

ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΠΙΓΜΕΝΤΩΝ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΖΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΤΟΥ ΘΕΟΦΙΛΟΥ ΧΑΤΖΗΜΙΧΑΗΛ (1870-1934)

Α.-Χ. Σαϊντ^{1*}, Β. Δρίτσα¹, Ε. Χειλάκου¹, Χ. Μαργαρίτη², Ε. Σάβου², Μ. Κουή¹

¹Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα, Ελλάδα

² Διεύθυνση Συντήρησης Αρχαίων και Νεοτέρων Μνημείων, ΥΠ.ΠΟ.Α., Αθήνα, Ελλάδα

(*amani@central.ntua.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία ενδεικτική περίπτωση της μεθοδολογίας διερεύνησης του έργου του ζωγράφου Θεόφιλου Χατζημιχαήλ από το σύνολο των εξετασθέντων έργων του, για τον μη καταστρεπτικό προσδιορισμό των πιγμέντων και τη διερεύνηση της τεχνικής κατασκευής και τη συσχέτιση αυτών σε μία τοιχογραφία και ένα πίνακα σε καμβά της ίδιας περιόδου και με το ίδιο θέμα («Ο Ερωτόκριτος και η Αρετούσα»). Από τη συνδυαστική εφαρμογή των μη καταστρεπτικών τεχνικών XRF, Vis-NearIR FORS και FTIR, προέκυψε ότι για την απόδοση των χρωματικών εντυπώσεων, ο ζωγράφος χρησιμοποίησε τα εξής πιγμέντα: ultramarine, πράσινη γη πλούσια σε σελαδονίτη και γλαυκονίτη, μίνιο, χρωστικές γαιώδους προέλευσης πλούσιες σε αιματίτη ή/και γκαϊτίτη (carput mortuum, ώχρες), λιθοπόνιο ή/και λευκό του ψευδαργύρου, λευκό του μολύβδου και λευκή γη. Ανάλογα με την περίπτωση, έκανε ανάμειξη των πιγμέντων προκειμένου να αποδοθούν οι επιθυμητές αποχρώσεις και τόνοι. Από το σύνολο των χρωστικών, οι λευκές χρησιμοποιήθηκαν και για την κατασκευή του στρώματος προετοιμασίας του καμβά, ενώ, για την εκτέλεση της τοιχογραφίας, ο ζωγράφος χρησιμοποίησε αρχικά την τεχνική της νωπογραφίας (fresco) και στη συνέχεια την τεχνική της τοιχογράφησης επί ξηρού (secco). Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την καταλληλότητα και αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για την ταυτοποίηση των πιγμέντων και τον προσδιορισμό της τεχνικής κατασκευής σε ζωγραφικά έργα τέχνης, συμβάλλοντας αποφασιστικά στη συντήρηση και αποκατάστασή τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μελέτη των πιγμέντων και της τεχνικής κατασκευής του έργου του συγκεκριμένου ζωγράφου επιχειρείται για πρώτη φορά.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο χαρακτηρισμός των υλικών των ζωγραφικών έργων αποτελεί ερευνητικό πεδίο θεμελιώδους σημασίας στην Ιστορία της Τέχνης αλλά και για σκοπούς συντήρησης και αποκατάστασης αυτών. Η ταυτοποίηση των χρωστικών και των συνδετικών τους μέσω καθώς και η διερεύνηση της τεχνικής κατασκευής των ιστορικών έργων συμβάλλουν αποφασιστικά για τη χρήση συμβατών υλικών και τεχνικών στις επεμβάσεις συντήρησης και προστασίας τους ^[1-3].

Ως γνωστόν, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων μελέτης πολιτισμικών αντικειμένων, η δειγματοληψία περιορίζεται στη μικροκλίμακα ή ακόμα καθίσταται απαγορευτική. Για αυτό το λόγο, είναι επιβεβλημένη η χρήση μη επεμβατικών τεχνικών με φορητό εξοπλισμό, καθώς η έρευνα διεξάγεται επιτόπου, χωρίς τη μεταφορά των αντικειμένων στο εργαστήριο και κυρίως χωρίς τη λήψη δειγμάτων ^[3-6].

