

ΒΗΤΑ ΘΕΡΜΟΦΩΤΑΥΓΕΙΑ: ΝΕΑ ΜΕΘΟΔΟΣ ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΗΣ
ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ

Λυριτζής, Ι.

Κέντρο Ερευνών Αστρονομίας και Εφαρμοσμένων Μαθηματικών,
Ακαδημίας Αθηνών, Αναγνωστοπούλου 14, Αθήνα 106 73

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

Παρουσιάζονται νέα αποτελέσματα τα οποία ενισχύουν νέα μέθοδο χρονολόγησης με θερμοφωταύγεια. Η βήτα-θερμοφωταύγεια (B-ΘΦ) βασίζεται στην απορροφούμενη δόση από την αντινοβολία περιβάλλοντος και τη σχέση της με τη συγκέντρωση καλίου (K-40) σε ιζηματογενή πετρώματα. Χρησιμοποιήθηκαν νεότερα αποτελέσματα από τη βιβλιογραφία όπου η B-ΘΦ έδωσε παρόμοιες ηλικίες με τη συμβατική μέθοδο, ενώ παράλληλα επεκτάθηκε για πρώτη φορά η δυνατότητα της μεθόδου για περιεκτικότητες $K_2O < 0.5\%$ και βρέθηκε νέα συμπεριφορά του $\log B$ ως προς το $K_2O (\%)$, όπου $B = \text{συντελεστής} = (\text{βήτα} + \text{γάμμα ετήσια δόση}) / (\text{βήτα ετήσια δόση})$.

BETA THERMOLUMINESCENCE: A NEW DATING METHOD
FOR THE QUATERWARY SEDIMENTS

Liritzis, I.

A B S T R A C T

Some new results are presented which reinforce the validity of the new dating method of thermoluminescence; the B-TL. This method is based upon the total dose and the potassium content of sediments. Using some recent data the B-TL gave concordant age results with the conventional TL, whilst the potential of the method was extended to $K_2O < 0.5\%$ and a new relationship was produced between $\log B$ and $K_2O (\%)$, where $B = \text{coefficient} = (\text{beta} + \text{gamma annual dose rate}) / (\text{beta dose-rate})$.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Νέα προκαταρκτική μέθοδος, για ταχεία και προσεγγιστική, χρονολόγηση ιζημάτων με θερμοφωταύγεια (ΘΦ) (B-TL ή B-ΘΦ), είχε προταθεί από τον γράφοντα το 1989. (Liritzis, 1989). Η B-ΘΦ βασιζόταν στο περιεχόμενο σε κάλλιο (K) ιζημάτων, και στον ολοκληρωμένο (άπειρο) ρυθμό-δόσης βήτα σωματιδίων (Dβ) που προέρχονταν από το ίζημα. Κατά τα άλλα η μέθοδος ακολουθούσε την κοινή συμβατική πρακτική χρονολόγησης, όπου

$$\Theta\Phi \text{ ηλικία} = \frac{\text{ΟΛΙΚΗ ΔΟΣΗ}}{\text{ΕΤΗΣΙΑ ΔΟΣΗ}(\alpha, \beta, \gamma \text{ κοσμική})} = \frac{D}{aD\alpha + D\beta + D\gamma + Dc} \quad (1)$$

Η ολική δόση μετρείται σε κρυστάλλους χαλαζία ή άστριου λεπτών

($0 < 11 \mu\text{m}$) ή Μεγάλων ($0 > 80 \mu\text{m}$) κόκκων.

Η νέα μέθοδος βασίζεται στην τεχνική των "Μεγάλων Κόκκων". Στα βιβλιογραφικά δεδομένα "Λεπτών Κόκκων" γίνεται μετατροπή σε δεδομένα "Μεγάλων Κόκκων".

