



---

## Ανάλυση αρχαίας κεραμικής: Χαρακτηρισμός, προέλευση, τεχνολογία

Ελένη Νοδάρου

Ινστιτούτο Μελέτης Προϊστορικού Αιγαίου Ανατολικής Κρήτης (INSTAP),  
Παχειά Άμμος Ιεράπετρας, 72200 Κρήτη

---

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

**Κ**εραμική είναι ένα σύνθετο, ανόργανο, ανθρωπογενές υλικό που συνδυάζει τα τέσσερα βασικά στοιχεία της φύσης και της αρχαίας ελληνικής φιλοσοφίας: γη και νερό (για την διαμόρφωση της αργίλου σε πηλό και τη δημιουργία τεχνέργων), φωτιά και αέρα (για την όπτηση). Αποτελεί το πολυπληθέστερο εύρημα των αρχαιολογικών ανασκαφών, γιατί η παραγωγή κεραμικών υπήρξε διαδεδομένη και συνεχής για χιλιάδες χρόνια παντού στον κόσμο και γιατί, ενώ θραύεται (τα θραύσματα των αρχαίων κεραμικών ονομάζονται *όστρακα*), δεν καταστρέφεται κατά την παραμονή στο χώμα και δεν υπήρξε αντικείμενο εκτεταμένης σύλληψης ούτε κατά το παρελθόν ούτε στη σύγχρονη εποχή.

Η προερχόμενη από αρχαιολογικές θέσεις κεραμική περιλαμβάνει αγγεία οικιακής χρήσης, όπως μαγειρικά, σκεύη προετοιμασίας, σερβιρίσματος και κατανάλωσης φαγητού και ποτού, αγγεία αποθήκευσης (πίθοι) και μεταφοράς (αμφορείς), ιατρευτικά σκεύη και ειδώλια αηλιά και αντικείμενα βιοτεχνικής δραστηριότητας όπως κεραμικοί τροχοί, υφαντικά βάρη και αγνύθες, μεταλλευτικές χοάνες και μήτρες, καθώς και οικοδομικά υλικά όπως πλίνθοι και κεραμίδια. Η κεραμική έτυχε συστηματικής μελέτης και από διαφορετικές οπτικές γωνίες: μεμονωμένα αντικείμενα για την αισθητική και καλλιτεχνική

τους αξία στα πλαίσια της ιστορίας της τέχνης, κεραμικά σύνολα για την ιστορική και αρχαιολογική τους αξία ως δείκτες σχετικής χρονολόγησης και τεχνολογικής εξέλιξης αλλιά και ως μάρτυρες κοινωνικών και οικονομικών μετασχηματισμών, πολιτισμικών σχέσεων και εμπορικών ανταλλαγών σε απλές και σύνθετες κοινωνίες.

Στη σύγχρονη αρχαιολογική μεθοδολογία και πρακτική η μελέτη της κεραμικής περιλαμβάνει την τυπολογική ταξινόμηση, τη στρωματολογική ανάλυση, τη σχετική χρονολόγηση και την αρχαιομετρική ανάλυση. Οι αρχαιομετρικές προσεγγίσεις αφορούν: α) στο χαρακτηρισμό και την προέλευση της πρώτης ύλης, β) στην τεχνολογία κατασκευής, γ) στο περιεχόμενο των αγγείων και δ) στην απόλυτη χρονολόγησή τους. Το κεφάλαιο αυτό πραγματεύεται το χαρακτηρισμό και την προέλευση της πρώτης ύλης καθώς και τη μελέτη της τεχνολογίας κατασκευής των αγγείων και της διακόσμησης με την εφαρμογή φυσικο-χημικών αναλυτικών τεχνικών. Στις μελέτες περιπτώσεων δίνεται έμφαση στα αρχαιολογικά ερωτήματα, στα συμπεράσματα των αναλύσεων και στον τρόπο με τον οποίο η αρχαιομετρική έρευνα άληθαξε ή διεύρυνε τις γνώσεις μας όχι μόνο για το κεραμικό σύνολο που αναλήθηκε αλλιά και για την περίοδο στην οποία αυτό χρονολογείται.

## 1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΚΕΡΑΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

### 1.1 Οι πρώτες ύλες

Η βασική πρώτη ύλη για την κατασκευή κεραμικής είναι η *άργιλος*, ένα φυλλοπυριτικό ορυκτό που προκύπτει από τη διάσπαση πυριτικών πετρωμάτων. Στη γεωλογία άργιλος χαρακτηρίζεται κάθε φυσικό ίζημα με κοκκομετρία συγκεκριμένης τάξης μεγέθους (περ. 2μm). Τα αργιλικά κοιτάσματα είναι ιζηματογενείς αποθέσεις που δημιουργούνται από τη διάβρωση και απόθεση παλαιότερων πετρωμάτων. Οι αποθέσεις μπορεί να είναι πρωτογενείς (προϊόν επιτόπιας διάβρωσης) ή δευτερογενείς (επακόλουθο μεταφοράς από τη δράση ποταμών). Οι πρωτογενείς άργιλοι είναι πιο χονδρόκοκκες, περιέχουν περισσότερο και μεγαλύτερα εγκλείσματα και είναι λιγότερο πηλαστικές. Οι δευτερογενείς εξαιτίας της μεταφοράς και της περαιτέρω διάβρωσης είναι πιο λεπτόκοκκες, κι επειδή συχνά περιέχουν οργανικά υλικά είναι πιο πηλαστικές. Η φύση και το σχήμα των εγκλείσμάτων παρέχουν πληροφορίες όχι μόνο για το γεωλογικό περιβάλλον από το οποίο προήλθε μια άργιλος αλλιά και για τις συνθήκες μεταφοράς και απόθεσής της. Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε ασβέστιο υπάρχουν δύο βασικοί τύποι αργίλου, η

μη-ασβεστιούχος (με περιεκτικότητα 3-5%) και η ασβεστιούχος (άνω του 5%) (Rice 1987, 36-38).

Το βασικότερο χαρακτηριστικό της αργίλου είναι η πηλαστικότητα που αποκτά όταν αναμιχθεί με μικρή ποσότητα νερού. Χάρη σε αυτήν την επεξεργασία, οι κεραμείς μετατρέπουν την άργιλο σε *πηλό*.

Η δεύτερη πολύ σημαντική ιδιότητα της αργίλου είναι η σκληρύνησή της μετά από θερμική επεξεργασία σε οποιοδήποτε περιβάλλον όπτησης, όπως ανοικτή φωτιά, καμίνι, σύγχρονο ηλεκτρικό κλίβανο. Ο πηλαστικός πηλός έχει αρχίσει να χάνει νερό και να σκληραίνει καθώς στεγνώνει στον ατμοσφαιρικό αέρα. Κατά την όπτηση όμως, και όσο η θερμοκρασία αυξάνει και ξεπερνά τους 600 °C αλληιάζει σταδιακά η χημική και ορυκτολογική δομή της αργίλου και ο πηλός σκληραίνει περισσότερο. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα της όπτησης είναι η πρώτη ύλη, η θερμοκρασία, η διάρκεια, και η ατμόσφαιρα (βλ. §1.5).

## 1.2 Επεξεργασία της πρώτης ύλης

Οι κεραμείς βασίζονται στην εμπειρία για την επιλογή των κατάλληλων αργίλων. Τα βασικά κριτήρια είναι η πηλαστικότητά τους, η μικρότερη δυνατή συρρίκνωση κατά το στέγνωμα και την όπτηση και η αντοχή στη θερμότητα. Η άργιλος σπανίως χρησιμοποιείται ανεπεξέργαστη για την κατασκευή αγγείων (η διαδικασία επεξεργασίας της πρώτης ύλης δίνεται διαγραμματικά στο ΣΧΗΜΑ 1). Μεγάλες πέτρες, ρίζες, και φύλλα αφαιρούνται επί τόπου στον τόπο εξόρυξης αν η πρώτη ύλη είναι επιφανειακή. Συνήθως, όμως, τα αργιλικά κοιτάσματα βρίσκονται σε βάθος, οπότε μετά την εξόρυξη η άργιλος μεταφέρεται στο εργαστήριο του κεραμέα όπου γίνεται το «κοπάνισμα»<sup>1</sup> ώστε να θρυμματιστούν τα συσσωματώματα του χώματος και να αφαιρεθούν με το χέρι οι χονδροειδείς προσμίξεις. Ακολουθεί καθαρισμός είτε με ξηρό κοσκίνισμα είτε με καθίζηση\*<sup>2</sup> δηλαδή ανάμιξη της αργίλου με νερό αρχικά σε μια μεγάλη δεξαμενή και μετά σε μικρότερες ώστε σταδιακά να καθιζάνουν τα βαρύτερα σωματίδια και να μένει μόνο ο λεπτόκοκκος πηλός με τη μορφή αιωρήματος.

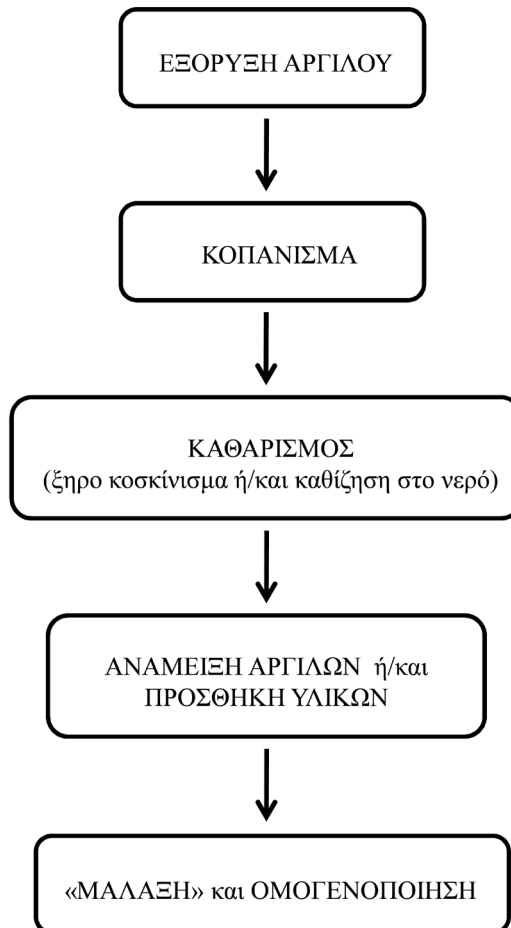
Συνήθως οι κεραμείς επεμβαίνουν για να βελτιώσουν τις φυσικές ιδιότητες της πρώτης ύλης ανάλογα με το είδος των αγγείων που κατασκευάζουν. Σε περιπτώσεις που η άργιλος είναι πολύ λεπτόκοκκη και πηλαστική χρειάζεται να προστεθούν μη πηλαστικά υλικά ώστε να μπορεί η πρώτη ύλη να δουλευ-

1. Όπου είναι δυνατό δίνονται οι όροι που χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή ελληνική κεραμική τέχνη.

2. Με αστερίσκο σημειώνονται οι όροι που παρατίθενται στο ελληνο-αγγλικό γλωσσάριο.

τεί στο χέρι ή στον τροχό. Τα επιπρόσθετα αυτά υλικά\* είναι πολύ σημαντικά στις αρχαιοθιολογικές μελέτες γιατί συχνά αποτελούν δείκτες προέλευσης ή/και χρονοθιολογησης της κεραμικής. Τα πιο συνηθισμένα είναι διάφοροι τύποι λίθων (ασβεστίτης, ιθιόλιθος, άμμος), και θρυμματισμένη κεραμική\*. Μπορεί όμως να είναι και οργανικά υλικά όπως ξερά χόρτα, άχυρο, κοπριά, και όστρεα. Επίσης συχνή είναι η πρακτική ανάμιξης αργίλων, συνήθως μιας κόκκινης (μη ασβεστιούχου) με μια λευκή/γκρίζα (ασβεστιούχο). Η πρώτη έχει πυρίμαχες ιδιότητες και γενικά προτιμάται για μαγειρικά σκεύη, ενώ η δεύτερη είναι πιο πηλαστική και χρησιμοποιείται για λεπτότεχνα αγγεία. Η ανάμειξή τους στις κατάλληλες αναλογίες δίνει στα αγγεία τις επιθυμητές ιδιότητες

*Σχήμα 1. Διαγραμματική παρουσίαση της διαδικασίας επεξεργασίας της αργίλου*



Αφού ετοιμαστεί το μείγμα της αργίλου (πηλός) ακολουθεί συστηματική «μάλαξη» με τα πόδια ώστε να ομογενοποιηθεί το υλικό και να ελαχιστοποιηθούν τα κενά αέρος και οι σβώλοι χώματος (Blitzer 1984, Βαηλιά-νος και Παδουβά 1986, Rice 1987, 115-9, Βαθαβάνης 1990, Orton et al. 1993, 114-7, Σκλαβενίτης 1996).

### 1.3 Τεχνικές κατασκευής των αγγείων

Πριν την ανακάλυψη του κεραμικού τροχού τα αγγεία πλάθονταν στο χέρι. Οι συνηθέστερες τεχνικές κατασκευής χειροποίητης κεραμικής είναι τρεις:

α) Τσιμπητή και τραβηχτή\*: Ο κεραμέας ξεκινά από μια στρογγυλή μάζα πηλού και «σκάβει» με το χέρι του προς το κέντρο, σηκώνοντας και ανοίγοντας ταυτόχρονα τα τοιχώματα για να σχηματίσει έτσι το αγγείο.

β) Με κουλούρες ή πλάκες\*: Ο κεραμέας φτιάχνει «κορδόνια» ή πλάκες από πηλό τις οποίες κατόπιν ενώνει για να σχηματίσει το αγγείο εξομαλύνοντας με το χέρι τις ραφές των ενώσεων.

γ) Με μήτρες: οι αρχαίες μήτρες ήταν πήλινες (οι σύγχρονες είναι κυρίως γύψινες) και αποτελούνται από δύο κοίλα κομμάτια τα οποία όταν ενωθούν έχουν το σχήμα του προς κατασκευή αγγείου και την αντίστοιχη διακόσμηση. Από μία μήτρα μπορεί να προέλθουν πολλή αγγεία, η παραγωγή είναι συστηματοποιημένη αλλήα η ποιότητα της διακόσμησης αλλοιώνεται όσο περισσότερα αντίγραφα παράγονται.

Ο αργός τροχός εμφανίστηκε στην Εγγύς Ανατολή περίπου το 3500 π.Χ. και στο Αιγαίο στα μέσα της τρίτης χιλιετίας. Πρόκειται για απλή και χαμηλή κατασκευή από την οποία σώζονται μόνο οι κυκλικές κεραμικές πλάκες πάνω στις οποίες κατασκευάζονταν τα αγγεία. Ο δίσκος στηριζόταν σε ξύλινο άξονα κι αυτός σε αντίστοιχη υποδοχή στη βάση του ώστε το σύστημα να μπορεί να περιστρέφεται. Τον τροχό περιστρέφε είτε ο αγγειοπλάστης είτε κάποιος βοηθός.

Ο γρήγορος τροχός εμφανίστηκε λίγο αργότερα (περ. 1900 π.Χ.) και αποτελεί πιο εξελιγμένη μορφή του αργού τροχού: ο άξονας είναι πιο σταθερός, ο κεραμικός δίσκος πιο βαρύς και η φυγόκεντρος που αναπτύσσεται επιτρέπει στο σύστημα να περιστρέφεται σταθερά για περισσότερο χρόνο. Δεν υπάρχουν στοιχεία για την ύπαρξη ποδοκίνητου τροχού στο προϊστορικό Αιγαίο αλλήα φαίνεται να χρησιμοποιήθηκε στην Παλαιστίνα στην Εποχή του Χαλκού. Πρόκειται για πιο σύνθετη κατασκευή και αποτελείται από δύο δίσκους (το πανωτρόχι και το κατωτρόχι) που συνδέονται με άξονα. Το σύστημα τίθε-

ται σε περιστροφή καθώς ο κεραμέας σπρώχνει με το πόδι του τον κατώτερο δίσκο (Evely 1988, Betancourt 1985, 120-2, Rice 1987, 132-5).

