

ΑΡΑΠΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ
Α.Ε.Μ 3225

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ (ΚΑΡΑΚΩΣΤΑΣ ΒΑΣΙΛΗΣ)

ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΠΟΥ
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ
ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΓΙΑ ΣΕΙΣΜΟΥΣ
ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2007

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΕ ΤΟ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2006-2007, ΣΤΟ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΘΗΚΕ ΣΤΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ ΤΟΥ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ .

Η ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΓΙΝΕ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΤΟΥ ΕΠΙΚΟΥΡΟΥ ΚΑΘΗΓΗΤΗ Κ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΚΑΡΑΚΩΣΤΑ , ΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΛΥΤΙΜΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ , ΚΑΘΩΣ ΕΠΙΣΗΣ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΓΚΥΡΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ ΤΟΥ.

ΟΦΕΙΛΩ ΕΠΙΣΗΣ ΝΑ ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΣΩ ΤΟΝ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΦΟΙΤΗΤΗ ΚΑΡΑΜΑΝΟ ΧΡΗΣΤΟ , ΟΙ ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ ΤΟΥ ΟΠΟΙΟΥ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ ΤΟΥ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΑΝ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟ ΡΟΛΟ ΣΤΗ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.

080057

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ





ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

**ΚΕΙΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ ΕΙΣΑΓΩΓΗ
ΣΤΗ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ
(ΒΑΣΙΛΗΣ ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ,1997)**

ΜΕΓΕΘΟΣ ΣΕΙΣΜΟΥ

Μέγεθος M , ενός σεισμού, με τη γενική σημασία του όρου είναι ένα μέτρο της ολικής ενέργειας του σεισμού, το οποίο προσδιορίζεται με μετρήσεις παραμέτρων (πλατών, περιόδων, διάρκειας) των σεισμικών κυμάτων που παράγονται κατά τη γένεση του σεισμού.

Χρησιμοποιήθηκαν οι παράμετροι διάφορων σεισμικών κυμάτων (κυμάτων διάφορων περιόδων και ειδών) για τον προσδιορισμό των μεγεθών των σεισμών και για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν διάφορες **κλίμακες μεγεθών**.

Η πρώτη από τις κλίμακες αυτές είναι η κλίμακα που επινόησε ο Richter το 1935 και ονομάστηκε αργότερα κλίμακα **τοπικού μεγέθους M_L** . Η κλίμακα αυτή βασίζεται σε μετρήσεις των μέγιστων πλατών σεισμικών κυμάτων τοπικών σεισμών (περιόδου της τάξης του 1sec) όπως αυτά γράφονται από το σεισμόμετρο Wood – Anderson.

Αργότερα χρησιμοποιήθηκαν και άλλες κλίμακες, οι σπουδαιότερες από τις οποίες είναι η κλίμακα του **επιφανειακού μεγέθους, M_S** , που βασίζεται σε μετρήσεις των επιφανειακών κυμάτων που έχουν περίοδο 20sec και γράφονται σε μεγάλες αποστάσεις.

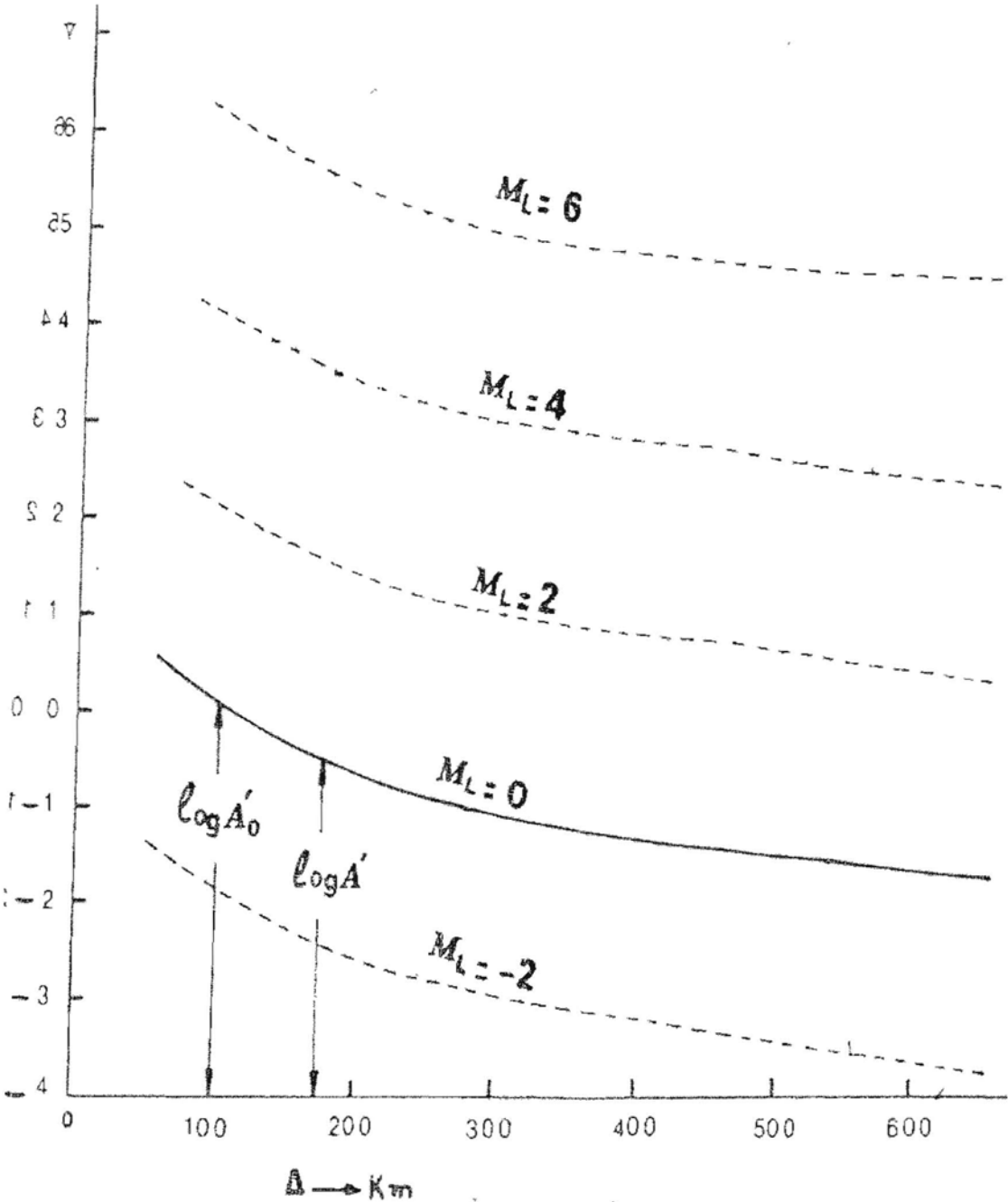
Η κλίμακα του **χωρικού μεγέθους, m_b** , που βασίζεται σε βραχείας περιόδου (~ 1 sec) κύματα χώρου τα οποία επίσης γράφονται σε μεγάλες αποστάσεις. Αναπτύχθηκαν και άλλες κλίμακες μεγεθών όπως είναι η κλίμακα του **μεγέθους διάρκειας, M_T** , και η κλίμακα του **μεγέθους σεισμικής ροπής, M** , η οποία θεωρείται η πιο ακριβής.

ΤΟΠΙΚΟΣ ΜΕΓΕΘΟΣ (M_L)

Έστω σεισμός που καταγράφεται από σεισμόμετρα διάφορων σεισμολογικών σταθμών, που είναι εγκατεστημένοι σε διάφορες αποστάσεις από το επίκεντρο του σεισμού. Όταν τα σεισμόμετρα γράφουν την ίδια συνιστώσα κίνησης (οριζόντια ή κατακόρυφη), την ίδια φάση κύματος και έχουν τις ίδιες σταθερές (μεγέθυνση, ιδιοπερίοδο), τότε τα πλάτη που μετρούνται αποτελούν συνάρτηση των αποστάσεων των σταθμών από το επίκεντρο. Από χαρτογράφηση των δεκαδικών λογαρίθμων των πλατών σε συνάρτηση με τις επικεντρικές αποστάσεις, θα λάβουμε ορισμένη καμπύλη της μορφής των καμπύλων του σχήματος 1. Έστω ότι η καμπύλη αυτή είναι η πάνω του σχήματος. Η ίδια εργασία για σεισμό μικρότερο του πρώτου, δίνει μιας ίδιας μορφής καμπύλη με την πρώτη καθώς και παράλληλες αφού τα σεισμικά κύματα διαδίδονται στην ίδια περιοχή και συνεπώς ο νόμος ελάττωσης των πλατών με την απόσταση είναι ο ίδιος. Αφού οι καμπύλες είναι παράλληλες, οι διαφορές των λογαρίθμων των πλατών των σεισμών θα είναι οι ίδιες για όλες τις επικεντρικές αποστάσεις. Η διαφορά αυτή ορίζεται ως διαφορά των μεγεθών των σεισμών. Ορίζουμε έτσι ένα σεισμό σαν **πρότυπο ή μηδενικού μεγέθους** και να χαράξουμε την αντίστοιχη καμπύλη όπως την συνεχή του σχήματος 1, οπότε η διαφορά του λογαρίθμου του μέγιστου πλάτους αναγραφής ενός σεισμού σε τυχαία απόσταση και του λογαρίθμου του πλάτους του πρότυπου σεισμού στην ίδια απόσταση θα είναι το τοπικό μέγεθος του σεισμού. Ο πρότυπος σεισμός ορίστηκε από τον Richter (1935) και είναι ο σεισμός που γράφεται με μέγιστο πλάτος ίσο με $A_0=1\mu$ από βραχείας περιόδου σεισμόμετρο στρέψης ($T_0=0,8$ sec, $V_0=2.800$, $J=0,7$) που βρίσκεται σε απόσταση 100km από το επίκεντρο του σεισμού. Αν επομένως ένας σεισμός τοπικού μεγέθους M_L γράφεται με μέγιστο πλάτος A_0 από

ΧΗΜΑ 1

ΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ



βραχείας περιόδου σεισμόμετρο στρέψης, που βρίσκεται σε απόσταση 100km, θα είναι $M_L = \log A_0 - \log A'_0$. Αλλά $\log A'_0 = 0$, συνεπώς είναι $M_L = \log A_0$. Μπορούμε να δώσουμε τον εξής ορισμό:

Τοπικό Μέγεθος M_L , σεισμού λέγεται ο δεκαδικός λογάριθμος του μέγιστου πλάτους αναγραφής αυτού, σε μ , από πρότυπο βραχείας περιόδου σεισμόμετρο στρέψης, που βρίσκεται σε επικεντρική απόσταση 100km από το σεισμό.

$$M_L = \log A - \log A'$$

όπου A είναι ο μέσος όρος των μέγιστων πλατών αναγραφής του σεισμού από τα δύο οριζόντια σεισμόμετρα Wood – Anderson ενός σταθμού και A' είναι το αντίστοιχο πλάτος αναγραφής του πρότυπου σεισμού στην ίδια απόσταση.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ M_S

Η κλίμακα του επιφανειακού μεγέθους M_S , επινοήθηκε για τον υπολογισμό του μεγέθους επιφανειακών σεισμών ($h < 60\text{km}$), οποιασδήποτε επικεντρικής απόστασης και αναγραφών οποιουδήποτε σεισμόμετρου.

Στα σειсмоγράμματα των μακρινών επιφανειακών σεισμών διακρίνονται τα επιφανειακά κύματα περιόδου 18 – 22 sec, οι Gutenberg και Richter, για να υπολογίσουν το επιφανειακό μέγεθος χρησιμοποίησαν τη σχέση

$$M_S = \log a - \log a' + c_1 + d_1 \quad (1)$$

όπου a είναι το πραγματικό πλάτος της εδαφικής κίνησης (σε μ) που οφείλεται στα επιφανειακά κύματα περιόδου 18 – 22 sec, α' είναι το ίδιο πλάτος για τον πρότυπο σεισμό και c_1 , d_1 οι σταθερές του σταθμού εστίας. Για την εφαρμογή της παραπάνω σχέσης (1) χρησιμοποιούμε τις αναγραφές οποιουδήποτε τύπου σεισμόμετρο, που γράφει κύματα αυτής της περιόδου, αφού το a είναι το πραγματικό πλάτος, το οποίο υπολογίζεται εύκολα όταν γνωρίζουμε την αντίστοιχη μεγέθυνση και αφού η ποσότητα $\log a'$ δίνεται σε συνάρτηση με την επιφανειακή απόσταση από πίνακες.

Σήμερα χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$M_S = \log \frac{a}{T} + 1,66 \log \Delta + 3,3 \quad (2)$$

ΤΥΠΟΣ ΤΗΣ ΠΡΑΓΑΣ (VANEK, et, al 1962)

α : Το μέγιστο εδαφικό πλάτος των επιφανειακών κυμάτων (σε μ) περιόδου 20 ± 3 sec.

T: περίοδος

Δ : επικεντρική απόσταση (σε km)

Ο τύπος ισχύει για σεισμούς επιφανειακούς ($h < 60\text{km}$) και για επικεντρικές αποστάσεις μεταξύ 20° και 160° .

Για τον ελληνικό χώρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον κατά προσέγγιση υπολογισμό του M_S , όταν γνωρίζουμε το M_L και αντίστροφα (Kiritzi 1989) η εξής σχέση:

$$M_S = 0,95M_L + 0,72$$

παρόλο που τα δύο μεγέθη αποτελούν μέτρα σεισμικών κυμάτων διαφόρων περιόδων.

ΧΩΡΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ m_b

Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό μεγέθους σεισμών οποιασδήποτε επικεντρικής απόστασης και οποιουδήποτε βάθους και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$m_b = \log \frac{u}{T} + Q(\Delta, h) + c_2 + d_2 \quad (\text{Gutenberg 1944})$$

u: μέγιστο πλάτος σε (μ)

T: περίοδος σε (sec)

Q(Δ,h): συνάρτηση της επικεντρικής απόστασης και εστιακού βάθους.

c_2, d_2 : σταθερές του σταθμού και της περιοχής της εστίας.

Ο υπολογισμός του χωρικού μεγέθους από τον Gutenberg έγινε με μετρήσεις των πλατών επιμηκών κυμάτων περιόδου 5sec και των εγκάρσιων κυμάτων περιόδου 10sec, το οποίο συμβολίζεται με m_b και δεν χρησιμοποιείται πια.

Σήμερα ο υπολογισμός του βασίζεται σε μετρήσεις πλατών κυμάτων χώρου (επιμηκών κυρίως) με περίοδο 1sec και γράφονται σε επικεντρικές αποστάσεις μεταξύ 20° και 100°. το χωρικό αυτό μέγεθος συμβολίζεται με m_b και συνδέεται με το επιφανειακό M_s με τη σχέση: $m_b = 0,56 M_s + 2,9$.

ΜΕΓΕΘΟΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΡΟΠΗΣ

Κάθε μια από τις τρεις κλίμακες που αναφέραμε παραπάνω (M_L, M_s, m_b) βασίζεται σε σεισμικά κύματα που έχουν συχνότητες σε περιορισμένο φάσμα, έτσι τα μεγέθη M_L και m_b αποτελούν μέτρα της σεισμικής ενέργειας που ακτινοβολείται σε περιόδους της τάξης του 1sec, ενώ το M_s της τάξης των 20sec. Έπρεπε συνεπώς να βρεθεί μια κλίμακα μεγέθους που να μη βασίζεται σε κύματα περιορισμένου φάσματος συχνοτήτων. Η κλίμακα αυτή προτάθηκε από τον Aki (1966) και βασίζεται στην έννοια της σεισμικής ροπής.

Σεισμική ροπή M_0 : $M_0 = \mu \cdot L \cdot w \cdot u$

μ: μέτρο δυσκαμψίας του ολικού στην εστία σεισμού.

L: μήκος σεισμογόνου ρήγματος.

w: πλάτος σεισμογόνου ρήγματος.

u: μέση μετάθεση στην επιφάνεια του ρήγματος κατά τη γένεση του σεισμού.

Το σχήμα 2 παριστάνει τα φάσματα (πλάτη Ψ σε συνάρτηση με την περίοδο) μακρινού πεδίου (σε μεγάλες αποστάσεις από την εστία) για 11 σεισμούς διαφόρων μεγεθών, όπως τα φάσματα αυτά υπολογίστηκαν από σειсмоγράμματα σε μεγάλες αποστάσεις από τις εστίες.

Για περιόδους μεγαλύτερες της T_0 (**γωνιακή περίοδος**) παρατηρούμε ότι το φάσμα είναι παράλληλο προς τον άξονα των περιόδων. Παρατηρούμε, επίσης, ότι το φάσμα Ψ ελαττώνεται με την ελάττωση της περιόδου, για τιμές μικρότερες της γωνιακής, ενώ αντίστοιχη ελάττωση έχει και η γωνιακή περίοδος όταν ελαττώνεται το μέγεθος του σεισμού.

Η σεισμική ροπή υπολογίζεται από την τιμή Ψ_0 του φάσματος μακρινού πεδίου των εγκάρσιων κυμάτων η οποία αντιστοιχεί στη γωνιακή συχνότητα F_0 με τη σχέση:

$$M_0 = \frac{4 \cdot \pi \cdot \rho \cdot \beta^3 \cdot \Psi_0 \cdot R}{0,85}$$

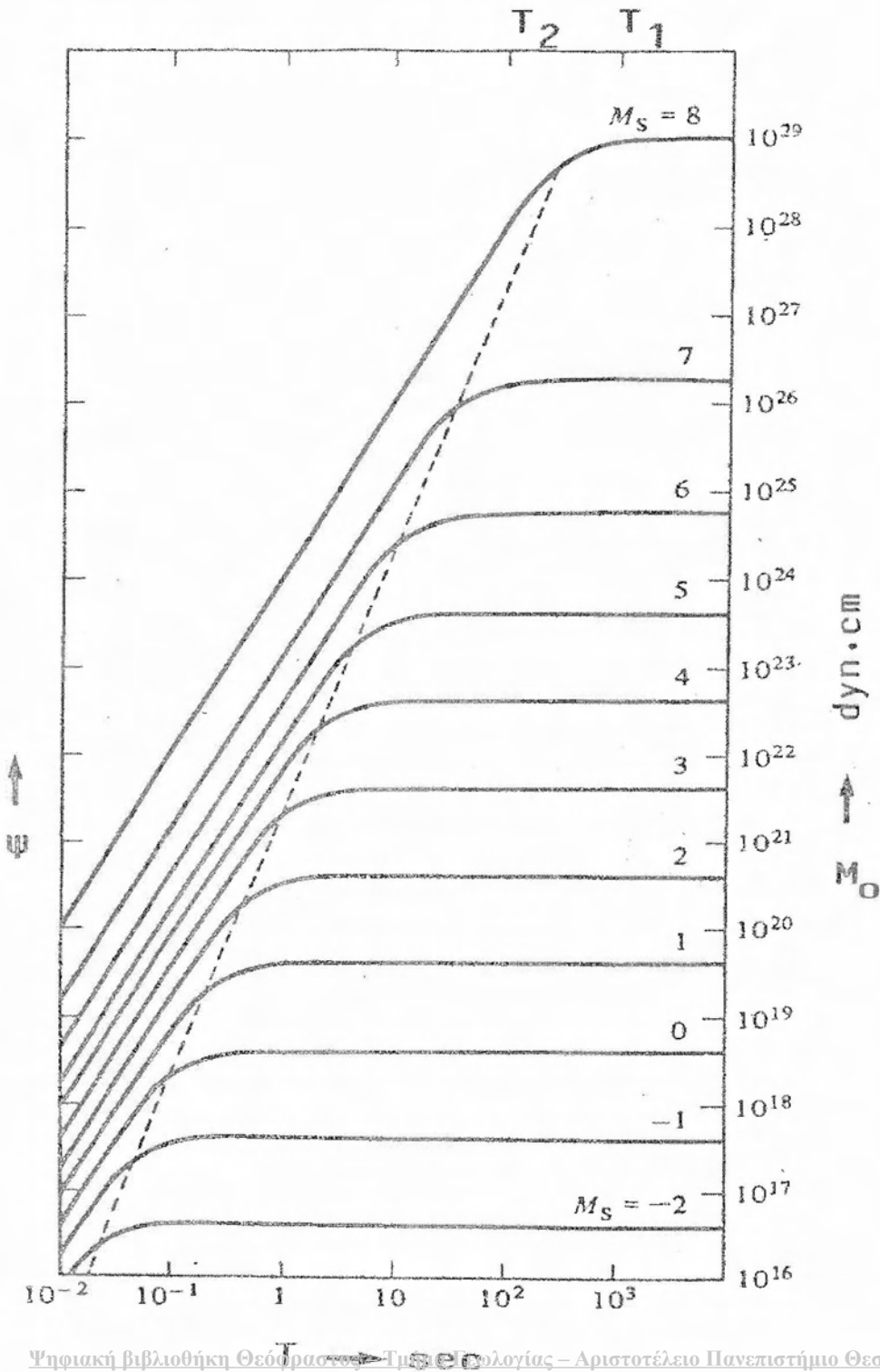
ρ: πυκνότητα του υλικού στην περιοχή του σεισμογόνου ρήγματος.

R: υποκεντρική απόσταση

Ο υπολογισμός της σεισμικής ροπής δεν επηρεάζεται από την ελάττωση του πλάτους του φάσματος με την ελάττωση της περιόδου που

ΧΗΜΑ 2

ΑΣΜΑΤΑ ΜΑΚΡΥΝΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΓΕΘΗ ΣΕΙΣΜΩΝ (ΑΚΙ 1972). Η ΣΤΙΓΜΕΝΗ ΓΡΑΜΜΗ ΤΕΜΝΕΙ ΤΙΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΤΑ ΣΗΜΕΙΑ ΠΟΥ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥΝ ΣΤΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΓΩΝΙΑΚΕΣ ΠΡΟΒΟΛΕΣ



παρατηρείται στις μικρές περιόδους (μεγάλες συχνότητες). Αυτός είναι ο βασικός λόγος για τον οποίο η σεισμική ροπή θεωρείται το πιο αξιόπιστο μέτρο της ολικής ενέργειας του σεισμού. Ο Hanks και ο Kanamori (1979) πρότειναν την κλίμακα μεγέθους **M_w (moment magnitude)** η οποία εξαρτάται από το φάσμα μεγάλης περιόδου και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$M_w = \frac{2}{3} \log M_0 - 10,7$$

M_0 : σεισμική ροπή (σε dyn.cm)

Αυτό το μέγεθος συμφωνεί με το M_s για $6 < M_s < 8$ και με το M_L για $M_L \leq 6$

ΚΟΡΕΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΚΩΝ ΜΕΓΕΘΟΥΣ

Τα M_L , m_6 , M_s αυξάνουν με την αύξηση της ενέργειας που ακτινοβολείται στις εστίες μέχρι ορισμένου σημείου. Έτσι τα M_L , m_6 μπορούν να πάρουν μέχρι και την τιμή 6 αφού υπολογίζονται από βραχείας περιόδου σεισμικά κύματα (~ 1sec), ενώ το M_s μπορεί να πάρει μέχρι και την τιμή 8 αφού υπολογίζεται από τα μακράς περιόδου κύματα (~ 8 sec). Περαιτέρω αύξηση της ενέργειας του σεισμού δεν συνεπάγεται και αύξηση του μεγέθους, παραπάνω από την τιμή του ορίου. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **κορεσμός** και δεν παρατηρείται στην κλίμακα μεγέθους M_w . Στο σχήμα 3 δείχνεται η χαρτογράφηση του μεγέθους M_w με τα μεγέθη m_6 , M_L , M_s , M_w από την οποία συμπεραίνουμε ότι ο κορεσμός αρχίζει από μεγάλες τιμές για το M_s ενώ για το m_6 και το M_L από μικρές.

ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

Για τον υπολογισμό του επιφανειακού μεγέθους των επιφανειακών σεισμών ($h < 60\text{km}$) χρησιμοποιείται ο τύπος: $M_s = \log a + 1,42 \log \Delta + 0,20$ όπου a είναι το μέσο εδαφικό πλάτος, σε μ (μικρά) που υπολογίζεται από τις αναγραφές των δύο οριζόντιων συνιστωσών του σεισμόμετρου Wiecheit του σεισμολογικού σταθμού της Αθήνας (Παπαζάχος και Βασιλικού 1966). Το τοπικό μέγεθος των σεισμών του ελληνικού χώρου και των γύρω περιοχών υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$M_L = \log A + 2 \log \frac{R}{100}, \text{για } M_L > 3,7$$

$$M_L = \log A + 1,58 \log \frac{R}{100}, \text{για } M_L \leq 3,7$$

όπου A (σε μικρά) είναι ο μέσος όρος των πλατών αναγραφής στις δύο οριζόντιες συνιστώσες του σεισμόμετρου Wood – Anderson του σταθμού της Αθήνας και R η υποκεντρική απόσταση (Κυρατζή και Παπαζάχος 1984). Οι δύο παραπάνω τύποι ισχύουν για αποστάσεις μεγαλύτερες των 100km ενώ για μικρότερες αποστάσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο τύπος: $M_L = \log A - \log A'$.

Το μέγεθος M_L στο χώρο αυτό υπολογίζεται και με βάση τη σχέση:

$$M_L = \log a + 2,32 \log R - 1,1$$

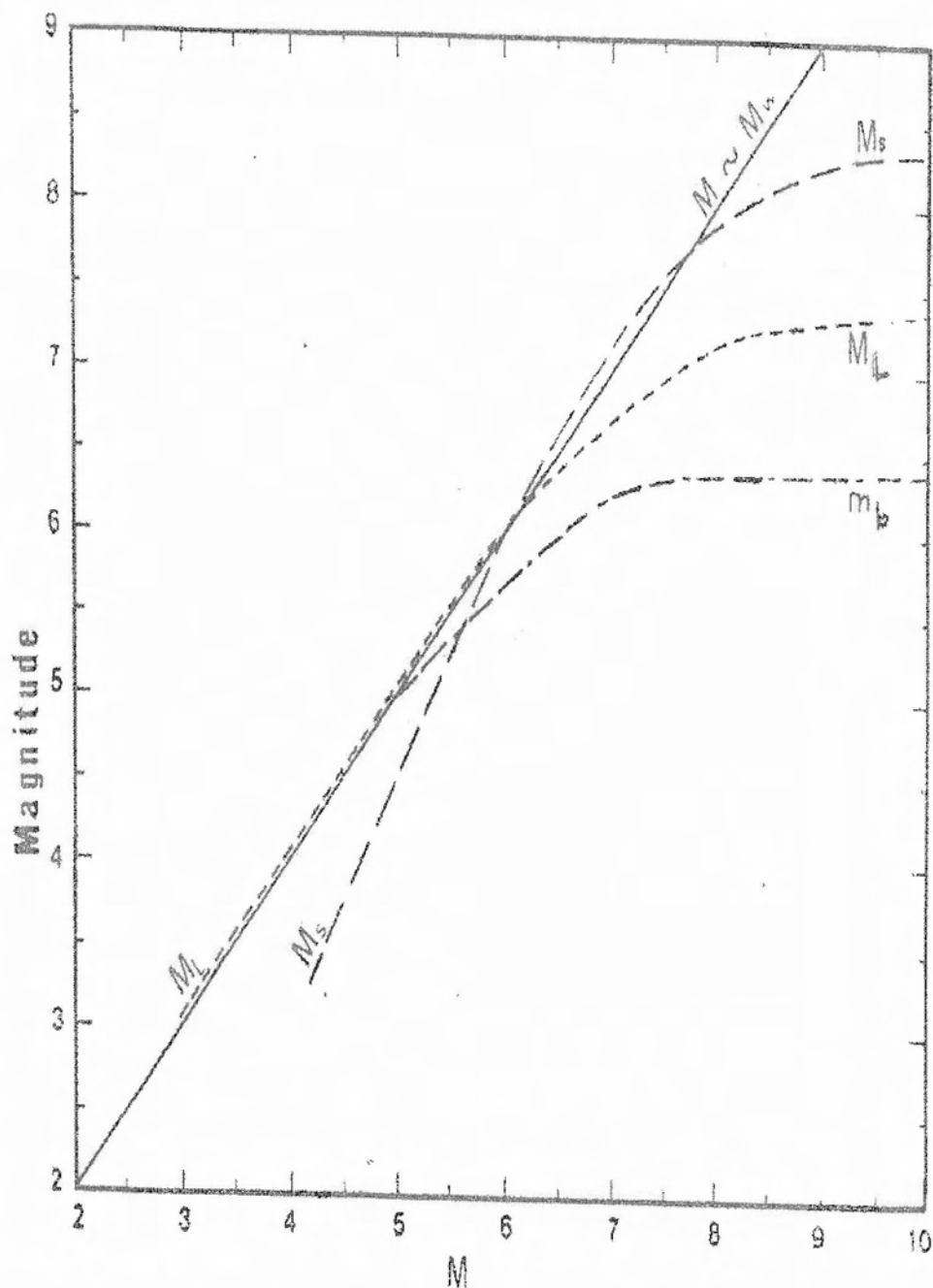
όπου a είναι το πραγματικό πλάτος της εδαφικής κίνησης (σε μ) η οποία αναγράφεται με μέγιστο πλάτος στα κατακόρυφα σεισμόμετρα του τηλεμετρικού δικτύου του εργαστηρίου Γεωφυσικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και R είναι η υποκεντρική απόσταση.

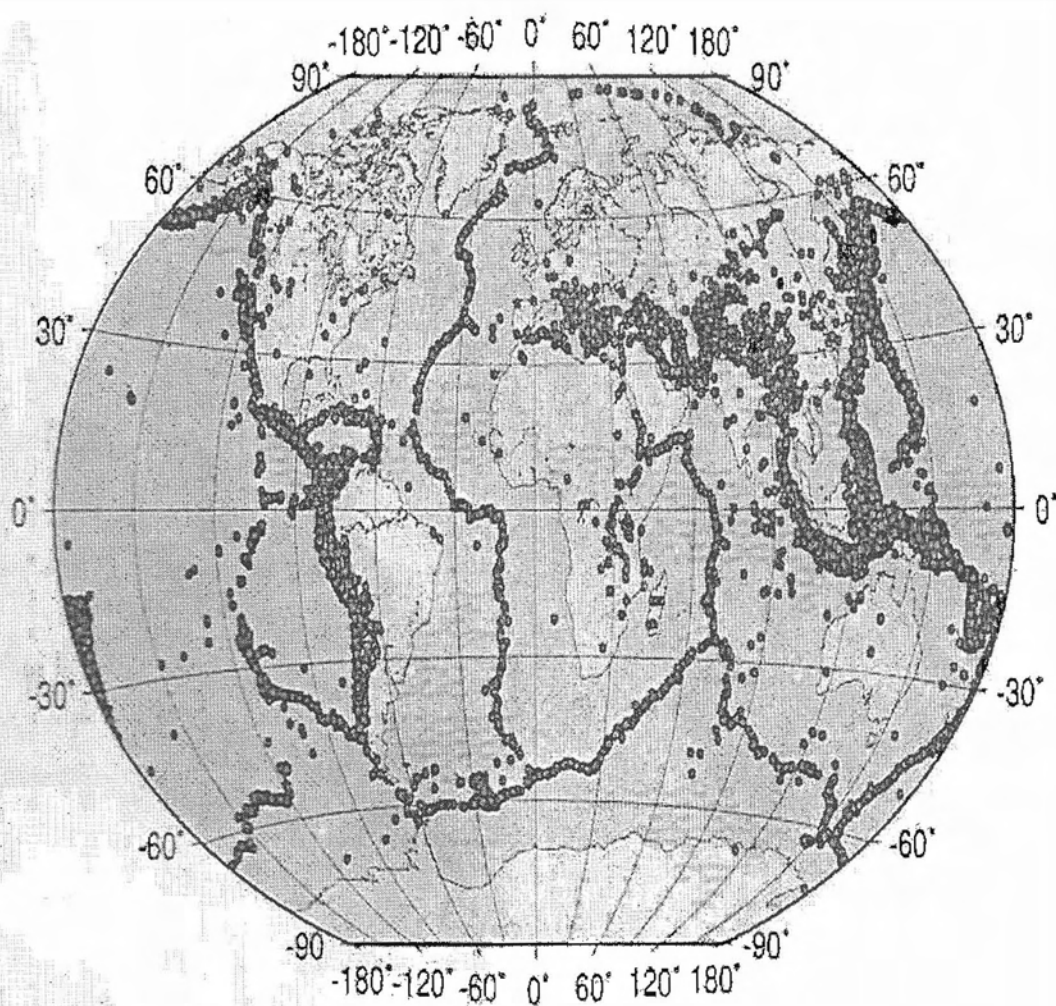
Πηγή: Εισαγωγή στη σεισμολογία. Παπαζάχος Βασίλης 1989

ΤΥΧΗΜΑ 3

ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

M_b, M_l, M_s , ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΡΟΠΗΣ. Η ΠΛΗΡΗΣ ΓΡΑΜΜΗ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΕ ΙΣΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΑΞΟΝΩΝ. (HEATON et al. 1983)



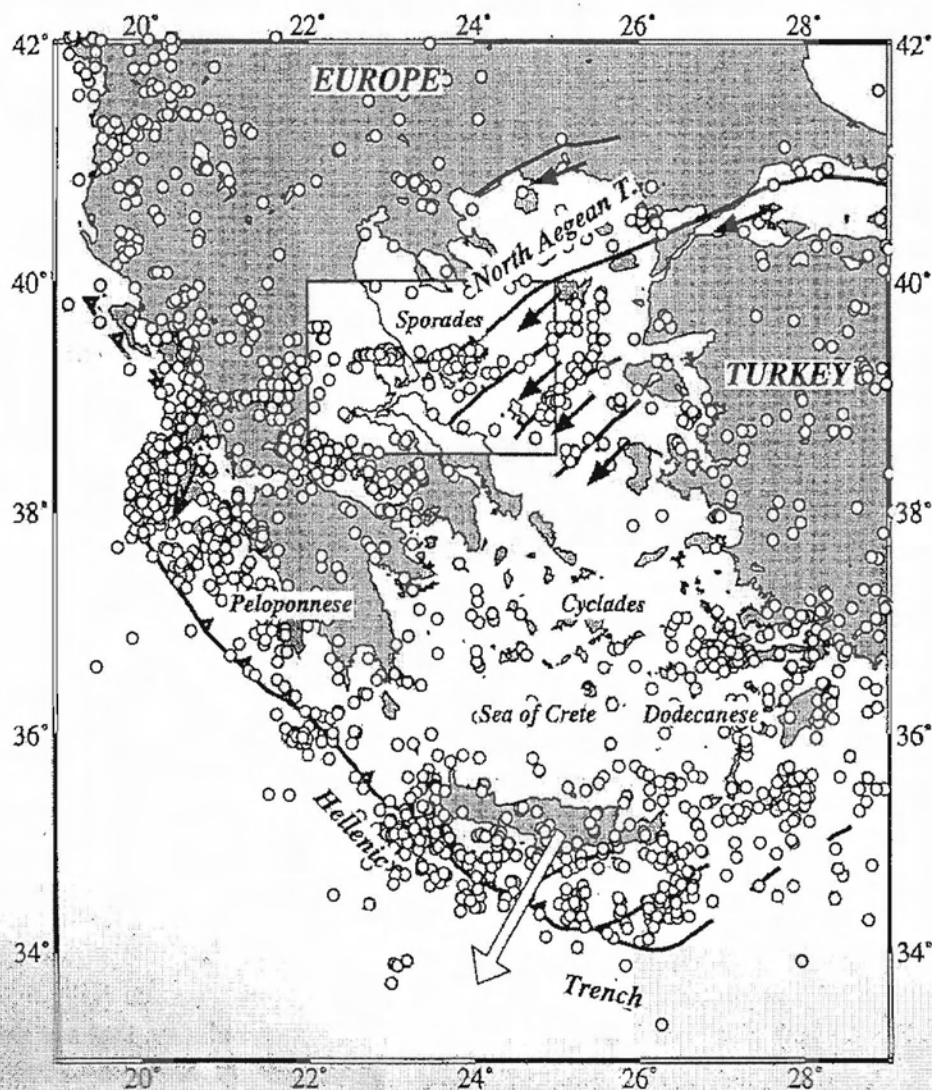


ΧΩΡΙΚΗ ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΩΝ 20.407 ΣΕΙΣΜΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΡΟΠΗΣ MW ΠΑΙΡΝΕΙ ΤΙΜΕΣ ΣΤΟ ΕΥΡΟΣ 3.1-8.4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

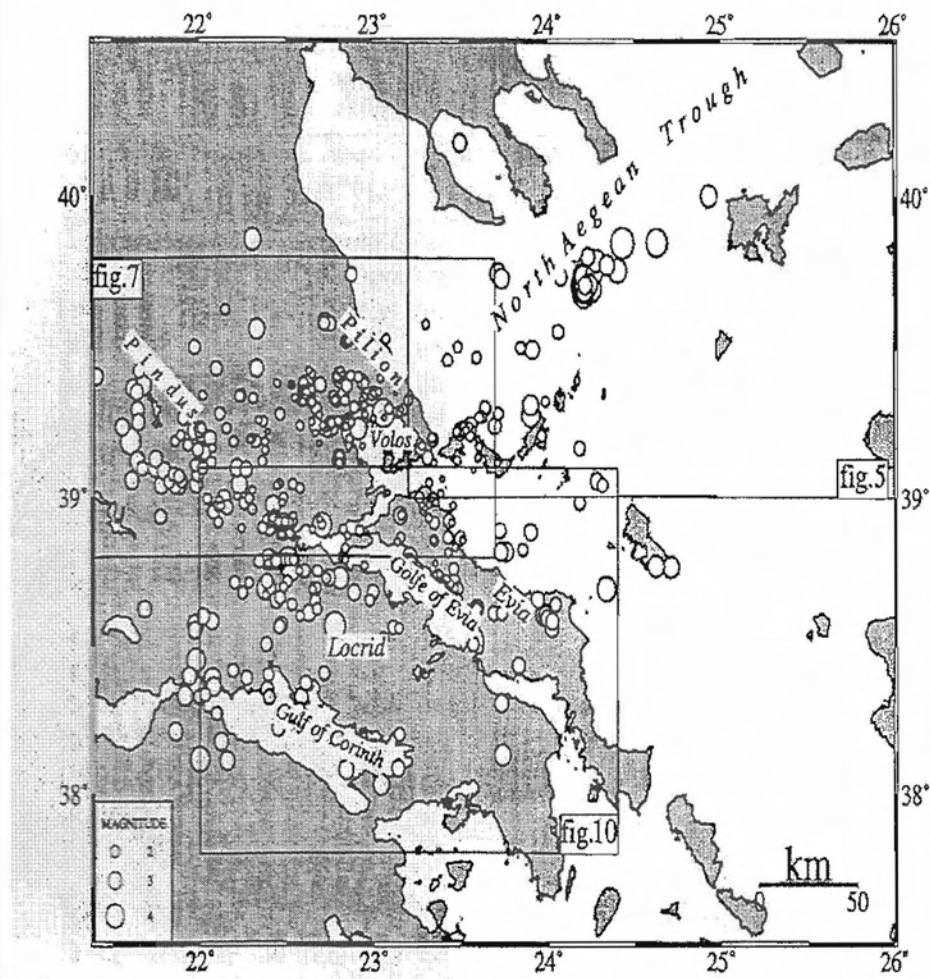
ΣΕΙΣΜΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΤΗΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΜΕ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ (38,5-40 Β),(20-24 Α)

ΣΜΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ.ΟΙ ΑΣΠΡΕΣ ΚΟΥΚΙΔΕΣ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΔΩΣΕΙ ΣΕΙΣΜΟΥΣ ΜΕ ΜΕΓΕΘΗ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΑ ΤΟΥ 4.5 ΑΠΟ ΤΟ 1963 ΜΕΧΡΙ ΤΟ 1996 ,ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΟ ΝΕΙΣ.ΤΟ ΑΣΠΡΟ ΒΕΛΟΣ ΔΕΙΧΝΕΙ ΤΗΝ ΣΧΕΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.

