

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΒΥΖΑΝΤΙΝΗ ΖΩΓΡΑΦΙΚΗ

Γ. Π. Μαστροθεόδωρος^{1,2*}, Κ. Γ. Μπέλτσιος³

¹Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος», Αθήνα, Ελλάδα

²Τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων και Έργων Τέχνης, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα, Ελλάδα

³ Τμήμα Μηχανικών Επιστήμης Υλικών, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα, Ελλάδα

(*g.mastrotheodoros@inn.demokritos.gr / mastroteoq@yahoo.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η βυζαντινή ζωγραφική εμφανίζει ορισμένα ιδιάζοντα τεχνικά, όπως και στυλιστικά, χαρακτηριστικά, τα οποία αποκρυσταλλώθηκαν σταδιακά κατά την αντίστοιχη χρονική περίοδο. Σε πολλές περιπτώσεις κάποια φορητά (: «εικόνες») και μνημειακά (: «τοιχογραφίες») ζωγραφικά έργα παρέμειναν (ή και παραμένουν) ενταγμένα στο αυτό λατρευτικό πλαίσιο επί εκατοντάδες ετών. Ως εκ τούτου δεν είναι σπάνια η επέμβαση στα έργα –σε χρόνους πολύ μεταγενέστερους από την κατασκευή τους- με σκοπό την «θεραπεία» αλλοιώσεων και φθορών. Είναι άλλωστε ενδεικτικό ότι σε σχετικά μεταμεσαιωνικά ελληνικά τεχνικά εγχειρίδια περιλαμβάνονται οδηγίες περί επιδιορθώσεως ζωγραφικών έργων. Ωστόσο οι επεμβάσεις αυτές είχαν ως αποτέλεσμα τη σημαντική αλλοίωση των αντικειμένων μέσω της επιθέσεως νέων υλικών ή/και της απομακρύνσεως αυθεντικών στρώσεων. Σήμερα με την εφαρμογή κατάλληλων φυσικοχημικών αναλυτικών τεχνικών, είναι δυνατό να διερευνηθεί πλήρως το υλικό και τεχνικό υπόβαθρο των έργων, και κατ' επέκτασιν να επιτευχθεί διάκριση μεταξύ αυθεντικών (: αρχικών) και μεταγενέστερων υλικών. Στη παρούσα εργασία παρουσιάζεται με πρωτότυπα παραδείγματα η φυσικοχημική διάκριση αυθεντικών-μεταγενέστερων υλικών σε φορητές εικόνες & τοιχογραφίες και ο εντοπισμός προγενέστερων επεμβάσεων συντηρήσεως.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Φορητά (: εικόνες) και επιτοίχια (: τοιχογραφίες) ζωγραφικά έργα αποτελούν ουσιαστικό στοιχείο των λατρευτικών πρακτικών της Ανατολικής Ορθοδόξου Χριστιανικής Εκκλησίας. Είναι μάλιστα γνωστό ότι η εν γένει λατρευτική χρήση απεικονίσεων εδραιώθηκε θεολογικώς κυρίως μέσω της Ζ' Οικουμενικής Συνόδου, η οποία πραγματοποιήθηκε κατά το έτος 787 μ.Χ. εν μέσω της μεγάλης εικονομαχικής κρίσεως^[1].

Στο πλαίσιο της Ελληνορθόδοξης θρησκευτικής ζωγραφικής (που συχνά αποκαλείται απλώς «βυζαντινή»), οι τεχνίτες εργάζονταν ακολουθώντας ως επί το πλείστον σαφώς προσδιορισμένες τεχνικές, οι οποίες μάλιστα περιγράφονται λεπτομερώς σε εγχειρίδια ζωγραφικής^[2,3]. Ωστόσο, καθώς τα σχετικά έργα ευρίσκοντο σε συνεχή χρήση, η σταδιακή φθορά τους ήταν αναπόφευκτη: εκδορές και απώλειες λόγω μηχανικών καταπονήσεων, καθώς και αλλοιώσεις των αυθεντικών υλικών λόγω εκθέσεως σε ακατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. έντονες διακυμάνσεις σχετικής υγρασίας) ήσαν συνήθεις. Επίσης, λόγω της ιδιαίτερως εκτεταμένης χρήσεως παραδοσιακών φωτιστικών και θερμαντικών πηγών, ήταν σύνηθες φαινόμενο και η σταδιακή αμαύρωση των έργων εξαιτίας της εναποθέσεως αιθάλης. Ασφαλώς στη σταδιακή αλλοίωση/αισθητική υποβάθμιση των έργων συνέβαλλαν και ενδογενείς παράγοντες, όπως λόγου χάρη η σταδιακή φωτοξείδωση και κατ' επέκτασιν χρωματική αλλοίωση φυσικών πολυμερών επικαλυπτικών υλικών/βερνικιών κ.ο.κ.^[4].