Οι βασικοί τρόποι κατασκευής τροχήλατης κεραμικής είναι δύο:

α) Από μία μάζα πηλού («μονόσυρτος»), κυρίως για την κατασκευή μικρών αγγείων. Ο κεραμέας αφού ρίξει με δύναμη τον πηλό στο κέντρο του τροχού, πιέζει με τα δάχτυλα προς τα μέσα και τραβάει τα τοιχώματα ώστε να τους δώσει το επιθυμητό ύψος και πάχος και να διαμορφώσει το σχήμα του αγγείου.

β) Με λωρίδες πηλού («στομωσιές ή ζωνάρια»), κυρίως για την κατασκευή μεγάλων αγγείων (πιθάρια). Η κατασκευή γίνεται σε χαμηλούς τροχούς («τροχιά») ξεκινώντας από τη βάση. Στη συνέχεια ο κεραμέας φτιάχνει μακρόστενους κυλίνδρους, τους οποίους ενώνει σταδιακά καθ' ύψος μέχρι την κορυφή του αγγείου.

#### 1.4 Διακόσμηση

Μετά το πηλάσιμο, η επιφάνεια του αγγείου συνήθως καλύπτεται με ένα λεπτό αιώρημα πηλού («επίχρισμα» ή «αλείφωμα» για την αρχαία κεραμική, «μπαντανάς» για τη σύγχρονη) ώστε να εξομαλυνθεί η επιφάνεια και να κλείσουν οι πόροι του αγγείου. Αφού στεγνώσουν για να αποκτήσει ο πηλός την απαραίτητη σκληρότητα και σταθερότητα τα αγγεία διακοσμούνται με διάφορους τρόπους.

α) Γραπτή διακόσμηση: Με λεπτό πινέλο σχεδιάζονται διακοσμητικά θέματα και παραστάσεις πάνω στην επιφάνεια του αγγείου. Για τη διακόσμηση χρησιμοποιείται κυρίως λεπτό αιώρημα πηλού, ενώ σε περιπτώσεις πολυχρωμής κεραμικής προστίθενται και τα ορυκτά χρώματα. Πριν την όπτηση η γραπτή διακόσμηση διακρίνεται δύσκολα, αληιά μετά την όπτηση δημιουργείται ζωνή αντίθεση μεταξύ της διακόσμησης και του βάθους του αγγείου.

β) Εφυάλωση: το αγγείο καλύπτεται με υγρό γυαλί<sup>3</sup>, το οποίο μετά την όπτηση γίνεται διαφανές.

γ) Εγχάρακτη διακόσμηση: πρόκειται για μοτίβα που γίνονται με ακίδα ή χτένι.

δ) Έντριπτη διακόσμηση: πρόκειται για έντονη λείανση (στίβωση) της επιφάνειας του αγγείου με ένα λείο εργαλείο (δέρμα, βότσαλο, κόκαλο). Εξαιτίας της λείανσης κλείνουν οι πόροι του αγγείου και μετά την όπτηση η λειασμένη επιφάνεια γίνεται τόσο γυαλιστερή ώστε να αντανακλά το φως. Η

3. Τα υαλώματα αποτελούνται από οξείδιο του πυριτίου που είναι η βάση του γυαλιού και οξείδια μετάλλων που προσδίδουν χρώμα (Λυριτζής 2005, 125).

έντριπτη διακόσμηση μπορεί να καλύπτει ολόκληρη ή μέρος της επιφάνειας του αγγείου ώστε να προκύπτει οπτική αντίθεση μεταξύ στιλβωμένης και μη στιλβωμένης επιφάνειας (απαντά κυρίως στη Νεοιθική και Πρώιμη εποχή του Χαλκού).

ε) Π्लाστική διακόσμηση: εφαρμόζεται κυρίως σε μεγάλα αγγεία. Πρόκειται για ζώνες πηλού που κατασκευάζονται χωριστά και επικολλώνται στην επιφάνεια του αγγείου. Οι ζώνες αυτές μπορεί να διακοσμούνται με εμπίεστες «δακτυλιές», σχοινοειδή ή εμπίεστα μοτίβα, ακόμα και εικονιστικές παραστάσεις.

### 1.5 Όπτηση

Είναι απαραίτητο τα αγγεία να παραμείνουν στον ατμοσφαιρικό αέρα για αρκετές μέρες (ανάλογα με το μέγεθός τους) ώστε να στεγνώσουν τελείως πριν υποστούν οποιαδήποτε θερμική επεξεργασία (όπτηση). Σε αντίθετη περίπτωση μπορεί η άνοδος της θερμοκρασίας και η απότομη διαστολή του νερού στον υγρό πηλό να δημιουργήσουν ρωγμές και τα κεραμικά να σπάσουν. Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι όπτησης: α) σε ανοιχτή πυρά, ή β) σε κλίβανο (καμίνι)<sup>4</sup>.

α) Όπτηση σε ανοιχτή πυρά: πρόκειται για την πρωιμότερη μορφή θερμικής επεξεργασίας της κεραμικής και γίνεται απευθείας στο έδαφος. Συνήθως τοποθετείται μια στρώση καύσιμης ύλης αργής καύσης (μεγάλα κλαδιά, κάρβουνα), από πάνω τοποθετούνται τα αγγεία (συνήθως παρόμοιου μεγέθους) σε μορφή σωρού και σκεπάζονται με καύσιμη ύλη γρήγορης καύσης (ξερά χόρτα, κλαδιά και κοπριά). Σε κάποιες περιπτώσεις η ανώτερη στρώση καύσιμης ύλης μπορεί να ενισχυθεί με χώμα, στάχτη και πιο ανθεκτικά υλικά (όπως κομμάτια σπασμένων κεραμικών) ώστε να δημιουργηθεί ένας υποτυπώδης κλίβανος και η όπτηση να κρατήσει περισσότερο. Η φωτιά ξεκινά από χαμηλά και σταδιακά επεκτείνεται. Μόλις καεί η υπάρχουσα ποσότητα καυσίμου (ως οκτώ ώρες), η φωτιά σβήνει, τα αγγεία αφήνονται να κρυώσουν και αποσύρονται από τη στάχτη.

Η θερμοκρασία εξαρτάται από παράγοντες όπως το μέγεθος του «σωρού», η καύσιμη ύλη, το πόσο καλά έχει καλυφθεί ο «σωρός» και κυμαίνεται από 500 ως 850 °C. Αυτός ο τρόπος όπτησης έχει δύο μειονεκτήματα: i) τα αγγεία μπορεί να μην ψηθούν επαρκώς λόγω της μικρής διάρκειας παραμονής τους σε μέγιστη θερμοκρασία, και ii) επειδή το περιβάλλον της πυράς δεν

4. Για εκτενή περιγραφή των τύπων κλιβάνων, βλ. Λυριτζής 2005, 120-3.

είναι σφραγισμένο, μπορεί να εισχωρήσουν ρεύματα αέρα δημιουργώντας απότομη αήληγή της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα κηλίδες ανομοιομερούς όπτησης στην επιφάνεια των αγγείων.

Μια ενδιαφέρουσα τεχνική που βρίσκει εφαρμογή στην όπτηση χωρίς κλίβανο είναι αυτή του «καπνίσματος»: κατά το τελευταίο στάδιο της όπτησης καλύπτεται ο σωρός των αγγείων με κοπριά, στάχτη ή πριονίδι. Έτσι διακόπτεται η παροχή οξυγόνου και τα αγγεία καλύπτονται από άνθρακα. Μετά αφήνονται να κρυώσουν πριν απομακρυνθούν από τη στάχτη. Πρόκειται για μια πρώιμη μορφή δημιουργίας αναγωγικής ατμόσφαιρας.

β) Όπτηση σε κλίβανο: πρόκειται για πιο εξελιγμένη και πιο σύνθετη μέθοδο όπτησης με καλύτερα αποτελέσματα όχι μόνο στην εμφάνιση του τελικού προϊόντος αηλιά και στη συνολική παραγωγή. Τα καμίνια κατασκευάζονται από πλίνθους που αντέχουν την επανειλημμένη έκθεση στη φωτιά και στις συστολές-διαστολές που συμβαίνουν εξαιτίας των αηληγών στη θερμοκρασία.

Η πρωιμότερη μορφή κεραμικού κλιβάνου συνίσταται σε αβαθή λάκκο\* επενδυμένο με λάσπη ή πλίνθους. Η καύσιμη ύλη τοποθετείται στη βάση του λάκκου και ανάμεσα στα αγγεία και η διαδικασία που ακολουθείται είναι ίδια με αυτή που περιγράφηκε παραπάνω για την όπτηση χωρίς κλίβανο. Επειδή ο λάκκος δημιουργεί ένα είδος κλειστού περιβάλλοντος, η θερμοκρασία ανεβαίνει γρηγορότερα από ό,τι στην ανοιχτή πυρά και είναι μεγαλύτερη.

Ο κλίβανος ανοδικού ρεύματος αέρα\* αποτελεί πιο εξελιγμένη κατασκευή και είναι ο συνθετέστερος τύπος τόσο στα αρχαία χρόνια όσο και στα παραδοσιακά κεραμοποιεία του Αιγαίου. Η λειτουργία του βασίζεται στη μεταφορά θερμού αέρα από τη βάση προς την κορυφή της κατασκευής. Στη βάση υπάρχει θάλαμος όπου τοποθετείται η καύσιμη ύλη η οποία τροφοδοτείται από πηλαϊνό άνοιγμα. Ο θάλαμος της καύσιμης ύλης και ο κυρίως κλίβανος συνδέονται με εσχάρα που φέρει οπές και που λειτουργεί ως βάση για το καμίνι αφού εκεί τοποθετούνται τα αγγεία. Η θερμότητα μεταφέρεται από κάτω προς τα πάνω και διαχέεται σε όλο το καμίνι. Στο ανώτερο τμήμα του καμινιού υπάρχει οπή εξαερισμού για τη διαφυγή του καπνού.

Η διαδικασία της όπτησης απαιτεί μεγάλη προσοχή γιατί μια αβλεψία μπορεί να επιφέρει καταστροφή ολόκληρης της παραγωγής. Τα αγγεία τοποθετούνται κατά τρόπο ώστε όχι μόνο να γίνεται πλήρης εκμετάλλευση του διαθέσιμου χώρου αηλιά και να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος ατυχημάτων. Επιπλέον, ο αέρας πρέπει να κυκλοφορεί ελεύθερα ανάμεσα στα αγγεία και να μην υπάρχουν σημεία επαφής ούτε με τα τοιχώματα του κλιβάνου ούτε μεταξύ των αγγείων, διαφορετικά προκύπτουν κηλίδες ανομοιομερούς όπτησης



στην επιφάνεια των αγγείων. Είναι σημαντικό η όπτηση να ξεκινά αργά και να αποφεύγονται απότομες αλληλαγές στη θερμοκρασία, διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος θραύσης των αγγείων. Επίσης, η ανώτερη θερμοκρασία δεν πρέπει να ξεπερνά τους 900-1000 °C, γιατί υπάρχει κίνδυνος παραμόρφωσης των αγγείων λόγω της υαλοποίησης της μικροδομής του πηλού. Το καμίνι αφήνεται να κρυώσει σταδιακά για 2-3 ημέρες, ώστε η πτώση της θερμοκρασίας να γίνει με αργό ρυθμό.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχημένη όπτηση είναι πολλοί: η διάταξη των αγγείων εντός του κλιβάνου, η ποσότητα καυσίμου και ο ρυθμός τροφοδότησης της φωτιάς (απότομη αλληλαγή της θερμοκρασίας μπορεί να προκαλέσει ρωγμές στα αγγεία, ενώ η αλληλαγή της ατμόσφαιρας του κλιβάνου επηρεάζει το χρώμα της επιφάνειας των αγγείων), ακόμα και οι καιρικές συνθήκες (έντονος αέρας ή βροχόπτωση μπορεί να προκαλέσει καταστροφή).

Στη σύγχρονη κεραμική πολλά διακοσμητικά στοιχεία και υαλώματα προστίθενται μετά το πρώτο ψήσιμο των αγγείων και ακολουθεί δεύτερη φάση όπτησης για να επιτευχθεί το τελικό αποτέλεσμα. Ωστόσο, στην αρχαιότητα η διακόσμηση γινόταν πάνω στο στεγνό αγγείο με λεπτό αιώρημα πηλού ή με ορυκτές χρωστικές ύλες, και γι' αυτό υπήρχε μόνο μία φάση όπτησης. Το τελικό διακοσμητικό αποτέλεσμα οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην ατμόσφαιρα του κλιβάνου, η οποία σχετίζεται με την παρουσία ή απουσία οξυγόνου κατά την όπτηση. Όταν η κυκλοφορία του αέρα γίνεται ελεύθερα υπάρχει άφθονο οξυγόνο και η ατμόσφαιρα που επικρατεί είναι οξειδωτική. Όταν δεν κυκλοφορεί αέρας, δεν υπάρχει οξυγόνο και η ατμόσφαιρα είναι αναγωγική. Οι κεραμείς ελέγχουν την ατμόσφαιρα επιλέγοντας την κατάλληλη καύσιμη ύλη και καθορίζοντας την παροχή αέρα μέσα στο καμίνι. Οι αρχαίοι κεραμείς σαφώς και δεν γνώριζαν τις φυσικο-χημικές διαδικασίες που συμβαίνουν στην άργιλο αληιά η εμπειρική γνώση τους επέτρεπε να επιτύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα στο τελικό προϊόν.

Πιο σύνθετη είναι η όπτηση των γραπτών αγγείων, η οποία απαιτεί εναλλαγή της ατμόσφαιρας μέσα στο καμίνι. Το λεπτό αιώρημα πηλού (επίχρισμα) με το οποίο είναι καλυμμένα τα αγγεία (σε τμήματα της επιφάνειάς τους ή σε όλο το σώμα) έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε σίδηρο. Από την αρχή της διαδικασίας και έως ότου η θερμοκρασία φτάσει στους 900 °C, η οπή εξαερισμού είναι ανοικτή και κυκλοφορεί οξυγόνο. Η ατμόσφαιρα είναι οξειδωτική, ο σίδηρος μετατρέπεται σε τριοξείδιο του σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) και όλα τα αγγεία έχουν κόκκινο χρώμα. Όταν ο κεραμέας κρίνει ότι η θερμοκρασία φτάνει

στους 900 °C κηλίνει την οπή αερισμού, το οξυγόνο καίγεται, η ατμόσφαιρα γίνεται αναγωγική και παράγεται μονοξειδίο του άνθρακα (CO). Τα οξείδια του σιδήρου μετατρέπονται σε μαγνητίτη ή βουσίτη (FeO) και αποκτούν μαύρο χρώμα. Σε αυτή τη φάση τα αγγεία γίνονται μαύρα, κηλίνουν οι πόροι του αγγείου και σφραγίζεται η επιφάνεια στα σημεία που υπάρχει επίχρισμα. Στην τελευταία φάση ο κεραμέας ανοίγει την οπή αερισμού και εισέρχεται πάλι οξυγόνο επανοξειδώνοντας τις επιφάνειες των αγγείων που δεν είναι επιχρισμένες. Έτσι οι καλυμμένες επιφάνειες (τα γραπτά μοτίβα) παραμένουν μαύρες ενώ οι ακάλυπτες ξαναγίνονται κόκκινες. Αυτή η διαδικασία των τριών σταδίων (οξειδωση-αναγωγή-επανοξειδωση) ονομάζεται τεχνικής της «αναγωγής του σιδήρου»\* και χρησιμοποιήθηκε ήδη από την προϊστορική εποχή για την παραγωγή γραπτών ρυθμών του τύπου «Σκοτεινό-επί-Ανοιχτού» αλλιώς έφτασε σε τεχνολογική κορύφωση με τη στιλπνή μελιανή διακόσμηση των αττικών μελιανόμορφων και ερυθρόμορφων αγγείων.

