
4. André Grabar, «Le succès des arts orientaux à la cour byzantine sous les Macédoniens», στο *Münchner Jahrbuch der bildenden Kunst, Staatliche Kunstsammlungen & Zentralinstitut für Kunstgeschichte in München*, 3. Folge, 3, Prestel, München 1951, σ. 56.
5. Μια κριτικιστάμενη μελέτη για το βυζαντινό αυτόματα στην αίθουσα του θρόνου με αναφορά σε βυζαντινές πηγές και σχετική βιβλιογραφία είναι αυτή του Gerard Breit, «The automata in the Byzantine "Throne of Solomon"», *Speculum* 3/29 (1954), σ. 477-487. Βλ. επίσης Κωνσταντίνος Κουζιάβας, «Ο θρόνος της Μαγναύρας», στο *Η Ελλάδα Ευρώπης, Έγγραφο Λεξιματό Πρακτικού*, Εκδόσεις Ιεράς Μονής Κουτλουμουσιού, Αγίου Όρους 1997, σ. 339-344. Για μια συγκριτική μελέτη με αντιπαράθεση βυζαντινών και αραβικών πηγών και με νεότερη βιβλιογραφία, βλ. Constantin Canavos, «Automaten in Byzanz. Der Thron von Magnaura», στο Klaus Grubmüller / Markus Stock (επιμ.), *Automaten in Kunst und Literatur des Mittelalters und der Frühen Neuzeit*, Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel, Wolfenbüttel 2003, σ. 49-72.
6. Jonathan Shepard, «Messages, ordres et ambassades: diplomatie centrale et frontalière à Byzance», στο A. Derikens / J.-M. Sansterre (επιμ.), *Voyages et voyageurs à Byzance et en occident du Ve au XIe siècle*, Bibliothèque de la Faculté de Philosophie et Lettres de l'Université de Liège, Liège 1999, σ. 375-396.
7. Για λεπτομέρειες και πηγές, βλ. βιβλιογραφία στη σημ. 5.
8. Η περιγραφή της βυζαντινής αποστολής στη Βαγδάτη έχει μελετήσει (π.χ. από τον A. Vasiliev στο έργο του *Byzance et les*



7. Ο υδρόμολος της Μίρεντ στην αναπαράσταση από τον εκδότη και μεταφραστή της κοσμογραφίας του αλ-Νιρτζισί, A.F. Mehren (1866, σ. 186).

Arabes, επιμ. M. Canard, Bruxelles 1948, II/2, σ. 169/174) κυρίως με βάση την περιγραφή του αλ-Χαζιμί και άλλων αραβικών ιστοριογράφων. Μια μελέτη για τις πρεσβείες ανάμεσα στο Βυζάντιο και στα αραβικά Χάλιφρα με γαλλική μετάφραση του εδαφίου από το Βιβλίο των δώρων και των σπάνιων αντικείμενων που περιγράφει την παρόμοια βυζαντινή επίσκεψη από την οπτική γωνία των επισκεπτιών δημοσιογράφων από τον Muhammad Hamdullah, «Nouveaux documents sur les rapports de l'Europe avec l'Orient musulman au Moyen Age», *Arabica* 7 (1960), σ. 281-298. Η πιο πρόσφατη και έγκυρη αποκατάσταση της λεπτομερέστερης περιγραφής που βρίσκεται στο Βιβλίο των δώρων και των σπάνιων αντικείμενων προτάθη-



8. Σύγχρονη νόρμα στη Χαμά της Συρίας.