Τη θεραπεία αλλοιώσεων του προαναφερθέντος τύπου ανελάμβαναν συχνά οι ίδιοι οι τεχνίτες-

ζωγράφοι εικόνων, και για το λόγο αυτό σχετικές πρακτικές οδηγίες υφίστανται σε αρκετά μεταβυζαντινά εγχειρίδια ζωγραφικής^[5]. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο Διονύσιος εκ Φουρνά^[2] παραθέτει δυο σχετικές οδηγίες. Η πρώτη τιτλοφορείται 'πώς να πλύνης παλαιάς εικόνας' και συνοπτικά περιγράφει τα εξής: χλιαρό αλκαλικό διάλυμα ('κατασταλακτή') απλώνεται στην επιφάνεια της αμαυρωμένης εικόνας η οποία ακολούθως υποβάλλεται σε τριβή με πινέλο, και μετά την ολοκλήρωση της πλύσης τυχόν υπολείμματα αλκαλικού διαλύματος και διαλυτοποιημένων επικαθίσεων απομακρύνονται μέσω εκπλύσεως με νερό. Η δεύτερη οδηγία επιγράφεται 'Πώς να διορθώσης παλαιάν και σαθρωμένην εικόνα': αρχικώς τα αποσαθρωμένα τμήματα του ξύλινου φορέως απομακρύνονται και κατόπιν το ξύλο εμποτίζεται με υδατικό διάλυμα ζωικής κόλλας (διαδικασία που αντιστοιχεί με τις επεμβάσεις στερέωσης/consolidation που εφαρμόζονται σήμερα). Εν συνεχεία τυχόν απώλειες και οπές πληρώνονται με μίγμα κονιοποιημένου ξύλου-κόλλας και τελικώς το πίσω μέρος του ξύλινου φορέα επικαλύπτεται με υλικό προετοιμασίας ή ύφασμα. Μετά την ολοκλήρωση των επεμβάσεων στην πίσω πλευρά της εικόνας οι τεχνίτες καλούνται να αποκαταστήσουν και την πρόσθια, ζωγραφισμένη όψη: σε περιπτώσεις φθαρμένων προετοιμασιών το αποσαθρωμένο υλικό απομακρύνεται και το υποκείμενο ξύλο εμποτίζεται με κόλλα, ενώ τυχόν κενά επ' αυτού πληρώνονται με μίγμα κονιοποιημένου ξύλου - κόλλας. Στη συνέχεια οι περιοχές απωλειών καλύπτονται με νέο υλικό προετοιμασίας και, όπου απαιτείται, χρυσώνονται εκ νέου. Σημειωτέον δε ότι σε αμφότερες τις οδηγίες ως τελικό στάδιο «επιμέλειας» του έργου τυχόν απώλειες της ζωγραφικής αποκαθίστανται και η εικόνα βερνικώνεται ώστε να γίνει 'ώςαν καινούρια'.

Με βάση τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι οι τυπικές μεταβυζαντινές πρακτικές επιδιορθώσεως/ συντηρήσεως παλαιών ζωγραφικών έργων ήταν δυνατό να επιφέρουν σημαντική αλλοίωση στα έργα, τόσο λόγω της απομακρύνσεως αυθεντικών τμημάτων τους, όσο και λόγω της επιθέσεως νέων υλικών. Μάλιστα δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις στις οποίες στο πλαίσιο σχετικών επεμβάσεων τα αυθεντικά ζωγραφικά στρώματα καλύπτονταν μερικώς ή και πλήρως από μεταγενέστερα^[6]. Εντούτοις, διά της εφαρμογής κατάλληλων φυσικοχημικών αναλυτικών τεχνικών είναι σήμερα δυνατό να διερευνηθεί το υλικό και τεχνικό υπόβαθρο των ζωγραφικών έργων^[7], και κατ' επέκτασιν να επιτευχθεί διάκριση μεταξύ αυθεντικών και μεταγενέστερων υλικών. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι η προαναφερθείσα διάκριση αποτελεί –και ανέκαθεν αποτελούσε– υψίστης σημασίας ζήτημα στο πλαίσιο εκτελέσεως εργασιών συντηρήσεως^[8]. Στη συνέχεια παρουσιάζονται ορισμένα ενδεικτικά πρωτότυπα παραδείγματα φυσικοχημικής διακρίσεως αυθεντικών-μεταγενέστερων υλικών σε φορητές εικόνες & τοιχογραφίες.