Η σχέση (1) στην νέα μέθοδο των "Μεγάλων Κόκκων", έτσι έγινε

$$\Theta\Phi \text{ ηλικία} = \frac{0.0077D}{B(K-0.35)b + D_c \cdot 10^{-2} \cdot 0.77} \quad (2)$$

όπου D = ολική ισοδύναμη δόση, $K = K_2O\%$, b = συντελεστής εξασθένησης βήτα σωματιδίων, D_c = κοσμική ακτινοβολία, B = συντελεστής νέας

$$\text{μεθόδου} = \frac{D\beta + D\gamma}{D\beta}$$

$$\text{και } \text{Log}B = 0.24 - 0.024K \quad (3)$$

(±4%) (±3.6%)

όπως προσδιορίστηκε από βιβλιογραφικά δεδομένα K_2O και ρυθμού δόσεως β - και γ - ακτινοβολιών. Για την σχέση K σαν συνάρτηση της $D\beta$ είχε βρεθεί η σχέση (4) από βιβλιογραφικά δεδομένα του συγγραφέα και άλλων ερευνητών.

$$K = 0.35 + 0.77 D\beta \cdot 10^{-2} \quad (4)$$

(±22%) (±3%)

όπου $D\beta$ = βήτα δόση σε mrads ή 10^{-5} Gy .

Οι συσχετισμοί K με U , Th οφείλονται σε γεωχημικούς λόγους κατά την διάρκεια σχηματισμού των πετρωμάτων.

Στην Γεωλογία έχει επανειλημμένα αποδειχθεί μία σχεδόν γενική τάση αύξησης της συγκέντρωσης U και Th σε αναλογία με τη συγκέντρωση καλίου σε μεταμορφωμένα ή εκρηξηγενή πετρώματα. Δηλαδή, α) ο διαχωρισμός ενός εκρηξηγενούς πετρώματος σε δύο ή περισσότερα τμήματα που μπορούν να συμπτυχθούν σε διαφορετικούς τύπους πετρωμάτων στις διαδικασίες πυρογένεσης και β) η μεταφορά και συγκέντρωση στοιχείων κατά την διάρκεια μεταμορφισμού ώστε να παράγουν ένα ανομοιογενές πέτρωμα από ένα αρχικά ομοιογενές στις μεταμορφικές διαδικασίες (HG, 1978).

Όπως φαίνεται από τις σχέσεις (2) και (3), μπορεί αν προσδιορισθεί η ηλικία μεγάλων κόκκων χαλαζία από μόνον δύο παραμέτρους, την δόση D και το K_2O . Τα D_c και (b) εκτιμούνται αρκετά ικανοποιητικά.

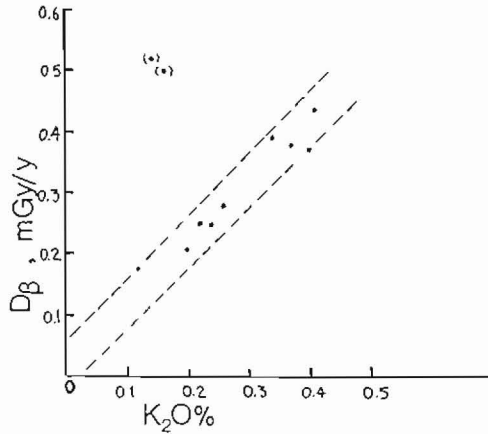
Όπως έχει δείχθει στην προηγούμενη εργασία μας (Liritzis, 1989) το υδάτινο περιεχόμενο στο ζήτημα δεν επηρεάζει σημαντικά την σχέση (2).

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν από την βιβλιογραφία αφορούσαν κατ' αρχάς U , Th και K από γεωλογικούς σχηματισμούς ιζηματογενών πετρωμάτων και κατόπιν δεδομένα εφαρμογών της συμβατικής μεθόδου $\Theta\Phi$.