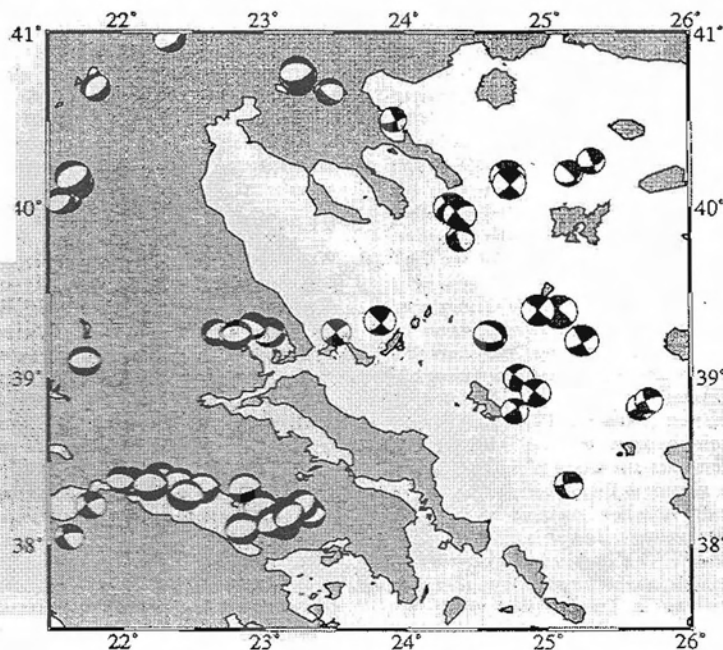


A

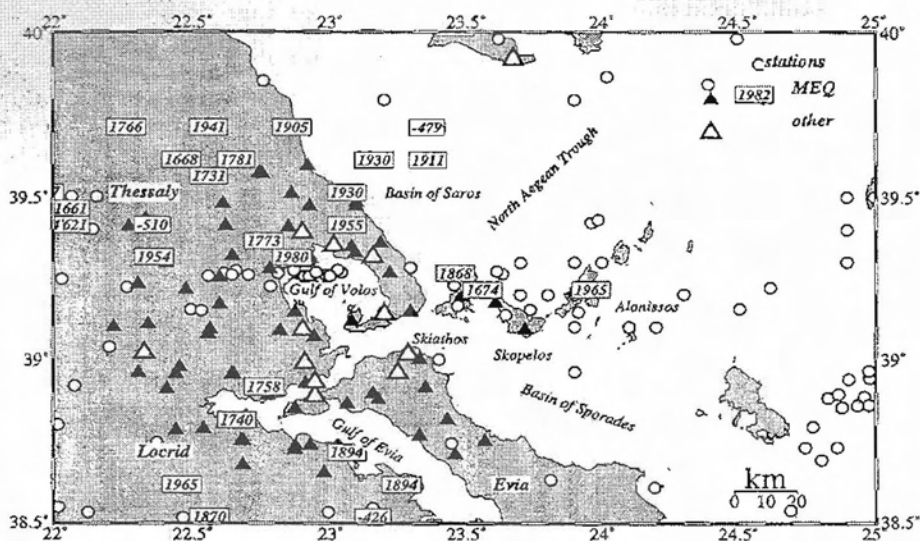
ΡΤΗΣ ΤΩΝ 510 ΕΠΙΚΕΝΤΡΩΝ ΠΟΥ ΕΝΤΟΠΙΣΤΗΚΑΝ ΜΕ ΠΡΟΣΩΡΙΝΟ
ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ ΤΟΥ 1992



ΧΑΡΤΗΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΓΕΝΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

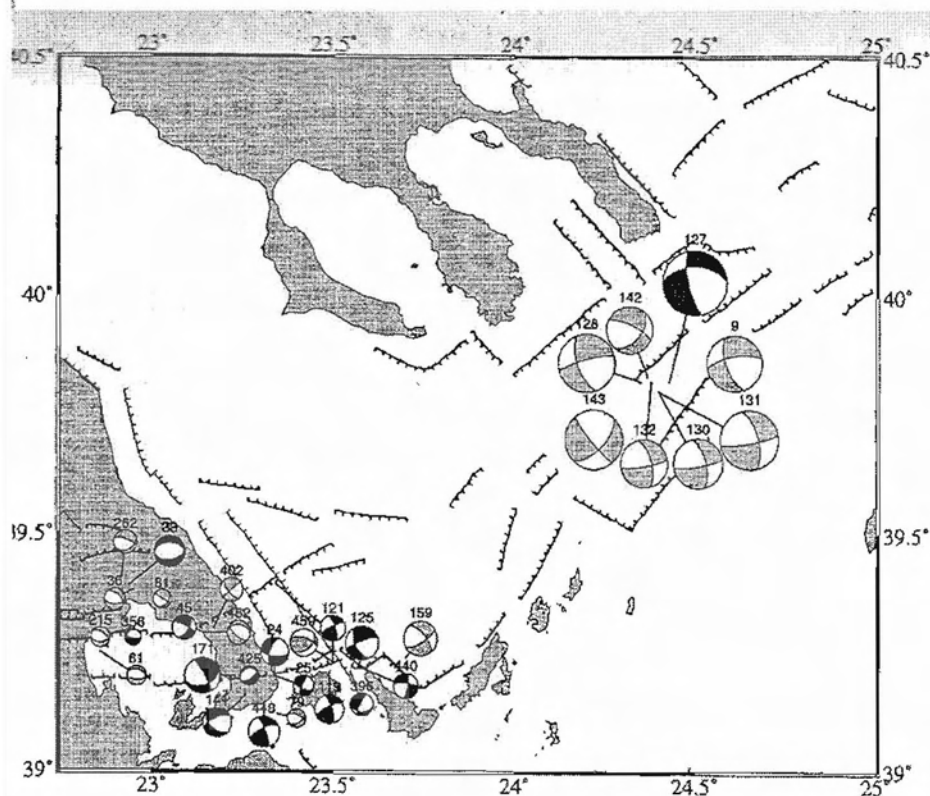
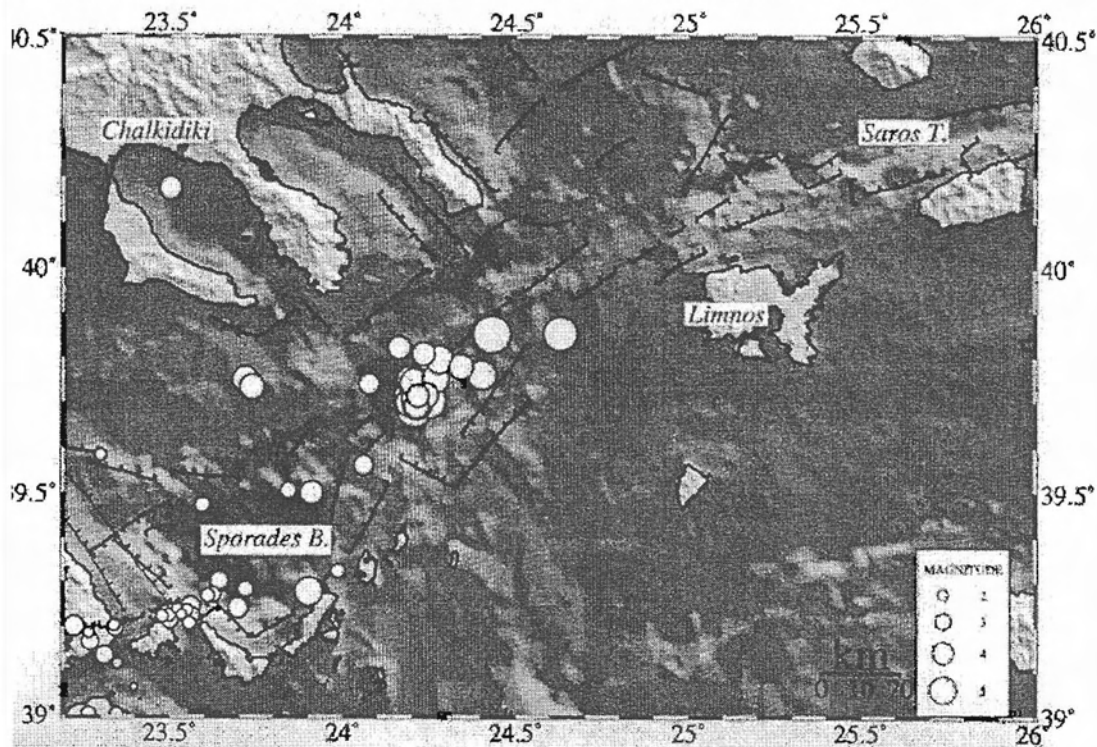


A Modeled and CMT mechanisms



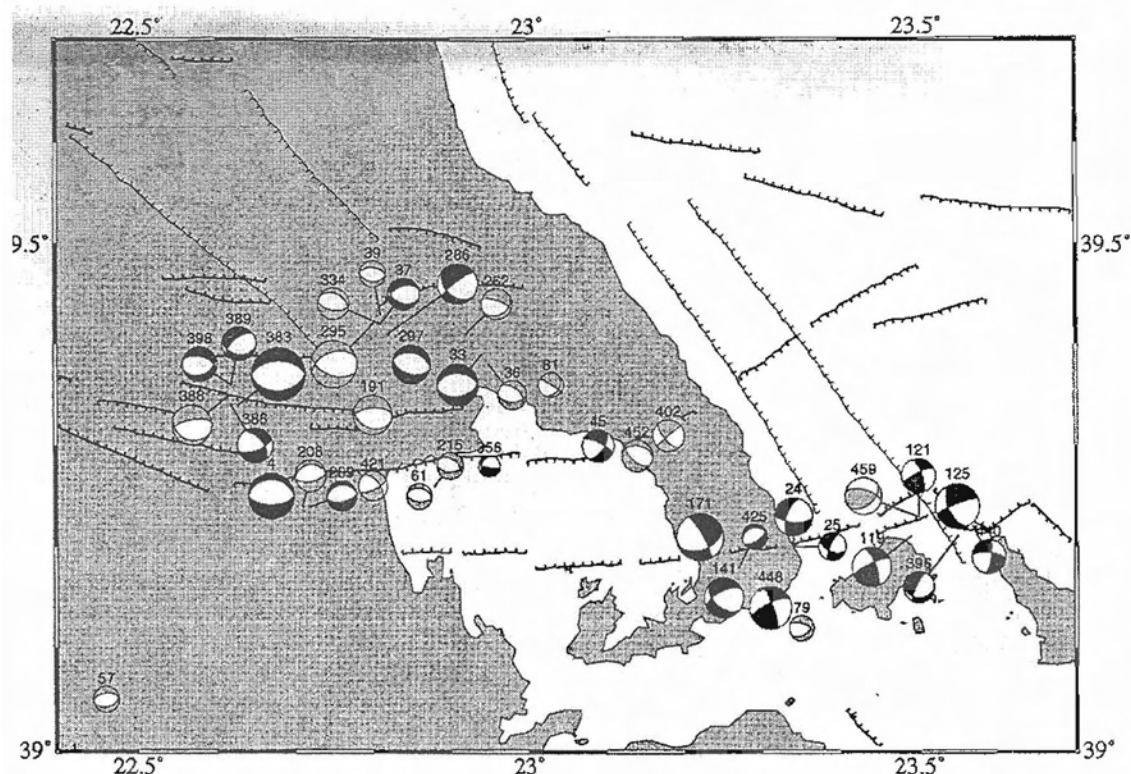
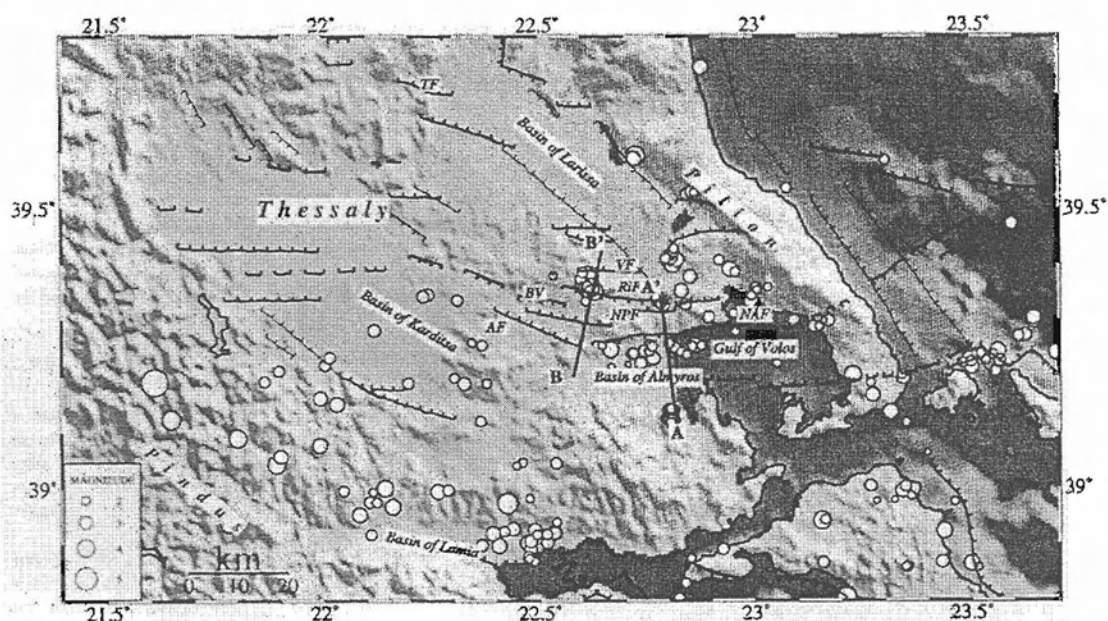
B Β/ ΧΑΡΤΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΩΡΙΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΠΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΗΘΗΚΕ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΛΟΚΡΙΔΑ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ ΤΟΥ 1992. ΟΙ ΙΣΤΟΡΙΚΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ Κ ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΜΕ ΜΕΓΕΘΟΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΤΟΥ 4.5(ΝΕΙΣ) ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΝΤΑΙ ΩΣ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΥΣ, ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ. ΕΝΩ ΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕ ΚΛΕΙΣΤΑ Κ ΑΝΟΙΧΤΑ ΤΡΙΓΩΝΑ

ΕΙΣΜΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ .ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΡΗΓΜΑΤΑ
ΑΝΑΠΑΡΙΣΤΩΝΤΑΙ ΜΕ ΕΝΤΟΝΕΣ Η ΛΕΠΤΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ
ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΙΣ Κ ΤΙΣ ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ,ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ



Β/ ΧΑΡΤΗΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΓΕΝΕΣΗΣ ΤΗΣ ΙΔΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ .
ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕ ΟΤΙ ΤΟ ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΟ ΡΗΓΜΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ
ΠΟΥ ΔΙΑΣΧΙΖΕΙ ΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ Β.ΑΙΓΑΙΟΥ ΜΕΤΑΠΙΠΤΕΙ ΠΡΟΣ ΤΑ
ΔΥΤΙΚΑ ΣΕ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΜΕ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΤΟΛΗ-ΔΥΣΗ,

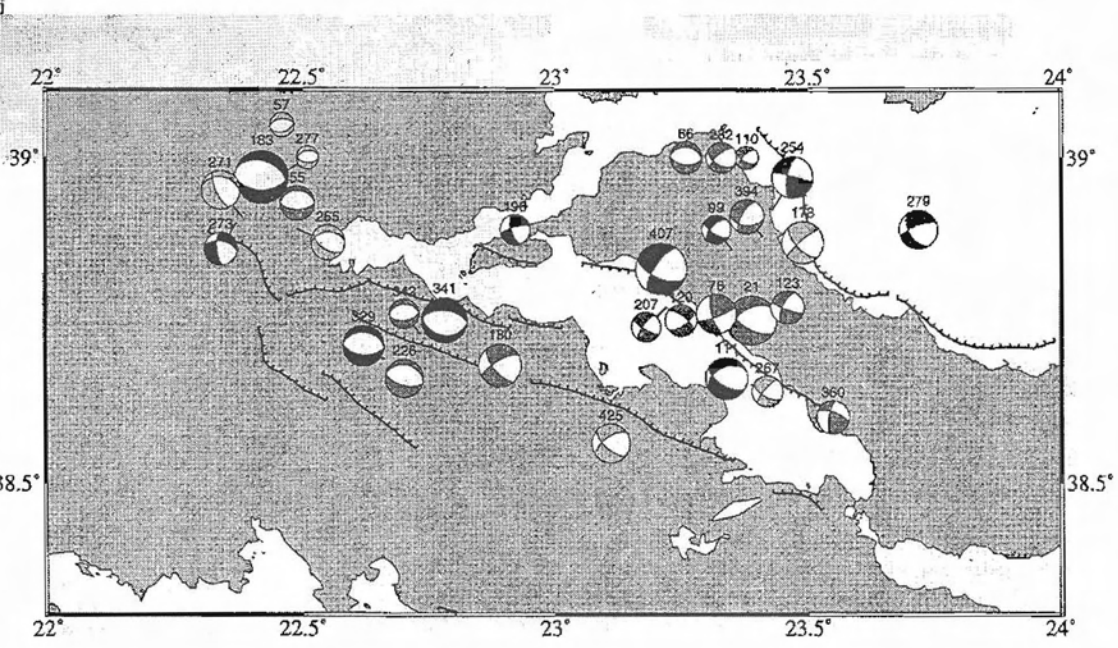
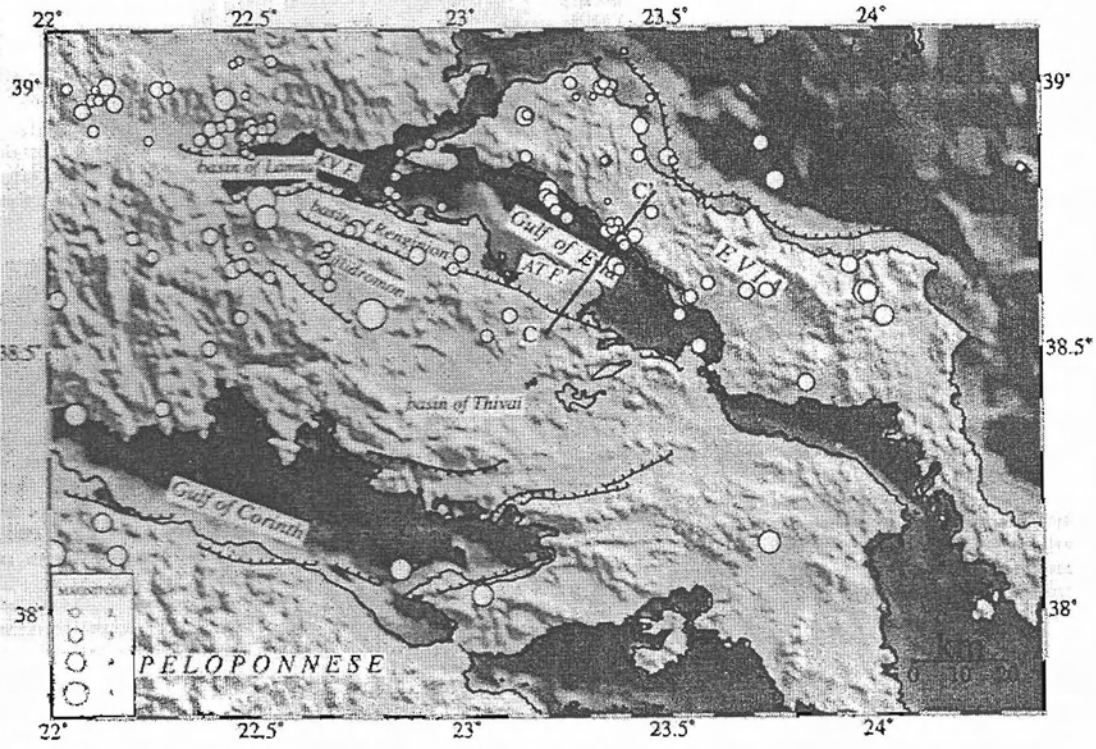
ΧΑΡΤΗΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΚΟΛΠΟ ΤΟΥ ΒΟΛΟΥ.
ΔΕ ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΝΤΑΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΣΤΑ ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΑ-ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΑ
ΡΗΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΝΩΝΟΥΝ ΤΟ ΠΗΛΙΟ ΚΑΙ ΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΛΑΡΙΣΣΑΣ.
ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΟ ΡΗΓΜΑ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΑΓΧΙΑΛΟΥ, ΤΟ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΒΕΛΕΣΤΙΝΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΛΑΜΙΑΣ.



ΧΑΡΤΗΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΓΕΝΕΣΗΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΙΔΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ.
ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕ ΤΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΤΗΣ ΡΗΓΜΑΤΩΣΗΣ ΑΠΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ
ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΣΤΗ ΣΚΙΑΘΟ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΒΟΡΡΑ-ΝΟΤΟΥ(ΝΕΑ.ΑΓΧΙΑΛ.)



ΕΙΣΜΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΕΥΒΟΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΛΟΚΡΙΔΑΣ.
Η ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΠΑΡΑΤΗΡΕΙΤΑΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ ΛΑΜΙΑΣ ΚΑΙ
ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ ΣΤΗ ΛΟΚΡΙΔΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ.



Β/ ΧΑΡΤΗΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΓΕΝΕΣΗΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΙΔΙΑ
ΠΕΡΙΟΧΗ. ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΡΗΓΜΑΤΩΣΗ ΠΑΡΑΤΗΡΕΙΤΑΙ ΣΤΗΝ
ΒΟΡΕΙΑ ΕΥΒΟΙΑ ΑΛΛΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ ΒΟΡΡΑ-ΝΟΤΟΥ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΗΣ
ΛΑΜΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

***ΜΕΡΟΣ Α**

**ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΘΗΚΕ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ
ΣΕΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ**

***ΜΕΡΟΣ Β**

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ
ΟΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΕΤΑΙ Ο ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΩΝ
ΣΕΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΧΕΙ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΕΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ,ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ Ο
ΤΥΠΟΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΙ Ο
ΚΑΘΕ ΣΤΑΘΜΟΣ**

***ΜΕΡΟΣ Γ**

**ΧΑΡΤΗΣ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΠΟ
ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΕΙ
ΜΕΓΕΘΗ ΣΕΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ**

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΘΗΚΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Η διαδικασία που θα περιγραφεί παρακάτω, εφαρμόστηκε για συγκεκριμένη περιοχή του χώρου της Κεντρικής Ελλάδας με γεωγραφικές συντεταγμένες:

38,5° Βόρεια – 40,0° Βόρεια
20,0° Ανατολικά – 24,0° Ανατολικά

(βλ. χάρτες, τέλος κεφαλαίου)

Η συνέχιση της διαδικασίας απαιτούσε τη συλλογή όλων των σεισμών που είχαν καταγραφεί από τους ανά τον κόσμο σεισμολογικούς σταθμούς για τη συγκεκριμένη περιοχή, και πιο συγκεκριμένα μέσα στο διάστημα των χρόνων 1981 έως και σήμερα.

Για τη συλλογή όλων των καταγραφών σε αυτό το διάστημα χρησιμοποιήθηκε η τράπεζα δεδομένων του ISC (INTERNATIONAL SEISMOLOGICAL CENTER.UK), μέσω του δικτυακού της τόπου www.ISC.ac.UK. Σε μία μηχανή εντοπισμού, είναι δυνατό να εισάγεις τις γεωγραφικές συντεταγμένες της προς μελέτη περιοχής καθώς και το χρονικό διάστημα για το οποίο ενδιαφέρεσαι και να εξάγεις όλα τα δεδομένα που αφορούν στα σεισμικά συμβάντα για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα στη συγκεκριμένη περιοχή. Τα δεδομένα αυτά απαντούν στο όνομα του σταθμού που καταγράφει το σεισμό, στο μέγεθός του σεισμού καθώς και στον τύπο του μεγέθους που υπολογίζει.

Επειδή το διάστημα για το οποίο θέλαμε να συγκεντρώσουμε τις καταγραφές ήταν μεγάλο (1981 – 2006, στην πραγματικότητα ως το 2004 που σταματάει η τελευταία καταγραφή), συλλέχθηκε ένας τεράστιος όγκος δεδομένων με τα παραπάνω στοιχεία.

Το αντικείμενο μελέτης αφορούσε στη σύγκριση των διάφορων τύπων μεγεθών που υπολόγιζε ο εκάστοτε σεισμολογικός σταθμός για το διάστημα αυτό με γνωστούς τύπους μεγεθών που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή μεγεθών σεισμών στον ελληνικό χώρο αλλά και παγκοσμίως. Οι τύποι μεγεθών αυτοί μαζί με τους σταθμούς τους είναι οι εξής:

ML, MD / ATH (ΑΘΗΝΑ)

ML / THE (ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ)

m6, M_S / ISC (INTERNATIONAL SEISMOLOGICAL CENTER.UK)

M_W / HRVD (HARVARD, USA)

Η σύγκριση εννοείται πως έγινε για το ίδιο χρονολογικά σεισμικό συμβάν μέσα στο χρονολογικό διάστημα που ζητήθηκε (1981 – 2004) και αφορούσε στην εξαγωγή σχέσεων μεταξύ των παραπάνω τύπων μεγεθών των (ATH, THE, ISC, HRVD) με οποιοδήποτε τύπο μεγέθους που υπολογίστηκε από οποιοδήποτε σταθμό για την ίδια χρονικά σεισμική καταγραφή.

Η πραγματοποίηση του παραπάνω σκοπού απαιτούσε για τη συνέχισή του την κατασκευή μιας λίστας όπου να αναφέρεται ο αριθμός των σεισμικών καταγραφών από κάθε ένα σταθμό μαζί με τον κάθε τύπο μεγέθους που υπολόγιζε ξεχωριστά για όλο το χρονικό διάστημα που ζητήθηκε (1981 – 2004). Αξίζει να αναφερθεί ότι η λίστα αυτή ανέφερε διαφορετικό αριθμό καταγραφών για διαφορετικό τύπο μεγέθους του ίδιου σταθμού. Όπως επίσης διαφορετικό αριθμό καταγραφών λόγω διαφορετικής ορθογραφίας των ίδιων τύπων μεγεθών (π.χ mL, mI, MI, ML)

Απ' όλο αυτό τον τεράστιο όγκο καταγραφών επιλέχθηκαν για τη σύγκριση αυτές που είχαν αριθμό καταγραφών πάνω από 20, αφού αυτές με αριθμό καταγραφών κάτω από αυτό δεν θα έδιναν ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Η κατασκευή της λίστας, του αριθμού των καταγραφών, του κάθε τύπου μεγέθους των σταθμών έγινε με τη χρησιμοποίηση ενός προγράμματος γλώσσας FORTRAN που είχε σαν βάση δεδομένων τις καταγραφές του ISC για την περιοχή στο διάστημα 1981 – 2004. Το πρόγραμμα εντόπιζε τις διαφορετικές καταγραφές (τύπος μεγέθους, σταθμός), όποτε αυτές εμφανίζονταν, δίνοντας στο τέλος το σύνολο τους για κάθε μια από αυτές ξεχωριστά.

Η συνέχιση της διαδικασίας απαιτούσε την κατασκευή λιστών όπου να εμφανίζονται οι αντιστοιχίες των μεγεθών, των προς σύγκριση σταθμών και των τύπων των μεγεθών τους. Π.χ (MD ATH, ML THE, m6 ISC, M_w HRVD) με τις αντίστοιχες καταγραφές του ίδιου σεισμικού γεγονότος από άλλους σταθμούς είτε αυτές καταγράφηκαν σε ίδιου τύπου μέγεθος, είτε σε διαφορετικού.

Κατασκευάστηκε έτσι, πρόγραμμα σε γλώσσα FORTRAN το οποίο έδινε πίνακες με τις παραπάνω αντιστοιχίες μεγεθών, τύπων και σταθερών. Το πρόγραμμα κατασκευάστηκε έτσι ώστε να διορθώνει και τις καταγραφές των οποίων ο αριθμός αλλοιωνόταν λόγω διαφορετικής ορθογραφίας των τύπων των μεγεθών που χρησιμοποιεί το σύστημα κάθε σταθμού, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Πήραμε έτσι πίνακες της μορφής:

MB ISC 4.3	MD SOF 4.2
MB ISC 4.1	MD SOF 4.0
MB ISC 4.0	MD SOF 4.2
MB ISC 4.4	MD SOF 4.4

Ο αριθμός τον παραδειγματικό πίνακα είναι το μέγεθος του σεισμού, τα MB, MD οι τύποι των μεγεθών, ενώ τα ISC και SOF τα ονόματα των σταθμών (SOF, σεισμολογικός σταθμός Σόφιας, Βουλγαρία). Το επόμενο βήμα, έχοντας πια τις αντιστοιχίες των μεγεθών ήταν η τοποθέτησή τους σε ένα σύστημα συντεταγμένων, τοποθετώντας στον άξονα των x τα προς σύγκριση μεγέθη των σταθμών (ATH, THE, ISC και HRVD), ενώ στον άξονα των y τα υπόλοιπα μεγέθη που υπολογίστηκαν από τους υπόλοιπους σταθμούς π.χ (TIR Τίρανα, SOF Σόφια, ISK Istanbul – Kandilli).

Για την κατασκευή των παραπάνω γραφικών παραστάσεων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Grapher 4 του Microsoft Word, το οποίο εκτός του ότι τοποθέτησε τα μεγέθη στους άξονες, έδωσε και τις ευθείες που αντιστοιχούσαν στην εκάστοτε διάταξη των σημείων δίνοντας έτσι και τη γραμμική διάσταση των διαφόρων αντιστοιχιών των μεγεθών. Παράλληλα με την κατασκευή των ευθειών το πρόγραμμα είχε τη δυνατότητα να μας δίνει και τις εξισώσεις των ευθειών μεταξύ των διαφόρων μεγεθών, δίνοντας μας έτσι τη δυνατότητα να έχουμε τόσο τη σχηματική όσο και τη μαθηματική απεικόνιση των σχέσεων μεταξύ κλιμάκων μεγεθών των σεισμών της συγκεκριμένης περιοχής του ελληνικού χώρου, ώστε να μπορεί εύκολα να γίνει η μετατροπή ενός τύπου μεγέθους ενός εκ των ζητούμενων σταθμών σε ένα τύπο μεγέθους που υπολογίζει κάποιος άλλος τυχαίος σταθμός.

Π.χ $md_{ath} = 0.63 \cdot m6_{isc} + 1,327$

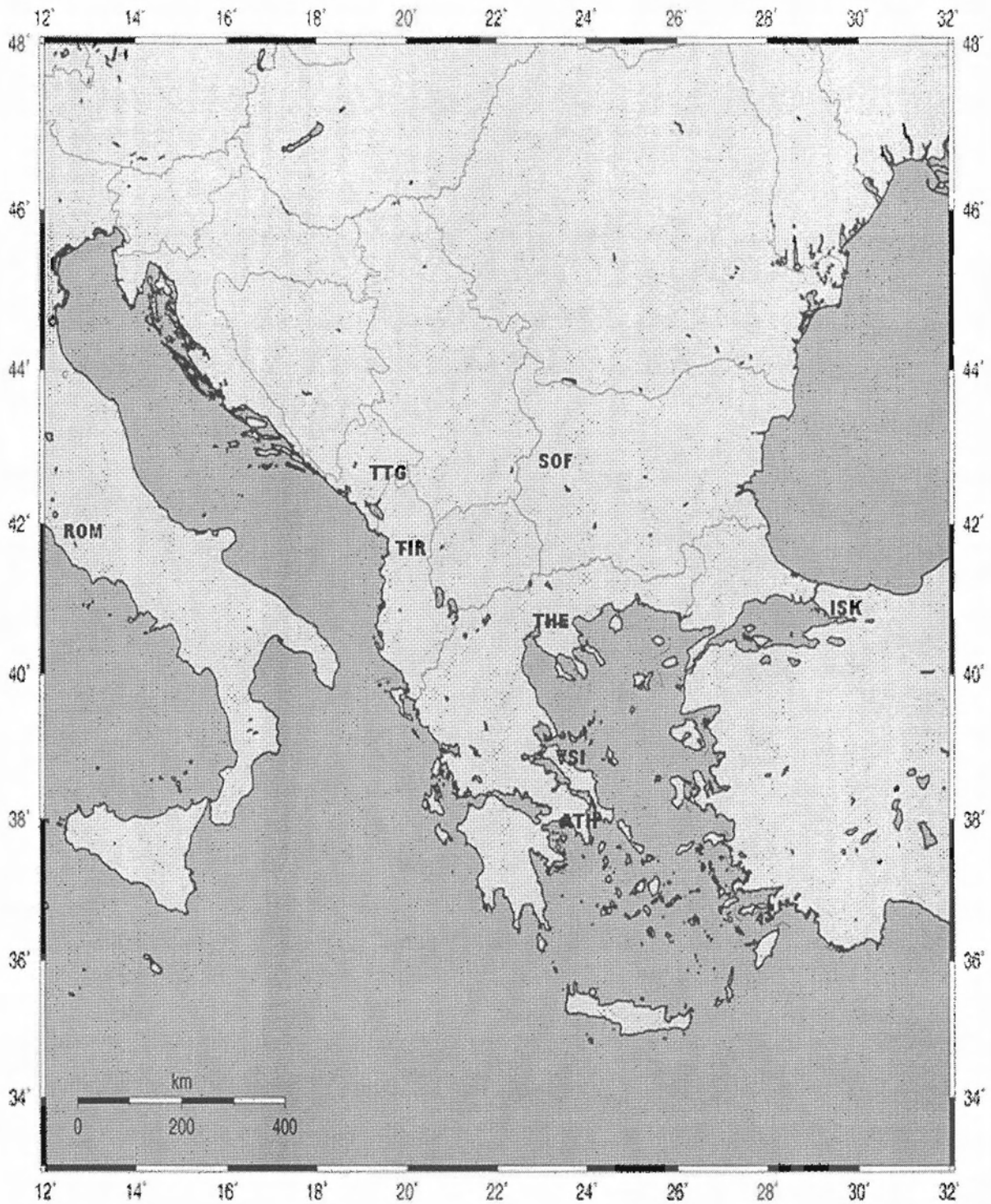
Πίνακας 1: πίνακας των σεισμολογικών σταθμών όπου αναφέρεται ο αριθμός των σεισμών καθώς και ο τύπος του μεγέθους που υπολογίζει ο κάθε σταθμός

STATION	NAME	LAT Φ	LON Λ	ELEVATION (m)	COUNTRY	STATUS	MD	ML	MB	MS
THE	Thessaloniki	40.6322	22.965	70	Greece	1981	504	6210	-	-
ISK	Istanbul- kandilli	41.0656	29.0592	132	Turkey	1934	64	-	-	-
ROM	Rome	41.9033	12.5133	45	Italy	closed 1969	415	153	-	-
SOF	Sofia	42.6853	23.3342	540	Bulgaria	Open	111	-	-	--
IDC	Isla del cano	8.7133	83.8698	10	Costa rica	Closed	-	297	337	149
TIR	Tirana	41.3477	19.865	247	Albania	1968	-	1131	-	-
BJI	Beijing	40.0403	116.175	43	China	1977	-	-	270	132
HFS	Hagfors	60.1335	13.6945	296.7	Sweden	1969	-	-	381	142
MOS	Moscow	55.7383	37.625	121	Russia	1936	-	-	231	169
NAO	Norsar	60.8237	10.8324	379	Norway	1971	-	135	1252	-
TTG	Podgorica	42.4297	19.2608	40	Montenegro	1960	-	-	-	-
VSI	Simia	38.8793	23.209	448	Greece	reserved	-	1572	-	-
BER	Bergen	60.3838	5.3339	50	Norway	1977	-	-	24	-
ATH	Athens	37.9722	23.7167	95	Greece	1892	6427	5013	-	-

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν

- *PDG :SEISMOLOGICAL INTITUTE OF MONTENEGRO(PODGORICA)
ME MD:205, ML:352
- *EIDC:EXPERIMENTAL INTERNATIONAL DATA CENTER,VIRGINIA
ME ML:296, MB:507, MS:119
- *ISC:INTERNATIONAL SEISMOLOGICAL CENTER,U.K
ME MB:1884, MS:403
- *LDG:LABORATORY OF DETECTION AND GEOPHYSICS,FRANCE
ME MB:96, MS:80
- *NEIS:USGS,NATIONAL EARTHQUAKE INFORMATION CENTER
ME MB:351,MS:47

ΛΙΣΤΑ ΣΤΑΘΜΩΝ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ
ΟΠΟΙΟΥΣ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΘΕΙ ΜΕΓΕΘΗ ΣΕΙΣΜΩΝ
ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΗΝ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ
(38,5-40 N), (20-24 E)

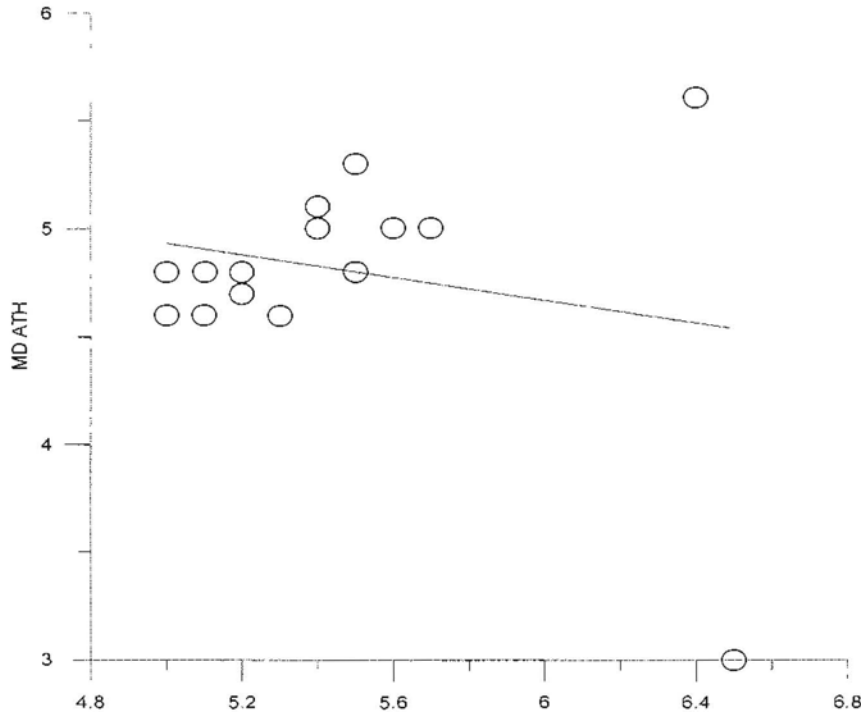


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

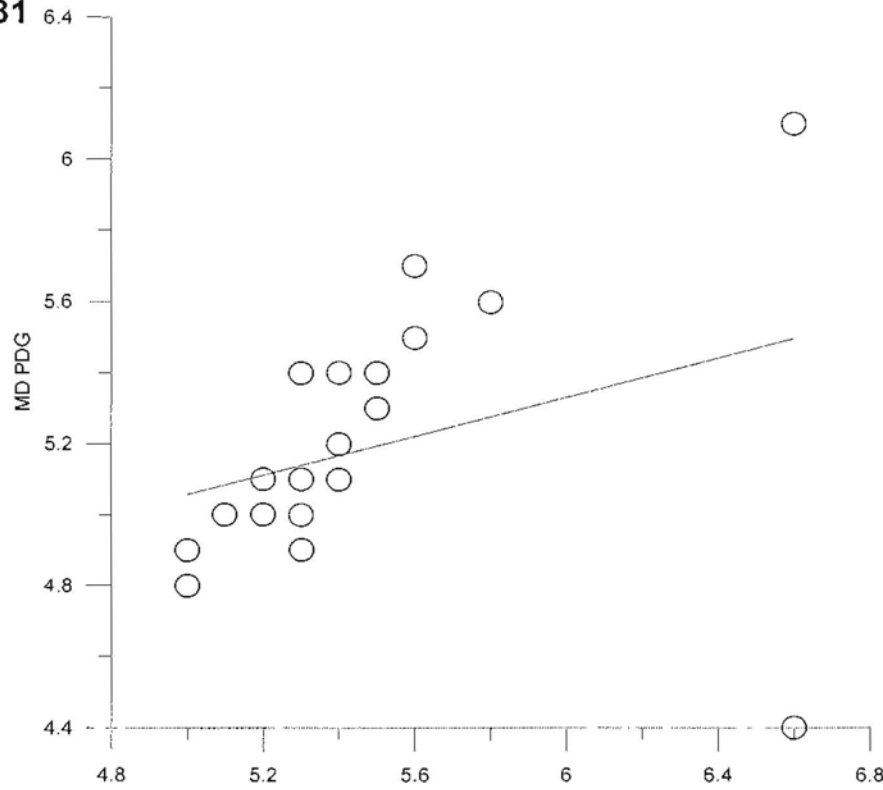
**ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΚΩΝ
ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΝΤΑΙ ΑΠΟ
ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ
ΓΙΑ ΣΕΙΣΜΟΥΣ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
(38.5-40 B).(20-24 A)**