Ο Θεόφιλος Χατζημιχαήλ (ή Θεόφιλος Κεφαλάς), 1870; – 1934, γνωστός και ως «Θεόφιλος» ήταν ένας από τους μεγαλύτερους λαϊκούς ζωγράφους της νεοελληνικής τέχνης με κύρια θεματολογία των ζωγραφικών του έργων την απόδοση της λαϊκής παράδοσης και ιστορίας της Ελλάδας. Τα ζωγραφικά του έργα, μέχρι τη δεκαετία του 1920, είναι κυρίως τοιχογραφίες σε σπίτια και καταστήματα, ενώ μετά τη συνεργασία του με τον κριτικό τέχνης Στρατή Ελευθεριάδη-Τέγιάδη, τα έργα του είναι κυρίως ζωγραφικοί πίνακες σε καμβά με υλικά που ο τελευταίος του παρείχε. Μεταξύ 1932 και 1934, ο ζωγράφος φιλοτέχνησε 123 ζωγραφικούς πίνακες ^[7-11].

Η Εργαστηριακή Μονάδα μη Καταστρεπτικών Ελέγχων της Σχολής Χημικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. με τη Διεύθυνση Συντήρησης Αρχαίων και Νεοτέρων Μνημείων του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού, συνεργάζονται από το 2012 για την αποκατάσταση του ζωγραφικού έργου του μεγάλου Έλληνα λαϊκού ζωγράφου.

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η συγκριτική διερεύνηση δύο χαρακτηριστικών έργων του ζωγράφου, από το σύνολο των 40 έργων που έχουν μελετηθεί από την ομάδα του ΕΜΠ ως σήμερα, μίας τοιχογραφίας και ενός πίνακα σε καμβά της ίδιας περιόδου και με το ίδιο θέμα («Ο Ερωτόκριτος και η Αρετούσα»). Συγκεκριμένα, η εξεταζόμενη τοιχογραφία είναι από τον τοιχογραφημένο διάκοσμο ενός δωματίου της οικίας Μ. Ζόλκου, που φιλοτέχνησε ο ζωγράφος το 1928 και φιλοξενείται στο Μουσείο Ελληνικής Λαϊκής Τέχνης (αίθουσα «Θεόφιλος»), ενώ ο εξεταζόμενος πίνακας φιλοτεχνήθηκε από τον ζωγράφο το 1933 και αποτελεί μέρος της συλλογής 86 ζωγραφικών πινάκων του Θεόφιλου Χατζημιχαήλ που ανήκει στο Μουσείο Θεόφιλου στη Βαρειά Λέσβου.

Για τη διερεύνηση αυτή, εφαρμόστηκαν οι μη καταστρεπτικές μέθοδοι της Φασματοσκοπίας Φθορισμού Ακτίνων Χ (X-Ray Fluorescence, XRF) και της Φασματοσκοπίας Διάχυτης Ανάκλασης με οπτική ίνα (Fiber Optics diffuse Reflectance Spectroscopy, FORS) στην ορατή και κοντινή υπέρυθρη περιοχή (Vis-NearIR), για τη διεξαγωγή *in-situ* μετρήσεων στις χρωματικές εντυπώσεις των ζωγραφικών έργων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, για την πλήρη τεκμηρίωση των πιγμένων και των συνδεδεμένων τους υλικών, ελήφθησαν μικροποσότητες δειγμάτων από την επιφάνεια των έργων και αναλύθηκαν με τη χρήση της Φασματοσκοπίας Υπερύθρου με Μετασχηματισμό Fourier (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR) στο εργαστήριο.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Στο Σχήμα 1 απεικονίζονται τα εξεταζόμενα έργα του Θεόφιλου Χατζημιχαήλ, ο πίνακας σε καμβά (αριστερά) και η τοιχογραφία (δεξιά).

