

# ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕ ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

## Εφαρμογές στην αρχαιολογία και στη συντήρηση έργων τέχνης

Αριστείδης Χ. Κοντοεώργης

Επιστημονικός συνεργάτης  
Σχολής Γραφικών Τεχνών και Καλλιτεχνικών Σπουδών,  
ΤΕΙ Αθηνών

Το εύρος του φωτογραφικού φάσματος, δηλαδή το τμήμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που καταγράφεται με φωτογραφική μηχανή, είναι μεγαλύτερο από αυτό του ορατού φάσματος, γιατί τμήματά του είναι αόρατα και περιλαμβάνουν μέρος της υπεριώδους και της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Στη φωτογραφία δύο είδη φωτός είναι εξίσου σημαντικά με το ορατό φάσμα: αυτά που έχουν μήκος κύματος μικρότερο από το μήκος κύματος του μπλε χρώματος και ονομάζονται υπεριώδη, και αυτά που έχουν μεγαλύτερο μήκος κύματος από το μήκος κύματος του κόκκινου και ονομάζονται υπέρυθρα. Το υπέρυθρο αποτελείται από δύο τμήματα, το κοντινό και το μακρινό. Το κοντινό βρίσκεται στην περιοχή του φάσματος μεταξύ 700-1100 nm. Οι φωτογραφικές μέθοδοι περιορίζονται σε αυτό το τμήμα, αν και έχουν καταγραφεί φωτογραφικά εικόνες που φτάνουν τα 1350 nm. Το μακρινό τμήμα είναι αυτό που αισθανόμαστε σαν ζέστη, είτε αυτή οφείλεται στον ήλιο ή σε τιδήποτε άλλο. Το τμήμα αυτό δεν καταγράφεται με φωτογραφική μηχανή.

Τα τελευταία χρόνια είναι ευρέως διαδεδομένα στην αγορά υπέρυθρα φιλμ, η ιδιαιτερότητα των οποίων οφείλεται στην ιδιότητά τους να καταγράφουν αυτό που δεν μπορεί να δει το μάτι. Η υπέρυθρη ακτινοβολία απορροφάται και αντανακλάται από τα αντικείμενα με διαφορετικό τρόπο απ' ό,τι η ορατή και μας αποκαλύπτει μια πολύ διαφορετική οπτική πραγματικότητα, ιδιαίτερα δημοφιλή στους καλλιτέχνες φωτογράφους (επαγγελματίες και ερασιτέχνες), οι οποίοι, εκμεταλλευόμενοι τις μοναδικές ιδιότητές της, δημιουργούν φωτογραφικές εικόνες που δεν παράγονται με τα συμβατικά φιλμ. Στις υπέρυθρες φωτογραφίες έξω στη φύση τα φυτά βγαίνουν άσπρα γιατί αντανακλούν την υπέρυθρη ακτινοβολία, η θάλασσα μαύρη, και ο ουρανός μαύρος με άσπρα σύννεφα, και έτσι δημιουργείται μια ονειρική σουρεαλιστική ατμόσφαιρα.

**Ο**ι ιδιότητες των υπέρυθρων φιλμ παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον και αποτελούν σημαντικότατο εργαλείο για πολλούς επιστήμονες όσον αφορά την απόκτηση τεχνικών και επιστημονικών πληροφοριών (π.χ. στην αρχαιολογία, τη συντήρηση έργων τέχνης και αρχαιοτήτων, την ιατρική, κ.λπ.).

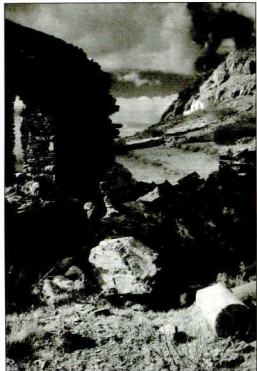
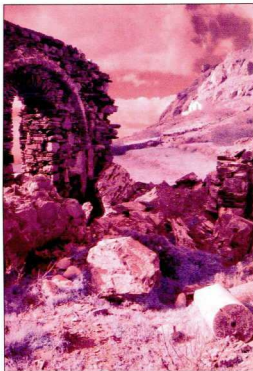
Η υπέρυθρη φωτογραφία χρησιμοποιείται τα τελευταία εβδομήντα χρόνια, μόλις τα τελευταία δέκα χρόνια χρησιμοποιήθηκε αρκετά από πολλούς φωτογράφους με την κυκλοφορία στην αγορά νέων ευχρηστών φιλμ, αλλά στην πραγματικότητα μόνο τα τελευταία δύο

χρόνια, με την ψηφιακή τεχνολογία, έγινε προβάσιμη και σε όσους δεν έχουν ιδιαίτερες σχέσεις με τις παραδοσιακές φωτογραφικές διαδικασίες.