MW HRVD-MD

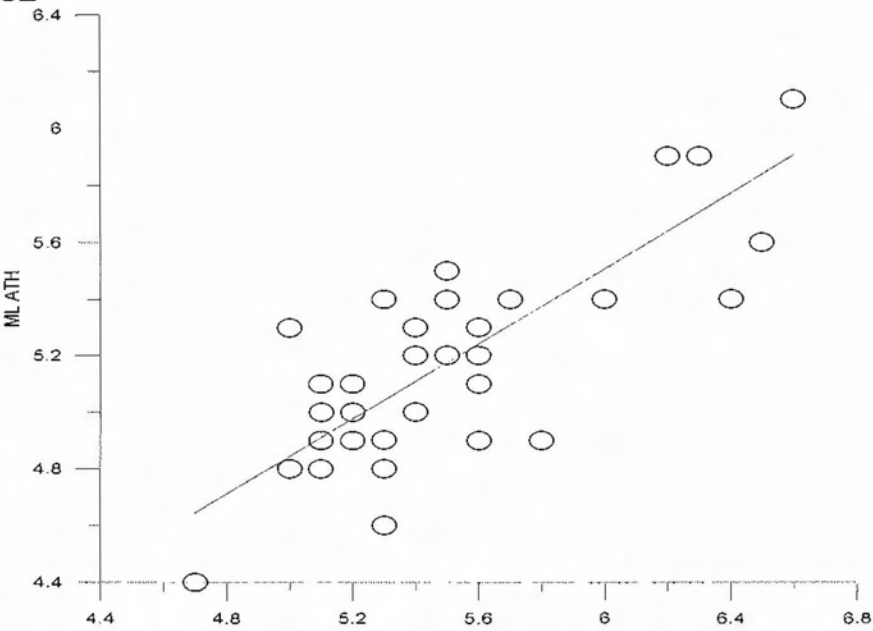
$y=-0.265x+6.259$



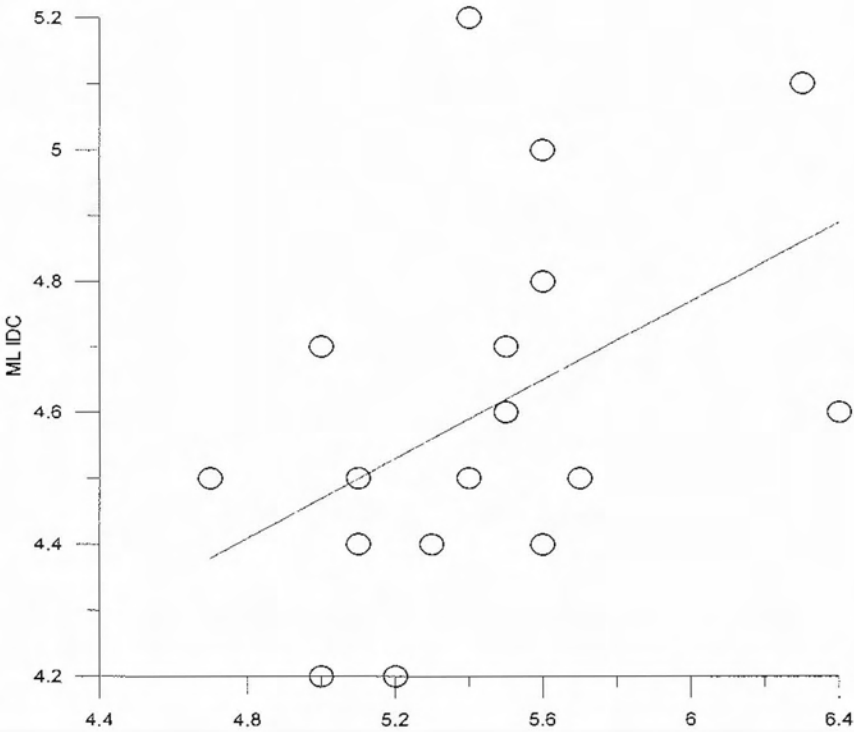
$y=0.275x+3.681$



$y=0.6622x+1.532$

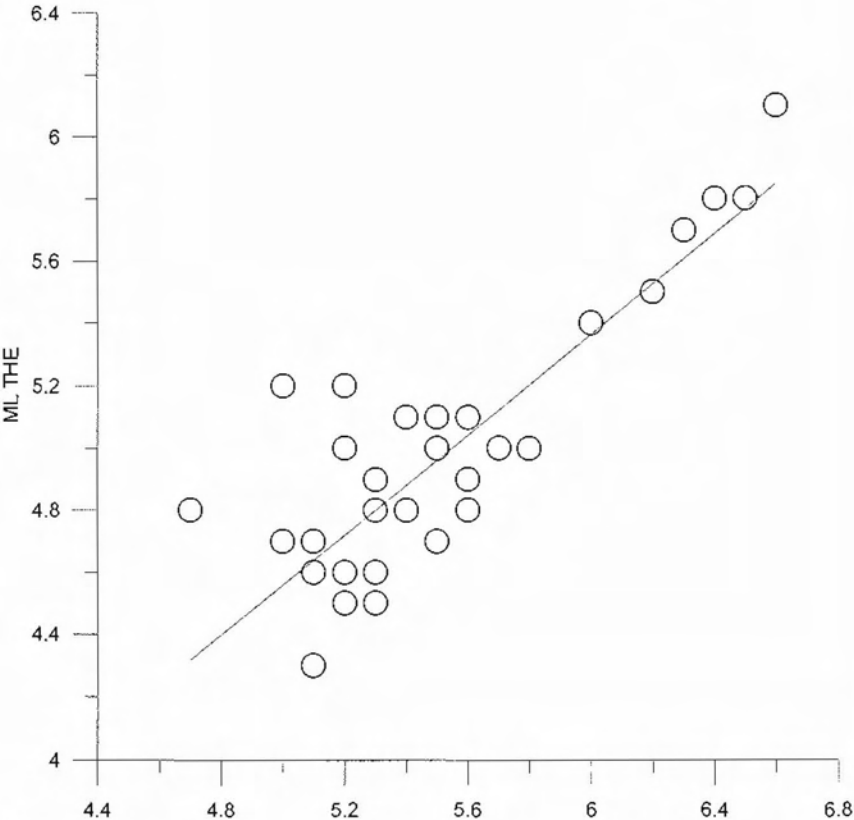


$y=0.3x+2.965$

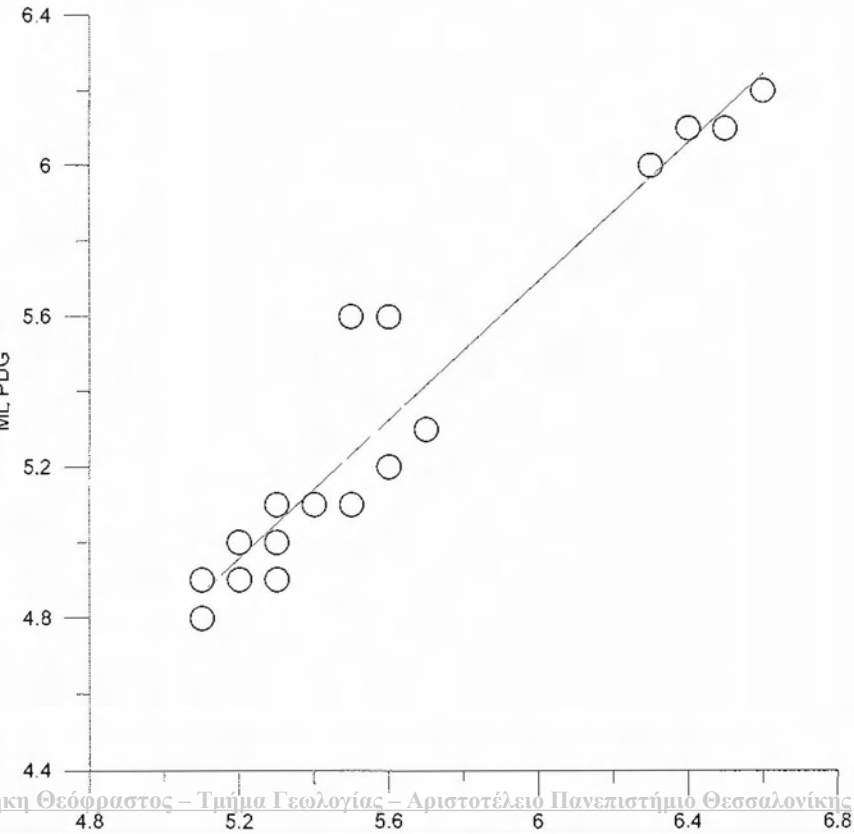


MW HRVD-ML

$y=0.805x+0.529$

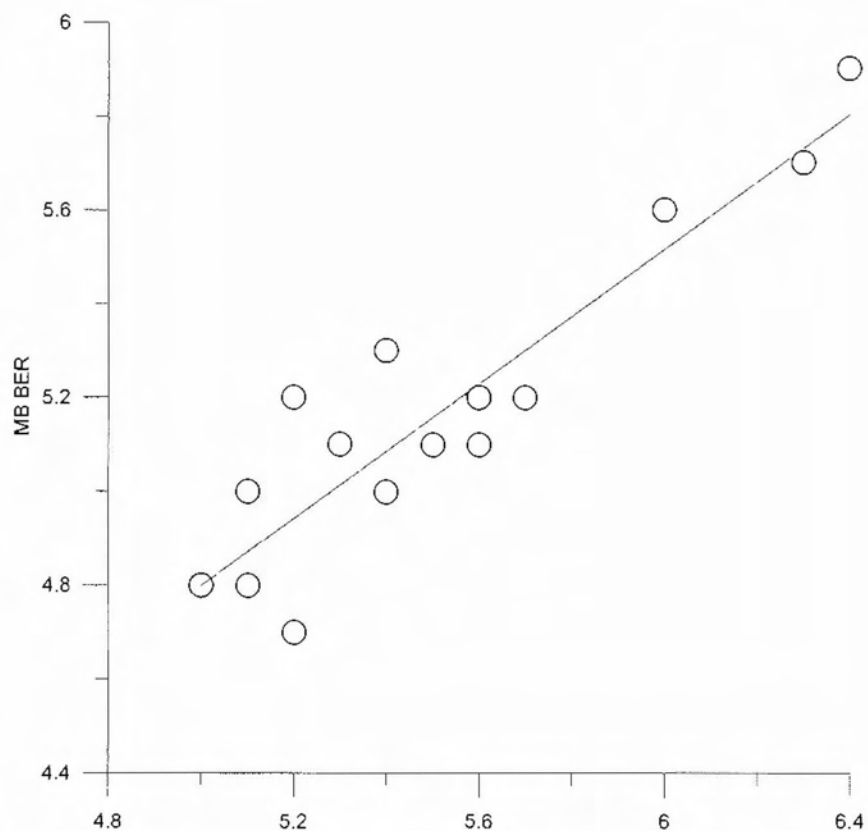


$y=0.919x+0.1763$

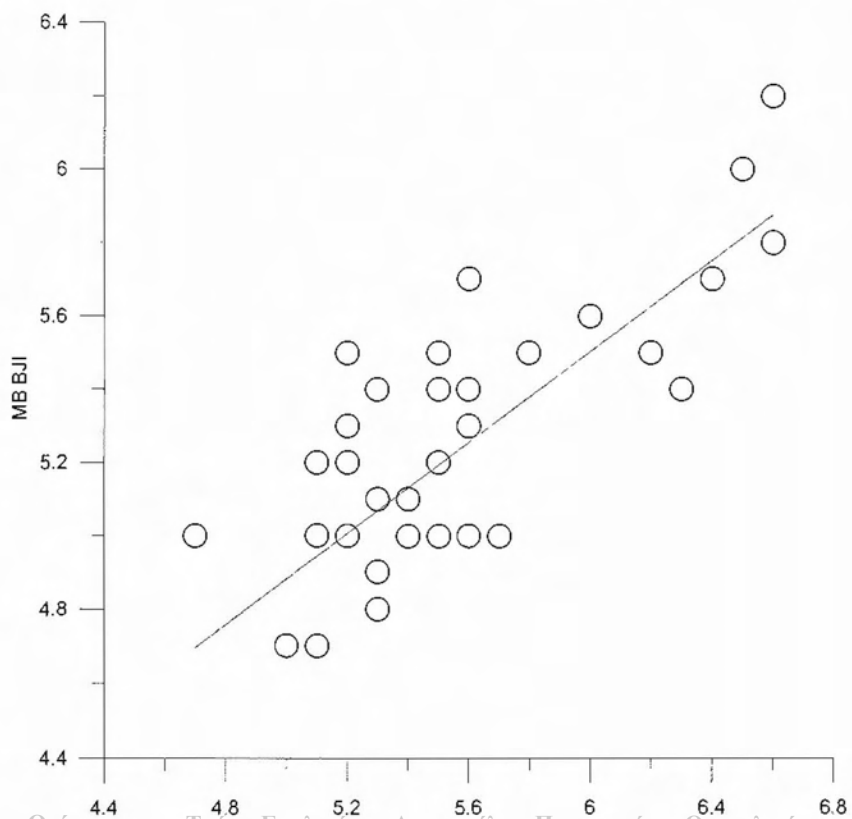


W HRVD-MB

$$y=0.7159x+1.219$$

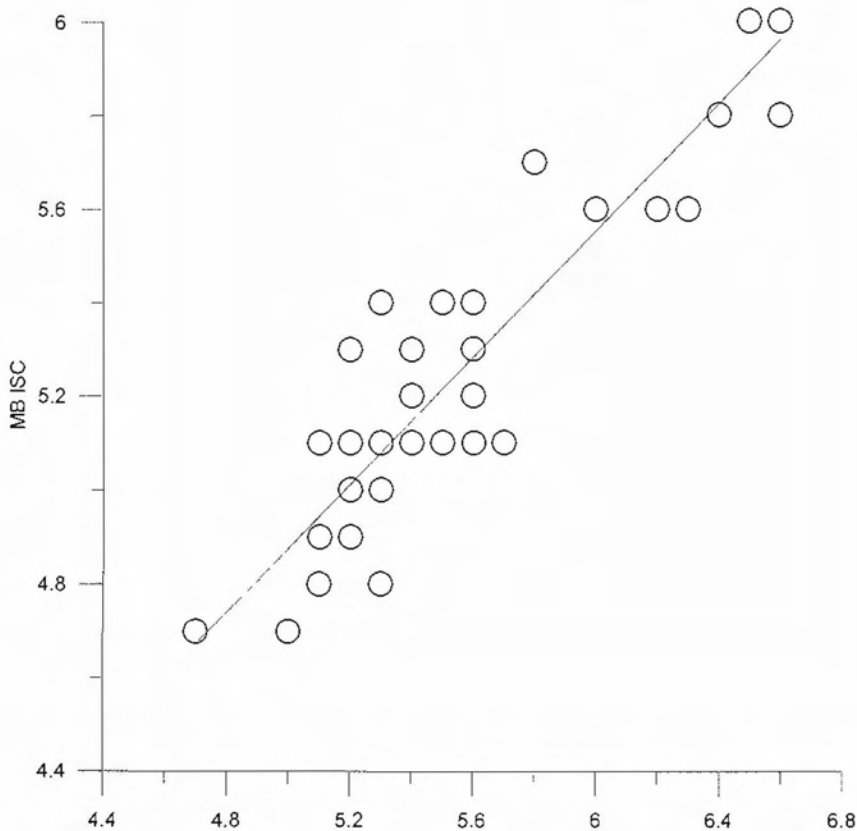


$$y=0.6208x+1.777$$

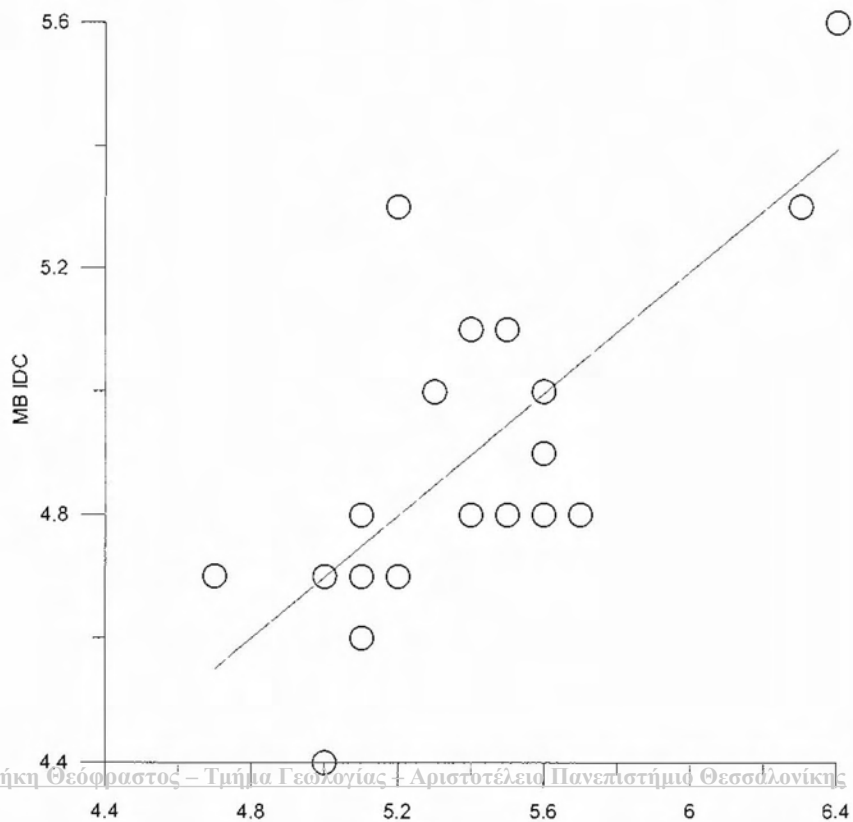


MW HRVD-MB

$$y=0.677x+1.489$$



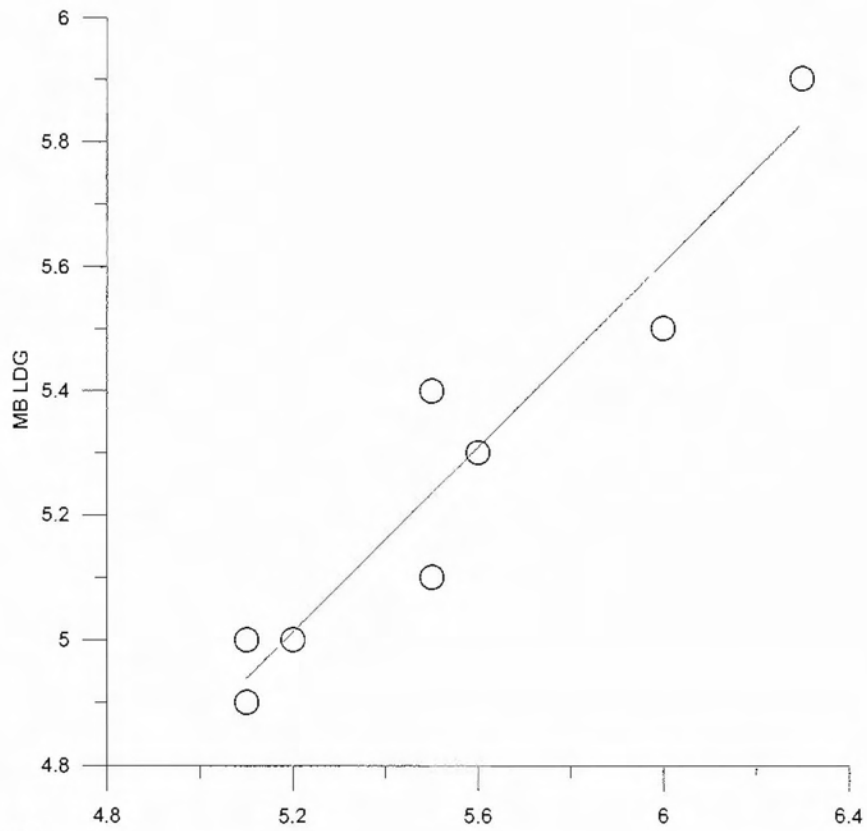
$$y=0.4954x+2.222$$



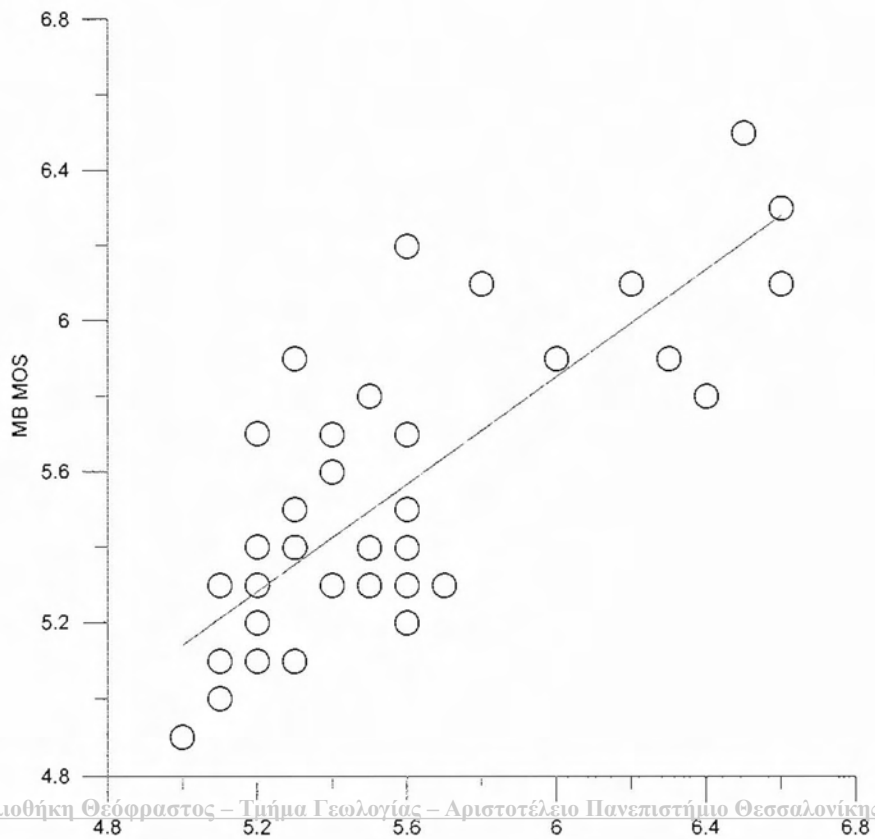


HRVD-MB

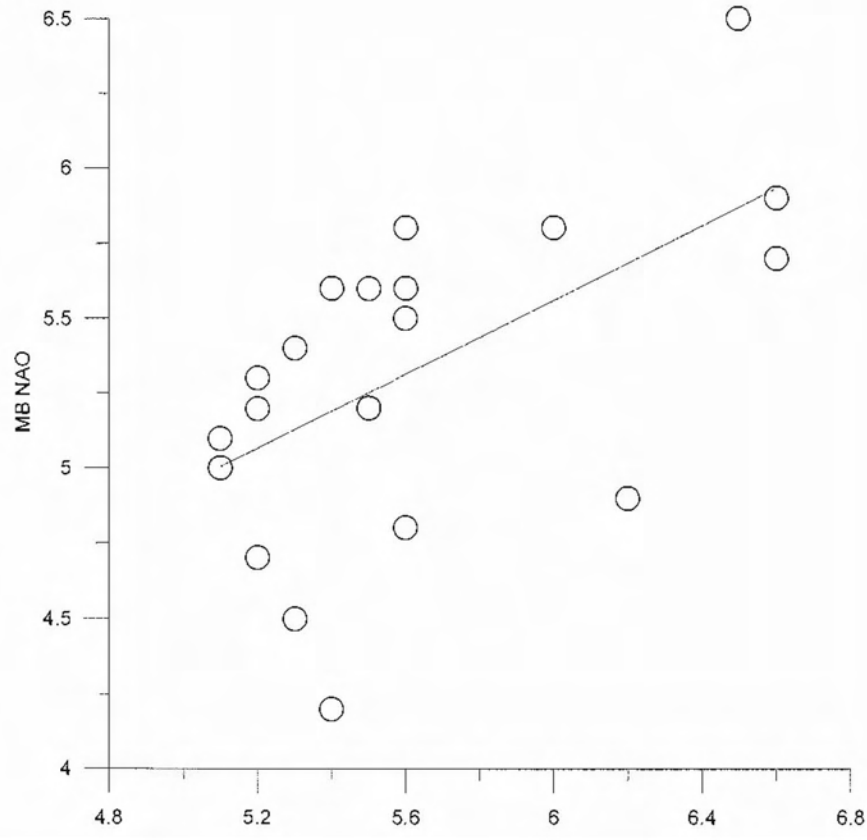
$$y=0.74x+1.164$$



$$y=0.7129x+1.5754$$

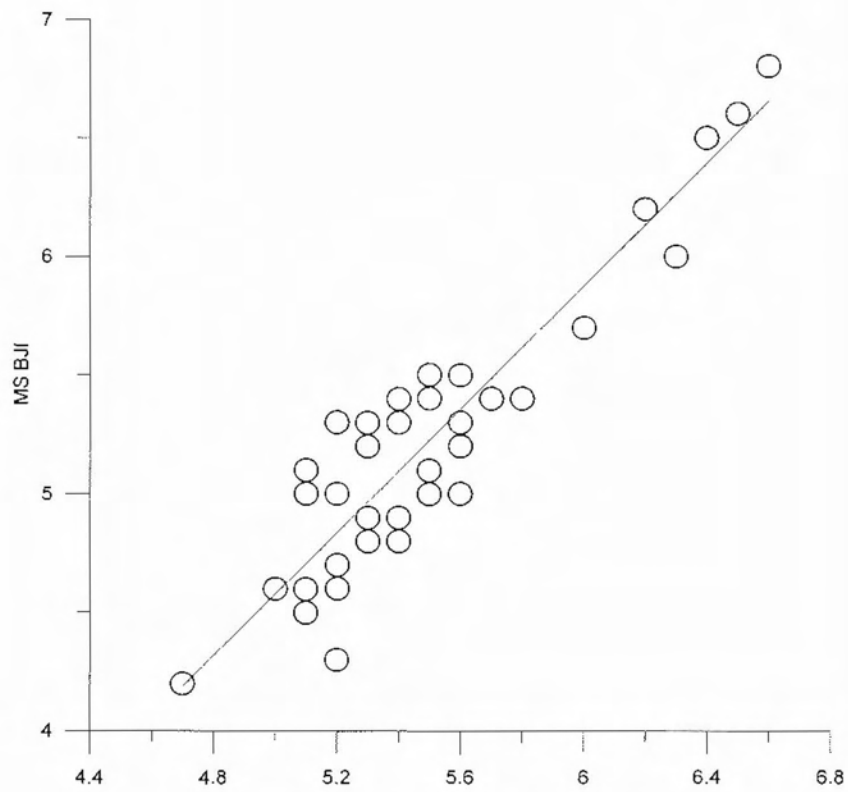


$y=0.6169x+1.858$

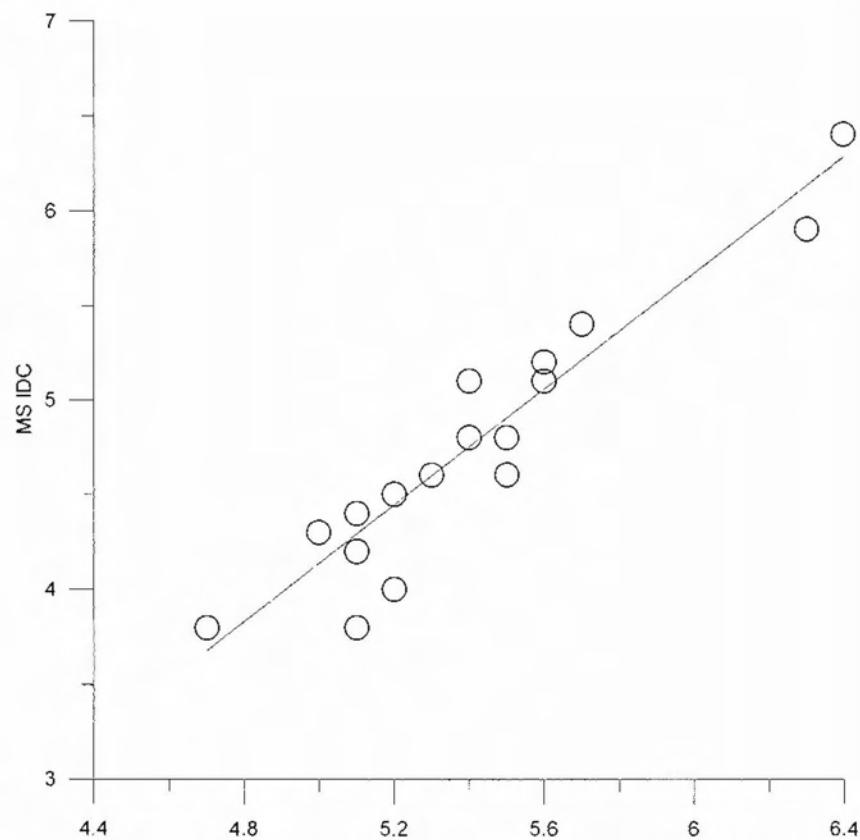


MW HRVD-MS

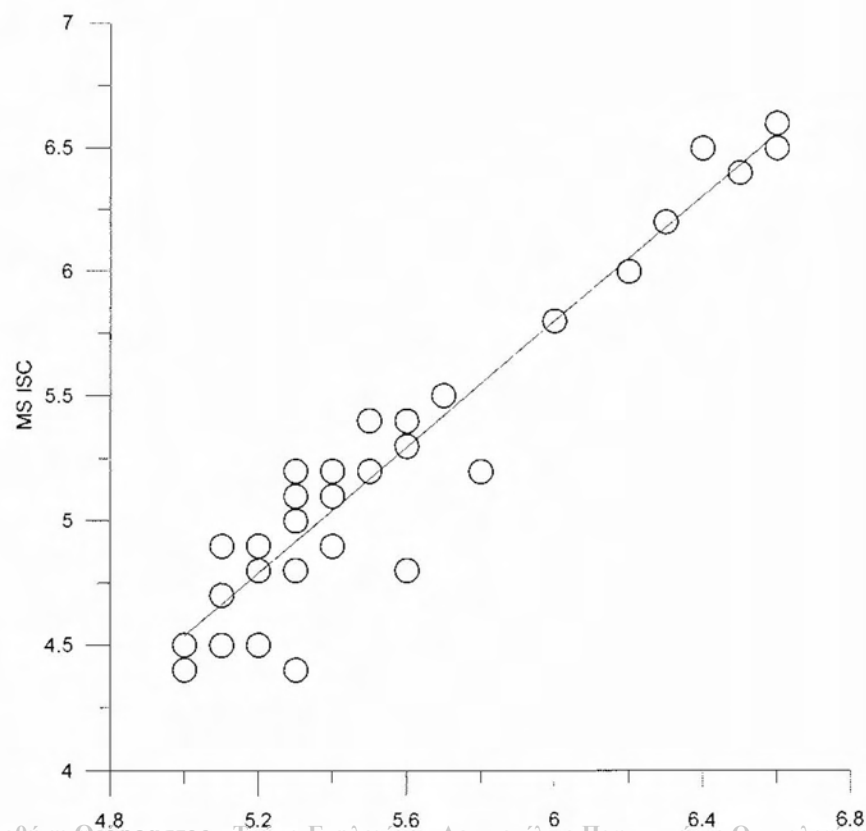
$y=1.296x-1.903$



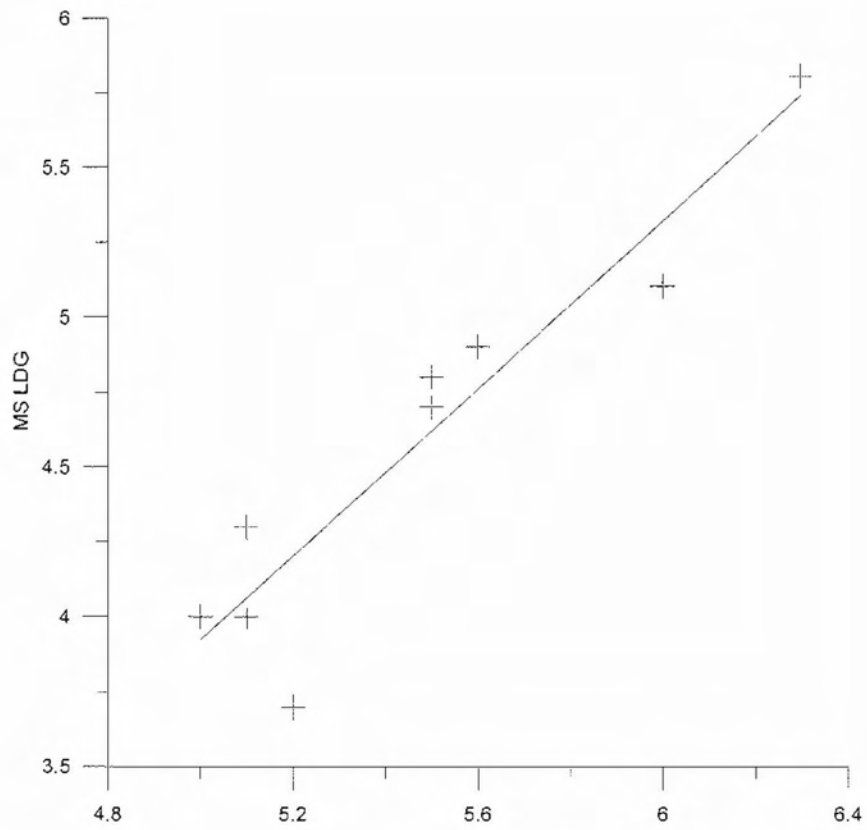
531x-3.518



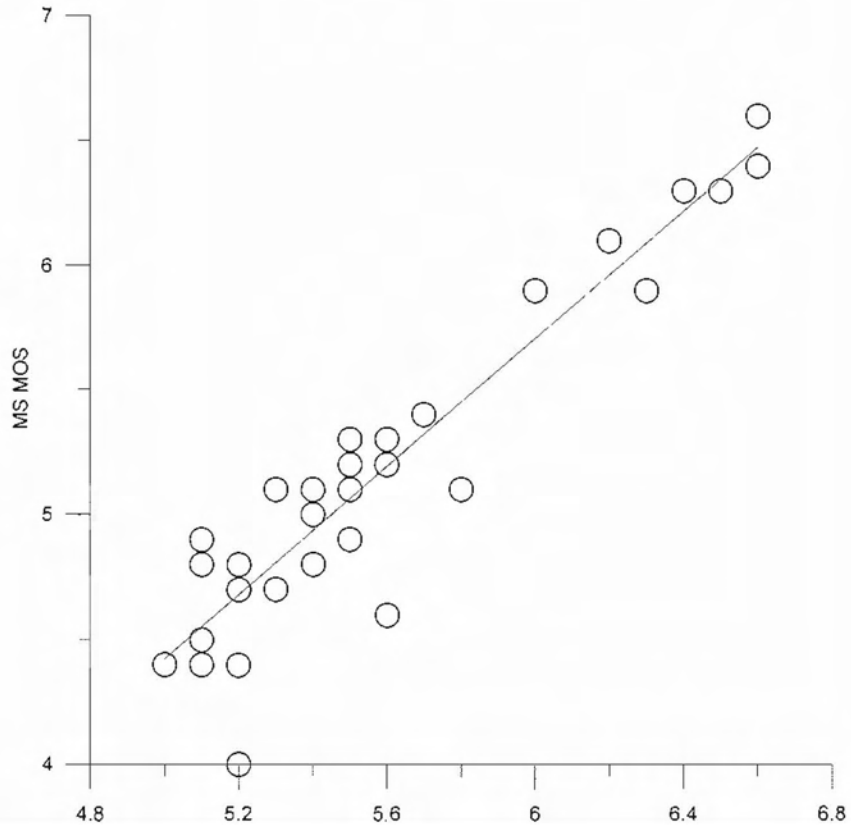
$y=1.262x-1.775$



$y=1.3935x-3.044$

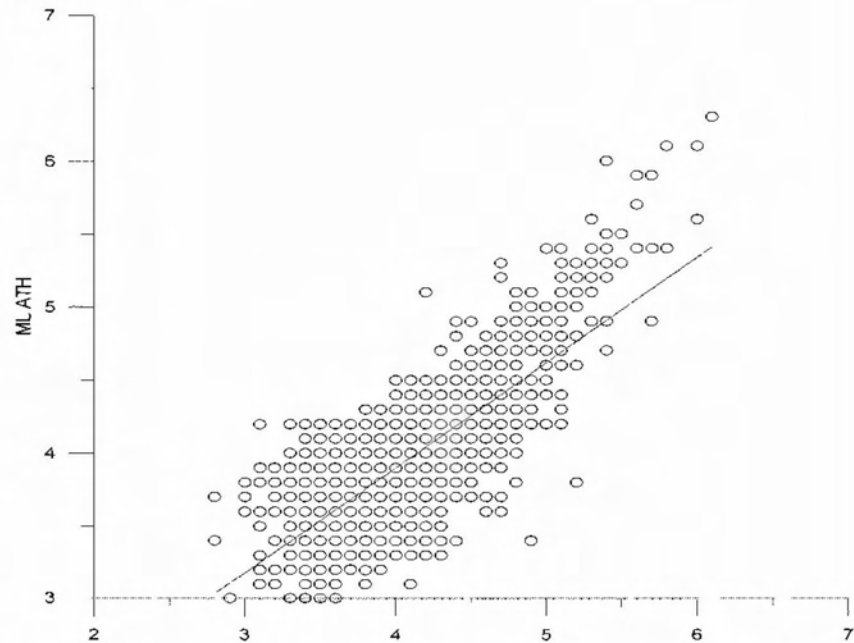


$y=1.282x-1.986$

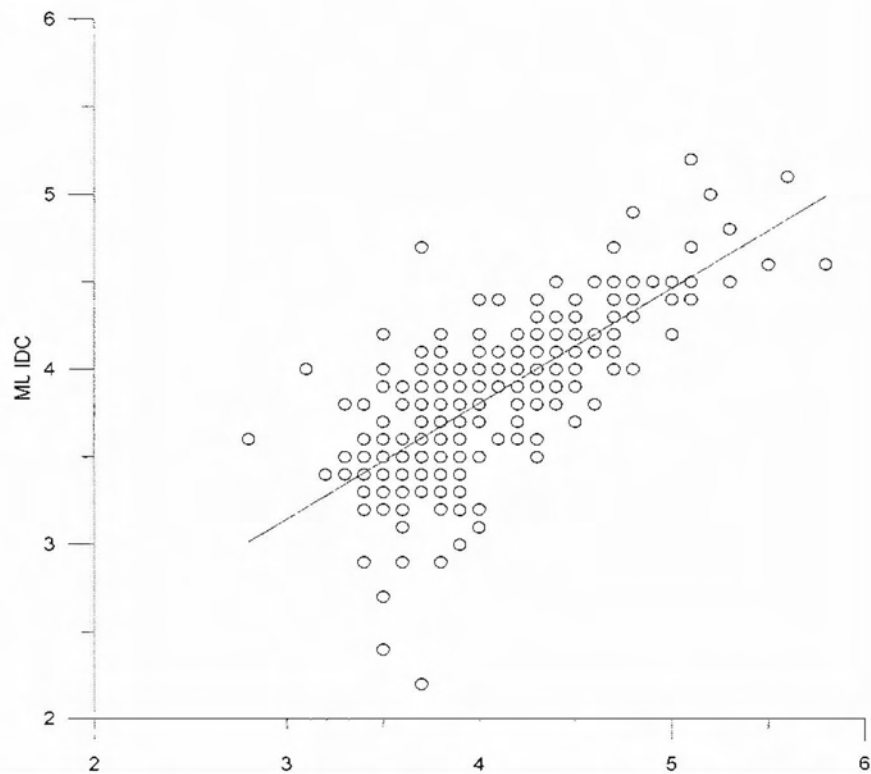


MB ISC-ML

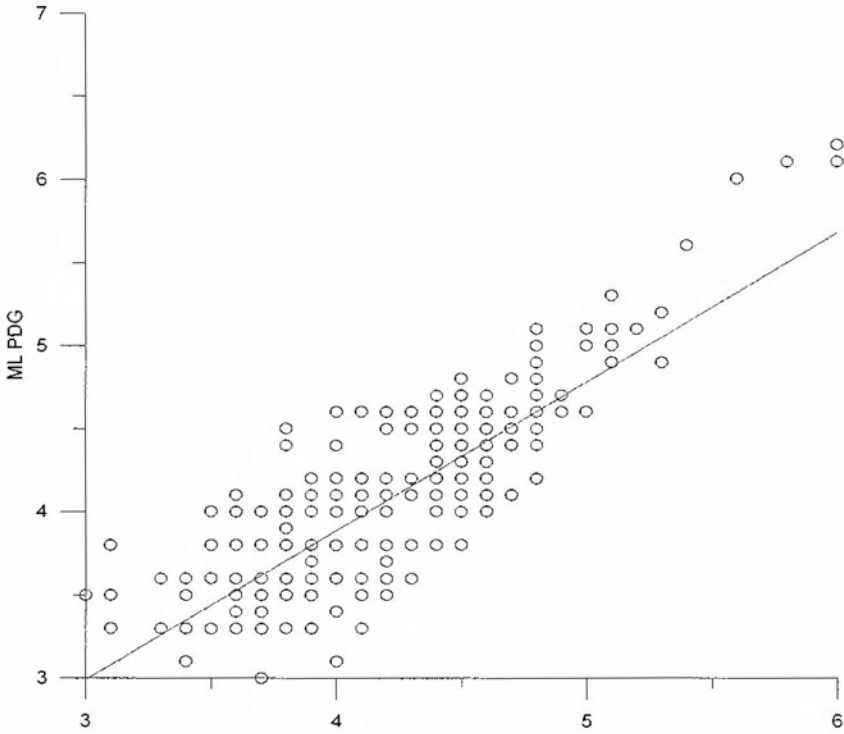
$y=0.719x+1.019$



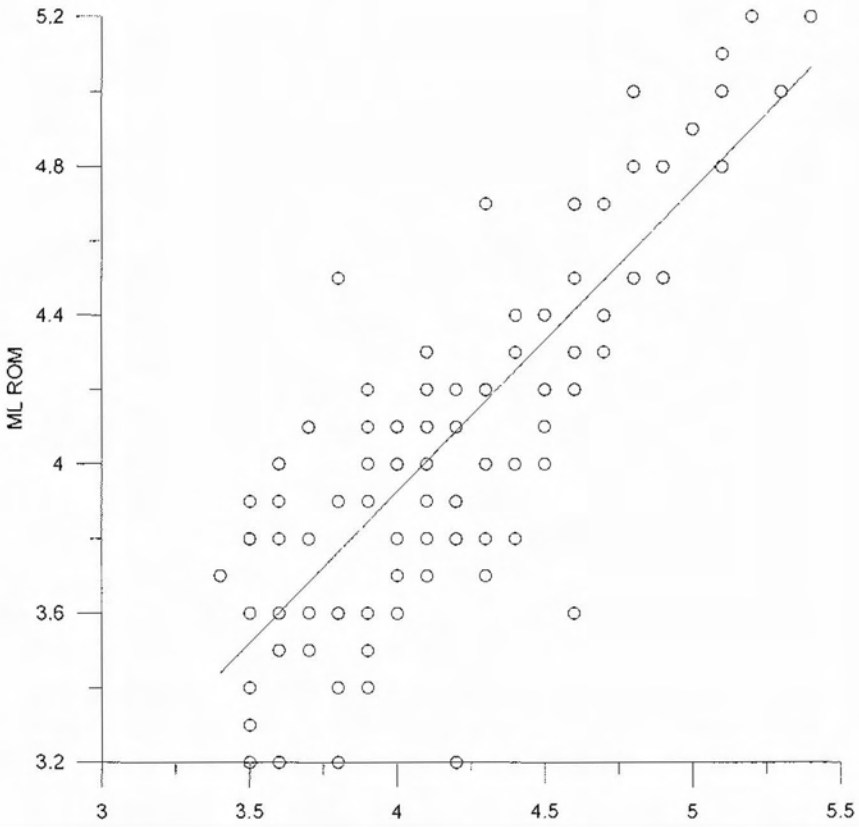
$y=0.658x+1.171$



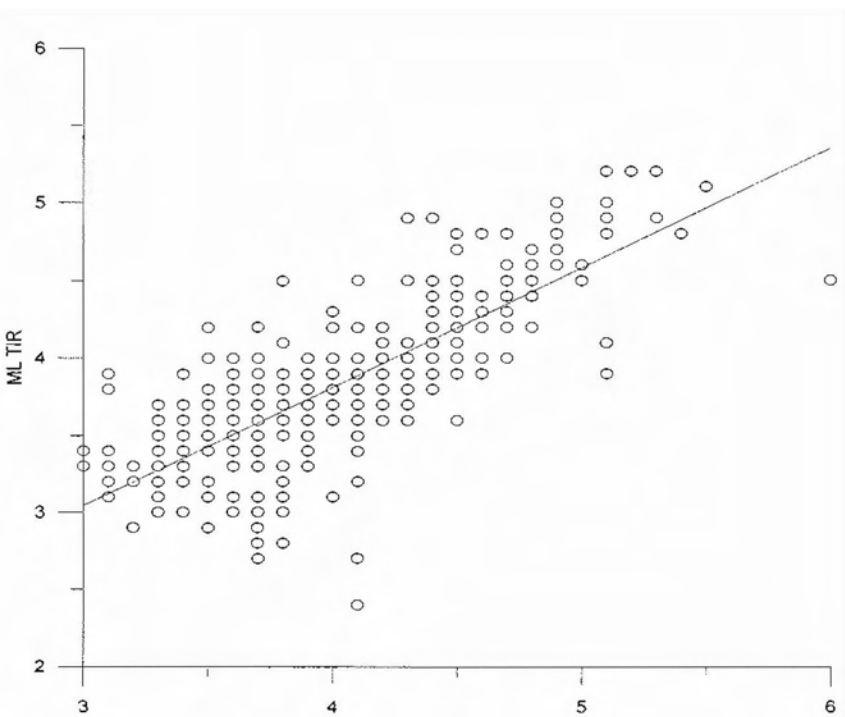
$y=0.8944x+0.307$



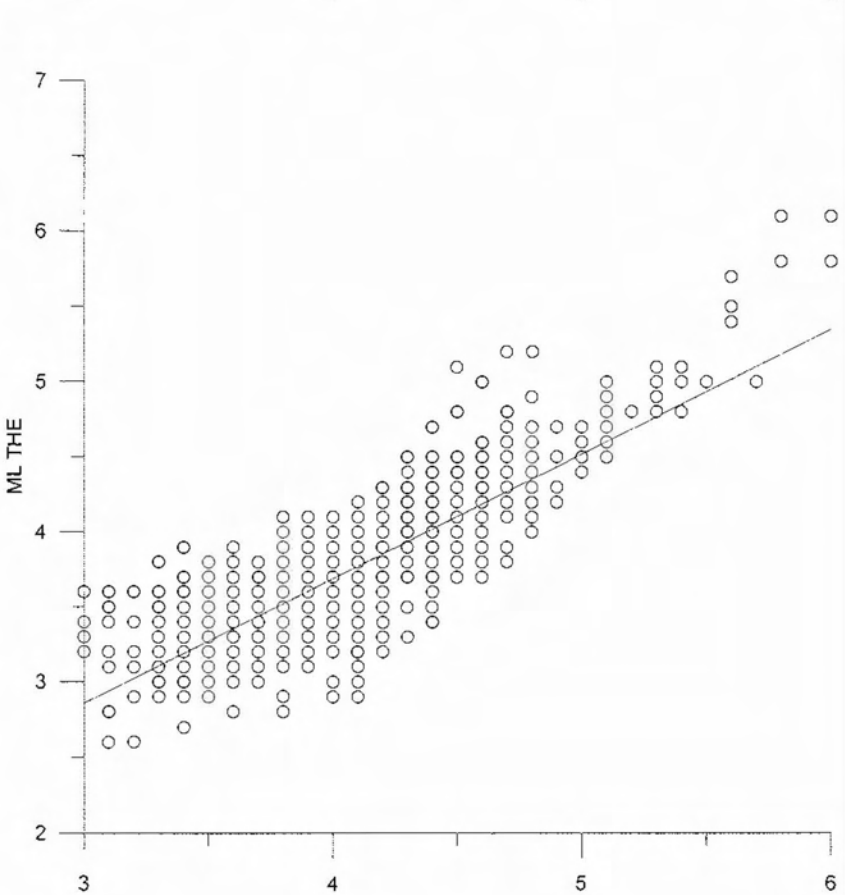
$y=0.812x+0.678$



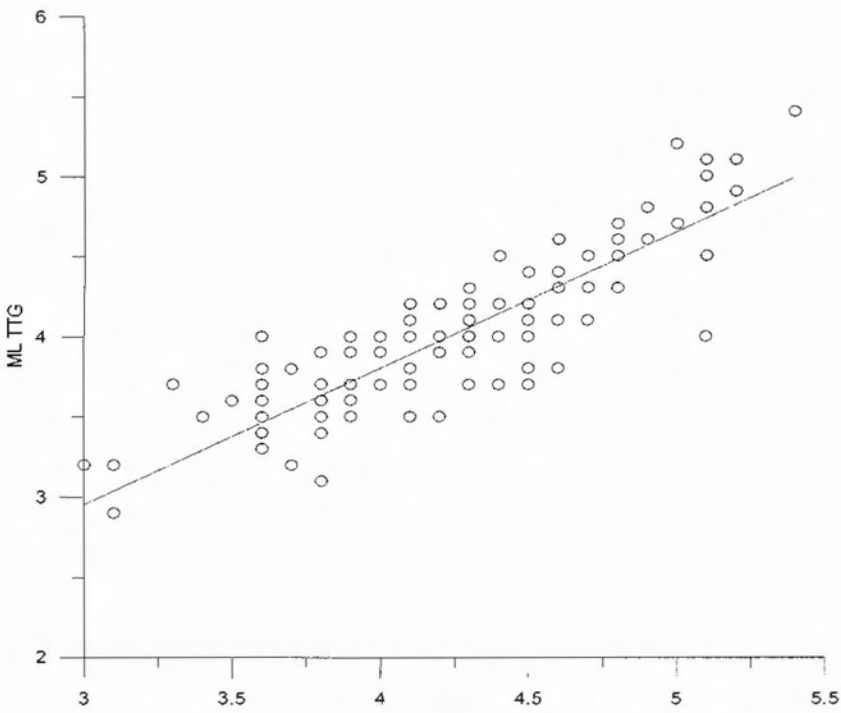
$y=0.767x+0.741$



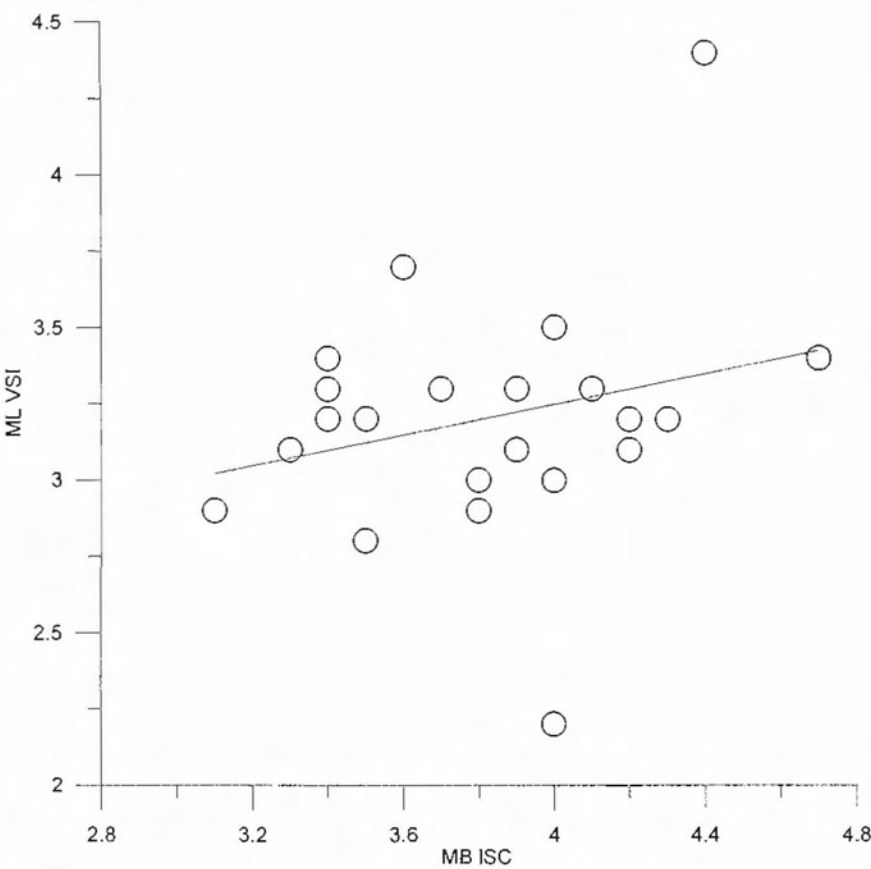
$y=0.830x+0.364$



$y=0.847x+0.411$