Φασματοσκοπία Φθορισμού Ακτίνων Χ (XRF)

Για τη στοιχειακή ανάλυση των πιγμένων, διεξήχθησαν *in-situ* μετρήσεις με τη χρήση της φορητής συσκευής XRF τύπου Tracer III-V της Bruker-AXS. Η συσκευή είναι εξοπλισμένη με λυχνία ροδίου (Rh) για την παραγωγή ακτίνων Χ, θερμοηλεκτρικά ψυχόμενο (σύστημα Peltier) ανιχνευτή στερεάς κατάστασης πυριτίου τύπου PIN, σε τάση λειτουργίας 40 kV με τροφοδοσία από εξωτερική πηγή 15 μ A, ενώ η λήψη κάθε φάσματος γινόταν για 200 s χρησιμοποιώντας κατάλληλο φίλτρο (σύνθεσης 1 mil Ti /12 mil Al). Η στοιχειακή και ημιοσοτική ανάλυση των φασμάτων πραγματοποιήθηκε μέσω των λογισμικών S1XRF και ARTAX της Bruker-AXS. Σε κάθε εξεταζόμενο σημείο έγιναν δέκα μετρήσεις, για την επαναληψιμότητα της μεθόδου ^[12].

Φασματοσκοπία διάχυτης Ανάκλασης με Οπτική Ίνα (FORS)

Για τη λήψη φασμάτων διάχυτης ανάκλασης στην ορατή και κοντινή υπέρυθρη περιοχή (Vis-Near IR), διεξήχθησαν *in-situ* μετρήσεις στις διάφορες χρωματικές εντυπώσεις, με τη χρήση του φορητού φασματοφωτόμετρου USB4000-VIS-NIR με οπτική ίνα της Ocean Optics, με διακριτική ικανότητα 1.5 nm, ενισχυμένο με λειτουργικό λογισμικό Spectrasuite Spectroscopy, το οποίο λειτουργεί στην περιοχή των 350-1000 nm. Η πειραματική διάταξη που χρησιμοποιήθηκε, αποτελείται από μία πηγή λευκού φωτός (λάμπα βολφραμίου-αλογόνου, HL-2000-FHSA), που διέρχεται μέσω δέσμης 7 οπτικών ινών διαμέτρου 400 μ m (QR400-7-VIS/NIR) και τύπου διχάλας, το κύριο μέρος της διάταξης που είναι το φασματοφωτόμετρο USB4000 (Vis-NearIR) και ένα φορητό υπολογιστή με τον οποίο συνδέεται μέσω θύρας USB. Η φασματική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το λογισμικό Spectrasuite (Ocean Optics) προσαρμοσμένο στο Origin ^[12].

Φασματοσκοπία Υπερύθρου (FTIR)

Για τη λήψη των φασμάτων FTIR από τα μικροδείγματα, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος παρασκευής διάφανων δισκίων (pellets) με την βοήθεια πρέσας. Τα φάσματα ελήφθησαν χρησιμοποιώντας το φασματοφωτόμετρο υπέρυθρου με μετασχηματισμό Fourier Biorad FTS

3000MX Excalibur Series με διακριτική ικανότητα (resolution) 4 cm^{-1} και κάθε φάσμα προέκυψε μετά από τον υπολογισμό Fourier 32 φασμάτων (scans). Το όργανο λειτουργεί με το λογισμικό Biorad Win-IR Pro 3.0, ενώ για την επεξεργασία των φασμάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό OMNIC. Η περιοχή στην οποία ελήφθησαν τα φάσματα ήταν μεταξύ 4000 και 400 cm^{-1} [12].