Η υπέρυθρη φωτογραφία υπήρξε αρκετά δύσκολη στη χρήση της. Το υπέρυθρο φιλμ τοποθετείται στη φωτογραφική μηχανή σε απόλυτο σκοτάδι, χρειάζεται ειδικά φίλτρα κατά τη φωτογράφιση, μερικά από τα οποία είναι δύσκολα στο χειρισμό τους, και πολλές φορές απαιτούνται πολλαπλές διαδικασικές λήψεις (bracketing), ειδική εμφάνιση κ.λπ.

Αντίθετα από τα συνηθισμένα φιλμ, οι φωτο-

11(α) Τήνος. Φωτογραφία με φίλτρο 99B.  
 (β) Η ίδια φωτογραφία υστερα από αφαίρεση του κόκκινου χρώματος.



ευσίεσθες επιφάνειες των ψηφιακών βίντεο και των ψηφιακών φωτογραφικών μηχανών CCD και CMOS είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στο κοντινό υπέρυθρο. Είναι μάλιστα τόσο μεγάλη η ευαισθησία τους, ώστε όλες οι μηχανές έχουν φίλτρα που μειώνουν το ποσοστό της υπέρυθρης ακτινοβολίας που περνά από το φακό για να μην αλλοιώσουν το χρώμα της φωτογραφίας.

Έτσι, με μια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή, ένα φίλτρο που να εμποδίζει το ορατό φως και ένα τρίποδο καθέννας μπορεί να κατακτήσει το υπέρυθρο φάσμα. Σημαντικό ρόλο παίζει η οθόνη των ψηφιακών φωτογραφικών μηχανών, στην οποία βλέπει κανείς τη φωτογραφία που θα πάρει, πριν καν πατήσει το κουμπί, ακόμα και με αδιαφανές φίλτρο μπροστά στο φακό.

2(α) Η εικόνα έχει φθορεί και προκειμένου να ελεγχθούν οι φθορές της, επιλέχθηκε να φωτογραφηθεί με υπέρυθρο φίλτρο και ψηφιακή μηχανή.  
 (β) Η εικόνα φωτογραφημένη με υπέρυθρο φίλτρο Wratten #89B έχει κόκκινες αποχρώσεις, αλλά διακρίνονται περισσότερο οι λεπτομέρειες της ζωγραφικής και των φθορών.  
 (γ) Η φωτογραφία (β) με υπέρυθρο φίλτρο Wratten #89B, από την οποία έχει αφαιρεθεί το κόκκινο χρώμα στο Photoshop.  
 (δ) Η εικόνα με υπέρυθρο φίλτρο Wratten #87C βγαίνει ασπρόμαυρη, χρειάζεται όμως τρίποδο κατά τη φωτογράφιση.



## Πλεονεκτήματα των ψηφιακών φωτογραφικών μηχανών

Στα πλεονεκτήματα των ψηφιακών φωτογραφικών μηχανών περιλαμβάνονται τα εξής: βλέπει κανείς αμέσως το αποτέλεσμα της φωτογραφίας που έβγαλε: αν δεν βγήκε καλή, μπορεί να ξαναβάλει άλλη· πληρώνει το τυπώμα μόνο των καλών φωτογραφιών· δεν πληρώνει για την αγορά φιλμ· δεν χρειάζεται να σκανάρετε τη φωτογραφία ώστε να τη χρησιμοποιήσετε σε υπολογιστή προκειμένου να τη διορθώσετε· οι ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές είναι μικρότερες από αυτές που χρησιμοποιούν φιλμ και ευκολότερες, καθώς αν έχει κανείς φιλμ στην αναλογική μηχανή του και θελήσει να βγάλει μια υπέρυθρη φωτογραφία πρέπει να αφαιρέσει το φιλμ και να βάλει στη μηχανή ειδικό υπέρυθρο, ενώ στην ψηφιακή απλά βάζει μπροστά στο φακό ένα φίλτρο.