## 2. ΑΡΧΑΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΚΕΡΑΜΙΚΗΣ

*Αρχαιομετρία* ονομάζεται η μελέτη αρχαίων ανόργανων και οργανικών υλικών με φυσικο-χημικές μεθόδους που απαιτούν οργανολογία. Στην περίπτωση της κεραμικής στόχος είναι ο *χαρακτηρισμός* των κεραμικών με βάση τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της σύστασης και της δομής τους. Ο χαρακτηρισμός ενός κεραμικού συνόλου με μία ή περισσότερες αναλυτικές τεχνικές παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την *προέλευση* της πρώτης ύλης, για την *τεχνολογία κατασκευής* των αντικειμένων, και κατ' επέκταση για την ανθρώπινη συμπεριφορά (ανταληθαγές προϊόντων, τεχνολογικές επιλογές) και τις κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες της εποχής δημιουργίας των αντικειμένων. Οι περισσότερες μέθοδοι απαιτούν την απόσπαση μικρής ποσότητας δείγματος από το αντικείμενο (καταστρεπτικές μέθοδοι ανάληψης), ενώ άλλες εφαρμόζονται στην επιφάνεια του αντικειμένου (μη καταστρεπτικές) (Rice 1987, 309-10).

### 2.1 Σύντομο ιστορικό της αναλυτικής έρευνας κεραμικής στο Αιγαίο

Η ανάληψη της κεραμικής, κυρίως της προϊστορικής, βρέθηκε στο επίκεντρο της έρευνας ήδη από τη δεκαετία του 1960. Οι αναλυτικές εργασίες που διεξήχθησαν στον Ελληναδικό χώρο ως το 1986 παρουσιάζονται και συζητούνται στη λεπτομερή ανασκόπηση του Jones (1986). Στις δύο πρώτες δεκαετίες η αρχαιομετρική έρευνα περιλάμβανε μόνο χημικές (στοιχειακές) μεθό-

δους ανάληψης και ήταν μονοδιάστατα προσανατολισμένη στο ζήτημα της προέλευσης των κεραμικών. Με βάση το «αξίωμα της προέλευσης»<sup>5\*</sup> η χημική ανάληψη των κεραμικών κλήθηκε να απαντήσει σε αρχαιολογικά ερωτήματα που αφορούσαν αρχικά στην προέλευση και διακίνηση σε μεγάλες αποστάσεις συγκεκριμένων τύπων αγγείων όπως οι ψευδόστομοι αμφορείς με εγχάρακτα σύμβολα της Γραμμικής Β', της Ύστερης Εποχής του Χαλκού (Catling and Millet 1965, Catling and Jones 1977, Catling et al. 1980). Για την ανάληψη χρησιμοποιήθηκε κυρίως η τεχνική της φασματοσκοπίας οπτικής εκπομπής και παρά την επιτυχημένη διάκριση μεταξύ Δυτικής, Κεντρικής και Ανατολικής Κρήτης δεν κατέστη δυνατή η διάκριση μικρότερων κέντρων παραγωγής εντός του νησιού, ενώ υπήρχε αλληλοεπικάλυψη των χημικών συγκεντρώσεων σε περιπτώσεις όπως η Αργοίδα και η Βοιωτία, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η διάκριση της παραγωγής των δύο περιοχών.

Οι δυσκολίες αυτές οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι δεν είναι δυνατόν να ταυτιστεί η προέλευση χωρίς να υπάρχει μια ολοκληρωμένη βάση δεδομένων με στοιχεία από αγγεία γνωστής προέλευσης, με την οποία θα συγκριθούν τα δείγματα άγνωστης προέλευσης. Για το λόγο αυτό έγινε προσπάθεια να δημιουργηθούν για κάθε αρχαιολογική θέση ομάδες ελέγχου\*, δηλαδή ομάδες χημικών συγκεντρώσεων που αντιπροσώπευαν την τοπική κεραμική. Ωστόσο, η προσέγγιση αυτή δεν έδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα γιατί η θεωρούμενη ως τοπική κεραμική επιλέχθηκε αποκλειστικά βάσει αρχαιολογικών κριτηρίων και επρόκειτο συνήθως για ακόσμητα οικιακά αγγεία τα οποία όπως αποδείχθηκε αργότερα διακινούνται όσο και τα λεπτότεχνα.

Το πρόβλημα με τις ομάδες ελέγχου οδήγησε όχι μόνο στην εφαρμογή και άληλων τεχνικών ανάληψης αλλά και στην αλληλαγή του σχεδιασμού των αναλυτικών προγραμμάτων. Το κέντρο βάρους της έρευνας μετατοπίστηκε από τη διακίνηση αγγείων σε μεσαίες και μεγάλες αποστάσεις στην παραγωγή και τη διακίνηση σε τοπικό επίπεδο. Ο Riley (1981, 1982, 1983) ήταν ο πρώτος που εφάρμοσε τη μέθοδο της πετρογραφίας κεραμικής σε υλικό της Ύστερης Εποχής του Χαλκού και έδειξε τη αποτελεσματικότητα της μεθόδου στη μελέτη της προέλευσης χονδροειδών αληλά και λεπτότεχνων αγγείων. Ιδιαίτερα

5. Το αξίωμα της προέλευσης βασίζεται σε δύο αρχές: α) οι διάφορες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κεραμικής έχουν διαφορετικές χημικές συγκεντρώσεις, και β) οι διαφορές στη χημική σύσταση μεταξύ διαφορετικών πηγών πρώτων υλών είναι μεγαλύτερες από ό,τι εντός της ίδιας πηγής. Επομένως, η χημική ανάληψη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το χαρακτηρισμό και τη μελέτη της προέλευσης της κεραμικής (Harbottle 1982).

σημαντική είναι η πετρογραφική ανάλυση του I. K. Whitbread (1995) σε ελληνιστικούς αμφορείς των οποίων η προέλευση ήταν εξαρχής γνωστή λόγω των ενσφράγιστων λαβών τους. Τα αποτελέσματα της έρευνάς του έδειξαν πόσο σύνθετη είναι η διερεύνηση της προέλευσης με βάση την κεραμική ύλη ακόμα και σε περιπτώσεις που η προέλευση είναι γνωστή. Σημαντική είναι επίσης η συνεισφορά του και στη διαμόρφωση της ορολογίας που χρησιμοποιείται στην πετρογραφία κεραμικής. Ο συγκεκριμένος ερευνητής «δανείστηκε» την ορολογία που χρησιμοποιείται στη μικρομορφολογία εδαφών και ιζημάτων και την προσαρμοσε στις ανάγκες των πετρογράφων ώστε να διευκολύνει τις περιγραφές των διαφόρων στοιχείων της μικροδομής των κεραμικών (Whitbread 1989).

Από τη δεκαετία του 1980 παρατηρείται (α) η σταδιακή μετατόπιση του ερευνητικού ενδιαφέροντος από τη διακίνηση μεγάλων αποστάσεων, στην τεχνολογία κατασκευής και στη διακίνηση σε τοπικό επίπεδο, και (β) η διεπιστημονική συνεργασία και εφαρμογή διαφορετικών τεχνικών για την ανάλυση του ίδιου κεραμικού συνόλου. Η πρώτη διεπιστημονική προσέγγιση εφαρμόστηκε από τον P. P. Betancourt (Betancourt et al. 1979, Betancourt 1984). Έφερε κοντά ερευνητές που χρησιμοποίησαν διαφορετικές αναλυτικές μεθόδους με σκοπό τη μελέτη ενός συγκεκριμένου κάθε φορά κεραμικού ρυθμού (ρυθμός Βασιλικής και ρυθμός Λευκό-επί-Σκοτεινού στην Προανακτορική Κρήτη) δίνοντας έτσι έμφαση στην τοπική παραγωγή και τη διακίνηση ενός συγκεκριμένου προϊόντος. Ο P. M. Day και οι συνεργάτες του μελέτησαν κεραμική της Πρώιμης Εποχής του Χαλκού στην κεντρική Κρήτη και μετατόπισαν το κέντρο βάρους της αναλυτικής προσέγγισης στη διακίνηση κεραμικής σε τοπικό επίπεδο. Επίσης κατέδειξαν τη σημασία της συνεργασίας των επιστημόνων και του συνδυασμού των αναλυτικών μεθόδων για την προσέγγιση ενός κεραμικού συνόλου (Wilson and Day 1994, Day et al. 1999).

Στην αρχή του 21<sup>ου</sup> αιώνα, η αρχαιομετρική ανάλυση της κεραμικής αποτελεί πλέον βασικό στοιχείο των αρχαιολογικών δημοσιεύσεων, όπως φαίνεται από μια σειρά ενδεικτικών προσεγγίσεων. Η C. Shriner μελέτησε την κεραμική από τη Λέρνα και κατέδειξε τη σημασία της γεωλογικής επισκόπησης των πρώτων υλών μια περιοχής για τον καλύτερο προσδιορισμό της προέλευσης των αγγείων (Shriner and Dorais 1999; Shriner and Murray 2001). Οι C. Broodbank και E. Κυριατζή χρησιμοποίησαν αναλυτικές τεχνικές σε συνδυασμό με διερεύνηση των πρώτων υλών και εθνογραφική μελέτη για να ανασυστήσουν τα «κεραμικά τοπία» των Κυθήρων από την αρχαιότητα ως τους νεότερους χρόνους (Kiriati 2003, Broodbank and Kiriati 2007). Στην προϊστορική Κρήτη και τις Κυκλάδες έχουν γίνει πολλές αναλυτικές μελέτες τόσο

σε τοπικό όσο και σε ευρύτερο πλαίσιο (Poursat and Knappett 2005, Hilditch 2007, Nodarou 2007, Vaughan 2007) και όχι μόνο σε αγγεία αθήα και σε πήλινθους (Nodarou et al. 2008) και σε ειδώλια (Day et al. 2006, Nodarou and Rathossi 2008).

Σημαντική επίσης εξέλιξη των τελευταίων χρόνων είναι η διαρκώς αυξανόμενη εφαρμογή των αναλυτικών προσεγγίσεων σε κεραμικά σύνολα των ιστορικών περιόδων. Ένα από τα πρώτα αντικείμενα της αναλυτικής έρευνας ήταν η σύσταση και τεχνολογία κατασκευής του στιλπνού μαύρου επιχρίσματος των αττικών αγγείων. Όπως όμως και στην περίπτωση του προϊστορικού Αιγαίου το ενδιαφέρον της αναλυτικής προσέγγισης εστιάστηκε κυρίως στο εμπόριο και τη διακίνηση αμφορέων ή λεπτότεχνων αγγείων (π.χ. ρωμαϊκά *terra sigillata*) σε μεγάλες αποστάσεις. Ωστόσο, και σε αυτή την περίπτωση έγινε εμφανής η ανάγκη για καλύτερη γνώση της τοπικής παραγωγής και της διακίνησης σε τοπικό επίπεδο και μεσαίες αποστάσεις. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 υπάρχουν αναλυτικές προσεγγίσεις για Ελληνιστική κεραμική (Whitbread 1995, Hein et al. 2008, Vogeikoff-Brogan et al. 2008), για την κεραμική της Πρώιμης Εποχής του Σιδήρου (Whitbread et al. 1997, Nodarou 2008) και για την Βυζαντινή κεραμική (Aloupi et al. 2000, Petridis 2003, Yangaki 2005, Joyner 2007, Poulou-Papadimitriou et Nodarou 2008).

## 2.2 Σχεδιασμός ενός προγράμματος ανάλυσης κεραμικής

Όλα τα στάδια της αρχαιομετρικής έρευνας, από την επιλογή των δειγμάτων ως την ερμηνεία των αποτελεσμάτων πρέπει να υπόκεινται σε συγκεκριμένο σχεδιασμό ο οποίος σε μεγάλο βαθμό υπαγορεύεται από το υπό ανάληψη υλικό, αθήα και από τα ερωτήματα που θέτει η αρχαιολογική έρευνα.

Για τη δημιουργία ενός ερευνητικού προγράμματος υπάρχουν τρεις βασικές προϋποθέσεις:

- α) η ύπαρξη ενός συγκροτημένου και καλά τεκμηριωμένου αρχαιολογικού ερωτήματος,
- β) η επιλογή των κατάλληλων μεθόδων ανάληψης και των κατάλληλων δειγμάτων
- γ) η καλή συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ των συμμετεχόντων στο πρόγραμμα.

Στην περίπτωση της κεραμικής θα πρέπει ο αναλυτής να ενημερωθεί για την περίοδο και την προβληματική της, για την τυπολογία και τη χρονολόγηση του υλικού αθήα και για το αρχαιολογικό ερώτημα ώστε να πραγματοποιήσει αποτελεσματικότερα τη δειγματοληψία του υλικού και να επιλέξει τις κα-

τάλληλης αναλυτικές μεθόδους. Αντίστοιχα ο αρχαιολόγος θα πρέπει να είναι ενήμερος για τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της ανάληψης αληθιά και το είδος των απαντήσεων που μπορεί να λάβει στο ερώτημα που θα θέσει, έτσι ώστε να αξιοποιηθούν στο μέγιστο βαθμό τα αποτελέσματα των αναλύσεων.

### 2.3 Αρχαιολογικά ερωτήματα, επιλογή δειγμάτων και αναλυτικής τεχνικής

Μια ανασκαφή συνοδεύεται συνήθως από μεγάλες ποσότητες κεραμικής (ολόκληρα αγγεία και όστρακα) και η συστηματική μελέτη της απαιτεί χρόνο και κόπο από ομάδα ερευνητών. Συνήθως η μελέτη ξεκινά με τη τυπολογική κατηγοριοποίηση της κεραμικής με βάση τα σχήματα των αγγείων, τους κεραμικούς τύπους\*, τη διακόσμηση, και τις κεραμικές ύληδες\*.

Τα ερωτήματα που τίθενται μπορεί να αφορούν το σύνολο ή μέρος της κεραμικής. Ενδεικτικές περιπτώσεις που χρήζουν αρχαιομετρικής ανάληψης είναι:

- η μελέτη ενός συγκεκριμένου σχήματος, κεραμικού τύπου ή ρυθμού (π.χ. ρυθμός Βασιλικής της Προανακτορικής Κρήτης, τα αποθηκευτικά αγγεία από μία θέση),
- η μελέτη ενός κεραμικού συνόλου από ένα σπίτι, έναν οικισμό, ένα τάφο ή ένα ολόκληρο νεκροταφείο,
- η μελέτη της κεραμικής από μία ανασκαμμένη θέση με πολλές φάσεις ανθρώπινης δραστηριότητας,
- η μελέτη της κεραμικής μιας ευρύτερης περιοχής που περιλαμβάνει πολλές θέσεις ή/και πολλές περιόδους, όπως το υλικό από επιφανειακές έρευνες.

Από την επιλογή των δειγμάτων εξαρτάται η ποιότητα των αποτελεσμάτων. Για να γίνει σωστά η επιλογή οφείλουν οι συμμετέχοντες στο πρόγραμμα να έχουν μελετήσει και κατανοήσει το υλικό και την προβληματική του *πριν την ανάληψη* ώστε να γίνει η επιλογή των δειγμάτων *στοχευμένα* με σκοπό την διερεύνηση συγκεκριμένων ερωτημάτων. Τα δείγματα θα πρέπει να προέρχονται από αγγεία και διαγνωστικά όστρακα που ανήκουν σε καλά στρωματογραφημένα και χρονολογημένα σύνολα και να είναι αντιπροσωπευτικά όλων των σχημάτων, των κεραμικών τύπων και των κεραμικών υλών, δηλαδή να αποτελούν μια μικρογραφία του συνόλου. Εκεί μπορούν να ενταχθούν και οι παρεκκλίσεις (όστρακα ή αγγεία που θεωρούνται εισηγμένα) ώστε να μελετηθούν συγκριτικά με το υπόλοιπο σύνολο. Θα ήταν όμως λάθος μία αναλυτική προσέγγιση να περιοριστεί εξαρχής αποκλειστικά και μόνο στην εισηγμένη κεραμική μιας θέσης, αγνοώντας την τοπική παραγωγή.