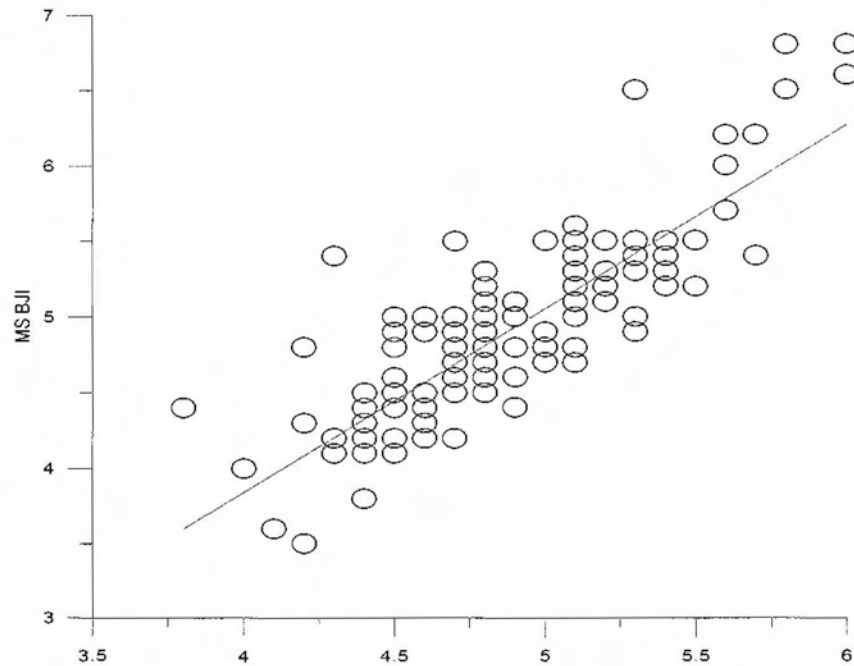


$y=0.2518x+2.24$

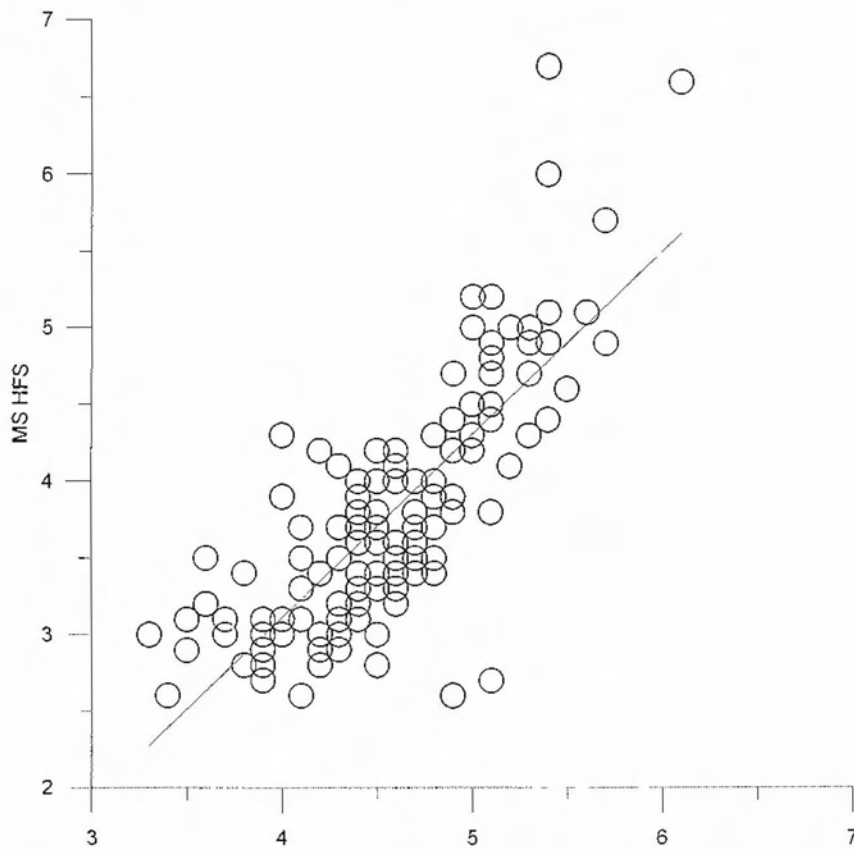


MB ISC-MS

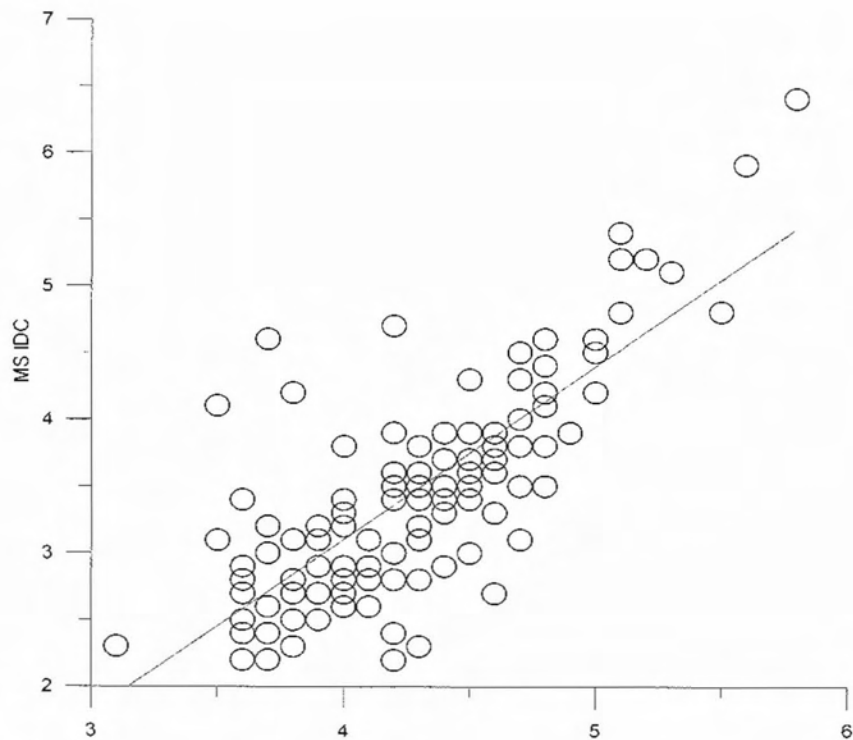
$y=1.212x-1.008$



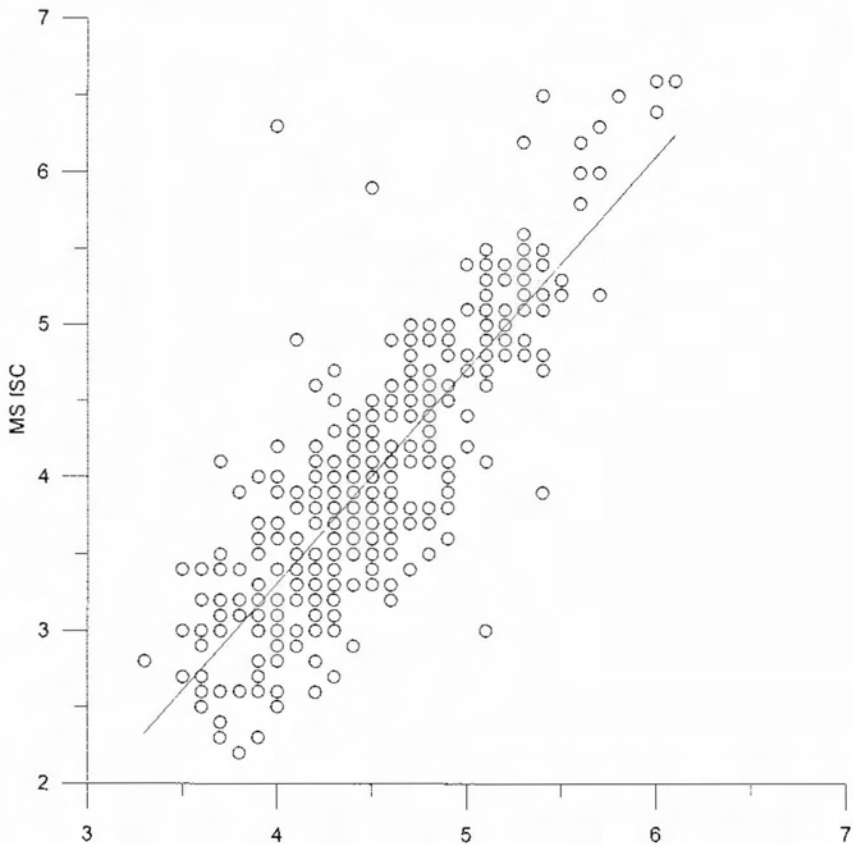
$y=1.194x-1.669$



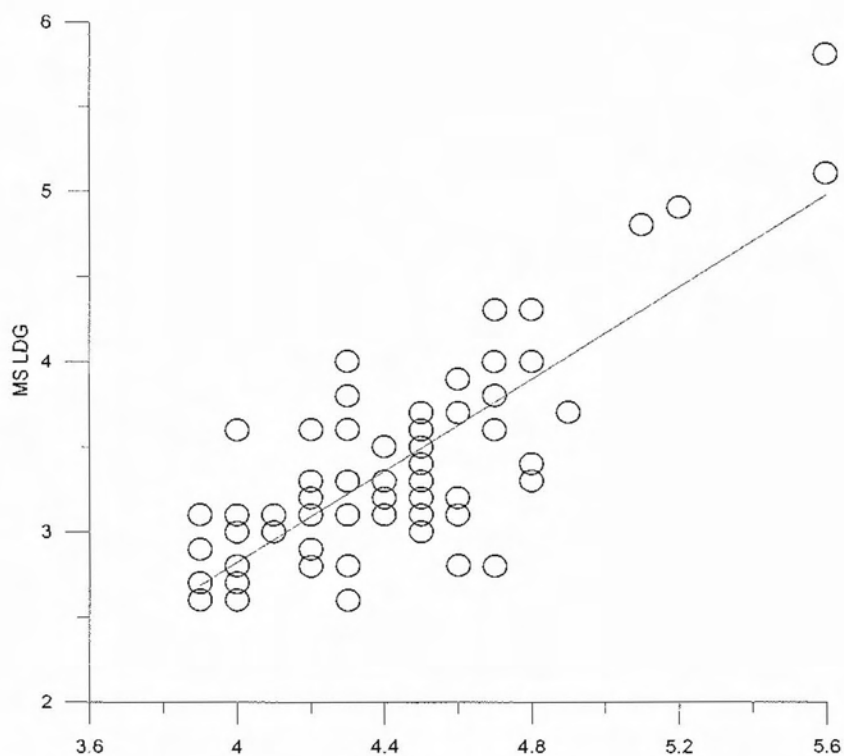
$y=1.292x-2.07$



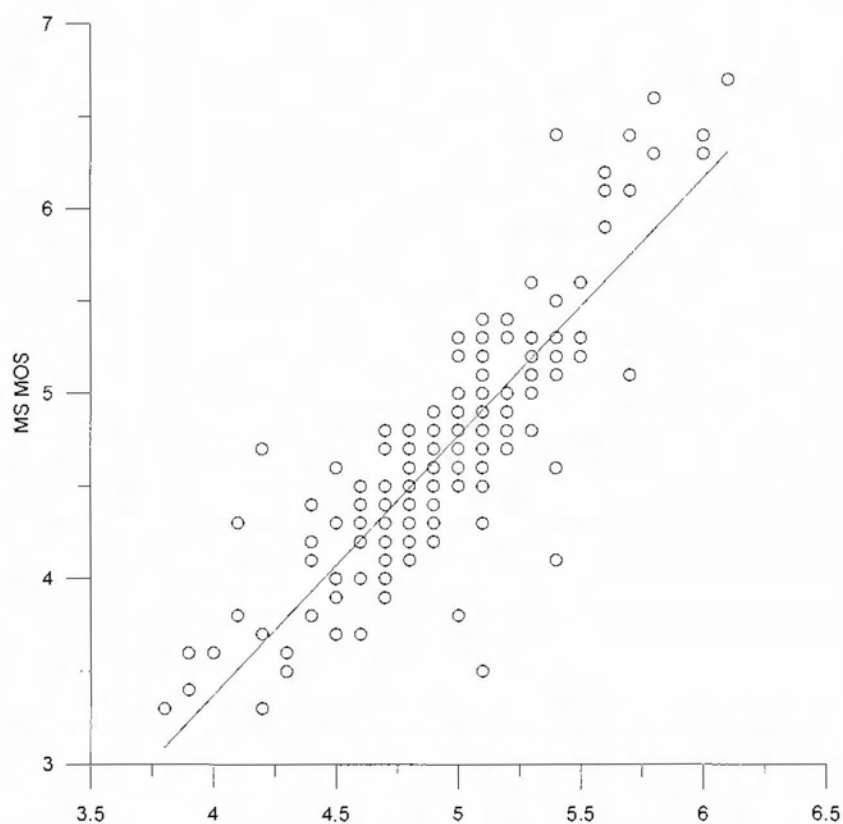
$y=1.399x-2.288$



$$y=1.342x-2.55$$

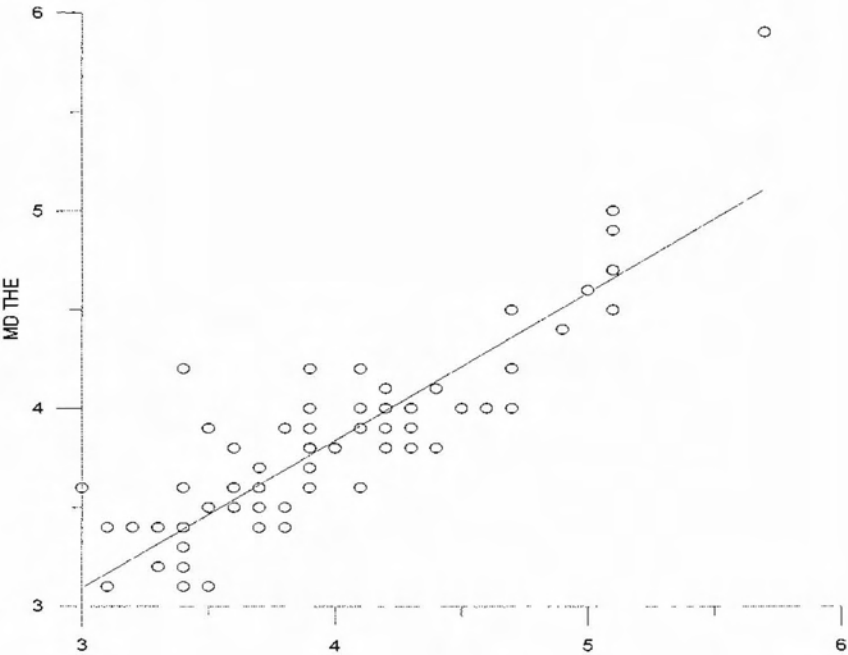


$$y=1.399x-2.225$$

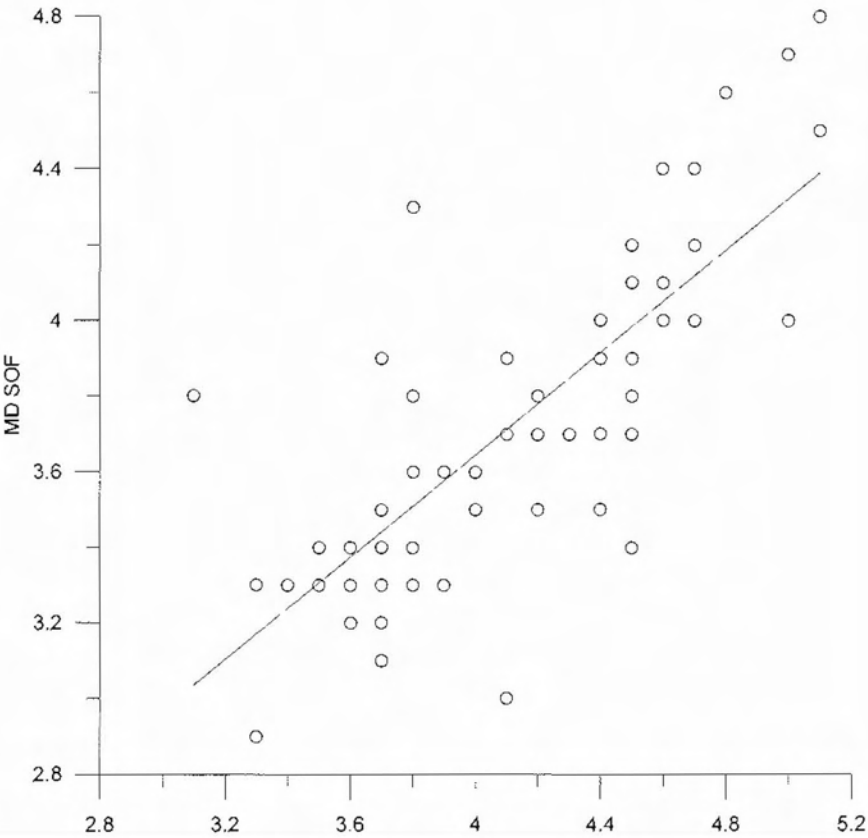


MB ISC-MD

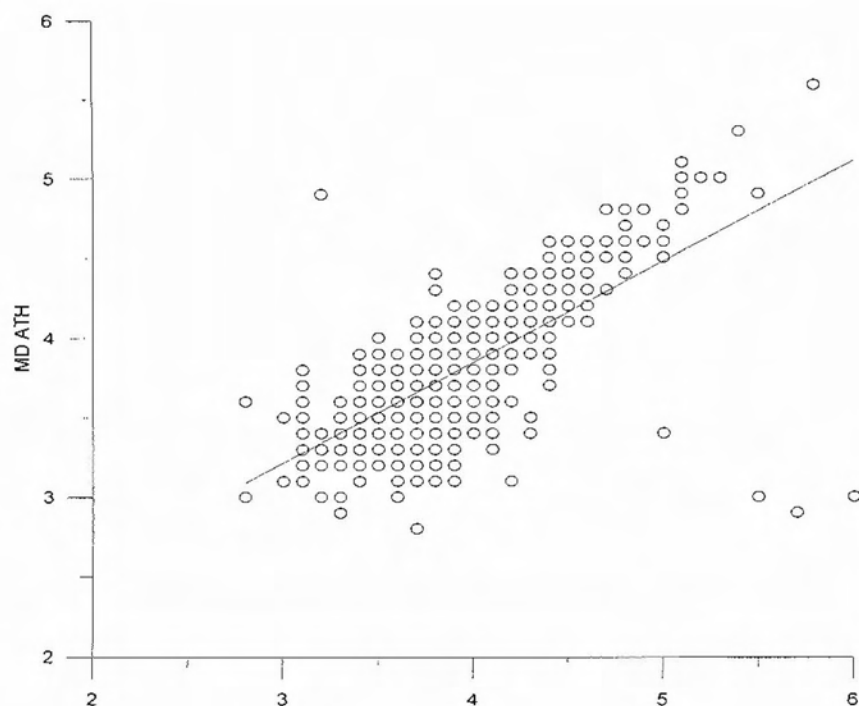
$y=0.746x+0.853$



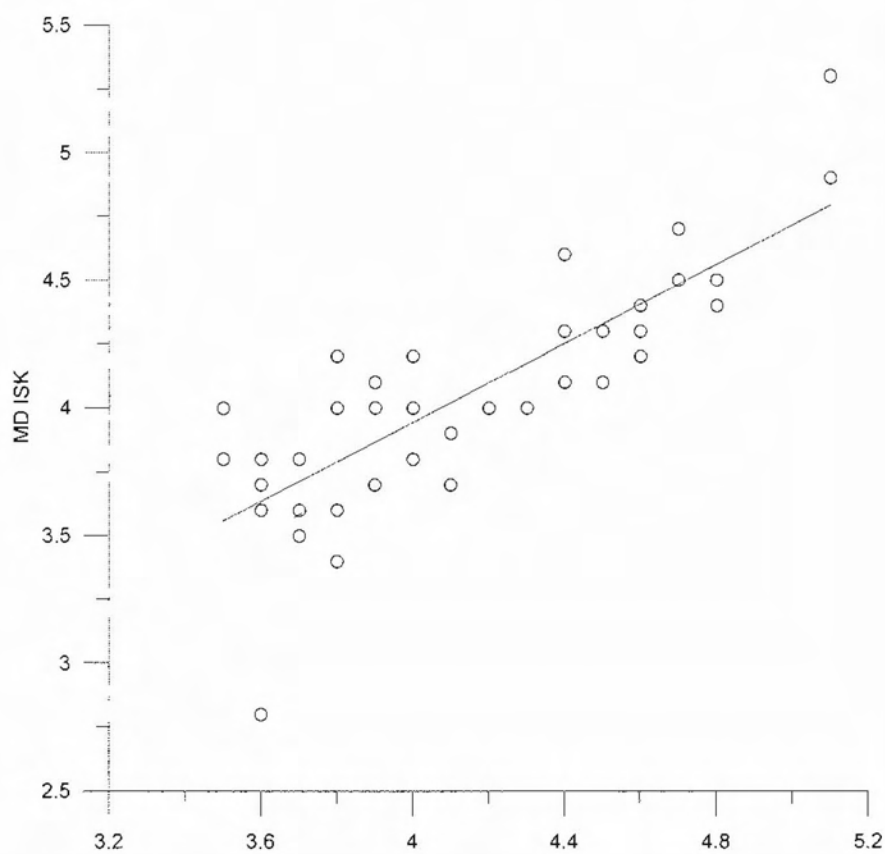
$y=0.676x+0.937$



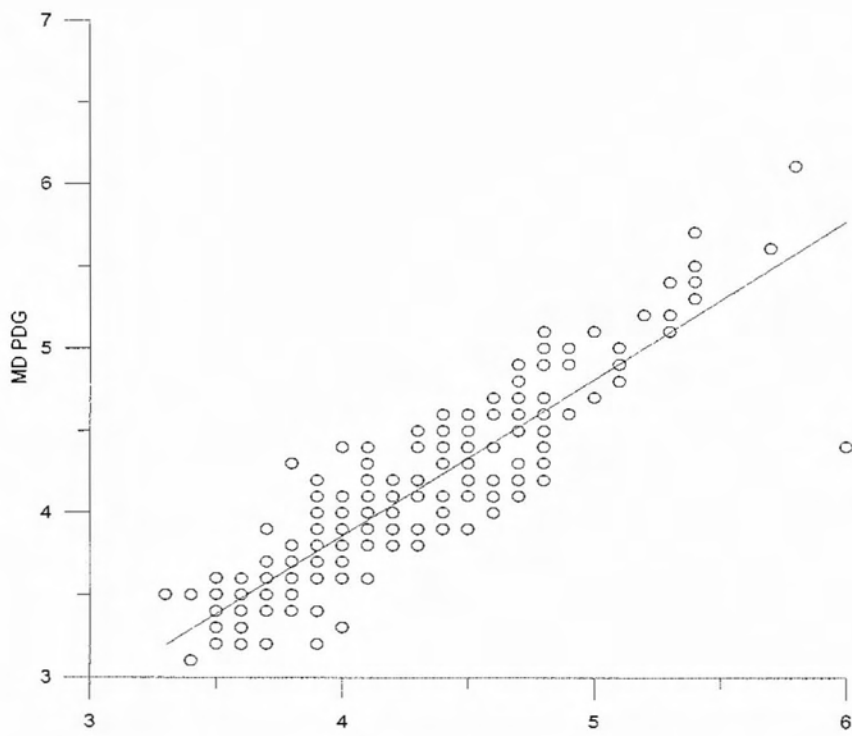
$$y=0.63x+1.327$$



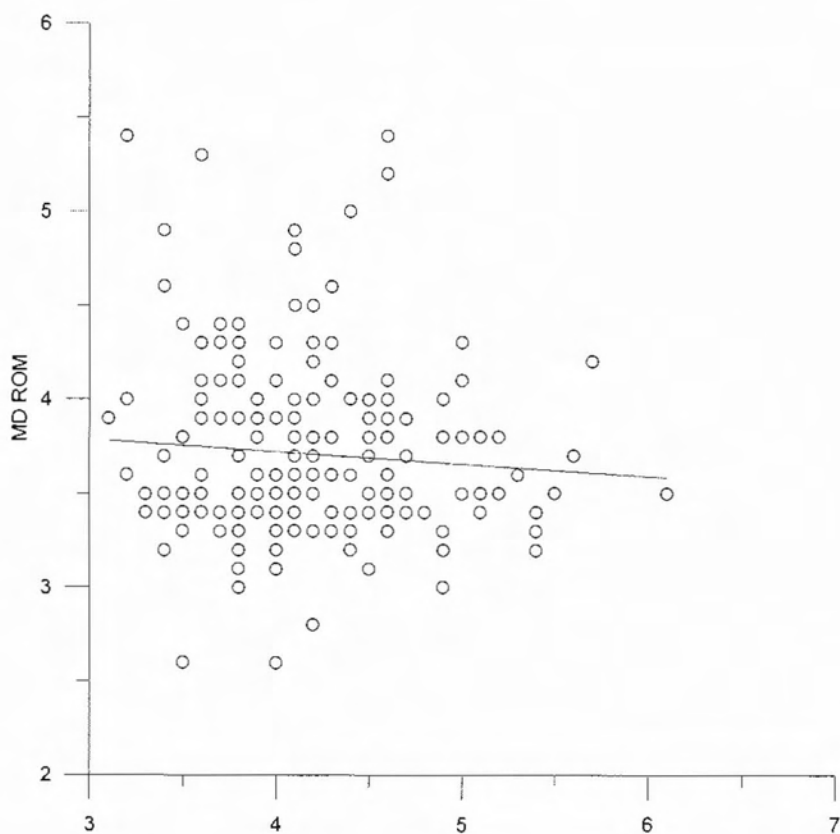
$$y=0.771x+0.858$$



$y=0.95x+0,055$

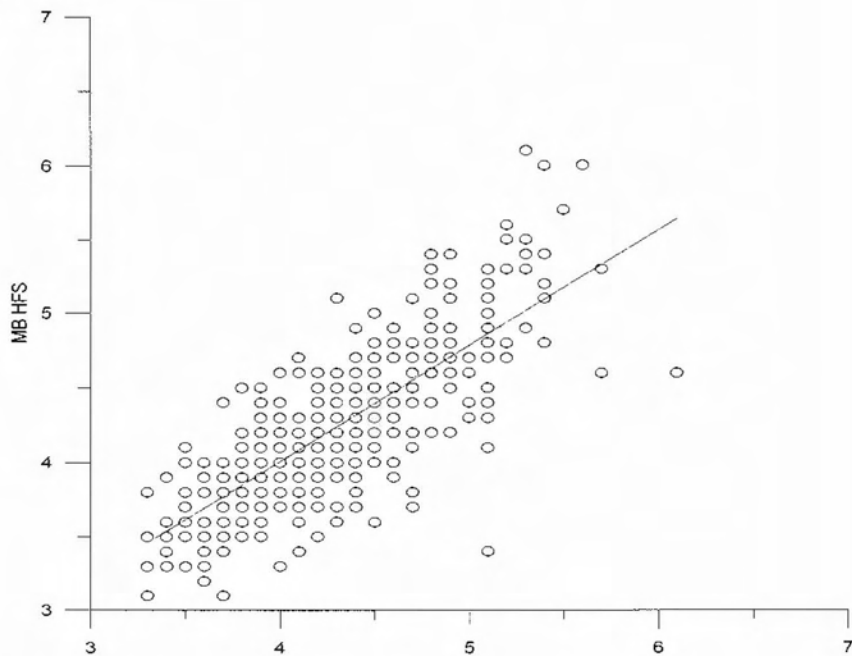


$y=-0,66x+3.98$

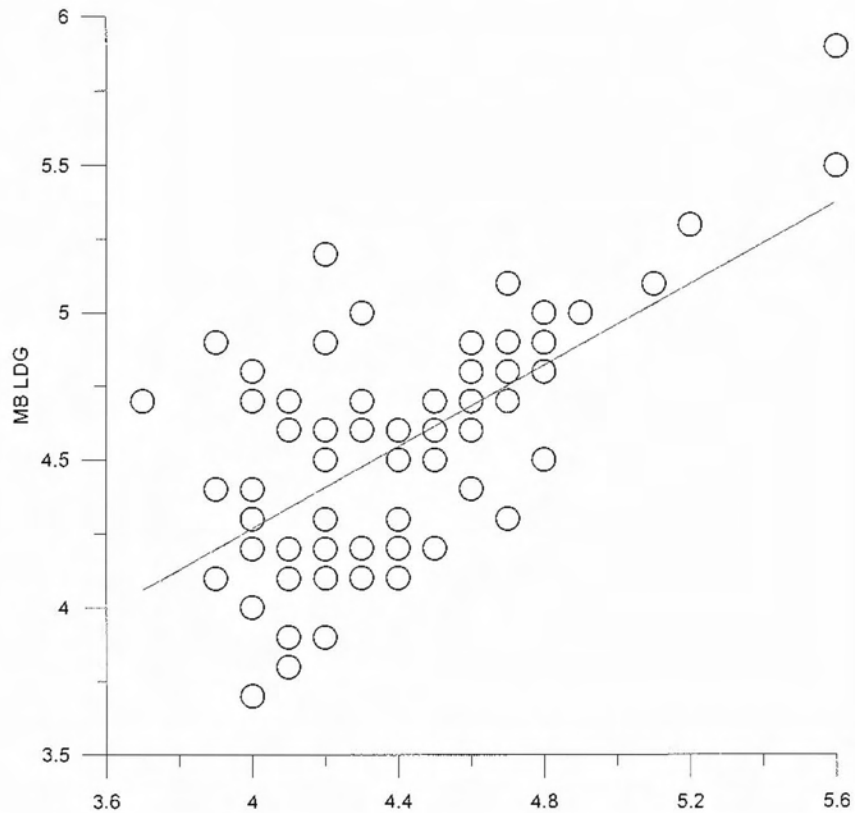


MB ISC-MB

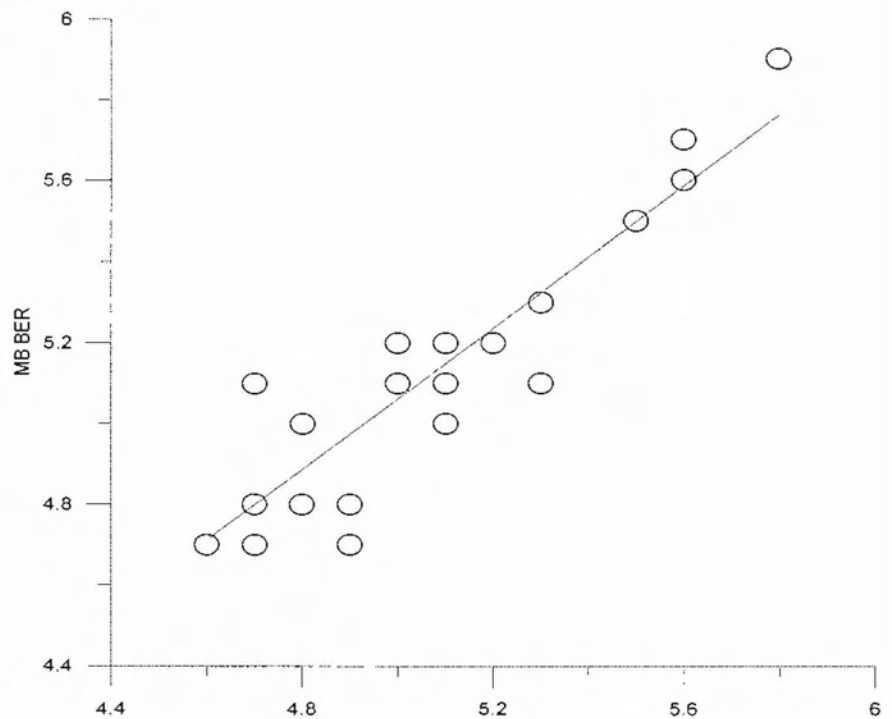
$$y=0.778x+0.889$$



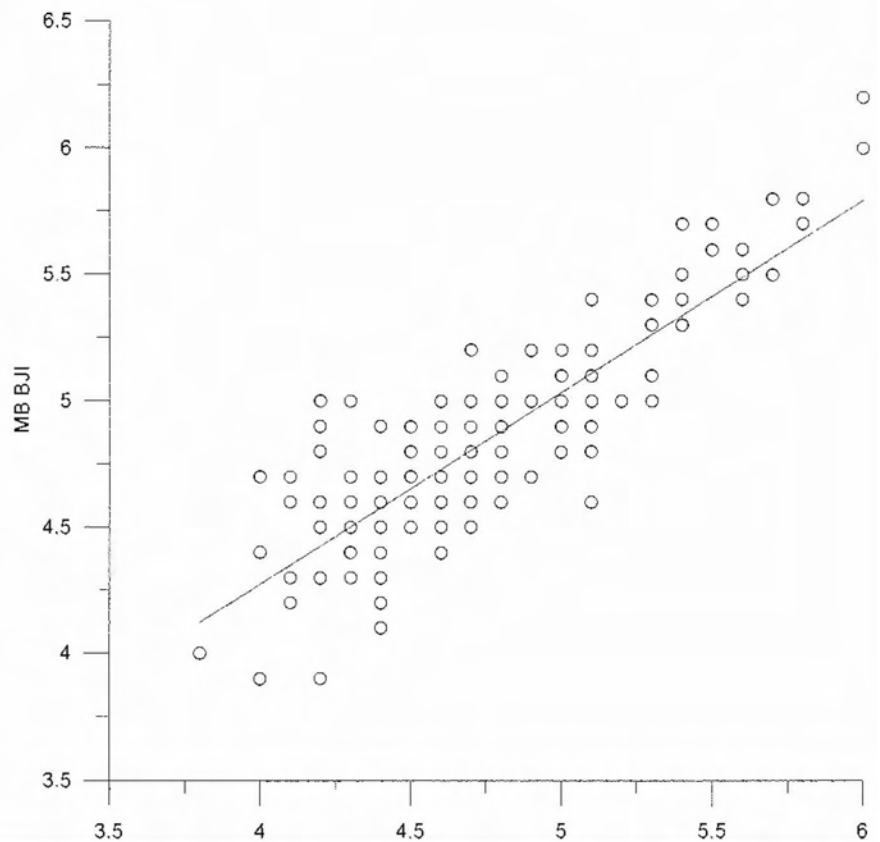
$$y=0.629x+1.495$$



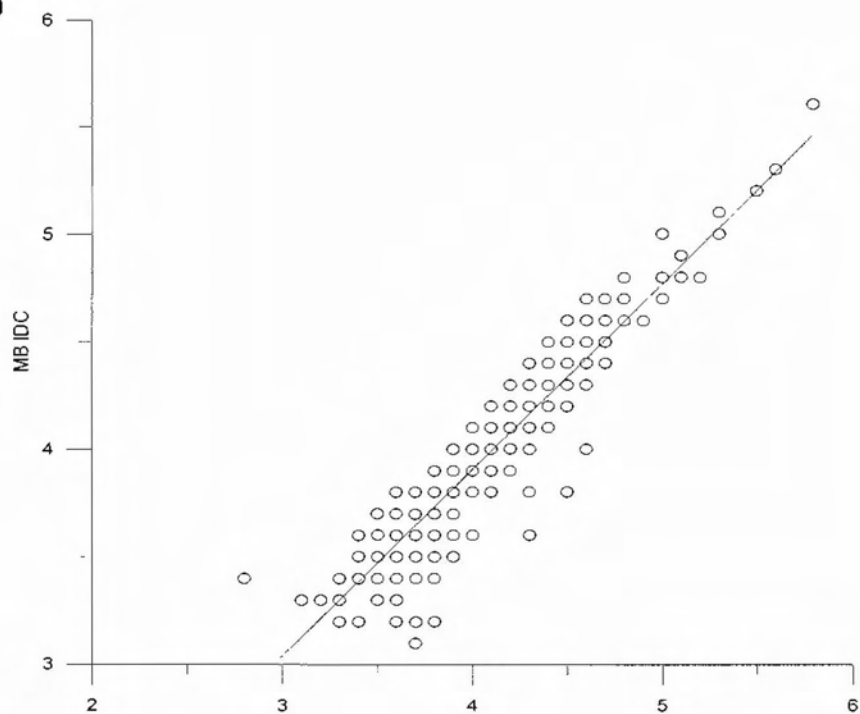
$y=0.873x+0.692$



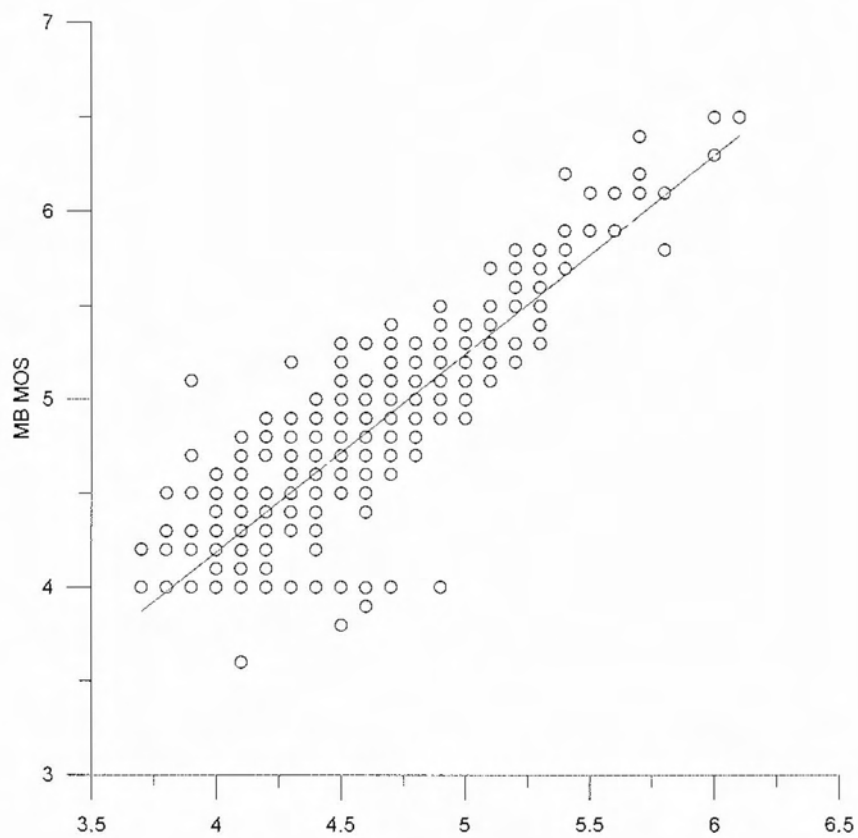
$y=0.760x+1.231$



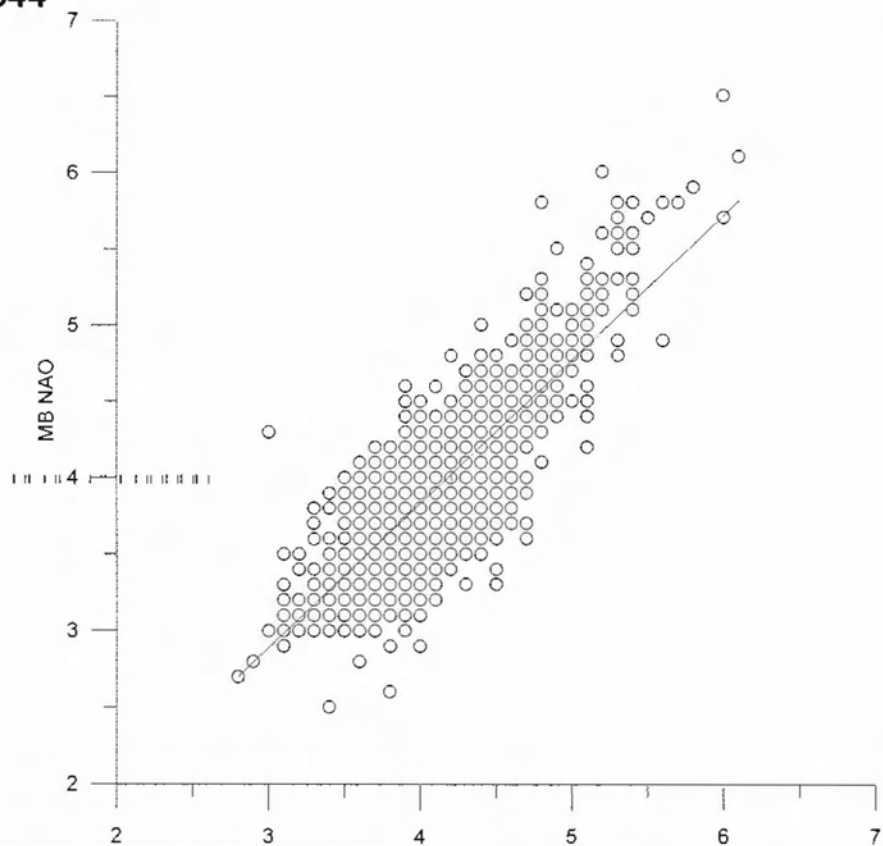
$$y=0.863x+0.450$$



$$y=1.055x-0.034$$

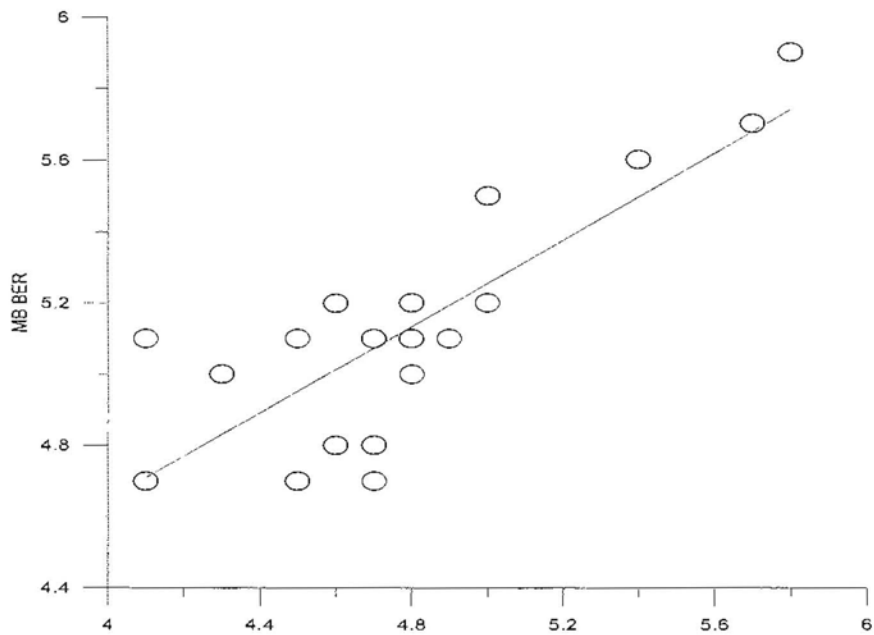


$$y=0.941x+0.0644$$

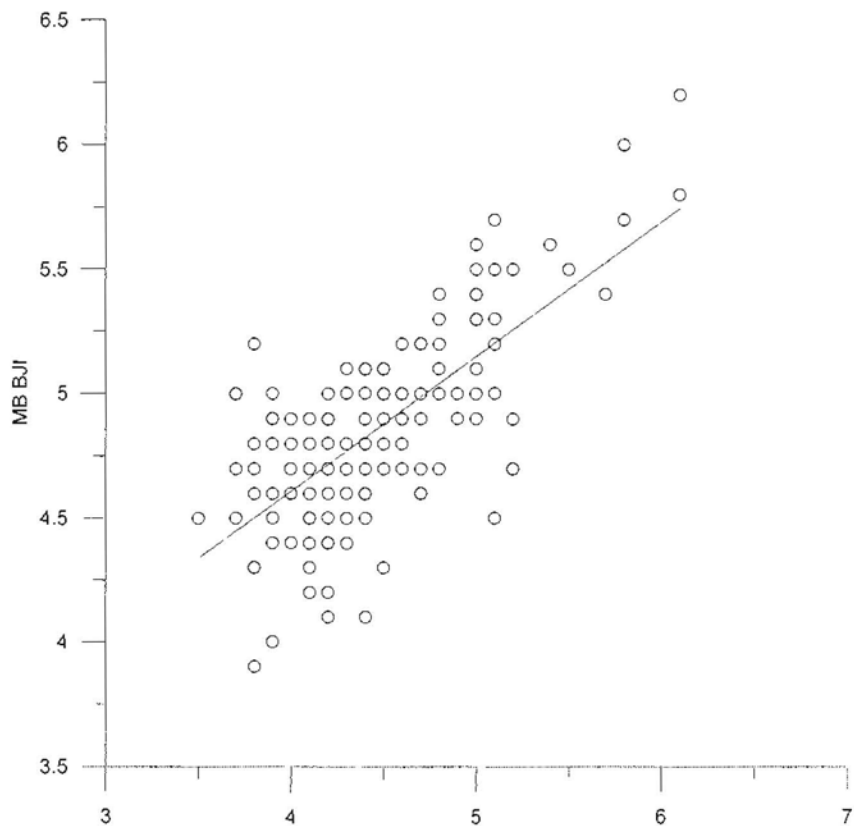


ML THE-MB

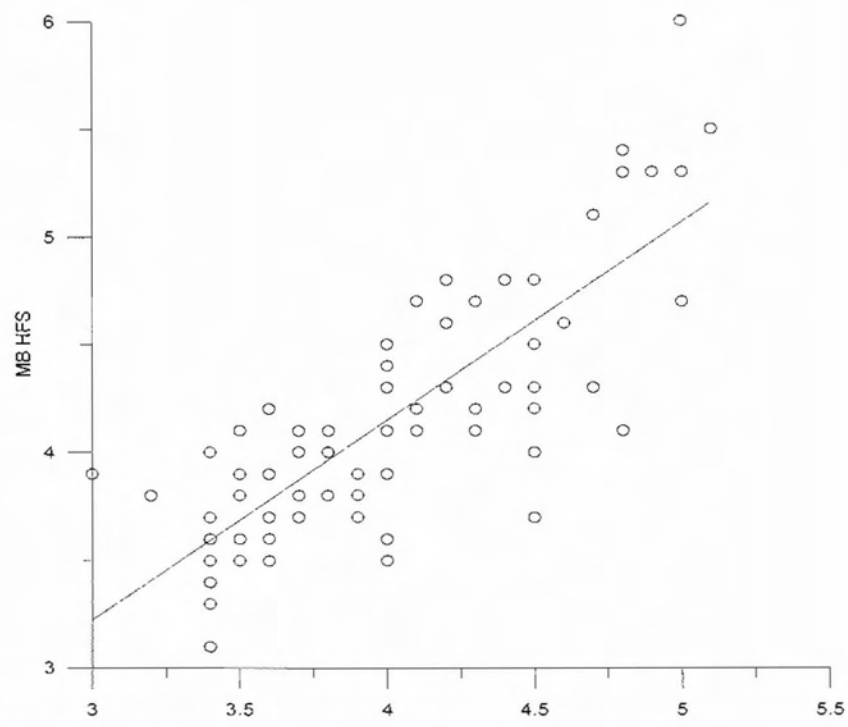
$y=0.604x+2,229$



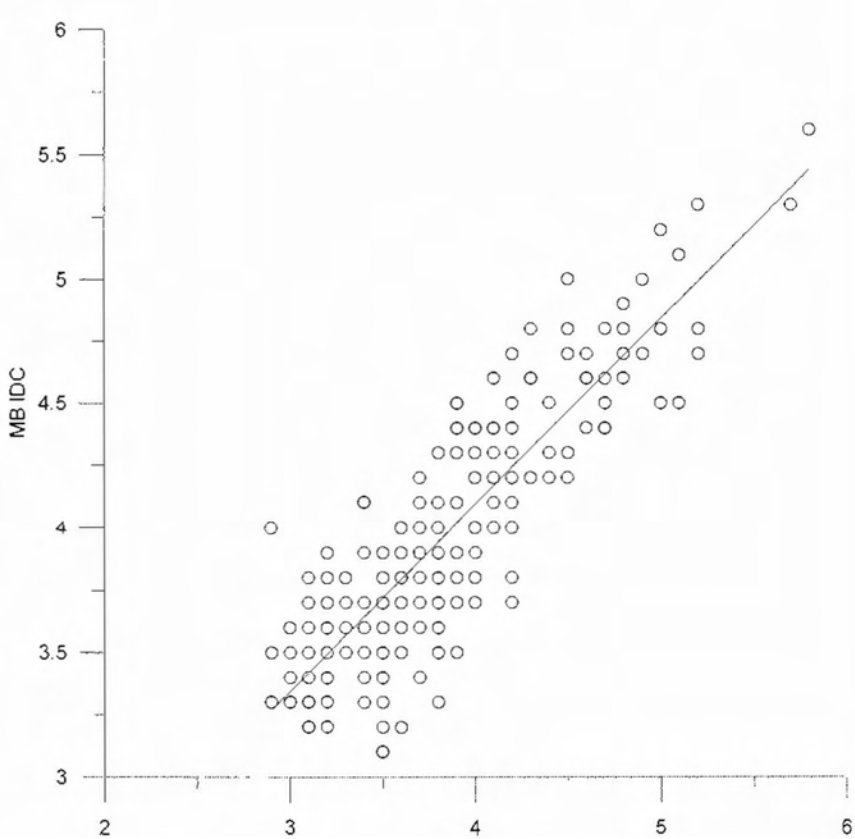
$y=0.54x+2.445$



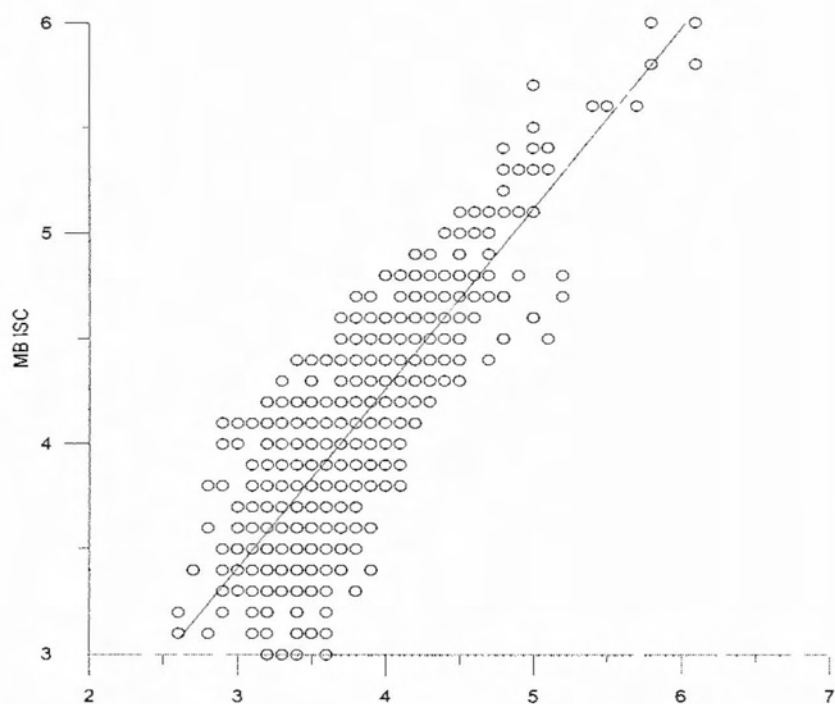
$y=0.921x+0.459$



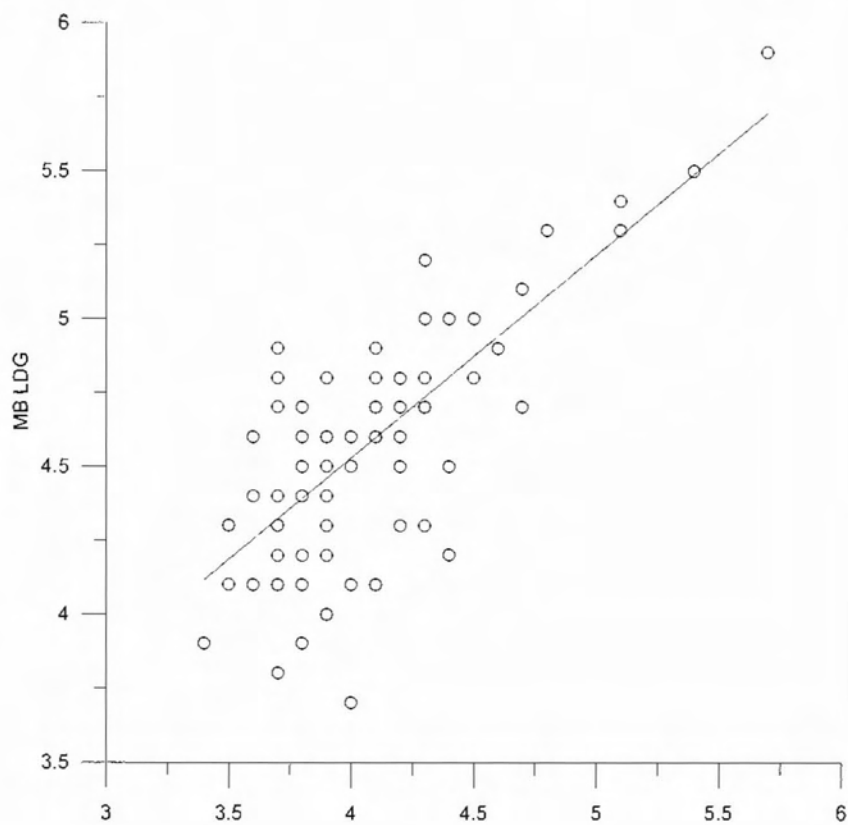
$y=0.749x+1.095$



$$y=0.852x+0.851$$