Σχήμα 1. Θέμα των έργων: «Ερωτόκριτος και Αρετούσα», Αριστερά: Πίνακας σε καμβά, 1933, Δεξιά: Τοιχογραφία, 1928 (με βέλος υποδεικνύεται το σημείο δειγματοληψίας)

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

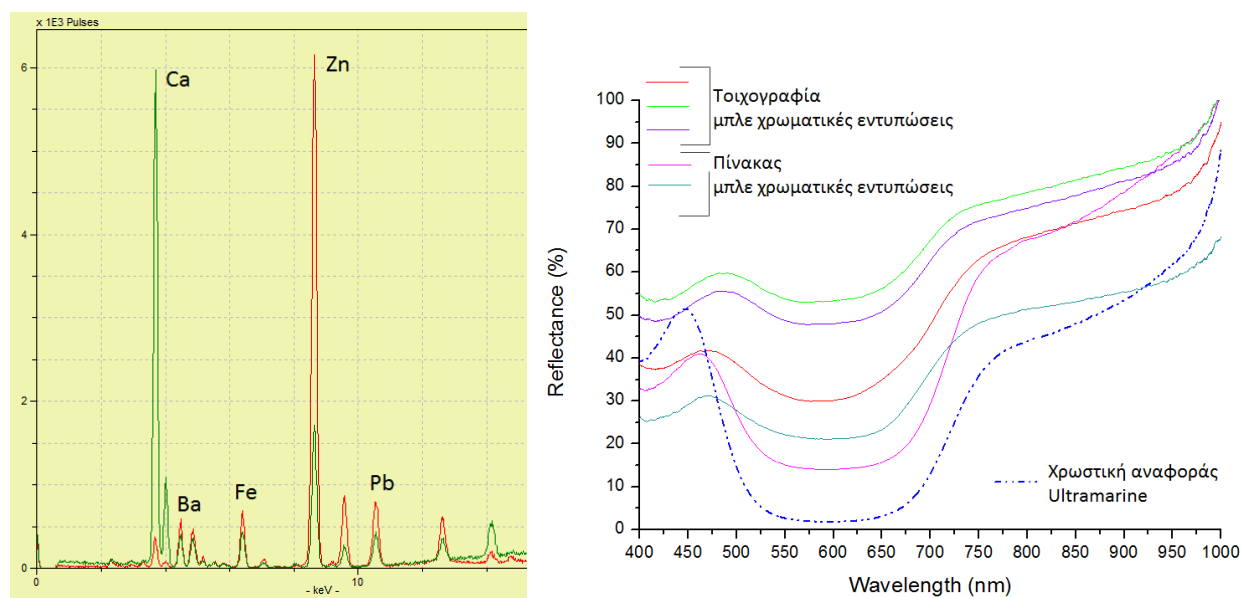
Σε όλα τα φάσματα XRF του ζωγραφικού πίνακα, παρουσιάζεται υψηλή περιεκτικότητα σε Zn καθώς και μικρότερες περιεκτικότητες σε Ba, Ca και Pb, ανεξαρτήτως χρωματικής εντύπωσης, γεγονός που οδηγεί στην υπόθεση ότι χρησιμοποιήθηκαν οι λευκές χρωστικές: λιθοπόνιο (μίγμα ZnS και BaSO_4) ή/και λευκό του ψευδαργύρου (ZnO), λευκό του μολύβδου ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$) και λευκή γη (ασβεστίτης- CaCO_3 , γύψος- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), για την αραιώση των χρωμάτων και ως υλικό προετοιμασίας του καμβά [13-17]. Αντίστοιχα, στο σύνολο των φασμάτων XRF της τοιχογραφίας, παρουσιάζεται υψηλή περιεκτικότητα σε Ca, ως κύριο συστατικό, ανεξαρτήτως χρωματικής εντύπωσης, υποδηλώνοντας την παρουσία ενώσεων ασβεστίου, ενδεχομένως ασβεστίτη [CaCO_3] που οδηγούν στην υπόθεση ότι για τη δημιουργία της τοιχογραφίας χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της νωπογραφίας (fresco).

