



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ



ΚΥΡΙΑΚΗ ΡΟΥΣΟΥ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΣΦΑΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ
ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2020





ΚΥΡΙΑΚΗ ΡΟΥΣΟΥ

Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ:5035

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΣΦΑΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας, Τομέα Γεωφυσικής,
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Γεωφυσικής

Επιβλέπουσα:

Παπαδημητρίου Ελευθερία, Καθηγήτρια Σεισμολογίας Τομέα Γωφυσικής, Α.Π.Θ

Συνεπίβλεψη:

Χορόζογλου Δημήτριος–Ευστάθιος, Υποψήφιος Διδάκτορας Τομέα Γωφυσικής, ΑΠΘ



© Κυριακή Ρούσου, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Γεωφυσικής, 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΠΡΟΣΦΑΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

– Διπλωματική Εργασία

©KyriakiRousou, School of Geology, Dept. of Geophysics, 2020

INVESTIGATION OF THE LATEST SEISMICITY PROPERTIES OF GREECE

All rights reserved.

Bachelor Thesis

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα «Διεύρυνση ιδιοτήτων πρόσφατης σεισμικότητας του ελληνικού χώρου», εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωλογίας της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας Σεισμολογίας του Τομέα Γεωφυσικής Ελευθερίας Παπαδημητρίου και τη συνεπίβλεψη του Υποψήφιου Διδάκτορα του Τομέα Γεωφυσικής του Τμήματος Γεωλογίας ΑΠΘ, Δημήτρη Χορόζογλου.

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του προπτυχιακού προγράμματος καθώς καθένας ξεχωριστά με βοήθησε να γνωρίσω πράγματα πολύ ενδιαφέροντα και να κατανοήσω τις διάφορες εκφάνσεις της Επιστήμης της Γεωλογίας.

Ρούσου Κυριακή





ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Η ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	9
1.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ (M_c) ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΛΟΓΩΝ.....	11
1.3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	12
1.3.1 Παράμετρος b (b -value).....	13
1.3.2 Περιορισμοί στον υπολογισμό της παραμέτρου b	14
1.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	16
1.4.1 Νόμος Δύναμης Gutenberg-Richter.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	19
2.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ.....	19
2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΓΕΘΩΝ (MGFT).....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	26
3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ M_c ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ a ΚΑΙ b	26
3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ ΚΑΤΑ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2000 - 2010.....	28
3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ ΚΑΤΑ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2010 - 2017.....	39
3.4 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	55
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.....	99

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι ο καθορισμός του μεγέθους της πληρότητας στον ελληνικό χώρο κατά το χρονικό διάστημα 2000-2017. Χρησιμοποιήθηκαν κατάλογοι σεισμών που έγιναν αυτό το χρονικό διάστημα στην Ελλάδα. Για την καλύτερη διαχείριση των δεδομένων, η μελέτη χωρίζεται σε δύο χρονικές περιόδους, η πρώτη είναι από το 2000 έως το 2010 και η δεύτερη από το 2010 έως το 2017.

Για την απλοποίηση και προσομοίωση του προβλήματος, έγινε διαχωρισμός του ελληνικού χώρου με τη βοήθεια κανάβου με κόμβους σε απόσταση μίας μοίρας (~111km). Κάθε κόμβος θεωρήθηκε ως κέντρο κύκλου ακτίνας μίας μοίρας (1°) και έτσι προέκυψαν τελικά 99 κυκλικές επιφάνειες, οι οποίες και καλύπτουν όλο τον Ελληνικό χώρο. Μέσα σε κάθε κύκλο ορίστηκε ένα υποσύνολο δεδομένων σεισμών και καθορίστηκε το μέγεθος πληρότητας M_c , υπολογίστηκε η τιμή της παραμέτρου b της σχέσης των Gutenberg&Richter (1994) καθώς έγινε επίσης και ο υπολογισμός των τιμών ορισμένων μέτρων σεισμικότητας. Κατασκευάστηκαν χάρτες για την καλύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων και τέλος, παρουσιάστηκαν τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτή τη μελέτη. Για το σχεδιασμό των χαρτών και των τομών χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Genetic Mapping Tools, version 5.4.4 (www.soest.hawaii.edu/gmt, Wessel and Smith, 2013).

Πιο αναλυτικά, στο κεφάλαιο 1 θα παρουσιαστεί το τεκτονικό καθεστώς του ελληνικού χώρου απ' όπου και προκύπτει η σεισμική του δράση, θα δοθεί η έννοια του μεγέθους πληρότητας (M_c) των σεισμολογικών καταλόγων αλλά και η αναγκαιότητα της ανανέωσης και εμπλουτισμού των σεισμολογικών δικτύων στη χώρα. Επιπλέον, θα αναλυθούν βασικές έννοιες όπως αυτές της σεισμικής επικινδυνότητας αλλά και των παραμέτρων σεισμικότητας που προκύπτουν από τη σχέση των Gutenberg&Richter (1994) ενώ θα δοθεί έμφαση στη παράμετρο b της ανωτέρω σχέσης λόγω της ιδιαίτερης γεωφυσικής της σημασίας.

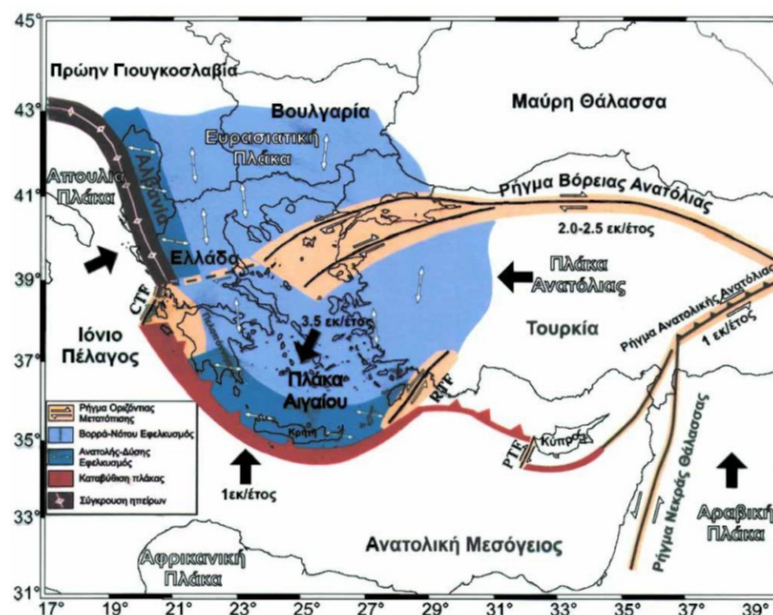
Στο κεφάλαιο 2, θα αναφερθούν οι ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι υπολογισμού του μεγέθους πληρότητας, με λεπτομέρειες για τη δοκιμασία τροποποιημένης καλής προσαρμογής modified goodness-of-fit test (**MGFT**), η οποία και χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του μεγέθους πληρότητας στην παρούσα εργασία.

Το κεφάλαιο 3, περιλαμβάνει τα αποτελέσματα (παράμετροι σεισμικότητας, μέγεθος πληρότητας M_c) για στις δύο περιόδους της μελέτης και τον σχολιασμό τους, ενώ παρατίθενται και δύο παραρτήματα με αναλυτικά αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθόδου MGFT (Παράρτημα I&II).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα ανήκει στην Ευρασιατική-Μελανησιακή ζώνη του ηπειρωτικού συστήματος διάρρηξης και η ενεργός της τεκτονική οφείλεται στις κινήσεις της Ευρασιατικής, της Αφρικανικής και της Αραβικής λιθοσφαιρικής πλάκας. Τρεις επιμέρους μικροπλάκες, η πλάκα της Ανατολίας, η πλάκα του Αιγαίου και η Απουλία συμμετέχουν στην ενεργό τεκτονική της περιοχής (Σχήμα 1.1, από Papazachos et al., 1998). Η Αραβική πλάκα κινείται προς τα ΒΒΑ με αποτέλεσμα να ωθεί την πλάκα της Ανατολίας σε κίνηση προς τα Δυτικά. Η κίνησή της αυτή προκάλεσε τόσο τη δημιουργία του αριστερόστροφου ρήγματος της ανατολικής Ανατολίας όσο και του μεγάλου δεξιόστροφου ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας. Το δεξιόστροφο αυτό ρήγμα, συνεχίζεται στον ελληνικό χώρο κατά μήκος της Τάφρου του Βορείου Αιγαίου μέσω της θάλασσας του Μαρμαρά, η οποία αποτελείται από μεγάλα δεξιόστροφα ρήγματα ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης και δευτερεύοντα κανονικά ρήγματα. Η Τάφος του Βορείου Αιγαίου αποτελεί και ενεργό όριο μεταξύ της Ευρασιατικής πλάκας και της μικροπλάκας του Αιγαίου (McKenzie 1972, 1978).



Σχήμα 1.1. Κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών στην περιοχή της Ελλάδας (Papazachos et al., 1998).

Η μετατόπιση της πλάκας της Ανατολίας προς τα δυτικά έχει ως αποτέλεσμα την ώθηση της μικροπλάκας του Αιγαίου προς τα ΝΔ. Η κίνηση της μικροπλάκας του Αιγαίου πραγματοποιείται με μεγαλύτερη ταχύτητα από αυτή της Ανατολίας λόγω του ότι η πρώτη περιστρέφεται κατά διαφορετικό τρόπο και πραγματοποιεί γρήγορη γραμμική κίνηση προς τα νοτιοανατολικά με αποτέλεσμα την δημιουργία εφελκυστικού πεδίου διεύθυνσης B-N (Papazachos C., 1999), και της οπισθοκύλισης της καταδύμενης ωκεάνιας λιθόσφαιρας της Ανατολικής Μεσογείου κατά μήκος του Ελληνικού Τόξου στο Νότιο Αιγαίο (Le Pichon and Angelier, 1981). Έχει επίσης διαπιστωθεί μέσω γεωδαιτικών, σεισμολογικών καθώς και παλαιομαγνητικών δεδομένων, δεξιόστροφη περιστροφή στο δυτικό μέρος του τόξου και αριστερόστροφη στο ανατολικό μέρος του τόξου (Kissel and Laj 1988, Speranza et al., 1995).

Το σημαντικότερο γεωδυναμικό χαρακτηριστικό της περιοχής, είναι η κατάδυση της ωκεάνιας πλάκας της ανατολικής Μεσογείου (μπροστινό μέρος της Αφρικανικής πλάκας) κάτω από την μικροπλάκα του Αιγαίου κατά μήκος του ελληνικού τόξου (Papazachos and Comninakis, 1971). Κατά μήκος της ελληνικής τάφρου υπάρχουν ανάστροφα ρήγματα με ΒΔ παράταξη και ΒΑ κλίση. Στην πλάκα του Αιγαίου υπάρχουν δύο ομάδες ρηγμάτων: η πρώτη αποτελείται από κανονικά ρήγματα Α-Δ διεύθυνσης, λόγω του εφελκυσμού και η δεύτερη ομάδα περιέχει δεξιόστροφα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης στα Ιόνια νησιά, με κυριότερο αυτό της Κεφαλονιάς που αποτελεί και το βορειοδυτικό όριο της πλάκας (Scordilis et al., 1985; Papazachos et al., 1994).

Στο ανατολικό μέρος της πλάκας δεν υπάρχει ορισμένο ενεργό όριο αλλά μία μεταβατική ζώνη με κανονικά ρήγματα διεύθυνσης Ανατολής-Δύσης. Επιπλέον, με τη διεργασία αυτή συνδέονται και τα κανονικά ρήγματα παράταξης Βορρά-Νότου της οροσειράς των Ελληνίδων στο νότιο τμήμα της (Κύθηρα, Κρήτη, Κάρπαθος). Τέλος η Απουλία μικροπλάκα περιστρέφεται αριστερόστροφα και συγκλίνει με την Ευρασιατική πλάκα κατά μήκος του βόρειου Ιονίου και μέχρι τα παράλια της Αλβανίας δημιουργώντας ανάστροφα ρήγματα με παράταξη ΒΔ-ΝΑ. Αποτέλεσμα αυτών των κινήσεων είναι οι επιφανειακοί σεισμοί και οι σεισμοί ενδιάμεσου βάθους (60-180 km) στον ελληνικό χώρο, ενώ δεν γίνονται σεισμοί μεγάλου βάθους. Σύμφωνα με τη γεωγραφική και κατακόρυφη κατανομή της χρονικά ανεξάρτητης σεισμικότητας στον Ελλαδικό χώρο φαίνεται ότι η επιφανειακή σεισμική δραστηριότητα εξαπλώνεται σε όλη την Ελλάδα με υψηλότερη όμως δραστηριότητα στο Ιόνιο πέλαγος και συγκεκριμένα στα νησιά της Κεφαλονιάς, Λευκάδας και Ζακύνθου. Αντίθετα η σεισμική δραστηριότητα ενδιάμεσου βάθους εμφανίζεται μόνο στο εσωτερικό μέρος του Ελληνικού Τόξου στο Νότιο Αιγαίο με μέγιστα εμφανιζόμενα μεγέθη έως 8.0.

1.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ (M_c) ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΛΟΓΩΝ

Οι σεισμικοί κατάλογοι είναι ένα σημαντικό προϊόν παρατήρησης στη σεισμολογία, και χρησιμοποιούνται ως δεδομένα εισόδου για πολυάριθμες μελέτες στη γεωφυσική, την τεκτονική και την ανάλυση της σεισμικής επικινδυνότητας. Επειδή οι κατάλογοι έχουν πάντα ένα χαμηλότερο όριο μεγέθους καταγραφής, καθένας από αυτούς πρέπει να χαρακτηρίζεται από το μέγεθος πληρότητας M_c και τη εξέλιξή του στο χώρο (Vorobieva et al., 2013).

Το μέγεθος της πληρότητας M_c , υποδεικνύει το κατώτατο όριο μεγέθους, πάνω από το οποίο όλοι οι σεισμοί καταγράφονται από το Σεισμολογικό Δίκτυο, σε έναν δεδομένο κατάλογο, για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα σε μια συγκεκριμένη περιοχή μελέτης. Ο καθορισμός του μεγέθους πληρότητας, M_c είναι μια σημαντική παράμετρος για τις περισσότερες σεισμολογικές μελέτες. Οι χάρτες πληρότητας μεγεθών (M_c) είναι σημαντικοί επειδή περιορίζουν τις αβεβαιότητες στους σεισμικούς καταλόγους. Κατά επέκταση αυξάνουν την αξιοπιστία των μοντέλων σεισμικής επικινδυνότητας. Η πληρότητα του σεισμικού καταλόγου διαφέρει ανάλογα με την περιοχή και τον χρόνο καταγραφής, κυρίως με τη χωρική κατανομή (πυκνό ή αραιό δίκτυο) και τις ευαισθησίες καταγραφής των σειсмоγράφων. Η πληρότητα αλλάζει με τον χρόνο στους περισσότερους καταλόγους. Κυρίως μειώνεται όσο μελετώνται πιο πρόσφατες περίοδοι, επειδή ο αριθμός των σειсмоγράφων αυξάνεται και βελτιώνονται οι μέθοδοι ανάλυσης (Leptokaropoulos et. al, 2013).

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η μεταβολή του μεγέθους πληρότητας από το 1500 μέχρι το 2000 για τον ελληνικό χώρο (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003). Όπως αναμένεται οι μεταβολές είναι πολύ μεγάλες δεδομένου ότι ο πρώτος σειсмоγράφος εγκαταστάθηκε στην Αθήνα το 1898. Οι παρατηρήσεις μέχρι τότε ήταν πολύ λίγες και γίνονταν περιγραφικά από επιστήμονες ή φιλόσοφους. Το 1950 δημιουργήθηκε ένα δίκτυο μακροσεισμικών παρατηρήσεων στον ελληνικό χώρο. Μέχρι το 2000 είχαν εγκατασταθεί λιγότεροι από 53 σεισμολογικοί σταθμοί, ενώ μέχρι σήμερα ο αριθμός των σεισμολογικών σταθμών σε όλη την Ελλάδα ξεπερνά τους 200. Σαφώς αναμένονται μικρότερες τιμές πληρότητας για την περίοδο 2000-2017 αφού το δίκτυο έχει αυξηθεί και συγχρόνως έχει εμπλουτισθεί το πλήθος των παρατηρήσεων.

Πίνακας 1. Καταγραφή του μεγέθους πληρότητας (M_c), για τον ελλαδικό χώρο από το 1500-2000 (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003).

Χρονική περίοδος	Πληρότητα M_c
1500-2000	7.3-7.8
1845-2000	6.5-7.2
1911-2000	5.2-6.4
1950-2000	5.0-5.1
1970-2000	4.5-4.9

1.3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ

Ως σεισμικότητα ορίζεται, μία αύξουσα συνάρτηση τόσο των μεγεθών όσο και της συχνότητας των σεισμών σε μία περιοχή κατά τη διάρκεια μίας ορισμένης χρονικής περιόδου. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της σεισμικότητας, τόσο μεγαλύτερα είναι τα μεγέθη και η συχνότητα γένεσης των σεισμών. Εξαρτάται επίσης, απόλυτα από το διάστημα των μεγεθών για το οποίο εξετάζεται και από το χρόνο μελέτης.

Η ποσοτική εκτίμηση της σεισμικότητας εκφράζεται από τα μέτρα σεισμικότητας, τα οποία βασίζονται στο νόμο κατανομής των μεγεθών των Gutenberg και Richter, (1944) και στη χρονική κατανομή των σεισμών σύμφωνα με το νόμο Poisson. Σύμφωνα με τους Gutenberg και Richter (1944), ο αριθμός των σεισμών, N_t , που γίνονται σε μία περιοχή κατά τη διάρκεια t ετών και έχουν μέγεθος μεγαλύτερο ή ίσο από M , δίνεται από τη παρακάτω σχέση (1.3.1):

$$\log N_t = at - bM, \quad (1.3.1)$$

όπου at και b είναι παράμετροι που μπορούν να καθοριστούν από τα διαθέσιμα δεδομένα για κάθε περιοχή μελέτης. Ο ετήσιος αριθμός των σεισμών, N , με μέγεθος ίσο ή μεγαλύτερο από M δίνεται από τη σχέση:

$$\log N = a - bM \quad (1.3.2)$$

όπου: $a = at - \log t \quad (1.3.3)$

Η παράμετρος 'α' περιγράφει την παραγωγικότητα και η παράμετρος 'b' το μέγεθος κατανομής. Η παράμετρος α συνήθως ανάγεται σε ένα έτος μέσω της σχέσης (1.3.3), ενώ η ατ αντιστοιχεί σε t έτη. Ο ακριβής καθορισμός των α και b είναι δύσκολος επειδή εξαρτώνται από πολλούς φυσικούς παράγοντες, για αυτό χρησιμοποιούνται στατιστικές μέθοδοι για τον καθορισμό τους, όπως η μέθοδος ακραίων τιμών και η μέθοδος της μέσης τιμής.

Οι παράμετροι α και b χρησιμοποιούνται για το καθορισμό των διαφόρων μέτρων σεισμικότητας. Ένα από αυτά είναι η μέση περίοδος επανάληψης, T_m , των σεισμών με μεγέθη M ή μεγαλύτερα σε μία περιοχή:

$$T_m = \frac{10^{bM}}{10^a} \quad (1.3.4)$$

Μέτρο σεισμικότητας αποτελεί και η πιθανότητα, P_t , ενός σεισμού με μέγεθος M ή μεγαλύτερο να συμβεί κατά το χρονικό διάστημα t, υποθέτοντας τη χρονική κατανομή Poisson:

$$P_t = 1 - e^{(-10^{a-bM} * t)} \quad (1.3.5)$$

Επίσης το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος, $\dot{M}$ σεισμού που γίνεται σε μία περιοχή σε χρονικό διάστημα t είναι:

$$\dot{M} = \frac{a + \log t}{b} \quad (1.3.6)$$

1.3.1 Παράμετρος b (b-value)

Η αποκαλούμενη «b-value» των Gutenberg-Richter, όπως ορίστηκε παραπάνω είναι κυρίως συνάρτηση της εφαρμοζόμενης τάσης και των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών στον εστιακό χώρο, οπότε και αναμένεται χωρική συσχέτιση μικρών μεταβολών. Βρέθηκε ότι η τιμή της, εξαρτάται από τη κατανομή των τάσεων και από την ομοιογένεια του υλικού στο σειсмоγόνο χώρο (Mogi 1967, Scholz 1968). Αντίθετα, η παράμετρος a εκφράζει το επίπεδο σεισμικότητας και δεν έχει χωρική συσχέτιση, εφόσον μπορεί να μεταβάλλεται απότομα στο χώρο. Οι τιμές και των δύο παραμέτρων εξαρτώνται από την ποιότητα και το μέγεθος των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό τους, όπως το διάστημα των μεγεθών. Όπως προαναφέρθηκε, η παράμετρος b περιγράφει την κατανομή μεγεθών, δηλαδή όσο υψηλότερη είναι η τιμή b, τόσο μικρότερο είναι το κλάσμα μεγάλων και μικρών μεγεθών.

Σε αρκετές μελέτες έχει δείχθει πως η τιμή της b θα μπορούσε να λειτουργήσει εμμέσως ως «μετρητής τάσεων» για την ταυτοποίηση των ρηγμάτων, στις εξαιρετικά καταπονημένες

περιοχές, όπου είναι πιθανό να προκληθούν μελλοντικές διαρρήξεις (π.χ., Wiemer and Wyss, 1997, 2002. Schorlemmer and Wiemer, 2005). Η τιμή της παραμέτρου b είναι αντιστρόφως ανάλογη με την εφαρμοζόμενη διατμητική τάση, που σημαίνει υψηλές καταπονήσεις παράγουν χαμηλές τιμές b και αντίστροφα. Διάφοροι επίσης σεισμοί, μέτριου έως μεγάλου μεγέθους, έχουν ταυτοποιηθεί και οριοθετηθεί από παρατηρήσεις της παραμέτρου b μετά το κύριο σεισμό για μία συγκεκριμένη περιοχή, όπου υπάρχουν χωρικά κατανεμημένες οι τιμές της και όπου όταν αυτές γίνονται υψηλές συχνά συμπίπτουν με περιοχές υψηλής προσεισμικής δραστηριότητας, δηλ. σημαντική απελευθέρωση τάσεων (Wiemer and Katsumata, 1999).

Γενικά, παρατηρείται οι τιμές της b να αυξάνονται λίγο κατά τη διάρκεια της μετασεισμικής ακολουθίας, επισημαίνοντας τις περιοχές με την μεγαλύτερη μετάθεση. Ωστόσο, οι τιμές της b επιστρέφουν σε χαμηλές τιμές συνήθως, αφού λήξει η μετασεισμική ακολουθία. Αν και σε παγκόσμιο επίπεδο ο μέσος όρος της τιμής της παραμέτρου b ισούται με 1, τοπικά μπορούν να υπάρξουν σημαντικές διακυμάνσεις δηλαδή σε μερικές περιπτώσεις η αναλογία μεγαλύτερων μεγεθών είναι υψηλότερη ($b < 1$), ενώ σε άλλες η αναλογία μικρών μεγεθών υπερβαίνει το μέσο όρο ($b > 1$).

Η σημασία της παραμέτρου b , οφείλεται στο γεγονός ότι μπορεί να περιγράψει τον βαθμό της ομοιογένειας των υλικών και την κατάσταση των τάσεων που επικρατούν στην εστιακή περιοχή (Mogi 1963, Scholz 1968), να χρησιμοποιηθεί για προβλήματα σεισμικότητας (Allen et al., 1965, Karnik 1969), όπως επίσης και για προβλήματα που σχετίζονται με την πρόγνωση των σεισμών (Suyehiro 1976, Wyss and Lee 1973, Papazachos 1975).

1.3.2 Περιορισμοί στον υπολογισμό της παραμέτρου b

Η χαρτογράφηση της τιμής b , των Gutenberg και Richter, γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλής μέθοδος για την φυσική ερμηνεία διαφόρων γεωλογικών δομών. Αρκετές μελέτες συνδέουν τις χωρικές διακυμάνσεις της τιμής του b , με χωρικές κατανομές των τιμών διατμητικής τάσης (Schorlemmer et al., 2005) και μεταβολές πίεσης πόρων (Bachmann et al., 2012). Οι Schorlemmer και Wiemer (2005) πρότειναν την προβλεψιμότητα της θέσης και της έκτασης των μελλοντικών διαρρήξεων με βάση την ανωμαλία της τιμής b στο χώρο, δηλαδή την θετική ή αρνητική απόκλιση των τιμών της b από τη μονάδα που έχει καθοριστεί ως η παγκόσμια σταθερά της παραμέτρου. Κατά καιρούς όμως, πολλοί επιστήμονες αμφισβητούν αυτά τα αποτελέσματα και υποστηρίζουν ότι αυτές οι μεταβολές/αποκλίσεις της τιμής b παρατηρούνται συχνά λόγω μικρού αριθμού δειγμάτων (σεισμών), ή λόγω των σφαλμάτων μεγέθους στους καταλόγους των σεισμικών γεγονότων (Shi and Bolt, 1982, Frohlich and Davis, 1993, Kagan, 1999, 2002, 2010).

Προφανώς, καθώς το μέγεθος του δείγματος αυξάνει, η διακύμανση της τιμής b , θα είναι μικρότερη και αυτό με τη σειρά του θα επιτρέψει μια καλύτερη ανάλυση. Υπολογίζοντας το όριο ασφαλείας ως προς το μέγεθος του δείγματος για μια μοναδική εκτίμηση της τιμής b (δηλαδή $b = 1$) θα ήταν επαρκής. Υποθέτοντας μια κανονική κατανομή των σφαλμάτων και ένα όριο στατιστικής σημαντικότητας του 5% θα έδειχνε ότι δύο τιμές b πρέπει να διαχωρίζονται από τουλάχιστον 4 τυπικές αποκλίσεις, οι οποίες θα ήταν ισοδύναμες με την ανάλυση. Ωστόσο, αυτή η υπόθεση υπονομεύεται σε μεγάλο βαθμό, επειδή πρώτον η συνάρτηση σφάλματος της τιμής b είναι ασύμμετρη (δηλαδή η πιθανότητα υπερεκτίμησης είναι μεγαλύτερη από την υποεκτίμηση) και δεύτερον η συνάρτηση σφάλματος εξαρτάται από την ίδια την τιμή b (δηλαδή υψηλότερες τιμές της b έχουν ευρύτερα όρια ασφαλείας). Επιπλέον μελέτες που διερευνούν τις αβεβαιότητες της τιμής b , συνήθως περιλαμβάνουν μόνο τα γεγονότα πάνω από το όριο της πληρότητας (M_c) και έτσι δεν λαμβάνεται υπόψη η διακύμανση αυτής της παραμέτρου (Shi and Bolt, 1982).

Σύμφωνα με τον Kamer(2013), μία περιοχή με σταθερή σεισμικότητα για ένα δεδομένο χρονικό διάστημα και με τιμή $b = 1.0$, θα έχει μόνο 66% των σεισμών της πλήρης ενώ μια περιοχή με τιμή $b = 0.5$ θα έχει 83% πληρότητα. Αυτό θα σήμαινε ότι οποιαδήποτε μελέτη χαρτογράφησης της τιμής της b που χρησιμοποιεί μόνο το πλήρες μέρος με σταθερά μεγέθη δείγματος και εντοπισμό διακυμάνσεων στις τιμές της b , αναγκαστικά εξετάζει διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Αυτό συμπεραίνεται επίσης και από το γεγονός ότι μία περιοχή με χαμηλή τιμή της b παράγει μεγαλύτερους σεισμούς οι οποίοι έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να καταγραφούν, ενώ μια περιοχή με υψηλή τιμή b έχει περισσότερα μικρά σεισμικά συμβάντα στο όριο ανίχνευσης.

Για μικρό μέγεθος δείγματος παρατηρούμε ότι οι υψηλότερες τιμές της b έχουν ευρύτερα όρια διαστήματος εμπιστοσύνης, ενώ για κατώτερες τιμές της b έχουν σημαντικά μικρότερα. Καθώς το μέγεθος του δείγματος αυξάνεται, η ακρίβεια θα γίνει ομοιόμορφη σε όλο το εύρος μέτρησης. Μπορούμε να θέσουμε ως απαιτούμενο πλήρες μέγεθος σεισμών τους 700 για αξιόπιστα αποτελέσματα. Αν η σεισμικότητα μίας περιοχής είναι σταθερή, αυτό σημαίνει ότι σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή οι περιοχές χαμηλών τιμών της b θα έχουν μεγαλύτερο εύρος τιμών μεγεθών σεισμών από τις περιοχές υψηλής τιμής της b . Έτσι το ελάχιστο μέγεθος δείγματος θα πρέπει να προσδιοριστεί σε σχέση με την υψηλότερη τιμή της b . Για παράδειγμα οι δύο τιμές b που υπολογίσαμε πριν $b = 1.0$ και $b = 0.5$, με πληρότητα 66% και 83% αντίστοιχα θα έχουν 100 έναντι 125 αθροιστικώς πλήρεις σεισμούς. Η τιμή $b = 0.5$ που έχει περισσότερους σεισμούς και θα πρέπει να θεωρείται με πλέον περιορισμένα διαστήματα εμπιστοσύνης. Αυτό σημαίνει ότι ακόμη και μια δυαδική συμπερίληψη υψηλής / χαμηλής τιμής της b απαιτείται ελάχιστος αριθμός πλήρους δείγματος σεισμών ~ 100 . Από την άλλη πλευρά, για να μπορέσει να αναφέρει μια μεταβολή της

τιμής της b με αποδεκτή τυπική απόκλιση το πολύ 0,05 ($\sim \Delta b / 2$) απαιτεί μέγεθος δείγματος τουλάχιστον ~ 500 .