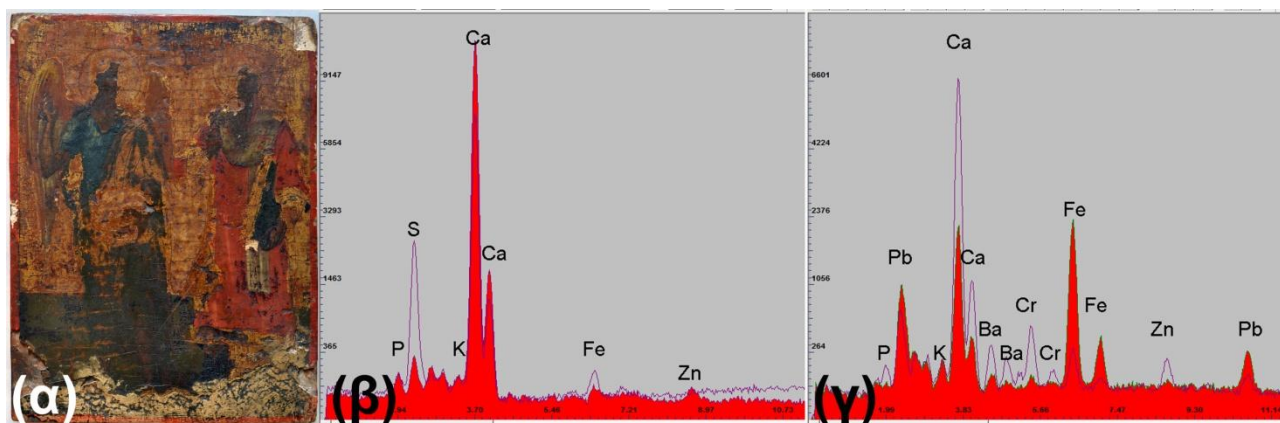
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για τη μη καταστροφική εξέταση αντικειμένων εφαρμόστηκε η τεχνική της φασματοσκοπίας φθορισμού ακτίνων Χ (XRF), μέσω χρήσεως διατάξεως XRF εξοπλισμένης με αντικάθοδο ροδίου (50 W, 50 kV), ανιχνευτή Si-PiN (XR-100CR) και πολυκαναλικό αναλυτή (MCA-8000A, Amptek Inc.). Μικροδείγματα ελαχίστων διαστάσεων (~1-2 mm²) ελήφθησαν από ορισμένα έργα κατόπιν σχετικής αδειοδοτήσεως από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Τα εν λόγω δείγματα εγκιβωτίστηκαν εντός πολυεστερικής ρητίνης και υπέστησαν επεξεργασία ώστε να προκύψουν στιλπνές τομές. Κατόπιν οι τομές εξετάστηκαν υπό οπτικό μικροσκόπιο (OM, της εταιρίας Leica, μοντέλο DMRXP) σε μεγεθύνσεις έως 200* και στη συνέχεια υπό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης το οποίο είναι συνδεδεμένο με μικροαναλυτή ακτίνων Χ (SEM-EDX, της εταιρίας FEI, μοντέλο Quanta Inspect).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΦΟΡΗΤΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ

Το μικρών διαστάσεων εικονίδιο που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1 (α) ανήκει σε ιδιωτική συλλογή και χρονολογείται στο τέλος του 18^{ου} αιώνας. Μακροσκοπική παρατήρηση της επιφάνειάς του αποκαλύπτει ότι σε εκτεταμένες περιοχές τα χρωματικά στρώματα έχουν απολεσθεί· σε πολλά