Αντίστοιχα, η φύση του υλικού και τα ερωτήματα θα οδηγήσουν στην επιλογή της αναλυτικής τεχνικής ή του συνδυασμού τεχνικών. Κάθε τεχνική έχει διαφορετικά πλεονεκτήματα και περιορισμούς και χρησιμοποιείται ανάλογα με το αρχαιολογικό ερώτημα. Οι χημικές αναλύσεις παρέχουν πληροφορίες για τη σύσταση της πρώτης ύλης και την προέλευσή της αληθιά όχι για την τεχνολογία κατασκευής των αγγείων. Η πετρογραφική ανάληψη εξετάζει την ορυκτολογική σύσταση του μίγματος του πηλού που χρησιμοποιήθηκε με βάση τα χονδροειδή εγκλιείσματα και προσφέρει στοιχεία τόσο για την προέλευση όσο και για την τεχνολογία κατασκευής αληθιά δεν λειτουργεί πολύ καλά στη λεπτότεχνη κεραμική. Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης παρέχει στοιχεία για το είδος του πηλού και την όπτηση, όχι όμως και για την προέλευση των αγγείων. Επομένως, ο συνδυασμός μεθόδων είναι πιο αποτελεσματικός γιατί επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση του κεραμικού συνόλου.

### 3. ΟΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

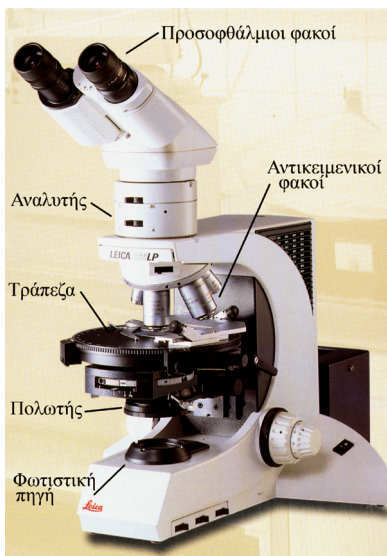
#### 3.1 Πετρογραφία κεραμικής

Η πετρογραφική ανάληψη αφορά στο χαρακτηρισμό της κεραμικής ύλης από την οποία είναι κατασκευασμένα τα αρχαία αντικείμενα με τη χρήση πολωτικού (πετρογραφικού) μικροσκοπίου. Πρόκειται για μια τεχνική που η αρχαιολογία δανείζεται από τη γεωλογία και βασίζεται στην αρχή ότι ο πηλός είναι αργιλώδες ίζημα που περιέχει ορυκτά και πετρώματα. Η αναγνώρισή τους γίνεται με βάση τις οπτικές τους ιδιότητες, αληθιά τα δείγματα θα πρέπει να είναι σε μορφή *λεπτής τομής\**.

##### 3.1.1 Βασικές έννοιες γεωλογίας και οπτικής μικροσκοπίας

Τα *ορυκτά* είναι στερεά υλικά με ομοιογενή και χαρακτηριστική χημική σύσταση και συγκεκριμένη κρυσταλλική δομή των ατόμων που τα αποτελούν. Άλλες ιδιότητες των ορυκτών είναι το ειδικό βάρος, η σκληρότητα και το χρώμα, με βάση τα οποία γίνεται η αναγνώριση και ταύτισή τους. Τα *πετρώματα* αποτελούνται από ένα ή περισσότερα ορυκτά. Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες πετρωμάτων ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας τους:

- *πυριγενή* (πηλινώνια και ηφαιστειακά): δημιουργήθηκαν από μάγμα ή λιωμένα πυριτικά υλικά που ψύχθηκαν στον ανώτερο φλοιό της γης. Τα ηφαιστειακά πετρώματα δημιουργήθηκαν όταν το λιωμένο υλικό βρήκε διέξοδο και αναδύθηκε στην επιφάνεια της γης με τη μορφή λάβας ή ηφαιστειακής



Εικόνα 1. Πολωτικό μικροσκόπιο

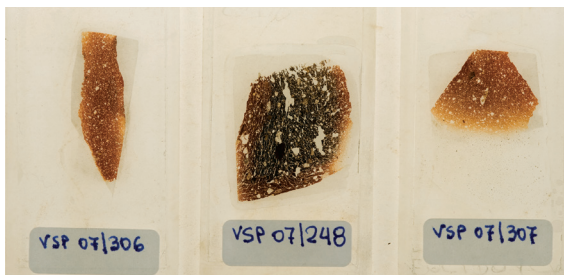
στάχτης και κατόπιν ψύχθηκε απότομα δημιουργώντας λεπτόκοκκα πετρώματα όπως ο βασάλτης, ο οψιανός και η κίσιση. Τα πλούτωνα πετρώματα δημιουργήθηκαν σε βαθύτερα στρώματα του φλοιού από μάγμα που ψύχθηκε σταδιακά και είναι χονδροκόκκα, όπως ο γρανίτης και ο διορίτης.

- *ιζηματογενή*: είναι το αποτέλεσμα μεταφοράς και απόθεσης προϊόντων διάβρωσης παλαιότερων πυριγενών ή μεταμορφωμένων πετρωμάτων, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις δημιουργήθηκαν από τη συμπίεση όστρεων και διατόμων.

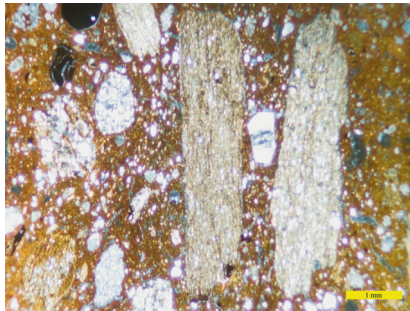
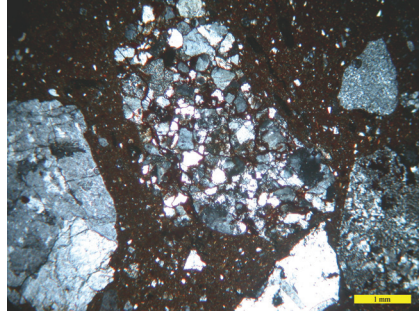
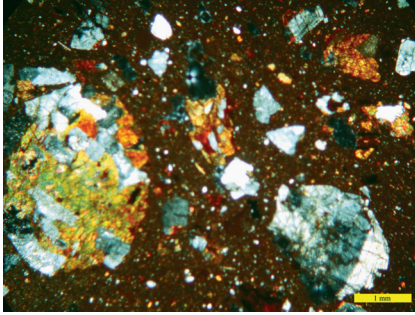
- *μεταμορφωμένα*: είναι πυριγενή και ιζηματογενή πετρώματα που βρέθηκαν κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας και υπέστησαν χημικές και ορυκτολογικές μεταβολές.

Για την αναγνώριση των ορυκτών και των πετρωμάτων απαιτείται η χρήση ειδικού μικροσκοπίου, που ονομάζεται πολωτικό. Το *πολωτικό μικροσκόπιο* (ΕΙΚΟΝΑ 1) διαφέρει από τα οπτικά μικροσκόπια γιατί διαθέτει δύο επιπλέον φίλτρα πόλωσης. Το δείγμα τοποθετείται πάνω στην τράπεζα του μικροσκοπίου, ανάμεσα στα δύο φίλτρα. Το κατώτερο φίλτρο είναι σταθερό και ονομάζεται *πολωτής*, το ανώτερο είναι μετακινούμενο και ονομάζεται *αναλυτής*. Το φως είναι φυσικό όταν περνά από τον πολωτή αθιήα όχι από τον αναλυτή (*παράλληλα Nicols*) και γίνεται πολωμένο όταν περνά και από τα δύο φίλτρα (*κάθετα Nicols*). Τα ορυκτά και τα πετρώματα παρουσιάζουν διαφορετικές οπτικές ιδιότητες στα δύο είδη φωτός, γεγονός που επιτρέπει την ταύτισή τους. Οι μεγεθύνσεις που χρησιμοποιούνται στην πετρογραφική ανάλυση κυμαίνονται από x20 έως x200 φορές.

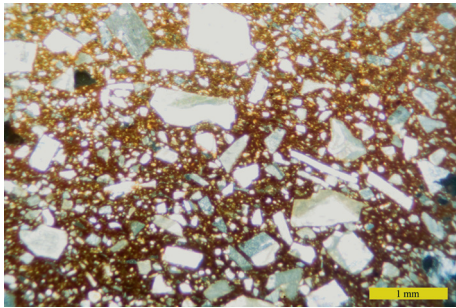
Εικόνα 2.  
Λεπτές τομές  
κεραμικών





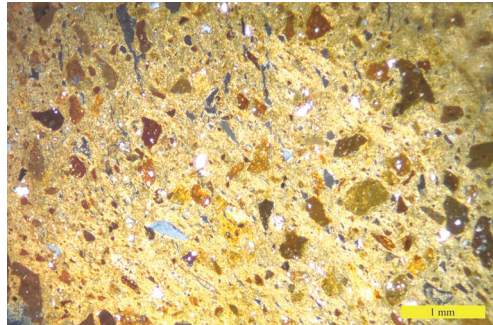


**Εικόνα 3.** Κεραμική ύλη με εγκλείσματα (α) πυριγενών, (β) ιζηματογενών, και (γ) μεταμορφωμένων πετρωμάτων (κάθετα Nicols)



**Εικόνα 4.** Κεραμική ύλη με προσθήκη ασβεστίτη (κάθετα Nicols)

**Εικόνα 5.** Κεραμική ύλη με προσθήκη θρυμματισμένων κεραμικών (κάθετα Nicols)



Για να μελετηθεί ένα κεραμικό στο ποθωτικό μικροσκόπιο θα πρέπει το δείγμα να διαμορφωθεί πρώτα σε λεπτή τομή (ΕΙΚΟΝΑ 2). Μια λεπτή φέτα αποσπάται από το κεραμικό και λειαίνεται. Συνήθως ακολουθεί εμποτισμός με εποξική ρητίνη σε κενό αέρος ώστε να αφαιρεθεί ο αέρας από τους πόρους του κεραμικού και να εισχωρήσει καλύτερα η ρητίνη. Η λεπτή φέτα του κεραμικού επικολλητάται με ρητίνη σε αντικειμενοφόρο πλάκα (γυαλιάκι) και λειαίνεται ώστε το πάχος της λεπτής τομής να μην ξεπερνά τα 30μ (0,003 χιλ.).

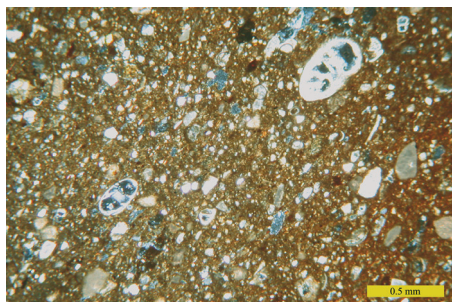
### 3.1.2 Η πετρογραφική ανάλυση

Τα στοιχεία που λαμβάνουμε από τη μελέτη των λεπτών τομών αφορούν: (α) στις μη πηλαστικές ύλες και (β) στη μικρομάζα και τις πηλαστικές ύλες των κεραμικών.

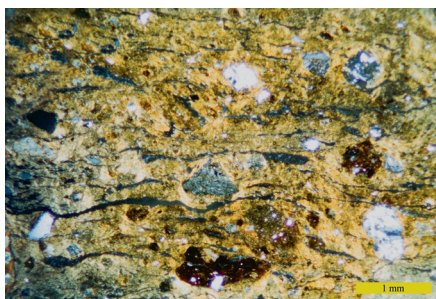
α) *Μη πηλαστικές ύλες* καθούνται τα ορυκτά και πετρώματα, δηλαδή τα χονδροειδή εγκλείσματα που υπάρχουν στο κεραμικό. Η μελέτη τους επικεντρώνεται στις παρακάτω παραμέτρους:

- Αναγνώριση των ορυκτών και πετρωμάτων και ταύτιση με συγκεκριμένο γεωλογικό περιβάλλον (πυριγενή, ιζηματογενή, μεταμορφωμένα) (ΕΙΚΟΝΕΣ 3Α-Γ). Με τον τρόπο αυτό και με αναγωγή στο γεωλογικό χάρτη της περιοχής λαμβάνουμε μια πρώτη ιδέα για την προέλευση της πρώτης ύλης. Αν δηλαδή το γεωλογικό περιβάλλον που αντικατοπτρίζεται στα δείγματα συνάδει με τη γεωλογία της περιοχής στην οποία βρέθηκε η κεραμική, θεωρούμε ότι πρόκειται για τοπική παραγωγή. Αν τα δείγματα υποδηλώνουν διαφορετικό γεωλογικό περιβάλλον, πρόκειται για εισηγμένη κεραμική και η προέλευσή της χρήζει περαιτέρω έρευνας.
- Το μέγεθος, το σχήμα και το πλήθος των μη πηλαστικών υλών είναι δηλωτικά της προέλευσης της πρώτης ύλης και της τεχνολογίας κατασκευής του κεραμικού. Αν οι κόκκοι είναι στρογγυλεμένοι, είναι ένδειξη έντονης μετακίνησης και διάβρωσης πριν την απόθεση του ιζήματος, οπότε αναζητούμε την πηγή της πρώτης ύλης σε κάποια αλληουβιακή πεδιάδα. Αν οι κόκκοι είναι γωνιώδεις, θα πρέπει η απόθεση της πρώτης ύλης να είναι πρωτογενής και να μην έχει μεσοθαβήσει μετακίνηση. Επίσης, αν οι κόκκοι είναι γωνιώδεις και πολυπηληθείς μπορεί να έχουν προστεθεί από τον κεραμέα για να μειωθεί η πηλαστικότητα του πηλού. Συνήθη υλικά που προστίθενται είναι ο ασβεστίτης (χαρακτηριστική είναι η κόκκινη κεραμική ύλη με ποθιά γωνιώδη λευκωπά εγκλείσματα που χρησιμοποιείται κυρίως για μαγειρικά σκεύη) (ΕΙΚΟΝΑ 4), ο ιθυσίθος και η θρυμματισμένη κεραμική (ΕΙΚΟΝΑ 5).

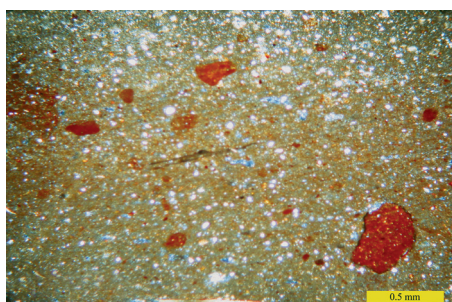
β) *Μικρομάζα\** καλείται το αργιλικό υπόβαθρο με μέγεθος κόκκου μικρότερο από 0,0625 χιλ., δηλαδή η μάζα του πηλού. Το χρώμα της μικρομάζας είναι ενδεικτικό της σύστασης του αργιλικού υποβάθρου: μια κόκκινη ή καστανή μικρομάζα στα κάθετα Nicols είναι πιθανόν να προέρχεται από μια μη ασβεστιούχο πρώτη ύλη (δηλαδή ένα κοκκινόχωμα). Μια χρυσίζουσα μικρομάζα υποδηλώνει ασβεστιούχο πρώτη ύλη (δηλαδή μια μάργα). Αντίστοιχα η παρουσία οστρέων και μικροαπολιθωμάτων είναι ενδεικτική της χρήσης ασβεστιούχου πρώτης ύλης (ΕΙΚΟΝΑ 6). Η ταύτιση του είδους και του γένους των απολιθωμάτων μπορεί να οδηγήσει στην ταύτιση της προέλευσης της πρώτης ύλης, καθώς διαφορετικά είδη μικροαπολιθωμάτων αντιστοιχούν σε διαφορετικά γεωλογικά περιβάλλοντα.