Βιβλιογραφία

- THE BANU MUSA, *The Book of Ingenious Devices*, σπλ. από Donald Hill, Reidel, Dordrecht 1979.
- SHEPARD JONATHAN, «The automata in the Byzantine Throne of Solomon», *Scolium* 3/29 (1984), σ. 477-487.
- CANAVAS CONSTANTIN, «Automaten in Byzanz. Der Thron von Magadanz», στο Klaus Grözinger/Markus Stock (επιμ.), *Automaten in Kunst und Literatur des Mittelalters und der Frühen Neuzeit*, Herzog August Bibliothek, Wolfenbüttel, 2003, σ. 49-72.
- GRABAR ANDRÉ, «Le succès des arts orientaux à la cour byzantine des arts Maccédoniens», στο *Mémoires de l'Institut byzantin de la Sorbonne*, *Staatliche Kunstsammlungen & Zentralinstitut für Kunstgeschichte in München*, 3. Folge Bd. II, Prestel, München 1961, σ. 32-60.
- HAMIDULLAH MUHAMMAD, «Nouveaux documents sur les rapports de l'Europe avec l'Orient musulman au Moyen Age», *Annales H 1960*, σ. 281-286.
- AL-HASSAN AHMAD-HIL DONALD, *Islamic Technology – An Illustrated History*, Cambridge University Press, 1996.
- HILL DONALD, «Science and technology in ninth-century Baghdad», στο P.I. Butzer/D. Lohmann (επιμ.), *Science in Western and Eastern Civilization in Carolingian Times*, Birkhäuser, Basel 1990, σ. 485-502.
- , *A History of Engineering in Classical and Medieval Times*, Routledge, London 1994.
- JACOBY BRUNO, *Erfindung und Erfindung*, PPI ETBA, Aflino 1995.
- Les histoires des techniques, Seuil, Paris 1990.
- AL-JAZARI, *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices* (1206), σπλ. από Donald Hill, Reidel, Dordrecht 1979.
- KANABAS KONSTANTINOS, «Ο βόσχος της Μαγδαλένας», στο Η Ελληνική Εμπειρία, Έργο του Αρχαίου Πολιτικού Μηχανικού, Μουσείο Μπενάκη, Αθήνα 2005.
- Ανών. Οπισθ. 197, σ. 339-344.
- KRAUTHAIMER RICHARD, *Polysarazenische und Byzantinische Erfindungen*, MET, Aflino 1981.
- Early Christian and Byzantine Architecture, Penguin, Harmondsworth 1970, σ. 682, 1965.
- MÉHREN AUGUST FERDINAND (επιμ.), *Manuel de la Cosmographie du moyen âge* (trad. de l'arabe), Copenhagen 1884.
- , *Cosmographie de ed-Idrischi* (texte arabe), Saint Pétersbourg 1996.
- AL-HADJALI GEHAR AL-HAJJAJI, *Book of Gifts and Rarities: Kitab al-Hadiya wa 'l-Tunaf*, Harvard University Press, Cambridge MA, 1999.
- SCHWABER J., «Hydraulische Erfindungen in Ägypten», *3. Brill, Leiden*, 1971, σ. 510.
- SHEPARD JONATHAN, «Messages oracles et ambassadeurs: les machines canaves et frontalières à Byzance», στο A. Diekmann/M. Sansterio (επιμ.), *Voyages et voyages à Byzance et en occident de l'Asie au 8e siècle*, *Revue de la Faculté de Philosophie et Lettres de l'Université de Liège*, Liège 1999, σ. 375-396.
- STRÖMAYER GERHARD, «Umar ibn al-Hazm, Constantine V and the invention of the Elixir», στο *Græco-Arabica 4* (1991), σ. 21-24.
- «HISTOIRE DES CONTINENTS», στο *Imn. Bekker* (επιμ.), *Corpus Scriptorum Historiae Byzantinae*, 33, Bonn 1838, σ. 3-486.
- WEITZMANN KURT, «The Greek sources of Islamic scientific illustrations», στο H. Kessler (επιμ.), *Kurt Weitzmann – Studies in Classical and Byzantine Manuscript Illumination*, Chicago University Press, Chicago, London 1971, σ. 20-44.

και από την Hadaya al-Hijawi al-Qaddim, *Book of Gifts and Rarities: Kitab al-Hadiya wa 'l-Tunaf*, Harvard University Press, Cambridge MA 1996.