Στα πλεονεκτήματα των αναλογικών φωτογραφικών μηχανών όμως περιλαμβάνονται τα εξής: οι μπαταρίες κρατάνε περισσότερη ώρα απ' ό,τι στις ψηφιακές· είναι φθηνότερες, και οι χειροκίνητες μηχανές μπορούν να βγάλουν φωτογραφίες ακόμα και χωρίς μπαταρίες· η οθόνη των ψηφιακών φωτογραφικών μηχανών δεν είναι πρακτική και όταν έχει πολύ φως διακρίνει κανείς το θέμα του με δυσκολία· οι φωτογραφίες που προέρχονται από φιλμ έχουν καλύτερη ποιότητα, καλύτερο αντίκρυστο και λιγότερο κόκκο· οι ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές είναι ακόμα πολύ ακριβότερες από τις αντίστοιχες αναλογικές· ακόμα και σήμερα οι αναλογικές μηχανές είναι γρηγορότερες.

Οι ψηφιακές και οι αναλογικές φωτογραφικές μηχανές παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά όσον αφορά τον κόκκο που έχουν οι φωτογραφίες όταν χρησιμοποιείται φιλμ μεγάλης

ευαισθησίας (ASA), ή όταν τα ASA έχουν ρυθμιστεί σε μεγάλο νούμερο στις ψηφιακές.

## Ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές

Μπορεί να διαπιστώσει κανείς πολύ εύκολα αν η ψηφιακή μηχανή του «βλέπει» το υπέρυθρο τμήμα του φάσματος χρησιμοποιώντας το τηλεκοντρόλ της τηλεόρασης που, ως γνωστόν, εκπέμπει υπέρυθρο φως για να αλλάξει τις ρυθμίσεις της.

Ρυθμίζοντας την ευαισθησία της μηχανής στα 100 ISO, τοποθετώντας το μπροστινό τμήμα του τηλεκοντρόλ μπροστά από το φακό της μηχανής σε απόσταση το πολύ 10 εκ., και πατώντας οποιοδήποτε κουμπί, εφόσον το φως που εκπέμπεται φαίνεται στην οθόνη της μηχανής, τότε η μηχανή είναι κατάλληλη για υπέρυθρες φωτογραφίες. Όσο φτεινότερο είναι το φως που διακρίνεται τόσο το καλύτερο, γιατί άλλως απαιτείται τρίποδο.

Όπως αναφέρθηκε, οι φωτοευαίσθητες επιφάνειες των ψηφιακών βίντεο και των ψηφιακών φωτογραφικών μηχανών CCD και CMOS είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στο υπέρυθρο, τόσο ώστε όλες οι μηχανές έχουν φίλτρα που μειώνουν το ποσοστό της υπέρυθρης ακτινοβολίας η οποία περνά από το φακό για να μην αλλοιώνονται τα χρώματα της φωτογραφίας. Αυτό δημιουργεί ιδιαίτερο πρόβλημα, και μια μηχανή πρέπει να ελεγχθεί με το τηλεκοντρόλ της τηλεόρασης πριν αγοραστεί. Συνήθως στα καταστήματα πώλησης δεν αντιδρούν όταν τους ζητηθεί να δοκιμαστεί μια μηχανή για την ευαισθησία της στο υπέρυθρο.

Έχει δημοσιευτεί περίπτωση, όπου για να γίνει μια μηχανή πιο ευαίσθητη στο υπέρυθρο, έχει ανοίχτει και έχει αντικατασταθεί το φίλτρο που εμποδίζει την υπέρυθρη ακτινοβολία να περάσει με ένα κοινό διαφανές τζάμι. Αυτό όμως





3a-γ. Μακρινότητα Πηλίου.  
Η πρώτη φωτογραφία είναι χωρίς φίλτρο, η δεύτερη με φίλτρο #89B και η επόμενη είναι η δεύτερη από την οποία απλά έχει αφαιρεθεί το χρώμα.



α



β

γ

δεν μπορεί καν να προταθεί ως λύση γιατί η μηχανή κινδυνεύει να καταστραφεί και, εφ'όσον ανοίχτει, χάνει την εγγύησή της.