1.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Ως σεισμική επικινδυνότητα H (Seismic Hazard) σε μία θέση, με κατασκευαστικό ενδιαφέρον, ορίζεται μία ποσότητα, η οποία μετριέται από την ένταση της ισχυρής σεισμικής κίνησης. Αυτή η ένταση μπορεί να μετρηθεί με την μακροσεισμική ένταση, I , με την εδαφική ταχύτητα, v , με την εδαφική επιτάχυνση, γ , ή τέλος με την εδαφική μετάθεση, s , στη θέση αυτή. Η έννοια του σεισμικού κινδύνου R (Seismic Risk) εξαρτάται από τη σεισμική επικινδυνότητα στη θέση και από τις ιδιότητες της τεχνικής κατασκευής και εκφράζει το κοινωνικό αποτέλεσμα της ισχυρής σεισμικής κίνησης, δηλαδή τις τυχόν βλάβες σε κατασκευές αλλά και σε απώλειες ανθρώπινων ζωών. Το μέτρο των ιδιοτήτων της τεχνικής κατασκευής ονομάζεται τρωτότητα V (vulnerability) της κατασκευής και αφορά κάποιες παραμέτρους όπως την πλαστιμότητα του κτηρίου, την απόσβεση της ταλάντωσης, την ιδιοπερίοδο και άλλα. Προκύπτει ότι ο σεισμικός κίνδυνος, R , είναι ανάλογος της σεισμικής επικινδυνότητας H και της τρωτότητας V (σχέση 1.4.1).

$$R=H*V \text{ (1.4.1)}$$

Σκοπός τόσο των Μηχανικών όσο και των σεισμολόγων είναι η ελάττωση του σεισμικού κινδύνου. Στην ουσία αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί ελαττώνοντας την τρωτότητα των κατασκευών, εφόσον η σεισμική επικινδυνότητα εξαρτάται μόνο από φυσικούς παράγοντες και δεν επηρεάζεται από τον άνθρωπο. Η τρωτότητα μίας κατασκευής μελετάται από τη Σεισμική Μηχανική, απαραίτητη προϋπόθεση όμως είναι η ακριβή γνώση της σεισμικής επικινδυνότητας της θέσης της τεχνικής κατασκευής. Η σεισμική επικινδυνότητα είναι μέρος της μελέτης της Τεχνικής Σεισμολογίας και οι σεισμολόγοι είναι κυρίως υπεύθυνοι για την εκτίμηση της.

Για τον υπολογισμό της σεισμικής επικινδυνότητας απαραίτητο είναι να γνωρίζουμε τις τιμές των παραμέτρων a και b (κεφ. 1.3). Ορίζουμε ένα μέτρο Y , όπου συνήθως $Y = \log I$ (μακροσεισμική ένταση, I), ή $Y = \log v$ (εδαφική ταχύτητα, v), ή $Y = \log \gamma$ (εδαφική επιτάχυνση, γ), έτσι ώστε

$$\log Nt = \log a - bY \text{ (1.4.2)}$$

όπου Nt είναι το πλήθος των σεισμών, η ένταση των οποίων υπερβαίνει την τιμή Y κατά τη διάρκεια t ετών,

$$N = N_0 * e^{(-\beta * Y)} \quad (1.4.3)$$

Όπου: $\beta = b / \log e$, $\log N_0 = a - \log t$, και N : το ετήσιο πλήθος των σεισμών, η ένταση των οποίων υπερβαίνει την τιμή Y για χρονικό διάστημα ενός έτους.

Η μέση περίοδος επανάληψης, T_m , των σεισμών που έχουν ένταση μεγαλύτερη ή ίση με Y είναι $T_m = \frac{1}{N}$, οπότε αν αντικαταστήσουμε το N από τη σχέση (1.4.3) προκύπτει:

$$T_m = \frac{e^{(\beta * Y)}}{N_0} \quad (1.4.4)$$

Αν υποθέσουμε ότι οι σεισμοί ακολουθούν τυχαία χρονική κατανομή, δηλαδή την κατανομή Poisson, τότε η πιθανότητα P_t να υπερβληθεί η τιμή Y , σε διάρκεια t ετών δίνεται από τη σχέση:

$$P_t = 1 - e^{\left(\frac{-t}{T_m}\right)} \quad (1.4.5)$$

Συνήθως ως μέτρο της σεισμικής επικινδυνότητας σε μία θέση χρησιμοποιείται η ποσότητα P_t .

1.4.1 Νόμος Δύναμης Gutenberg-Richter

Μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος εκτίμησης της σεισμικής επικινδυνότητας και των παραμέτρων της, είναι ο νόμος δύναμης των Gutenberg & Richter (1944) όπως περιγράφηκε παραπάνω (σχέση 1.3.1). Ο ρυθμός επανάληψης των σεισμών προκύπτει από την ανάλυση σεισμολογικών καταλόγων και συγκεκριμένα από τον υπολογισμό των σταθερών a και b της σχέσης Gutenberg – Richter (GR). Προσεγγίζοντας την σεισμική επικινδυνότητα μέσω της σχέσης GR, λαμβάνουμε υπόψη τις αβεβαιότητες που υπάρχουν αλλά και την πιθανότητα να γίνει ο κάθε σεισμός ενώ ταυτόχρονα είναι μία μέθοδος που δεν επιδέχεται μεγάλη επιρροή ανθρωπίνων σφαλμάτων καθώς εξαρτάται λιγότερο από τον αναλυτή. Παρ' όλα αυτά η επιρροή της κάθε παραμέτρου δεν είναι ξεκάθαρη ενώ η πιθανότητα μη ρεαλιστικών αποτελεσμάτων είναι μεγάλη.

Επιπλέον, η σχέση GR και κατ' επέκταση τα μέτρα σεισμικότητας που προκύπτουν από αυτήν, ισχύουν υπό ένα πλαίσιο προϋποθέσεων. Οι προϋποθέσεις αυτές είναι πως οι σεισμοί συμβαίνουν σε τυχαίες χρονικές στιγμές (μοντέλο Poisson), ο αριθμός των σεισμών σε ένα χρονικό διάστημα είναι ανεξάρτητος από τον αριθμό των σεισμών που συμβαίνουν οπουδήποτε αλλού, η

πιθανότητα να γίνει ένας σεισμός σε ένα χρονικό διάστημα είναι συνάρτηση της διάρκειάς του και η πιθανότητα περισσότερων από ένα σεισμών σε μικρό χρονικό διάστημα είναι πολύ μικρή.

Ο υπολογισμός των παραμέτρων a και b της σχέσης GR, περιέχουν επίσης κάποια σφάλματα.

Οι αιτίες των σφαλμάτων αυτών είναι συνήθως το μικρό πλήθος των δεδομένων που έχουμε στη διάθεσή μας, τα σφάλματα στον υπολογισμό των μεγεθών των σεισμών που υπάρχουν στον εκάστοτε κατάλογο αλλά και η χρήση σεισμικών μεγεθών μικρότερων από το κατώφλι πληρότητας του σεισμικού καταλόγου (Burtonet. al, 2004).

2.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ

Το μέγεθος πληρότητας, δηλαδή το ελάχιστο μέγεθος καταγραφής σεισμών, μπορεί να έχει ληφθεί χρησιμοποιώντας μεθόδους ανάλυσης δικτύου ή μεθόδους ανάλυσης καταλόγου. Οι μέθοδοι ανάλυσης δικτύου βασίζονται στην εκτίμηση της ικανότητας ανίχνευσης μιας δεδομένης κατανομής σεισμών (Gomberg, 1991, Knaerna et al., 2002a, b, Nanjo et al., 2010). Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι ο προσδιορισμός του M_c είναι ανεξάρτητος από τη μεταβολή της σεισμικής δραστηριότητας. Έτσι, για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του M_c σε τεκτονικά σταθερές και ασταθείς περιοχές. Παρ'όλα αυτά, η ποιότητα του καταλόγου μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το πλήθος και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των οργάνων καταγραφής ενός Σεισμολογικού Δικτύου. Στην περίπτωση αυτή, η λύση που πρότειναν οι Schorlemmer και Woessner (2008) είναι να συμπεριληφθούν σιωπηρά αυτοί οι παράγοντες στις κατανομές πιθανότητας ανίχνευσης σεισμών.

Οι μέθοδοι ανάλυσης του καταλόγου βασίζονται μόνο στην εκτίμηση της ποιότητας των καταγεγραμμένων δεδομένων (Rydelek and Sacks, 1989; Wiemer and Wyss, 2000, Woessner και Wiemer, 2005). Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι στηρίζεται μόνο στις παρατηρήσεις. Ωστόσο, όλες αυτές οι μέθοδοι κατασκευάζονται γνωρίζοντας εκ των προτέρων τη σεισμικότητα της περιοχής που θα μελετηθεί. Παρόλα αυτά, οι σεισμοί δεν ακολουθούν πάντα τους στατιστικούς νόμους σε όλους τους τομείς χωροχρόνου (Schorlemmer et al., 2005; Narteau et al., 2009) και αυτές οι μέθοδοι μπορεί να είναι δύσκολο να εφαρμοστούν σε περιοχές όπου υπάρχουν διάφοροι τύποι σεισμικότητας (δηλαδή όπου η κλίση της ευθείας GR δεν είναι σταθερή σε όλο το εύρος μεγεθών). Επιπλέον, η επιλογή των χωρικών δεδομένων μπορεί να έχει επιπτώσεις στις τιμές του M_c .

Στην πραγματικότητα, δύο τεχνικές χρησιμοποιούνται ευρέως. Η πρώτη τεχνική είναι η σάρωση του συνόλου της περιοχής με κύκλους σταθερής ακτίνας. Για παράδειγμα, αυτή η τεχνική εφαρμόστηκε για τον προσδιορισμό του M_c παγκοσμίως για το Global Centroid Moment Tensor και το International Seismological Centre. Οι κατάλογοι που χρησιμοποιήθηκαν χωρίστηκαν σε κύκλους με ακτίνα 1000 και 900 χλμ, αντίστοιχα (Woessner and Wiemer, 2005). Δυστυχώς, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με υψηλή χωρική ανάλυση δεδομένης της φυσικής διασποράς των θέσεων

των επικέντρων. Η δεύτερη τεχνική είναι να χρησιμοποιηθεί ένας σταθερός αριθμός σεισμών για κάθε τιμή μεγέθους. Αυτή η προσέγγιση μεγέθους σταθερού δείγματος εφαρμόστηκε με επιτυχία για την χαρτογράφηση του M_c στην Καλιφόρνια, την Αυστραλία και την Ιαπωνία (Wiemer and Wyss, 2000, Sagar and Leonard, 2007; Nanjo, Ishibe κ.ά., 2010). Αν αυτή η μέθοδος υπερβαίνει την προσέγγιση της σταθερής περιοχής όσον αφορά την ανάλυση, η τιμή M_c μπορεί να είναι επηρεασμένη από απότομες αλλαγές της σεισμικής δραστηριότητας και ίσως από την κατανομή των σεισμολογικών σταθμών (Rydelek and Sacks, 2003). Επομένως, το πρόβλημα της δειγματοληψίας είναι ένα βασικό μειονέκτημα των μεθόδων που βασίζονται σε καταλόγους.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για να βρεθεί η τιμή της πληρότητας ενός σεισμικού καταλόγου. Σε αυτή τη μελέτη αναφέρονται μόνο αυτές που ακολουθούν την παραδοχή της ιδιομορφίας της κατανομής σεισμών, έτσι ώστε η κατανομή της συχνότητας-μεγέθους των σεισμών να μπορεί να προσομοιωθεί από έναν νόμο δύναμης. Οι πιο συχνά εφαρμοσμένες μέθοδοι αυτής της ομάδας είναι η μέθοδος πλήρους εύρους μεγεθών (the entire magnitude range method, Ogata and Katsura, 1993, τροποποιημένη από τους Woessner και Wiemer, 2005), η μέθοδος μέγιστης καμπυλότητας (MAXC, Wiemer and Wyss, 2000), η δοκιμή της καλής προσαρμογής για γραμμική σχέση (goodness-of-fit test GFT, Wiemer and Wyss, 2000), ο προσδιορισμός M_c με βάση την τιμή της παραμέτρου b (Cao και Gao, 2002), και η μέση ανάλυση της κλίσης του τμήματος της καμπύλης της αθροιστικής συχνότητας των μεγεθών (FMD, frequency magnitude distribution) με σκοπό τον εντοπισμό σημείων που αποκλίνουν (ανάλυση των FMD σε ολόκληρο το εύρος μεγέθους τους) (Amorese, 2007).

2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΓΕΘΩΝ (MGFT)

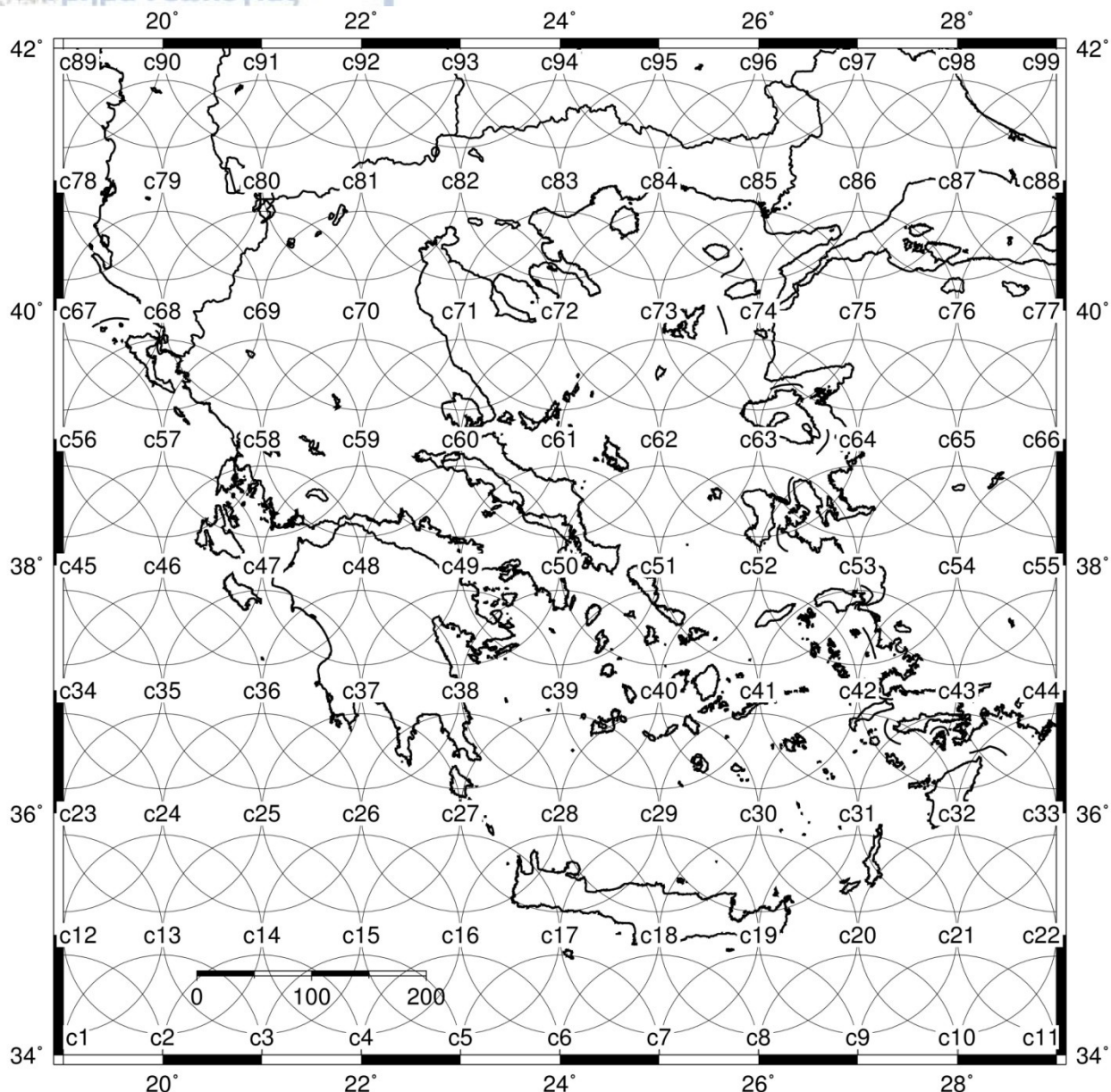
Ο τρόπος υπολογισμού του μεγέθους πληρότητας, M_c , σε αυτή την εργασία προτάθηκε από τους Weimer & Wyss (2000) και είναι μία αυτοματοποιημένη διαδικασία η οποία στηρίζεται στη σχέση των Gutenberg και Richter. Βασίζεται σε μία γραμμική παραδοχή της καμπύλης της αθροιστικής συχνότητας των μεγεθών (FMD, Frequency-Magnitude distribution) που εισήχθη από τον Gutenberg & Richter (1944). Εξετάζει τον αριθμό των σεισμών κάθε μεγέθους, για μια συγκεκριμένη περίοδο, σε ένα δεδομένο κατάλογο, χρησιμοποιώντας είτε μια σταθερή ακτίνα είτε έναν σταθερό αριθμό ανιχνευμένων σεισμών. Η τεχνική απαιτεί σημαντικό αριθμό σεισμών στην περιοχή ώστε να προκύψουν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε ο σεισμολογικός κατάλογος που περιέχει δεδομένα από το 2000 μέχρι 2017. Στις πρόσφατες καταγραφές αναφέρονται η ημερομηνία και ο χρόνος γένεσης του σεισμού, το γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος του επικέντρου, το εστιακό

βάθος και το μέγεθος, M_w , ενώ για τους σεισμούς που έγιναν πριν τον 20^ο αιώνα, δεν υπάρχει πλήρης περιγραφή του χρόνου γένεσης, λόγω της έλλειψης ενόργανων καταγραφών.

Σχεδιάστηκαν 2 κώδικες στη γλώσσα προγραμματισμού MATLAB. Στον πρώτο κώδικα διαχωρίζεται η περιοχή μελέτης σε 99 κύκλους, ακτίνας 87 km. Τα κέντρα των κύκλων απέχουν μεταξύ τους 1^ο. Η επιλογή της απόστασης των κύκλων, έγινε με σκοπό την αλληλοεπικάλυψη τμημάτων κάθε κύκλου, έτσι ώστε να μην υπάρχει κανένα σημείο εντός της περιοχής που να μην μελετάται. Το μήκος ενός τόξου 1^ο στην Ελλάδα, υπολογίζοντας ότι η ακτίνα της Γης είναι ίση με 6371 km, για το μεσημβρινό αντιστοιχεί σε 111,2 km, ενώ για τον παράλληλο 87,62 km. Οπότε γενικότερα τα κέντρα των κύκλων απέχουν μεταξύ τους 111 km πάνω στον μεσημβρινό αλλά 88 km στον παράλληλο. Κάθε κύκλος περιέχει τους σεισμούς που έγιναν εντός των ορίων του, ξεκινώντας από το μικρότερο μέγεθος M_{min} 1.5, για τις δύο περιόδους, 2000-2010 και 2010-2017.

Στον παρακάτω χάρτη (Σχήμα 2.2) φαίνονται οι 99 κύκλοι που καλύπτουν όλη την περιοχή μελέτης όπως επίσης και η διάταξη τους. Επίσης φαίνεται η αρίθμηση τους, η οποία έγινε για την καλύτερη επεξεργασία των δεδομένων και των αποτελεσμάτων.



Σχήμα 2.2 Χάρτης της Ελλάδας με τις 99 περιοχές/κύκλοι, από τις οποίες συλλέχθηκαν οι σεισμικοί κατάλογοι και εφαρμόστηκε η μέθοδος MGFT για την εκτίμηση των παραμέτρων της σεισμικότητας.

Στον δεύτερο κώδικα μελετήθηκε η σεισμικότητα σε κάθε κύκλο ξεχωριστά ώστε για τον καθένα να βρεθεί το μέγεθος M_c και η τιμή των παραμέτρων b και a . Η μέθοδος που εφαρμόζεται για αυτό τον σκοπό, βασίζεται στο GFT, που προτάθηκε από τους Wiemer και Wyss (2000) και τροποποιήθηκε από τους Leptokaropoulos et al. (2013). Η νέα μέθοδος ονομάζεται MGFT και στηρίζεται στο γεγονός ότι η κατανομή μεγέθους, ακολουθεί το νόμο δύναμης ($G-R$), ως συνάρτηση του ελάχιστου μεγέθους, M_i , για συμβάντα με $M \geq M_i$ με εφαρμογή στην εκτίμηση μέγιστης

πιθανοφάνειας (maximum-likelihood estimation). Τα συνθετικά δεδομένα, δηλαδή, η κατανομή των μεγεθών που αντιπροσωπεύουν την τέλεια εφαρμογή του νόμου δύναμης (GR), είναι κατασκευασμένα με αυτόν τον τρόπο. Στη συνέχεια, η απόλυτη διαφορά (R) μεταξύ του αθροιστικού αριθμού των παρατηρούμενων σεισμών (N_o) και των προσομοιωμένων (N_s) σε κάθε μέγεθος υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$R = \frac{\sum_{Mi}^{Mmax} |N_o - N_s|}{\sum_i N_o} \quad (2.2.1)$$

Εάν το σύνολο δεδομένων πάνω από ένα συγκεκριμένο μέγεθος M_i είναι ελλιπή, τότε το R θα είναι υψηλό. Ένα μοντέλο βρίσκεται σε μια τιμή R στην οποία ένα προκαθορισμένο ποσοστό (συνήθως 90% ή 95%) από τα παρατηρούμενα δεδομένα μοντελοποιούνται με ευθεία γραμμή, πράγμα που σημαίνει ότι το 90% ή το 95% των παρατηρηθέντων δεδομένων μπορεί να προσομοιωθεί από το νόμο δύναμης (Woessner και Wiemer, 2005).

Ένα συνθετικό σύνολο δεδομένων των σεισμών N_i δημιουργείται με τη κατανομή τυχαίων αριθμών σύμφωνα με τον αντίστοιχο νόμο G-R (Zechar, 2010), για το οποίο N_i είναι ο αθροιστικός αριθμός σεισμών με $M \geq M_i$ στο παρατηρούμενο σύνολο δεδομένων. Μετά από k επαναλήψεις αυτής της διαδικασίας, δημιουργούνται συνθετικοί κατάλογοι. Στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιούνται μόνο οι κατανομές των μεγεθών συχνότητας (FMD) ενώ οι χωρικές και χρονικές παράμετροι δεν συμμετέχουν στα αποτελέσματα (επίκεντρα και χρονογενέσεις σεισμών). Ως εκ τούτου, οι συνθετικοί κατάλογοι αποτελούνται από σεισμούς για τους οποίους η μόνη ελεύθερη παράμετρος είναι το μέγεθος. Επιλέχθηκε το k να είναι ίσο με 1000 και κατασκευάστηκαν 1000 συνθετικοί κατάλογοι που περιλαμβάνουν τυχαίους σεισμούς (με τον ίδιο αριθμό δεδομένων και την ίδια κατανομή μεγέθους, για κάθε μονάδα μεγέθους). Κάθε συνθετικός κατάλογος έχει ίσο αριθμό τυχαίων σεισμών, και την ίδια κατανομή μεγέθους για κάθε μονάδα μεγέθους. Ξεκινώντας από ένα ελάχιστο μέγεθος M_i , οι παράμετροι a και b του νόμου G-R υπολογίζονται, και μετά πραγματοποιείται η εκτίμηση της μέγιστης πιθανοφάνειας για όλους τους σεισμούς, με $M_i \leq M \leq M_{max}$. Σύμφωνα με τον Aki (1965), η τιμή b μπορεί να εκτιμηθεί από την σχέση:

$$b = \frac{1}{\ln(10) \left[\langle M \rangle - \left(M_c - \frac{\Delta M}{2} \right) \right]} \quad (2.2.2)$$

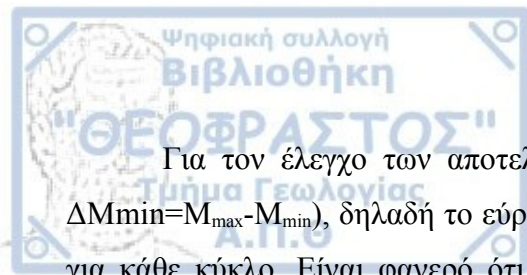
στην οποία το $\langle M \rangle$ είναι ο μέσος όρος των εξεταζόμενων σεισμών και ΔM είναι το βήμα μεταβολής των τιμών μεγεθών του καταλόγου. Στην παρούσα μελέτη το ΔM είναι ίσο με 0.1. Ο ίδιος συγγραφέας εκτιμά επίσης την ακρίβεια της τιμής b (σb) ως:

$$\sigma b = \frac{b}{\sqrt{N}} \quad (2.2.3)$$

όπου το N αντιπροσωπεύει το πλήθος του δείγματος. Με βάση την εξίσωση (2.2.1) υπολογίζεται ο μέσος όρος των διαφορών μεταξύ των συνθετικών και των παρατηρούμενων δεδομένων. Στη συνέχεια, όλη η διαδικασία επαναλαμβάνεται θεωρώντας το M_{i+1} ως ελάχιστο μέγεθος. Εφαρμόζεται πάλι ο νόμος G-R (υπολογίζοντας νέες τιμές για τις παραμέτρους a και b και δίδεται N_{i+1} ως αθροιστικός αριθμός παρατηρούμενων σεισμών), με $M \geq M_{i+1}$. Τέλος, υπολογίζονται και χαρτογραφούνται οι μέσες τιμές των διαφορών μεταξύ του πραγματικού FMD και εκείνου που προέρχεται από τους συνθετικούς καταλόγους, για κάθε μονάδα μεγέθους.

Ο νόμος Gutenberg-Richter που περιγράφει την κατανομή της αθροιστικής συχνότητας των μεγεθών (FMD, Frequency-Magnitude distribution), ενδέχεται να μην διατηρεί ολόκληρο το εύρος μεγεθών και μικρές περιοχές μπορεί να εμφανίζουν ένα συγκεκριμένο τύπο σεισμικότητας. Για τους λόγους αυτούς, οι σχέσεις εκτίμησης των παραμέτρων σεισμικότητας πρέπει να προσαρμόζονται για την μελέτη για το εύρος του μεγέθους των σεισμών. Η λεπτομερής πληροφορία για την τιμή του μεγέθους πληρότητας, M_c , επιτυγχάνεται μέσω του προσδιορισμού του μικρότερου εύρους μεγεθών στον οποίο επαληθεύεται ο νόμος των Gutenberg-Richter. Η διαδικασία της επανάληψης και της χρήση διαφορετικών μεγεθών μειώνει στατιστικά το εύρος και ικανοποιεί μια πιο αξιόπιστη προσέγγιση της τοπικής σεισμικότητας για την περιοχή μελέτης. Χρησιμοποιώντας συνθετικούς καταλόγους, αυτή η μέθοδος χαρτογράφησης του M_c φαίνεται να είναι αποτελεσματική σε περιοχές με διαφορετικούς τύπους σεισμικότητας, με μεταβλητή πυκνότητα επικέντρων και διαφορετική ποιότητα και αριθμό καταγραφών (με βάση το πλήθος και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του σειсмоγραφικού εξοπλισμού της κάθε περιοχής μελέτης).

Από τις τιμές της παραμέτρου b και a που εκτιμήθηκαν, υπολογίστηκαν τα μέτρα σεισμικότητας σε κάθε κύκλο όπως αναφέρονται παραπάνω, δηλαδή η μέση περίοδος επανάληψης T_m , η πιθανότητα P_t και το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος $\dot{M}$. Το δείγμα δεδομένων πλέον ορίζεται ως N_t , για τον συνολικό αριθμό των σεισμών. Οι σεισμοί με μέγεθος μεγαλύτερο από το M_c θα αποτελέσουν το πλήρες μέρος του καταλόγου (N_c) και το υπόλοιπο μέρος αυτού (σεισμοί μεγέθους μικρότερου από το M_c) θα ορίζεται ως μη αξιοποιήσιμο ($N_i = N_t - N_c$).



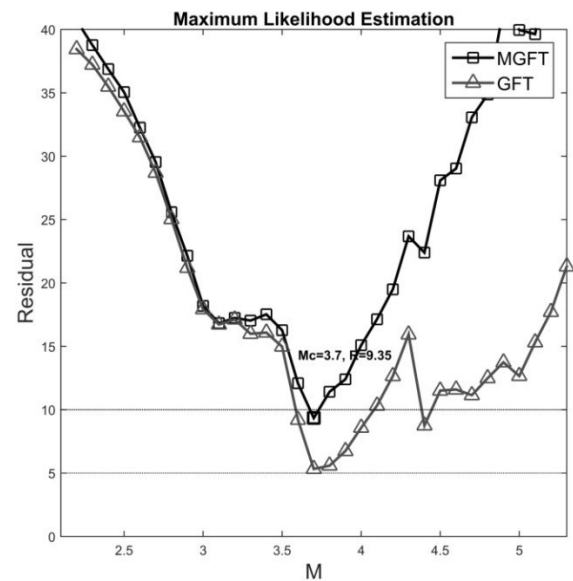
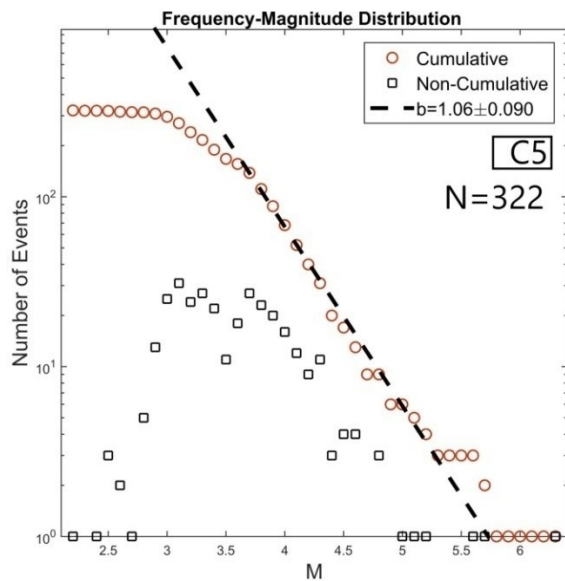
Για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων υπολογίστηκε η τιμή $\Delta M_{\min}$ για κάθε κύκλο (όπου $\Delta M_{\min} = M_{\max} - M_{\min}$), δηλαδή το εύρος των μεγεθών (που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένη πληρότητα) για κάθε κύκλο. Είναι φανερό ότι για μικρές τιμές $\Delta M_{\min}$, δηλαδή για μικρά εύρη διαθέσιμων μεγεθών, οι τιμές της παραμέτρου b είναι ιδιαίτερος υψηλές. Τα αποτελέσματα των b που είχαν $\Delta M_{\min}$ μικρότερο με 1.5, θεωρούνται αναξιόπιστα.