9. Όλα τα δοκίμια και παρακάτω η παρουσία του θαυμαστά μηχανικού δένδρου μαρτυρείται σε διάφορα αρβικά ανακτορικά. Πρόκειται για αληθινή ή προβόλη συγκεκριμένων συμβολικών ή μυστικών σε δυο διαφορετικά (ανακτορικά) χωριά δένδρων με μηχανικά ποδία σε διάφορα αρβικά ανακτορικά. Βασίζεται μάλιστα σε μια γεωμετρική περιγραφή η πρόκειται για λογισμικούς τύπους που εκδιφορούσαν ανάμεσα στη βυζαντινή και στη αρβική γραμματολογία. Μια προσέγγιση του θέματος μέσα από συγκριτική γραμματολογική μελέτη βυζαντινών και αρβικών πηγών παρουσιάζεται από τον γράοντα στο 21ο Διεθνές Συνέδριο για την Ιστορία της Επιστήμης στην Πόλη του Μεδικού, 8-14 Ιουλίου 2007, C. Canavas, «What did ambassadors really see? Literary sources for a comparative approach of Arabic and Byzantine technology» (πρακτικά προ δημοσίευσης).
10. Για περισσότερες λεπτομέρειες σε σχέση με τη διαδρομή της προέλευσης, βλ. Hamidullah, *ο.π.*, ιδιαίτερα σ. 293-297. Για βιβλιογραφικές παραπομπές σχετικά με την τοπογραφία της βόρειας της επαρχίας των Αββασιδών, βλ. λεγισμικούς αναφορές στο θαυμαστό δένδρο και τις επιδράσεις που ανιχνεύονται από την ιστορία της γαλιέας βλ. Canavas, «Αποστολή in Byzanz... ο.π.», ιδιαίτερα σ. 57-65. Ας σημειωθεί πως η πρώτη ιδέα του 762 μ.Χ. στην αρχή της δυναστείας των Αββασιδών, Αρχικά είχε κυκλικό σχήμα με κέντρο το ανακτορό του χάλκιου, συντομα όμως διακυρνήθη και περιέλαβε πολλές χώρες και νέους χώρους υποδοχής ξένων προεβίων. Η συνεχής κατοίκηση της πόλης από την ίδρυση της μέχρι σήμερα και οι καταπορεύσεις που υπέστη αργότερα (π.χ. κατά την εισβολή των Μογγόλων) καθίστανε εξαιρετικά δύσκολη την αρχαιολογική μελέτη των ανακτορικών χώρων που αναφέρονται οι ιστορικές πηγές.
11. G. Strömayer, «Umar ibn al-Hazm, Constantine V and the invention of the Elixir», *Græco-Arabica 4* (1991), σ. 21-24 (σ. 21).
12. Βλ. επίσης Canavas, «Automaten in Byzanz... ο.π.», ιδιαίτερα σ. 52-53.
13. Βλ. τη συγκριτική γραμματολογική προσέγγιση στην παρουσίαση Canavas, «What did ambassadors really see?», ο.π.
14. Krauthaimer, *ο.π.*, σ. 432.
15. Grabar, *ο.π.*, σ. 56.
16. Για μια άσκηση του έργου του Ήραου στο ευρύτερο πλαίσιο της ιστορίας της τεχνολογίας της ύστερης αρχαιότητας, βλ. Β. Jacomy, *Συντακτική ιστορία των τεχνικών*, ΠΠΙ ETBA, Aflino 1995, σ. 89-107.
17. Βλ. Brett, *ο.π.* Επίσης Canavas, «Automaten in Byzanz... ο.π.», ιδιαίτερα σ. 57-58.
18. Το Λεωτικό του Ήραου μαρτυρείται σε αρβική μετάφραση από τον δευτ. ιστότοπο, ιδιαίτερο ήδη στο πρώτο μισό του 11ου αιώνα μ.Χ. βλ. D. Hill, «Science and technology in ninth-century Baghdad», στο P.I. Butzer/D. Lohmann (επιμ.), *Science in Western and Eastern Civilization in Carolingian Times*, Birkhäuser, Basel 1990, σ. 485-502 (σ. 496).
19. Hill στο αλ-Τζαζαρί και τη ζωή του, βλ. την εισαγωγή στο D. Hill στην αγγλική μετάφραση του έργου του Al-Jazari, *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices* (1206), Reidel, Dordrecht 1974. Βλ. επίσης την επισκόπηση και απομνημότυπο του Jacomy, *ο.π.*, σ. 155-166.
20. Al-Jazari, *ο.π.*, σ. 15.
21. Στην αρχή του έργου κατανομάζεται ο «έρχρος Αρχιμήδους», όσο και οι θεολογικές ή φημι του Αρχιμήδους με μηχανικούς, οι συγκεκριμένες αναφορές αφορούν μάλλον ψευδολογία λόγω της ύστερης αεροστατικής.
22. D. Hill, *A History of Engineering in Classical and Medieval Times*, Routledge, London 1996 (α' εκδ. Croom Helm, 1984), σ. 226-232.
23. Για τις ελληνικές από τη συγκριτική ανάλυση της οικονομικής ελληνικών, βυζαντινών και αρβικών επιστημονικών χειρογράφων, βλ. K. Weitzmann, «The Greek sources of Islamic scientific illustrations», στο H. Kessler (επιμ.), *Kurt Weitzmann – Studies in Classical and Byzantine Manuscript Illumination*, Chicago University Press, Chicago, London 1971, σ. 20-44.
24. Για τους Μπινού Μουσα και το έργο τους, βλ. την εισαγωγή του D. Hill στην αγγλική μετάφραση του έργου του Banu Musa, *The Book of Ingenious Devices*, σπλ. από Donald Hill, Reidel, Dordrecht 1979. Επίσης βλ. την επισκόπηση και απομνημότυπο του Jacomy, *ο.π.*, σ. 156. Συμπληρωματικά