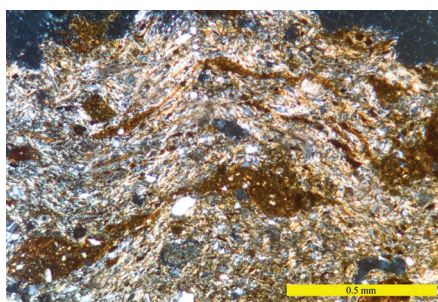
*Εικόνα 6. Κεραμική ύλη με μικροαπολιθώματα (κάθετα Nicols)*



*Εικόνα 7. Κεραμική ύλη με κενά χαρακτηριστικά της προσθήκης οργανικών (κάθετα Nicols)*



*Εικόνα 8. Κεραμική ύλη με συσσωματώματα πηλού (κάθετα Nicols)*



*Εικόνα 9. Κεραμική ύλη με γραμμές ανάμιξης πηλού (κάθετα Nicols)*

Τα κενά που υπάρχουν στη μικρομάζα είναι πολλές φορές ενδεικτικά της τεχνικής κατασκευής του κεραμικού. Όταν ο προσανατολισμός τους είναι παράλληλος με τα τοιχώματα του κεραμικού αποτελεί ένδειξη οργανικού υλικού (συνήθως άχυρο) που είχε προσθέσει ο κεραμέας για να βελτιώσει τις φυσικές ιδιότητες του πηλού (ΕΙΚΟΝΑ 7). Το οργανικό υλικό καίγεται κατά την όπτηση και το αποτέλεσμα είναι μακρόστενα κενά στη μικρομάζα του κεραμικού. Σε περιπτώσεις χαμηλά ψημένων κεραμικών διατηρούνται ενίοτε και κενά υπολείμματα της οργανικής ύλης.

Σημαντικές είναι τέλος και οι πληροφορίες που συνάγονται από τις *πλαστικές ύλες* που μπορεί να περιέχονται στη μικρομάζα του κεραμικού. Πρόκειται για στοιχεία που σχετίζονται με τον πηλό και όχι με τα εγκλείσματα ορυκτών και πετρωμάτων και περιλαμβάνουν συσσωματώματα πηλού\* (ΕΙΚΟΝΑ 8) και γραμμές ανάμιξης πηλού\* (ΕΙΚΟΝΑ 9). Τα μορφώματα αυτά οφείλονται είτε στην ατελή ομογενοποίηση της μάζας του πηλού είτε στην ατελή ανάμιξη δύο αργίλων και παρέχουν ενδείξεις για την τεχνολογία κατασκευής των κεραμικών. Η παρουσία τους είναι ιδιαίτερα σημαντική στη μελέτη ηεπτότεχνων κεραμικών υλών που δεν διαθέτουν ορυκτά και πετρώματα και αυτά τα στοιχεία βοηθάνε στο χαρακτηρισμό τους και στην ομαδοποίηση των δειγμάτων.

### **3.1.3 Μελέτη περιπτώσεων**

#### **3.1.3.1 Πρωτομινωική κεραμική από την κεντρική και ανατολική Κρήτη**

Σύμφωνα με την παραδοσιακή προσέγγιση για την Πρώιμη Εποχή του Χαλκού στην Κρήτη η παραγωγή της κεραμικής ήταν μικρής κλίμακας, χωρίς εξειδίκευση και περιοριζόταν στα στενά πλαίσια του οικισμού. Η μεγάλης κλίμακας εξειδικευμένη παραγωγή καθώς και η διακίνηση σε μεσαίες ή μεγάλης αποστάσεις θεωρούνταν φαινόμενα συνδεδεμένα με την εμφάνιση των πρώτων ανακτόρων και την συνεπαγόμενη πολυσύνθετη κοινωνικοπολιτική οργάνωση και οικονομική ανάπτυξη (Renfrew 1972, Cherry 1986).

Η ανάληψη με πετρογραφία, νετρονική ενεργοποίηση και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης που εφαρμόστηκε σε κεραμικά σύνολα της ΠΜ Ι-ΙΙΑ περιόδου από την κεντρική και ανατολική Κρήτη απέδειξε ότι υπάρχει εξειδίκευση της παραγωγής και διακίνηση της κεραμικής ήδη από την Πρώιμη Εποχή του Χαλκού. Η αρχαιομετρική ανάληψη έδειξε ότι συνυπάρχουν κεραμικοί τύποι που είναι κατασκευασμένοι με τελείως διαφορετικό τρόπο ως προς την κεραμική ύλη, τη διακόσμηση και την όπτηση. Πρόκειται για διαφορετικές κε-

ραμικές παραδόσεις που προέρχονται από διαφορετικά κέντρα παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, η λιεπτότεχνη γραπτή και η λιεπτότεχνη γκρίζα κεραμική που βρέθηκε στην Κνωσό είναι κατασκευασμένη με ασβεστιούχους πρώτες ύλης, είναι ψημένη σε θερμοκρασία που κυμαίνεται μεταξύ 800-900 °C και η ορυκτολογική σύσταση υποδηλώνει προέλευση από την περιοχή της Μεσαράς στη νότια κεντρική Κρήτη. Αντίθετα, η γκρίζα στιθβωτή κεραμική είναι κατασκευασμένη με μη ασβεστιούχους πρώτες ύλης, είναι ψημένη σε χαμηλότερη θερμοκρασία (<800 °C) και προέρχεται από τη βόρεια κεντρική Κρήτη (Wilson and Day 1994).

Ο ΠΜ II οικισμός στο Μύρτος Φούρνου Κορυφή στη νότια ακτή της ανατολικής Κρήτης απέδωσε πληθώρα σχημάτων και κεραμικών τύπων (Warren 1972), η μελέτη και πετρογραφική ανάλυση των οποίων έδειξε ότι μόνο το 50% της κεραμικής αποτελεί τοπικό προϊόν, κατασκευασμένο στην ευρύτερη περιοχή της νότιας ακτής. Το υπόλοιπο 50% προέρχεται από τη βόρεια ακτή και ειδικότερα από την περιοχή του Μιραμπέλλου και τον Ισθμό της Ιεράπετρας, περίπου 25χλμ από το Μύρτος. Τα εισηγμένα αγγεία είναι πολύ διαφορετικά από τα τοπικά ως προς τις πρώτες ύλης, την όπτηση, τα σχήματα και τη διακόσμηση (Whitelaw et al. 1997, Day et al. 1997).

Και από τις δύο περιπτώσεις φαίνεται ότι η Πρώιμη Εποχή του Χαλκού στην Κρήτη αποτελεί μια περίοδο έντονων επαφών και διακίνησης προϊόντων. Τα κεραμικά αγγεία μπορεί να ήταν περιζήτητα για τη μορφή τους (ιδιαίτερα η λιεπτότεχνη διακοσμημένη κεραμική) αλλιώς μπορεί να διακινούνταν και λόγω του περιεχομένου τους (κυρίως οι αμφορείς μεσαίου μεγέθους) στα πλαίσια ανταλλαγών. Τέλος, η τεχνολογική μελέτη έδειξε ότι υπάρχουν συγκεκριμένες συνταγές για την κατασκευή συγκεκριμένων τύπων κεραμικής. Με τον τρόπο αυτό αποδείχθηκε ότι δεν ισχύει πλέον η παλιά άποψη για κεραμική παραγωγή στα πλαίσια του νοικοκυριού αλλιώς ότι υπάρχει εξειδίκευση και συγκεκριμένα κέντρα παραγωγής ήδη από αυτή την πρώιμη περίοδο.

### *3.1.3.2 Ελληνιστικοί αμφορείς από τον Τρυπητό και το Μόχλιο (Ανατολική Κρήτη)*

Σύμφωνα με την επικρατούσα αντίληψη, η οικονομική δραστηριότητα των ελληνιστικών πόλεων-κρατών της Κρήτης ήταν πολύ περιορισμένη καθώς δεν υπάρχουν ενσφράγιστες λαβές αμφορέων εντός ή εκτός του νησιού, ούτε επιγραφές που να αναφέρονται σε Κρητικά προϊόντα (Chaniotis 1999, Marangou-Lerat 1995). Η μελέτη και πετρογραφική ανάλυση οξυυθμένων αμφορέων από τις θέσεις του Τρυπητού και του Μόχλιου στην ανατολική Κρή-

τη έδειξαν μια διαφορετική εικόνα με έντονη εμπορική δραστηριότητα και για τα δύο αυτά κέντρα.

Ο Τρυπητός είναι ένας μικρός παράκτιος οικισμός ανατολικά της Σητείας που χρονολογείται από τις αρχές του 3<sup>ου</sup> ως τα μέσα του 2<sup>ου</sup> αιώνα π.Χ. Ο Μόχλιος είναι ένα μικρό νησάκι στον κόλπο του Μιραμπέλλου, κοντά στη βόρεια ακτή της ανατολικής Κρήτης. Εκτός από το Μινωικό οικισμό έχει και κάποια κατάλοιπα ελληνιστικών οικιών που χρονολογούνται στο τέλος του 2<sup>ου</sup> – αρχές 1<sup>ου</sup> αιώνα π.Χ.

Η αρχαιολογική μελέτη και η πετρογραφική ανάληψη αμφορέων και από τις δύο θέσεις αναγνώρισε εισαγωγές από την Κω, τη Ρόδο και την Κνίδο αλλιά και τοπικές (Κρητικές) παραγωγές. Πιο συγκεκριμένα, η πετρογραφική ανάληψη στο υλικό από τον Τρυπητό έδειξε ότι η τοπική παραγωγή σχετίζεται με την πεδιάδα των Αχλαδιών στην ενδοχώρα της Σητείας, ενώ για το Μόχλιο οι αμφορείς δεν είναι τοπικοί με την έννοια της επιτόπιας παραγωγής αλλιά είναι κρητικοί και προέρχονται από τη νότια ακτή της Κρήτης (Vogeikoff-Brogan et al. 2008).

Τα αποτελέσματα της μελέτης και των αναλύσεων ανατρέπουν την επικρατούσα αντίληψη και οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο Τρυπητός αποτελούσε τμήμα δικτύου διακίνησης προϊόντων με κέντρο ίσως την Πραισό, ενώ ο Μόχλιος σχετιζόταν με το μεγάλο εμπορικό κέντρο της Ιεράπυτνας (αρχαία Ιεράπετρα) στη νότια ακτή. Το πιο σημαντικό όμως είναι ότι τα Κρητικά προϊόντα (και κυρίως το κρασί) φαίνεται ότι ταξίδευαν εντός του νησιού και, παρά την απουσία ενσφράγιστων ήβων, η κεραμική ύλη αποτελεί ένα στοιχείο που μπορεί να βοηθήσει να αναγνωριστούν στο μέλλον εξαγωγές κρητικών προϊόντων σε εμπορικούς σταθμούς στην Ανατολική Μεσόγειο.

### 3.1.3.3 Βυζαντινή κεραμική από την Ψείρα (Ανατολική Κρήτη)

Η Ψείρα είναι ένα μικρό νησάκι στο ΒΑ άκρο του κόλπου του Μιραμπέλλου στην Ανατολική Κρήτη. Εκτεταμένες ανασκαφές στο ανατολικό τμήμα του νησιού έφεραν στο φως σημαντικό Μινωικό οικισμό, ενώ στο νότιο άκρο της Μινωικής εγκατάστασης αποκαλύφθηκαν τα κατάλοιπα Πρωτοβυζαντινής αγροτικής εγκατάστασης με τρεις φάσεις κατοίκησης από τον 6<sup>ο</sup> ως τον 9<sup>ο</sup> αιώνα μ. Χ. Η περίοδος αυτή (και κυρίως ο 7<sup>ος</sup> και ο 8<sup>ος</sup> αιώνας) θεωρούνταν μέχρι πρόσφατα «σκοτεινοί αιώνες» και «περίοδος μετάβασης» (Sodini 1993, 181-4) καθώς ήταν λιγιστές οι πληροφορίες σχετικά με τις θέσεις κατοίκησης και τον υλικό πολιτισμό τους.

Η αρχαιολογική μελέτη του συνόλου της κεραμικής και η πετρογραφική

ανάληψη επιλεγμένων δειγμάτων οικιακής κεραμικής καθώς και αγγείων μεταφοράς έδωσε μια εικόνα για τον Πρωτοβυζαντινό οικισμό της Ψείρας πολύ διαφορετικό από αυτό της απομονωμένης και ακατοίκητης νησίδας που είναι σήμερα. Αναγνωρίστηκε ότι οι τοπικές κεραμικές ύλης προέρχονται από την ευρύτερη περιοχή του Μόχληου ενώ ταυτοποιήθηκαν εισαγωγές τόσο από άλλες περιοχές της Κρήτης (Νότια ακτή, Μεσαρά) όσο και από την Κω και τη Σάμο. Σε μια εποχή που είναι ανοιχτοί οι θαλάσσιοι δρόμοι στο Αιγαίο και την Ανατολική Μεσόγειο, η μεγάλη ποικιλία σε αμφορείς κρητικούς και εισηγμένους αναδεικνύει τη θέση της Ψείρας και του απάνεμου λιμανιού της στο διαμετακομιστικό εμπόριο στο Αιγαίο κατά την Πρωτοβυζαντινή περίοδο (Poulou-Papadimitriou et Nodarou 2007).

### 3.2 Στοιχειακές (χημικές) μέθοδοι ανάλησης

Οι στοιχειακές αναλυτικές μέθοδοι στοχεύουν στον προσδιορισμό της χημικής σύστασης των κεραμικών. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και της οργανολογίας επιτρέπει την ποιοτική και ποσοτική ανάληση κύριων και δευτερευόντων στοιχείων, ιχνοστοιχείων και σπάνιων γαιών παρέχοντας έτσι σημαντικές πληροφορίες για την προέλευση των κεραμικών ενός συνόλου. Ειδικά τα ιχνοστοιχεία και οι σπάνιες γαίες αποτελούν τη βάση για τις περισσότερες μελέτες προέλευσης.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι στοιχειακών αναλύσεων, γι' αυτό και θα πρέπει να ακολουθούνται συγκεκριμένα αρχαιολογικά και πρακτικά κριτήρια για την επιλογή της καταλληλότερης κάθε φορά μεθόδου.

(α) αρχαιολογικά: η φύση του προς ανάληψη υλικού, το αρχαιολογικό ερώτημα, το μέγεθος του δείγματος που χρειάζεται και που μπορεί να ληφθεί από το αντικείμενο καθώς και το αν η επιθυμητή ανάληψη είναι σημειακή ή συνολική, αν δηλαδή μας ενδιαφέρει η συνολική χημική σύσταση της κεραμικής ύλης ή η σύσταση συγκεκριμένου σημείου της επιφάνειας που αντιστοιχεί σε κάποιο επίχρισμα ή χρωστική.

(β) πρακτικά/ τεχνικά: τα όρια ανίχνευσης, η ευαισθησία, η ακρίβεια της μεθόδου αλλά και η ύπαρξη βάσης δεδομένων για σύγκριση των αποτελεσμάτων με αποτελέσματα αντίστοιχων αναλύσεων από γειτονικές ή άλλες περιοχές.

Από τις πρώτες μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη της κεραμικής στο Αιγαίο ήταν η Φασματοσκοπία Ατομικής Εκπομπής (OES)\* και η Φασματοσκοπία Ατομικής Απορρόφησης (AAS)\*. Ωστόσο, η τεχνολογική εξέλιξη επέφερε αλλαγές και νεώτερες τεχνικές με χαμηλότερα όρια ανίχνευσης για περισσότερα στοιχεία και μεγαλύτερη ακρίβεια. Οι βασικές στοιχειακές τεχνι-

κές που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση κεραμικής είναι η Νετρονική Ενεργοποίηση (NAA)\*, η Φασματοσκοπία Φθορισμού Ακτίνων-Χ (XRF)\* και η Φασματοσκοπία Πλάσματος Επαγωγικής Σύζευξης (ICP)\*.