3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ M_c ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ a ΚΑΙ b .

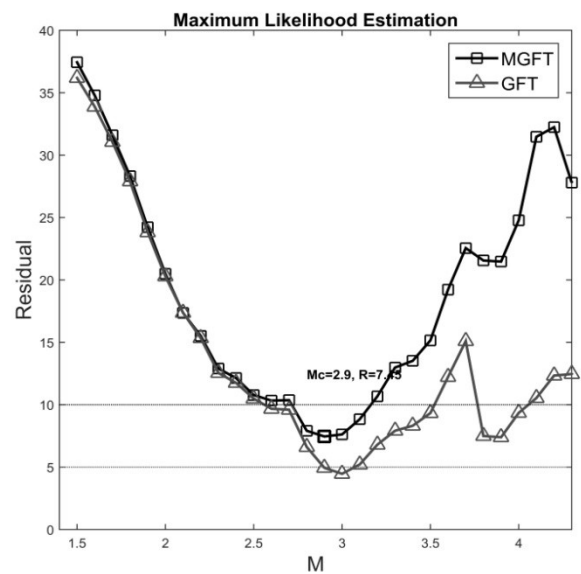
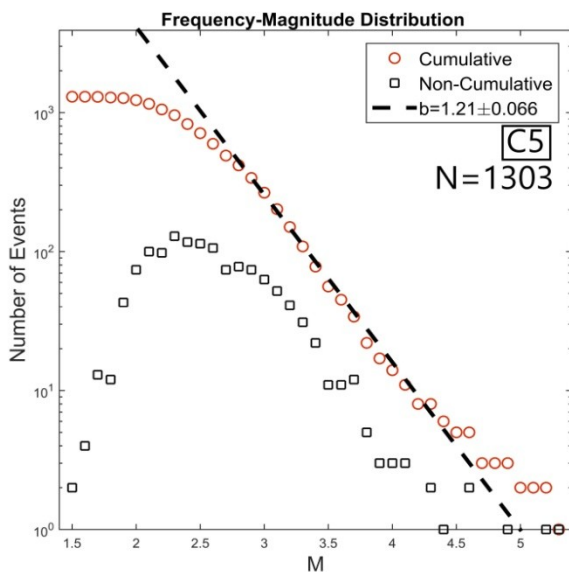
Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα προσδιορισμού του μεγέθους πληρότητας $M_{c,kai}$ των παραμέτρων σεισμικότητας ακαιβαπό την εφαρμογή της μεθόδου MGFT (Leptokaropoulos et al. 2013) με χρήση των σεισμικών καταλόγων 2000-2010 και 2010-2017 για τον Ελληνικό χώρο. Ο Ελληνικός χώρος χωρίστηκε σε 99 περιοχές/κύκλους και για κάθε κύκλο υπολογίστηκαν οι παράμετροι σεισμικότητας. Τέλος, για κάθε κύκλο υπολογίστηκε η περίοδος επανάληψης ενός σεισμού μεγέθους 5.0 (T_{m5}) και μεγέθους 6.0 (T_{m6}), η πιθανότητα ενός σεισμού μεγέθους 6.0 να γίνει σε περίοδο 10 (P_{t10}) και 5 (P_{t5}) ετών, και το μέγιστο πιθανό μέγεθος ενός σεισμού να γίνει σε περίοδο 10 (M_{10}) και 5 (M_5) ετών.

Στην παρούσα μελέτη σχεδιάστηκαν δύο κώδικες για τον χωρισμό του Ελληνικού χώρου σε 99 κύκλους και την κατασκευή των απαραίτητων σεισμικών υπο-καταλόγων (για κάθε κύκλο), και για την εφαρμογή της μεθόδου MGFT στα δεδομένα των σεισμικών υπο-καταλόγων. Από τον κώδικα της εφαρμογής της μεθόδου MGFT υπολογίστηκε το μέγεθος M_c και οι παράμετροι σεισμικότητας a και b . Τα αποτελέσματα αυτά δίνονται σε δύο σχήματα για κάθε κύκλο. Παραδείγματα αυτών των αποτελεσμάτων δίνονται στα σχήματα 3.1 και 3.2 για τους σεισμικούς καταλόγους 2000-2010 και 2010-2017, αντίστοιχα. Και στα δύο σχήματα (3.1 και 3.2), αριστερά φαίνεται η κατανομή συχνότητας-μεγέθους από την οποία προκύπτει η τιμή του b . Στο σχήμα αυτό απεικονίζεται ο αριθμός των σεισμών (μαύρα τετράγωνα) που έγιναν για κάθε μέγεθος και ο αθροιστικός αριθμός (κόκκινοι κύκλοι) των σεισμών. Με διακεκομμένη γραμμή συμβολίζεται η κλίση της ευθείας προσαρμογής, από την κλίση της οποίας προκύπτει η τιμή της παραμέτρου b σύμφωνα με τη μέθοδο της μέσης τιμής. Επίσης, αναφέρεται το κωδικό όνομα C του κύκλου στον οποίο αναφέρεται αλλά και το πλήθος των σεισμών N ($N=N_t$) με μέγεθος μεγαλύτερο ή ίσο από 1.5. Στο δεξί γράφημα σε αυτά τα σχήματα, φαίνεται η εκτίμηση μέγιστης πιθανότητας, από την οποία προκύπτει η τιμή του μεγέθους πληρότητας M_c . Με γκρι γραμμή και τρίγωνα φαίνονται τα αποτελέσματα σύμφωνα με τη μέθοδο GFT των Wiemer και Wyss (2000), ενώ με μαύρη γραμμή και τετράγωνα απεικονίζεται το αποτέλεσμα σύμφωνα με τη μέθοδο MGFT των Leptokaropoulos et al.

(2013). Αναλυτικότερα, τα υπολογιζόμενα γραφήματα για κάθε κύκλο παρουσιάζονται στο «ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α».



Σχήμα 3.1. Παράδειγμα αποτελεσμάτων για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C5 με χρήση τον κατάλογο σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.

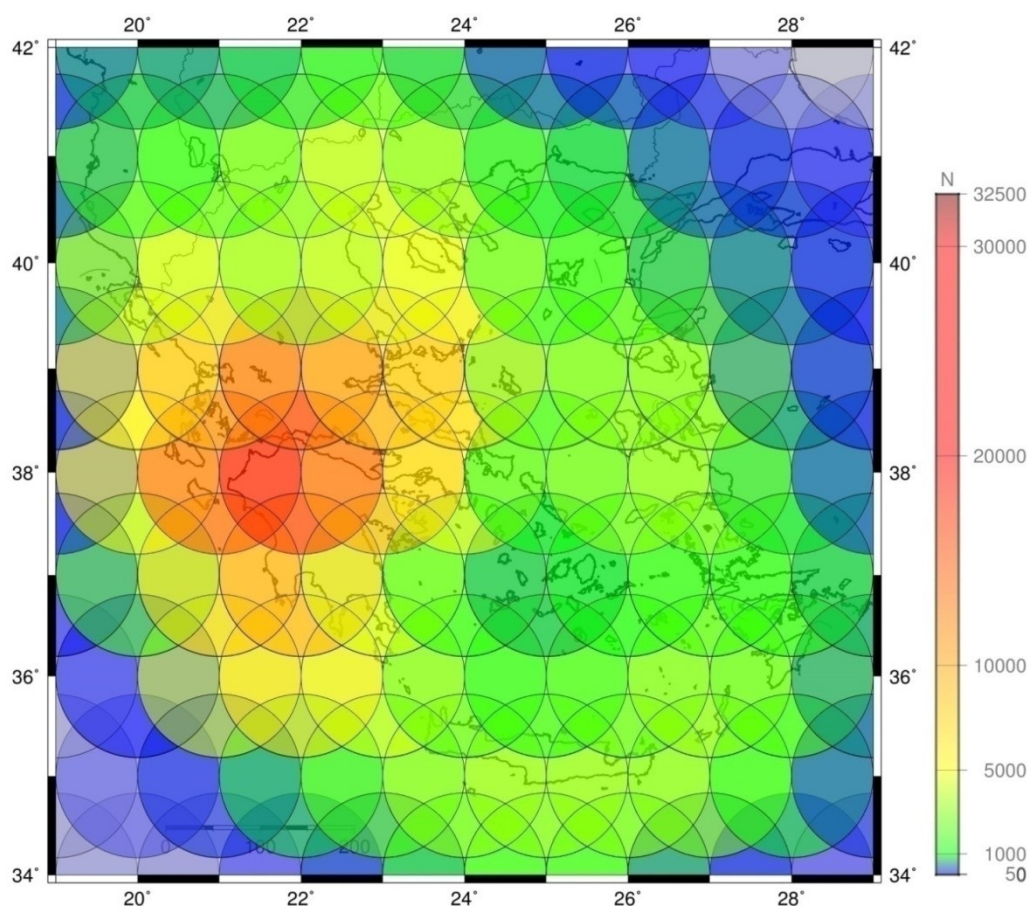


Σχήμα 3.2. Παράδειγμα αποτελεσμάτων για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C5 με χρήση τον κατάλογο σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.

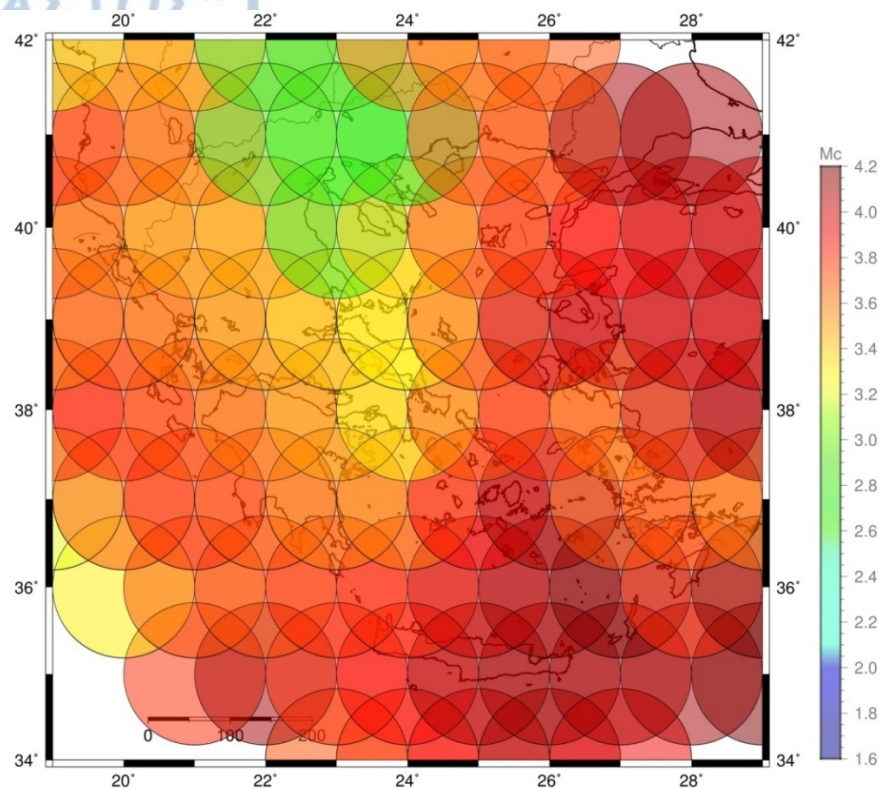
3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ ΚΑΤΑ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2000 - 2010.

Στη συνέχεια, από τα αποτελέσματα των παραμέτρων της σεισμικότητας με χρήση των σεισμικών καταλόγων 2000-2010, σχεδιάστηκαν 3 χάρτες της Ελλάδας. Σε κάθε ένα χάρτη φαίνονται οι 99 κύκλοι (όπως δείχτηκαν στο Σχήμα 2.2) οι οποίοι έχουν λάβει ένα συγκεκριμένο χρώμα με βάση την τιμή του μεγέθους που μελετάται στο κάθε ένα.

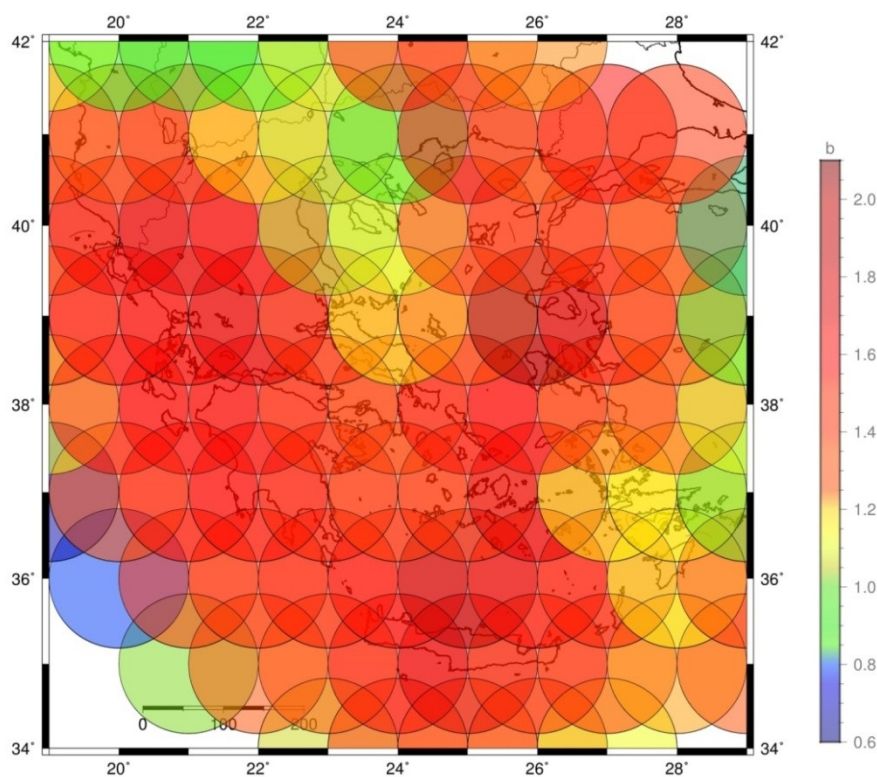
Στο Σχήμα 3.3 δίνεται ο χάρτης της Ελλάδας όπου με χρωματική κλίμακα απεικονίζεται το πλήθος των σεισμών N. Στο σχήμα 3.4 φαίνεται ο ίδιος χάρτης με αναφερόμενη χρωματική κλίμακα στο μέγεθος Mc, και στο σχήμα 3.5 της παραμέτρου b, που μελετήθηκαν σε κάθε κύκλο.



Σχήμα 3.3. Χωρική κατανομή πλήθους σεισμών (N) σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2000 – 2010, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



Σχήμα 3.4. Χωρική κατανομή μεγέθους πληρότητας (Mc) σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2000 – 2010, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



Σχήμα 3.5. Χωρική κατανομή της παραμέτρου b σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2000 – 2010, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.

Στους πίνακες 2 και 3, φαίνονται όλα τα αποτελέσματα των παραμέτρων σεισμικότητας. Στον πίνακα 2 αναφέρονται το πλήθος των σεισμών που μελετήθηκαν N_t , το μέγεθος της πληρότητας M_c , το πλήθος των σεισμών N_c με μέγεθος μεγαλύτερο ή ίσο με M_c , η τιμή της παραμέτρου b , η τιμή της παραμέτρου a και η διαφορά ΔM_{min} , ενώ στον πίνακα 3 η περίοδος επανάληψης T_m , το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος M και η πιθανότητα P_t . Αρχικά, η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε 99 κύκλους και υπολογίστηκαν οι παράμετροι σεισμικότητας για κάθε κύκλο. Ωστόσο, σε κάποιους κύκλους τα αποτελέσματα θεωρήθηκαν αναξιόπιστα (και παραλείπονται από τον πίνακα 2), λόγω του ότι σε κάποιες περιοχές δεν υπάρχει ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός των 50 σεισμών για να θεωρηθούν τα δεδομένα στατιστικά ορθά.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα για την περίοδο 2000-2010. Στον πίνακα φαίνονται τα εξής δεδομένα: το κωδικό όνομα κάθε κύκλου c1-c99, το πλήθος των σεισμών που μελετήθηκαν N_t , το μέγεθος της πληρότητας M_c , το πλήθος των σεισμών N_c με μεγέθη μεγαλύτερα ή ίσα με M_c , η τιμή της παραμέτρου b , η τιμή της παραμέτρου a , η διαφορά ΔM_{min}

Code Name	N_t	M_c	b	N_c	ΔM_{min}	a
C1	9	-	-	-	-	-
C2	13	-	-	-	-	-
C3	15	-	-	-	-	-
C4	40	-	-	-	-	-
C5	322	3.7	1.06	138	2	4.65
C6	1154	3.8	1.47	337	1.7	6.39
C7	2171	3.9	1.33	537	2.1	6.05
C8	1650	4.1	1.36	319	2	6.08
C9	419	3.9	1.12	179	1.7	5.42
C10	47	-	-	-	-	-
C11	21	-	-	-	-	-
C12	12	-	-	-	-	-
C13	31	-	-	-	-	-
C14	173	3.8	1.02	82	1.6	5.11
C15	877	4.1	1.27	185	1.7	5.62
C16	2083	3.8	1.34	605	2.1	6.02
C17	3345	3.9	1.60	778	1.9	7.69
C18	3358	4.1	1.73	495	1.5	7.82
C19	3247	4.1	1.45	594	1.8	5.85
C20	2992	4.1	1.41	595	2	5.85
C21	1130	4.1	1.22	300	2.1	4.85
C22	172	4.2	1.31	54	1.5	6.08
C23	9	-	-	-	-	-
C24	83	3.3	0.79	70	1.8	3.81
C25	4294	3.7	1.47	1386	2.4	5.07
C26	7162	3.7	1.47	2148	2.4	5.69

Code Name	Nt	Mc	b	Nc	ΔMmin	αt
C27	4542	3.8	1.53	928	2	5.83
C28	2232	3.8	1.62	626	1.7	6.24
C29	1356	4.0	1.93	266	1.4	8.22
C30	2262	4.1	1.61	351	1.7	7.24
C31	3280	4.2	1.52	437	1.8	6.77
C32	2207	3.8	1.14	875	2.7	5.39
C33	543	4.2	1.39	144	1.5	5.41
C34	75	3.2	0.66	62	1	2.40
C35	1959	3.7	1.26	627	2.3	5.18
C36	7995	3.8	1.62	1769	2	5.89
C37	9683	3.7	1.62	2229	2	4.95
C38	4318	3.6	1.52	776	2	4.81
C39	1552	3.6	1.38	262	1.8	4.79
C40	700	3.9	1.40	112	1	-
C41	1022	4.1	1.74	163	1.5	6.71
C42	1916	3.7	1.15	855	2.3	4.87
C43	1441	3.7	1.19	742	2.1	5.18
C44	720	3.6	1.01	492	2	4.67
C45	158	3.8	1.11	68	1.7	3.78
C46	5675	3.8	1.63	1403	2	6.81
C47	15564	3.7	1.57	3346	2.2	6.76
C48	18370	3.6	1.66	2354	2.1	6.44
C49	10146	3.5	1.50	1032	2.2	6.12
C50	5585	3.3	1.37	893	2.2	5.39
C51	1080	3.7	1.58	371	1.9	5.55
C52	3386	3.8	1.58	1061	2.1	5.54
C53	3076	3.6	1.35	1717	2.5	6.21
C54	864	4.0	1.35	267	1.6	6.10
C55	221	4.1	1.09	91	1	-
C56	166	3.6	1.39	95	0.6	-
C57	5620	3.7	1.60	1330	2	7.19
C58	9123	3.6	1.66	2260	1.1	-
C59	13820	3.5	1.74	1979	1.8	6.59
C60	8510	3.4	1.40	1134	2.3	5.73
C61	7298	3.3	1.17	1620	2.9	4.72
C62	2528	3.7	1.34	686	2.2	6.09
C63	3025	4.0	2.05	461	1.6	7.07
C64	3049	4.0	1.62	522	1.8	6.69
C65	509	4.0	1.35	218	1.2	-
C66	125	4.0	1.00	68	0,7	-
C67	659	3.7	1.39	264	2	5.91
C68	3624	3.6	1.67	1205	2.3	-
C69	4573	3.5	1.73	1186	1.9	7.71
C70	3005	3.5	1.63	373	1.7	6.45
C71	4444	2.8	1.04	1377	3.1	3.82

Code Name	Nt	Mc	b	Nc	ΔM_{min}	αt
C72	4743	3.4	1.09	321	2.7	4.49
C73	1611	3.7	1.41	295	1.8	6.22
C74	1893	3.8	1.46	377	1.8	6.24
C75	704	3.9	1.46	199	1.5	6.24
C76	419	4.0	1.33	197	1.5	6.13
C77	84	4.0	0.83	44	1.6	3.12
C78	320	3.8	1.38	97	1.6	5.90
C79	1646	3.7	1.28	698	2.1	5.49
C80	1740	3.6	1.40	327	1.9	5.74
C81	3243	2.9	1.18	975	2.7	4.49
C82	4245	2.8	1.05	1081	2.4	4.27
C83	2720	2.7	0.98	892	2	4.05
C84	935	3.7	1.69	182	1.5	-
C85	813	3.7	1.28	276	1.8	5.41
C86	267	4.1	1.61	68	1.2	-
C87	155	4.1	1.50	53	1.2	-
C88	38	-	-	-	-	-
C89	163	3.2	1.11	62	1.5	4.90
C90	701	3.5	0.93	272	2.1	4.31
C91	582	3.5	1.00	204	2.2	4.10
C92	883	2.9	0.89	299	2.6	4.06
C93	1803	2.9	1.08	539	2.5	3.67
C94	782	3.6	1.53	87	1	-
C95	226	3.6	1.32	76	1.4	-
C96	125	3.7	1.23	44	1.3	-
C97	40	-	-	-	-	-
C98	8	-	-	-	-	-
C99	1	-	-	-	-	-

Αναλυτικότερα, στον πίνακα 3 παρουσιάζονται οι τιμές των μέτρων σεισμικότητας που υπολογίστηκαν για κάθε κύκλο με βάση τις τιμές των παραμέτρων a και b , που βρέθηκαν για την περίοδο 2000-2010. Σε αυτόν τον πίνακα δίνεται η μέση περίοδος επανάληψης (T_m) των σεισμών με μέγεθος $M=5.0$ (T_{m5}) και $M=6.0$ (T_{m6}). Το μέγεθος αυτό, εκφράζει σε κάθε πόσα χρόνια αναμένεται να γίνει ένας σεισμός με μέγεθος ίσο ή μεγαλύτερο από το M , σε κάθε κύκλο. Στη συνέχεια δίνεται η πιθανότητα P_t να γίνει ένας σεισμός με μέγεθος $M=6$ ή μεγαλύτερος κατά τη διάρκεια 5 (P_{t5}) ή 10 (P_{t10}) χρόνων, για κάθε κύκλο αλλά και το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος σεισμού $\dot{M}$ που αναμένεται να πραγματοποιηθεί σε κάθε κύκλο, σε χρονικό διάστημα 5 ετών ($\dot{M}_5$) και 10 ετών ($\dot{M}_{10}$). Τέλος, για αυτές τις παραμέτρους κατασκευάστηκαν χάρτες της Ελλάδας με την χωρική μεταβολή αυτών των παραμέτρων για κάθε κύκλο. Στο σχήμα 3.5 δίνεται σε χρωματική

κλίμακα η τιμή της παραμέτρου $Tm5$ για κάθε κύκλο, και στα σχήματα 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 και 3.10 για τις παραμέτρους $Tm6, Pt10, Pt5, \dot{M}10$ και $\dot{M}5$, αντίστοιχα.

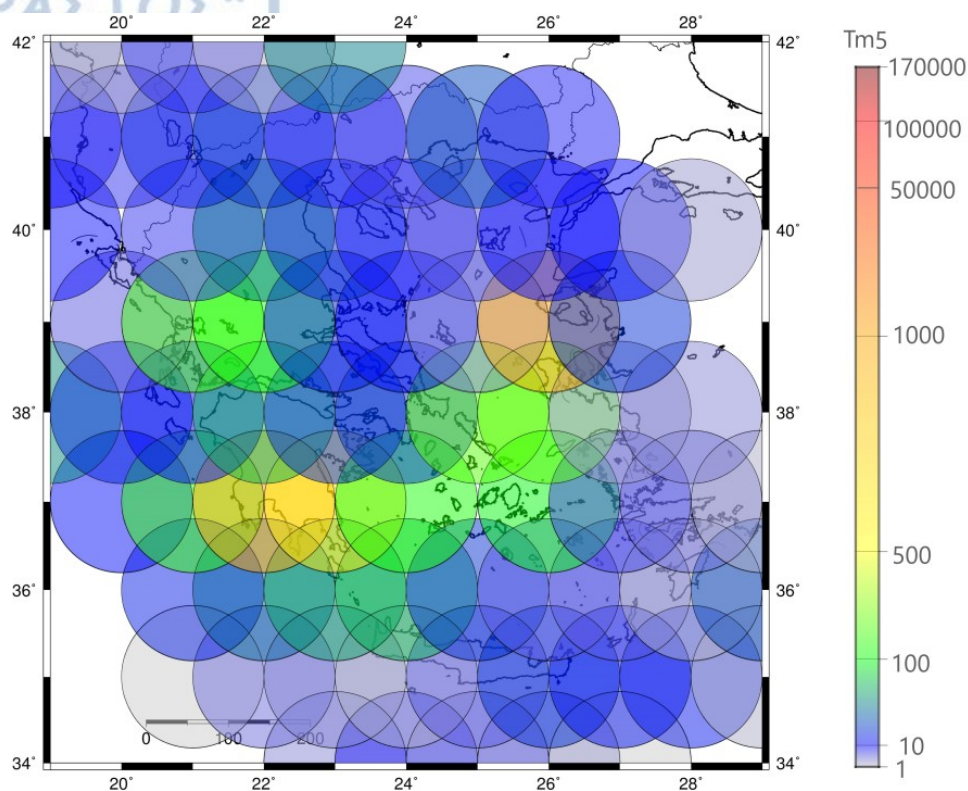
Για τις περιπτώσεις με $Nt < 100$ (C24, C34, C77) δεν υπολογίστηκαν οι παράμετροι σεισμικότητας γιατί η τιμή του b εμφανίζεται πολύ χαμηλή και δεν μπορεί να θεωρηθεί σωστή. Ένα τόσο μικρό πλήθος σεισμών δεν είναι ικανό να εξασφαλίσει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Επίσης, ούτε για τους κύκλους με $\Delta M_{min} < 1.5$ (C40, C55, C56, C58, C65, C66, C68, C86, C87, C94, C95, C96) υπολογίστηκαν τα μέτρα σεισμικότητας επειδή δεν θεωρούνται στατιστικά ορθά.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα για την περίοδο 2000-2010. Στον πίνακα φαίνονται τα εξής δεδομένα: το κωδικό όνομα κάθε κύκλου C1-C99, η περίοδος επανάληψης $Tm5$ (για $M=5.0$) και $Tm10$ (για $M=6.0$), η πιθανότητα $Pt10$ (για 10 έτη) και $Pt5$ (για 5 έτη), το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος $\dot{M}10$ (για 10 έτη) και $\dot{M}5$ (για 5 έτη).