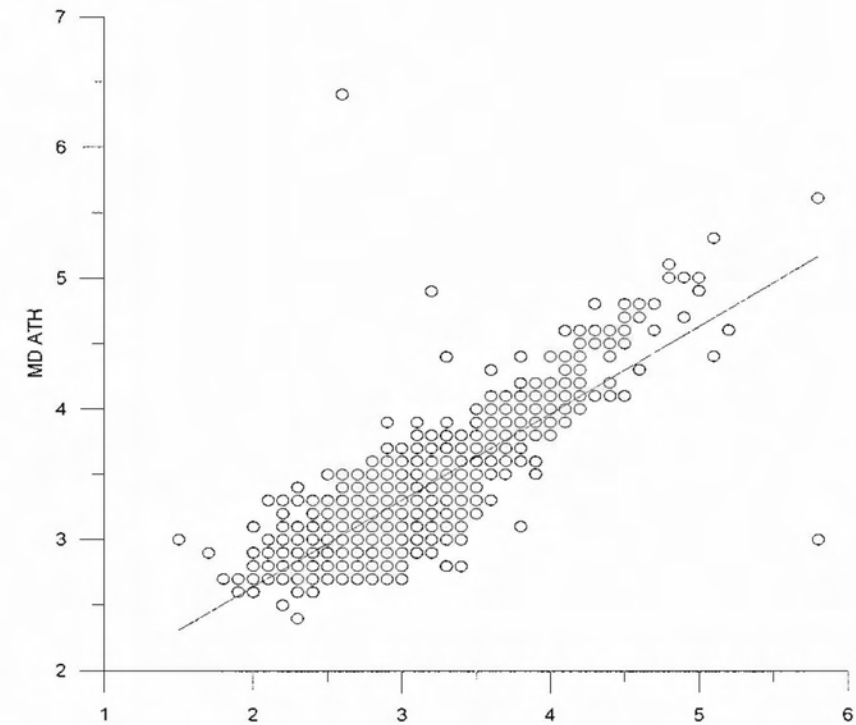


$$y=0.6859x+1.784$$

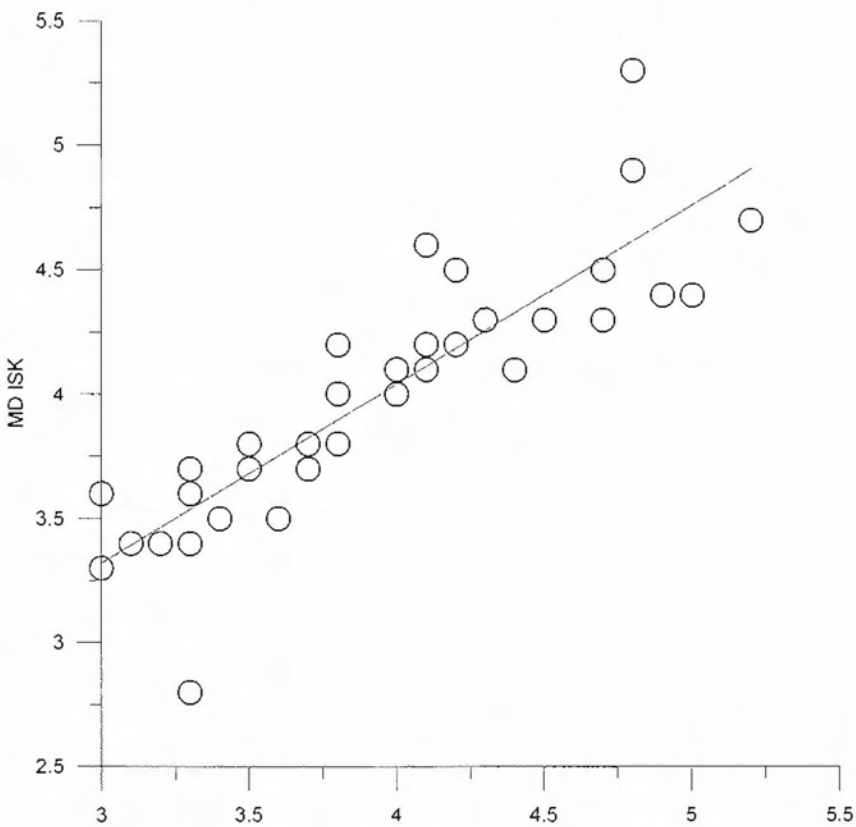


ML THE-MD

$y=0.662x+1.313$

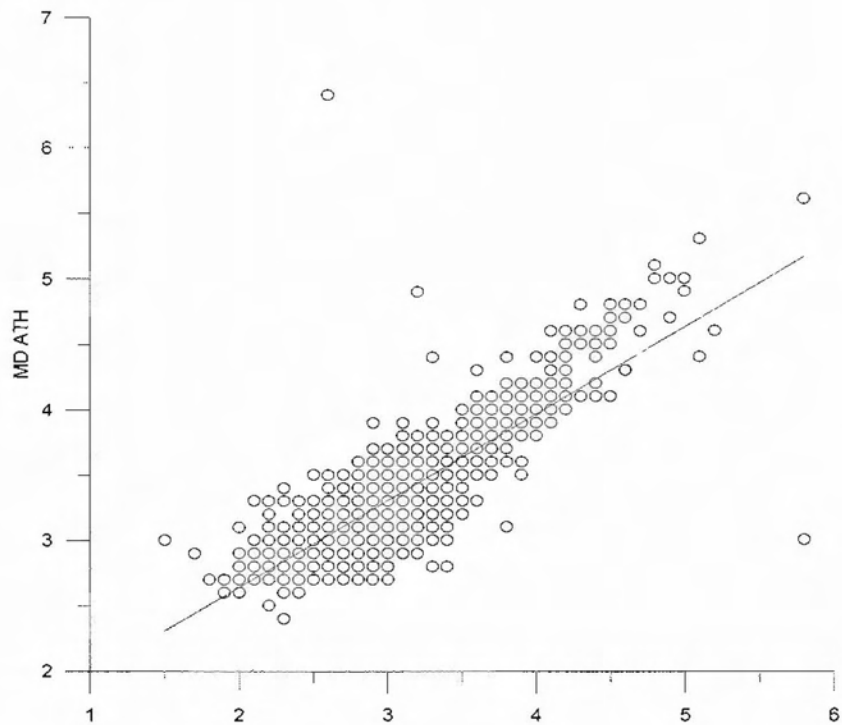


$y=0.72x+1.16$

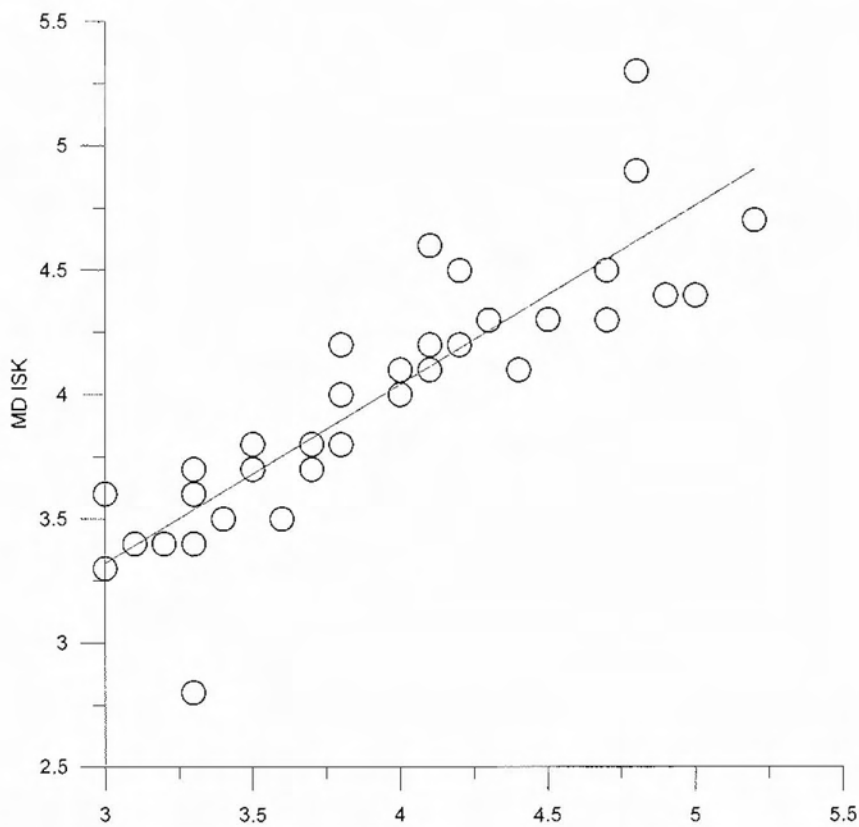


ML THE-MD

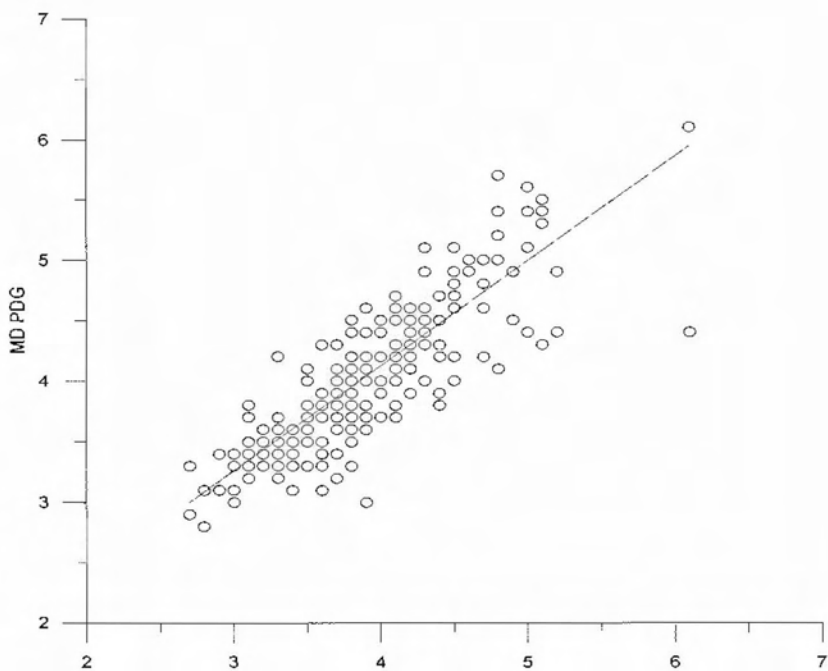
$y=0.662x+1.313$



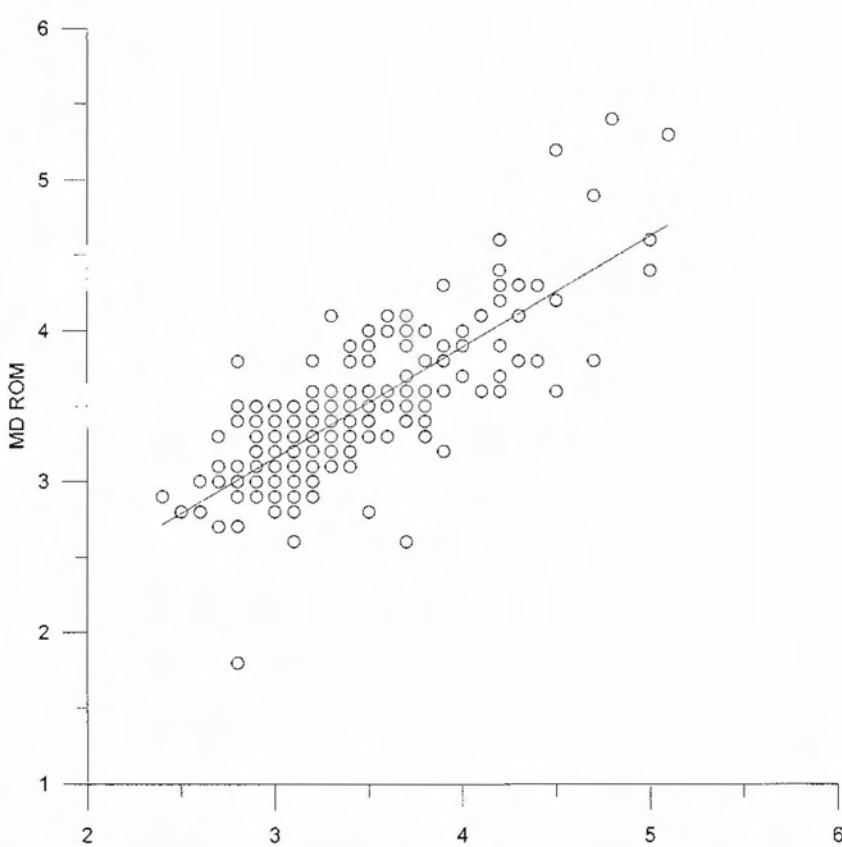
$y=0.72x+1.16$



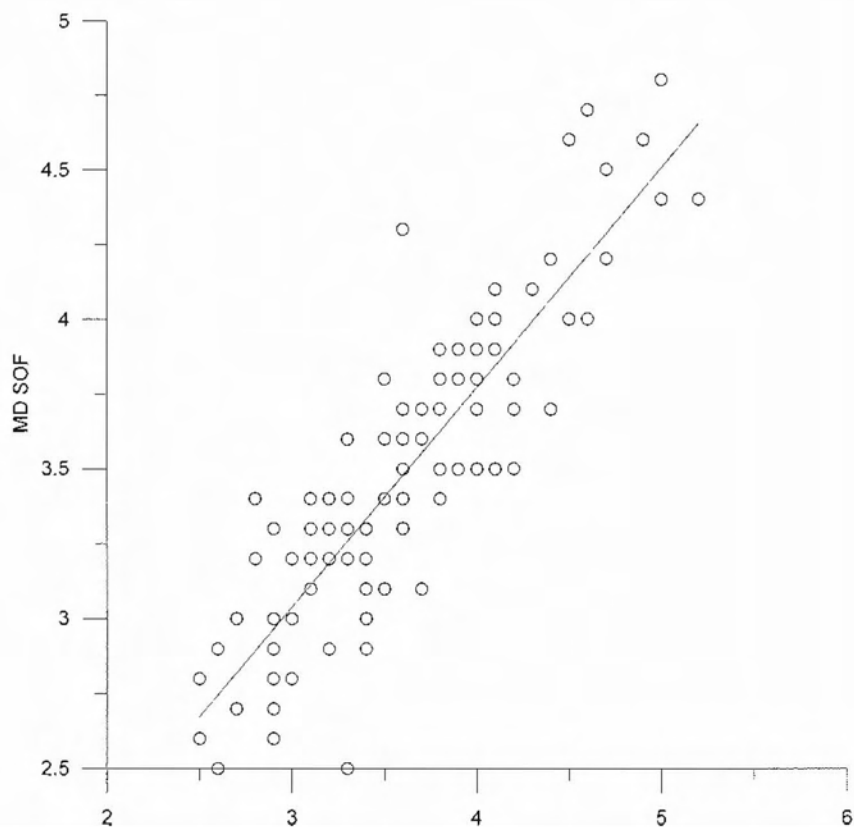
$y=0.865x+0.665$



$y=0.735x+0.951$

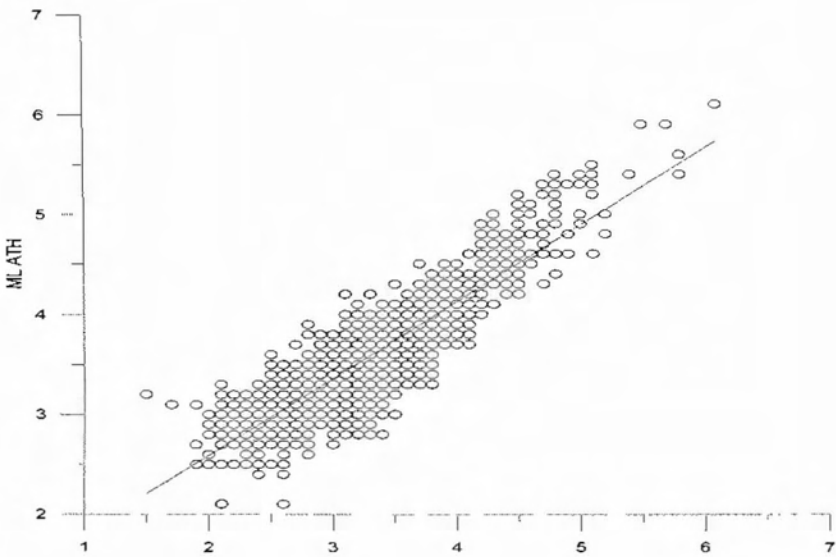


$y=0.732x+0.84$

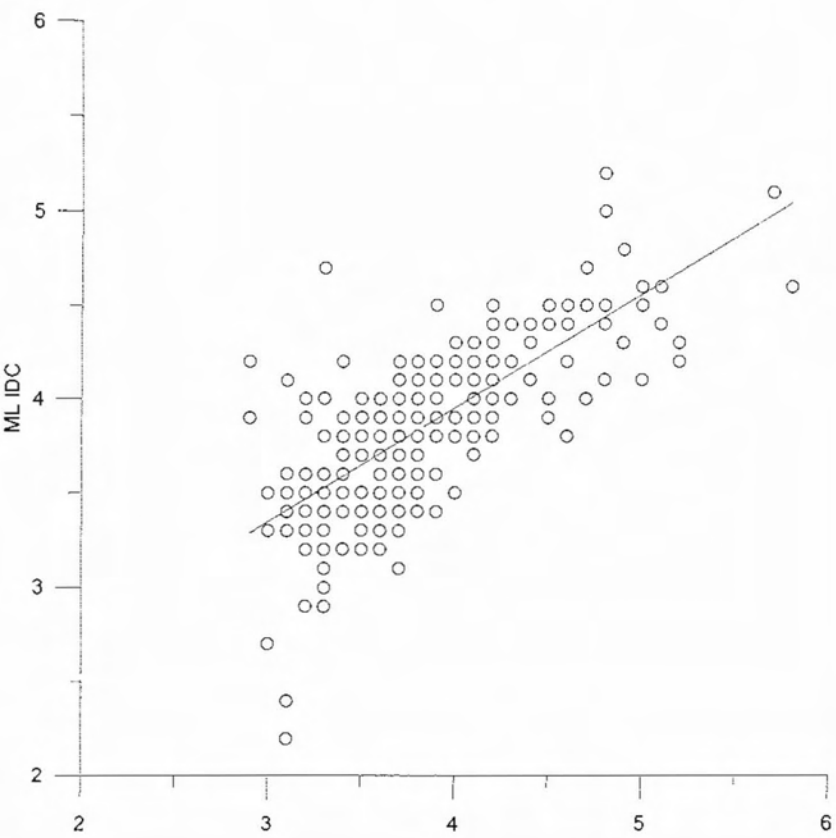


ML THE-ML

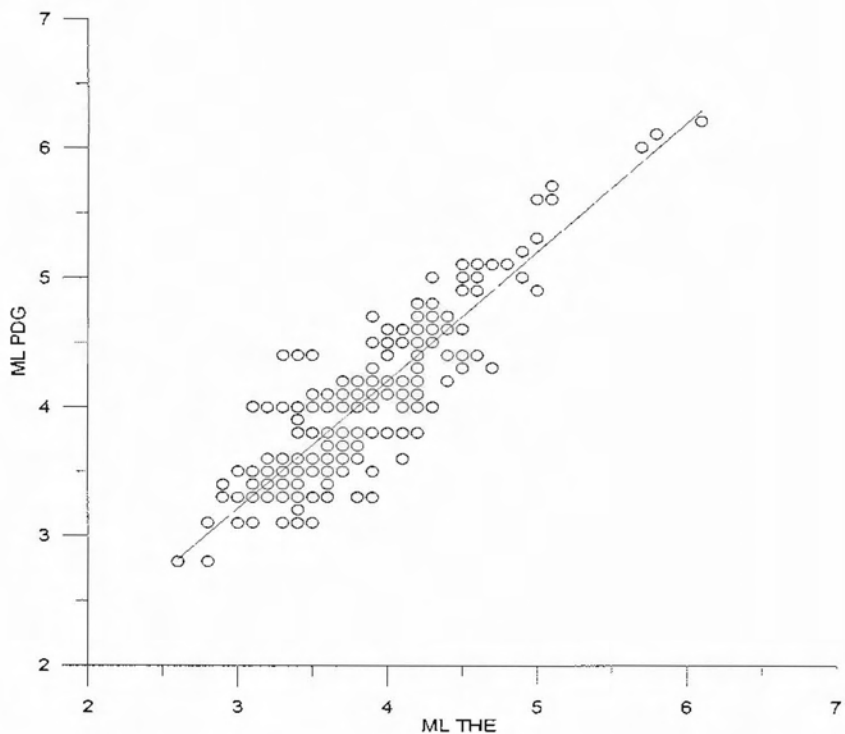
$y=0.767x+1.056$



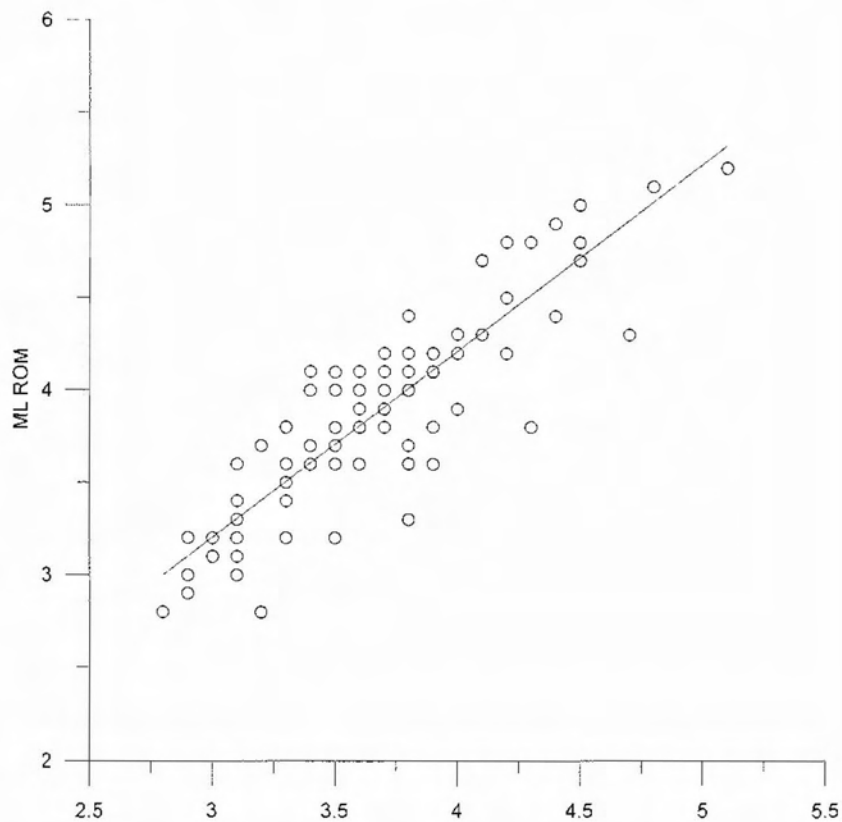
$y=0.606x+1.526$



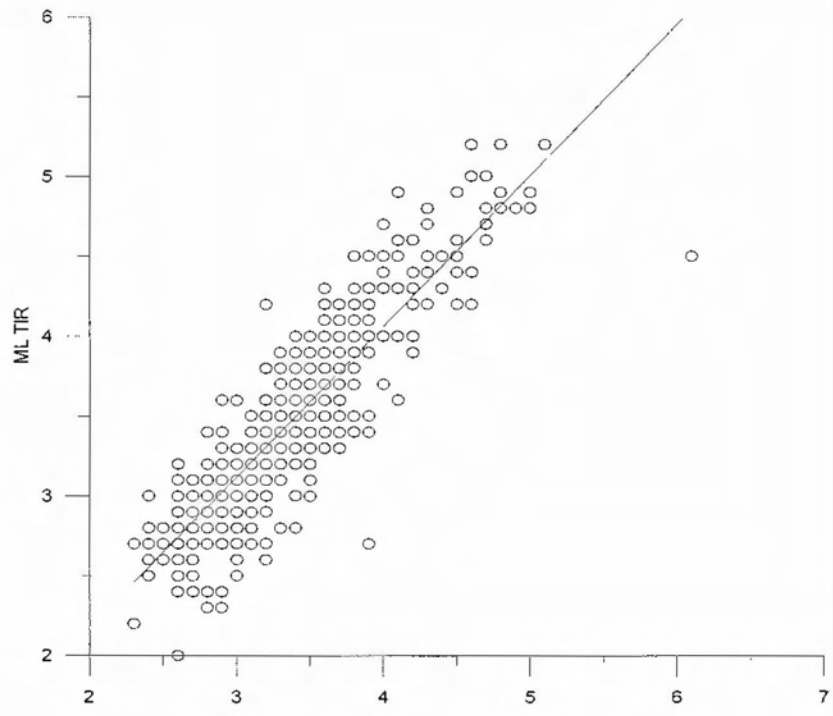
$y=0.989x+0.243$



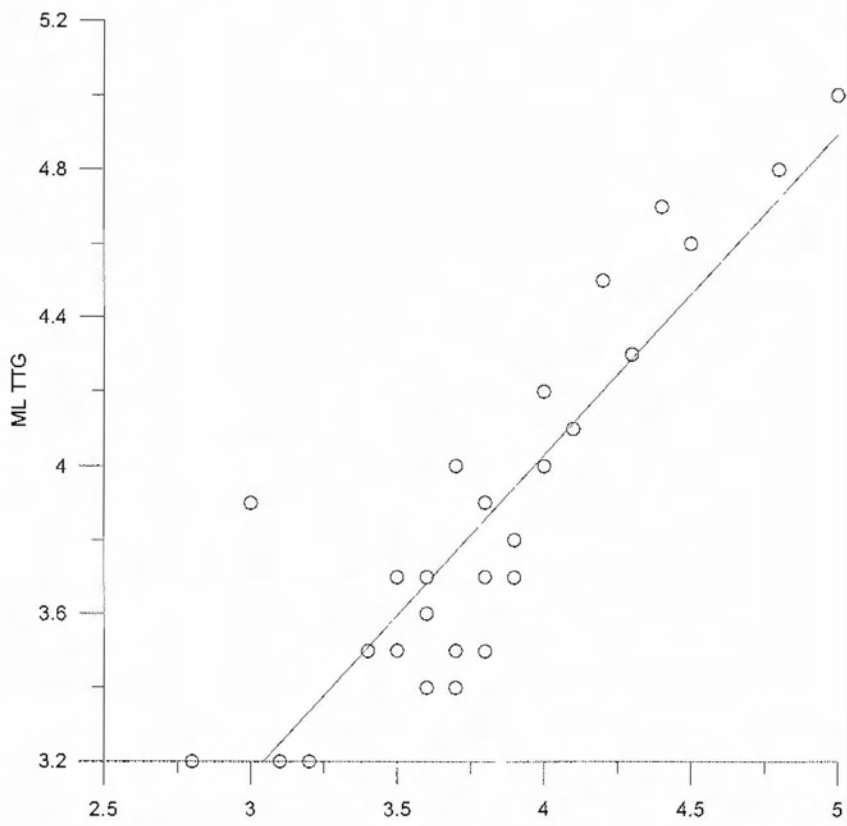
$y=1.068x+0.176$



$y=0.942x+0.291$

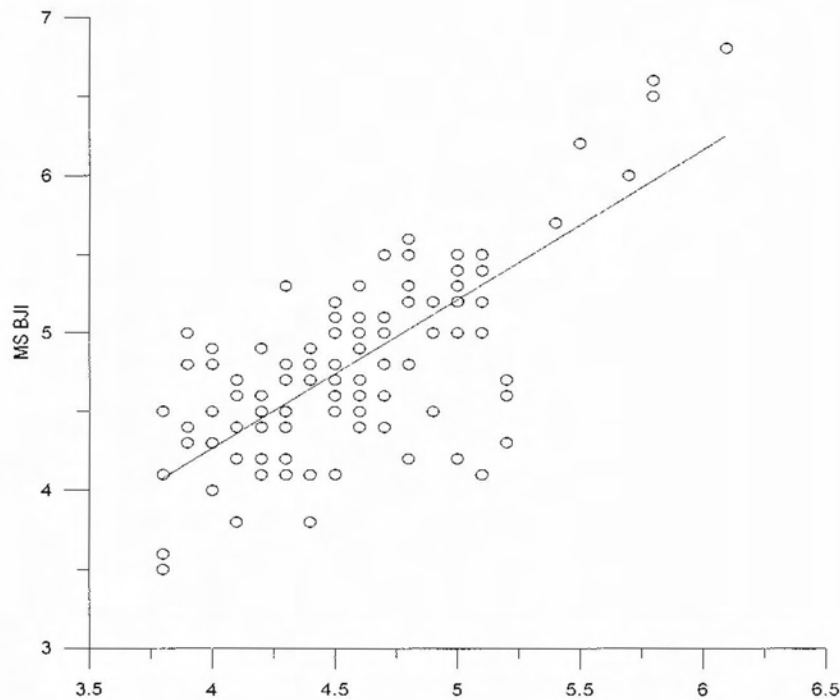


$y=0.865x+0.565$

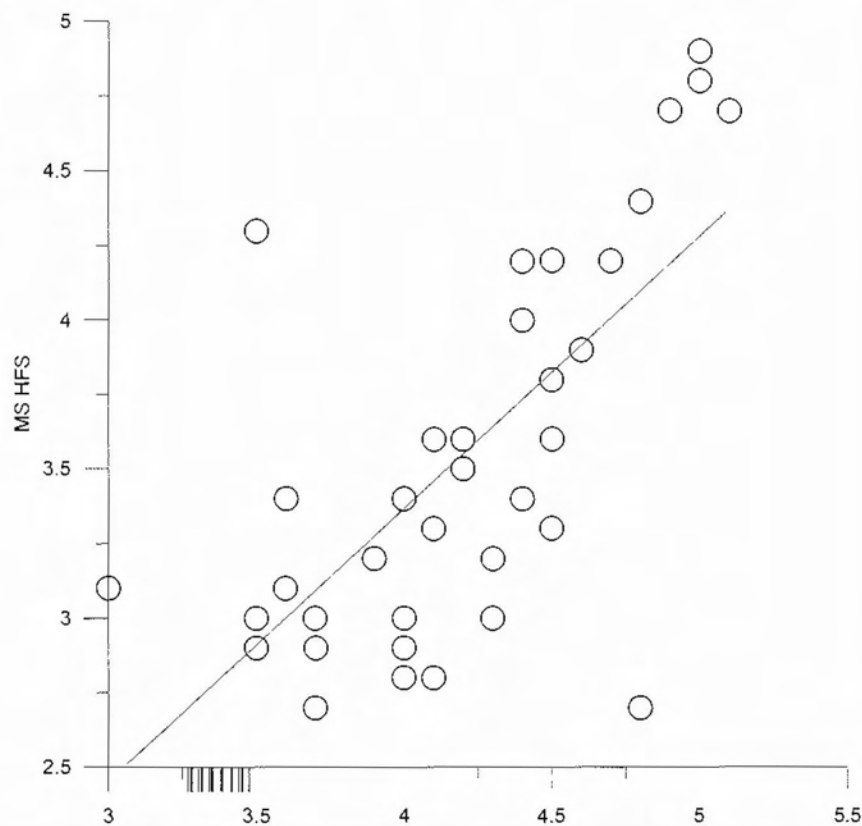


ML THE-MS

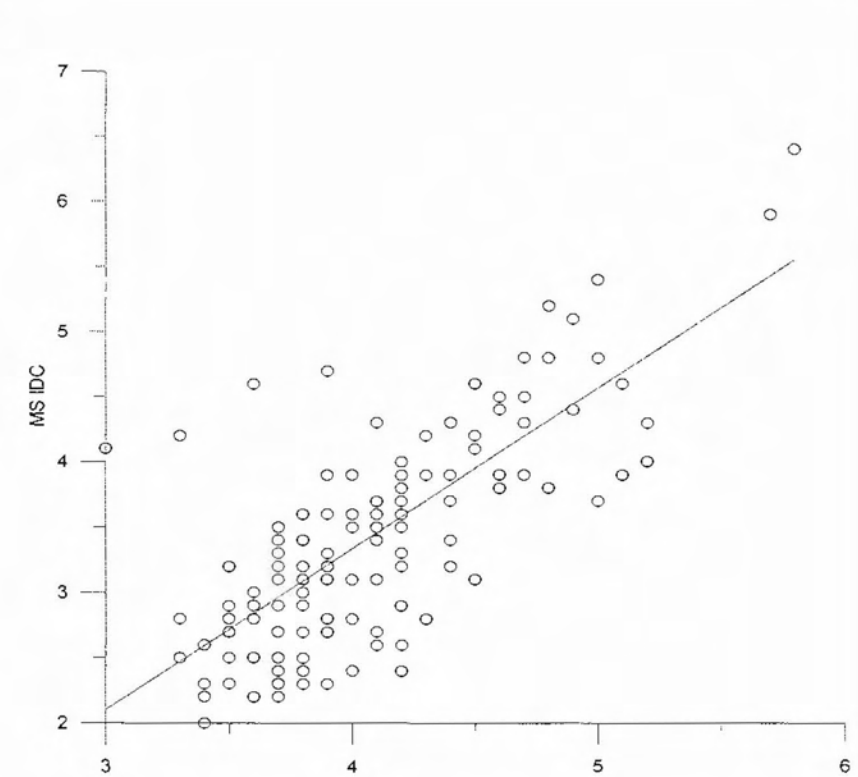
$y=0.945x+0.485$



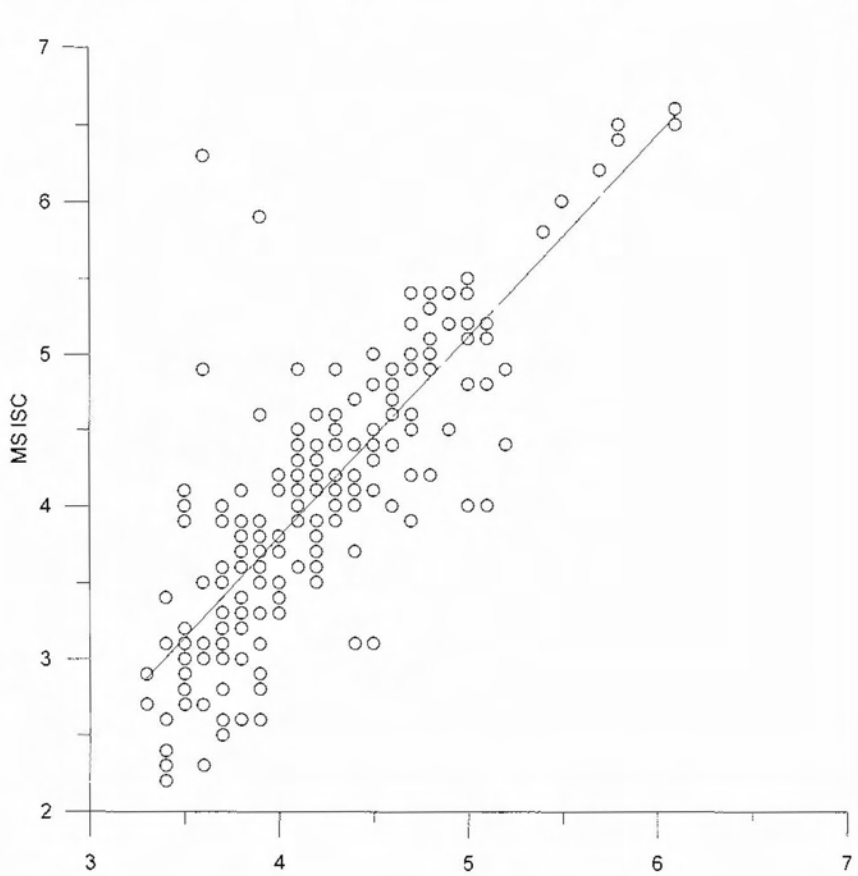
$y=0.914x-0.292$



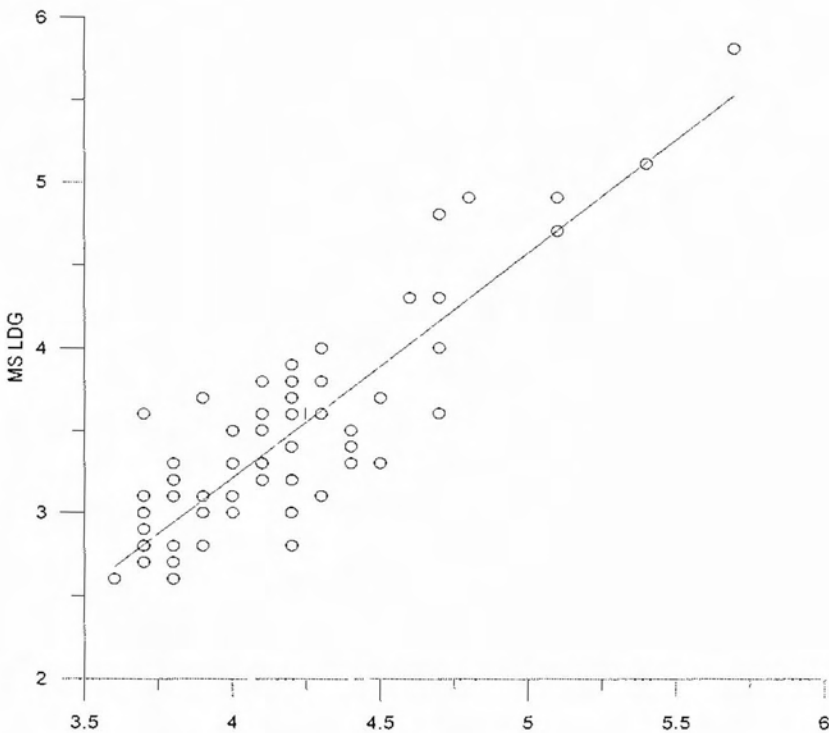
$y=1.232x-1.596$



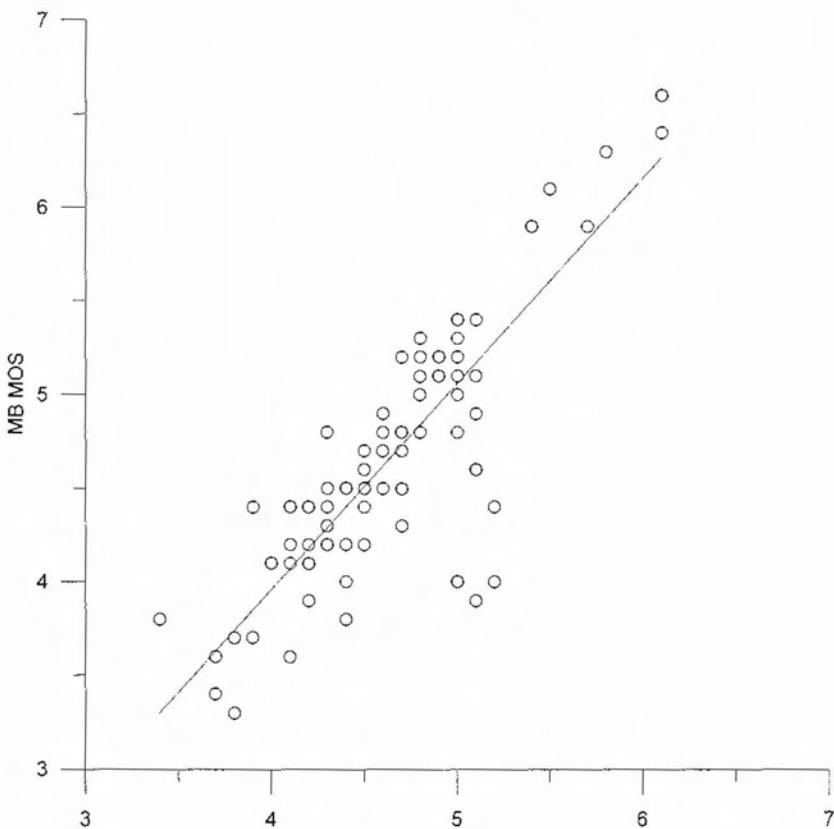
$y=1.313x-1.46$



$y=1.354x-2.2$



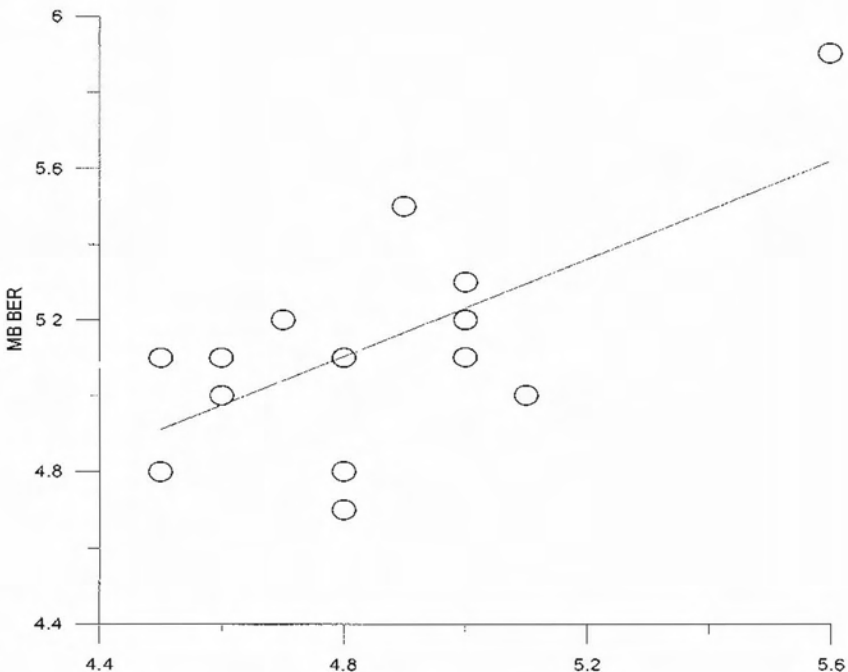
$y=1.099x-0.439$



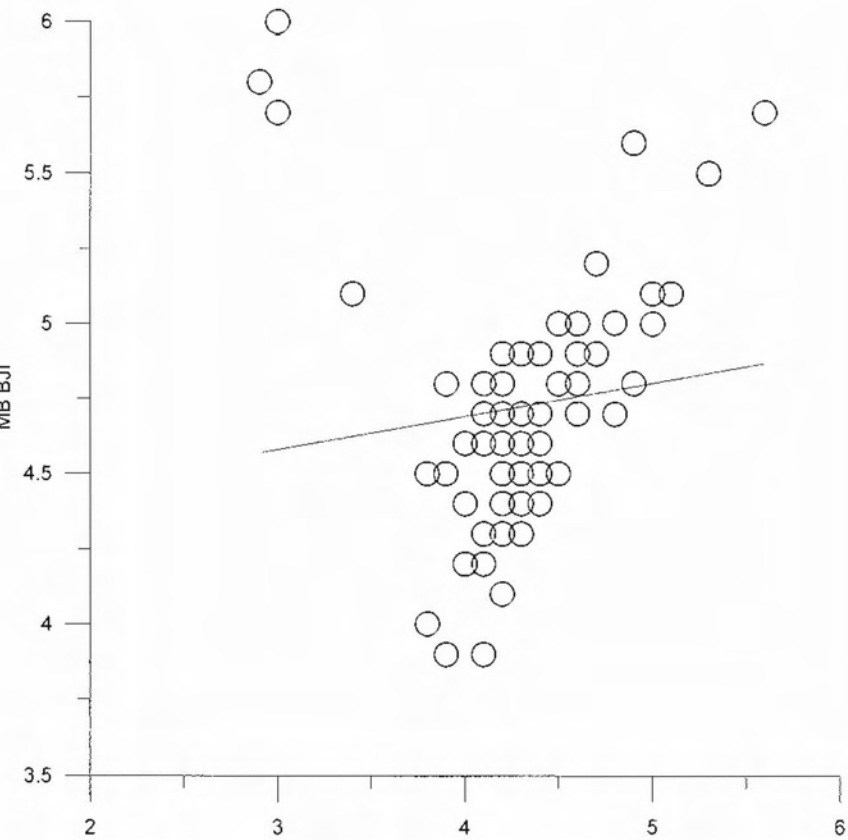
MD ATH-MB

$y=0.6418x+2.021$

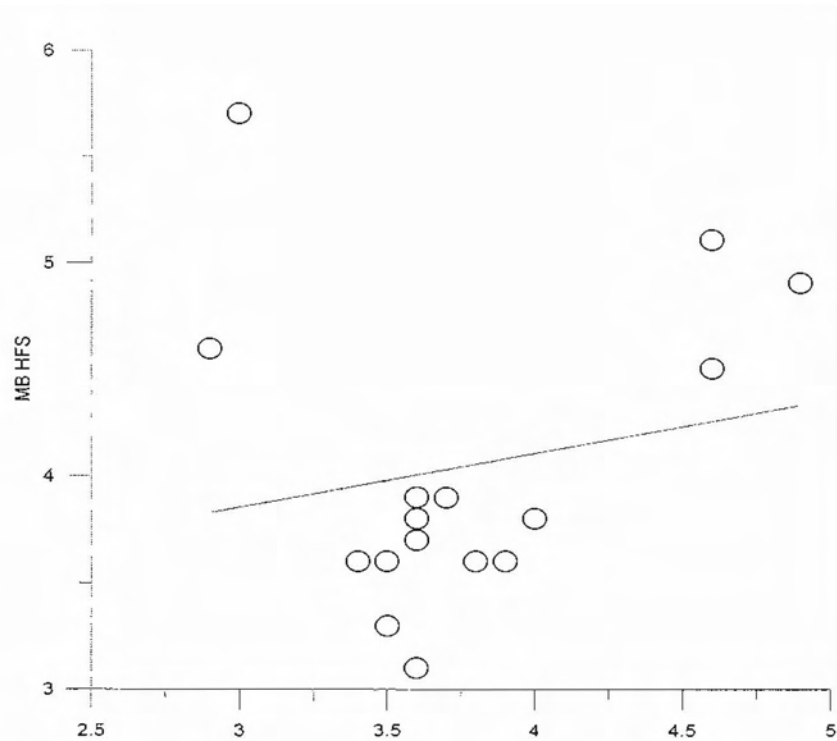
Ή



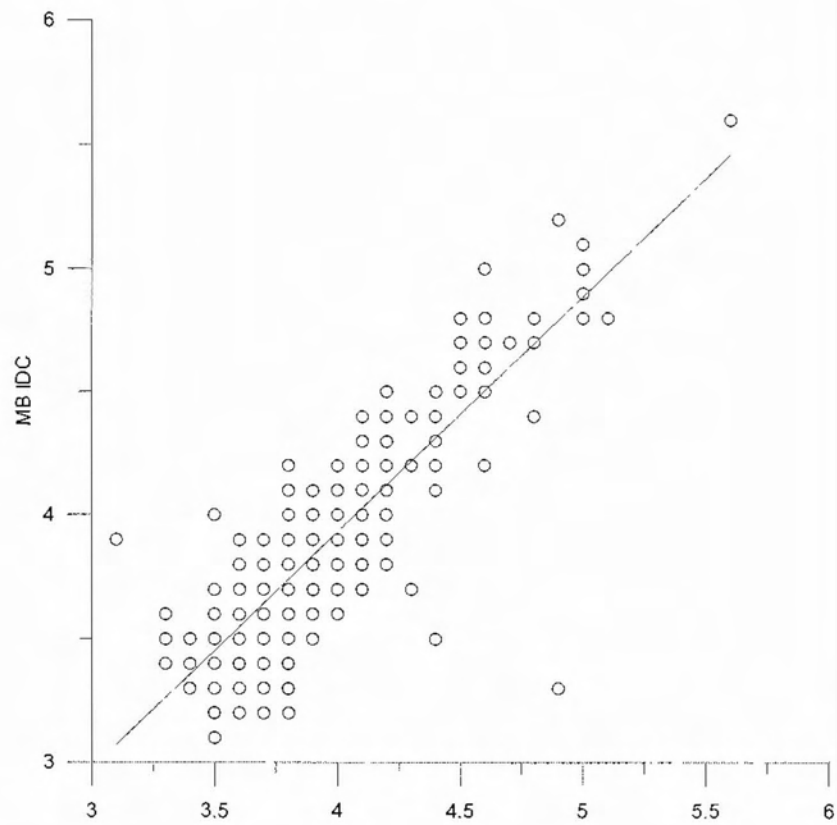
$y=0.11x+4.247$



$y=0.249x+3.105$



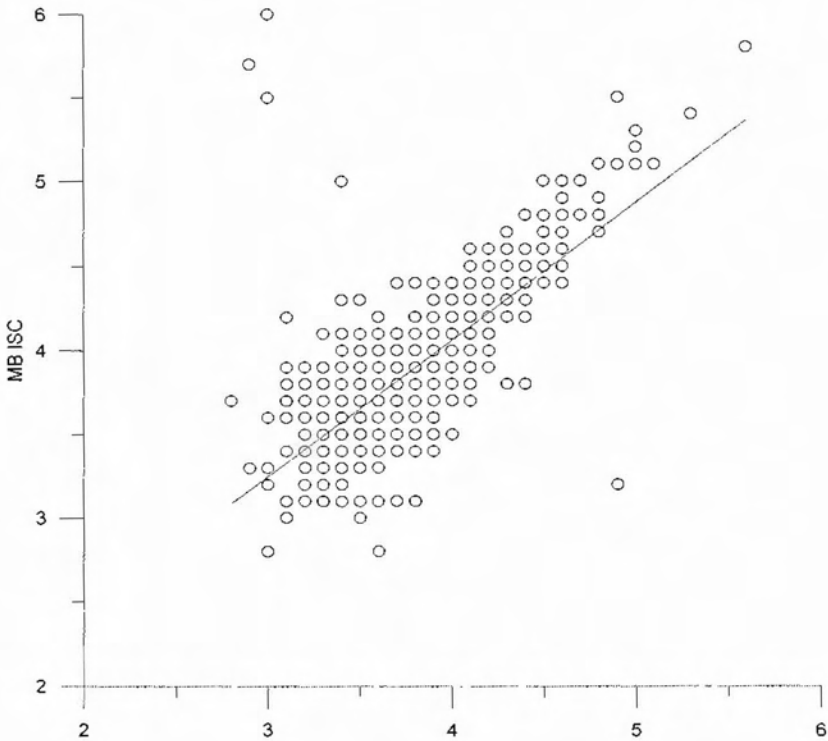
$y=0.9567x+0.104$



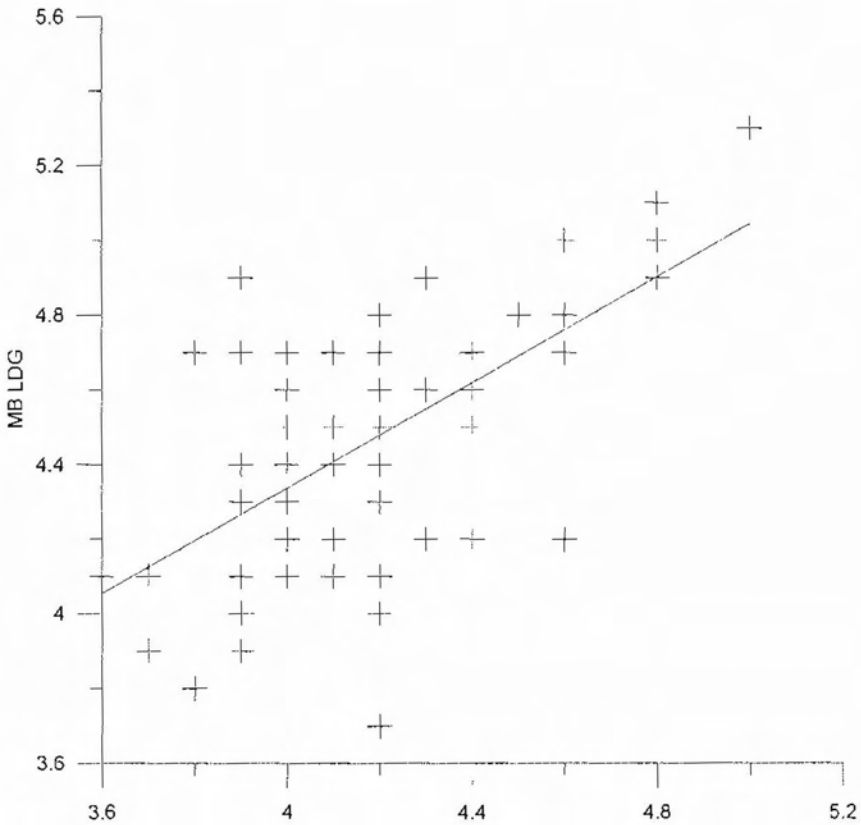


$y=0.8123x+0.81$

"