Το αποτέλεσμα των στοιχειακών αναλύσεων δίνονται σε μορφή λίστας με ποσοτικές συγκεντρώσεις στοιχείων. Για την αρχαιολογική τους ερμηνεία απαιτείται στατιστική επεξεργασία και δημιουργία γραφημάτων στα οποία είναι δυνατόν να αναγνωρίζονται ομάδες δειγμάτων με κοινά χαρακτηριστικά και προέλευση (Baxter 1994, 2001, Parageorgiou et al. 2001).

### **3.2.1 Μελέτη περιπτώσεων**

#### **3.2.1.1 Ανάλυση Ελληνιστικής κεραμικής από τη Βοιωτία με Νετρονική Ενεργοποίηση**

Ένα από τα συνθεότερα προβλήματα στις αναλύσεις κεραμικής είναι η αναγνώριση τοπικών κέντρων παραγωγής σε μικρές γεωγραφικά περιοχές. Αυτό συμβαίνει γιατί σε μικρή κλίμακα η γεωλογία δεν παρουσιάζει δραματικές διαφοροποιήσεις, με αποτέλεσμα διαφορετικά εργαστήρια να χρησιμοποιούν παρόμοιες ως προς τη σύστασή τους πρώτες ύλες, ακόμα και όταν αυτές βρίσκονται σε αποστάσεις αρκετών δεκάδων χιλιομέτρων μεταξύ τους.

Το πρόγραμμα ανάλυσης ελληνιστικής κεραμικής από τέσσερα νεκροταφεία της Βοιωτίας (Ακραίφνιο και Αηίαρτος στα βορειοδυτικά, Θήβα και Τανάγρα στα ανατολικά) κατάφερε να ξεπεράσει αυτό το πρόβλημα με τη χρήση Νετρονικής Ενεργοποίησης (Schwedt et al. 2006). Το υλικό χρονολογείται από τα τέλη του 4<sup>ου</sup> ως τις αρχές του 2<sup>ου</sup> αιώνα π.Χ. και αποτελείται από ηεπτότεχνα αγγεία που χρησιμοποιήθηκαν για μεταφορά και κατανάλωση υγρών, όπως αμφορείς, κρατήρες, λήγνοι, κάνθαροι, κύλικες, σκύφοι, και κύπελλα.

Η ανάλυση έδειξε σαφή διαφοροποίηση μεταξύ βορειοδυτικής και ανατολικής Βοιωτίας. Το υλικό από το Ακραίφνιο και την Αηίαρτο αντικατοπτρίζει στη μεγάλη πλειοψηφία του τοπική παραγωγή με ελάχιστες εισαγωγές από την ανατολική Βοιωτία. Αντίθετα, στα αγγεία από την ανατολική Βοιωτία υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στις χημικές συγκεντρώσεις, με τη Θήβα να προβάλλει ως το σημαντικότερο κέντρο παραγωγής. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το ότι ένα συγκεκριμένο είδος μαύρης στιλβωτής κεραμικής φαίνεται να εισάγεται από τη βορειο-δυτική Βοιωτία, ενώ μεγάλο ποσοστό των δειγμάτων δεν εντάσσεται σε καμία ομάδα, γεγονός που υποδηλώνει μεγάλο εύρος ει-



σαγωγών από άγνωστες περιοχές εκτός Βοιωτίας.

Στη μελέτη αυτή κατέστη δυνατή η διάκριση κέντρων παραγωγής εντός της Βοιωτίας αλλήλ φάνηκε και η διαφοροποίηση στις πρακτικές κατανάλωσης κεραμικής, με τη βορειοδυτική Βοιωτία να καταναλώνει κυρίως τοπική κεραμική ενώ στην ανατολική Βοιωτία υπάρχει πληθώρα εισαγωγών. Τέλος, τα αναλυτικά δεδομένα των ελληνοιστικών αγγείων συγκρίθηκαν με αντίστοιχα δεδομένα από παλαιότερη έρευνα σε μυκηναϊκά αγγεία της Βοιωτίας και φάνηκε ότι σε κάθε μία από αυτές τις περιοχές υπήρχαν τοπικά εργαστήρια που χρησιμοποιούσαν παρόμοιες πρώτες ύλες ήδη από τη Μυκηναϊκή περίοδο.

### *3.2.1.2 Ανάλυση Πρωτοβυζαντινής κεραμικής από την Ελεύθερνα με πετρογραφία, νετρονική ενεργοποίηση και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης*

Η τυπολογική μελέτη της λεπτότεχνης επιτραπέζιας κεραμικής από την Πρωτοβυζαντινή Ελεύθερνα (5<sup>ος</sup> - 7<sup>ος</sup> αιώνας μ.Χ.) διέκρινε ομάδες αγγείων εισηγμένων από τη Μικρά Ασία και τη Βόρεια Αφρική αλλήλ και τοπικές απομιμήσεις με διαφορετικό χρώμα πηλού και διαφορετική διαμόρφωση της επιφάνειας. Η συνδυασμένη πετρογραφική και χημική ανάλυση (Αιουρί et al. 2000) έδειξε ότι οι θεωρούμενες τοπικές απομιμήσεις είχαν την ίδια χημική και ορυκτολογική σύσταση με τα εισηγμένα αγγεία και ότι όλη τα αγγεία ήταν εισηγμένα. Η εξέταση με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης έδειξε ότι οι μακροσκοπικές διαφορές που είχαν αρχικά οδηγήσει τους αρχαιολόγους στην υπόθεση των τοπικών απομιμήσεων οφείλονταν σε διαφορετική τεχνολογία κατασκευής και σε διαφορετικές πρακτικές όπτησης, και όχι σε διαφορετική προέλευση. Τελικά, όλη η επιτραπέζια κεραμική της Ελεύθερνas ήταν εισηγμένη από δύο κέντρα, τη Μικρά Ασία και τη Βόρεια Αφρική.

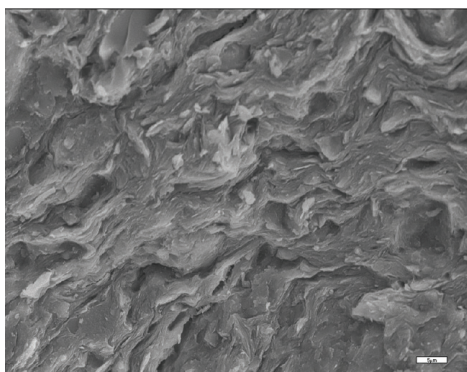
### **3.3 Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM)\***

Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης παρέχει τη δυνατότητα για εξέταση της επιφάνειας και της μικροδομής του σώματος του κεραμικού κάτω από μεγάλης μεγεθύνσεις (για τα κεραμικά έως και x2500 φορές) καθώς και για στοιχειακή ανάλυση. Η ανάλυση μπορεί να είναι σημειακή, δηλαδή να στοχεύει σε ένα μόνο σημείο της μάζας του κεραμικού (π.χ. κόκκο ορυκτού ή φυλλάριο αργίλου), ή συνολική, δηλαδή σε όλη την κεραμική ύλη. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι η ανάλυση αυτή είναι ημι-ποσοτική, δηλαδή δεν δίνει από-

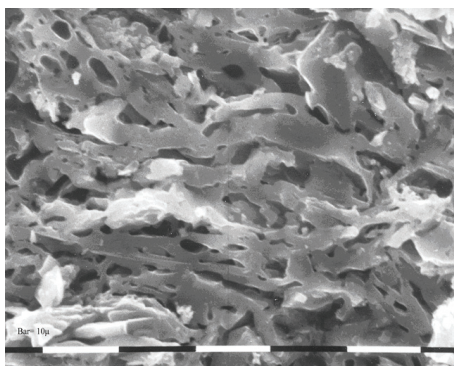
ήυτες τιμές αήήά σχετικές αναήογίες μεταξύ των διαφόρων στοιχείων. Ιδιαίτερη σημασία έχει ο προσδιορισμός της παρουσίας (ή μη) ασβεστίου σε μια κεραμική ύηη γιατί παρέχει πληροφορίες για το είδος της αργίηου που χρησιμοποιήθηκε (ασβεστιούχος ή μη ασβεστιούχος).

Λόγω της μεγάλης μεγέθυνσης το ηηεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης παρέχει τη δυνατότητα ηεπτομερούς μεηέτης των στιηβωμένων επιφανειών, των επιχρισμάτων και των χρωστικών υηών που χρησιμοποιούνται για τη διακόσμηση της επιάνειας ενός κεραμικού. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται το πάχος του επιχρίσματος ή της γραπτής διακόσμησης, η σύμφυση της διακόσμησης με το σώμα του κεραμικού, ενώ με τη βοήθεια της σημειακής ανάλυσης είναι δυνατόν να διαφανούν τυχόν διαφορές στη χημική σύσταση του σώματος του κεραμικού και του επιχρίσματος. Οι πληροφορίες αυτές βοηθούν στην ανασύσταση της αρχαίας κεραμικής τεχνοηογίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ανάλυση του στιηπνού μεηανού χρώματος των αττικών κηασικών αγγείων που έδειξε ότι το ηεπτό αιώρημα ηηηού δεν προέρχεται από την ίδια πρώτη ύηη που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του αγγείου (Maniatis et al. 1993).

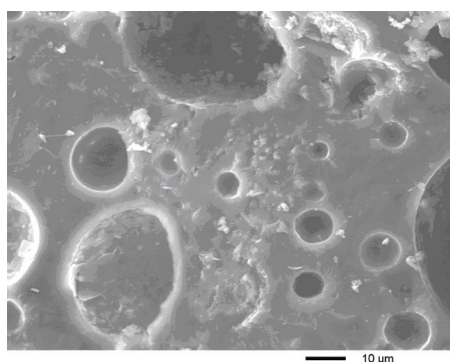
Μια άηηη τεχνοηογική παράμετρος που εξετάζεται με το ηηεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης είναι η θερμοκρασία όπτησης. Η εργασία των Μανιάτη και Τίτε (Maniatis and Tite 1981) έδειξε ότι η μικροδομή των αργίηων υφίσταται σημαντικές αήηαγές με την άνοδο της θερμοκρασίας τόσο σε οξειδωτική όσο και σε αναγωγική ατμόσφαιρα. Σε χαμηλές θερμοκρασίες, κάτω από 750 °C, τα φυηήάρια της αργίηου έχουν τη μορφή συμπαγούς μάζας. Σε αυτήν την περίπτωση η άργιηος βρίσκεται σε φάση μη-υαηοποίησης (ΕΙΚΟΝΑ 10). Από τους 750 ως τους 850 °C τα φυηήάρια του ηηηού αρχίζουν να διαχωρίζονται και να σχηματίζονται μικροί πόροι. Είναι η φάση της αρχικής υαηοποίησης. Από τους 850 ως τους 950 °C είναι η φάση εκτεταμένης υαηοποίησης, τα φυηήάρια του ηηηού είναι καηά διαχωρισμένα και έχουν αυξηθεί οι πόροι (ΕΙΚΟΝΑ 11). Τέηος, από τους 950 °C και άνω το κεραμικό εισέρχεται ηηέον στη φάση της συνεχούς υαηοποίησης, η μικροδομή του ηηηού είναι τεηείως υαηοποιημένη και υπάρχουν μεγάηοι κυκηικοί πόροι (ΕΙΚΟΝΑ 12). Οι παραπάνω θερμοκρασίες ισχύουν όταν το κεραμικό έχει ψηθεί σε οξειδωτική ατμόσφαιρα. Όταν η όπτηση είναι αναγωγική οι μεταβολές στη μικροδομή του ηηηού είναι παρόμοιες, όμως συμβαίνουν σε θερμοκρασίες χαμηλότερες κατά 50 °C. Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις η αναγνώριση της φάσης υαηοποίησης ενός αρχαίου κεραμικού μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για τη θερμοκρασία και την ατμόσφαιρα όπτησής του.



*Εικόνα 10. Σώμα κεραμικού σε φάση μη υαλοποίησης*



*Εικόνα 11. Σώμα κεραμικού σε φάση εκτεταμένης υαλοποίησης*



*Εικόνα 12. Σώμα κεραμικού σε φάση συνεχούς υαλοποίησης*

### **3.3.1 Μελέτη περίπτωσης**

#### *Η πολύχρωμη «καμαραϊκή» κεραμική της Παλαισανακτορικής Κρήτης*

Η Παλαισανακτορική περίοδος (1900-1700/1650 π.Χ.) χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση των πρώτων ανακτόρων στην Κρήτη και συνδέεται με πολυσύνθετα κοινωνικά, πολιτικά και οικονομικά φαινόμενα. Η κεραμική παραγωγή χαρακτηρίζεται σε μεγάλο βαθμό από λεπτότεχνα αγγεία που φέρουν έντονο, σχεδόν μεταλλικό, μαύρο επίχρισμα στην επιφάνεια και διακοσμητικά μοτίβα με κόκκινο, πορτοκαλί, λευκό και ιώδες χρώμα. Η κεραμική αυτή ονομάστηκε «Καμαραϊκή» από το ομώνυμο σπήλαιο στο οποίο βρέθηκε για πρώτη φορά αθλήα επικωριάζει κυρίως στη Κνωσό και τη Φαιστό, γι' αυτό και για πολλά χρόνια επικρατούσε η άποψη ότι επρόκειτο για τοπική παραγωγή

στα δύο αυτά ανακτορικά κέντρα. Λιγοστά δείγματα εκτός ανακτορικών κέντρων θεωρήθηκαν «επαρχιακές» απομιμήσεις (Walberg 1983, 1987).

Όμως, με βάση τα έως τώρα αρχαιολογικά δεδομένα, η ύπαρξη ανακτορικού ελέγχου στην παραγωγή των καμαραϊκών αγγείων δεν μπορεί να θεωρηθεί βέβαιη. Γι' αυτό και η αρχαιομετρική προσέγγιση αυτής της κεραμικής θεωρήθηκε απαραίτητη προκειμένου να διασαφηνιστούν τα τεχνολογικά της χαρακτηριστικά (Faber et al. 2002). Χρησιμοποιήθηκαν τρεις αναλυτικές τεχνικές για τη μελέτη της πολύχρωμης κεραμικής από το ανακτορικό κέντρο της Κνωσού, αλλά έμφαση δόθηκε στην ανάλυση με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης. Σκοπός ήταν η διερεύνηση της σύστασης των αργίλων και των χρωμάτων της επιφάνειας και ο προσδιορισμός των θερμοκρασιών όπτησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν τη χρήση ασβεστιούχων πρώτων υλών για την κατασκευή των κεραμικών και υψηλές θερμοκρασίες όπτησης (περ. 950-1080 °C). Το μαύρο, το κόκκινο και το πορτοκαλί χρώμα επιτυγχάνονταν με την τεχνική της αναγωγής του σιδήρου, η οποία ήταν γνωστή στην Κρήτη ήδη από την Προανακτορική περίοδο. Τέλος το λευκό χρώμα προήλθε από τη χρήση τάληκ η/και ασβεστίτη.

Η ανάλυση των πολύχρωμων αγγείων από την Κνωσό προσέφερε σημαντικά στοιχεία για τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά αυτού του ιδιαίτερου τύπου κεραμικής και έθεσε τις βάσεις για να διερευνηθούν τα κέντρα παραγωγής καθώς και η πιθανότητα να συνδέονται (ή όχι) με τα ανάκτορα.

### 3.4 Φασματοσκοπία περίθλασης ακτίνων-Χ (XRD)\*

Μία ακόμα τεχνική ανάλυσης, που εφαρμόζεται σπανιότερα για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας όπτησης των κεραμικών είναι η φασματοσκοπία περίθλασης ακτίνων-Χ. Πρόκειται για μία μέθοδο αναγνώρισης αργιλικών ορυκτών βάσει της κρυσταλλικής τους δομής. Η άργιλος χάνει την κρυσταλλική της δομή στους 500-600 °C και τα αργιλικά ορυκτά μετασχηματίζονται. Ανάλογα με τα αργιλικά ορυκτά που εντοπίζονται στο κεραμικό προσδιορίζεται η θερμοκρασία όπτησής του. Για παράδειγμα, η παρουσία αργιλικών ορυκτών υψηλών θερμοκρασιών, όπως ο μουληίτης και ο τριδυμίτης, υποδεικνύουν θερμοκρασία όπτησης στους 900 °C (Weymouth 1973, Rice 1987, 382-6).