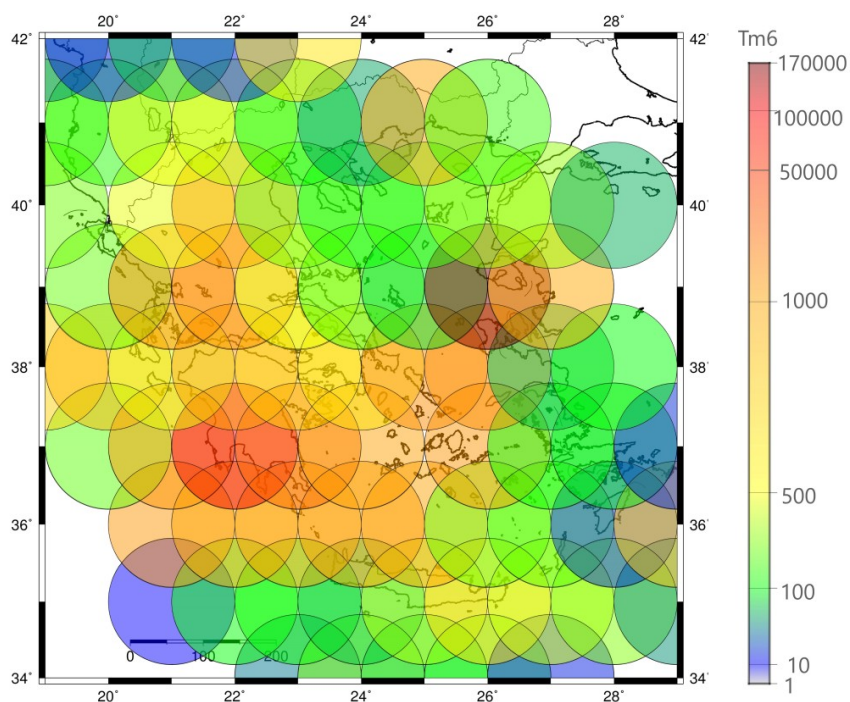
Code Name	$Tm5$	$Tm6$	$Pt10$	$Pt5$	10	5
C1	-	-	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	-	-
C3	-	-	-	-	-	-
C4	-	-	-	-	-	-
C5	4,4	51,3	0,177	0,092	6,5	5,9
C6	9,1	269,1	0,036	0,018	5,9	5,4
C7	4,0	85,1	0,110	0,057	6,3	5,6
C8	5,2	120,2	0,079	0,040	6,2	5,6
C9	1,5	20,0	0,394	0,221	6,9	5,9
C10	-	-	-	-	-	-
C11	-	-	-	-	-	-
C12	-	-	-	-	-	-
C13	-	-	-	-	-	-
C14	1,0	10,2	0,623	0,386	7,3	6,3
C15	5,4	100	0,095	0,048	6,2	6,6
C16	4,8	104,7	0,091	0,046	6,2	6
C17	2,0	81,3	0,115	0,059	6,2	5,7
C18	6,7	363,1	0,027	0,013	5,8	5,8
C19	25,1	708,0	0,014	0,007	5,6	5,4
C20	15,8	407,4	0,024	0,012	5,8	5,1
C21	17,8	295,1	0,033	0,016	5,9	5,3
C22	2,9	60,2	0,152	0,079	6,4	5,3
C23	-	-	-	-	-	-
C24	-	-	-	-	-	-
C25	19,5	5623	0,001	0,000	5	6,9
C26	45,7	1349	0,007	0,003	5,4	4,5
C27	66,0	2238	0,004	0,002	5,3	5
C28	72,4	3020	0,003	0,001	5,3	4,9
C29	26,9	2290	0,004	0,002	5,4	4,8

Code Name	Tm5	Tm6	Pt10	Pt5	10	5
C30	6,4	263,0	0,037	0,018	5,9	5,1
C31	6,8	223,9	0,043	0,022	6	5,5
C32	2,0	28,2	0,298	0,162	6,7	5,5
C33	34,7	851,1	0,011	0,005	5,5	6,1
C34	-	-	-	-	-	-
C35	13,2	239,9	0,040	0,020	5,9	6,1
C36	162,2	6760	0,001	0,000	5	5,4
C37	1412	58884	0,000	0,000	4,5	4,6
C38	616,5	20417	0,000	0,000	4,7	4
C39	128,8	3090	0,003	0,001	5,1	4,2
C40	-	-	-	-	-	-
C41	97,7	5370	0,001	0,000	5,2	4,6
C42	7,6	107,1	0,089	0,045	6,2	4,8
C43	5,9	91,2	0,103	0,053	6,3	5,6
C44	2,4	24,5	0,334	0,184	6,9	5,7
C45	58,9	758,6	0,013	0,006	5,5	6,2
C46	21,9	933,2	0,010	0,005	5,6	4,8
C47	12,3	457,1	0,021	0,010	5,8	5,2
C48	72,4	3311	0,003	0,001	5,3	5,3
C49	24,0	758,6	0,013	0,006	5,6	4,8
C50	28,8	676,1	0,014	0,007	5,6	5,1
C51	223,9	8511	0,001	0,000	5	5,1
C52	229,1	8709	0,001	0,000	5	4,5
C53	3,5	77,6	0,120	0,062	6,3	4,5
C54	4,5	100,0	0,095	0,048	6,2	5,8
C55	-	-	-	-	-	-
C56	-	-	-	-	-	-
C57	6,4	257,0	0,038	0,019	5,9	5,5
C58	204,2	9332	0,001	0,000	5	5,5
C59	128,8	7079	0,001	0,000	5,1	4,6
C60	18,6	467,7	0,021	0,010	5,7	4,7
C61	13,5	199,5	0,048	0,024	6	5,2
C62	4,1	89,1	0,106	0,054	6,2	5,4
C63	1513,6	169824	0,000	0,000	4,6	5,7
C64	25,7	1071	0,009	0,004	5,5	4,2
C65	-	-	-	-	-	-
C66	-	-	-	-	-	-
C67	11,0	269,1	0,036	0,018	5,9	5,2
C68	-	-	-	-	-	-
C69	8,7	467,7	0,021	0,010	5,8	5,7
C70	50,1	2138	0,004	0,002	5,4	5,4
C71	24,0	263	0,037	0,018	5,9	4,9
C72	9,1	112,2	0,085	0,043	6,2	5,2
C73	6,8	173,8	0,055	0,028	6,0	5,6

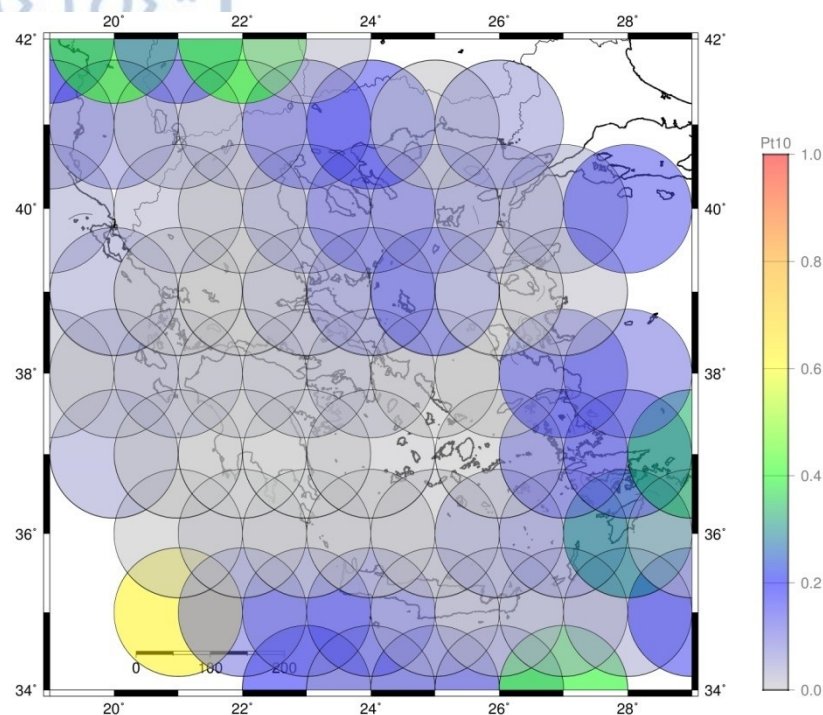
Code Name	Tm5	Tm6	Pt10	Pt5	10	5
C74	11,5	331,1	0,029	0,014	5,9	5,5
C75	11,5	331,1	0,029	0,014	5,9	5,4
C76	3,3	70,8	0,131	0,068	6,3	5,4
C77	-	-	-	-	-	-
C78	10,0	239,9	0,040	0,020	5,9	5,7
C79	8,1	154,9	0,062	0,031	6,1	5,4
C80	18,2	457,1	0,021	0,010	5,7	5,5
C81	25,7	389,0	0,025	0,012	5,7	5,2
C82	9,5	107,1	0,089	0,045	6,2	5,2
C83	7,1	67,6	0,137	0,071	6,5	5,6
C84	34,7	1698	0,005	0,002	5,5	5,8
C85	9,8	186,2	0,052	0,026	6,0	5,0
C86	-	-	-	-	-	-
C87	-	-	-	-	-	-
C88	-	-	-	-	-	-
C89	4,5	57,5	0,159	0,083	6,5	5,9
C90	2,2	18,6	0,415	0,235	7,1	6,4
C91	8,0	79,4	0,118	0,061	6,4	5,7
C92	2,5	19,0	0,408	0,230	7,1	6,4
C93	53,7	645,6	0,015	0,007	5,5	4,9
C94	-	-	-	-	-	-
C95	-	-	-	-	-	-
C96	-	-	-	-	-	-
C97	-	-	-	-	-	-
C98	-	-	-	-	-	-
C99	-	-	-	-	-	-



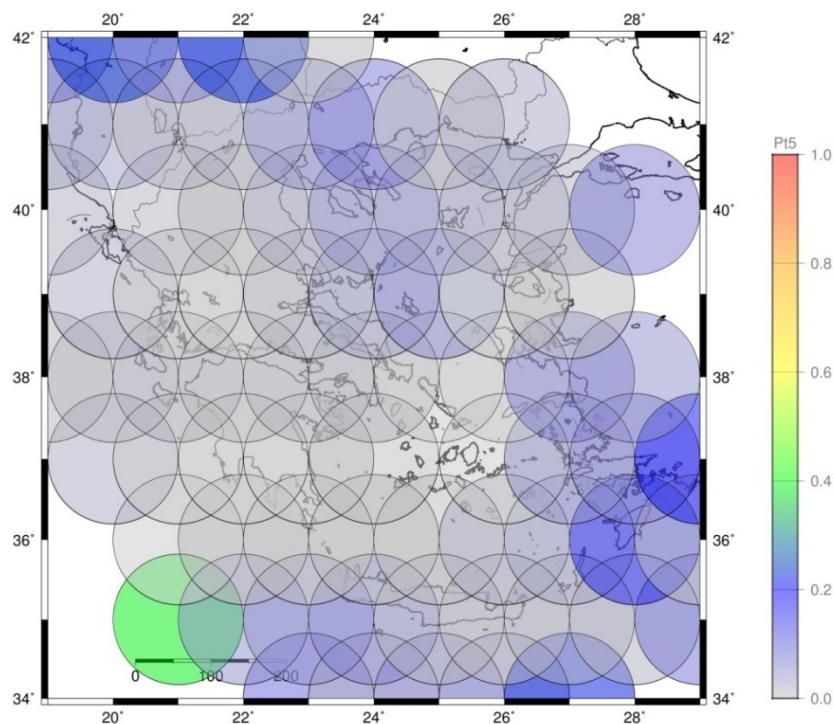
Σχήμα 3.6. Χωρική κατανομή της παραμέτρου της περιόδου επανάληψης $Tm5$ ενός σεισμού μεγέθους $M=5.0$ ή μεγαλύτερου (εκφρασμένη σε έτη), σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2000 – 2010, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



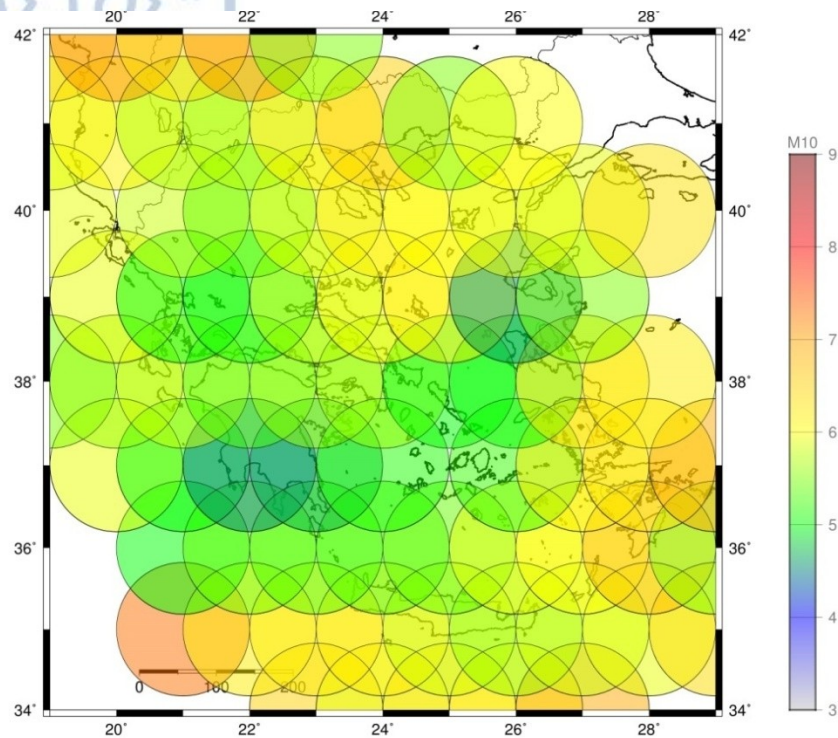
Σχήμα 3.7. Χωρική κατανομή της παραμέτρου της περιόδου επανάληψης $Tm6$ ενός σεισμού μεγέθους $M=6.0$ ή μεγαλύτερου (εκφρασμένη σε έτη), σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2000 – 2010, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



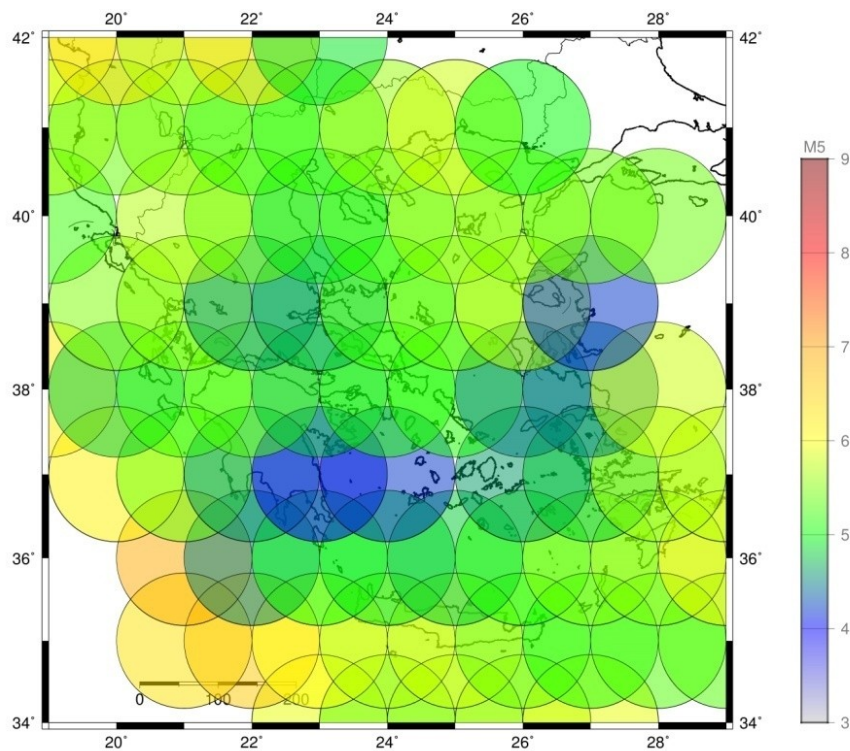
Σχήμα 3.8. Χωρική κατανομή της πιθανότητας P_{10} να πραγματοποιηθεί ένας σεισμός μεγέθους $M=6.0$ ή μεγαλύτερος σε περίοδο 10 ετών, σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2000 – 2010, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



Σχήμα 3.9. Χωρική κατανομή της πιθανότητας P_5 να πραγματοποιηθεί ένας σεισμός μεγέθους $M=6.0$ ή μεγαλύτερος σε περίοδο 5 ετών, σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2000 – 2010, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



Σχήμα 3.10. Χωρική κατανομή μέγιστου πιθανού μεγέθους M_{10} ενός σεισμού να γίνει σε περίοδο 10 ετών, σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2000 – 2010, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.

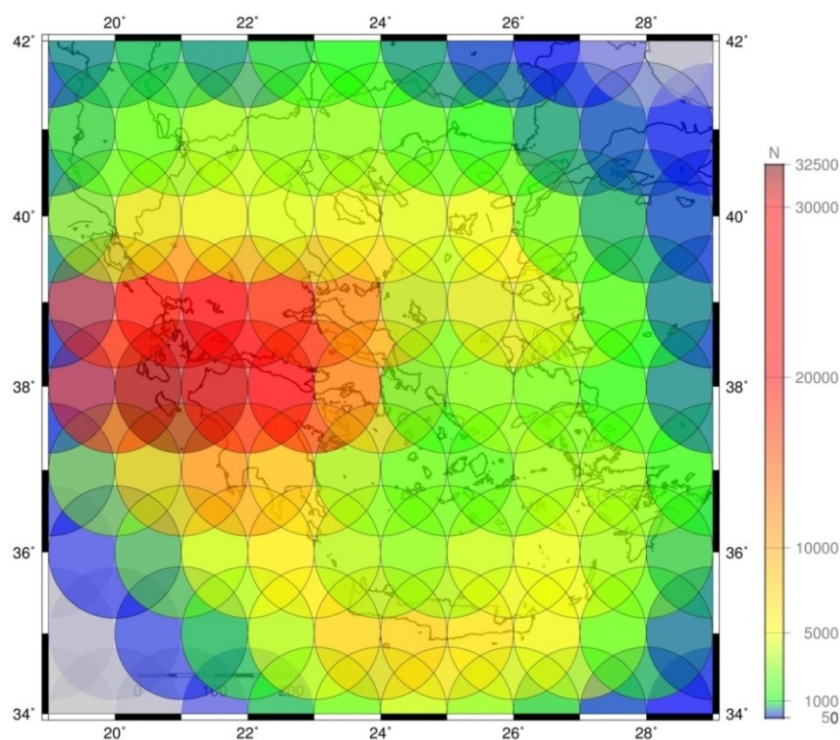


Σχήμα 3.11. Χωρική κατανομή μέγιστου πιθανού μεγέθους M_5 ενός σεισμού να γίνει σε περίοδο 5 ετών, σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2000 – 2010, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.

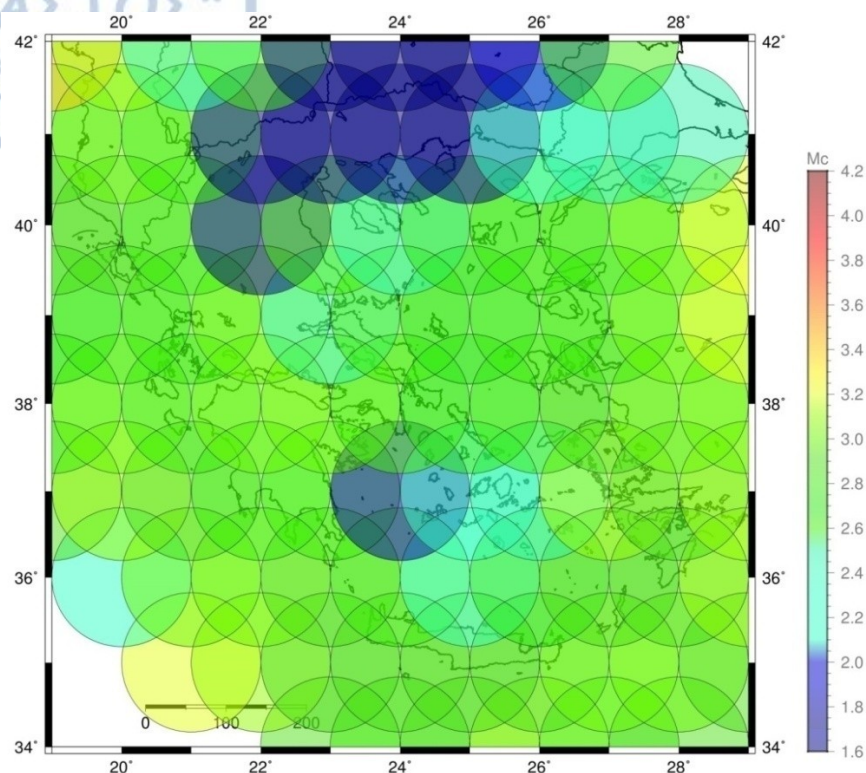
3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ ΚΑΤΑ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ 2010 - 2017.

Στην συνέχεια της παρούσας μελέτης πραγματοποιείται ο υπολογισμός των παραμέτρων σεισμικότητας για τον Ελληνικό χώρο με χρήση των σεισμικών καταλόγων 2010-2017. Με σκοπό την σύγκριση αυτών των αποτελεσμάτων με τα αποτελέσματα της παραγράφου 3.2.

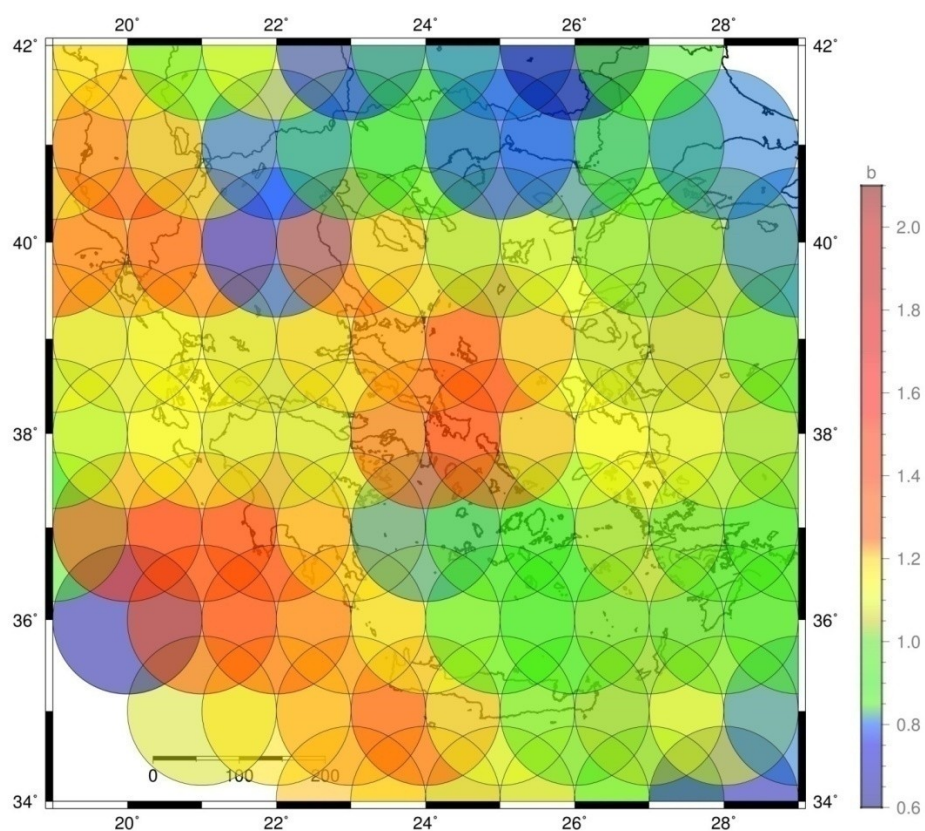
Στο Σχήμα 3.12 δίνεται σε χρωματική κλίμακα ο αριθμός των σεισμών σε κάθε κύκλο που χρησιμοποιήθηκαν από τον κατάλογο σεισμών 2010-2017 για τον Ελληνικό χώρο. Στο Σχήμα 3.13 δίνονται τα μεγέθη M_c , και στο Σχήμα 3.14 οι παράμετροι b που υπολογίστηκαν σε κάθε κύκλο. Τα αποτελέσματα αυτών των παραμέτρων δίνονται αναλυτικά στο πίνακα 4.



Σχήμα 3.12. Χωρική κατανομή πλήθους σεισμών (N) σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2010 – 2017, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



Σχήμα 3.13. Χωρική κατανομή μεγέθους πληρότητας (Mc) σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2010 – 2017, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



Σχήμα 3.14. Χωρική κατανομή της παραμέτρου b σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2010 – 2017, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα για την περίοδο 2010-2017. Στον πίνακα φαίνονται τα εξής δεδομένα: το κωδικό όνομα κάθε κύκλου C1-C99, το πλήθος των σεισμών που μελετήθηκαν N, το μέγεθος της πληρότητας Mc, το πλήθος των σεισμών Nc με μεγέθη μεγαλύτερα ή ίσα με Mc, η τιμή της παραμέτρου b, η τιμή της παραμέτρου αt, η διαφορά ΔMmin.

Code Name	N	Mc	b	Nc	ΔMmin	αt
C1	0	-	-	-	-	-
C2	1	-	-	-	-	-
C3	4	-	-	-	-	-
C4	39	-	-	-	-	-
C5	1303	2.9	1.21	339	1.6	5.59
C6	3268	2.8	1.20	904	2.6	5.93
C7	4501	2.9	1.05	992	2.8	4.79
C8	2627	3.1	1.08	479	2.8	4.84
C9	766	2.8	0.95	230	1.9	5.27
C10	56	2.9	0.66	32	1.5	3.65
C11	47	-	-	-	-	-
C12	1	-	-	-	-	-
C13	6	-	-	-	-	-
C14	138	3.2	1.07	37	1.3	-
C15	1312	3.1	1.18	217	1.9	5.85
C16	5464	2.9	1.22	1065	2.4	8.27
C17	8342	2.9	1.25	1472	2.5	4.19
C18	7225	2.9	1.10	1367	2.8	4.65
C19	6111	2.9	1.00	1307	3.1	3.58
C20	4736	3.0	1.04	1008	2.8	3.53
C21	1419	3.0	1.10	388	2.3	3.79
C22	190	2.9	0.81	94	1.4	4.77
C23	3	-	-	-	-	-
C24	94	2.2	0.64	71	1	-
C25	2546	3.0	1.29	498	2.1	3.69
C26	5197	3.0	1.35	838	2.2	5.14
C27	6155	2.9	1.22	1014	3.5	5.85
C28	3254	2.8	1.12	610	2.5	5.09
C29	3165	2.4	0.92	964	3.1	4.26
C30	4571	2.7	0.95	1026	3.1	2.84
C31	4727	2.9	1.02	1358	3.1	3.74
C32	2962	2.9	1.00	928	2.4	4.07
C33	703	3.1	0.96	221	2.4	4.98
C34	111	2.9	0.95	55	1.6	4.63
C35	3083	3.1	1.39	477	1.9	3.98
C36	9937	2.9	1.28	1457	2.5	3.73
C37	11485	2.8	1.30	1607	2.5	5.71
C38	7174	2.6	1.19	1304	2.7	4.90
C39	2904	1.8	0.82	1973	4	4.50

Code Name	N	Mc	b	Nc	ΔMmin	αt
C40	2347	2.4	0.98	664	3.2	4.63
C41	2252	2.5	0.91	701	2.6	5.32
C42	3947	3.1	1.06	819	3	4.14
C43	3279	2.9	0.97	1124	2.6	4.45
C44	993	3.1	0.97	303	2.6	4.80
C45	246	2.8	0.98	105	1.8	4.46
C46	18935	3.0	1.13	1914	3.1	4.78
C47	32459	2.8	1.13	4091	3.1	4.92
C48	28993	3.0	1.07	1216	2.7	4.84
C49	20346	3.0	1.08	730	2.5	4.91
C50	9126	2.6	1.27	1238	2.5	4.19
C51	1582	2.7	1.26	304	2	5.30
C52	3692	2.8	1.11	855	2.3	5.19
C53	2343	2.9	1.14	651	2.1	4.97
C54	1293	3.0	1.08	424	2.1	4.23
C55	304	3.0	1.02	135	2	4.70
C56	210	2.7	1.16	70	1.2	-
C57	17168	3.8	1.07	2434	3.3	4.11
C58	20607	2.8	1.15	2709	3	5.26
C59	22743	3.0	1.06	932	2.7	5.19
C60	16478	2.5	1.20	2906	3	5.06
C61	10056	2.6	1.23	1616	2.8	3.15
C62	3466	2.7	1.28	649	2.4	5.39
C63	6910	2.8	1.12	1236	2.8	4.08
C64	4162	2.8	1.04	1068	3	4.90
C65	1084	3.0	1.05	365	2.1	4.16
C66	258	3.2	0.91	134	1.4	-
C67	677	2.9	1.36	179	1.6	4.13
C68	3851	2.9	1.22	603	2.4	3.90
C69	7069	2.8	1.25	1044	2.5	4.92
C70	4599	1.7	0.79	3608	1.4	5.11
C71	4403	2.6	1.24	718	2.5	4.21
C72	5824	2.5	1.11	1266	3	2.73
C73	4280	2.7	1.03	642	2.7	2.80
C74	5325	2.8	1.10	812	2.7	3.35
C75	1561	2.8	1.01	381	2.6	2.40
C76	531	3.0	1.03	162	2.1	2.65
C77	186	3.2	0.81	112	2.5	2.67
C78	478	2.9	1.12	140	1.7	2.83
C79	1959	3.0	1.29	375	2.1	5.03
C80	2604	2.8	1.09	432	2.2	4.69
C81	3824	1.7	0.80	3007	1.5	3.93
C82	2921	1.6	0.84	2511	1.1	-
C83	3181	1.7	0.91	2294	1.5	3.05
C84	1710	1.7	0.78	1374	1.4	-

Code Name	N	Mc	b	Nc	ΔMmin	at
C85	1298	2.2	0.81	554	2.3	2.88
C86	436	2.5	0.87	196	1.9	2.31
C87	254	2.5	0.81	165	2.6	2.97
C88	49	-	-	-	-	-
C89	157	3.4	1.21	46	1.1	-
C90	714	3.1	1.17	150	1.6	4,69
C91	749	2.5	0.85	411	2.5	5.24
C92	521	2.6	1.14	128	2	2.14
C93	1338	1.7	0.77	1071	1.2	-
C94	1049	1.7	0.84	842	1.4	-
C95	404	1.7	0.81	338	1.4	-
C96	198	2.0	0.62	138	1.3	-
C97	58	2.8	0.88	34	1.5	5.40
C98	6	-	-	-	-	-
C99	2	-	-	-	-	-

Στον πίνακα 5 δίνονται οι τιμές των μέτρων σεισμικότητας που υπολογίστηκαν για κάθε κύκλο με βάση τις τιμές των παραμέτρων σεισμικότητας a και b , που βρέθηκαν για την περίοδο 2010-2017. Σε αυτόν τον πίνακα δίνεται η μέση περίοδος επανάληψης T_{m5} και T_{m6} , η πιθανότητα P_{t5} και P_{t10} , και το μέγιστο μέγεθος M_5 και M_{10} . Ισχύει η ίδια επεξήγηση των παραμέτρων με αυτή του πίνακα 3.