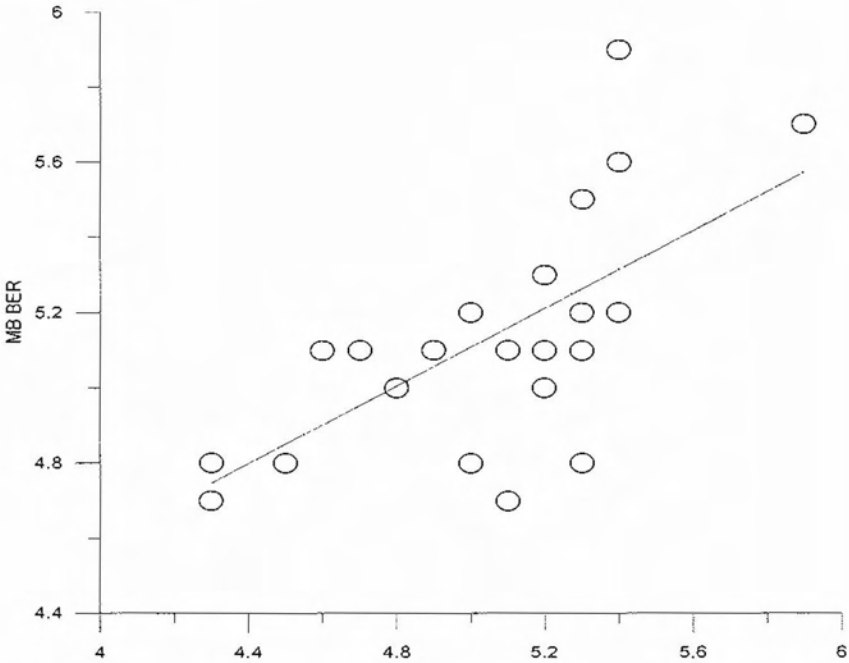


$y=0.7065x+1.51$

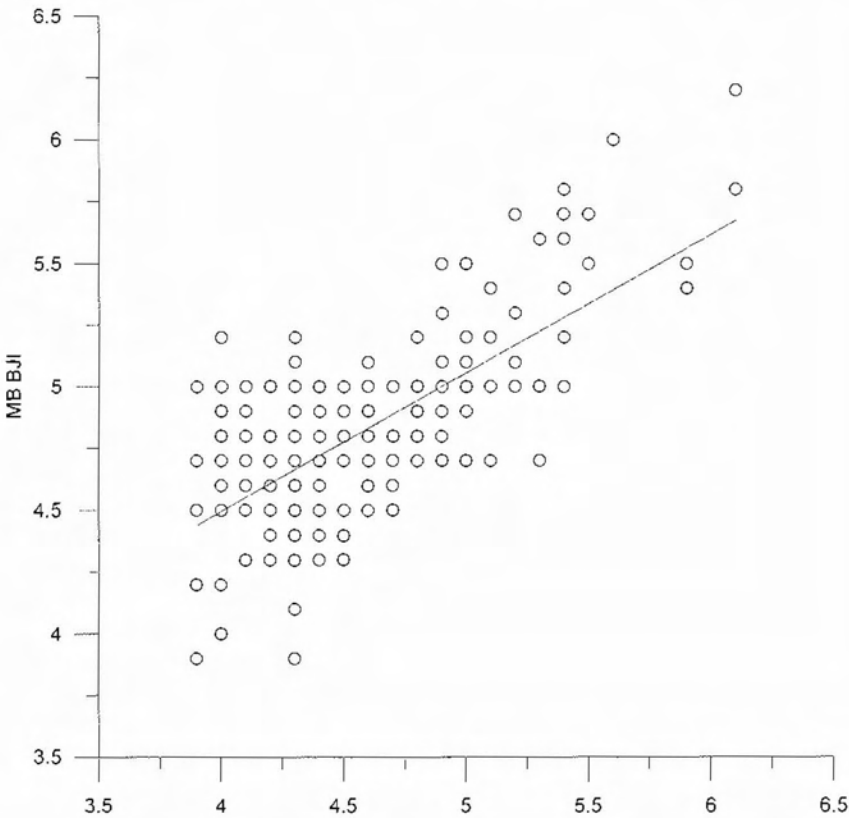


ML ATH-MB

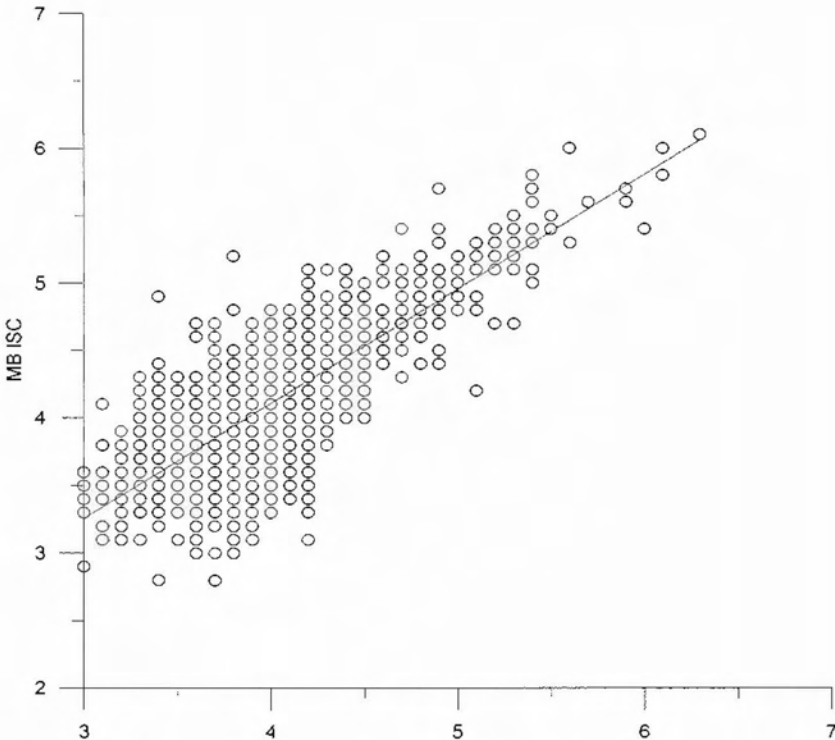
$y=0.515x+2.531$



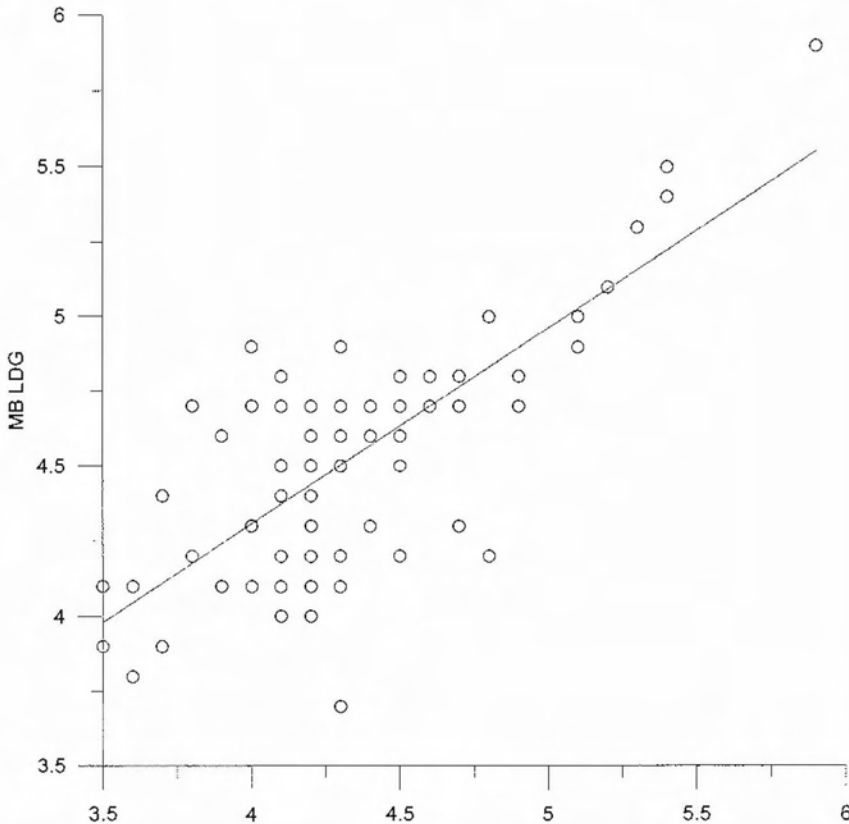
$y=0.56x+2.253$



$y=0.849x+0.768$

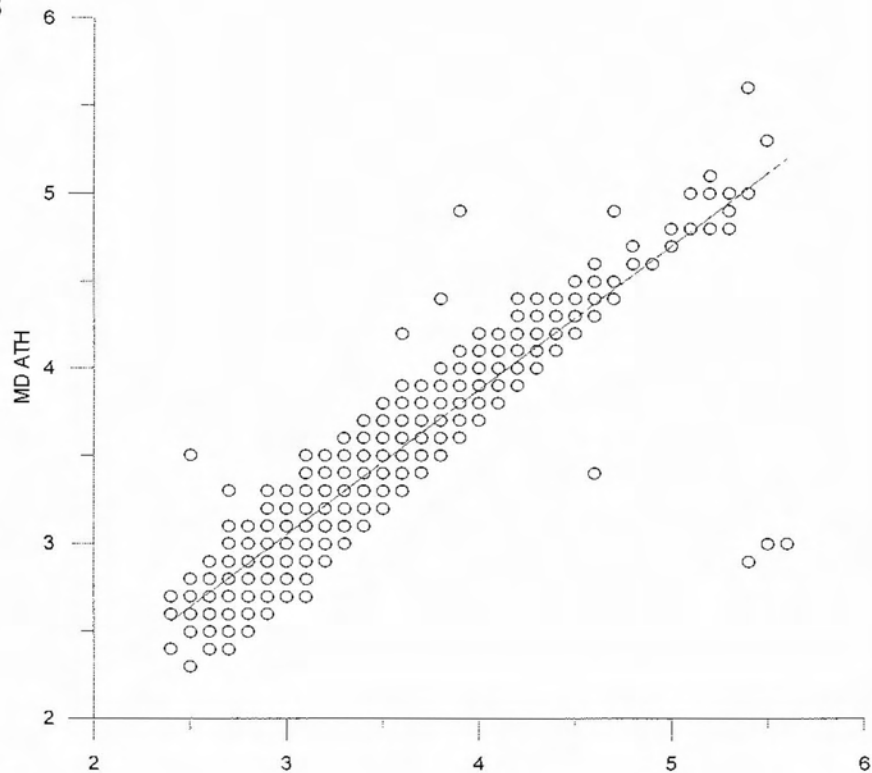


$y=0.654x+1.688$

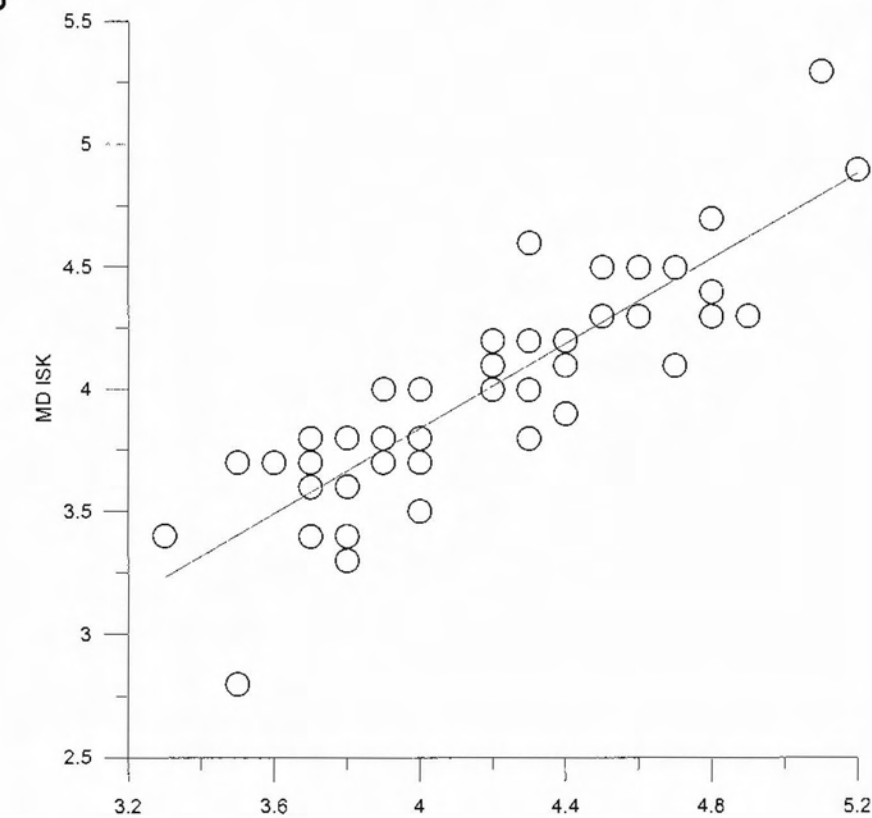


ML ATH-MD

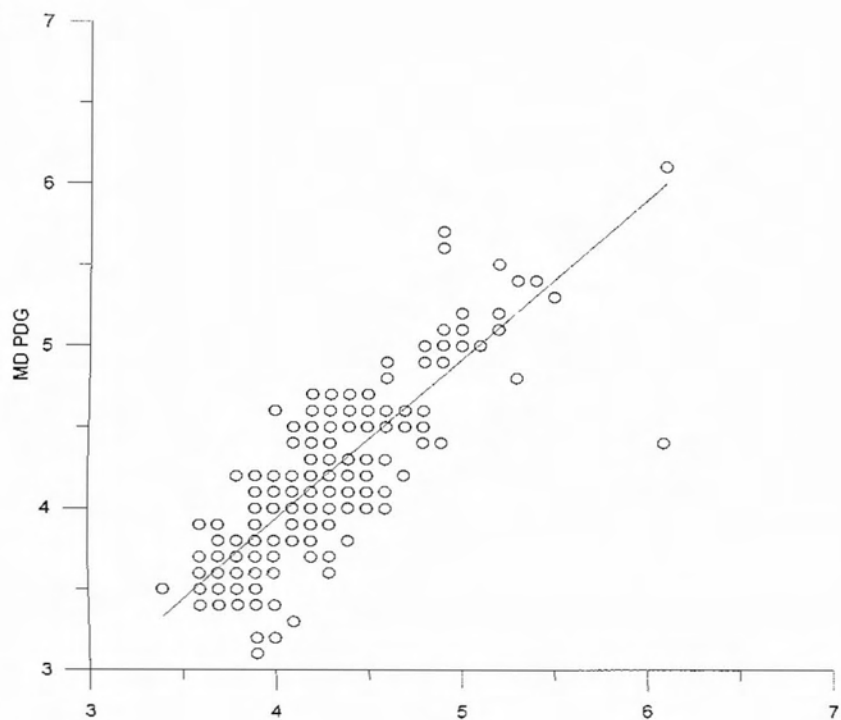
$y=0.823x+0.58$



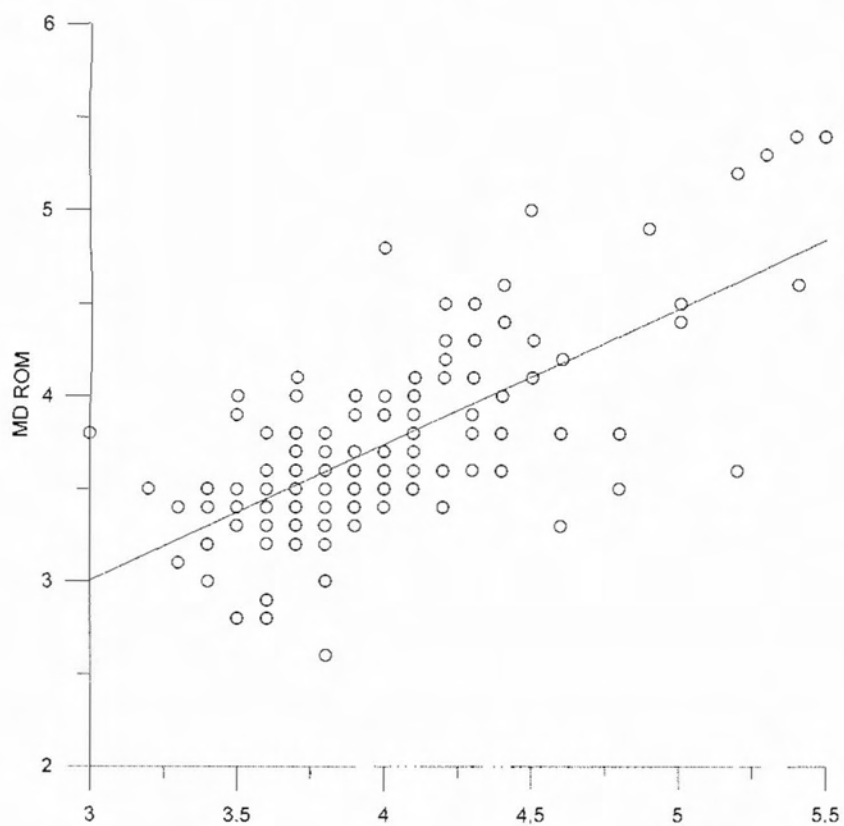
$y=0.871x+0.353$



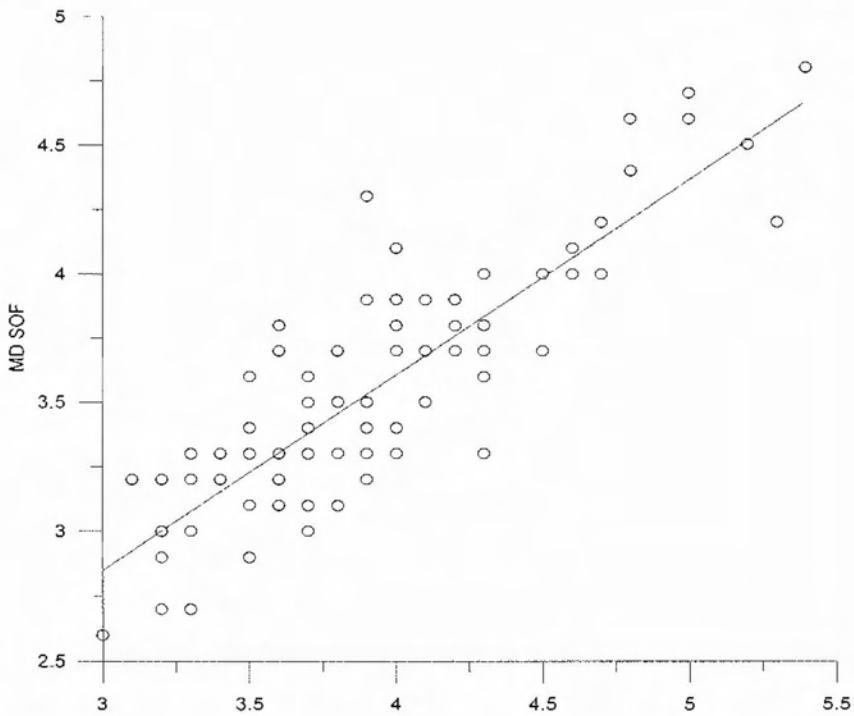
$$y=0.986x-0.0222$$



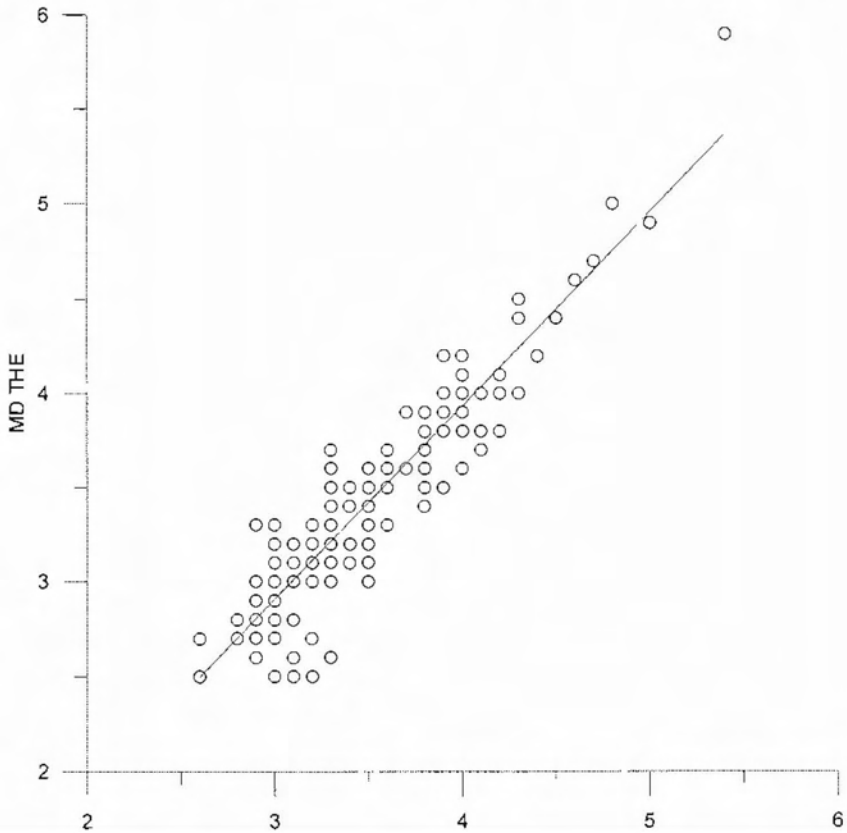
$$y=0.735x+0.797$$



$y=0.757x+0.577$

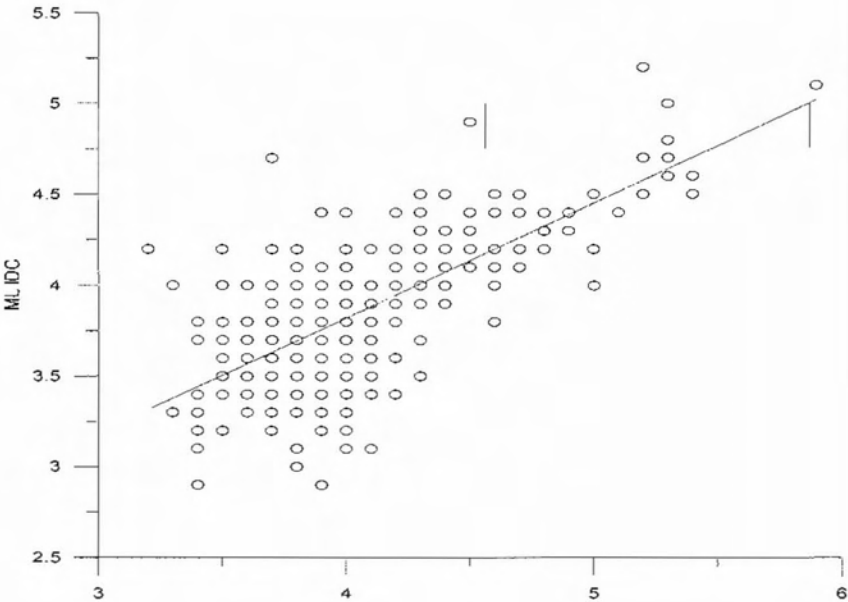


$y=1.026x-0.171$

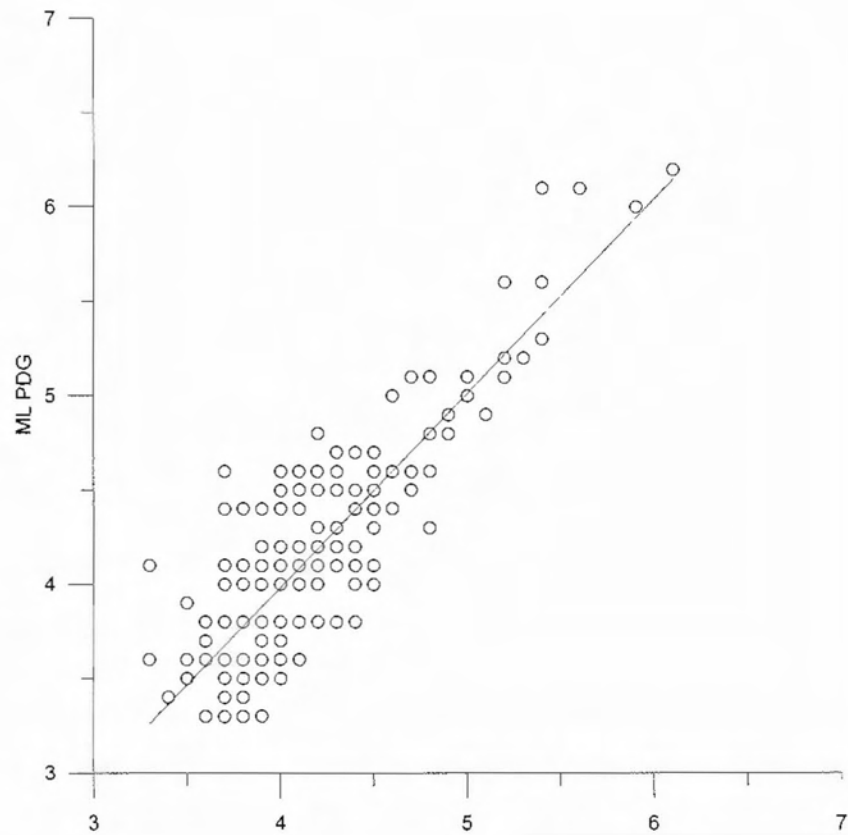


ML ATH-ML

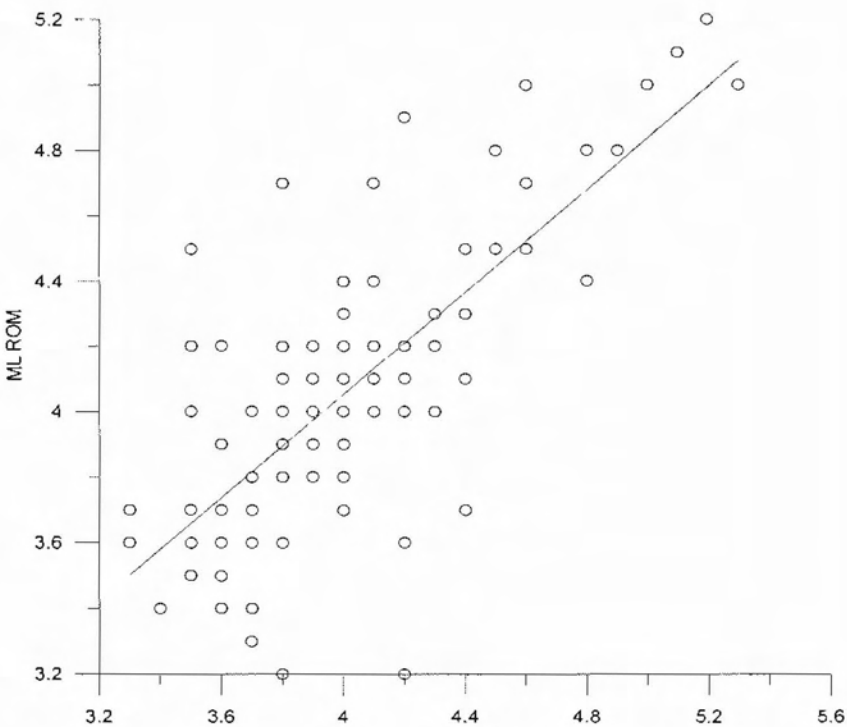
$y=0.63x+1.297$



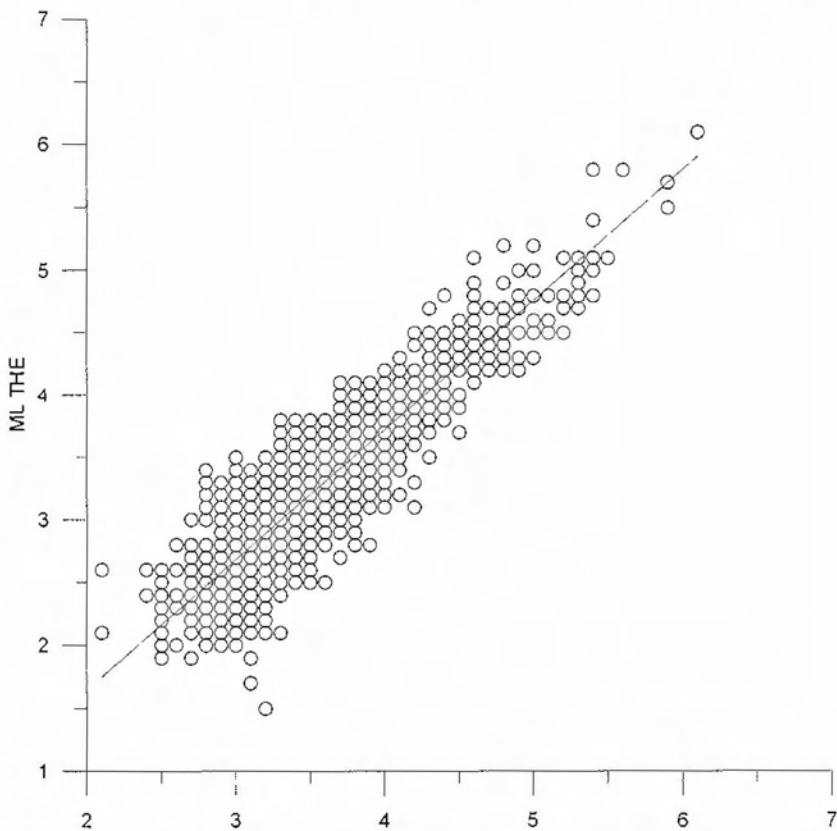
$y=1.03x-0.141$



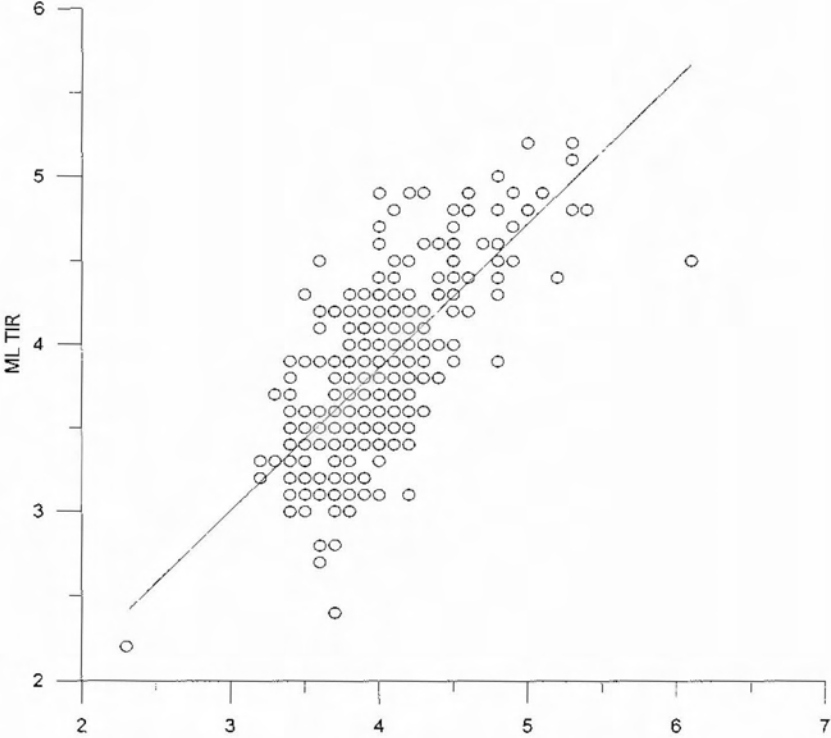
$y=0.785x+0.908$



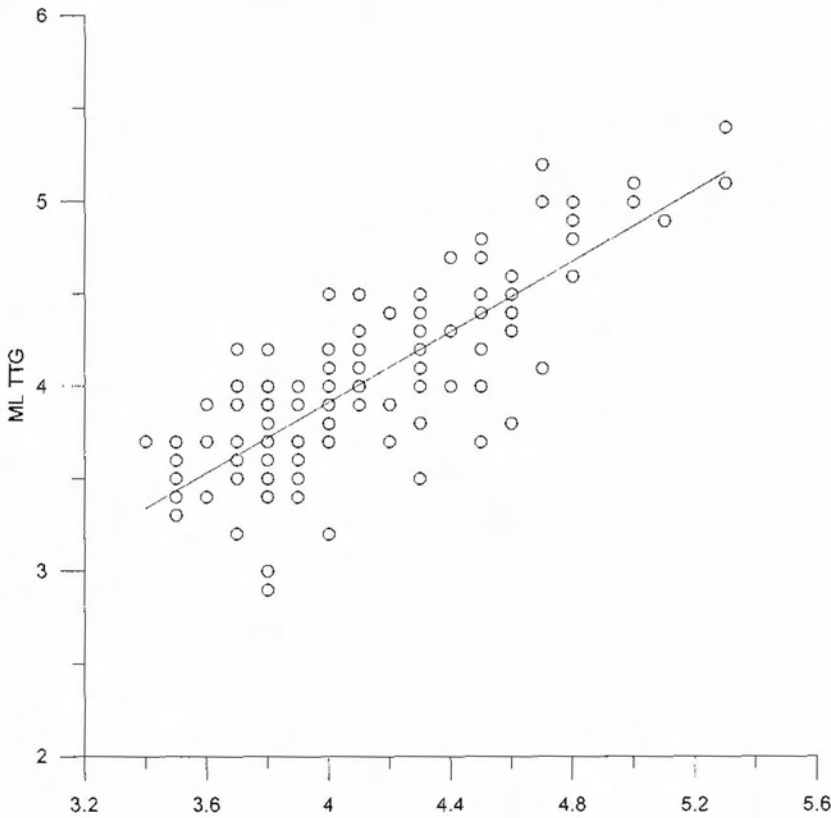
$y=1.039x-0.434$



$y=0.856x+0.436$

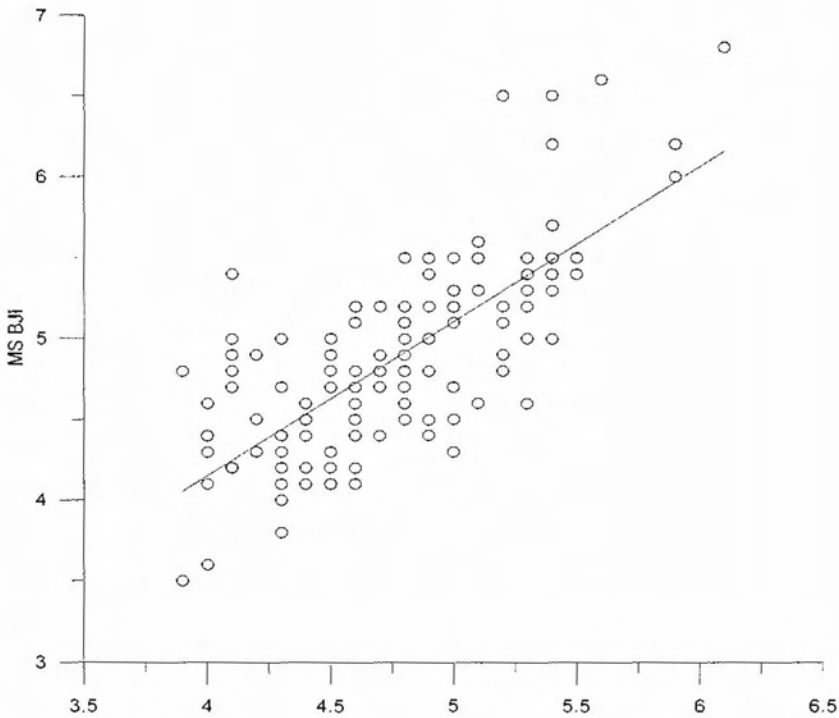


$y=0.959x+0.074$

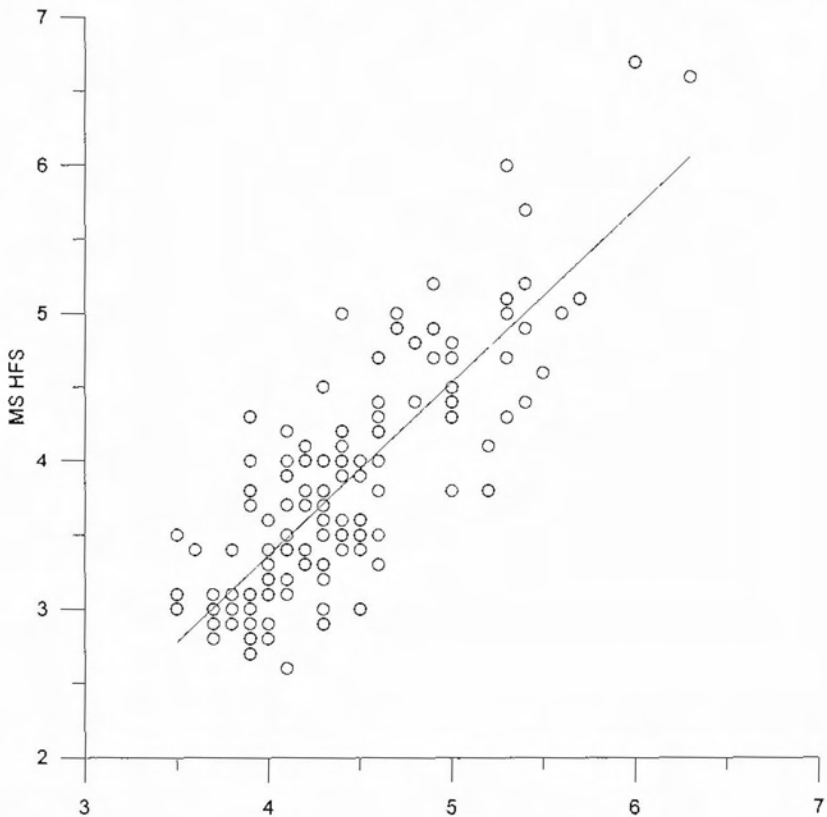


ML ATH-MS

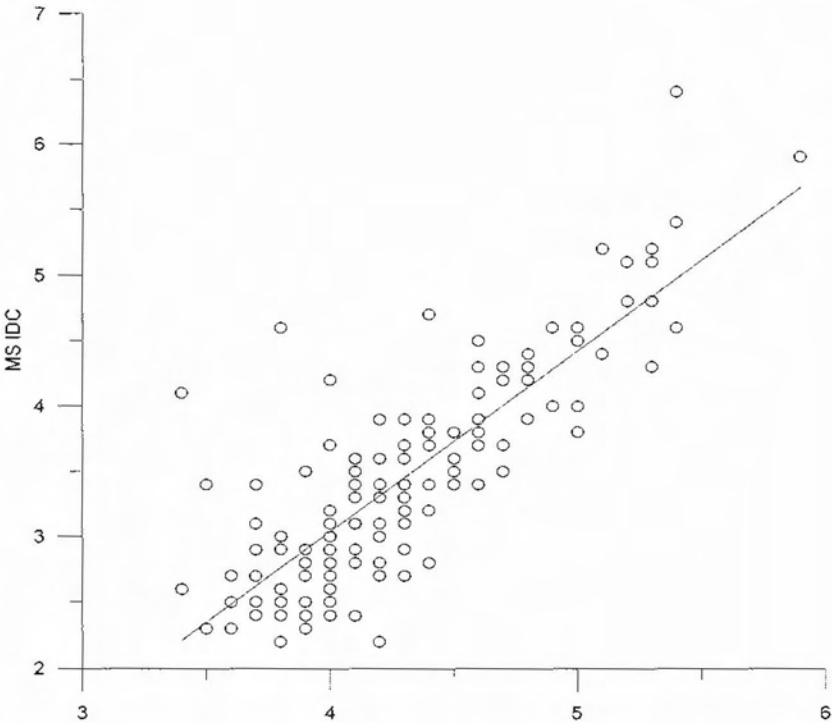
$y=0.995x+0.329$



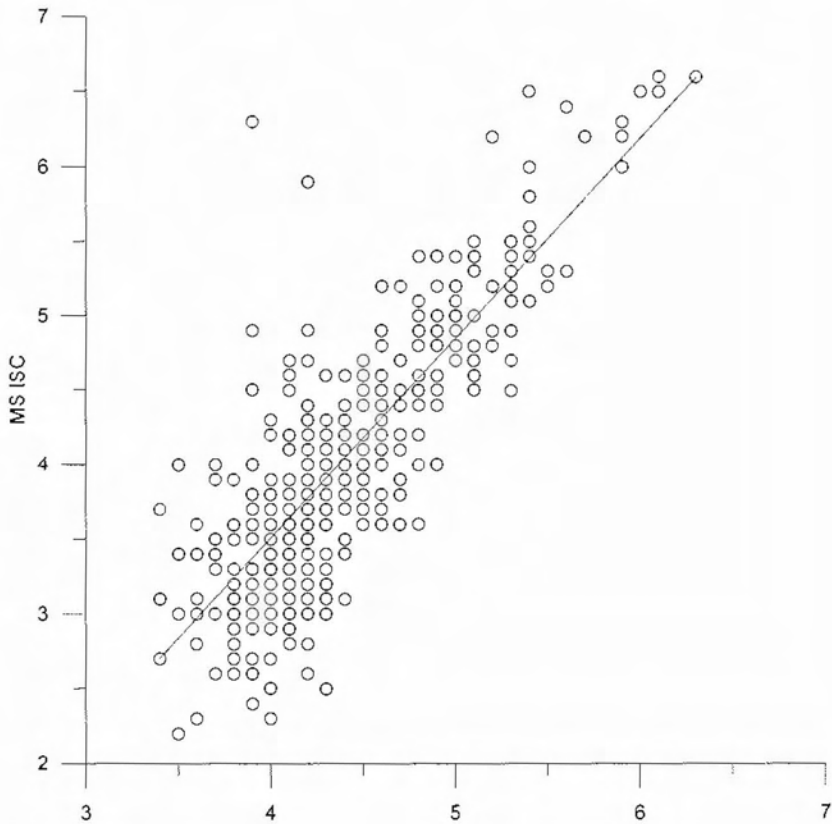
$y=1.173x-1.331$



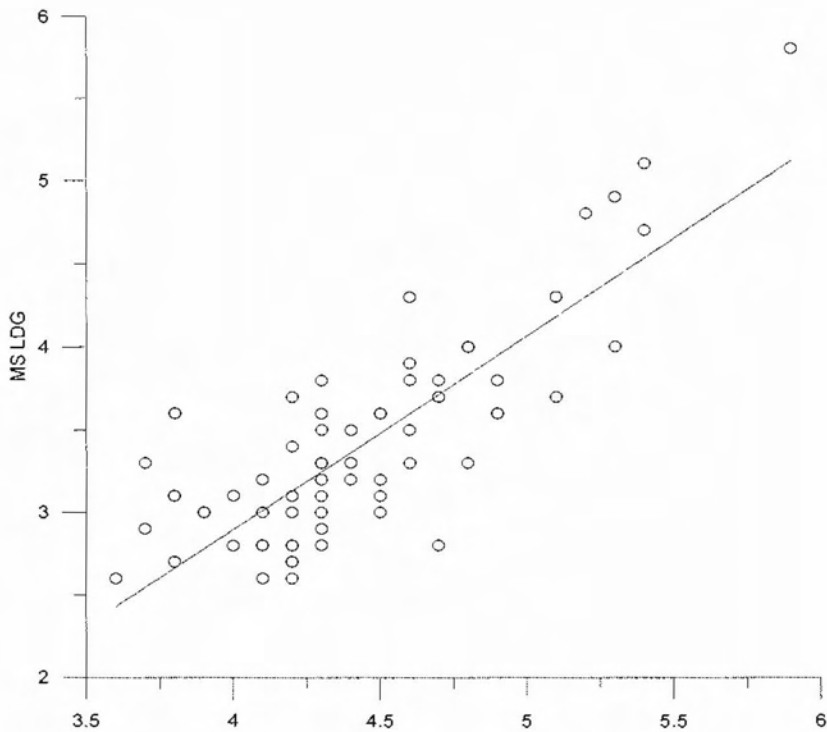
$y=1.381x-2.48$



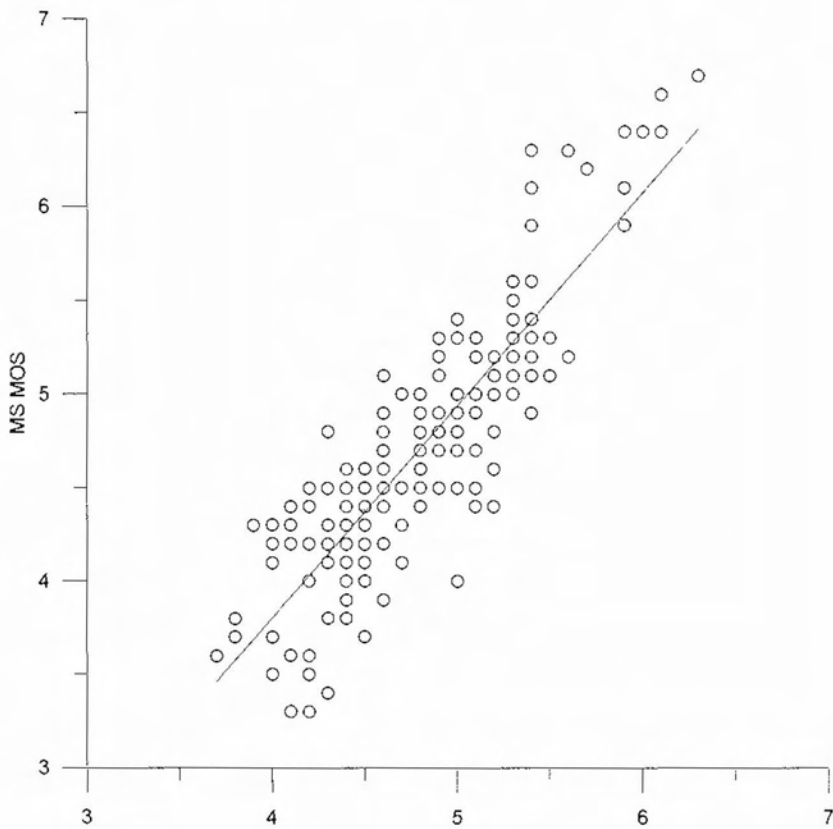