### 3.5 Ανάλυση με ακτίνες-Χ

Η χρήση ακτίνων-Χ στη μελέτη της κεραμικής, αν και όχι ιδιαίτερα διαδεδομένη, βρίσκει εφαρμογή στη διερεύνηση της τεχνολογίας κατασκευής των

αγγείων, ιδιαίτερα σε ακέραια κλειστά αγγεία των οποίων το εσωτερικό δεν είναι ορατό. Η συνθέστερη εφαρμογή λειτούργει συμπληρωματικά στην πετρογραφική ανάλυση και αφορά στη μελέτη της εσωτερικής δομής του κεραμικού με το χαρακτηρισμό των κεραμικών υλών ανάλογα με το μέγεθος και τη διασπορά των εγκλεισμάτων (Johnston and Betancourt 1984, Foster 1985).

Επίσης, με τις ακτίνες-Χ μπορεί να διαφανεί ο προσανατολισμός των σωματιδίων του πηλού ο οποίος διαφέρει ανάλογα με την τεχνική που έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του αγγείου: χειροποίητο ή τροχήλατο, με πλάκες ή κορδόνια. Σε πρόσφατες έρευνες κατέστη δυνατή η διάκριση μεταξύ τροχήλατων αγγείων και αγγείων χειροποίητων των οποίων μόνο η τελική διαμόρφωση είχε γίνει στον τροχό (Berg 2008).

#### 4. ΤΑ ΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Οι αναλυτικές τεχνικές είναι εργαλεία έρευνας που υπόκεινται σε διαρκή έλεγχο και αναθεώρηση και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί το αποτέλεσμά τους να θεωρείται οριστικό και αδιαπραγμάτευτο. Σε κάθε πρόγραμμα ανάλυσης υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που επηρεάζουν όλη τα στάδια της διαδικασίας, από την επιλογή της τεχνικής και των δειγμάτων ως την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Η οργανολογία: η τεχνολογική πρόοδος και η εξέλιξη της οργανολογίας επηρεάζουν την ποιότητα των αποτελεσμάτων διασφαλίζοντας μεγαλύτερη ακρίβεια, χαμηλότερα όρια ανίχνευσης και μικρότερο σφάλμα<sup>6</sup>. Επίσης, έδαφος κερδίζουν οι μη καταστρεπτικές σε σχέση με τις καταστρεπτικές τεχνικές, ιδιαίτερα για αντικείμενα ακέραια ή μοναδικά.

Ομαδοποίηση και στατιστική επεξεργασία: το αποτέλεσμα της χημικής ή ορυκτολογικής ανάλυσης είναι ένας κατάλογος με αριθμούς που αντιπροσωπεύουν ποσοτικές συγκεντρώσεις στοιχείων<sup>7</sup>. Τα αριθμητικά αυτά στοιχεία για να είναι αρχαιολογικά αξιοποιήσιμα θα πρέπει να ομαδοποιηθούν με τη χρήση στατιστικών μεθόδων, δηλαδή να δημιουργηθούν ομάδες δειγμάτων με παρόμοια σύσταση. Αντίστοιχα, στην πετρογραφία κεραμικής δημιουργούνται ομάδες δειγμάτων βάσει της ορυκτολογικής σύστασης και της μορφολογίας της μικρομάζας των δειγμάτων.

6. Όριο ανίχνευσης: η μικρότερη ποσότητα ενός ή περισσοτέρων στοιχείων που μπορούν να ανιχνευθούν με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο. Σφάλμα: το περιθώριο που δίδεται στη μέθοδο ώστε να είναι η μέτρηση σωστή.

7. Για εκτενή αναφορά στις πιο γνωστές στατιστικές μεθόδους, βλ. Λυριτζής 2005, 387-420.

Ο αναλυτής και το εργαστήριο: η ομαδοποίηση των δειγμάτων είναι βασικό στάδιο στην επεξεργασία των αναλυτικών αποτελεσμάτων γιατί από εκεί θα προκύψει η αρχαιολογική ερμηνεία. Τόσο όμως η επιλογή της στατιστικής μεθόδου και ο χειρισμός των δεδομένων κατά τη στατιστική επεξεργασία όταν πρόκειται για στοιχειακές αναλύσεις όσο και τα κριτήρια βάσει των οποίων γίνεται η ομαδοποίηση κατά την πετρογραφική ανάληψη εξαρτώνται εν μέρει και από την εμπειρία του αναλυτή, την ύπαρξη βάσης δεδομένων ή συγκριτικής συλλογής στο εργαστήριο και από τα υπό έρευνα αρχαιολογικά ερωτήματα, γεγονός που εισάγει ένα βαθμό υποκειμενικότητας στον τρόπο που θα γίνει η ομαδοποίηση και κατ' επέκταση στα συμπεράσματα που εξαγονται.

Ο ρόλος του αρχαίου κεραμέα: σε όλη τα στάδια της μελέτης και της ανάληψης θα πρέπει να θυμόμαστε ότι η κεραμική δεν είναι φυσικό αλλά ανθρώπινο δημιούργημα. Οι αρχαίοι κεραμείς επεμβαίνουν στην πρώτη ύλη προσθέτοντας πηλαστικά ή μη πηλαστικά υλικά, αφαιρώντας υλικά (με κοσκίνισμα ή καθίζηση) και αναμιγνύοντας αργίλους. Επομένως αυτό που αναλύουμε είναι το αποτέλεσμα της επεξεργασίας από τον κεραμέα και όχι ένα φυσικό προϊόν, γι' αυτό και οι ομοιότητες ή οι διαφορές μεταξύ αρχαιολογικών δειγμάτων ή μεταξύ δειγμάτων και πρώτων υλών θα πρέπει να αξιολογούνται ανάλογα τόσο με βάση τα αποτελέσματα της ανάληψης όσο και με αρχαιολογικά κριτήρια.

## 5. ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΚΕΡΑΜΙΚΗ: ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΤΡΟΧΙΕΣ, ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

Η προσέγγιση του υλικού πολιτισμού άηλαξε ριζικά το τελευταίο τέταρτο του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Η θεώρηση των αρχαιολογικών αντικειμένων από την οπτική της ιστορίας της τέχνης, απομονωμένα από το περιβάλλον εύρεσής τους και από τα υπόλοιπα τέχνηρα του ανασκαφικού τους πλαισίου έχει αντικατασταθεί από μια πιο ολιστική προσέγγιση που εξετάζει την κατανομή τους στο χώρο, τη χρήση τους, το ρόλο και τη σημασία τους σε όλες τις εκφάνσεις της ανθρώπινης ζωής (καθημερινές δραστηριότητες, ταφικές πρακτικές, τελετουργίες).

Ειδικότερα για την κεραμική, και όπως φάνηκε από τη μελέτη των περιπτώσεων που προηγήθηκαν, η αρχαιολογική μελέτη σε συνδυασμό με την αρχαιομετρική ανάληψη προσέφεραν πληροφορίες για σημαντικές παραμέτρους της ζωής και χρήσης ενός αγγείου, τον τόπο και τον τρόπο κατασκευής του, τη διακίνηση και την κατανάλωσή του. Σε πολλές περιπτώσεις οι ανα-

ήψεις επιβεβαίωσαν, συμπλήρωσαν ή ανέτρεψαν αρχαιολογικές ερμηνείες και θεωρίες, και πλέον θεωρούνται αναπόσπαστο κομμάτι μιας αρχαιολογικής μελέτης και δημοσίευσης.

Εν κατακλείδι, τόσο οι αρχαιολογικές, όσο και οι αρχαιομετρικές προσεγγίσεις της κεραμικής υπηρετούν τον ίδιο τελικό σκοπό, την ανασύνθεση της ανθρώπινης ζωής και δραστηριότητας του παρελθόντος. Όπως έχει καταδείξει πληθώρα εθνογραφικών και ανθρωπολογικών μελετών τόσο η κατασκευή όσο και η κατανάλωση κεραμικών είναι φαινόμενα με κοινωνική διάσταση και σχετίζονται στενά με ανθρώπινες συμπεριφορές, ιδεολογίες και αντιλήψεις και με κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές διεργασίες και συνθήκες. Από την επιλογή των πρώτων υλών ως την επεξεργασία του πηλού, από την κατασκευή και διακόσμηση των αγγείων έως την όπτηση, και από την οργάνωση της παραγωγής έως τη διακίνηση των κεραμικών μεσοθαβεί πληθώρα ανθρώπινων αποφάσεων που αντικατοπτρίζονται στο τελικό προϊόν. Η αναλυτική έρευνα δεν είναι μια λίστα χημικών συγκεντρώσεων στο τέλος ενός βιβλίου αλλά ένα βήμα πιο κοντά στην πληρέστερη ανασύνθεση των ανθρώπινων επιλογών και των συμπεριφορών που εμπεριέχονται σε όλα τα στάδια της παραγωγής και διακίνησης του κεραμικού προϊόντος, από τον τόπο παραγωγής στον τόπο κατανάλωσης ως την τελική απόθεση. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων κεραμικής, με την κατάλληλη ερμηνεία μπορούν να οδηγήσουν τους αρχαιολόγους σε πιο εκλεπτυσμένες και σύνθετες ερμηνείες των αρχαιολογικών δεδομένων, σε ερμηνείες που ξεφεύγουν από το αντικείμενο και επικεντρώνονται στον άνθρωπο και τον τρόπο ζωής του.

## 6. ΕΠΙΜΕΤΡΟ:

**Αρχαία Κεραμική, Εθνογραφία και Πειραματική Αρχαιολογία** Παρόλο που τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ραγδαία αύξηση των αρχαιομετρικών αναλύσεων κεραμικής από ιστορικές περιόδους, η αξία αυτών των προσεγγίσεων παραμένει αδιαμφισβήτητα σημαντική για περιόδους χωρίς γραπτές πηγές. Πολλές φορές η απουσία πηγών δυσχεραίνει την ερμηνεία των αναλυτικών δεδομένων και, κυρίως, την κατανόηση των τεχνολογικών επιλογών και συμπεριφορών. Σε αυτό το πεδίο πολύτιμη αποδεικνύεται η συνεισφορά της εθνογραφίας και της πειραματικής αρχαιολογίας. Οι μέθοδοι αυτές, αν και φαινομενικά δεν σχετίζονται με την αρχαιομετρία, παρέχουν πληροφορίες για την τεχνολογία κατασκευής των αγγείων και ιδέες για την ερμηνεία των αναλυτικών δεδομένων.

Η εθνογραφία, παρά τους περιορισμούς που εμπεριέχει κάθε αναλογία,

αποτελεί πολύτιμο σύμβουλο όσων μελετούν αρχαία κεραμική, και πολλές φορές το εθνογραφικό «παρόν» έχει χρησιμοποιηθεί σαν οδηγός για την ερμηνεία συμπεριφορών και τεχνολογικών επιλογών του παρελθόντος. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η εθνογραφική μελέτη του Arnold (1985) στην Κεντρική Αμερική η οποία έδειξε ότι η μέση απόσταση που ταξιδεύουν οι κεραμείς για την εξασφάλιση της πρώτης ύλης είναι 1-2 χλμ. για την άργιλο και ως 5 χλμ. για υλικά πρόσμιξης. Αντίθετα, η προμήθεια πρώτης ύλης για επιχρίσματα μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο εμπορικής συναλλαγής, ιδιαίτερα αν δεν υπάρχουν τέτοιες ύλες στην ευρύτερη περιοχή του εργαστηρίου.

Μια διαφορετική περίπτωση ελληνικού ενδιαφέροντος είναι η λεγόμενη «βεντέμα» στο Θραψανό της Κρήτης. Πρόκειται για εποχικά μετακινούμενους κεραμείς οι οποίοι ως τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα ταξίδευαν σε όλη την Κρήτη και κατασκεύαζαν πιθάρια με τις πρώτες ύλες της περιοχής στην οποία είχαν εγκατασταθεί κάθε φορά (Voyatzoglou 1984).

Αυτές οι εθνογραφικές μελέτες αποτελούν τη μοναδική πηγή πληροφοριών και για πτυχές της κεραμικής που είναι δύσκολο ή αδύνατο να διαγνωστούν αρχαιολογικά όπως η οργάνωση και ιεραρχία του εργαστηρίου, ο συντονισμός και η εξειδίκευση της παραγωγής, η εμπορεία και διακίνηση του τελικού προϊόντος, η οικονομική και κοινωνική διάσταση της κεραμικής αηλιά και η θέση των κεραμέων στον κοινωνικό ιστό. Επίσης, σημαντική είναι η συνεισφορά της εθνογραφίας σε θέματα συμβολισμού, όπως οι τεχνολογικές παραδόσεις τις οποίες οι κεραμείς ενίοτε ακολουθούν πιστά ακόμα κι αν αντιβαίνουν στις λειτουργικές πρακτικές ή οι δεισιδαιμονίες που περιβάλλουν κλειστά επαγγέλματα και που έχουν σχέση με τη μεταμόρφωση της ύλης (ο πηλός μετασχηματίζεται μέσω της φωτιάς) (Lemonnier 1992, Chilton 1999).

Με αντίστοιχο τρόπο λειτουργεί και η πειραματική αρχαιολογία, η οποία πολλές φορές αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα ενός προγράμματος ανάληψης αρχαίας κεραμικής. Η πιο συνηθισμένη εφαρμογή είναι η γεωλογική επισκόπηση, η συλλογή πρώτων υλών και η κατασκευή πειραματικών δοκιμών στο εργαστήριο. Στόχος δεν είναι ο ακριβής εντοπισμός των αρχαίων πηγών άργιλου αηλιά η διερεύνηση της δυναμικής του περιβάλλοντος σε σχέση με το κεραμικό σύνολο μιας θέσης. Οι αρχαίες πηγές άργιλου είτε έχουν εξαντληθεί, είτε έχουν μετατοπιστεί από φυσικά (σεισμοί, κατολισθήσεις, διάβρωση), ή ανθρωπογενή (διάνοιξη δρόμων, οικοδόμηση) αίτια. Ωστόσο η σύστασή τους παραμένει αναλλοίωτη, αφού το γεωλογικό υπόβαθρο (τα μητρικά πετρώματα) παραμένει το ίδιο. Για το λόγο αυτό στα αναλυτικά προγράμματα περι-



λαμβάνεται και ανάλυση κεραμικών δοκιμίων ώστε να συγκριθούν τα αποτελέσματα με αυτά της αρχαίας κεραμικής. Έτσι γίνεται ασφαλέστερη ανασύνθεση της τεχνολογίας κατασκευής της κεραμικής και επιτυγχάνεται πληρέστερη κατανόηση των επιλογών των αρχαίων κεραμέων.