Για τις περιπτώσεις με $N_t < 100$ (C10, C24, C97) δεν υπολογίστηκαν οι παράμετροι σεισμικότητας γιατί η τιμή του b εμφανίζεται πολύ χαμηλή και μπορεί να θεωρηθεί σωστή. Ένα τόσο μικρό πλήθος σεισμών δεν είναι ικανό να εξασφαλίσει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Ακόμη, για τον ίδιο λόγο, δεν υπολογίστηκαν τιμές για τις για τους κύκλους με $\Delta M_{min} < 1.5$ (C14, C22, C66, C70, C82, C84, C89, C93, C94, C95, C96)

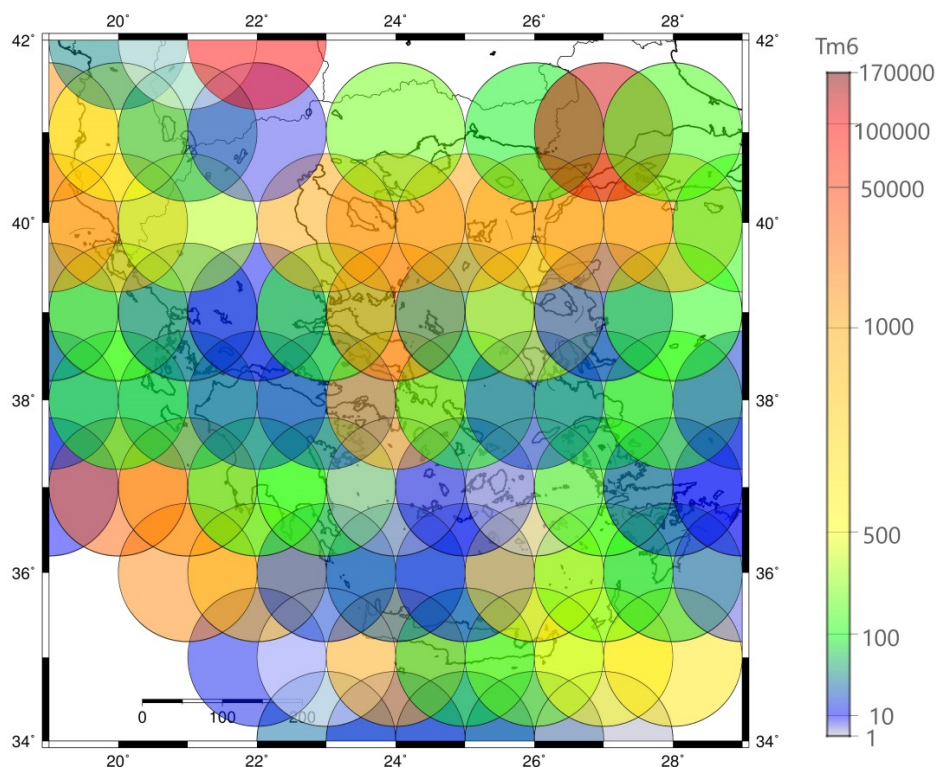
Πίνακας 5. Αποτελέσματα με χρήση του σεισμικού καταλόγου 2010-2017. Στον πίνακα φαίνονται τα εξής δεδομένα: το κωδικό όνομα κάθε κύκλου C1-C99, η περίοδος επανάληψης T_{m5} και T_{m10} , η πιθανότητα P_{t10} και P_{t5} και το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος M_{10} και M_5 .

Code Name	T_{m6}	T_{m5}	P_{t10}	P_{t5}	10	5
C1	-	-	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	-	-
C3	-	-	-	-	-	-
C4	-	-	-	-	-	-
C5	46,8	2,9	0,192	0,101	6,5	6
C6	18,6	1,2	0,415	0,235	6,9	6,3
C7	32,4	2,9	0,265	0,143	6,7	6,1

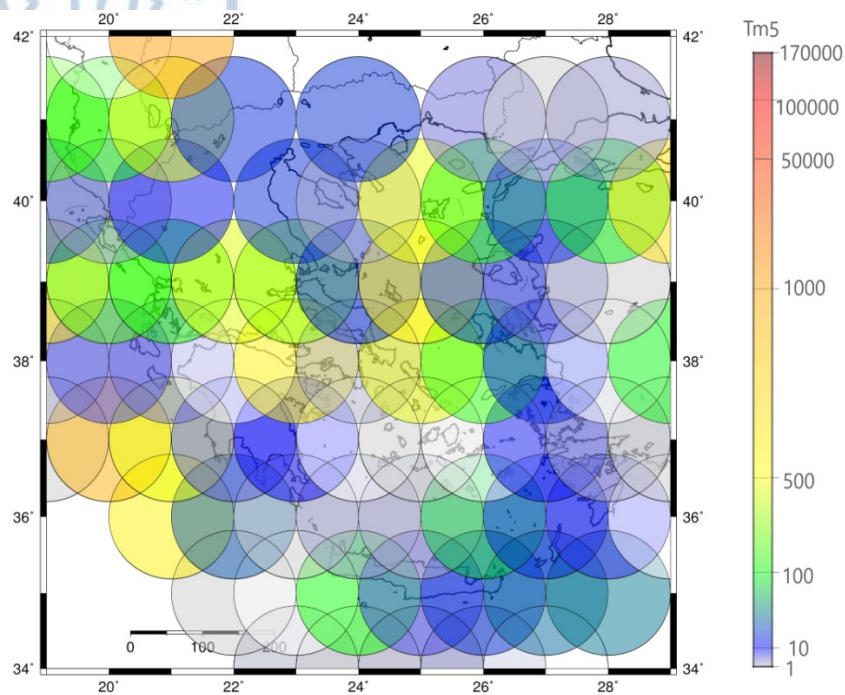
C8	43,6	3,6	0,204	0,108	6,6	6
C9	2,7	0,3	0,975	0,843	8	7,2
C10	-	-	-	-	-	-
C11	-	-	-	-	-	-
C12	-	-	-	-	-	-
C13	-	-	-	-	-	-
C14	-	-	-	-	-	-
C15	17	1,1	0,445	0,255	6,9	6,3
C16	0,1	0	1	1	8,7	8,1
C17	2041	114,8	0,004	0,002	5,2	4,6
C18	89,1	7,1	0,106	0,054	6,3	5,7
C19	263	26,3	0,037	0,018	5,9	5,2
C20	512,9	46,8	0,019	0,009	5,6	4,9
C21	645,6	51,3	0,015	0,007	5,5	4,9
C22	-	-	-	-	-	-
C23	-	-	-	-	-	-
C24	-	-	-	-	-	-
C25	11220	575,4	0	0	4,6	4,1
C26	912,0	40,7	0,010	0,005	5,5	5
C27	29,5	1,8	0,287	0,155	6,7	6,1
C28	42,7	3,2	0,208	0,110	6,6	6
C29	18,2	2,2	0,422	0,240	7,1	6,4
C30	724,4	81,3	0,013	0,006	5,4	4,7
C31	239,9	22,9	0,040	0,020	5,9	5,2
C32	85,1	8,5	0,110	0,057	6,4	5,7
C33	6	0,7	0,809	0,563	7,6	6,9
C34	11,5	1,3	0,573	0,346	7,3	6,6
C35	22908	933,2	0	0	4,5	4,0
C36	8912	467,7	0,001	0	4,7	4,2
C37	123	6,2	0,078	0,039	6,2	5,6
C38	173,8	11,2	0,055	0,028	6,1	5,5
C39	2,6	0,4	0,977	0,850	8,3	7
C40	17,8	1,9	0,430	0,245	7,1	6,4
C41	1,4	0,2	0,999	0,973	8,4	7,6
C42	165,9	14,5	0,058	0,029	6,1	5,4
C43	23,4	2,5	0,347	0,192	7	6,2
C44	10,5	1,1	0,615	0,379	7,3	6,6
C45	26,3	2,8	0,316	0,173	7	6,2
C46	100	7,4	0,095	0,048	6,3	5,7
C47	72,4	5,4	0,128	0,066	6,4	5,8
C48	38	0,1	0,231	0,123	6,7	6
C49	37,1	575,4	0,235	0,125	6,7	6
C50	2691	2,9	0,003	0,001	5,1	4,6
C51	138	467,7	0,069	0,035	6,1	5,6
C52	29,5	158,4	0,287	0,155	6,8	6,1
C53	74,1	21,4	0,126	0,065	6,4	5,8
C54	177,8	0	0,054	0,027	6,0	5,4

C55	26,3	97,7	0,316	0,173	6,9	6,2
C56	55	660,6	0,166	0,086	6,5	5,9
C57	204,1	223,8	0,047	0,024	6	5,3
C58	43,6	141,2	0,204	0,108	6,6	6
C59	14,8	446,6	0,491	0,286	7	6,4
C60	138	316,2	0,069	0,035	6,1	5,6
C61	16982	24	0	0	4,4	3,9
C62	64,5	588,8	0,143	0,074	6,4	5,8
C63	436,5	26,3	0,022	0,011	5,7	5,1
C64	21,9	5,7	0,366	0,204	6,9	6,3
C65	138	1,2	0,069	0,035	6,1	5,5
C66	-	-	-	-	-	-
C67	10715	31,6	0	0	4,7	4,2
C68	2630	3,2	0,003	0	5,1	4,5
C69	380,2	14,8	0,025	0,013	5,8	5,2
C70	-	-	-	-	-	-
C71	1698	24	0,005	0,999	5,2	4,7
C72	8511	2,9	0,001	0,002	4,5	3,9
C73	2398	467,7	0,004	0	5	4,3
C74	1778	158,4	0,005	0,002	5,1	4,5
C75	4570	21,4	0,002	0,002	4,6	4
C76	3388	0	0,002	0,001	4,8	4,1
C77	154,9	97,7	0,062	0,001	6,1	5,3
C78	7762,5	660,6	0,003	0,001	4,6	4
C79	512,9	223,8	0,019	0	5,7	5,1
C80	70,8	141,2	0,131	0,068	6,4	5,8
C81	7,4	446,6	0,740	0,490	7,8	6,9
C82	-	-	-	-	-	-
C83	257	23,98	0,038	0,019	5,9	5,1
C84	-	-	-	-	-	-
C85	95,5	26,3	0,099	0,051	6,4	5,5
C86	89125	5,8	0	0	3,8	3,2
C87	177,8	1,1	0,054	0,027	6,1	5,3
C88	-	-	-	-	-	-
C89	-	-	-	-	-	-
C90	56,2	3,8	0,162	0,085	6,5	5,9
C91	0,7	0,1	0,999	0,998	8,9	8,0
C92	50118	3630	0	0	3,9	3,3
C93	-	-	-	-	-	-
C94	-	-	-	-	-	-
C95	-	-	-	-	-	-
C96	-	-	-	-	-	-
C97	-	-	-	-	-	-
C98	-	-	-	-	-	-
C99	-	-	-	-	-	-

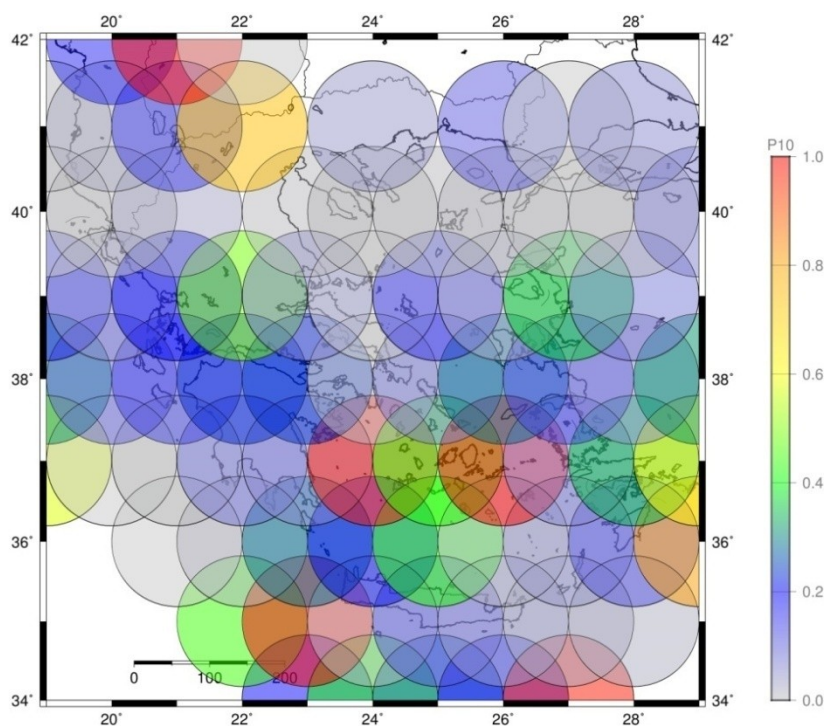
Τέλος, με χρήση του σεισμικού καταλόγου 2010-2017, υπολογίστηκαν οι παράμετροι σεισμικότητας της περιόδου επανάληψης $Tm5$ και $Tm6$, της πιθανότητας να γίνει έναν σεισμός μεγέθους 6 ή μεγαλύτερος σε 5 ($Pt5$) και 10 ($Pt10$) έτη, και το μέγιστο μέγεθος σεισμού για 5 και 10 χρόνια, για κάθε κύκλο. Στο σχήμα 3.15 δίνεται σε χρωματική κλίμακα για τον Ελληνικό χώρο η τιμή της παραμέτρου $Tm6$, στο σχήμα 3.16 της παράμετρο $Tm5$, στο σχήμα 3.17 της πιθανότητα $Pt10$, και στο 3.18 της $Pt5$. Στο σχήμα 3.19 και 3.20 το μέγιστο μέγεθος που μπορεί να συμβεί σε 10 ($M10$) και 5 ($M5$) χρόνια σε κάθε κύκλο.



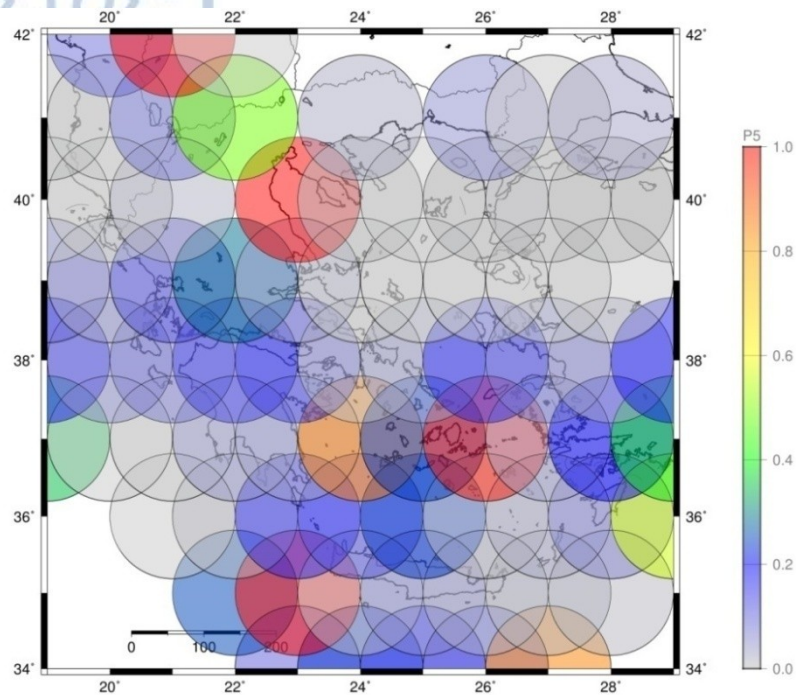
Σχήμα 3.15. Χωρική κατανομή της παραμέτρου της περιόδου επανάληψης $Tm6$ ενός σεισμού μεγέθους $M=6.0$ ή μεγαλύτερου (εκφρασμένη σε έτη), σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2010 – 2017, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



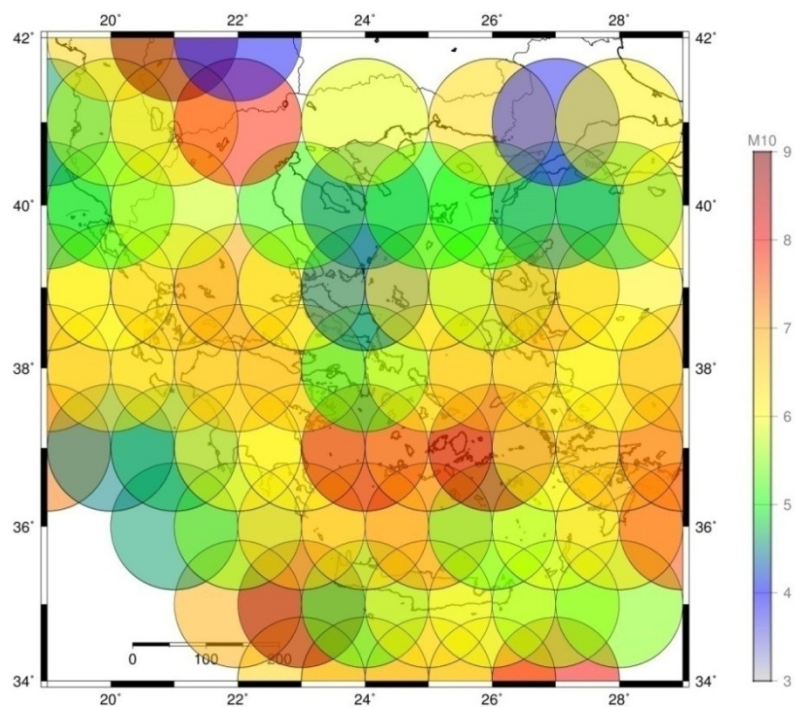
Σχήμα 3.16. Χωρική κατανομή της παραμέτρου της περιόδου επανάληψης $Tm5$ ενός σεισμού μεγέθους $M=5.0$ ή μεγαλύτερου (εκφρασμένη σε έτη), σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2010 – 2017, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



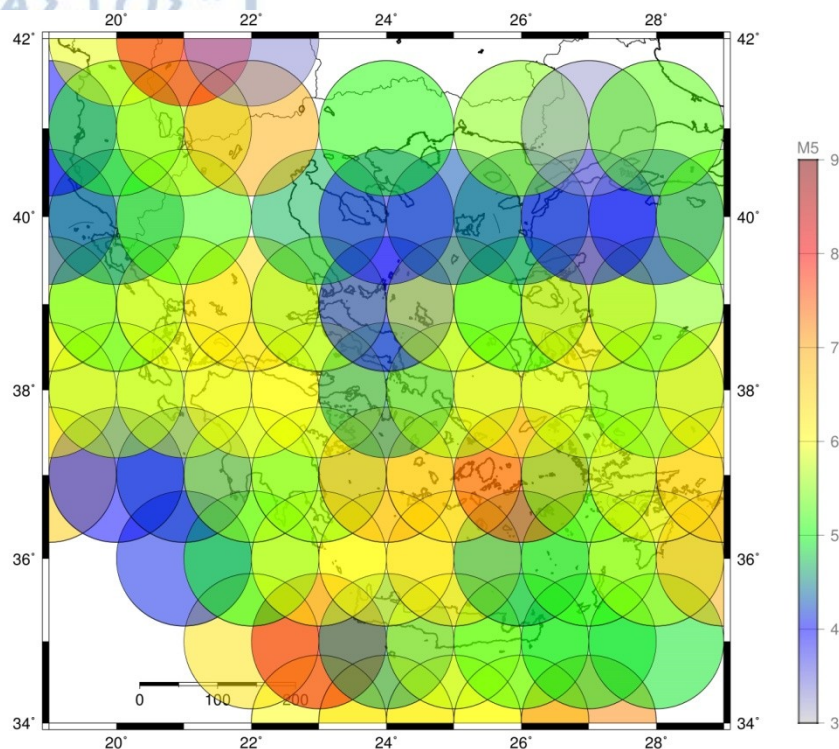
Σχήμα 3.17. Χωρική κατανομή της πιθανότητας $Pt10$ να πραγματοποιηθεί ένας σεισμός μεγέθους $M=6.0$ ή μεγαλύτερος σε περίοδο 10 ετών, σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2010 – 2017, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



Σχήμα 3.18. Χωρική κατανομή της πιθανότητας P_5 να πραγματοποιηθεί ένας σεισμός μεγέθους $M=6.0$ ή μεγαλύτερος σε περίοδο 5 ετών, σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2010 – 2017, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος



Σχήμα 3.19. Χωρική κατανομή μέγιστου πιθανού μεγέθους M_{10} ενός σεισμού να γίνει σε περίοδο 10 ετών, σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2010 – 2017, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.



Σχήμα 3.20. Χωρική κατανομή μέγιστου πιθανού μεγέθους $M5$ ενός σεισμού να γίνει σε περίοδο 5 ετών, σε κάθε κυκλική περιοχή κατά το διάστημα 2010 – 2017, με βάση την χρωματική κλίμακα στο δεξιό μέρος του Σχήματος.

3.4 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Με βάση τα αποτελέσματα του Πίνακα 2 και 4 και τα Σχήματα 3.3, 3.4, 3.5 και 3.12, 3.13, 3.14, μπορούμε να βγάλουμε τα εξής συμπεράσματα για τις δύο περιόδους (2000-2010 και 2010-2017). Στην πρώτη περίοδο μελέτης (2000-2010) οι τιμές του M_c παίρνουν τιμές από 2.7-4.2. Οι χαμηλότερες τιμές εμφανίζονται στην κεντρική Μακεδονία, ενώ οι υψηλότερες τιμές εμφανίζονται ανατολικά του Αιγαίου, στα παράλια της Τουρκίας και στην περιοχή του Νότιου Αιγαίου. Οι τιμές της παραμέτρου b κυμαίνονται από 0.66-2.05. Οι αποδεκτές τιμές της παραμέτρου b είναι συνήθως από 0.8 έως 1.2. Μόνο από την περιοχή της κεντρικής Μακεδονίας έως την Εύβοια και στα Δωδεκάνησα οι τιμές της παραμέτρου b είναι αποδεκτές. Στην υπόλοιπη περιοχή οι τιμές εμφανίζονται πολύ υψηλές, ενώ στο νοτιοδυτικό Ιόνιο υπάρχουν δύο τιμές πολύ χαμηλές. Στη δεύτερη και πιο πρόσφατη χρονική περίοδο, 2010-2017 οι τιμές του M_c έχουν τιμές από 1.6-3.4. Οι χαμηλότερες τιμές είναι στη Μακεδονία, στη Θράκη και στις Κυκλάδες. Οι τιμές της παραμέτρου b εμφανίζουν μικρότερο εύρος 0.62-1.39.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα για τις δύο περιόδους παρατηρείται ότι σε όλη τη περιοχή μελέτης, υπάρχει βελτίωση των τιμών της παραμέτρου b και M_c στην πιο πρόσφατη περίοδο. Όπως ήταν αναμενόμενο το μέγεθος της πληρότητας εμφανίζει μικρότερες τιμές και οι τιμές της παραμέτρου b πλησιάζουν τις κανονικές τιμές, που κυμαίνονται κοντά στο 1.0. Και στις δύο περιόδους στη περιοχή της κεντρικής Ελλάδας και στο Ιόνιο εμφανίζεται το μεγαλύτερο πλήθος σεισμών (N). Στις περιπτώσεις με τις πολύ χαμηλές τιμές των b και M_c , δηλαδή για τις τιμές της παραμέτρου b που αγγίζουν τα 0.66 και τις τιμές του M_c που βρίσκονται μεταξύ 1.6-1.7 παρατηρείται ότι είτε οι τιμές του ΔM_{min} είναι σε μη αποδεκτά όρια είτε το πλήθος των σεισμών είναι σε χαμηλά επίπεδα. Το ίδιο ισχύει και για ορισμένες περιπτώσεις με πολύ υψηλές τιμές. Πιο συγκεκριμένα, στους κύκλους με τις πολύ χαμηλές τιμές της παραμέτρου b ($b < 0.8$), ο αριθμός των σεισμών δεν ξεπερνάει τους εκατό ($N_t < 100$). Με τόσο μικρό πλήθος δεδομένων τα αποτελέσματα δεν θεωρούνται στατιστικά ορθά, οπότε τα δεδομένα από τους κύκλους αυτούς δεν συμμετείχαν στην περαιτέρω έρευνα για τον υπολογισμό των μέτρων σεισμικότητας. Επίσης οι κύκλοι που παρουσιάζουν τιμή $\Delta M_{min} < 1.5$ φαίνεται να παρουσιάζουν αρκετά υψηλές τιμές της παραμέτρου b , οι οποίες δεν θεωρούνται σωστές και θα επηρέαζαν αρνητικά τα αποτελέσματα των μέτρων σεισμικότητας, οπότε δεν συμπεριελήφθησαν. Τελικά, ενώ στην αρχή είχαν υπολογιστεί τιμές (b και M_c) για 86 και 88 κύκλους για τις περιόδους 2000-2010 και 2010-2017 αντίστοιχα, συμμετείχαν μόνο 72 και 74 κύκλοι αντίστοιχα στον υπολογισμό των μέτρων σεισμικότητας (T_m , P_t , $\dot{M}$).

Ελέγχοντας τα αποτελέσματα για τα μέτρα σεισμικότητας που υπολογίστηκαν, από τους Πίνακες 3 και 5 και τα Σχήματα 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 και 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, φαίνεται πως υπάρχει συνέπεια τόσο στο χρόνο όσο και στο χώρο. Όπως προαναφέρθηκε τα αποτελέσματα της εξίσωσης GR, δηλαδή οι παράμετροι b και a , έχουν σαφώς καλύτερες τιμές για την πιο πρόσφατη περίοδο, οπότε και τα μέτρα σεισμικότητας είναι πιο αξιόπιστα. Γενικά επιβεβαιώνεται η συνθήκη ότι οι περιοχές με μικρές τιμές b ταυτίζονται με υψηλή και έντονη σεισμική δραστηριότητα. Ως ακραίο παράδειγμα μη αποδεκτού αποτελέσματος για την περίοδο 2010-2017, είναι ο κύκλος C91 με $b=0.85$ που εμφανίζει ως μέγιστο πιθανό μέγεθος σε περίοδο 10 ετών, $\dot{M}_{10}=8.9$, έχει μέση περίοδο επανάληψης ενός σεισμού μεγέθους 6.0 κάθε 0,7 χρόνια, $T_{m6}=0.7$ και έχει σχεδόν 1 πιθανότητα να γίνει ένας σεισμός μεγέθους 6 μέσα σε 10 χρόνια, $P_{t10}=0.999$. Στην περιοχή του κύκλου C91, ο μεγαλύτερος σεισμός που έχει γίνει από τους ιστορικούς χρόνους έως και σήμερα (Παπαζάχος και Παπαζάχου, 2003) είναι μεγέθους $M=7.0$ στη πόλη Σκούποι το 518 μ.Χ. Σαφώς τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης για τον κύκλο C91 είναι μη αποδεκτά. Αντίθετα, για την ίδια περίοδο, ο κύκλος C35, με $b=1.39$ παίρνει τιμές $\dot{M}_{10}=4.5$, $T_{m6}=22908$ και $P_{t10}=0$.

- Aki, K. (1965). Maximum likelihood estimate of b in the formula $\log N = a - bM$ and its confidence limits. *Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Univ.* 43, 237-239.
- Allen, J.R.L. (1986). Earthquake magnitude-frequency, epicentral distance, and soft-sediment deformation in sedimentation basins. *Sedim. Geol.* 46, 67-75.
- Amorèse, D. (2007). Applying a change-point detection method on frequency-magnitude distributions. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 97(5), 1742-1749.
- Bachmann, C.E., Wiemer, S., Goertz-Allmann, B.P. and Woessner, J. (2012). Influence of pore pressure on the event-size distribution of induced earthquakes. *Geophys. Res. Lett.* 39(9), L09302.
- Burton, W., Yebang X., Changyuan, G., Tselentis, A. and Sokos, E. (2004). A catalogue of seismicity in Greece and the adjacent areas for the twentieth century. *Tectonophy.* 390(4), 117-127.
- Cao, A.M. and Gao, S.S. (2002). Temporal variation of seismic b -values beneath northeastern Japan island arc. *Geophys. Res. Lett.* 29(9), 48(1)-48(3).
- Dent, V.F. (2009). Seismic network capability and magnitude completeness maps, 1960-2005 for Western Australia, South Australia and the Northern Territory. In *Proceedings of American Ecology Engineering Society conference*.
- Frohlich, C. and Davis, S.D. (1993). Teleseismic b values; or, much ado about 1.0. *J. Geophys. Res.: Solid Earth*, 98(B1), 631-644.
- Gomberg, J. (1991). Seismicity and detection/location threshold in the southern Great Basin seismic network. *J. Geophys. Res.: Solid Earth*, 96(B10), 16401-16414.
- Gutenberg, B. and Richter, C. F. (1944). Frequency of earthquakes in California. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 34(4), 185-188.
- Kagan, Y.Y. (2002). Aftershock zone scaling. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 92(2), 641-655.
- Kagan, Y.Y. (1999). Is earthquake seismology a hard, quantitative science?. *Seismicity Patterns, their Statistical Significance and Physical Meaning*, 233-258.
- Kamer, Y. (2013). Minimum sample size for detection of Gutenberg-Richter's b -value. *arXiv preprint arXiv:1410.1815*.
- Karnik, V. (1969). *Seismicity of the European Area. Part 1 and 2*. Reidel, Dordrecht.
- Kissel, C., and Laj, C. (1988). The Tertiary geodynamical evolution of the Aegean arc: a paleomagnetic reconstruction. *Tectonophy.* 146(1-4), 183-201.
- Kværna, T., Ringdal, F., Schweitzer, J. and Taylor, L. (2002). Optimized seismic threshold monitoring part 1: regional processing. *Pure Appl. Geophys.* 159(5), 969-987.

Kværna, T., Ringdal, F., Schweitzer, J. and Taylor, L. (2002). Optimized seismic threshold monitoring—part 2: teleseismic processing. *Pure Appl. Geophys.*, 159, 989-1004.

Le Pichon, X., & Angelier, J. (1981). The Aegean Sea. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 300(1454), 357-372

Leptokaropoulos, K., Karakostas, V., Papadimitriou, E., Adamaki, A., Tan, O. and Inan S. (2013). A homogeneous earthquake catalog for western Turkey and magnitude of completeness determination. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 103(5), 2739-2751.

McKenzie, D. (1972). Active tectonics of the Mediterranean Region. *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 30(2), 109-185.

McKenzie, D.P. (1978). Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 55(1), 217-254.

Mogi, K. (1967). Effect of the intermediate principal stress on rock failure. *Journal of Geophysical Research*, 72(20), 5117-5131.

Nanjo, K. Z., Ishibe, T., Tsuruoka, H., Schorlemmer, D., Ishigaki, Y., and Hirata, N. (2010). Analysis of the completeness magnitude and seismic network coverage of Japan. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 100(6), 3261-3268.

Narteau, C., Byrdina, S., Shebalin, P. and Schorlemmer, D. (2009). Common dependence on stress for the two fundamental laws of statistical seismology. *Nature*, 462(7273), 642-645.