$y=1.341x-1.857$



$y=1.169x-1.782$

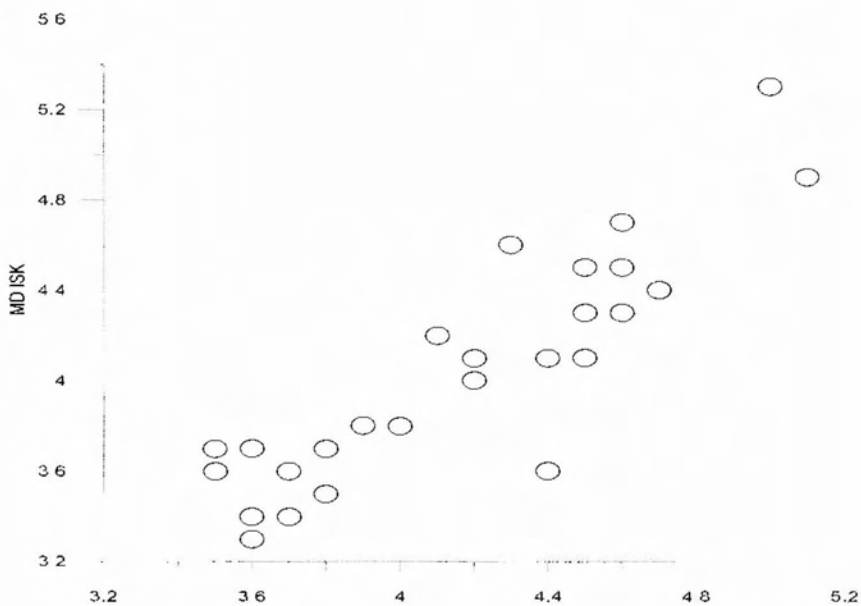


$y=1.135x-0.74$

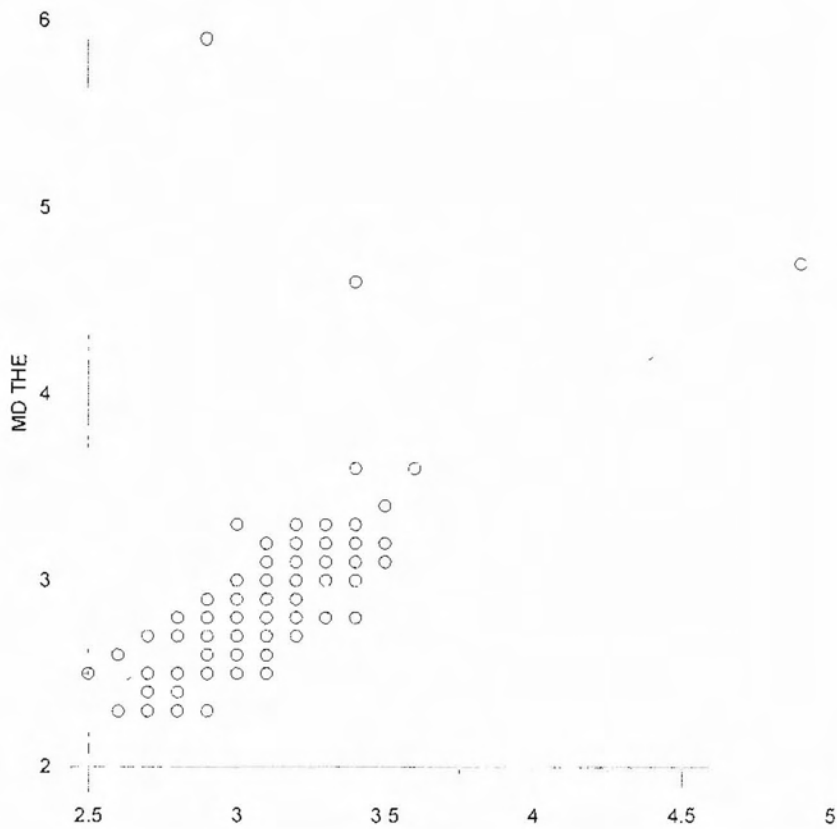


MD ATH-MD

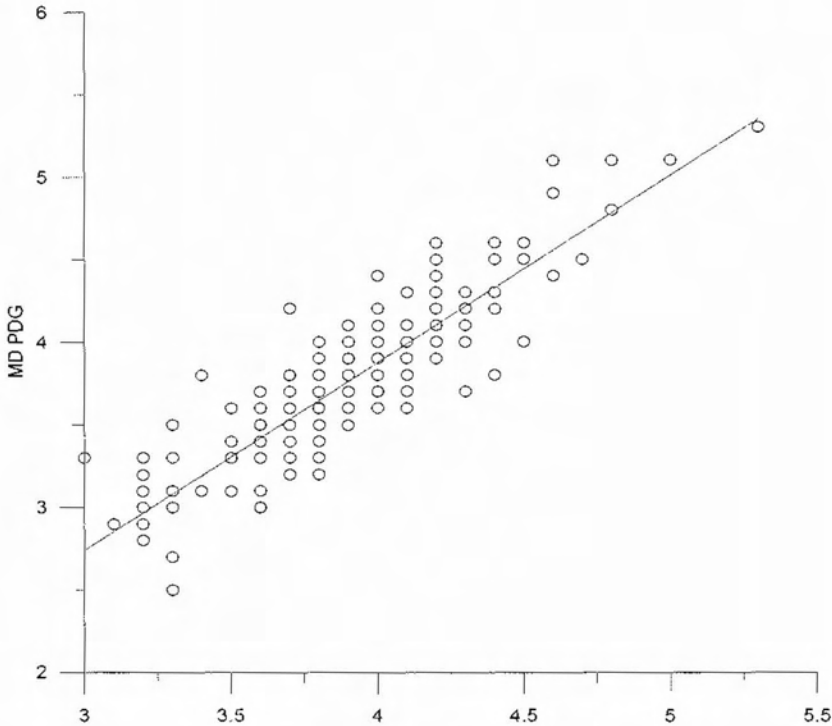
$y=0.956x+0.055$



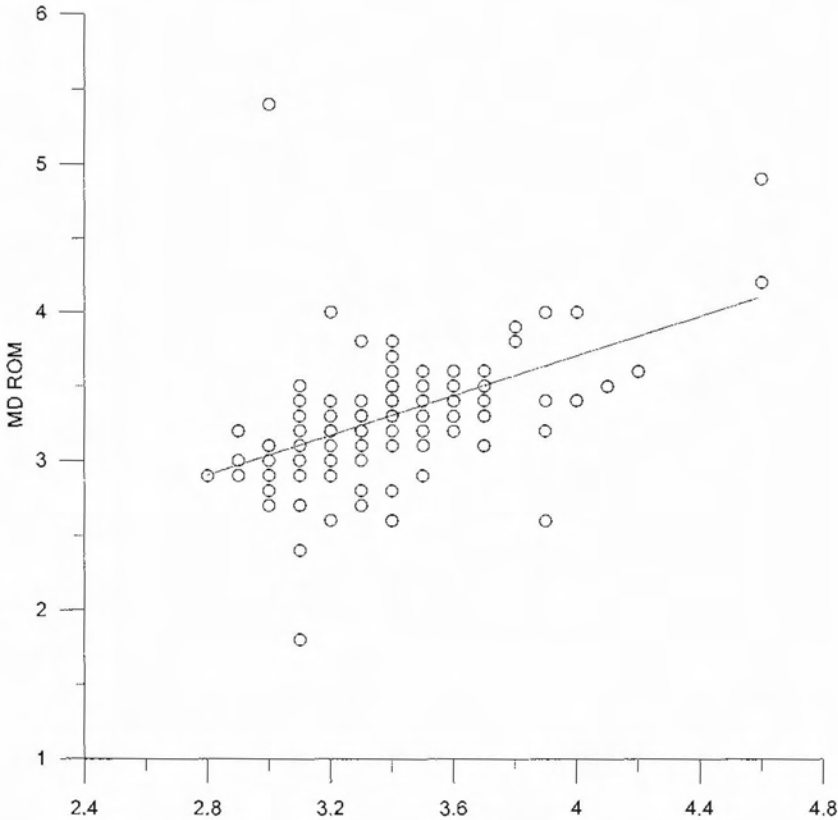
$y=0.978x-0.109$



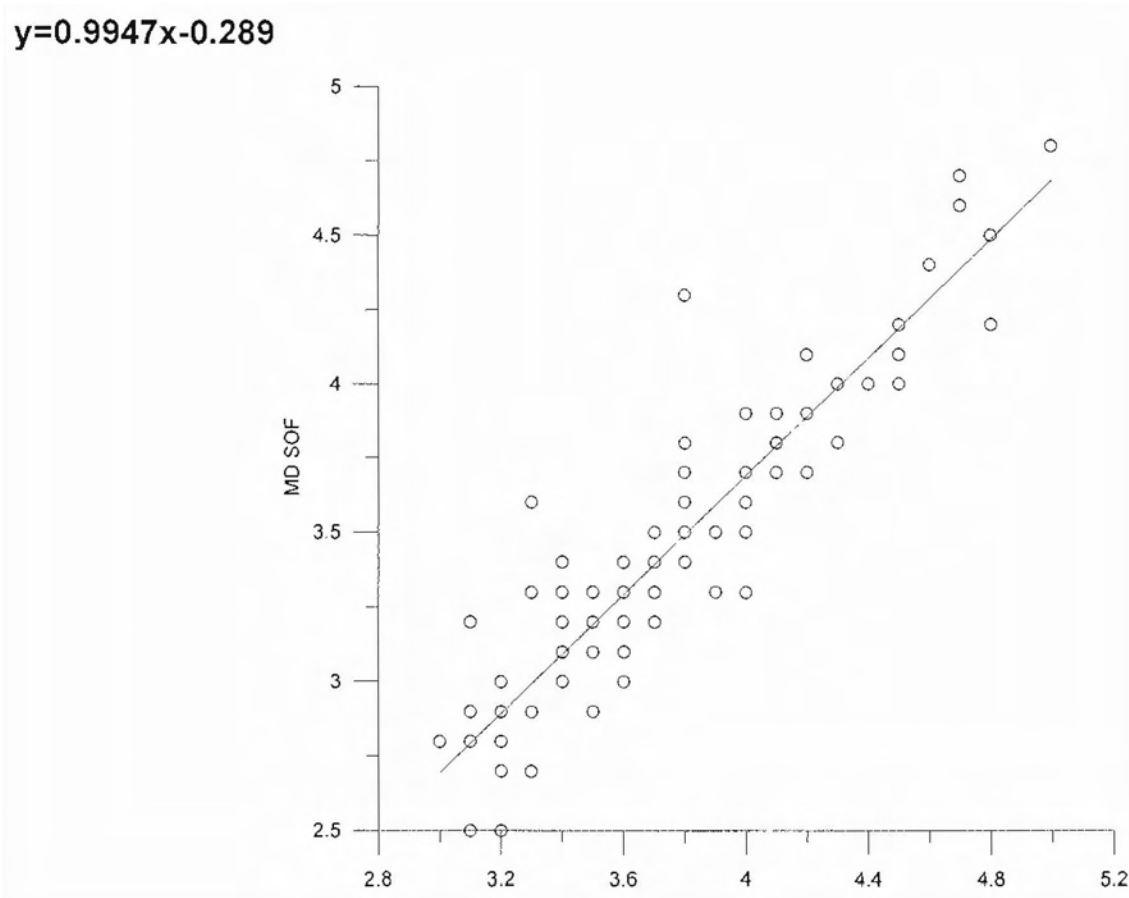
$y=1.134x-0.662$



$y=0.666x+1.038$

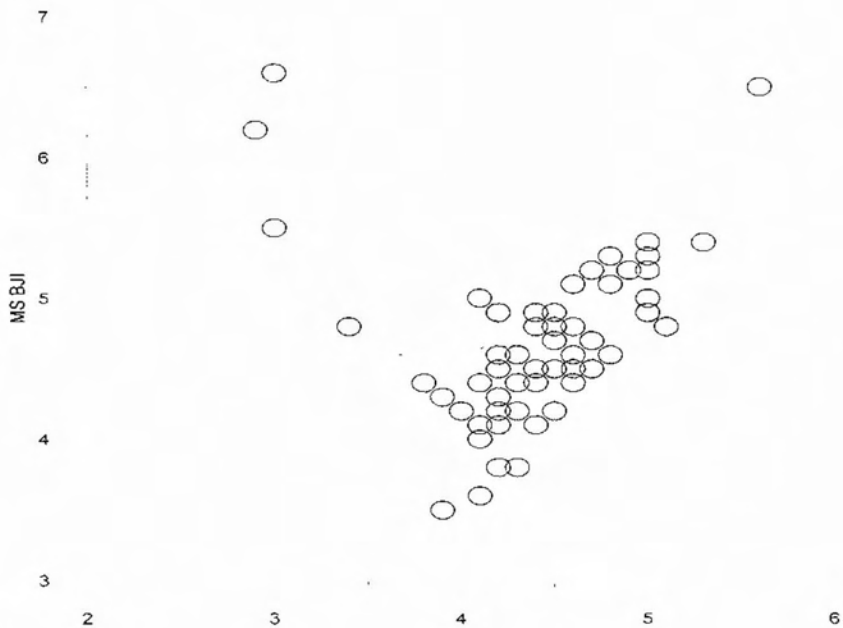


$y=0.9947x-0.289$

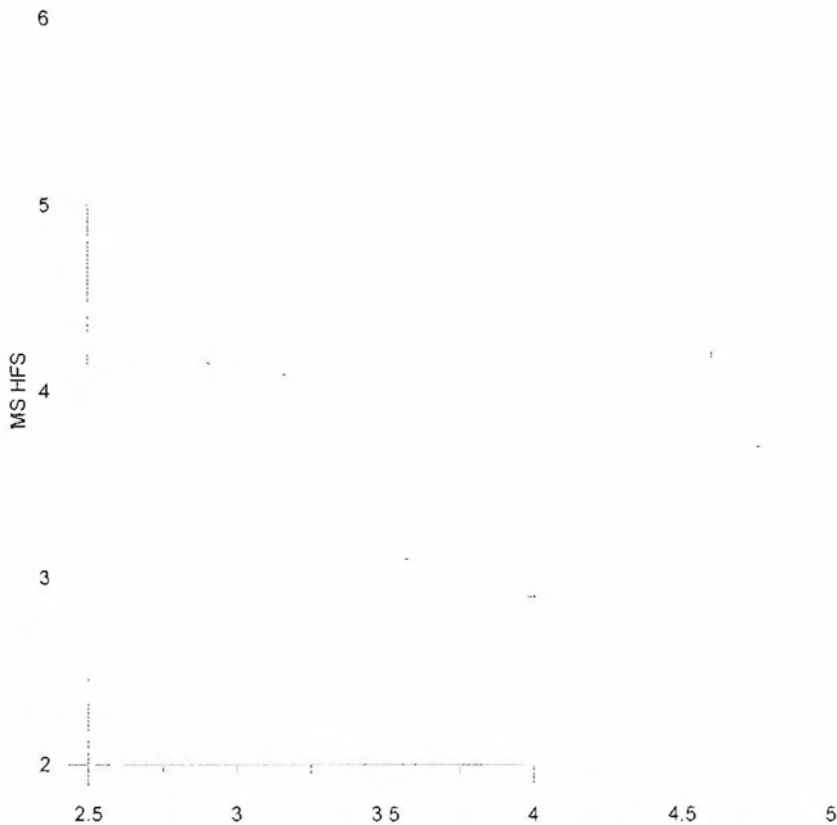


MD ATH-MS

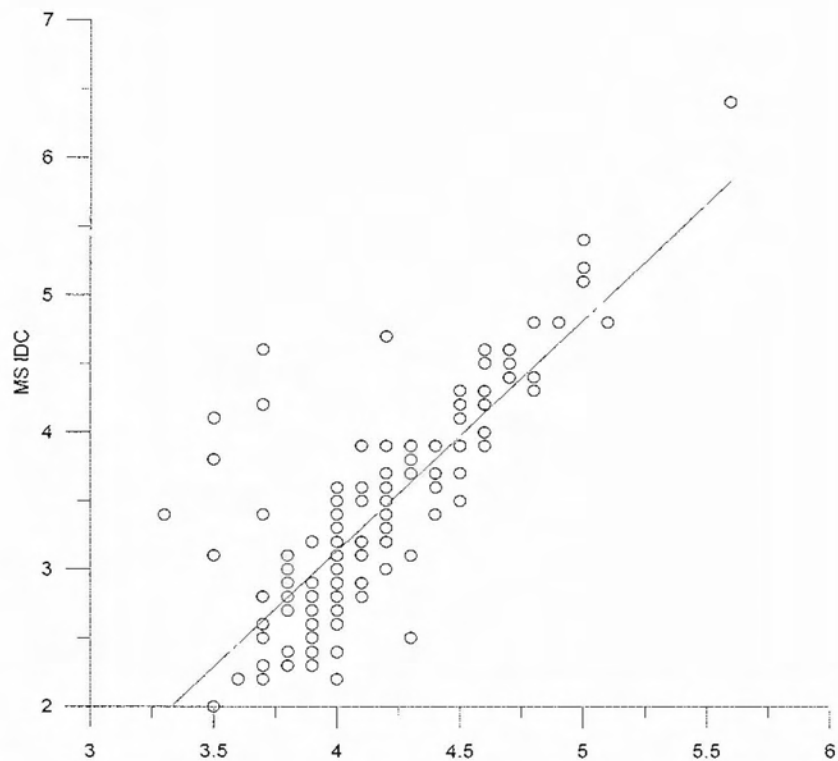
$y=0.1124x+4.1875$



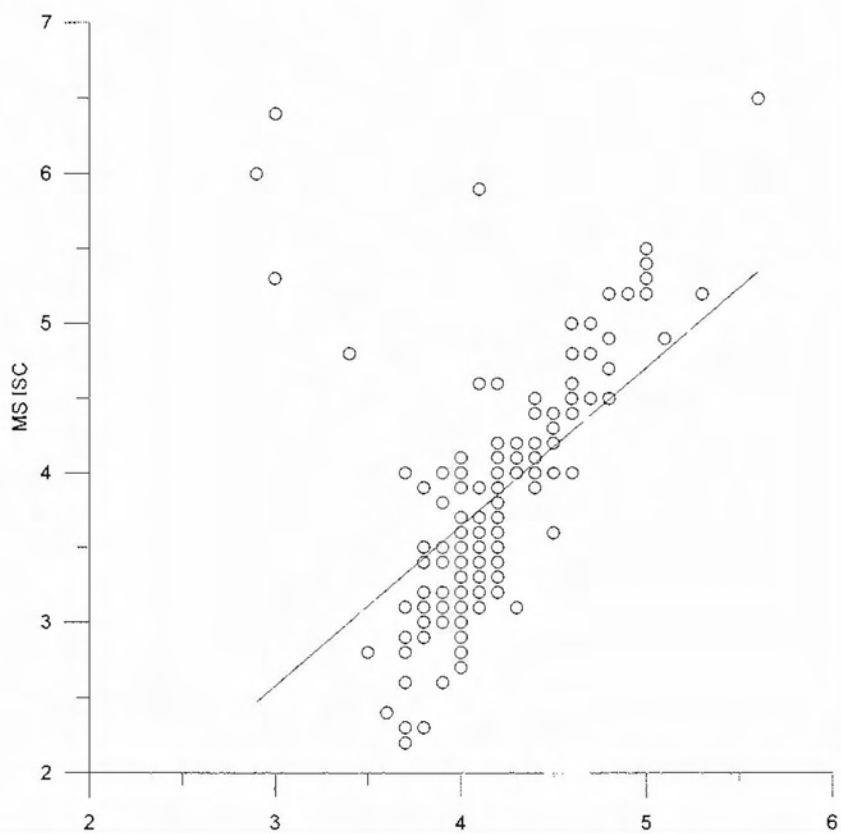
$y=-0.2417x+4.852$



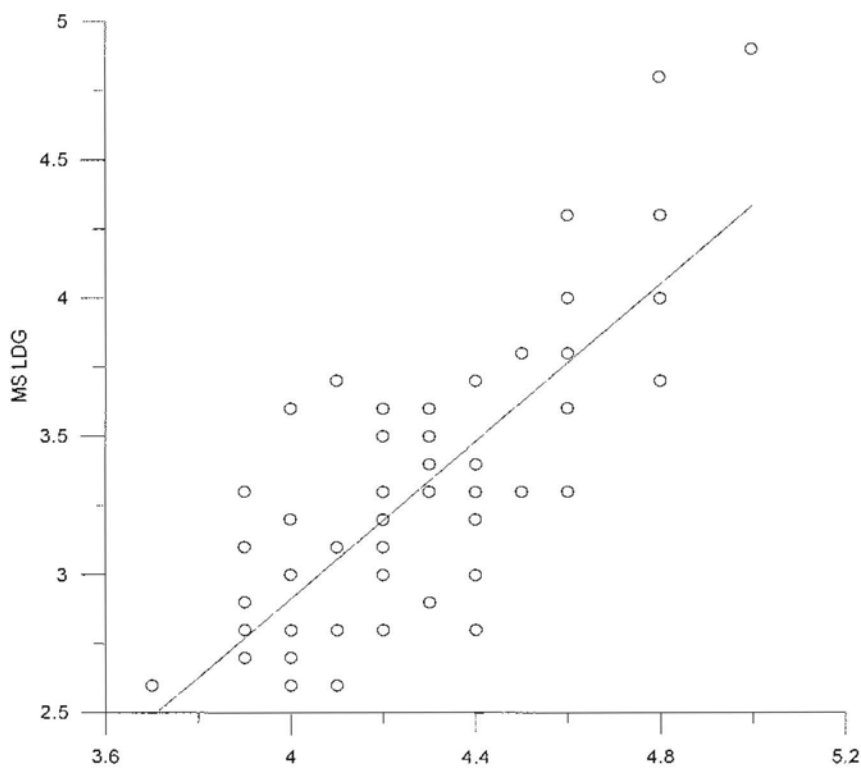
$$y=1.683x-3.603$$



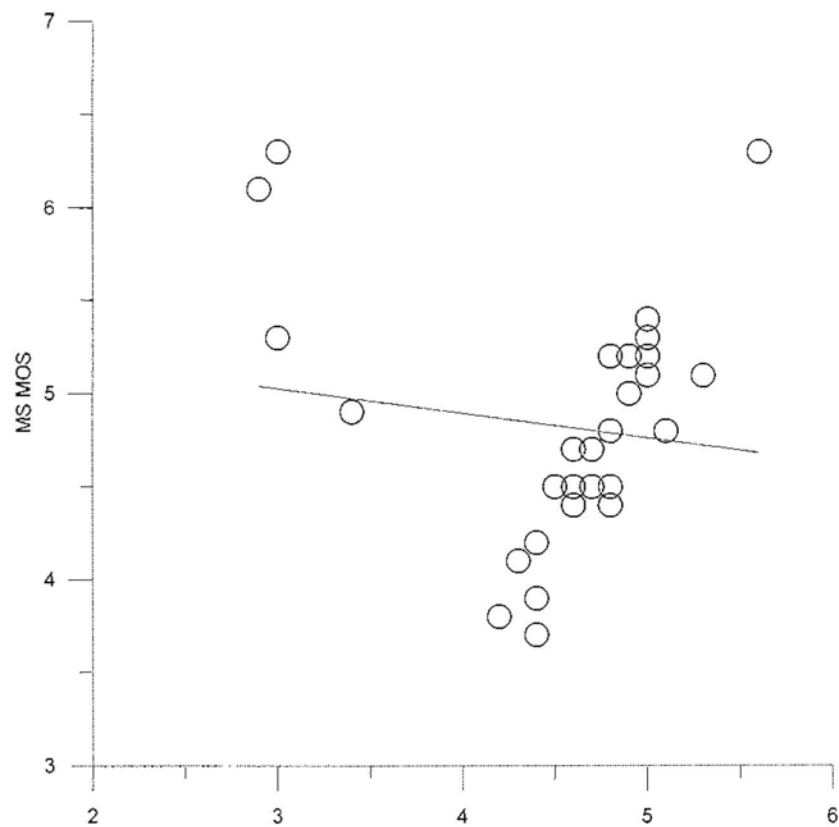
$$y=1.065x-0.6218$$



$y=1.4219x-2.775$

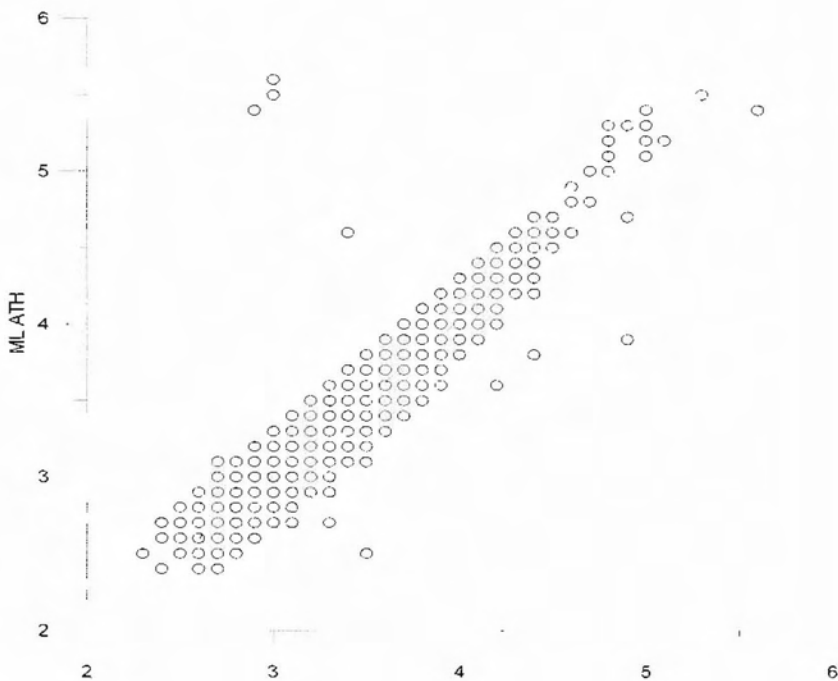


$y=-0.131x+5.419$

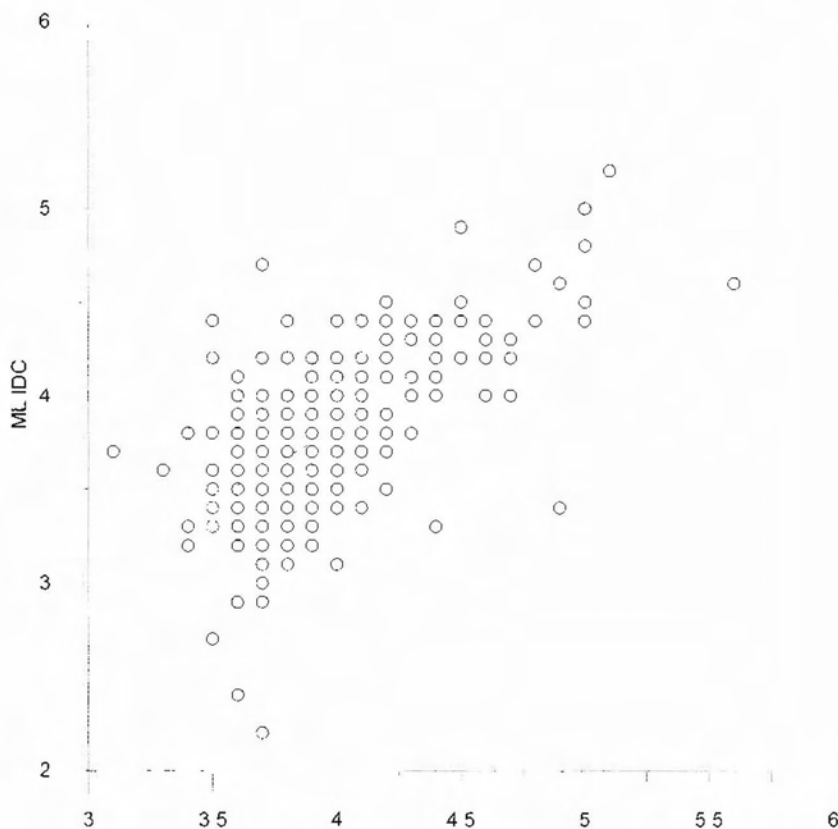


MD ATH-ML

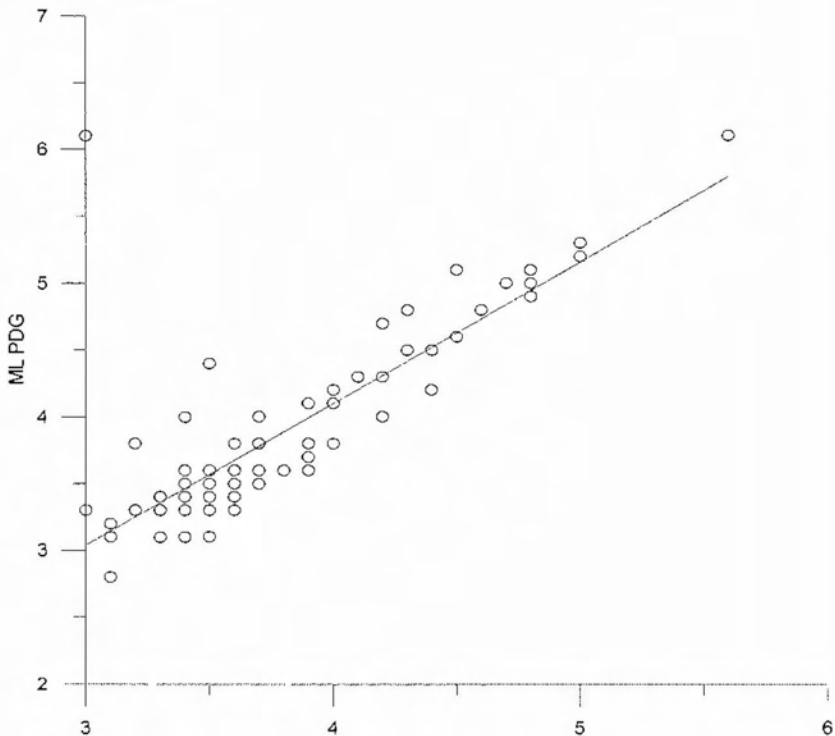
$y=1.02x-0.056$



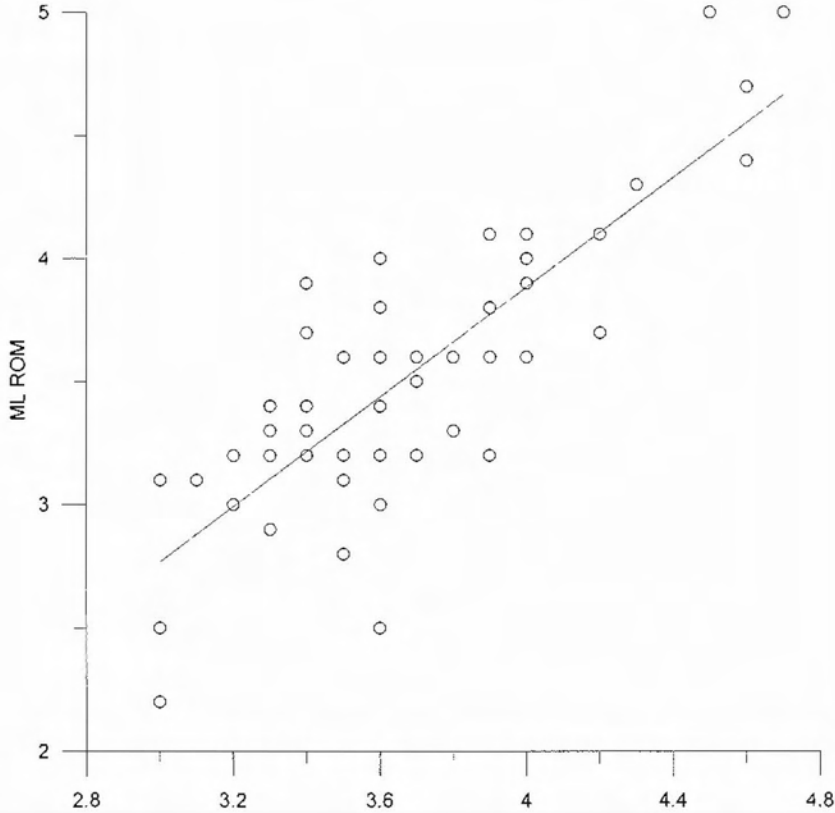
$y=0.767x+0.757$



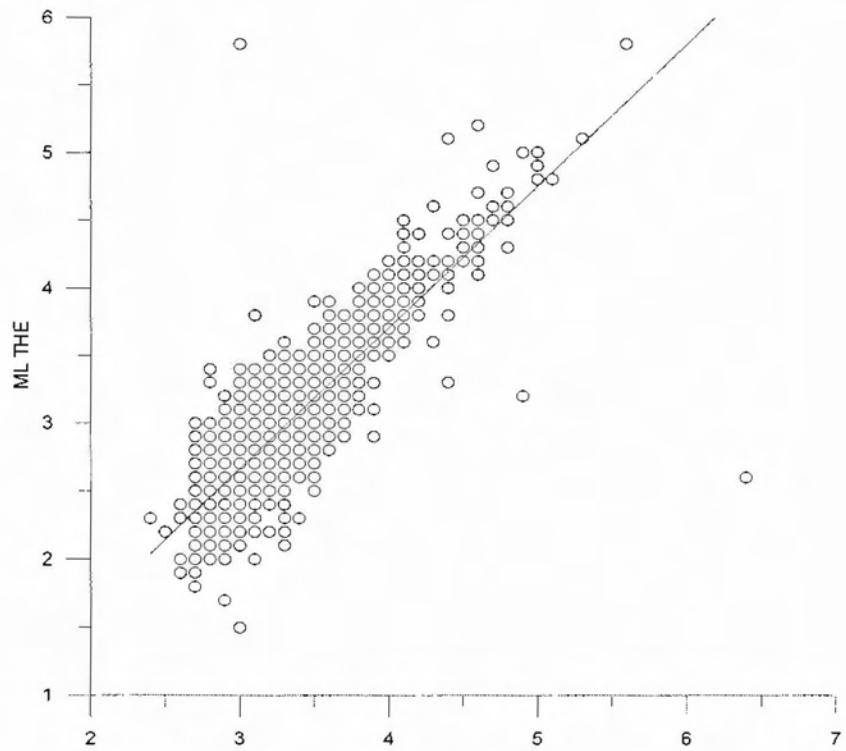
$y=1.059x-0.14$



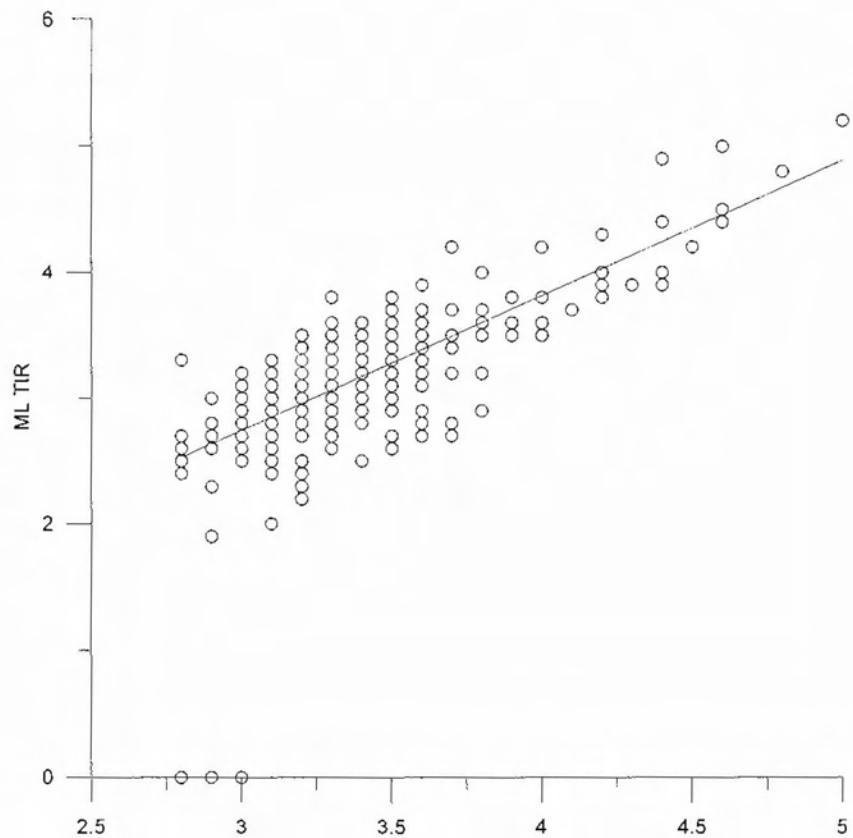
$y=1.115x-0.577$



$$y=1.040x-0.4577$$

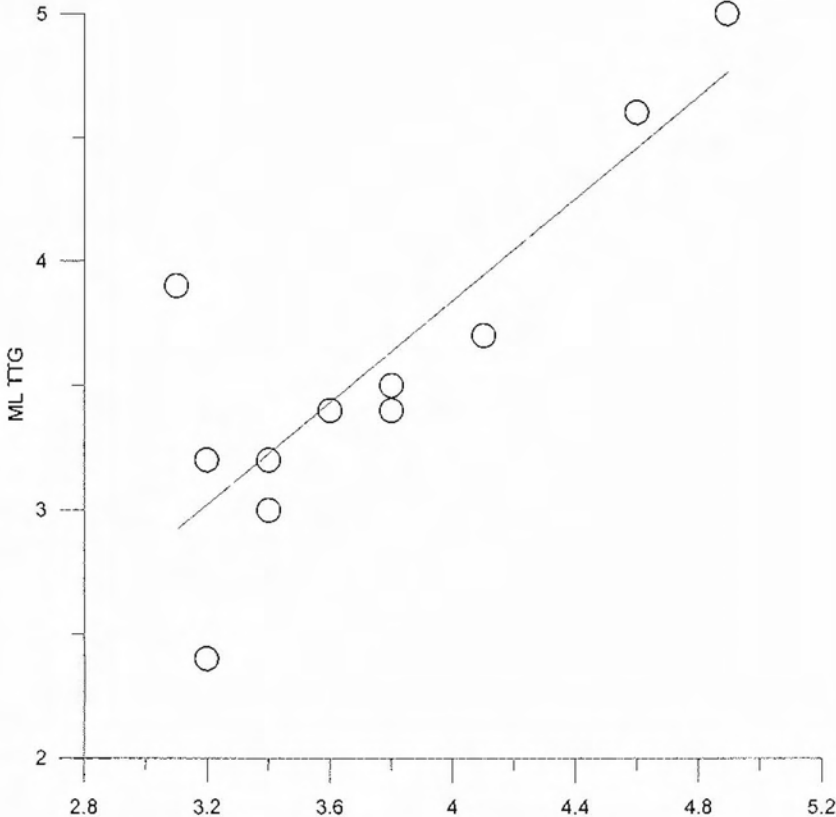


$$y=1.071x-0.471$$



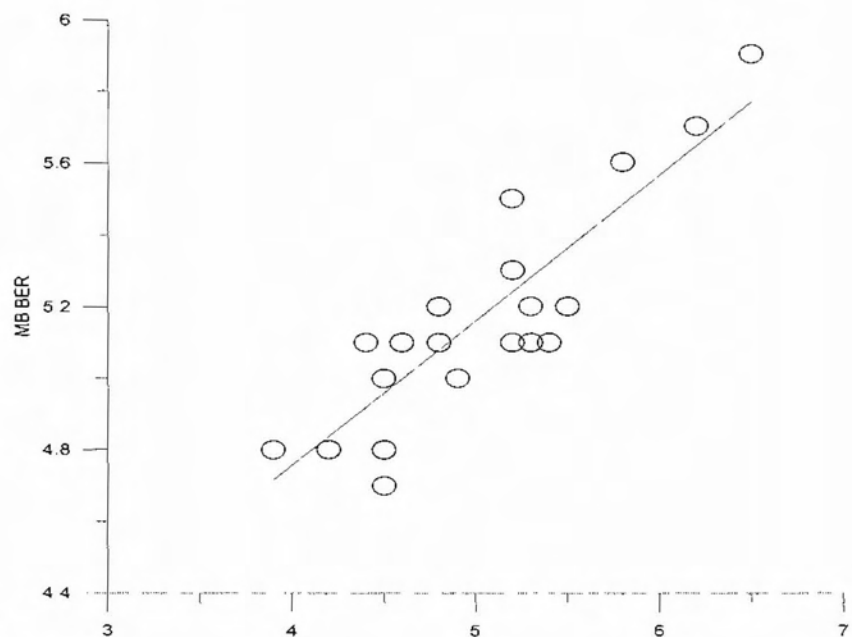


$y=1.024x-0.256$

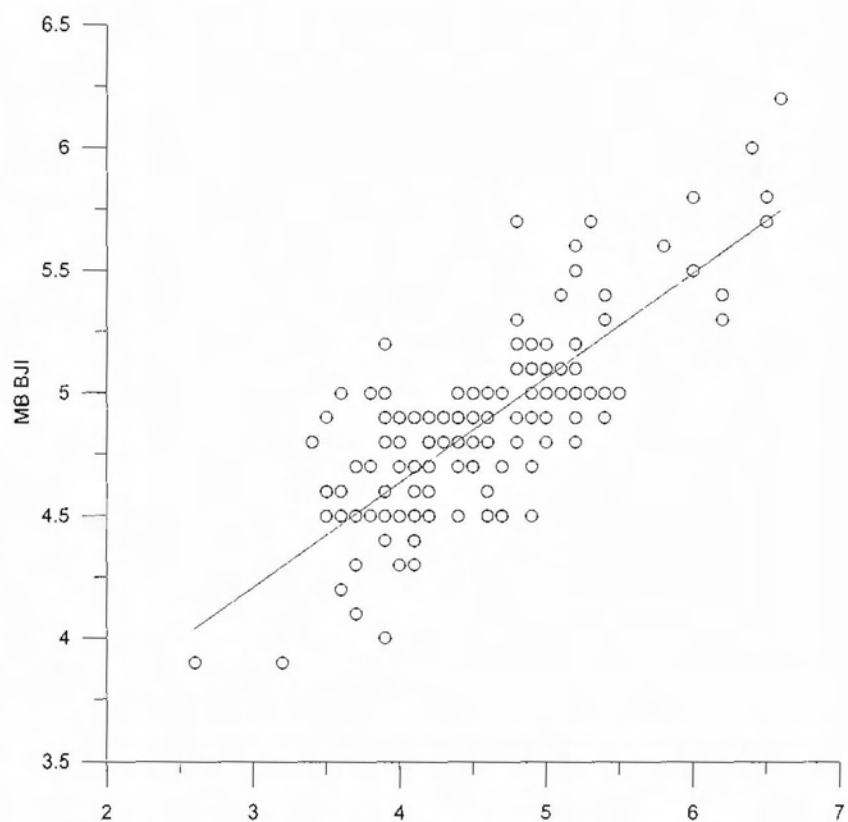


MS ISC-MB

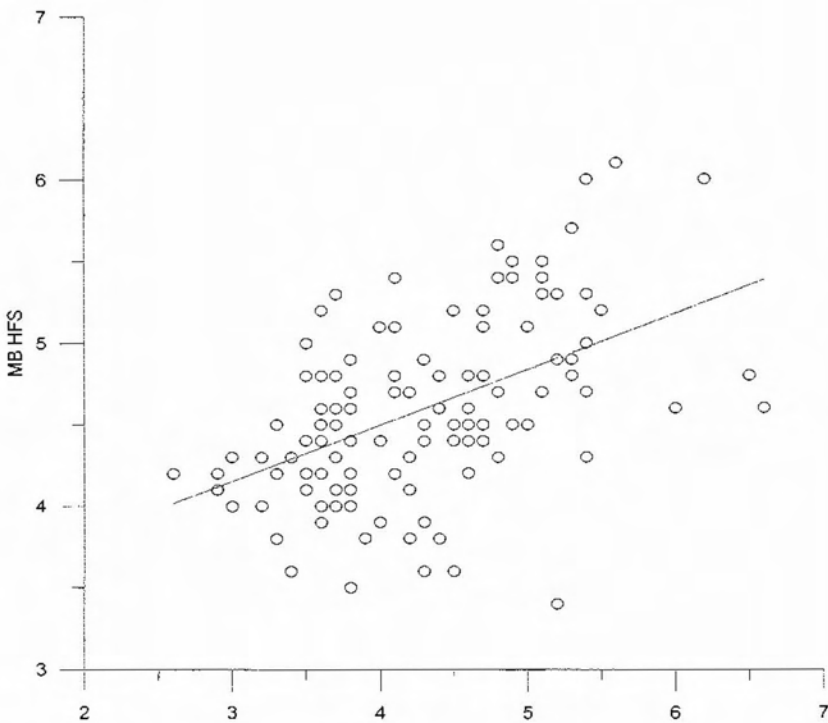