Η Sony στα τελευταία μοντέλα της περιλαμβάνει τη λειτουργία «Nightshot» με την οποία αφαιρείται το φίλτρο που εμποδίζει την υπέρυθρη ακτινοβολία να περάσει και αυτό θα ήταν ιδανικό για υπέρυθρες λήψεις, όμως στη λειτουργία «Nightshot» η λήψη της φωτογραφίας γίνεται μόνο με διάφραγμα  $f/2$  και ταχύτητα  $1/60$  sec ή περισσότερο, ούτως ώστε να μην μπορεί κανείς να φωτογραφίσει την ημέρα γιατί έχει διαπιστωθεί ότι μερικά είδη υφασμάτων γίνονται διαφανή κάτω από τον έντονο καλοκαιρινό ήλιο. Με φίλτρα ουδέτερης πυκνότητας (Neutral density filters) μαζί με το φίλτρο #87C ξεπερνιέται το πρόβλημα του διαφράγματος και της ταχύτητας, τα φίλτρα όμως πρέπει να έχουν μεγαλύτερη διάμετρο και να προσαρμοστούν με δακτυλίδι step-down, αλλιώς οι γωνίες της φωτογραφίας θα βγουν μαύρες (βινιετάριασμα).

### Φίλτρα

Προκειμένου να βγάλει κανείς μια υπέρυθρη φωτογραφία πρέπει να εμποδίσει το ορατό φως να περάσει μέσα από το φακό με υπέρυθρα φίλτρα, όπως τα Wratten #89B, #87, #87B, #87C, τα οποία είναι αδιαφανή.

Εάν κάποιος διαθέτει μηχανή με φακό στον οποίο μπορούν να βιδωθούν φίλτρα, το μόνο που χρειάζεται είναι να αγοράσει φίλτρα με τη σωστή διάμετρο. Μόνο όμως οι επαγγελματικές (SLR) μηχανές έχουν ως επί το πλείστον φακούς στους οποίους βιδώνονται φίλτρα. Σε αυτή την περίπτωση προτείνεται να αγοράσουν φίλτρα με μεγαλύτερη διάμετρο και να προσαρμοστούν στο φακό με δακτυλίδια step-down ώστε να μπορούν

να χρησιμοποιηθούν και με άλλους φακούς που πιθανόν να αγοράσουν αργότερα, απλά αγοράζοντας ένα διαφορετικό δακτυλίδι step-down.

Όμως στις περισσότερες μηχανές compact, οι οποίες είναι ευρέως διαδεδομένες και είναι επίσης κατάλληλες για υπέρυθρες φωτογραφίες, δεν μπορούν να προσαρμοστούν φίλτρα. Μπορεί κανείς να αγοράσει φίλτρα ζελατινής, να τα κόψει και να τα προσαρμόσει στο φακό. Προσιμικά είχα φίλτρα μεγάλης διαμέτρου, μεγαλύτερης από το φακό της μηχανής που συνήθως χρησιμοποιώ, και απλά τα κρατώ με το χέρι μου μπροστά από το φακό. Αυτό δεν μου έχει δημιουργήσει ποτέ πρόβλημα γιατί για μια πιο σοβαρή φωτογραφία χρησιμοποιώ συνήθως τρίποδο και μάλιστα με διευκολύνει το ότι το φίλτρο δεν είναι βιδωμένο, γιατί έτσι είναι πιο εύκολο να κάνω δοκιμές με διαφορετικά φίλτρα, κάτι το οποίο είναι μάλλον απαραίτητο στην υπέρυθρη φωτογραφία.

Ακολουθεί ένας πίνακας με τις αντιστοιχίες των φίλτρων στις διαφορετικές μάρκες που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά, πιο πολύ γιατί το ίδιο φίλτρο μπορεί να βρεθεί σε εντελώς διαφορετική τιμή σε άλλη μάρκα στο διπλανό φωτογραφικό κατάστημα.

Wratten	#89B	#87	#87C	#87B	#87A
B+W	092	-	093	-	094
Hoya	R72	-	-	RM90	RM100
Schott	RG695	RG780	RG830	RG850	RG1000

Το φίλτρο Wratten #89B μπλοκάρει όλη την ακτινοβολία κάτω από τα 680 nm, το #87 κάτω από τα 740 nm, το #87C κάτω από τα 790 nm, το #87B κάτω από τα 820 nm και το #87A κάτω από τα 880 nm.