Ogata, Y. and Katsura, K. (1993). Analysis of temporal and spatial heterogeneity of magnitude frequency distribution inferred from earthquake catalogues. *Geophys. J. Intern.*, 113(3), 727-738.

Papazachos, B.C. (1975). Foreshocks and earthquake prediction. *Tectonophys*, 28(4), 213-226

Papazachos, B.C. (1999). Seismological and GPS evidence for the Aegean Anatolia interaction. *Geophys. Res. Lett.*, 26(17), 2653-2656.

Papazachos, B.C. and Papaioannou, C. (1994). Long-term earthquake prediction in the Aegean area based on a time and magnitude predictable model. *Pure Appl. Geophys.* 140(4), 593-612.

Papazachos, B.C., Comninakis, P.E., Karakaisis, G.F., Karakostas, B.G., Papaioannou, C.A., Papazachos, C.B. and Scordilis, E.M. (2000). A catalogue of earthquakes in Greece and surrounding area for the period 550BC-1999. *Publ. Geoph. Lab., Univ. of Thessaloniki*.

Rydelek, P. A. and Sacks, I.S. (1989). Testing the completeness of earthquake catalogues and the hypothesis of self-similarity. *Nature*, 337(6204), 251-253.

Rydelek, P.A. and Sacks, I.S. (2003). Comment on "Minimum magnitude of completeness in earthquake catalogs: Examples from Alaska, the Western United States, and Japan," by Stefan Wiemer and Max Wyss. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 93(4), 1862-1867.

Sagar, S., and Leonard, M. (2007). Mapping the Magnitude of Completeness of the Australian Earthquake Catalogue. Proc. Aust Earthquake Eng. Soc. Conf., Wollongong.

Scholz, C.H. (1968). The frequency magnitude relation of microfracturing in rocks and its relation to earthquakes. Bull. Seismol. Soc. Am., 58(1), 399-415.

Schorlemmer, D., Wiemer, S. and Wyss, M. (2005). Variations in earthquake-size distribution across different stress regimes. Nature, 437(7058), 539-542.

Schorlemmer, D. and Woessner, J. (2008). Probability of detecting an earthquake. Bull. Seismol. Soc. Am., 98(5), 2103-2117.

Scordilis, E., Karakaisis, G., Karacostas, B., Panagiotopoulos, D., Comninakis, P. and Papazachos B. (1985). Evidence for Transform Faulting in the Ionian Sea: The Cephalonia Island Earthquake Sequence of 1983. Pure Appl. Geophys., 123, 388-397.

Shi, Y. and Bolt, B.A. (1982). The standard error of the magnitude-frequency b value. Bull. Seismol. Soc. Am. 72(5), 1677-1687.

Speranza, F., Sagnotti, L. and Mattei, M. (1995). Tectonics of the Umbria-Marche-Romagna arc (central northern Apennines, Italy): New paleomagnetic constraints. J. Geophys. Res.: Solid Earth, 102(B2), 3153-3166.

Shibuya, K., and Suyehiro, K. (1976). Spectral analysis of the aftershocks of the Earthquake off Izu Peninsula, 1974. Journal of Physics of the Earth, 24(2), 189-203.

Tormann, T., Wiemer, S., and Hardebeck, J.L. (2012). Earthquake recurrence models fail when earthquakes fail to reset the stress field. Geophysical research letters, 39(18), L18310.

Tormann, T., Wiemer, S., Metzger, S., Michael, A. and Hardebeck, J.L. (2013). Size distribution of Parkfield's microearthquakes reflects changes in surface creep rate. Geophysical Journal International, 193(3), 1474-1478.

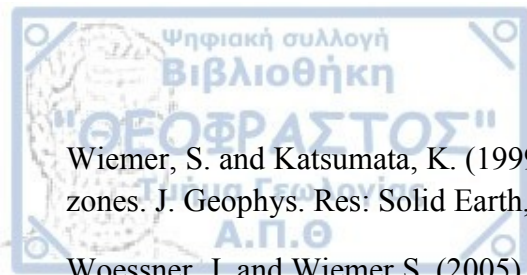
Vorobieva, I., Shebalin, P. and Narteau, C. (2013). Break of slope in earthquake size distribution and creep rate along the San Andreas Fault system. Geophysical Research Letters, 43(13), 6869-6875.

Wessel, P., Smith, W.H., Scharroo, R., Luis, J. and Wobbe, F. (2013). Generic mapping tools: improved version released. Eos, Trans. Am. Geophys. Union, 94(45), 409-410.

Wiemer, S. and Wyss, M. (1997). Mapping the frequency-magnitude distribution in asperities: An improved technique to calculate recurrence times?. J. Geophys. Res., 102(B7), 15115-15128.

Wiemer, S., and Wyss, M. (2002). Mapping spatial variability of the frequency-magnitude distribution of earthquakes. In Advances in geophysics, 45(259-v), 259-265.

Wiemer, S. and Wyss M. (2000). Minimum Magnitude of Completeness in Earthquake Catalogs: Examples from Alaska, the Western United States, and Japan. Bull. Seism. Soc. Am., 90(4) 859-869.



Wiemer, S. and Katsumata, K. (1999). Spatial variability of seismicity parameters in aftershock zones. *J. Geophys. Res: Solid Earth*, 104(B6), 13135-13151.

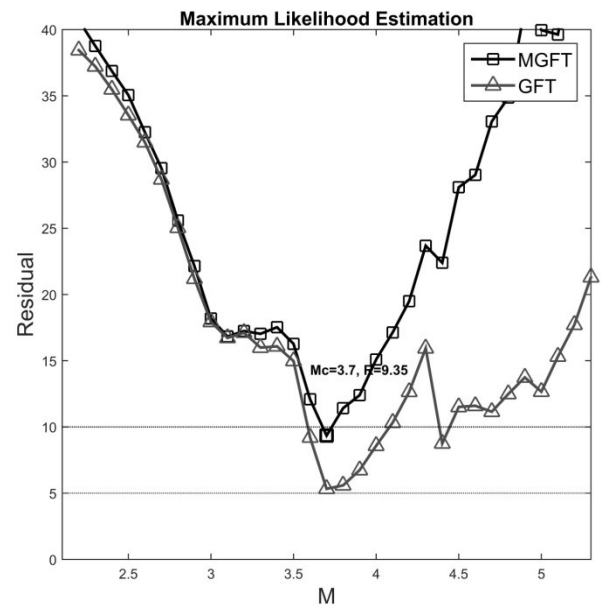
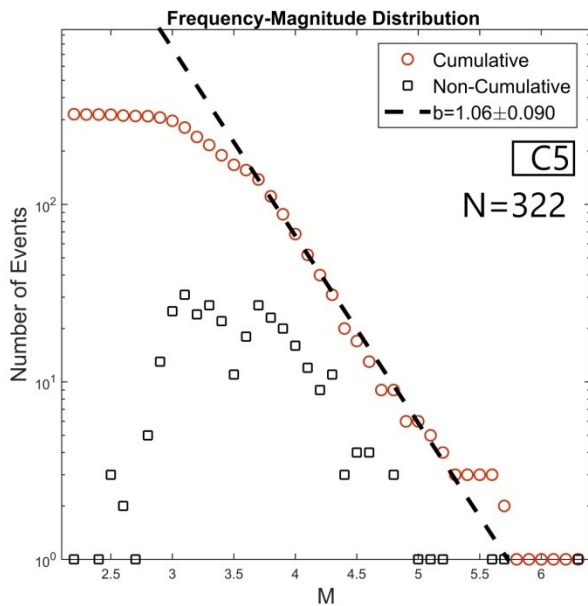
Woessner, J. and Wiemer S. (2005). Assessing the Quality of Earthquake Catalogs: Estimating the Magnitude of Completeness and Its Uncertainty. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 95(2), 684-698.

Wyss, M., and Lee, W.H.K. (1973). Time variations of the average earthquake magnitude in central California. In *Proceedings of the conference on tectonic problems of the San Andreas fault system*, 24-42.

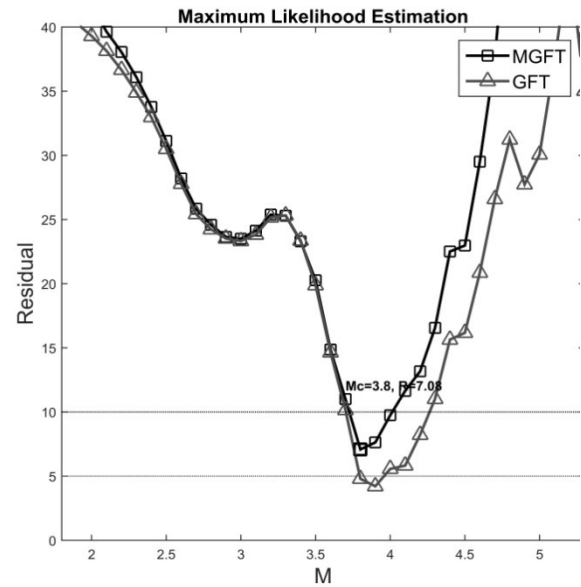
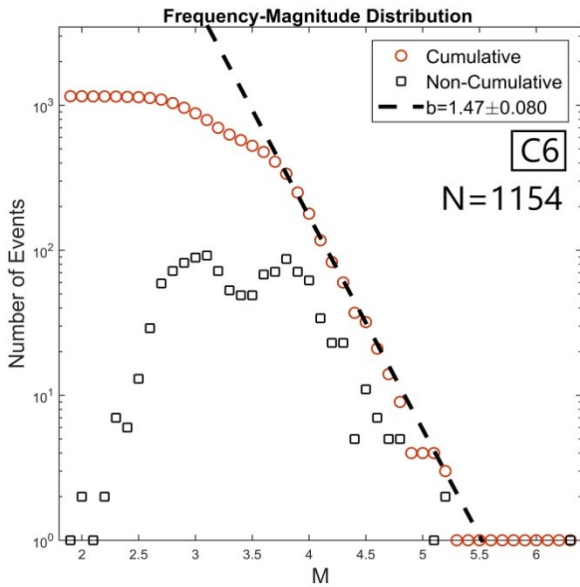
Zechar, J.D., Gerstenberger, M.C. and Rhoades, D.A. (2010). Likelihood-based tests for evaluating space–rate–magnitude earthquake forecasts *Bull. Seism. Soc. Am.*, 100(3), 1184-1195.

Παπαζάχος, Β. και Παπαζάχου, Κ., (2003). Οι Σεισμοί της Ελλάδας. *Εκδόσεις Ζήτη*, 49-60, 67-96, 133-139, 163-305.

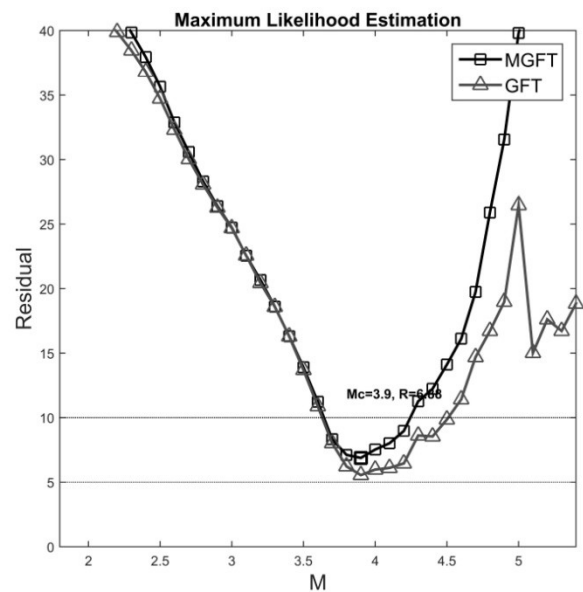
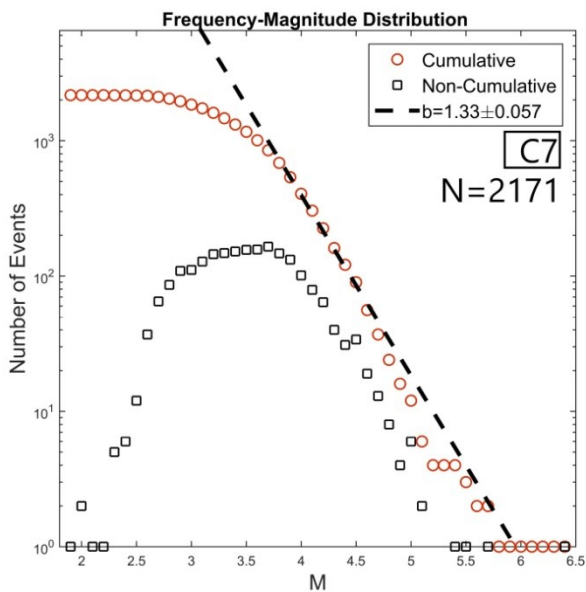
Αναλυτικά τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της μεθόδου MGFT για τον κατάλογο σεισμών 2000-2010 για τους 99 κύκλους που χωρίστηκε ο Ελληνικός χώρος.



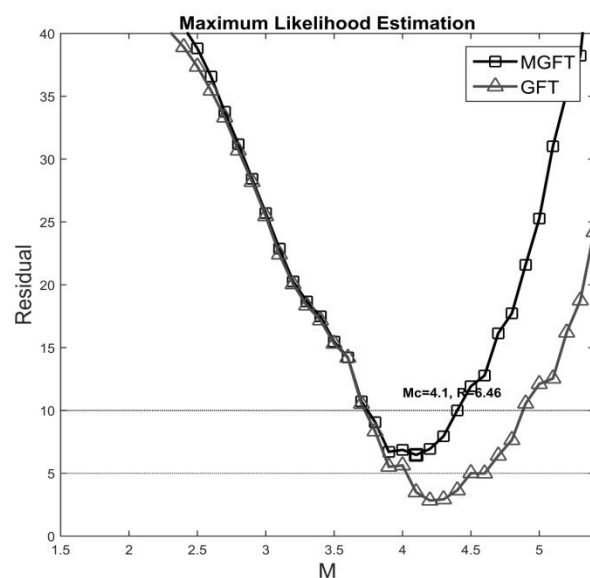
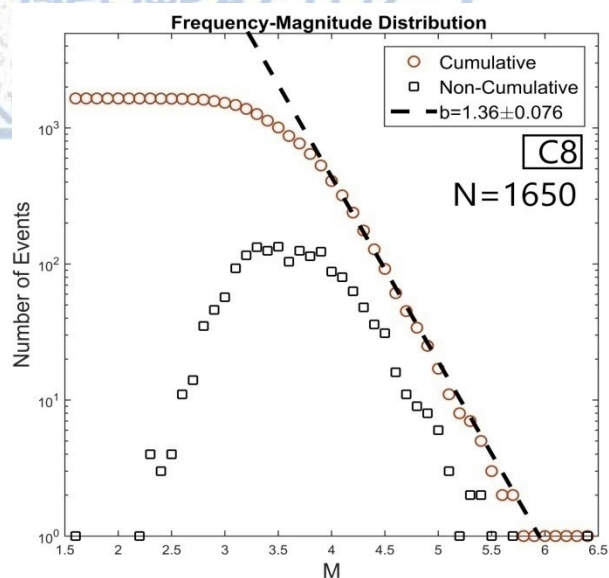
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C5 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



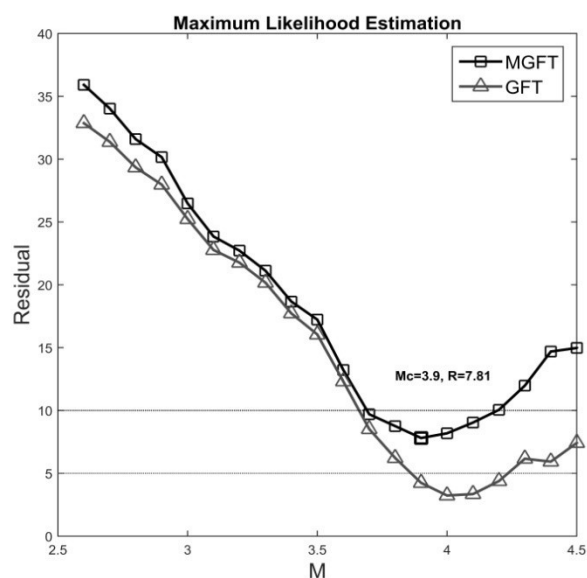
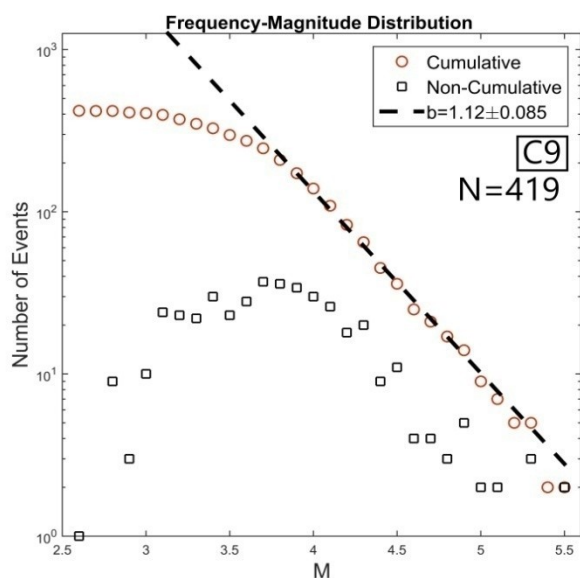
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C6 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



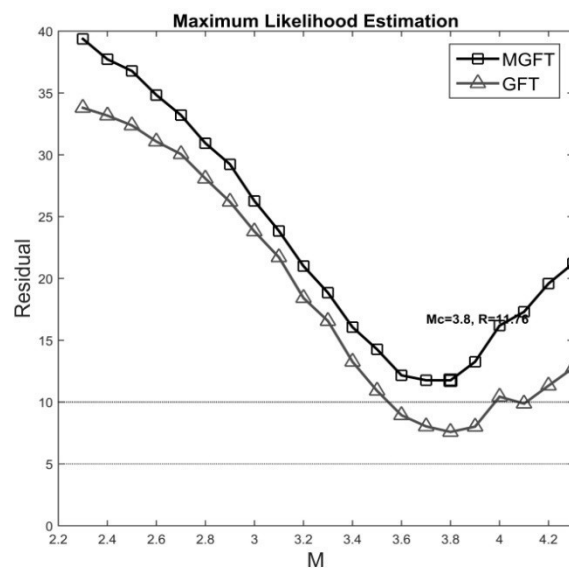
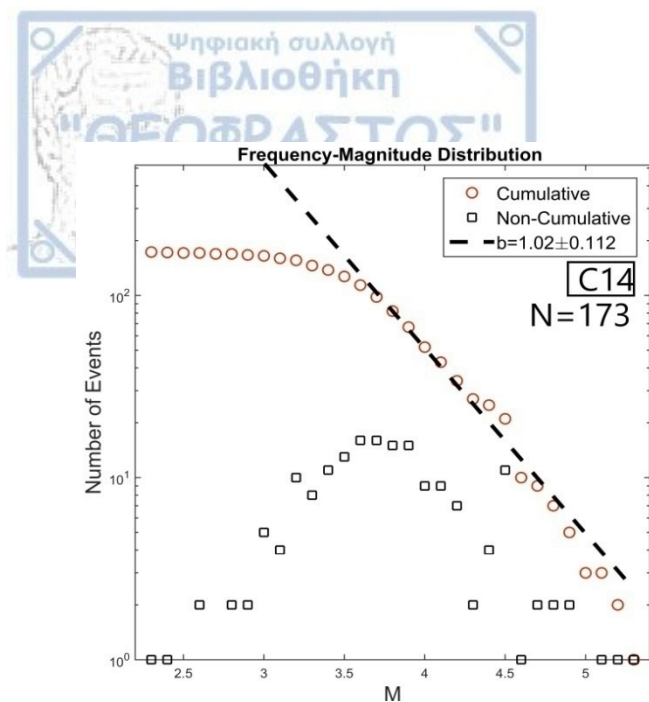
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C7 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



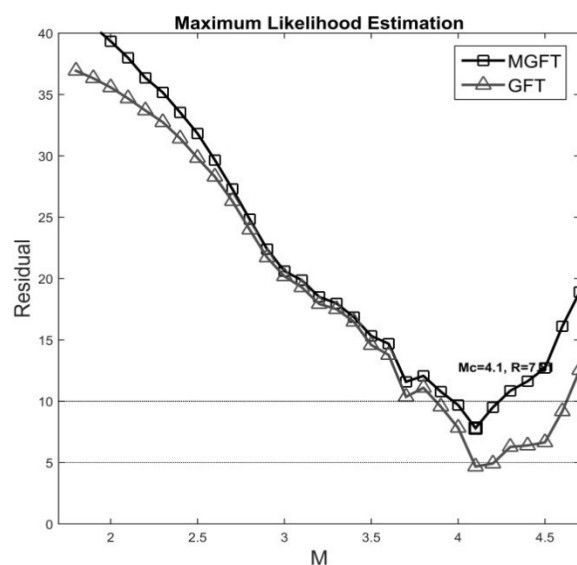
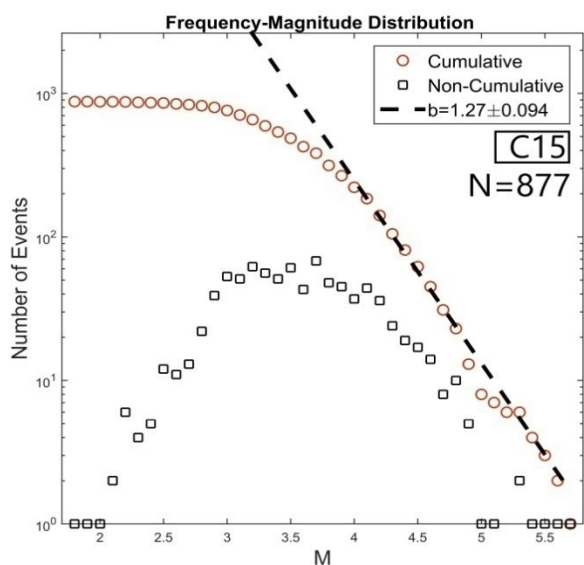
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C8 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



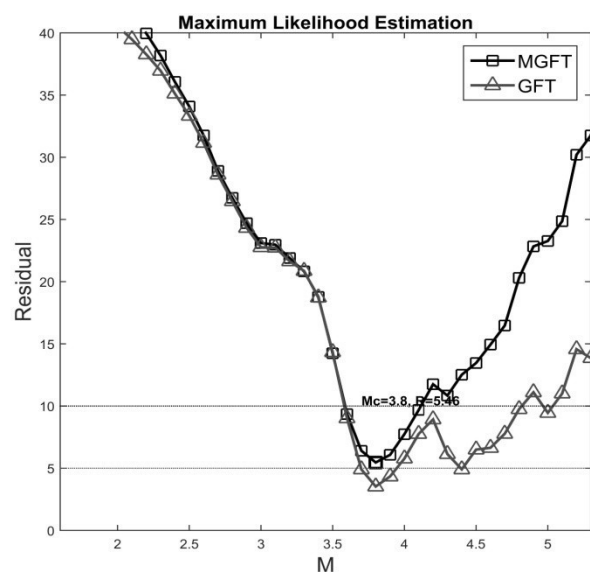
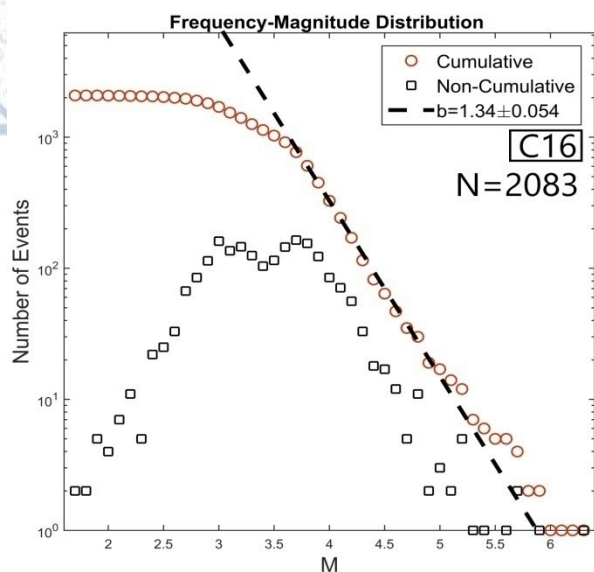
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C9 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



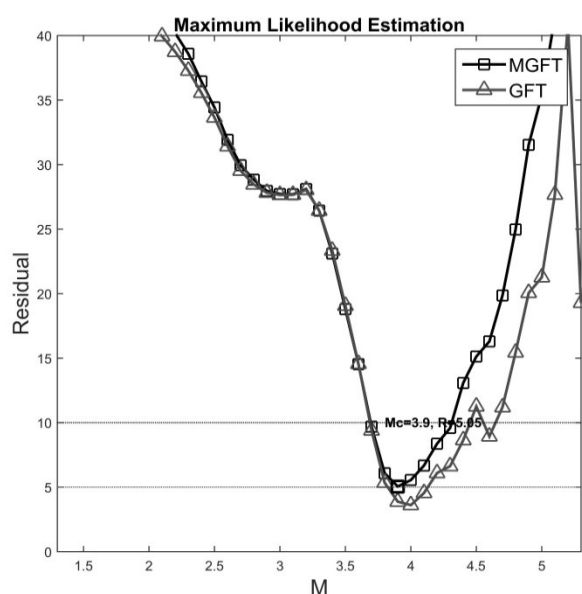
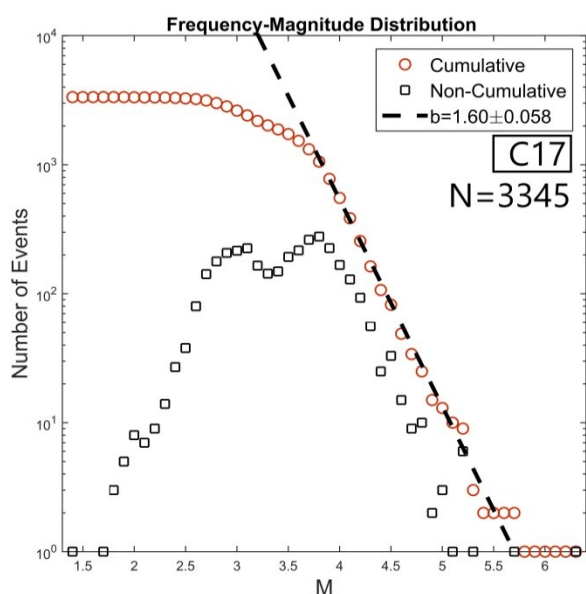
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C14 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



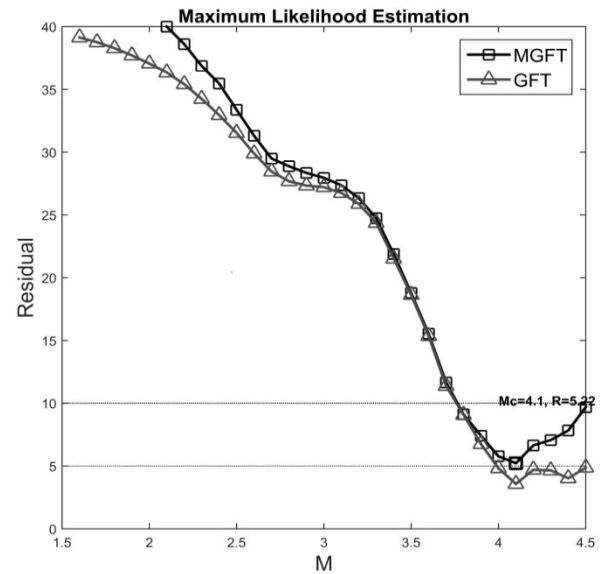
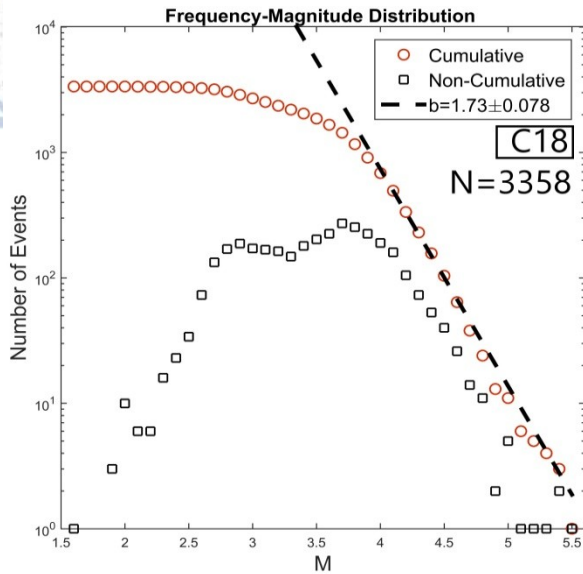
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C15 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



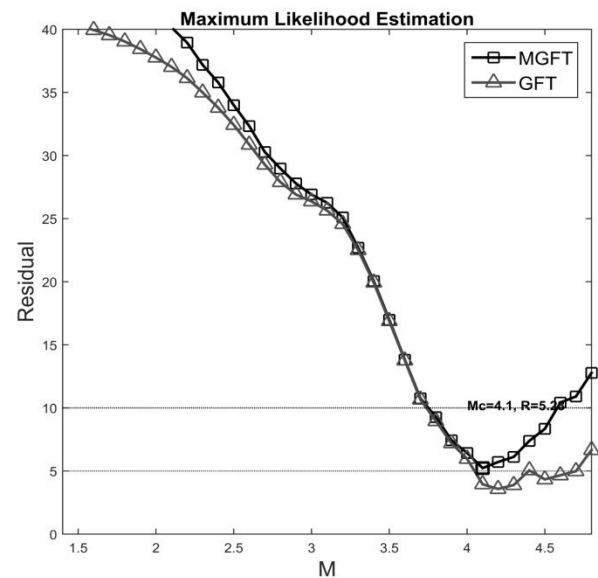
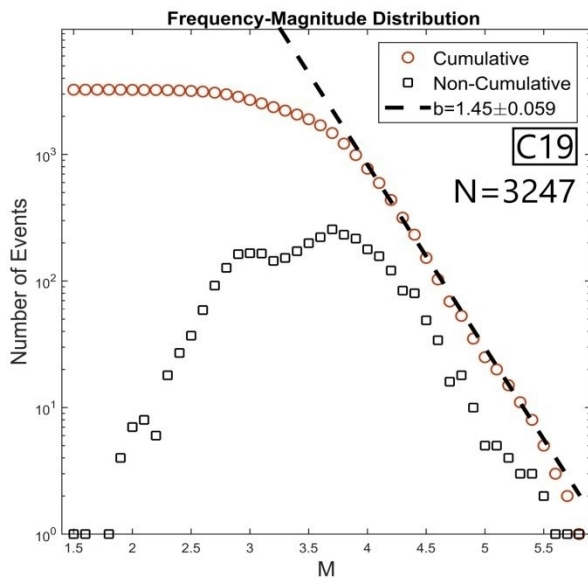
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C16 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