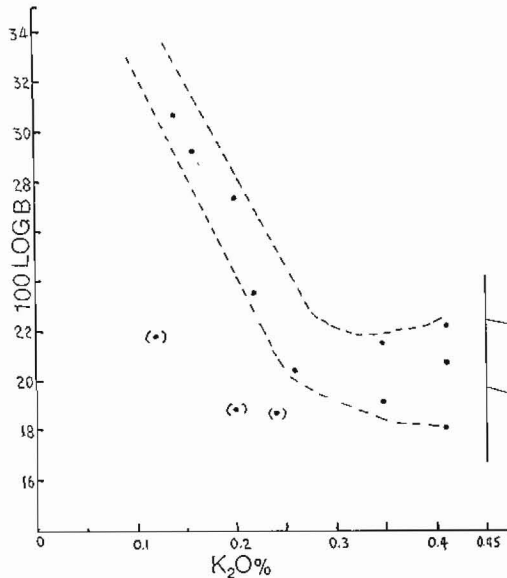
Τα υλικά στα οποία εφαρμόστηκε η $B-\Theta\Phi$ και συγκρίθηκε με την συμβατική $\Theta\Phi$ περιελάμβαναν: Loess, εδάφη, ιζήματα λιμνών, κωκεανών, σπηλαίων, κεραμικά, ηφαιστειογενείς θίνες.

B-ΘΦ: ΝΕΩΤΕΡΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Το Σχήμα 1 παρουσιάζει νεώτερα δεδομένα δια την σχέση (4), $D\beta$ σαν συνάρτηση του K , όπου $K=K_2O < 0.5\%$.



Σχ.1. Μεταβολή του $K_2O\%$ έναντι βήτα δόσης από K, Th και U , σε μονάδες $mGy/έτος$ ($=\chi 10^2$ $mrad/έτος$). Δύο σημεία (σε παρένθεση) είναι εκτός γραμμικής μεταβολής. Η κατανομή προσεγγίζεται από την εξίσωση $D\beta=K$ (ή $100K$ για $mrad/έτος$).

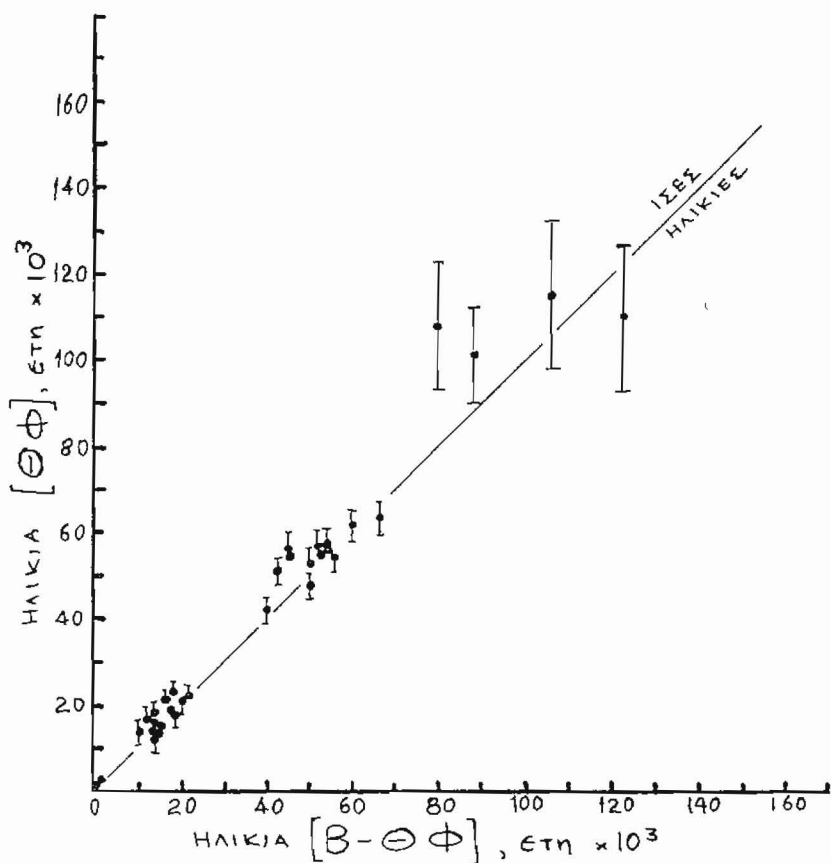


Σχ.2. Μεταβολή του $K_2O\%$ έναντι $100\text{Log}B$. Τρία σημεία (σε παρένθεση) δεν ακολουθούν την φαινομένη πορεία. Ο λόγος Th/U γι' αυτά τα δεδομένα είναι πολύ μικρός (0.9-1.5). Δεξιά τα δύο παράλληλα τμήματα δεικνύουν την πορεία της μεταβολής για $K_2O > 0.5\%$ (Liritzis 1989, Bluszc and Pazdur 1988 και Foreman κ.α.1987).