σημεία μάλιστα, τα κατάλοιπα χρώματος υποδεικνύουν σαφώς ότι το έργο έχει υποστεί έντονη τριβή, και το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι υπέστη επέμβαση καθαρισμού αντίστοιχη με τις περιγραφόμενες από τον Διονύσιο εκ Φουρνά^[2,5]. Περαιτέρω εξέταση μέσω XRF κατέδειξε ότι στο κάτω μέρος του έργου υφίσταται εκτεταμένη επέμβαση συμπλήρωσης του υλικού προετοιμασίας (“gesso”), στην οποία ωστόσο χρησιμοποιήθηκε υλικό διάφορης –από το αυθεντικό- συστάσεως (Σχήμα 1 (β)). Περαιτέρω XRF αναλύσεις κατέδειξαν ότι και η πράσινης αποχρώσεως χρωστική που χρησιμοποιήθηκε για να καλύψει το μεταγενέστερο υλικό συμπλήρωσης είναι συστάσεως διάφορης αυτής της χρωστικής που χρησιμοποιήθηκε στην αυθεντική ζωγραφική (Σχήμα 1 (γ)). Αμφότερα τα στοιχεία αυτά καταδεικνύουν ότι το εν λόγω εικονίδιο υπέστη επεμβάσεις με στόχο την αισθητική & λειτουργική αποκατάστασή του, οι οποίες εντούτοις πραγματοποιήθηκαν χωρίς να λαμβάνονται υπ’ όψιν τα αρχικά/αυθεντικά υλικά του έργου.

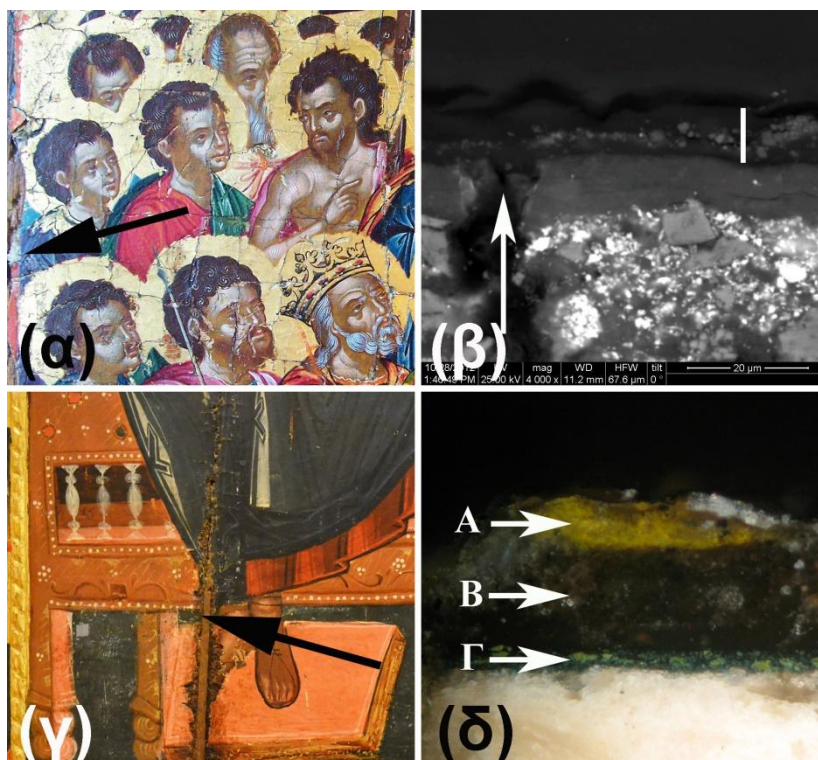


Σχήμα 1. (α) Μεταβυζαντινή εικόνα 18^{ου} αιώνας. (β) Φάσματα XRF από το αρχικό (αποδίδεται με ιώδη γραμμή) και το επιπρόσθετο/μεταγενέστερο (ερυθρή σκίαση) στρώμα προετοιμασίας. (γ) Φάσματα από περιοχές επικαλυμμένες με αυθεντική (αρχική) πράσινη χρωστική (ερυθρή σκίαση) και από την μεταγενέστερη συμπλήρωση (ιώδης γραμμή).