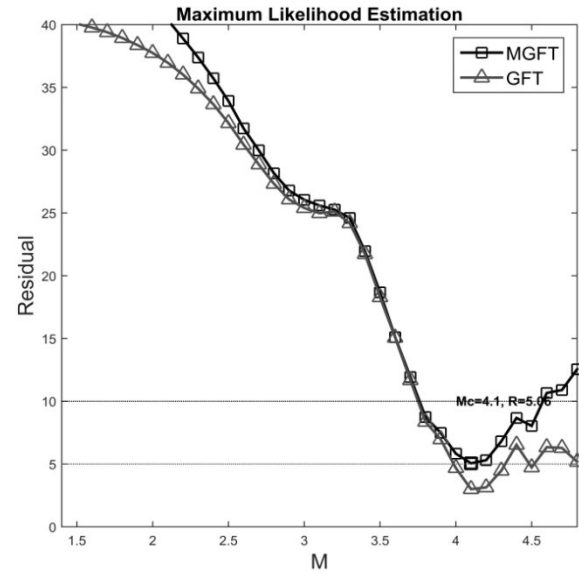
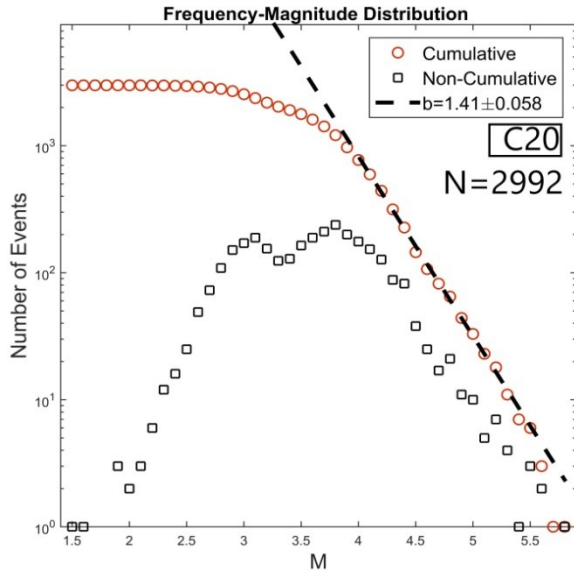
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C17 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



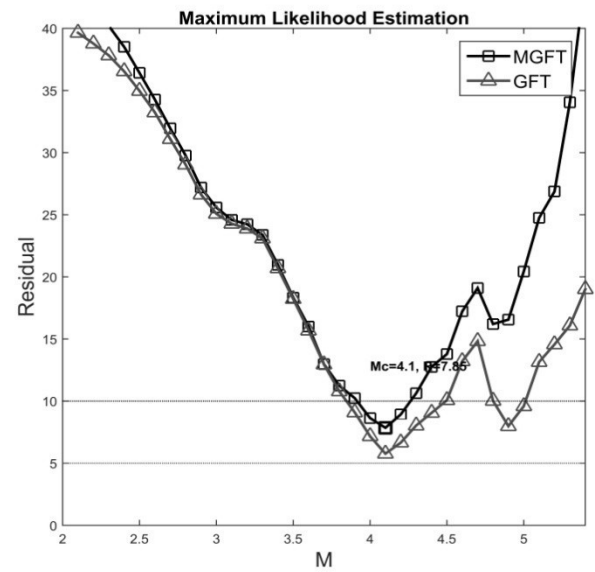
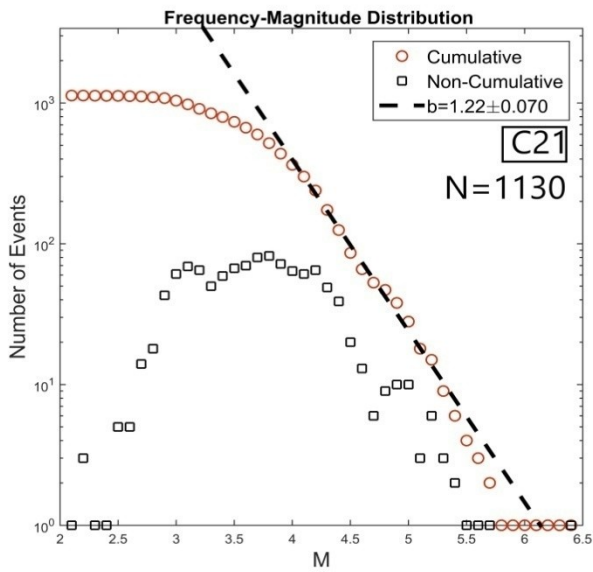
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C18 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



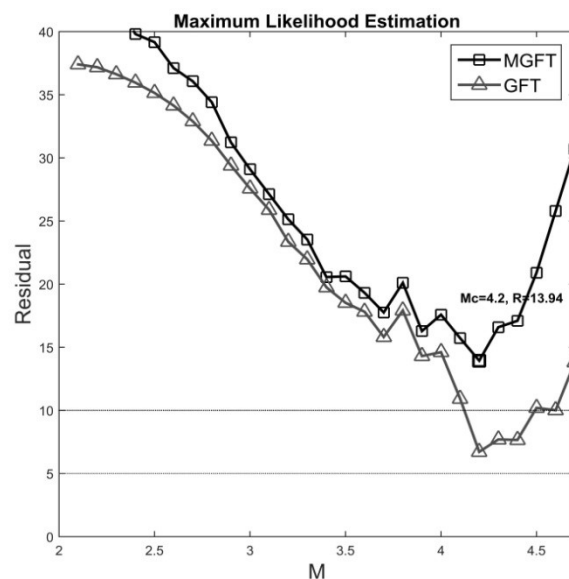
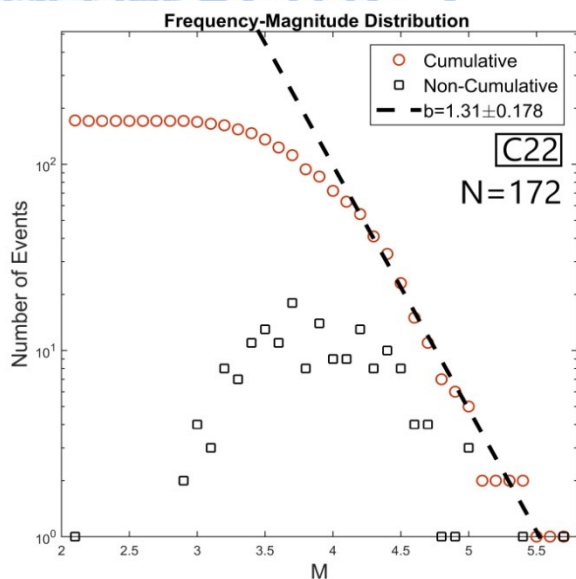
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C19 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



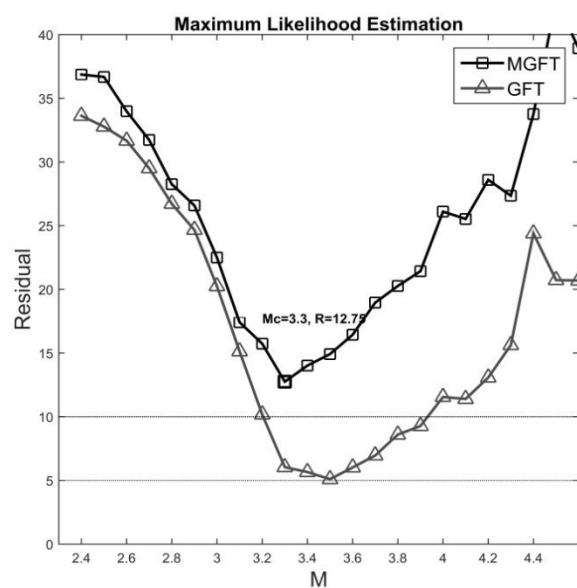
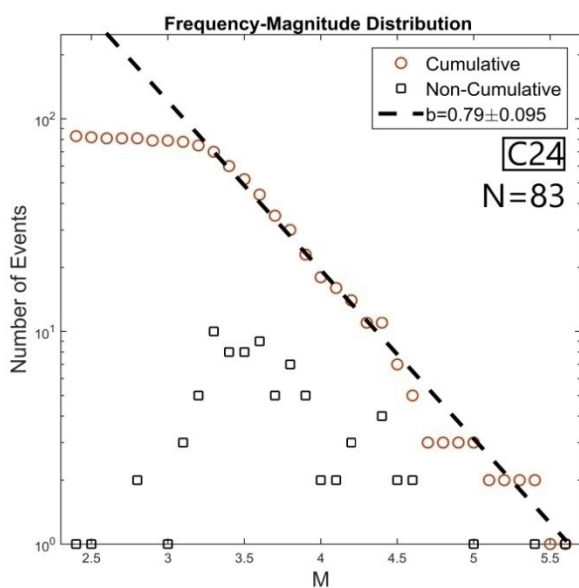
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C20 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



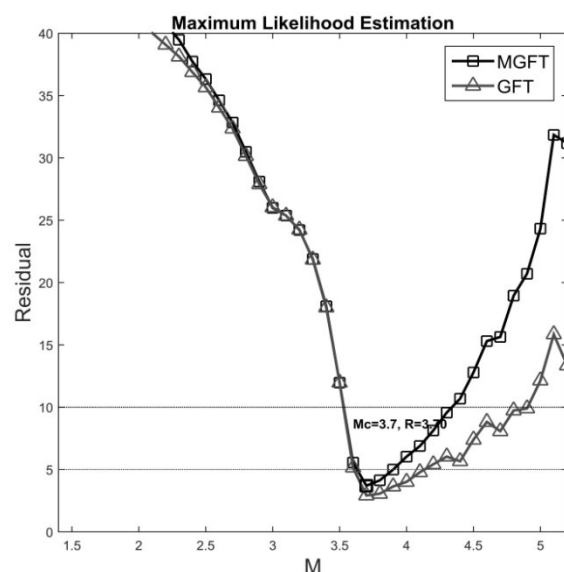
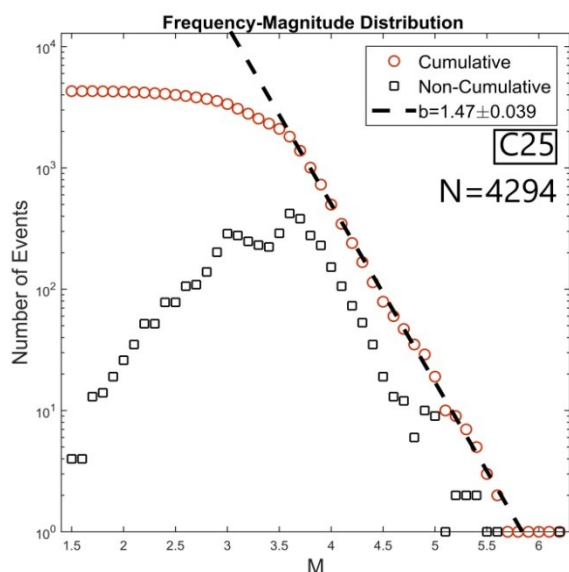
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C21 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



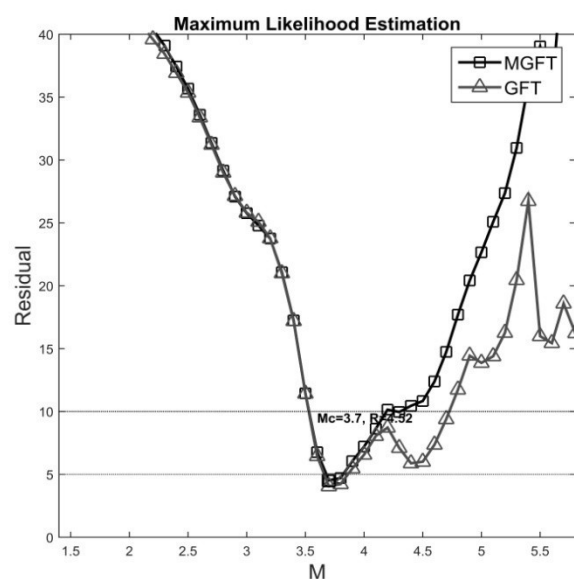
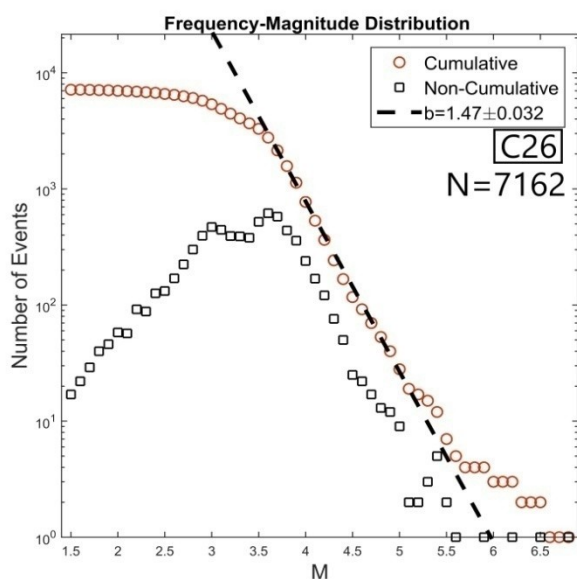
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C22 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



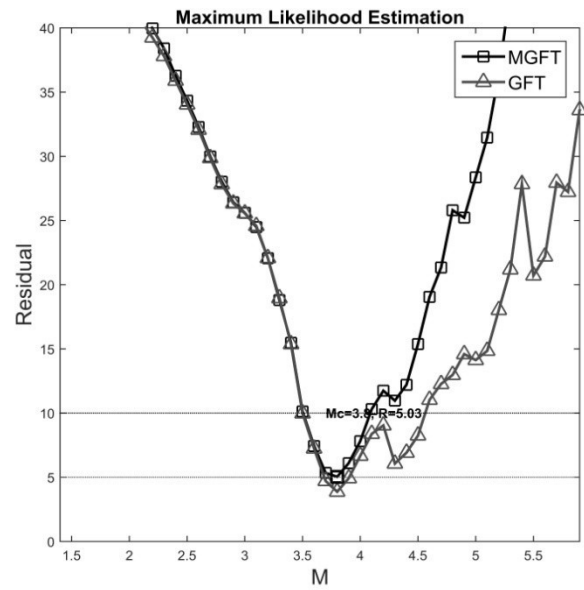
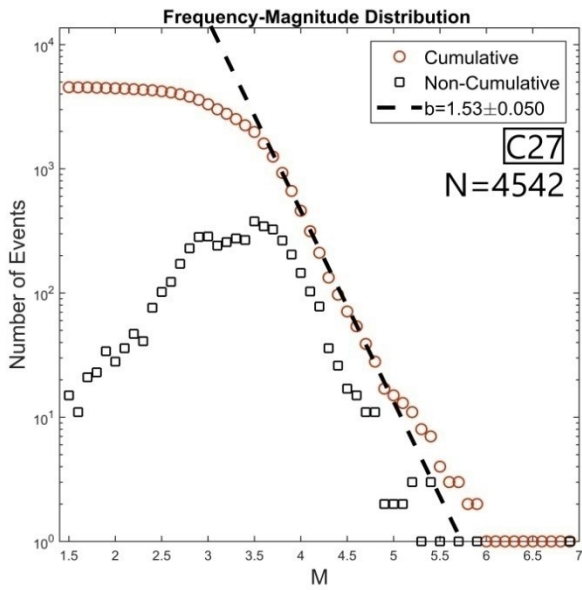
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C24 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



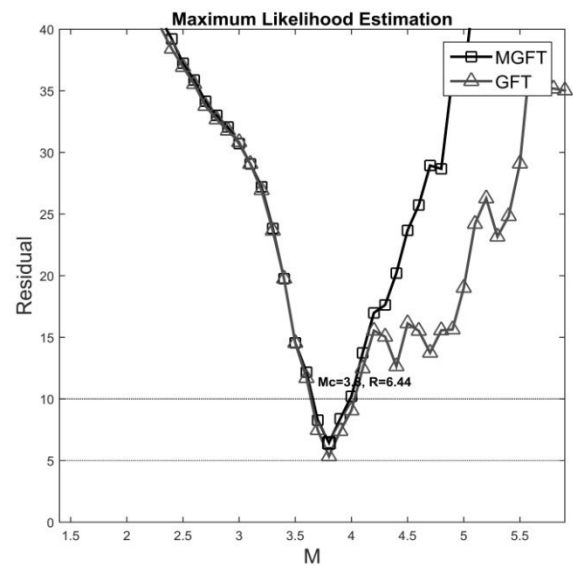
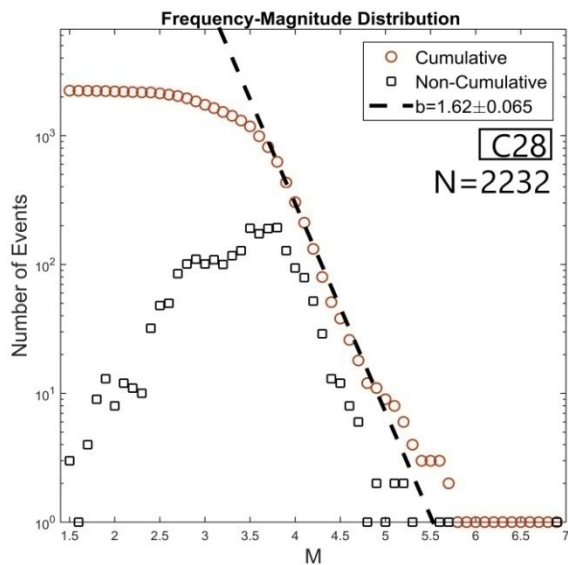
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C25 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



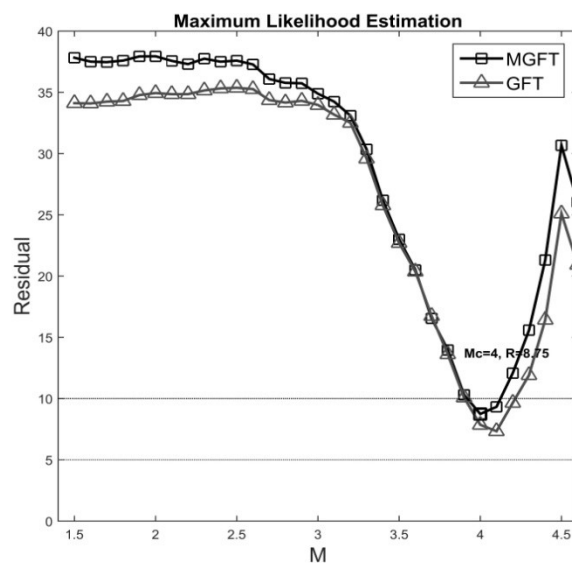
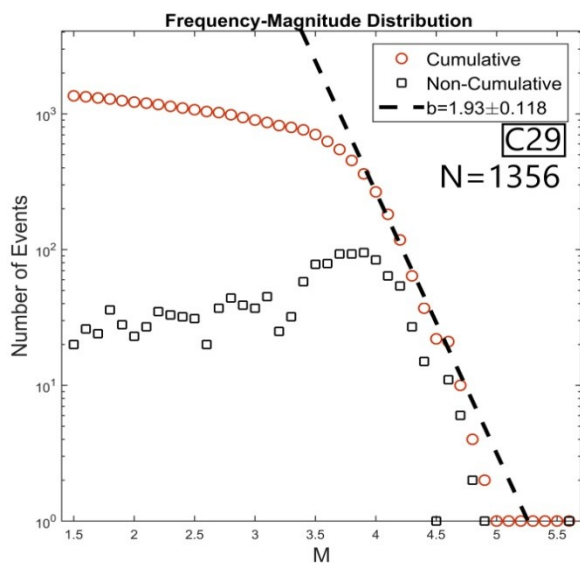
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C26 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



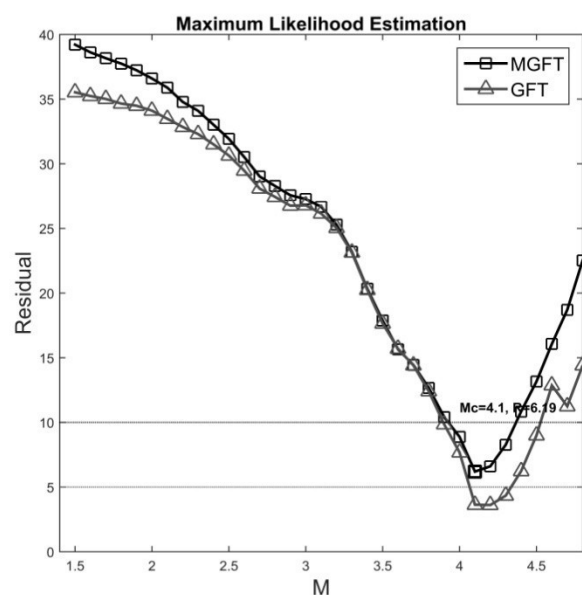
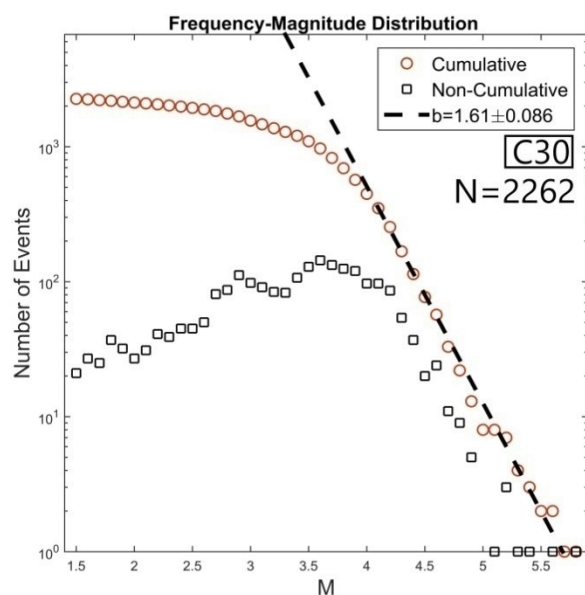
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C27 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



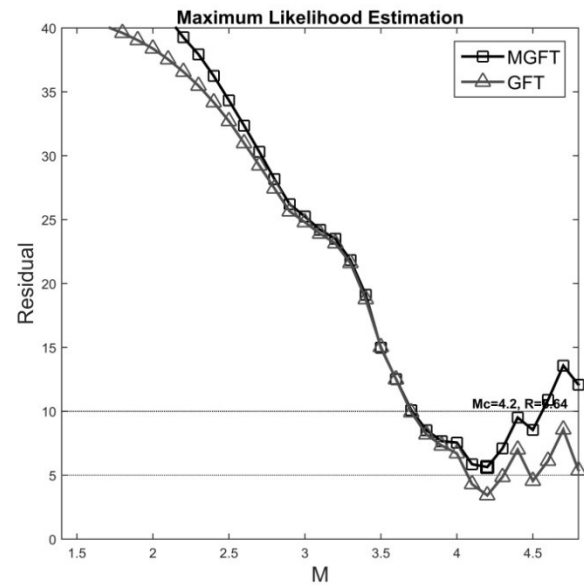
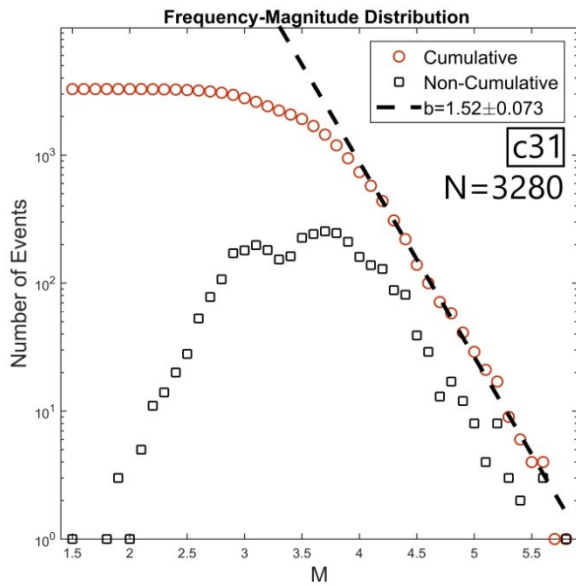
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C28 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



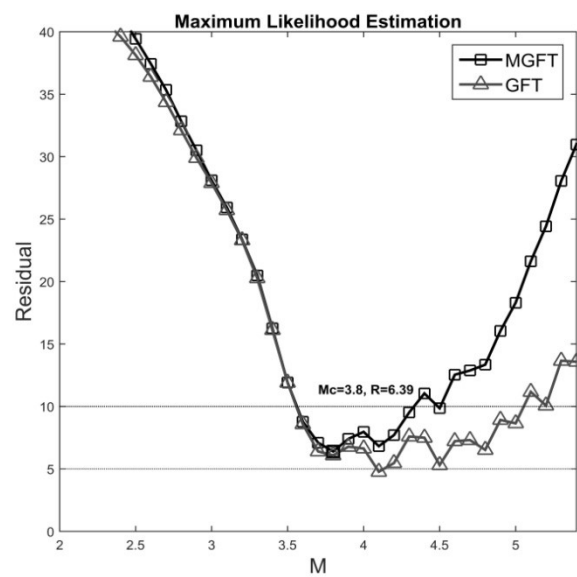
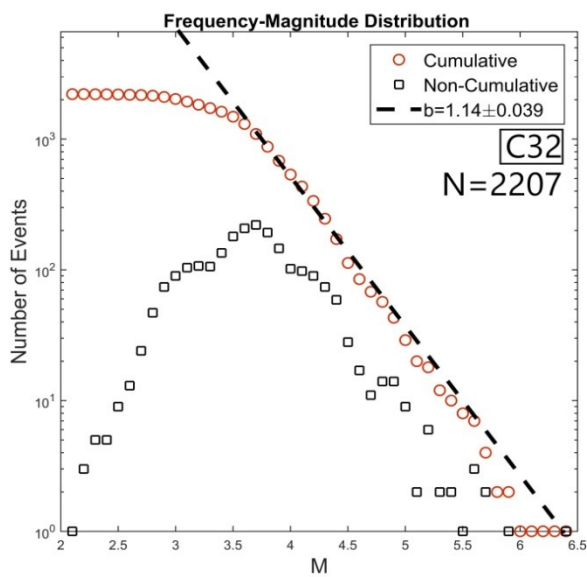
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C29 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



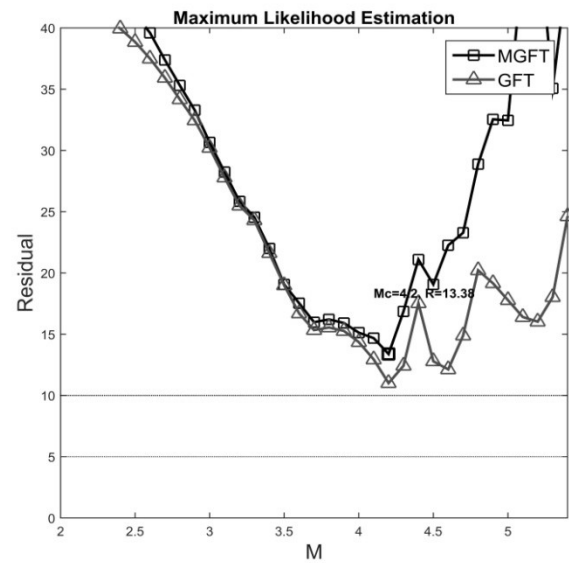
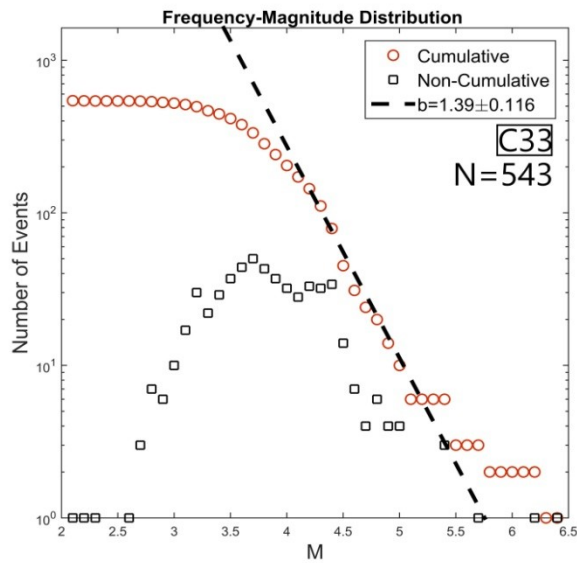
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C30 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