Εδώ η εξίσωση αλλάζει τύπο και λαμβάνει τη γραμμική μορφή $D\beta=100K$, αντί του $D\beta=(K-0.35)130$ (όπου $130=100/0.77$).

Επίσης η σχέση K_2O έναντι $\text{Log}B \times 100$ της εξ (3) λαμβάνει την μεταβολή του Σχήματος 2.

Παρατηρείται μία έντονη μεταβατική ζώνη γύρω στο 0.35-0.45% K_2O και κατόπιν γραμμική προέκταση δια $K_2O < 0.3\%$. Η μεταβολή αυτή ίσως να σχετίζεται με τον λόγο Th/U . Περισσότερα δεδομένα απαιτούνται για την μαθηματική έκφραση αυτής της μεταβολής. Κατά συνέπεια για την χρονολόγηση, με $B-\Theta\Phi$, ιζημάτων με $K_2O < 0.5\%$ θα πρέπει προκαταρκτικά να εφαρμόζεται η διορθωμένη σχέση (1), όπου στον παρανομαστή το $B(K-0.35) 100/0.77$ αντικαθίσταται με τον όρο BK (σε μονάδες $mGy/\acute{e}τος$).



Σχ.3. Σύγκριση $\Theta\Phi$ και $B-\Theta\Phi$ ηλικιών. Το σφάλμα στην $\Theta\Phi$ κυμαίνεται μεταξύ $\pm 10-15\%$ (δεδομένα $\Theta\Phi$ από Foreman κ.α. 1988, Proszynska-Bordas, κ.α.1988).

Σ' ότι αφορά τη σύγκριση ΘΦ και Β-ΘΦ που προέκυψε από νεώτερα αποτελέσματα, το Σχ.3, παρουσιάζει την συμφωνία των μεθόδων λίαν εντυπωσιακά μέσα στο σφάλμα, που ενισχύει την ισχύ των Β-ΘΦ στα προαναφερθέντα υλικά.

Η Β-ΘΦ είναι πλέον χρήσιμη στην τερτατογενή Γεωλογία και Γεωφυσική, αφού ο προσδιορισμός του χρόνου προφανών γεωφυσικών φαινομένων επιτυγχάνεται σε συντομώτερο χρονικό διάστημα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η νέα μέθοδος χρονολόγησης τεταρτογενών ιζημάτων, η Β-ΘΦ, αποδεικνύεται ως πλέον χρήσιμη στην γεωφυσική έρευνα. Ενώ η μέθοδος καθιερώνεται για τιμές $K_2O > 0.5\%$, περισσότερα δεδομένα απαιτούνται για $K_2O < 0.5\%$.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bluszcz, A. and Pazdur, M.F., (1985). Comparison of TL and C-14 dates of young eolian sediments. A check of the zeroing assumption. Nucl. Tracks, 10, 4-6, 703-710.
- Foreman, S.L., et al., (1987). TL properties and age estimates from quaternary raised marine sediments, Hudson Bay Low Land, Canada. Can. J. Earth Sci., 24, 2405-2411.
- Foreman, S.L., et al., (1988). Potential of using TL to date buried soils developed on collonial and Fluvial sediments from Utah and Colorado, USA: Preliminary results. Quatern. Sci.Rev., 7, 287-293.
- HG (Handbook of Geochemistry), (1978), II (5), (Ed.K.H. Wedepohl).
- Liritzis, Y., (1989). Dating of quaternary sediments by beta thermoluminescence: Investigations of a new method. Annales Soc. Geolog.Belg., T.112,1, 197-206.
- Proszynska-Bordas, H., et al., (1980). TL dating of partially bleached sediments by the regeneration method. Quatern.Sci.Rev., 7, 265-271.