$$y=0.403x+3.142$$



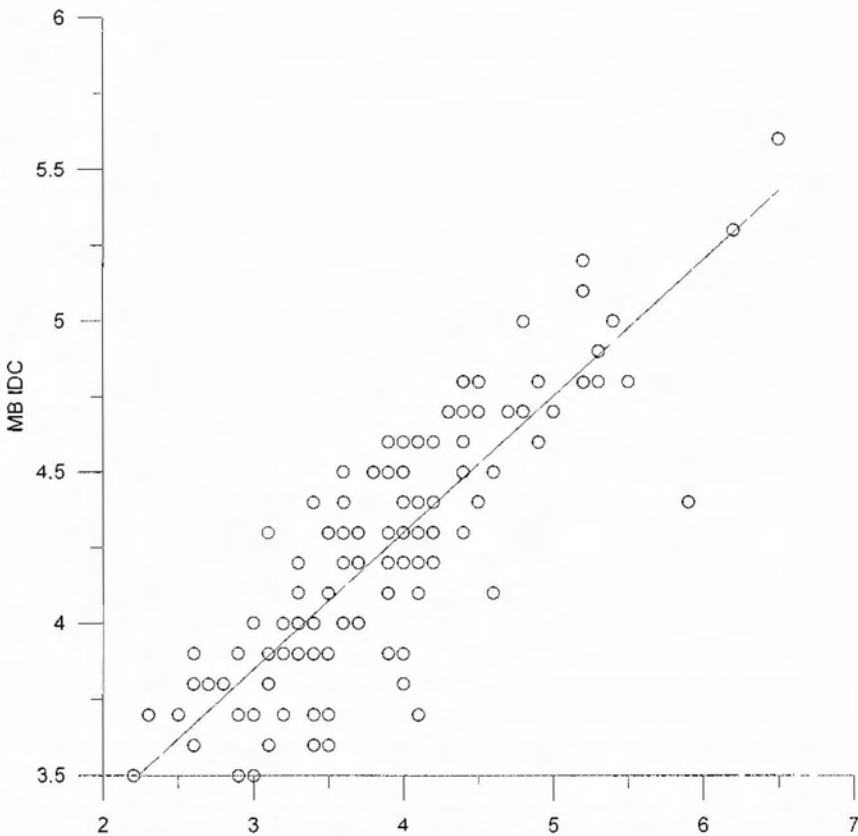
$$y=0.4271x+2.927$$



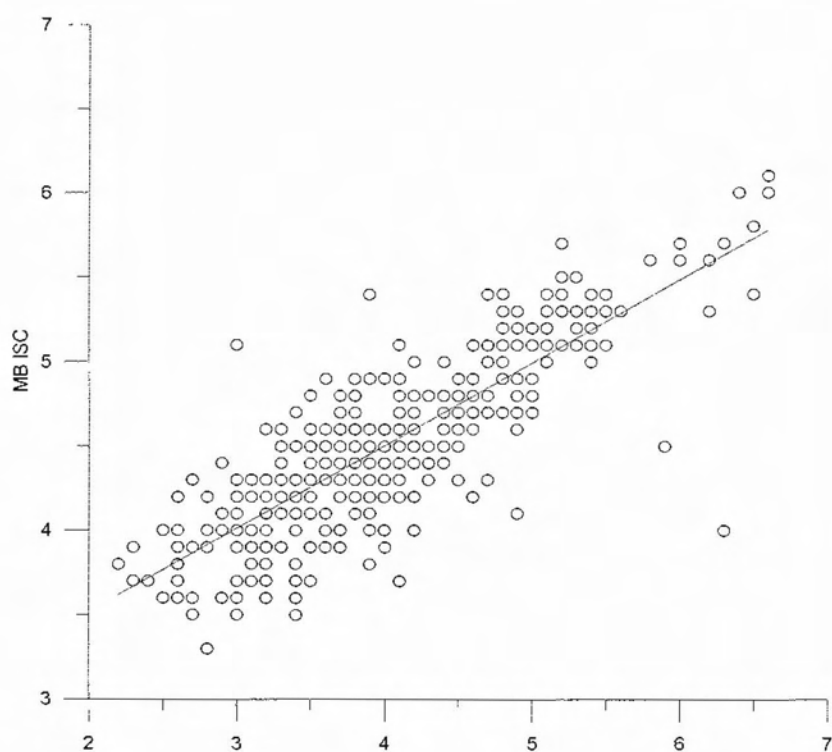
$y=0.343x+3.122$



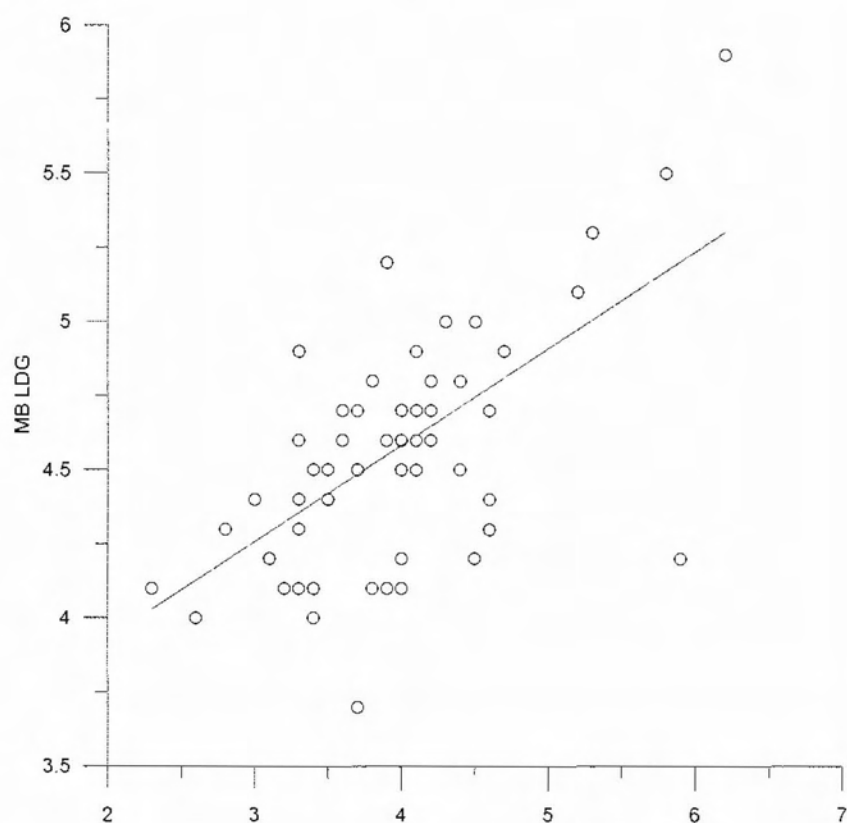
$y=0.451x+2.49$



$$y=0.49x+2.539$$

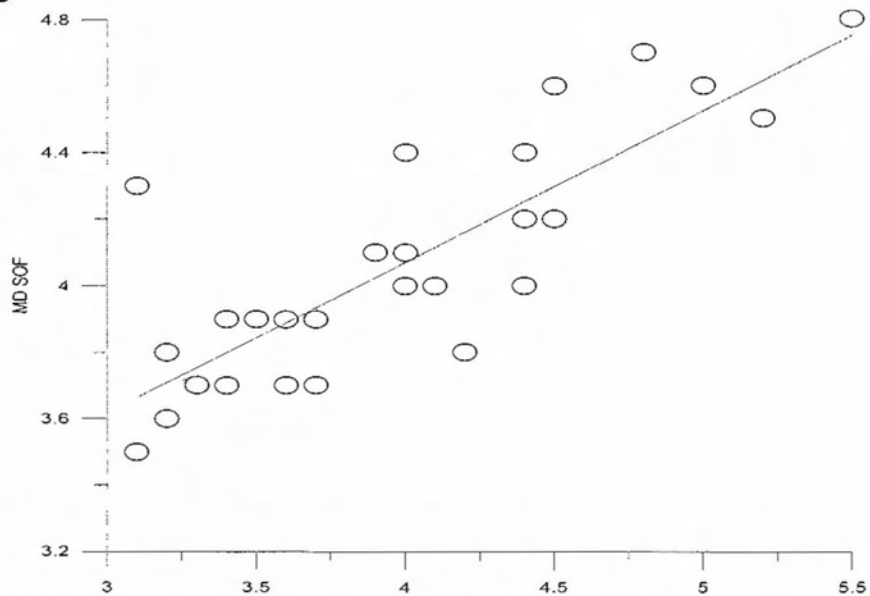


$$y=0.325x+3.279$$

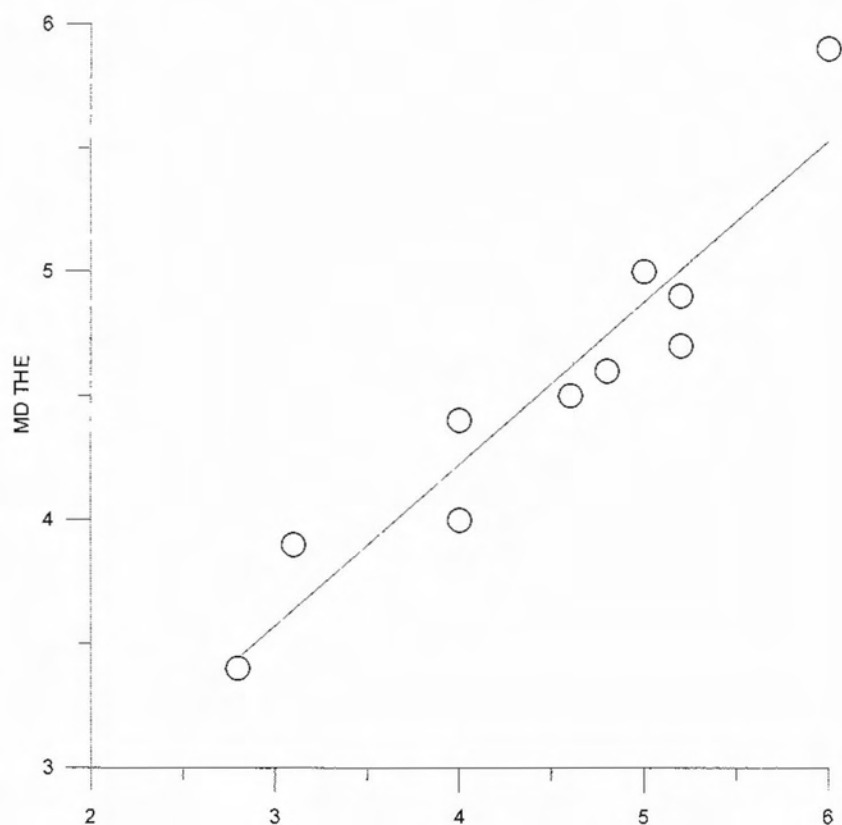


MS ISC-MD

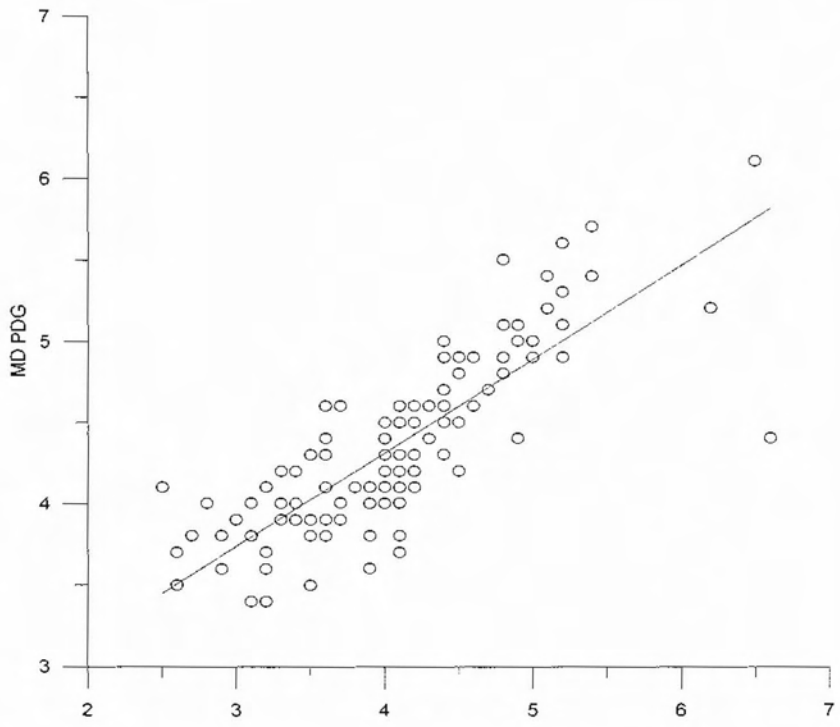
$$y=0.4524x+2.26$$



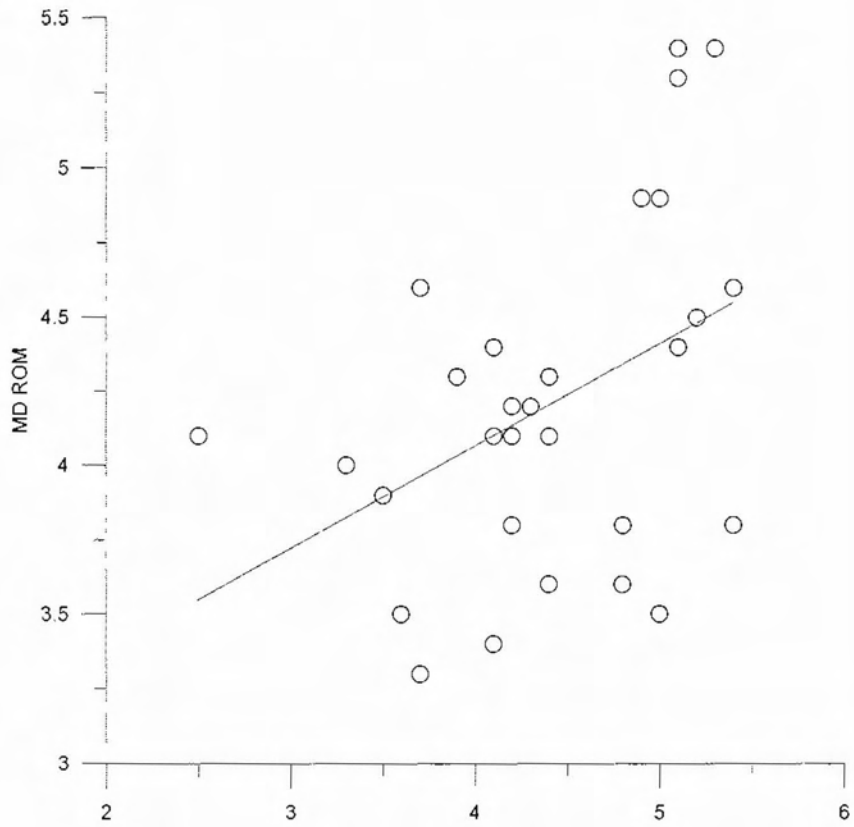
$$y=0.6522x+1.614$$



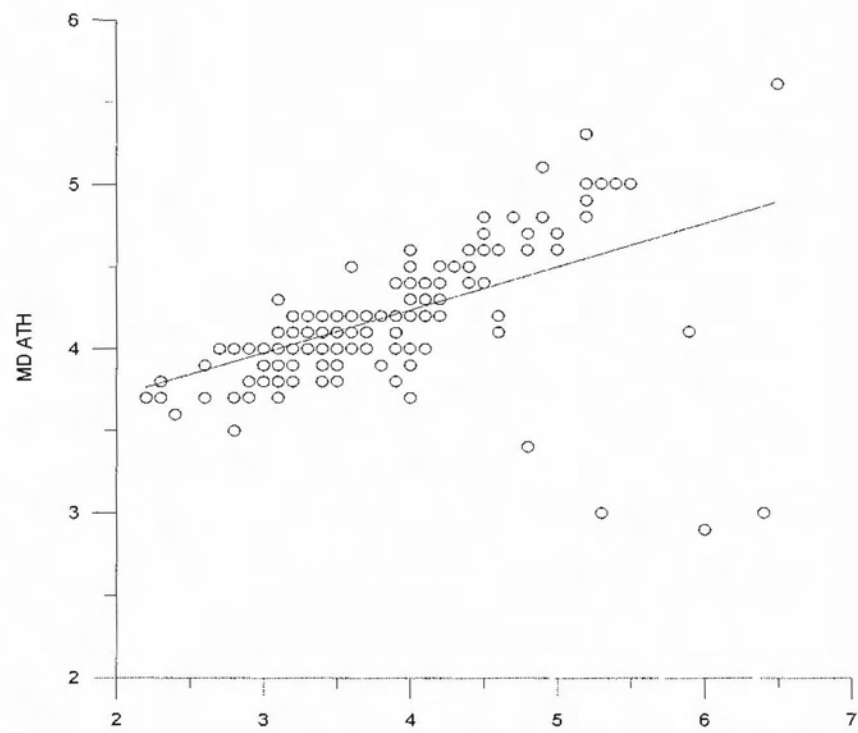
$y=0.5746x+2.012$



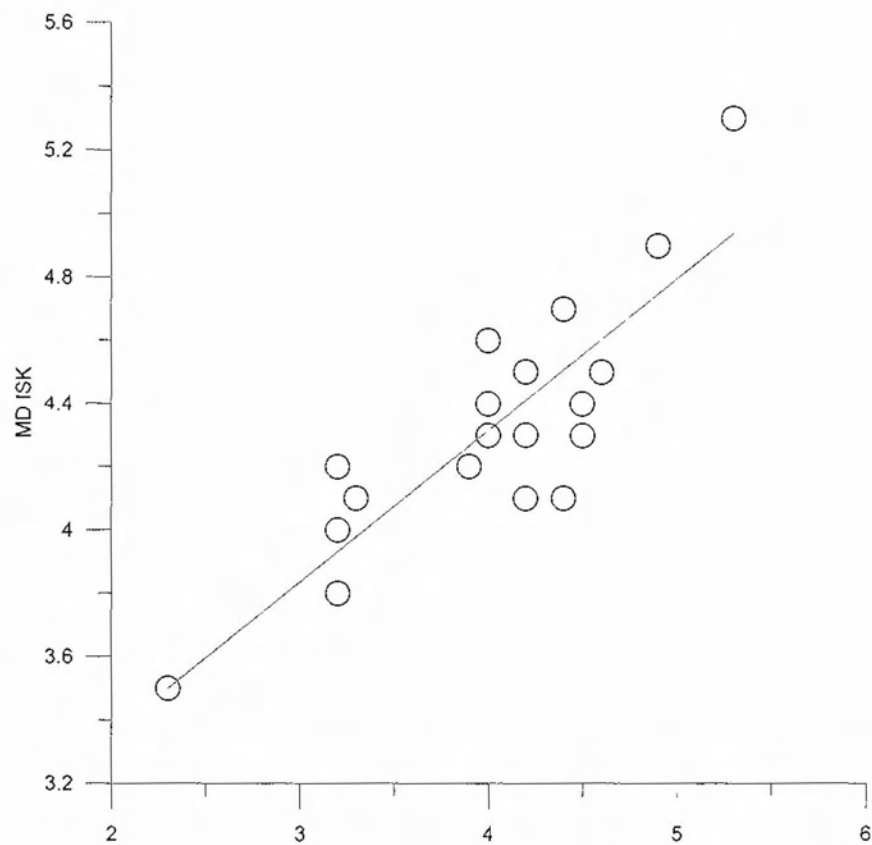
$y=0.345x+2.687$



$y=0.2609x+3.192$

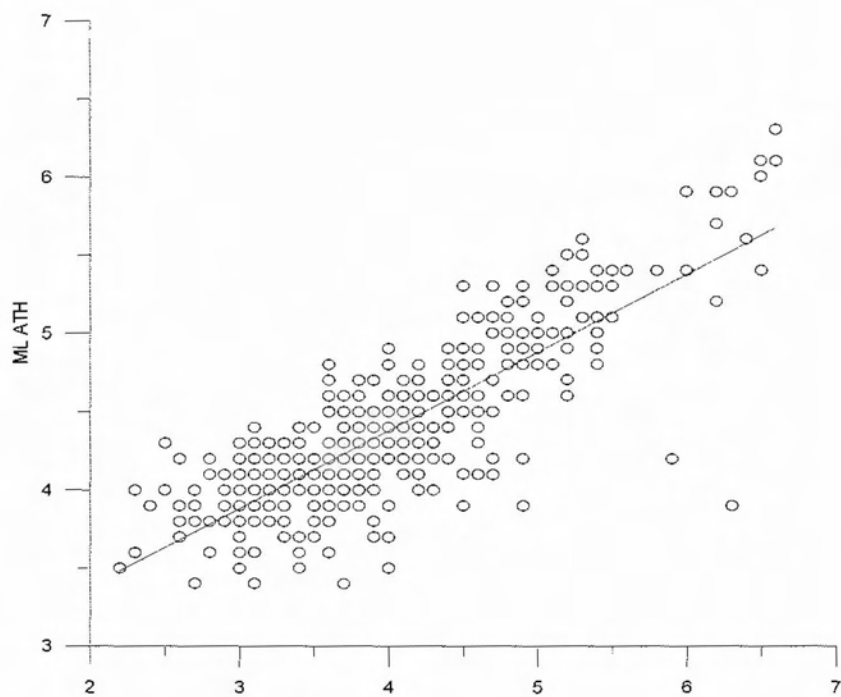


$y=0.479x+2.397$

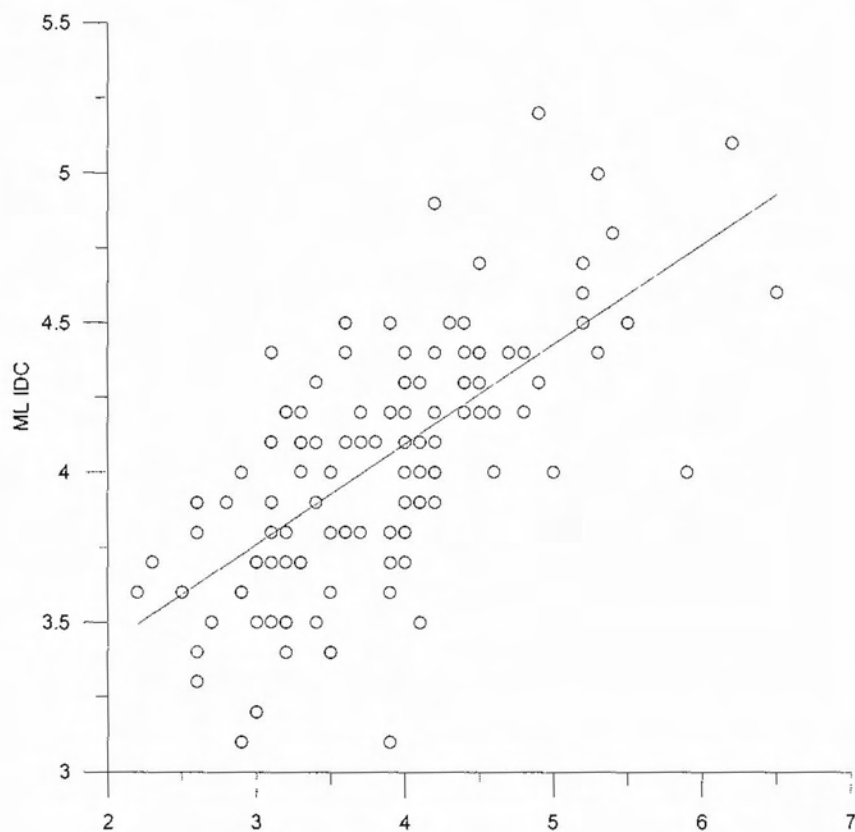


MS ISC-ML

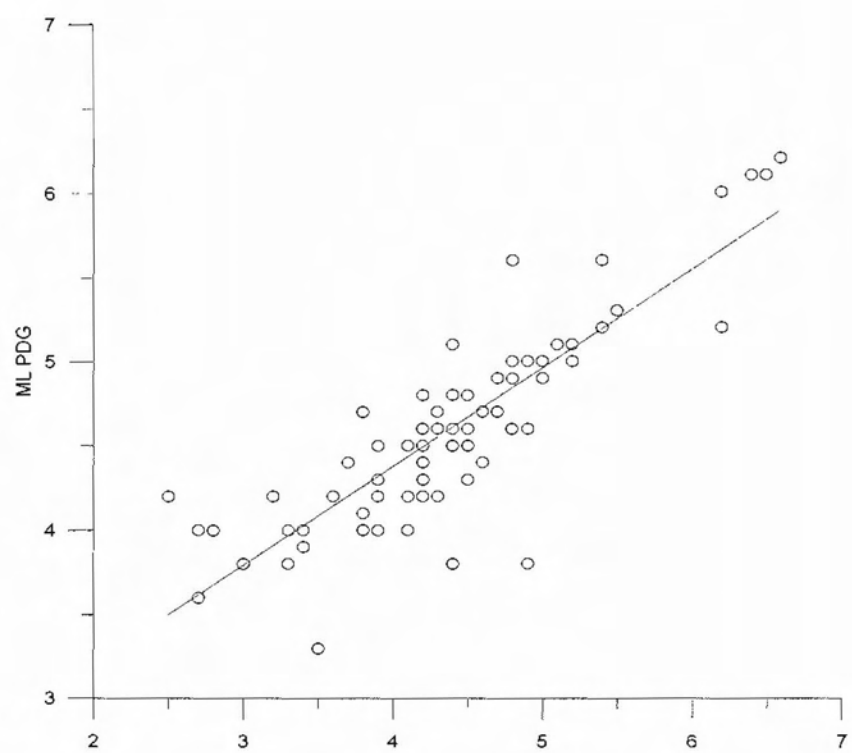
$$y=0.497x+2.388$$



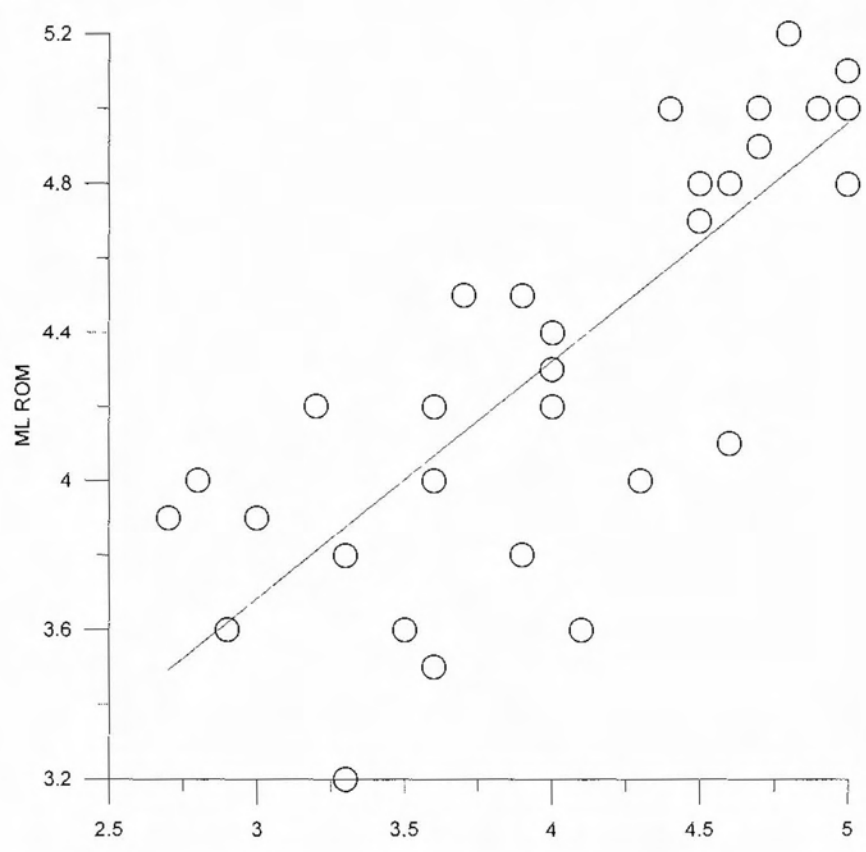
$$y=0.333x+2.759$$



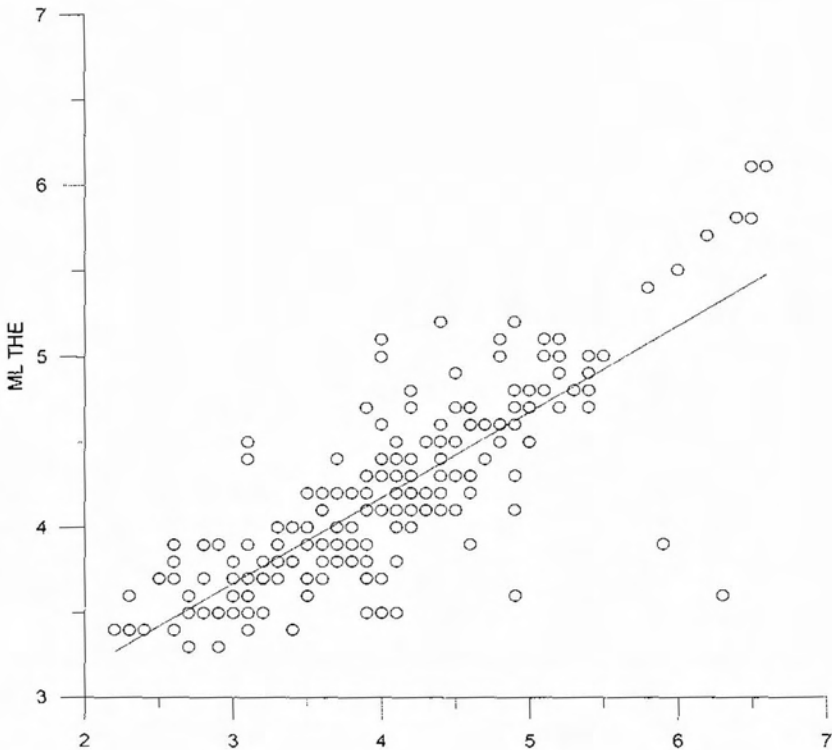
$y=0.583x+2.041$



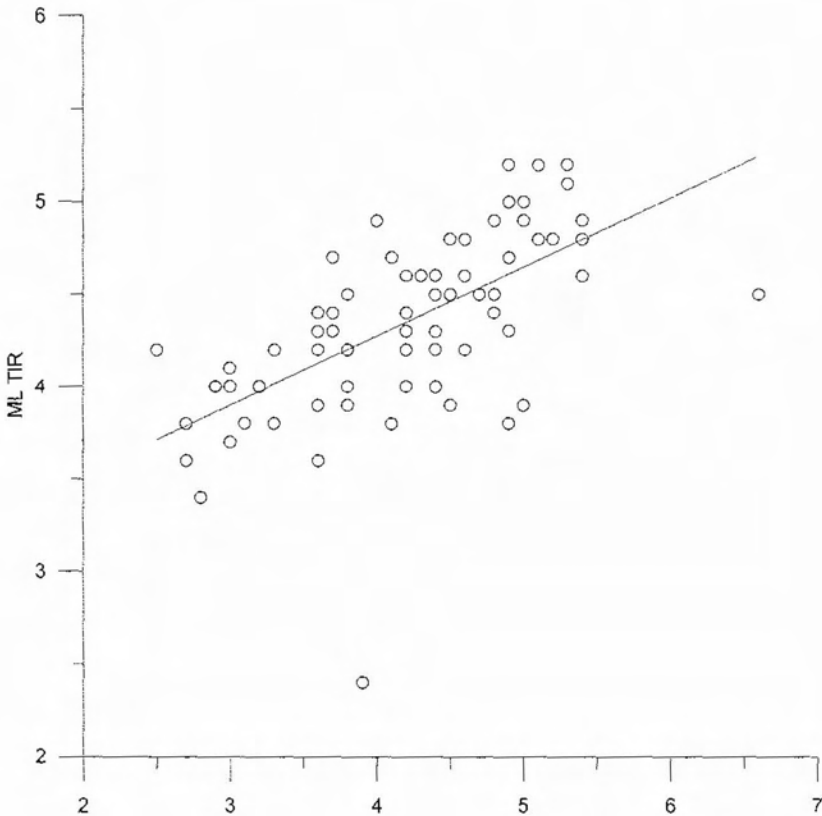
$y=0.639x+1.764$



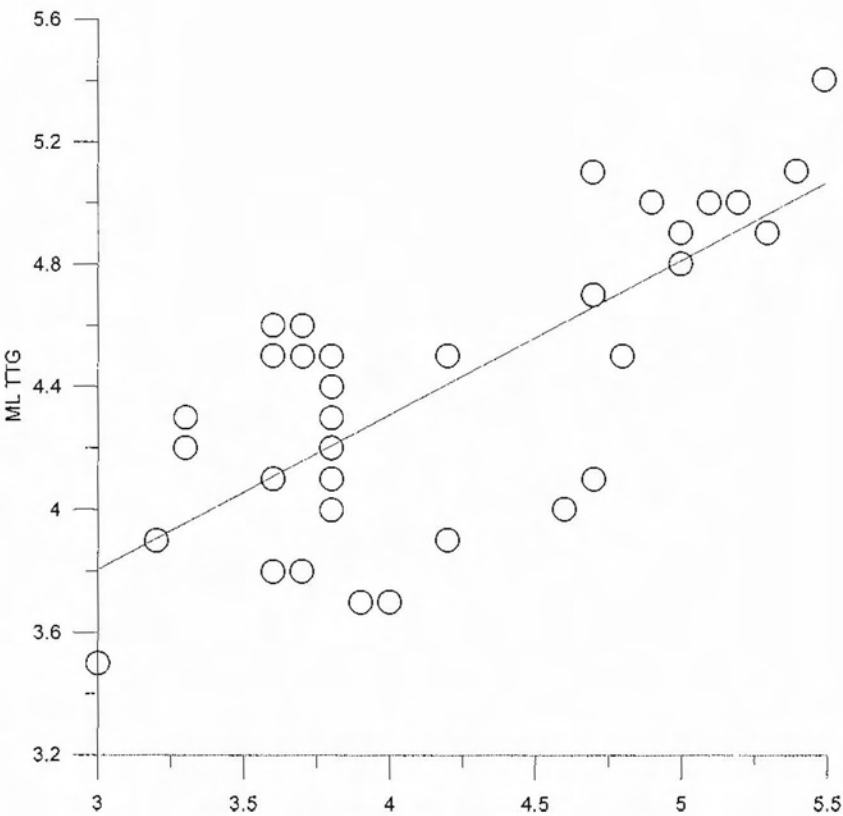
$y=0.5x+2.172$



$y=0.374x+2.776$

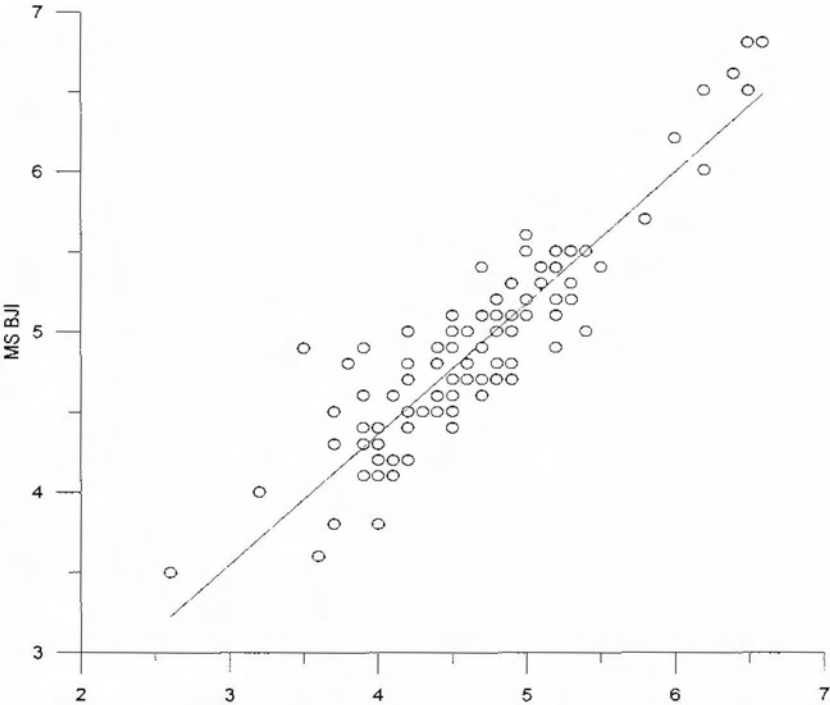


$y=0.501x+2.3$

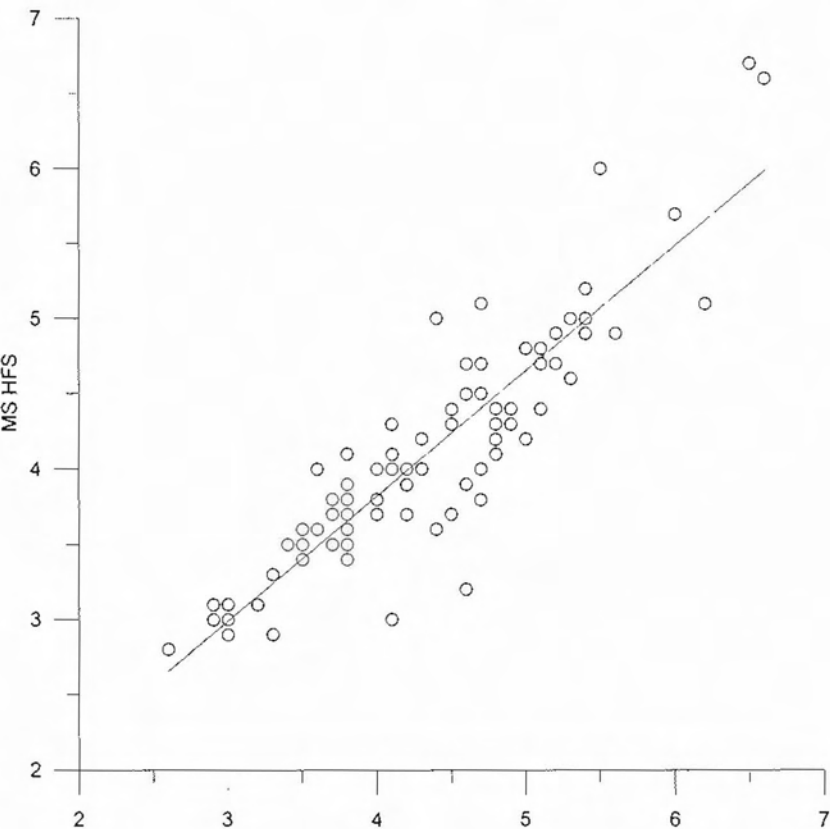


MS ISC-MS

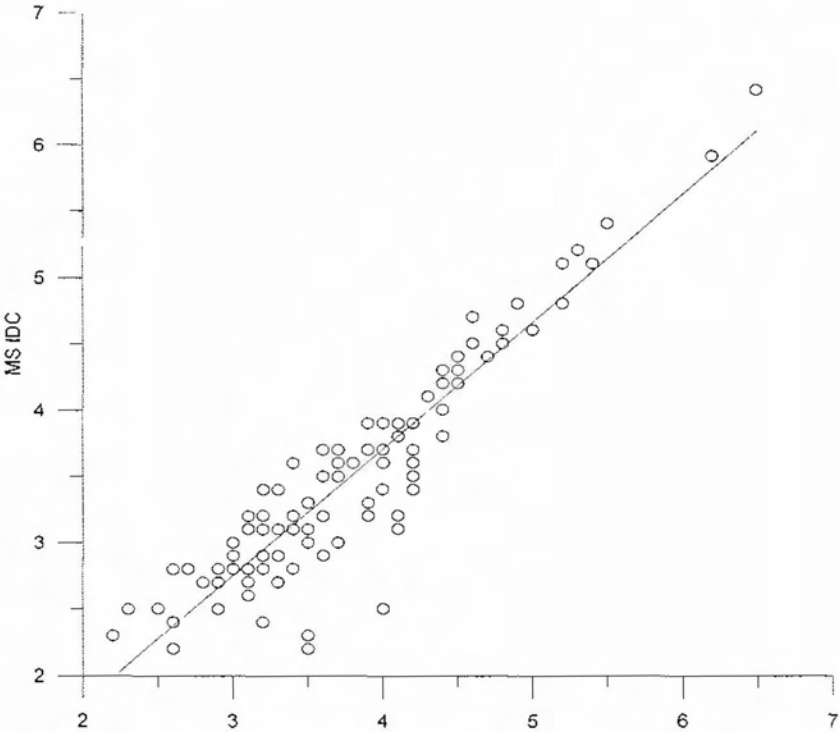
$y=0.8131x+1.108$



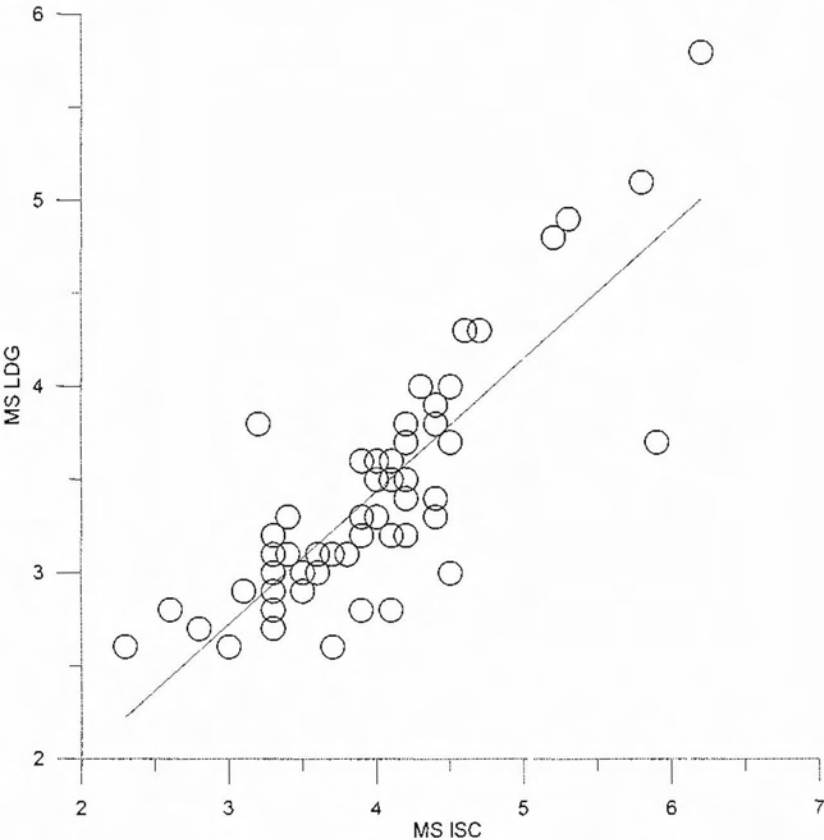
$y=0.832x+0.493$



$y=0.9526x-0.1056$



$y=0.7144x+0.579$



$y=0.8803x+0.566$