- βλ. Hill, «Science and technology in ninth-century Baghdad», *ο.π.*, σ. 487, ο ίδιος, *A History of Engineering... ο.π.*, σ. 202, 216-219.
24. Hill, «Science and technology in ninth-century Baghdad», *ο.π.*, σ. 486.
25. Για παραλλήλες και πληροφορίες σχετικά με τη γεωγραφική εξάσκηση της νότιας, βλ. π.χ. Jacomy, *ο.π.*, σ. 138-145, 26. Στην προέλευση και τη σημασία του υδρόμυλου/κροκύδειου στους μόνους χρόνους, βλ. στο ίδιο, σ. 202 μ.χ. Αξίζει να επισημανθεί εδώ και ένα αρχαιολογικό εύρημα (1896) στην εθνατική αγορά, που χρονολογείται από τον 5ο α. μ.Χ. και ερμηνεύεται ως κατάλοιπο υδρόμυλου με κατακόρυφο τροχό, βλ. Hill, *A History of Engineering... ο.π.*, σ. 159. Να σημειωθεί επίσης ότι σε αρβικές πηγές η υδρόκλιση με αεζιμωτικό τροχό προσανατολάει εντός «βυζαντινών τύπων». Ο χαρακτηρισμός αυτός επιτρέπει ερμηνείες που φέρουν αυτών τον τύπο υδρόκλισης ως γνωστή στη Μ. Ασία από εποχές προγενέστερες της αρβαιοκρατικής επέκτασης στην Εγγύη Ανατολή (βλ. Hill, *A History of Engineering... ο.π.*, σ. 160).
27. Για μια αναλυτική παρουσίαση της τυπολογίας της υδρόκλισης των μύλων, τις ιδιαιτερότητες κατά την αποβίαση των σχετικών πηγών και μια σύντομη παράθεση αρβικών πηγών σχετικά με την εξάσκηση του υδρόμυλου στο ισλαμικό κράτος κατά τους μόνους χρόνους, βλ. Hill, *A History of Engineering... ο.π.*, σ. 155-170, καθώς επίσης Ahmad-Hassan/Donald Hill, *Islamic Technology – An Illustrated History*, Cambridge University Press, Cambridge 1992, σ. 52-58.
28. Hill, *A History of Engineering... ο.π.*, σ. 160, 170.
29. Το έργο δημοσιεύθηκε σε γαλλική μετάφραση από τον August Ferdinand Mehren (επιμ.), *Manuel de la Cosmographie de moyse sage* (trad. de l'arabe), Copenhagen 1884. O A.F. Mehren επέλεξε και τη μοναδική κρητική έκδοση του αρβικού πρωτοτύπου *Cosmographie de ed-Idrischi* (texte arabe), Saint Pétersbourg 1866. Ο υδρόμυλος περιγράφεται σε σελίδες 254-255 της γαλλικής μετάφρασης και στη σελίδα 188 της έκδοσης του αρβικού κειμένου, όπου βρίσκεται και η αντίστοιχη εικόνα.
30. Μια ερμηνευτική προσέγγιση με βάση τη σχέση κειμένου και εικόνας παρουσιάζεται από τον γράοντα στο *International Conference of the History of Technology 2004, Bochum*, 17-22 Αυγούστου 2004 σε ανακοίνωση με τίτλο «Technological landscapes in Arabic miniatures» (πρακτικά υπό έκδοση).

Wonder Machines from the Orient

Constantine Canavas

The medieval Byzantine and European history of technology is closely related to technological developments in the Islamic world. A crucial factor of these relations is the multi-layer antagonism between Arab Muslim states and Byzantium. The development of technologies of amazement and wonder was a strategy that apparently played an important role in this political and military rivalry. As a political weapon such wonder devices were installed in reception halls of palaces. Although no archaeological evidence has survived so far, we do have Byzantine and Arabic reports concerning palace automata. Only Arabic sources mention automata in reception ceremonies in Baghdad, whereas the oldest ambassador reception in a Byzantine palace hall decorated with automata is reported in an Arabic source. This text, however, is not reliable, since it is rather a narrative influenced by Arabic imagery than a realistic description.

There is more evidence and a lot of controversy as regards the Arabic origin of such devices. The Arabic technical term *hiyal* implies an ingenious or tricky structure often related to an artificial wonder. Most probably both Arabic *hiyal* and Byzantine automata originate from the Greek-Roman late antiquity. Famous Arab authors like the brothers Banu Musa (9th cent. AD) and Al-Jazari (12th-13th cent. AD) present devices similar to those conceived by Heron (1st cent. AD) or refer to Greek scholars such as Archimedes (3rd cent. BC) and develop further ingenious devices. Some of them, like the water-raising machines, are explicitly related to large-scale use and can be still found operating in Arab countries. The effect of amazement has apparently effected the construction of these mechanical constructions, since even in Arabic cosmographies of the fourteenth century they are most often mentioned as (technological) wonders.