ΜΠΛΕ ΧΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΤΥΠΩΣΕΙΣ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ XRF ΚΑΙ FORS

Από την στοιχειακή χημική ανάλυση XRF στις μπλε χρωματικές εντυπώσεις του πίνακα, δεν προσδιορίστηκε Cu, υποδεικνύοντας τη χρήση ultramarine ($(\text{Na,Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4, \text{S, Cl})_2$). Αυτό επιβεβαιώνεται και από την συγκριτική φασματική ανάλυση FORS μεταξύ των *in-situ* μετρήσεων στις μπλε και γαλάζιες χρωματικές εντυπώσεις του πίνακα και του φάσματος αναφοράς της χρωστικής ultramarine. Όσον αφορά στις μπλε χρωματικές εντυπώσεις της τοιχογραφίας, τα αποτελέσματα XRF και FORS υποδεικνύουν τη χρήση ultramarine και σε αυτό το αντικείμενο (Σχήμα 2) [3, 14-16].

ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΧΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΤΥΠΩΣΕΙΣ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ XRF ΚΑΙ FORS

Για την απόδοση των πράσινων χρωματικών εντυπώσεων της τοιχογραφίας, χρησιμοποιήθηκε η κίτρινη ώχρα σε ανάμιξη με μπλε χρώμα ultramarine, όπως προέκυψε από την ανάλυση των φασμάτων XRF και FORS. Συγκεκριμένα, τα φάσματα XRF παρουσιάζουν υψηλή περιεκτικότητα σε Ba, Ca, Zn, Fe, Pb, που υποδεικνύει τη χρήση λιθοπονίου, κίτρινης ώχρας με βασικό συστατικό τον γκαιτίτη [FeO(OH)] και ultramarine. Από την ανάλυση FORS, προκύπτει ότι τα φάσματα των *in-situ* μετρήσεων παρουσιάζουν μορφολογικά χαρακτηριστικά τα οποία φαίνεται να έχουν προκύψει από τον συνδυασμό των φασματικών χαρακτηριστικών της κίτρινης ώχρας (γκαιτίτης) και του ultramarine ^[14-16, 18]. Στον πίνακα, χρησιμοποιήθηκε πράσινη γη πλούσια σε σελαδονίτη $K[(Al, Fe^{3+}), (Fe^{2+}, Mg)](AlSi_3, Si_4)O_{10}(OH)_2$ και γλαυκονίτη $(K, Na)(Fe^{3+}, Al, Mg)_2(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2$ για την απόδοση των πράσινων χρωματικών εντυπώσεων ^[3, 15].



Σχήμα 2. Αριστερά: Φάσματα XRF από σημεία μπλε χρωματικής εντύπωσης (πράσινη γραμμή: από την τοιχογραφία, κόκκινη γραμμή: από τον πίνακα), Δεξιά: Φάσματα Διάχυτης Ανάκλασης των μπλε χρωματικών εντυπώσεων (της τοιχογραφίας και του πίνακα)

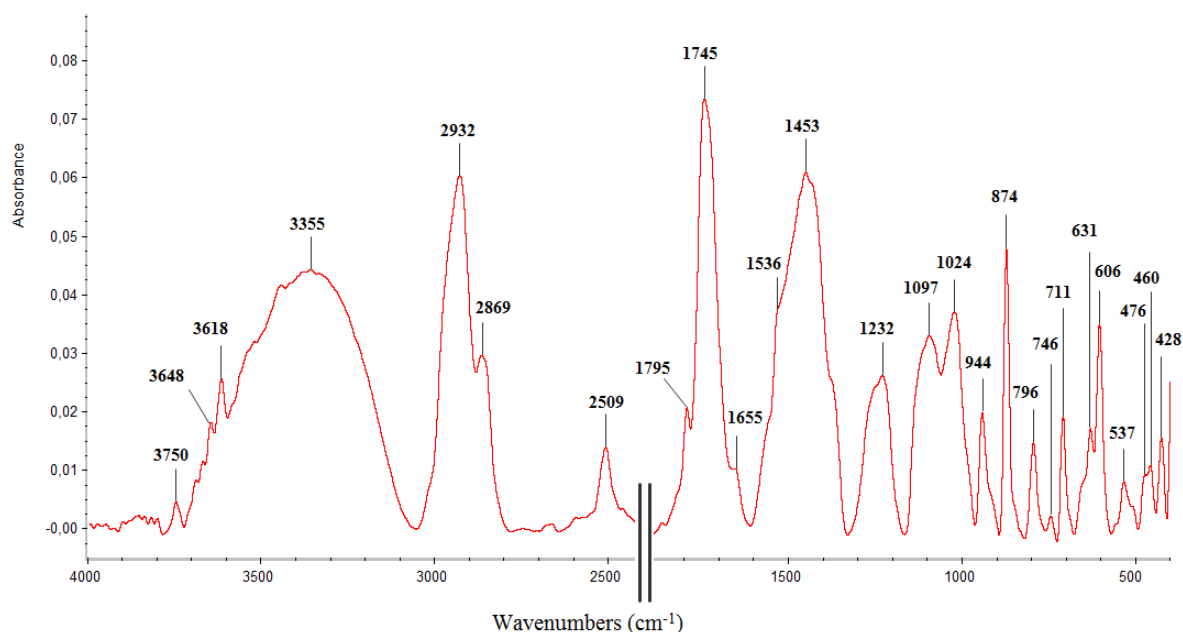
ΚΙΤΡΙΝΕΣ- ΚΑΦΕ ΧΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΤΥΠΩΣΕΙΣ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ XRF ΚΑΙ FORS