Το πιο χρήσιμο φίλτρο είναι κατά την άποψή μου το Wratten #89B. Εμποδίζει σχεδόν όλη την

ορατή ακτινοβολία και αποδίδει ένα πολύ ενδιαφέρον «υπερύθρο» αποτέλεσμα με σχεδόν όλες τις μηχανές που δοκίμασα. Απλά το κρατώ μπροστά στο φακό και βγάζω τη φωτογραφία. Χρησιμοποίησα την αυτόματη εστίαση της μηχανής καθώς και την αυτόματη έκθεση. Δεν απαιτείται η χρήση τρίποδου σε εξωτερικούς χώρους. Η φωτογραφία βγαίνει με περίεργα κόκκινα χρώματα τα οποία απλά αφαιρούνται στον υπολογιστή.

Τα φίλτρα 87 και 87B είναι κατά την άποψή μου δύσκολη. Η μηχανή δεν εστιάζει, απαιτείται χειροκίνητη εστίαση, ιδιαίτερα δύσκολη αν δεν χρησιμοποιείται ακριβή μηχανή, και το αποτέλεσμα είναι στην καλύτερη περίπτωση όμοιο με αυτό που παίρνουμε με το 89B τουλάχιστον στις δοκιμές που έκανα.

Το φίλτρο 89B επιτρέπει ένα πολύ μικρό μέρος από το ορατό φως να περάσει, γι' αυτό όταν κοιτάξει κανείς μέσα από αυτό βλέπει ένα σκούρο κόκκινο χρώμα. Τα φίλτρα 87 A και B είναι εντελώς αδιαφανή. Όταν κοιτάξει κανείς μέσα από αυτά δεν διακρίνει τίποτα. Έτσι περνά λιγότερη ποσότητα φωτός μέσα από το φακό και γι' αυτό είναι απαραίτητη η χρήση τρίποδου με αυτά τα φίλτρα. Συγκεκριμένα περνά δύο f-stop λιγότερο φως. Όμως δεν συμβαίνει το ίδιο με το 87C. Παρόλο που είναι και αυτό αδιαφανές οι φωτογραφίες που προκύπτουν από τη χρήση του έχουν καθαρό, ευδιάκριτο ασπρόμαυρο αποτέλεσμα και η μηχανή

συνήθως δεν έχει πρόβλημα στην εστίαση.

Μερικές μηχανές compact, ιδιαίτερα τα νεότερα μοντέλα, δεν βλέπουν καθόλου με τα φίλτρα της σειράς 87 αλλά μόνο με το 89B.

## Λήψη φωτογραφιών

Σε γενικές γραμμές είναι χρήσιμο όταν φωτογραφίζει κανείς με υπέρυθρα φίλτρα να ρυθμίζει τα ASA της μηχανής στα 100, ώστε να έχει καθαρές φωτογραφίες χωρίς κόκκο και καλό κοντράστ, να κλείνει το φλας γιατί αλλιώς θα ανάψει αυτόματα και η φωτογραφία θα βγει υποφωτισμένη, να ρυθμίζει το διάφραγμα της μηχανής στο μικρό άνοιγμα (μεγάλο νούμερο) για μεγάλο βάθος πεδίου, να χρησιμοποιεί τρίποδο ώστε να μη βγουν οι φωτογραφίες κουνημένες (θολές) και να χρησιμοποιεί την αυτόματη εστίαση της μηχανής. Η αυτόματη ρύθμιση της μηχανής δίνει συνήθως πολύ καλές φωτογραφίες αλλά μπορεί κανείς να βγάλει και μια φωτογραφία υπερφωτισμένη ή υποφωτισμένη κατά 1/3 ή 1/2 f-stop (ρυθμίζεται) ώστε να γίνεται αυτόματα σε κάποιες μηχανές) γιατί πολλές φορές όταν έχει έντονο φως η φωτογραφία που βγήκε δεν διακρίνεται εύκολα στην οθόνη της μηχανής και δεν μπορεί να είναι κανείς σίγουρος ότι βγήκε σωστή.

Αν δεν υπάρχει τρίποδο, η λύση είναι να βγάλουμε την ίδια φωτογραφία πολλές φορές,

- 4(a) Αετιομέτρεα εκκόκκη φωτογραφημένη χωρίς κανένα φίλτρο.  
 (β) Φωτογραφία με φίλτρο 89B.  
 (γ) Η φωτογραφία (β) με υπέρυθρο φίλτρο Wratten #89B, στο την οποία έχει αφαιρεθεί το κόκκινο χρώμα στο Photoshop.  
 (δ) Φωτογραφία με φίλτρο 87C.