Σε ορισμένες μεταβυζαντινές φορητές εικόνες από την Ήπειρο εντοπίστηκαν –μέσω εξέτασης μικροδειγμάτων- στρώματα μεταγενέστερων επιζωγραφίσεων, τα οποία μάλιστα καλύπτουν αυθεντικά τμήματα ζωγραφικής. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί εικόνα των αρχών του 18^{ου} αιώνας από την Πρέβεζα, η οποία εκτίθεται σήμερα στο Βυζαντινό Μουσείο Ιωαννίνων (BMI, αριθμός καταγραφής: ΑΓΙΑ 1). Κατά την εξέταση δείγματος που προέρχεται από ιώδες ιμάτιο (Σχήμα 2 (α)) διεπιστώθη ότι το αυθεντικό χρωματικό στρώμα και οι διατρέχουσες αυτό ρωγμές («κρακλέ»/αποτέλεσμα γηράνσεως) καλύπτονται από λεπτό στρώμα περιέχον κόκκους κοβαλτιούχου κυανής χρωστικής (Σχήμα 2 (β)). Τα σχετικά στοιχειακά (EDX) δεδομένα επιτρέπουν ταύτιση της εν λόγω χρωστικής με αργλικό κοβάλτιο, το οποίο αποτελεί συνθετικό προϊόν που άρχισε να διαδίδεται στους κύκλους των ζωγράφων μετά τις αρχές του 19^{ου} αιώνας^[9].

Παρομοίως, κατά την εξέταση δείγματος από εικόνα των τελών του 16^{ου} αιώνας (ΛΑΒΔ 4, συλλογή BMI, Σχήμα 2(γ)) διεπιστώθη ότι το αυθεντικό πράσινο χρωματικό στρώμα υπερκαλύπτεται από εντόνου κίτρινου χρώματος επιζωγράφιση (Σχήμα 2(δ)). Στο κίτρινο αυτό στρώμα εντοπίστηκε μέσω αναλύσεως EDX ισχυρή παρουσία χρωμίου και μολύβδου (Cr-Pb) γεγονός που επιτρέπει ταύτιση της κίτρινης χρωστικής με χρωμικό μολύβδο. Εντούτοις, η εν λόγω χρωστική συντετέθη για πρώτη φορά περί το 1800, και διεδόθη ως υλικό ζωγραφικής μετά το β' τέταρτο του 19^{ου} αιώνας^[10]. Σημειωτέον ότι μεταξύ των δυο στρωμάτων (πράσινου/αυθεντικού και κίτρινου/επιθέτου) παρεμβάλλεται ημιδιαφανής οργανική στρώση η οποία πιθανότατα αντιστοιχεί σε επικαλυπτικό υλικό/βερνίκι. Συνάγεται ότι η επιζωγράφιση έλαβε χώρα άνευ απομακρύνσεως του επιφανειακού βερνικιού.

Τέλος σημειώνεται ότι σε αμφότερες τις προαναφερθείσες περιπτώσεις (εντοπισμός αργλικού κοβαλτίου & χρωμικού μολύβδου) το γεγονός ότι η χρονολογία πρώτης συνθετικής παρασκευής των εν λόγω χρωστικών είναι γνωστή, επιτρέπει τον ορισμό ενός *terminus post quem* για τις χρονολογήσεις των συγκεκριμένων επεμβάσεων επιζωγραφίσεως.