Για την απόδοση των κίτρινων και καφέ χρωματικών εντυπώσεων και στα δύο έργα, ο ζωγράφος χρησιμοποίησε γαιώδεις χρωστικές πλούσιες σε αιματίτη ή/και γκαιτίτη, όπως το *carpi mortuum* ή κάποια ώχρα ή συνδυασμό αυτών, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε Fe που προσδιορίζεται σε όλα τα φάσματα XRF. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τη συγκριτική φασματική ανάλυση FORS ^[3, 15]. Οι μπλε χρωματικές εντυπώσεις φαίνεται να προέρχονται από ανάμιξη της κίτρινης ώχρας με τις λευκές χρωστικές ^[3, 14-17].

ΚΟΚΚΙΝΕΣ – ΜΠΟΡΝΤΩ ΧΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΤΥΠΩΣΕΙΣ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ XRF, FORS ΚΑΙ FTIR

Όσον αφορά στις κόκκινες χρωματικές εντυπώσεις, για την επίτευξη των σκούρων κόκκινων και μπορντώ αποχρώσεων, χρησιμοποιήθηκαν γαιώδεις χρωστικές με βασικό συστατικό τον αιματίτη, όπως προκύπτει από την υψηλή περιεκτικότητα Fe σε όλα τα φάσματα XRF και επιβεβαιώνεται από τη συγκριτική φασματική μελέτη FORS ^[3, 15]. Αντίθετα, οι φωτεινές κόκκινες καθώς και οι ροζ και σομόν αποχρώσεις προέρχονται από τη χρήση μίνιου αραιωμένου με τις λευκές χρωστικές ^[15]. Στην τοιχογραφία, οι κόκκινες και ροζ χρωματικές εντυπώσεις, έχουν προκύψει από την ανάμιξη κόκκινης ώχρας και μίνιου σε διαφορετικές αναλογίες, κατά περίπτωση, για την απόδοση των διαφόρων αποχρώσεων, με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μίνιο να απαντά στις πιο φωτεινές/ ροζ αποχρώσεις ^[14-17].