α



β



γ



δ

με την ελπίδα ότι τουλάχιστον μία φωτογραφία δεν θα βγει κουντημένη.

## Επεξεργασία των φωτογραφιών

Η διόρθωση και η αφαίρεση των χρωμάτων που προκύπτουν από τις υπέρυθρες φωτογραφίες (συνήθως κόκκινα χρώματα) γίνεται στο Photoshop. Με την απλή διαδικασία: image>adjust>desaturate, ή image>mode>grayscale, οι φωτογραφίες γίνονται ασπρόμαυρες. Ίσως χρειαστεί να διορθωθεί λίγο και το κόντραστ. Αν κάποια μηχανή βγάζει πολύ σκοτεινές φωτογραφίες, τότε χρησιμοποιώντας το «Levels» του Photoshop και ρυθμίζοντας το Shift-Ctrl-L σε «Auto Level» η εικόνα θα διορθωθεί.

## Εφαρμογές

Η υπέρυθρη φωτογραφία έχει χρησιμοποιηθεί πολύ σε αεροφωτογραφίες, λόγω της ιδιότητάς της να διαπερνά την ομίχλη. Λαμβάνοντας υπόψη και το υψηλό «κόντραστ» ανάμεσα στον ουρανό, το φυλλώμα των δέντρων, τη βλάστηση από τα ξερά φυτά, οι φωτογραφίες από μεγάλη απόσταση μπορούν να αποτυπώσουν λεπτομέρειες με μεγάλη καθαρότητα. Η αεροφωτογραφία βρίσκει εφαρμογές στην αρχαιολογία, τη γεωργία, την οικολογία, τη δασοπονία, τη γεωλογία και την υδρολογία.

Στην αρχαιολογία η υπέρυθρη αεροφωτογραφία εφαρμόζεται λόγω της αυξημένης διεισδυτικότητας της στην καταχώριση της ατμόσφαιρας, καθώς και για την ιδιότητά της να απεικονίζονται διαφοροποιημένα μεταξύ τους αντικείμενα ή υλικά, τα οποία, ενώ είναι παρόμοια, αντανακλούν διαφορετικά την υπέρυθρη ακτινοβολία. Αυτή η ιδιότητα της ύλης είναι πολύ χρήσιμη για τον εντοπισμό, ιδιαίτερα με αεροφωτογραφίες, λειψάνων, αρχαίων οικισμών ή κατασκευών.

Γνωρίζουμε ότι αποτεδμήποτε η σύσταση του εδάφους αλλοιώνει αλλάζει ο χαρακτήρας της. Ο εμπλουτισμός της με θαμμένα οργανικά υλικά ή η κάλυψή της από πέτρινες κατασκευές οδηγούν σε «σημεία καλλιεργειών». Αυτά είναι πολλές φορές δυσδιάκριτα από τον αέρα, ενώ είναι πολύ εμφανέστερα στις υπέρυθρες φωτογραφίες. Για παραδείγματα βρέθηκαν προ-κολομβιανές κατασκευές στη Νότια Αμερική από τα προφανή ασήκτα σχήματα του νερού ανάμεσα στους λόφους, τα οποία δεν ήταν αναγνωρίσιμα από το εδαφος. Ανχνεύονται ίχνη προϊστορικών και αρχαίων οικισμών ή αθέατα διά γυμνού οφθαλμού, απομεινάρια κοινωνικο-εμπορικής και οχυρωματικής δραστηριότητας.

Δεν θα έπρεπε, επίσης, να παραβλεφθεί ότι η υπέρυθρη φωτογραφία έχει αποδείξει πολύ χρήσιμο εργαλείο, αν και με αρκετά απρόβλεπτα αποτελέσματα στη συστηρίση έργων τέχνης και ιδιαίτερα στην εξέταση πινάκων ζωγραφικής, αγγειογραφιών σε καμβά ή σε ξύλο, υφασμάτων, δερμάτων και περγαμηνών, γιατί πολλά είδη χρωστικών αντανακλούν την υπέρυθρη ακτινοβολία σε διαφορετικό βαθμό ή κάθε μία, αν και οπτικά μπορεί να είναι παρόμοιες. Πολύτιμη είναι η συμβολή της υπέρυθρης φωτογραφίας και στην αποκρυπτογράφηση δυσδιάκριτων κειμένων λό-

γυ της φθοράς τους από το χρόνο και την εναπόθεση ρύπων. Αποκαλύπτονται κείμενα, τα οποία έχουν «μαυρίσει», αν και η επιτυχία της μεθόδου εξαρτάται από την κατάσταση του χαρτί. Εμφανίζονται καθαρά στοιχεία που έχουν ξεθωριάσει, λόγω του ότι στις ίνες του χαρτί παραμένουν πάντα ίχνη χρωστικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη γραφή του κειμένου.