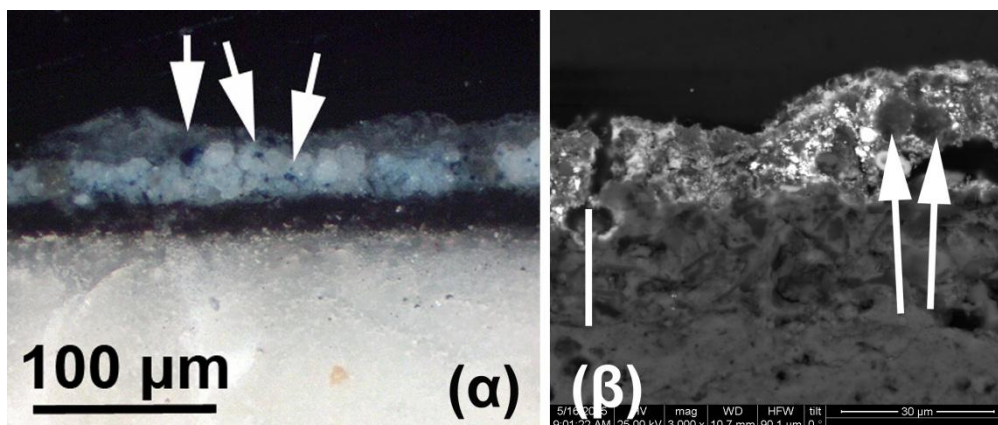


Σχήμα 2. (α) Εικόνα ΑΓΙΑ 1, συλλογή BMI. Με βέλος σημειώνεται το σημείο λήψεως του δείγματος που απεικονίζεται στο Σχήμα 2(β). (β) Τομή δείγματος εικόνας ΑΓΙΑ 1 υπό το SEM, μεγέθυνση 4000*. Στρώμα περιέχον κόκκους κυανού του κοβαλτίου (κάθετη λευκή γραμμή) καλύπτει ρωγμές της υποκειμένης αυθεντικής ζωγραφικής (βέλος). (γ) Εικόνα ΛΑΒΔ 4, συλλογή BMI. Με βέλος σημειώνεται το σημείο λήψεως του δείγματος που απεικονίζεται στο Σχήμα 2(δ). (δ) Τομή δείγματος εικόνας ΛΑΒΔ 4 υπό το ΟΜ, μεγέθυνση 200*. Α: στρώμα κίτρινης επιζωγραφίσεως, Β: ενδιάμεσο στρώμα βερνικιού, Γ: αρχικό/αυθεντικό χρωματικό στρώμα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΣ ΤΟΙΧΟΓΡΑΦΙΩΝ

Μεταγενέστερες επεμβάσεις επιζωγραφίσεως έχουν εντοπισθεί και σε επιτοίχια ζωγραφικά έργα/ τοιχογραφίες. Ενδεικτικά αναφέρεται ο συστηματικός εντοπισμός κυανών επιζωγραφίσεων επί των αυθεντικών μελανών (λόγω επιστρώσεως μαύρων ανθρακούχων χρωστικών/κάρβουνου) υποστρωμάτων που καλύπτουν τους κάμπους (: «φόντο») πολλών μεταβυζαντινών μνημείων. Σημειώνεται ότι πρόσφατες αρχαιολογικές μελέτες καταδεικνύουν ότι ως επί το πλείστον τα εν λόγω μελανά υποστρώματα εκάλυπτοντο εξ αρχής με κυανές επιστρώσεις^[11]. Εντούτοις εξαιτίας ποικίλων φθοροποιών παραγόντων, συνήθως τα αυθεντικά επιφανειακά κυανά επιστρώματα απεμακρύνοντο σταδιακά^[11,12]. Έτσι συνάγεται ότι οι μεταγενέστερες επεμβάσεις χρωματικής αποκαταστάσεως αποσκοπούσαν στην επαναφορά του αρχικού κυανού χρώματος των κάμπων. Ενδεικτικό σχετικό παράδειγμα αποτελεί ο κάμπος της λιτής (νάρθηκα) του καθολικού της ΙΜ Φιλανθρωπηνών που εντοπίζεται στη νήσο της λίμνης των Ιωαννίνων. Κατά την εξέταση σχετικού μικροδείγματος διεπιστώθη ότι το αυθεντικό μελανό υπόστρωμα καλύπτεται από επίστρωση αποτελούμενη από μίγμα των χρωστικών κονιών λευκό του μολύβδου και ινδικό (Σχήμα 3). Ωστόσο δεν είναι γνωστή χρήση λευκού του μολύβδου στο πλαίσιο της μεταβυζαντινής επιτοίχιας ζωγραφικής^[2] οπότε το εν λόγω στρώμα πιθανώς συνιστά κατάλοιπο μεταγενέστερης

προσπάθειας αποκατάστασης της κυανής αποχρώσεως.