Το FTIR φάσμα που ελήφθη από την τοιχογραφία, από περιοχή κόκκινης χρωματικής εντύπωσης, παρουσιάζεται στο Σχήμα 3. Στην περιοχή του φάσματος μεταξύ 4000-2500 cm^{-1} , οι ταινίες στα 3750, 3648, 3618 και 3355 cm^{-1} αποδίδονται στις δονήσεις τάσης των εσωτερικών και επιφανειακών υδροξυλομάδων (νOH). Στην περιοχή από 3000 cm^{-1} έως 2850 cm^{-1} αναμένονται οι ταινίες των αντισυμμετρικών και συμμετρικών δονήσεων τάσης των μεθυλ και μεθυλενομάδων νCH_3 και νCH_2 των λιπαρών οξέων. Οι ταινίες αυτές παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για τη χρήση οργανικού συνδετικού μέσου. Στα 2509 και 1795 cm^{-1} απαντούν οι υπέρτονες κορυφές του ασβεστίτη ($\nu_1 + \nu_4 \text{CO}_3^{2-}$). Η ταινία στα 1745 cm^{-1} υποδεικνύει την παρουσία καρβονυλικών ομάδων. Η εμφάνιση της ταινίας στην περιοχή 1730- 1750 cm^{-1} υποδεικνύει την παρουσία εστέρων, ενώ η παρουσία κετονών εμφανίζει τις χαρακτηριστικές απορροφήσεις στην περιοχή 1690-1720 cm^{-1} . Οι ταινίες απορρόφησης στα 1655 και 1536 cm^{-1} (ώμος) αντιστοιχούν στις δονήσεις των Αμιδίων τύπου I και II και αποδίδονται στην παρουσία πρωτεϊνών (χρήση αυγού), αποτέλεσμα που δείχνει ότι ο ζωγράφος χρησιμοποίησε την τεχνική της τοιχογράφησης επί ξηρού (*secco*).



Σχήμα 3. Υπέρυθρο φάσμα του δείγματος κόκκινης χρωματικής εντύπωσης από την τοιχογραφία

Η απορρόφηση στα 1453 cm^{-1} αποδίδεται στις δονήσεις τάσης των ομάδων του ανθρακικού ανιόντος νCO_3^{2-} . Η ταινία στα 1232 cm^{-1} αντιστοιχεί στη δόνηση τάσης των Αμιδίων III των πρωτεϊνών. Οι ταινίες στα 1097, 1024, 944, 796 και 746 cm^{-1} μπορούν να αποδοθούν στην παρουσία αργιλοπυριτικών ενώσεων ($\nu\text{Si-O-Si(Al)}$). Η ταινία στα 874 cm^{-1} αποδίδεται στις δονήσεις κάμψης του ανθρακικού ανιόντος του ασβεστίτη ($\nu_{2as}\text{CO}_3^{2-}$), όπως επίσης και η ταινία στα 711 ($\nu_{4s}\text{CO}_3^{2-}$). Οι ταινίες αυτές υποδεικνύουν ότι το ανθρακικό ασβέστιο έχει κρυσταλλική δομή ασβεστίτη και οδηγούν στο συμπέρασμα ότι χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της νωπογραφίας (*fresco*) για την κατασκευή της τοιχογραφίας. Οι ταινίες στα 606, 537 και 476 cm^{-1} υποδεικνύουν την παρουσία αιματίτη και επιβεβαιώνουν τα αντίστοιχα αποτελέσματα XRF και FORS^[3, 12, 18].

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη συνδυαστική εφαρμογή των μη καταστρεπτικών τεχνικών XRF, Vis-NearIR FORS και FTIR στα ζωγραφικά έργα του Θεόφιλου Χατζημιχαήλ, ταυτοποιήθηκαν οι χρωστικές και η τεχνική κατασκευής τους. Συγκεκριμένα, ο ζωγράφος για την απόδοση των χρωματικών εντυπώσεων χρησιμοποίησε τα εξής πιγμέντα: ultramarine, πράσινη γη πλούσια σε σελαδονίτη και γλαυκονίτη, μίνιο, χρωστικές γαιώδους προέλευσης πλούσιες σε αιματίτη ή/και γκαιτίτη (*carpi mortuum*, ώχρες), λιθοπόνιο ή/και λευκό του ψευδαργύρου, λευκό του μολύβδου και λευκή γη.