Επιπλέον η διεισδυτική ικανότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή λεπτομερειών καλυμμένων με ημιδιαφανές βερνίκι (λόγω της φθοράς από το χρόνο) και την αναγνώριση και εντοπισμό τυχόν επιζωγραφίσεων και παλαιοτέρων επεμβάσεων. Οι επιζωγραφίσεις γίνονται ορατές με υπέρυθρο φιλμ, μόνο εφόσον δεν παρεμβάλλεται ανάμεσα στο αρχικό έργο και την επιζωγράφιση ενδιάμεσο στρώμα προετοιμασίας. Τα βερνίκια τα οποία έχουν κτρινίσει από το χρόνο, με την υπέρυθρη φωτογραφία παρουσιάζονται άχρωμα και διαφανή. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η διεισδυτικότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας μεγαλώνει όσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία ενός έργου ζωγραφικής λόγω του γεγονότος ότι ο δεικτής διάθλασης αυξάνει με την πάροδο του χρόνου.

Με δεδομένο ότι οι χρωστικές σπάνια χρησιμοποιούνται σε καθαρή μορφή, αλλά είναι συνήθως μίγματα διαφόρων χρωστικών με διαφορετικές ιδιότητες αντανακλάσης της υπέρυθρης ακτινοβολίας, και σε συνδυασμό με την προαναφερθείσα ιδιότητα αποκαλύψης ημερομηνιών ή σημειώσεων του καλλιτέχνη, η ενγχώριση υπέρυθρη φωτογραφία μπορεί να αποτελέσει το μέσο της ταυτοποίησης των έργων ζωγραφικής.

Σε έργα ζωγραφικής που έχουν γίνει σε καμβά ή σε λεπτές ξύλινες επιφάνειες, ένας αποτελεσματικός τρόπος για την καταγραφή επιζωγραφίσεων είναι με τη φωτογράφιση του πίσω μέρους του πίνακα, αφού φωτιστεί με δυνατό φως το μπροστινό μέρος του.

Η αξία της υπέρυθρης φωτογραφίας στη συστηρίση έργων τέχνης εκτός των άλλων έγκειται στο γεγονός ότι αποτελεί μία εντελώς ακίνδυνη μέθοδο για την έρευνα και τη μελέτη έργων τέχνης, διότι δεν προκαλεί φθορές και αλλοιώσεις στην επιφάνεια ή τη δομή των υλικών τους.

## Infrared Photography with Digital Camera in Archaeology and Conservation of Antiquities

Aristidis H. Kontogeorgis

Infrared photography has been around for at least 70 years. For many years working with infrared film had been quite difficult, because it required: loading the camera in total darkness, extensive exposure bracketing, special developing, special ability in evaluating the photographic results before the pictures were printed etc. However, the last couple of years photography by infrared light has become much easier.

CCD and CMCS chips used in digital cameras and camcorders are sensitive to near-infrared light, so with a digital camera, infrared filter that blocks out the visible light, and a tripod anyone can get infrared photos. The main advantage of digital cameras is that they have LCD screens, which can be used to preview the resulting image in real time.

Therefore, infrared photography has become a useful tool with many applications in archaeology and in the conservation of works of art.

A.H.K.

## Βιβλιογραφία

- Applied Infrared Photography, Kodak Publication No. M-28, Eastman Kodak Company, Rochester, New York 1972.  
GIBSON Lou H., Photography by Infrared: Its Principles and Applications, John Wiley & Sons, New York 1978.  
ΚΟΝΤΟΓΕΩΡΓΗΣ Αριστέλης, Υπερύθρη Φωτογραφία, εκδόσεις Ιαν., 1999.  
WHITE Laurie, Infrared Photography Handbook, Amherst Media, New York 1995.  
WHITE HAYBALL Laurie, Advanced Infrared Photography Handbook, Amherst Media, New York 2001.