Σχήμα 3. (α) Κόκκοι ινδικού (σημειώνονται με βέλη) αναμεμιγμένοι με λευκό του μολύβδου (λευκοί κόκκοι). Δείγμα από τη λιτή του καθολικού της ΙΜ Φιλανθρωπηνών, ΟΜ, 200x. (β) Κόκκοι ινδικού (βέλη) επί μελανού υποστρώματος (κατακόρυφη λευκή γραμμή). Εντός του υποστρώματος διακρίνονται κόκκοι φυτικού άνθρακος (/κάρβουνου). Το αυτό δείγμα, SEM, 3000x.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσω φυσικοχημικής εξετάσεως ζωγραφικών έργων είναι δυνατός ο εντοπισμός μεταγενέστερων επεμβάσεων. Ωστόσο, συχνώς στο πλαίσιο εργασιών συντηρήσεως τα σχετικά υλικά απομακρύνονται από τα έργα ως «μη αυθεντικά», χωρίς μάλιστα να προηγηθεί εξέταση και διατήρηση δειγμάτων τους, με συχνό αποτέλεσμα την απώλεια σημαντικών ιστορικών τεκμηρίων. Στην ελαχιστοποίηση του προαναφερθέντος κινδύνου μπορεί να συμβάλει καθοριστικώς ο ενδεδειγμένος αναλυτικός χαρακτηρισμός των όποιων επίθετων/ μεταγενέστερων υλικών, ο οποίος θα πρέπει ασφαλώς να προηγείται τυχόν αποφάσεων σχετικά με τη διατήρηση ή την απομάκρυνσή τους από τα έργα τέχνης.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Τα αναλυτικά δεδομένα που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία συνελέχθησαν χρησιμοποιώντας εξοπλισμό του Ινστιτούτου Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», στον οποίο παρείχαν πρόσβαση ο Δρ. Ι. Μπασιάκος και η Δρ. Ε. Φιλιππάκη, τους οποίους και ευχαριστούμε θερμώς. Ευχαριστίες επίσης εκφράζονται προς την Δρα Β. Παπαδοπούλου (προϊσταμένη Εφορείας Αρχαιοτήτων (ΕΦΑ) Άρτας) και τον Δρα Κ. Σουρέφ (προϊστάμενο ΕΦΑ Ιωαννίνων) καθώς και προς το προσωπικό της ΕΦΑ Ιωαννίνων. Τέλος θερμές ευχαριστίες εκφράζονται προς το Ίδρυμα Ωνάση και το ΙΚΥ για την χρηματοδότηση, αντιστοίχως, της διδακτορικής και μεταδιδακτορικής έρευνας του ΓΠΜ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Λ. Ουσπένσκυ. Η Θεολογία της εικόνας στην ορθόδοξη εκκλησία. Μετάφραση Σ. Μαρίνης (1998) Αρμός, Αθήνα.
- [2] Διονύσιος εκ Φουρνά. Ερμηνεία της ζωγραφικής τέχνης. Εκδοθείσα υπό Α. Παπαδοπούλου-Κεραμέως, Πετρούπολις 1909, επανέκδοση Κ. Σπανός (1997) Αθήνα.
- [3] Φ. Κόντογλου. Έκφρασις της Ορθοδόξου εικονογραφίας (1993) Αστέρης, Αθήνα.
- [4] E.R. de la Rie. Stud. Conserv. 32(2) (1988) 53-70.
- [5] G.P. Mastrotheodoros, K.G. Beltsios. Stud. Conserv. 64(1) (2019) 42-53.
- [6] Sr. Daniilia, D. Bikiaris, L. Burgio, P. Gavala, R.J.H. Clark, Y. Chrysoulakis, J. Raman Spectrosc. 33 (2002) 807-814.
- [7] B.H. Stuart. Analytical Techniques in Materials Conservation (2007) John Willey & Sons.
- [8] A. Conti. A History of the restoration and conservation of works of art (2007) Elsevier.

- [9] N. Eastaugh, V. Walsh, T. Chaplin, R. Siddall. Pigment Compendium (2008) Butterworth-Heinemann.
- [10]H. Kühn, M. Curran. Chrome Yellow and Other Chromate Pigments. Στο: Artist's Pigments: A handbook of their history and characteristics (1986) Cambridge University Press.
- [11]G.P. Mastrotheodoros, E. Filippaki, Y. Bassiakos, K.G. Beltsios, V. Papadopoulou. Archaeol. Anthropol. Sci. (2018) doi: 10.1007/s12520-018-0732-5.
- [12]Sr. Daniilia, E. Minopoulou, K.S. Andrikopoulos, A. Tsakalof, K. Bairachtari. J. Archaeol. Sci. 35 (2008) 2474-2485.