Ανάλογα με τη χρωματική εντύπωση, έκανε ανάμειξη των πιγμέντων προκειμένου να αποδοθούν οι επιθυμητές αποχρώσεις και τόνοι. Από το σύνολο των χρωστικών, οι λευκές χρησιμοποιήθηκαν και για την κατασκευή του στρώματος προετοιμασίας του καμβά, ενώ, για την εκτέλεση της τοιχογραφίας, ο ζωγράφος χρησιμοποίησε αρχικά την τεχνική της νωπογραφίας (*fresco*) και στη συνέχεια την τεχνική της τοιχογράφησης επί ξηρού (*secco*). Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνεται η καταλληλότητα και αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας της συνδυαστικής εφαρμογής των συγκεκριμένων τεχνικών για την ταυτοποίηση των πιγμέντων και τη διερεύνηση της τεχνικής κατασκευής σε έργα τέχνης, συμβάλλοντας αποφασιστικά στη συντήρηση και την αποκατάστασή τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] D. Bikiaris, Sister Daniila, S. Sotiropoulou, O. Katsimbiri, E. Pavlidou, A.P. Moutsatsou, Y. Chrissoulakis. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc* 56 (1999) 3-18.
- [2] L. Appolonia, D. Vaudan, V. Chatel, M. Aceto, P. Mirti. *Anal Bioanal Chem* 395 (7) (2009) 2005-13.
- [3] E. Cheilakou, M. Troullinos, M. Kouï. *J. Archaeolo Sci* 41 (2014) 541-555.
- [4] E. Cheilakou, E. Kartsonaki, M. Kouï, P. Callet. *Int J Microstruct Mater Prop* 4 (1) (2009) 112-127.
- [5] E. Cheilakou, V. Dritsa, A.C. Saint, P. Theodorakeas, M. Kouï, K. Kostanti, A. Christopoulou. In: 9th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin, Ankara, Turkey (2014) 505-517.
- [6] S. Sfarra, E. Cheilakou, P. Theodorakeas, M. Kouï. *Appl Phys A* 123 (3) (2017) art. no. 215.
- [7] Γ. Ν. Γιανουλέλλης. Ο ζωγράφος Θεόφιλος- Η προσωπικότητα και το έργο του- Το μουσείο Θεόφιλου- Ποιος ήταν ο Τεριάντ (1986) Εκδόσεις Στεφ. Δ. Βασιλόπουλος, Αθήνα.
- [8] Κ. Α. Μακρής, Α. Καρακατσάνη. Θεόφιλος (2006) Πινακοθήκη Νέου Ελληνισμού, Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.
- [9] Ο. Ελύτης. Ο ζωγράφος Θεόφιλος (1996) Εκδόσεις Ύψιλον.
- [10] Ε. Καπλάνη-Κοκκίνη. Θεόφιλος (1998) Δημοτική Πινακοθήκη Θεσσαλονίκης, Εκδόσεις Ιανός, Θεσσαλονίκη.
- [11] Π. Ζωιόπουλος. Θεόφιλος ο ιδιοφυής σαλός (2008) Εκδόσεις Αρμός.
- [12] M. Kouï, E. Cheilakou, P. Theodorakeas, V. Dritsa, N. Avdelidis. Non destructive spectroscopic methods for the characterization of materials. Academic e-book of the Project «Kallipos, Hellenic Academic Ebooks» ISBN: 978-960-603-498-5(2016) Athens.
- [13] A.M. Cardeira, S. Longelin, S. Costa, A. Candeias, M.L. Carvalho, M. Manso. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc.* 153 (2016) 379- 385.
- [14] L. Bonizzoni, S. Bruni, A. Galli, M. Gargano, V. Guglielmi, N. Ludwig, L. Lodi, M. Martini. *Microchem J* 126 (2016) 172- 180.
- [15] M. Aceto, A. Agostino, G. Fenoglio, A. Idone, M. Gulmini, M. Picollo, P. Ricciardi, J. K. Delaney. *Anal Methods* 6 (2014) 1488-1500.
- [16] M. Bacci, D. Magrini, M. Picollo, M. Vervat. *J. Cult. Herit.* 10 (2009) 275- 280.
- [17] T. Cavaleri, A. Giovagnoli, M. Nervo. *Procedia Chem* 8 (2013) 45- 54.
- [18] S. Bruni, F. Cariati, F. Casadio, L. Toniolo. *Vib Spectrosc* 20 (1991) 15-25.