### Γλωσσάριο

Αξίωμα της προέλευσης: the provenience postulate

Γραμμές ανάμιξης πηλού: clay striations

Θρυμματισμένη κεραμική: grog

Καθίζηση: levigation

Κεραμική ύλη: fabric

Κεραμικός τύπος: ware

Κουλούρες και πλάκες (τεχνική): coiling and slabing

Κλίβανος ανοδικού ρεύματος αέρα: updraft kiln

Λάκκος όπτησης: pit kiln

Λεπτή τομή: thin section

Μικρομάζα: micromass

Νετρονική ενεργοποίηση: Neutron Activation Analysis (NAA)

Ομάδες ελέγχου: control groups

Συσσωματώματα πηλού: clay pellets

Τεχνική αναγωγής του σιδήρου: iron reduction technique

Τσιμπητή και τραβηχτή (τεχνική): pinching and drawing

Υήλικά που έχουν προστεθεί από τον κεραμέα στο μίγμα του πηλού: temper

Φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης: Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

Φασματοσκοπία ατομικής εκπομπής: Atomic Emission Spectroscopy (OES)

Φασματοσκοπία περίθλασης ακτίνων-Χ: X-ray Diffraction (XRD)

Φασματοσκοπία πηλάσματος επαγωγικής σύζευξης: Inductively Coupled Plasma Spectroscopy (ICP)

Φασματοσκοπία φθορισμού ακτίνων-Χ: X-ray Fluorescence (XRF)

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aloupi, E., V. Kilikoglou and P. M. Day (2000) Provenience and technological characterisation of fine tableware. Στο Π. Γ. Θέμελης (επιμ.) *Πρωτοβυζαντινή Ελεύθερα, Τομέας Ι*, 209-222. Ρέθυμνο, Πανεπιστήμιο Κρήτης
- Arnold, D. E. (1985) *Ceramic Theory and Cultural Process*. Cambridge, Cambridge University Press

- Βαθαβάνης Π. (1990) Ένα αρχαίο εργαστήριο στην εποχή μας. *Αρχαιολογία* 36, 31-41
- Βαηλιάνος, Χ. και Μ. Παδουβά (1986) *Τα Κρητικά αγγεία του 19<sup>ου</sup> και 20<sup>ου</sup> αιώνα: Μορφολογική, κατασκευαστική μελέτη*. Αθήνα
- Baxter M. J. (1994) *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University Press
- Baxter, M. J. (2001) Multivariate Analysis in Archaeology. In D. R. Brothwell and A. M. Pollard (eds.) *Handbook of Archaeological Sciences*: 685-94. John Wiley & Sons, Ltd
- Berg, I. (2008) Looking through pots: recent advances in ceramics X-radiography. *JAS* 35, 1177-88
- Betancourt, P. P., T. K. Gaisser, E. Koss, R. F. Lyon, F. R. Matson, S. Montgomery, G. H. Myer and C. P. Swann (1979) *Vasilike Ware, an Early Bronze Age Pottery Style in Crete*. Göteborg
- Betancourt, P. P. (1984) *East Cretan White-on-Dark Ware, Studies on a Handmade Pottery of the Early to Middle Minoan Periods*. Philadelphia, University Museum Monograph 51
- Betancourt, P. P. (1985) *Η Ιστορία της Μινωικής Κεραμικής*. Καρδαμίτσα
- Blitzer, H. (1984) Traditional pottery production in Kentri, Crete: Workshops, materials, techniques and trade. In P. P. Betancourt (ed.) *East Cretan White-on-Dark Ware: Studies of a Handmade Pottery of the Early to Middle Minoan Periods*: 143-57. Philadelphia, University Museum Monograph 51.
- Broodbank, C. and E. Kiriati (2007) The First "Minoans" of Kythera Revisited: Technology, Demography, and Landscape in the Prepalatial Aegean. *AJA* 111.2, 241-274
- Catling, H. W. and A. Millet (1965) A study of the inscribed stirrup jars from Thebes. *Archaeometry* 8, 3-85
- Catling, H. W. and R. E. Jones (1977) A reinvestigation of the provenance of the inscribed stirrup jars found at Thebes. *Archaeometry* 19, 2, 137-46
- Catling, H. W., J. F. Cherry, R. E. Jones and J. T. Killen (1980) The inscribed stirrup jars and West Crete. *BSA* 75, 49-113
- Chaniotis A. (1999) Milking the Mountains. Economic Activities on the Cretan Uplands in the Classical and Hellenistic Period. In A. Chaniotis (ed.) *From Minoan Farmers to Roman Traders*, 181-220, Stuttgart
- Cherry, J. F. (1986) Politics and palaces: some problems in Minoan state formation. In C. Renfrew and J. F. Cherry (eds.) *Peer Polity Interaction and Socio-political Change*, 19-45. Cambridge, Cambridge University Press

- Chilton E. S. (ed.) (1999) *Material Meanings: Critical Approaches to the Interpretation of Material Culture*. Salt Lake City, The University of Utah Press
- Day, P. M., D. E. Wilson and E. Kiriati (1997) Reassessing specialisation in Prepalatial Cretan ceramic production. In R. Laffineur and P. P. Betancourt (eds.) *TEXNH: Craftsmen, Craftswomen and Craftsmanship in the Aegean Bronze Age: 275-90*. Liège: *Aegaeum* 16
- Day, P. M., E. Kiriati, A. Tsolakidou and V. Kilikoglou (1999) Group Therapy in Crete: A comparison between analyses by NAA and Thin Section Petrography of Early Minoan pottery. *JAS* 26, 1025-36
- Day, P. M., V. Kilikoglou, L. Joyner and G. C. Gesell (2006) Goddesses, snake tubes and plaques: analysis of ceramic ritual objects from the LM IIIC shrine at Kavousi. *Hesperia* 75, 2, 137-175
- Δερμιτζάκης, Μ. Δ. (1994) Γήωσσάριο Γεωλογικών Εννοιών. Αθήνα, Σταμού-  
-νης
- Evely, D. (1988) The potter's wheel in Minoan Crete. *BSA* 83, 83-126
- Faber, E. W., V. Kilikoglou, P. M. Day and D. E. Wilson (2002) A Technological Study of Middle Minoan Polychrome Pottery from Knossos, Crete. In V. Kilikoglou, A. Hein and Y. Maniatis (eds.) *Modern Trends in Scientific Studies on Ancient Ceramics, Papers presented at the 5<sup>th</sup> European Meeting on Ancient Ceramics, Athens 1999*, 129-41. BAR Int. Series 1011
- Foster, G. V. (1985) Identification of inclusions in ceramic artifacts by xeroradiography. *Journal of Field Archaeology* 12, 373-6
- Harbottle, G. (1982) Provenience studies using neutron activation analysis: the role of standardization. In J. S. Olin and A. D. Franklin (eds.) *Archaeological Ceramics*, 67-77. Washington D.C., Smithsonian Institution
- Hein, A., V. Georgopoulou, E. Nodarou and V. Kilikoglou (2008) Koan amphorae from Halasarna: investigations in a Hellenistic amphora production center. *JAS* 35, 4, 1049-1061
- Hilditch, J. (2007) Petrological analysis of the ceramics from Kavos, Keros. In C. Renfrew, C. Doumas, L. Marangou and G. Gavalas (eds.), *Keros, Dhaskalio Kavos. The investigations of 1987-88*, 238-63. Cambridge, McDonald Institute for Archaeological Research
- Johnston, R. H. and P. P. Betancourt (1984) Xeroradiography Studies. In P. P. Betancourt (ed.) *East Cretan White-on-Dark Ware, Studies on a Handmade Pottery of the Early to Middle Minoan Periods*, 114-7. Philadelphia, University Museum Monograph 51

- Jones, R. E. (1986) *Greek and Cypriot Pottery, A Review of Scientific Studies*. The British School at Athens, Fitch Laboratory Occasional Paper 1
- Joyner, L. (2007) Cooking pots as indicators of cultural change: a petrographic study of Byzantine and Frankish cooking wares from Corinth. *Hesperia* 76, 183-227
- Καραλή, Λ. (1998) *Λεξικό Αρχαιοθολογικών Περιβαλλοντικών Όρων*. Αθήνα, Ελληνικά Γράμματα
- Kiriati, E. (2003) Sherds, Fabrics and Clay Sources: Reconstructing the Ceramic Landscapes of Prehistoric Kythera. In K. P. Foster and R. Laffineur (eds.) *Metron: Measuring the Aegean Bronze Age*, *Aegaeum* 24, 123-130
- Lemonnier, P. (1992) *Elements for an Anthropology of Technology*. Ann Arbor, Michigan
- Λυριτζής, Ι. (2005) *Φυσικές Επιστήμες στην Αρχαιολογία*. Αθήνα, Τυπωθήτω-Γ. Δάρδανος
- Maniatis, Y. and M. Tite (1981) Technological examination of Neolithic-Bronze Age pottery from Central and South East Europe and the Near East. *JAS* 8, 59-76
- Maniatis, Y., E. Aloupi and A. D. Stalios (1993) New evidence for the nature of the attic black gloss. *Archaeometry* 35, 1, 23-34
- Marangou-Lerat, A. (1995) *Vin et amphores de Crète*. Études Crétoises 30, Athens
- Nodarou, E. (2007) Exploring patterns of intra regional pottery distribution in Late Minoan IIIA-B East Crete: the evidence from the petrographic analysis of three ceramic assemblages. In C. Y. Waksman (ed.) *Archaeometric and Archaeological Approaches to Ceramics, Papers presented at EMAC '05 8<sup>th</sup> European Meeting on Ancient Ceramics Lyon 2005*, 75-83. BAR Int. Series 1691
- Nodarou, E. (2008) Appendix: Petrographic analysis of selected pottery samples from Eleutherna. In A. Kotsonas *The Archaeology of Tomb A1K1 of Orthi Petra in Eleutherna, The Early Iron Age Pottery*, 345-362. University of Crete
- Nodarou, E., C. Frederick and A. Hein (2008) Another (mud)brick in the wall: scientific analysis of Bronze Age earthen construction materials from three sites in East Crete. *JAS* 35, 2997-3015
- Nodarou, E. and C. Rathossi (2008) Petrographic analysis of selected animal figurines from Syme Viannou. In P. Muhly *The Sanctuary of Hermes and*

- Aphrodite at Syme Viannou, IV. Animal Images of Clay*, 165-182. Library of the Archaeological Society at Athens No 256
- Orton, C., P. Tyers and A. Vince (1993) *Pottery in Archaeology*. Cambridge. Cambridge University Press
- Papageorgiou, I., M. J. Baxter and M. A. Cau (2001) Model-based cluster analysis of artefact compositional data. *Archaeometry* 43, 4, 571-88
- Petridis, P. (2003) Ateliers de potiers protobyzantins à Delphes. In C. Bakirtzis (ed.) *Ville Congrès international sur la céramique médiévale en Méditerranée* (Thessalonique 1999), 443-446. Athens
- Poulou-Papadimitriou N. and E. Nodarou (2007) La céramique protobyzantine de Pseira: la production locale et les importations - étude typologique et pétrographique. In M. Bonifay and J.-C. Tréglià (eds.) *LRCW2 Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and Amphorae in the Mediterranean: Archaeology and Archaeometry*, vol. II, 755-766. BAR Int. Series 1662 (II)
- Poursat, J.-C. et K. Knappett (2005) *La Poterie du Minoen Moyen II: Production et Utilisation*. Fouilles exécutées à Malia, Le Quartier Mu IV, Etudes Crétoises 33. Ecole Française d'Athènes
- Renfrew, C. (1972) *The Emergence of Civilisation: The Cyclades and the Aegean in the Third Millennium B.C.* Methuen and Co Ltd
- Rice, P. M. (1987) *Pottery Analysis: A Sourcebook*. Chicago, University of Chicago Press
- Riley, J. A. (1981) Petrological examination of coarse ware stirrup jars from Mycenae. *BSA* 76, 335-40
- Riley, J. A. (1982) The petrological analysis of Aegean ceramics. In I. Freestone, C. Johns and T. Potter (eds.) *Current Research in Ceramics: Thin-section studies*, 1-7. British Museum Occasional Paper No 32. London
- Riley, J. A. (1983) The contribution of ceramic petrology to our understanding of Minoan Society. In O. Krzyszkowska and L. Nixon (eds.) *Minoan Society: Proceedings of the Cambridge Colloquium 1981*, 283-92. Bristol, Bristol Classical Press
- Schwedt, A., V. Aravantinos, A. Harami, V. Kilikoglou, M. Kylafi, H. Mommsen, and N. Zacharias (2006) Neutron activation analysis of Hellenistic pottery from Boeotia, Greece. *JAS* 33, 1065-74
- Shriner, C. and M. J. Dorais (1999) A Comparative Electron Microprobe Study of Lerna III and IV Ceramics and Local Clay-Rich Sediments. *Archaeometry* 41, 25-49

- Shriner, C. and H. Murray (2001) Explaining Sudden Ceramic Change at Early Helladic Lerna: A Technological Paradigm. In I. C. Druc (ed.) *Archaeology and Clays*, 1–17. BAR Int. Series 942
- Σκληραβενίτης, Χ. (1996) Κεραμικά κέντρα και λαϊκοί αγγειοπλάστες της δυτικής Κρήτης. Στο Π. Θέμελης (επιμ.) *Κεραμικά Εργαστήρια στην Κρήτη από την Αρχαιότητα ως Σήμερα*. Πρακτικά ημερίδας, Μαργαρίτες 30 Σεπτεμβρίου 1995, 79-100. Ρέθυμνο
- Sodini, J.-P., (1993) La contribution de l'archéologie à la connaissance du monde byzantin (IVe-VIIIe siècles). *Dumbarton Oaks Papers* 47, 139-184.
- Vaughan, S. J. (2007) Material and Technological Analysis of the Early Bronze Age Pottery. In C. Renfrew (ed.) *Excavations at Phylakopi in Melos 1974-77*, 110-28. BSA Suppl. 42
- Vogeikoff-Brogan, N., E. Nodarou and M.-C. Boileau (2008) *New evidence for wine production in East Crete in the Hellenistic period: an integrated approach of stylistic study and thin section petrography*. In Y. Facorellis, N. Zacharias and K. Polikreti (eds.) *Proceedings of the 4<sup>th</sup> Symposium of the Hellenic Society for Archaeometry, Athens, 28-31 May 2003*, 327-334. BAR Int. Series 1746
- Voyatzoglou, M. (1984) Thrapsano, Village of Jar Makers. In P. P. Betancourt (ed.) *East Cretan White-on-Dark Ware: Studies of a Handmade Pottery of the Early to Middle Minoan Periods*, 130-42. Philadelphia, University Museum Monograph 51
- Walberg, G. (1983) *Provincial Middle Minoan pottery*. Mainz, von Zabern
- Walberg, G. (1987) Palatial and provincial workshops in the Middle Minoan period. In R. Högg and N. Marinatos (eds.) *The function of the Minoan Palace*, 281-5. Stockholm, Skrifter Utgivna Av Svenska Institutet I Athen
- Warren, P. (1972) *Myrtos, an Early Bronze Age settlement in Crete*. BSA Suppl. 7
- Weymouth, J. W. (1973) X-ray Diffraction Analysis of Prehistoric Pottery. *American Antiquity* 38.3, 339-44
- Whitbread, I. K. (1989) A proposal for the systematic description of thin sections towards the study of ancient ceramic technology. In Y. Maniatis (ed.) *Archaeometry: Proceedings of the 25th International Symposium*, 127-138. Amsterdam: Elsevier Science Publishers
- Whitbread, I. K. (1995) *Greek Transport Amphorae: A Petrological and Archaeological Study*. The British School at Athens, Fitch Laboratory Occasional Paper 4

- Whitbread, I. K., R. E. Jones and J. K. Papadopoulos (1997) The Early Iron Age kiln at Torone, Greece: geological diversity and the definition of control groups. In A. Sinclair, E. Slater and J. Gowlett (eds.) *Archaeological Sciences 1995*, 88-91. Oxford
- Whitelaw, T. M., P. M. Day, E. Kiriati, V. Kilikoglou and D. E. Wilson (1997) Ceramic traditions at EM IIB Myrtos Fournou Korifi. In R. Laffineur and P. P. Betancourt (eds.) *TEXNH: Craftsmen, Craftswomen and Craftsmanship in the Aegean Bronze Age, 265-75 Aegaeum 16*. Liège: Université de Liège
- Wilson, D. E. and P. M. Day (1994) Ceramic Regionalism in Prepalatial Central Crete: the Mesara Imports from EM IB to EM IIA Knossos. *BSA* 89, 1-87
- Yangaki, A. G. (2005) *La céramique des IVe – VIIIe siècles ap. J.-C. d'Eleutherna: sa place en Crète et dans le bassin égéen*. Athènes, Université de Crète