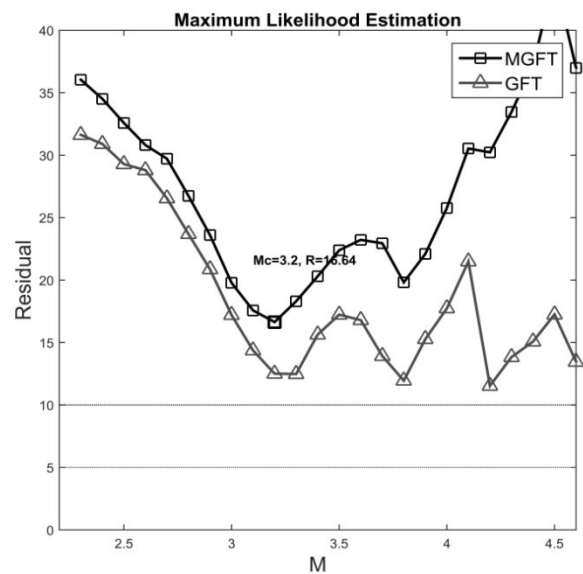
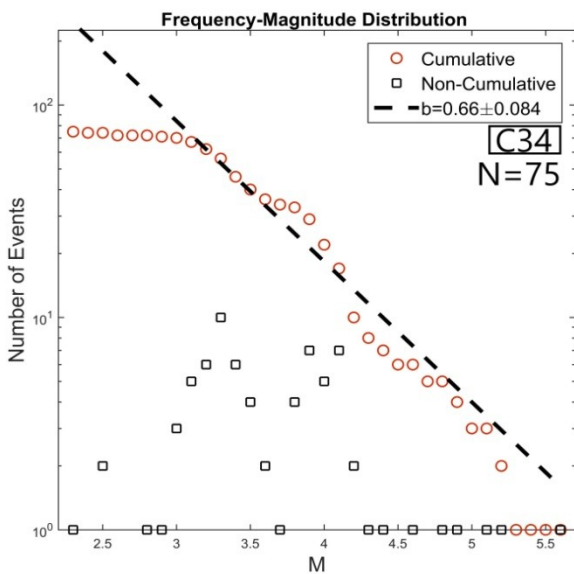
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C31 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



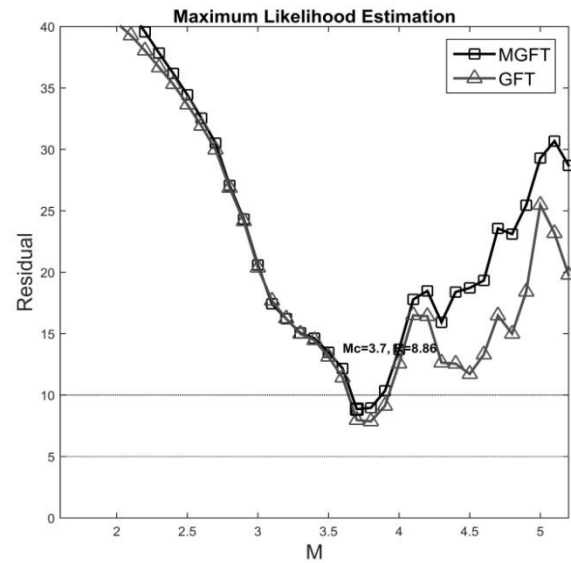
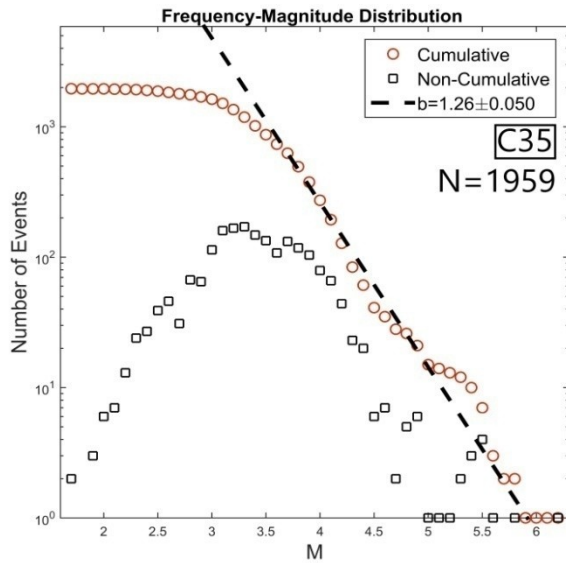
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C32 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



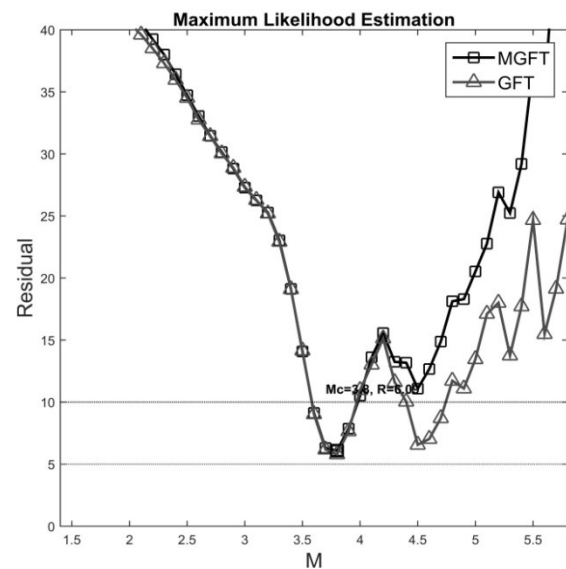
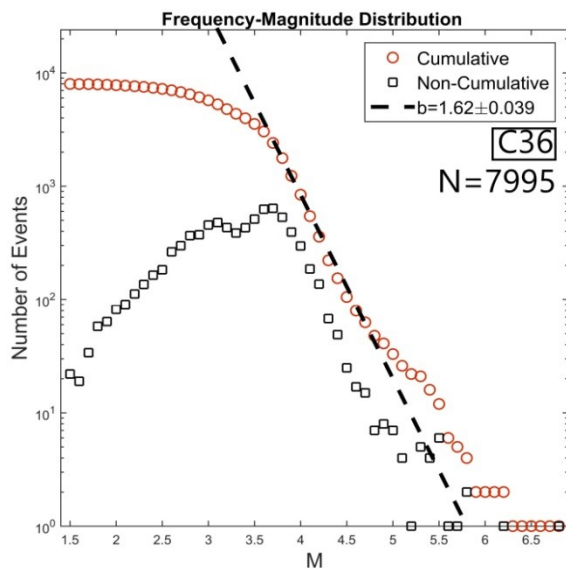
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C33 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



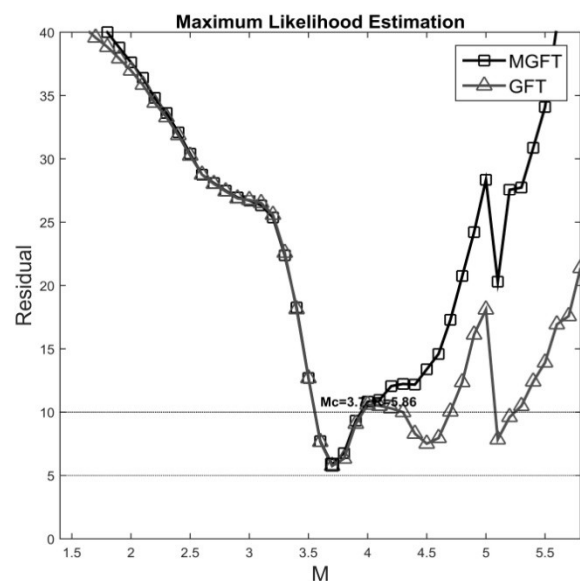
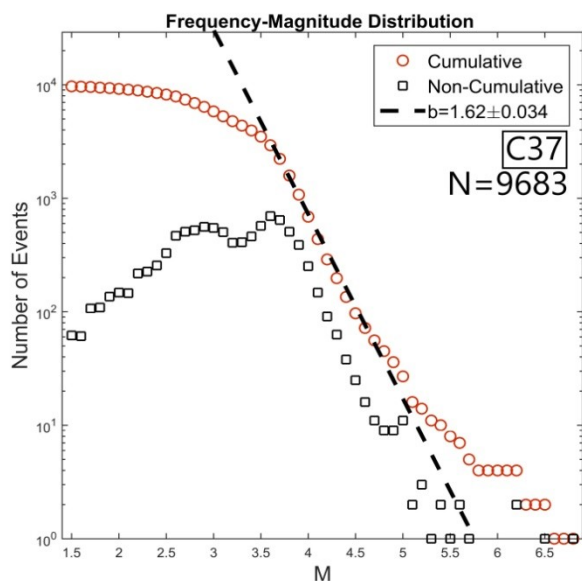
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C34 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



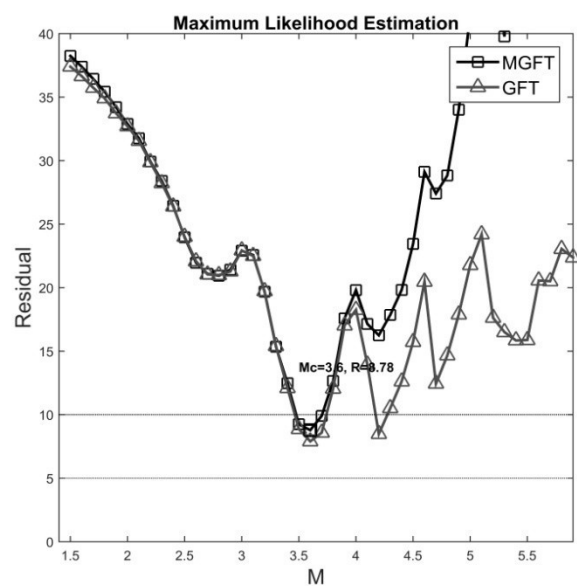
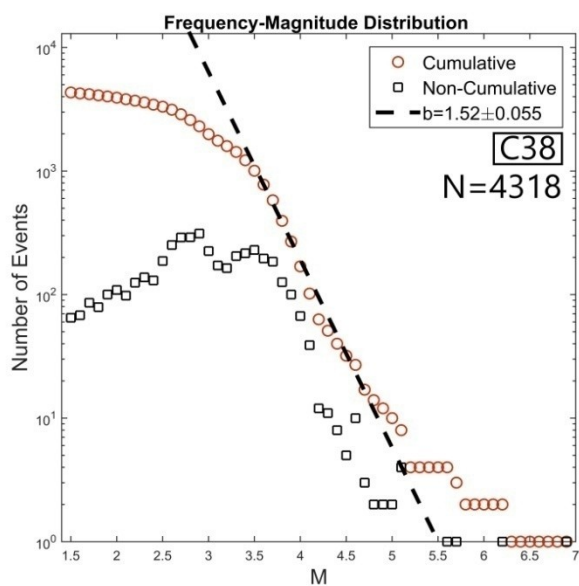
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C35 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



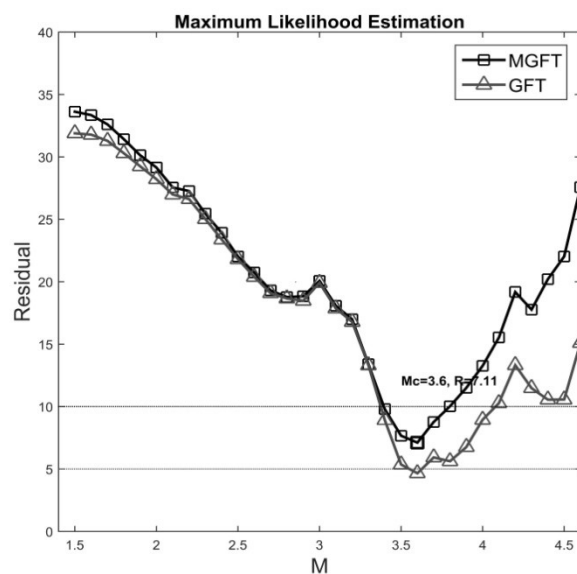
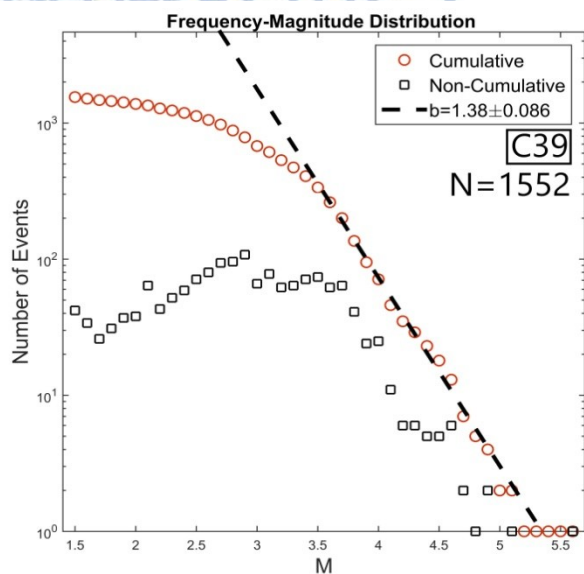
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C36 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



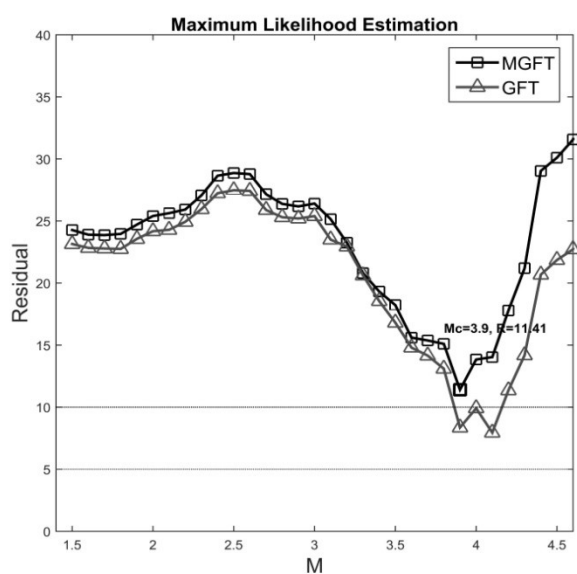
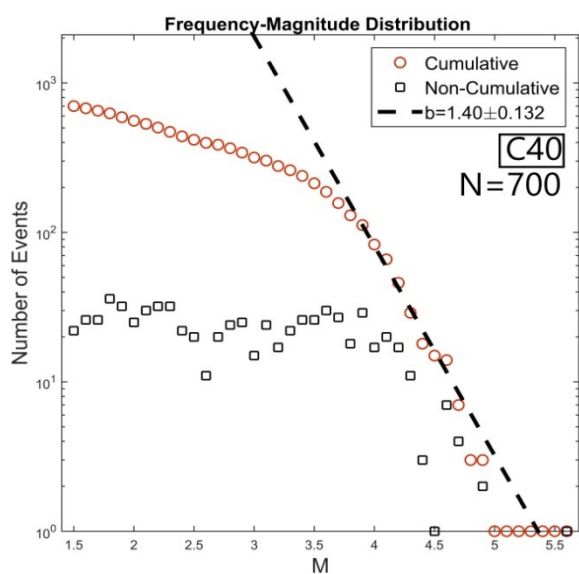
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C37 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



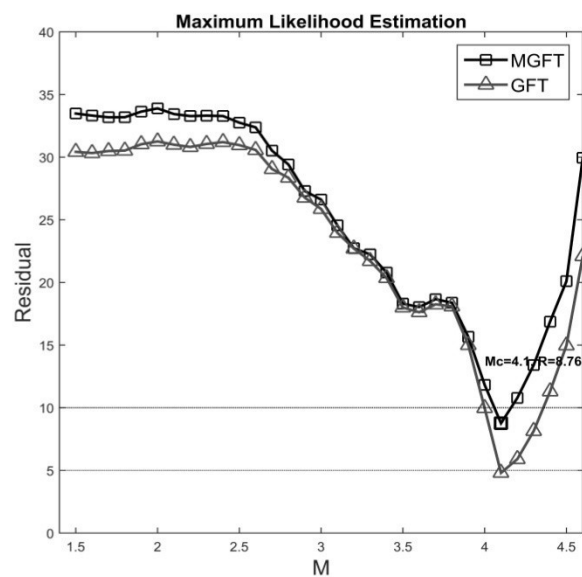
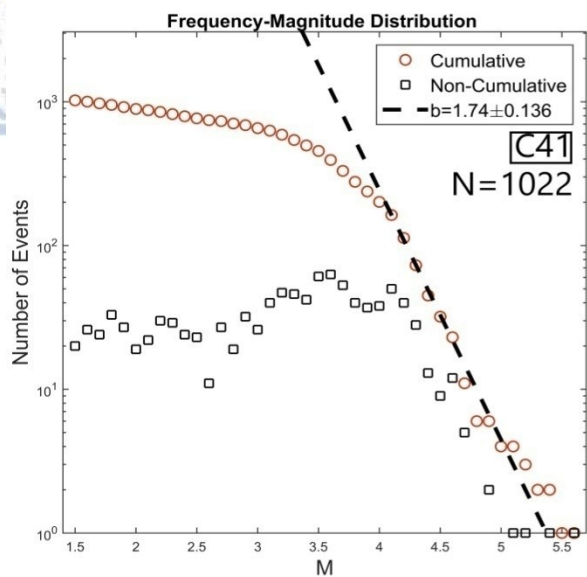
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C38 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



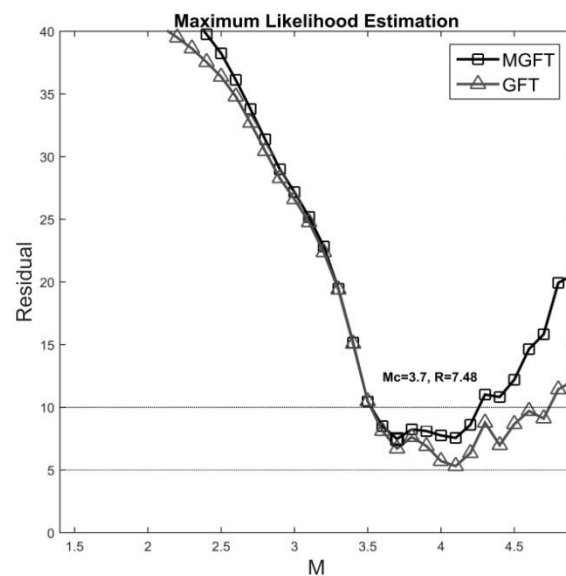
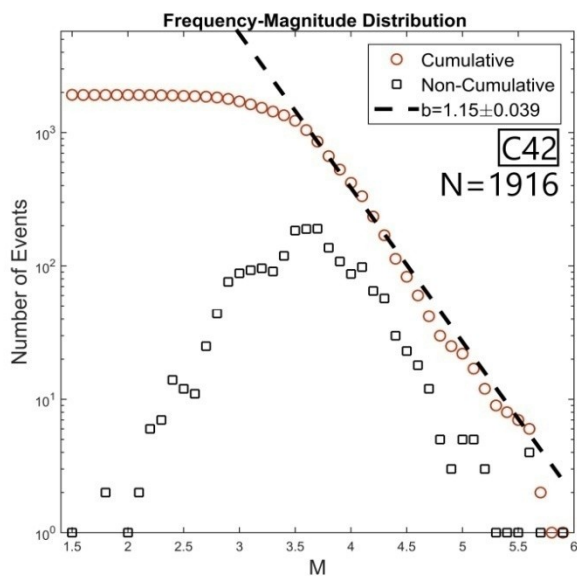
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C39 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



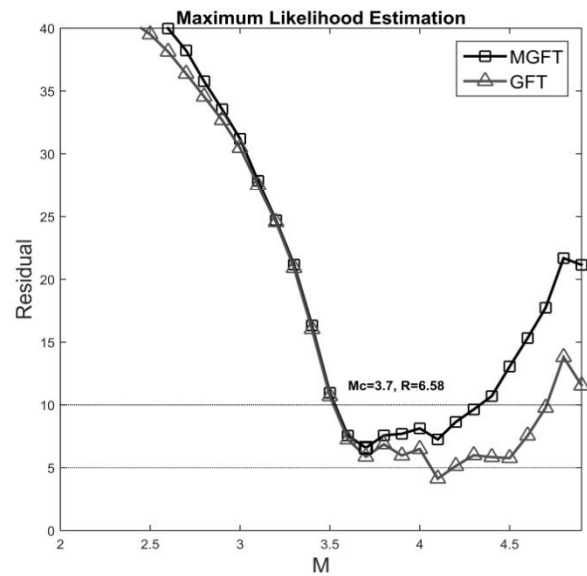
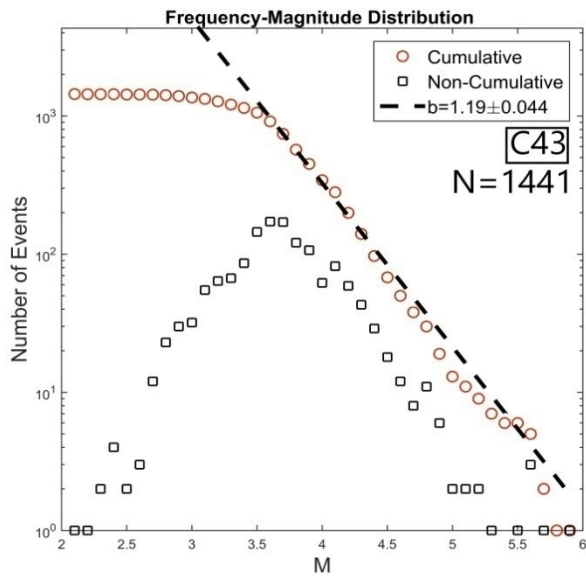
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C40 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



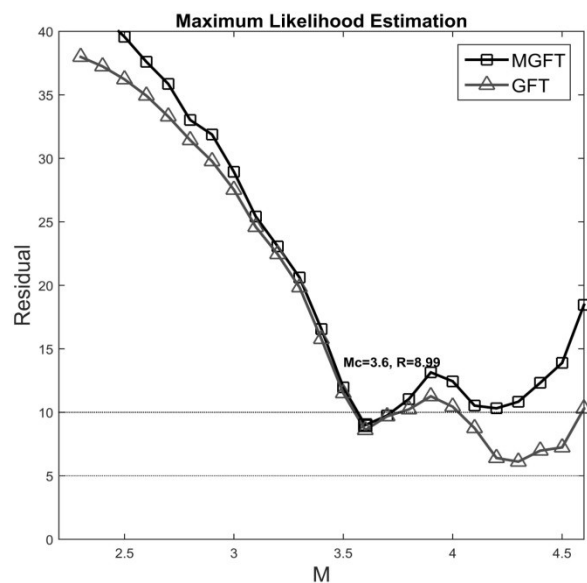
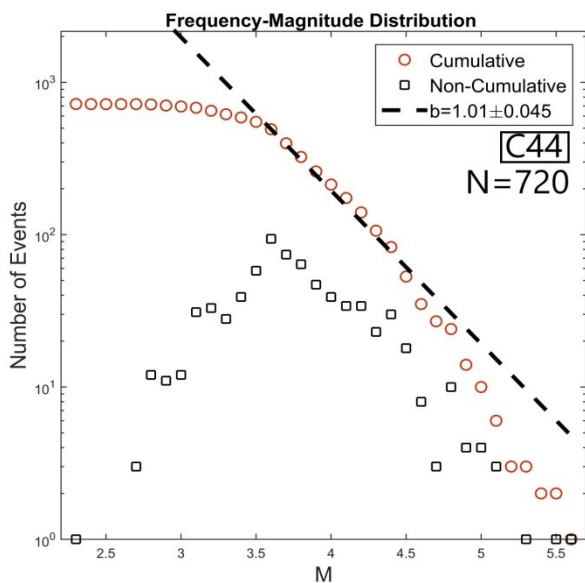
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C41 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



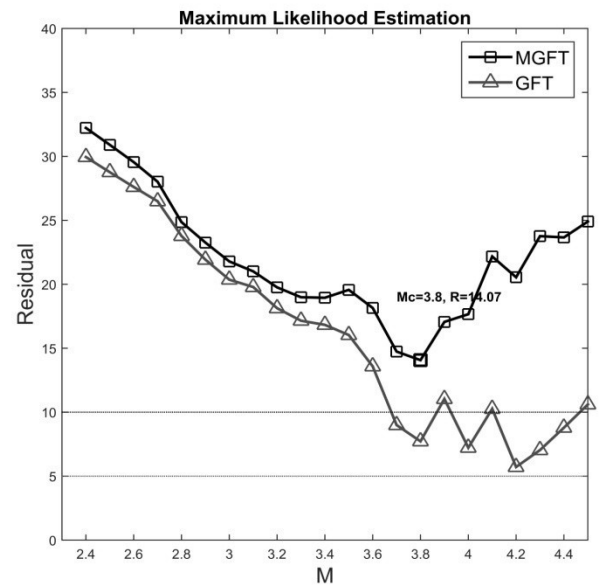
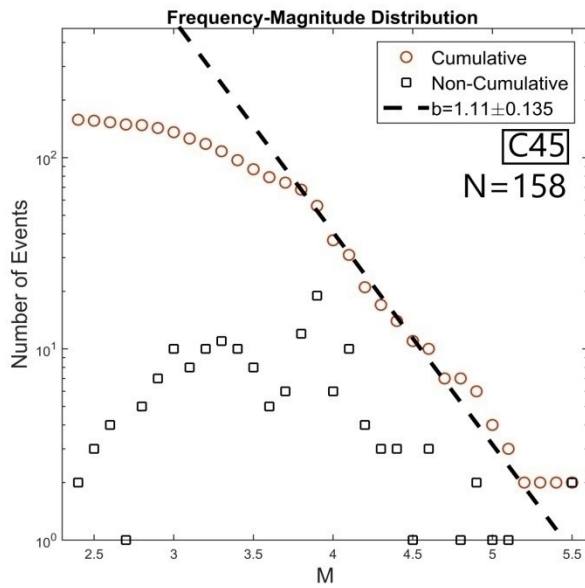
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C42 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



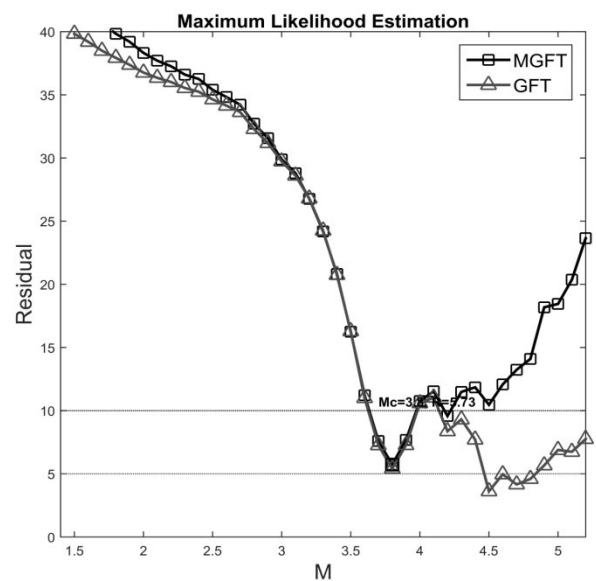
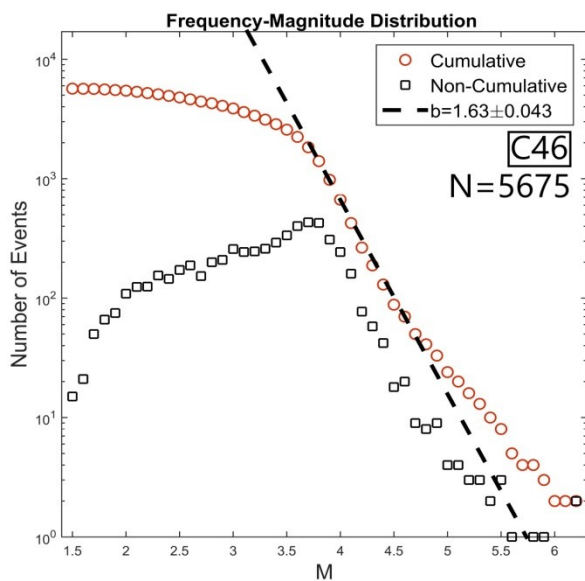
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C43 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



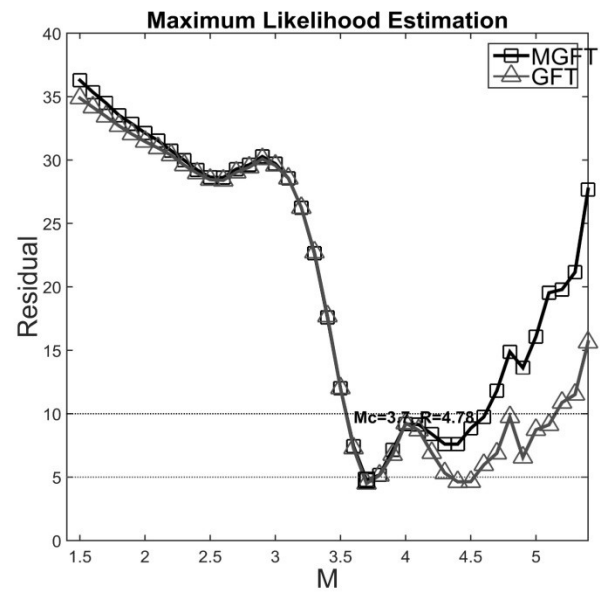
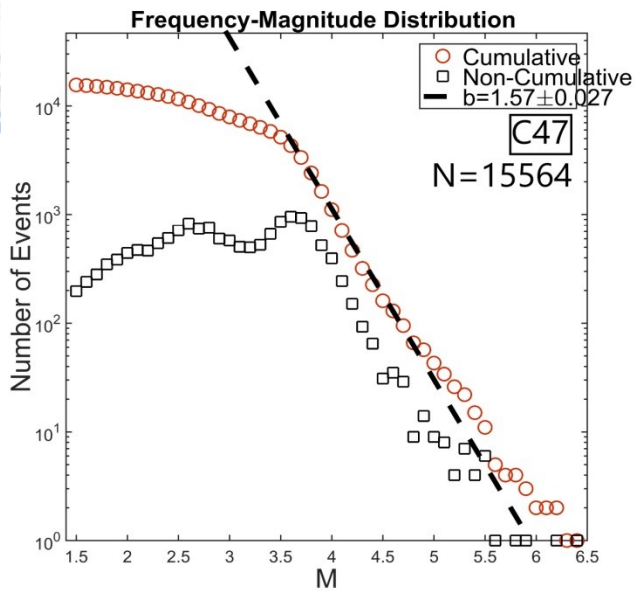
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C44 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



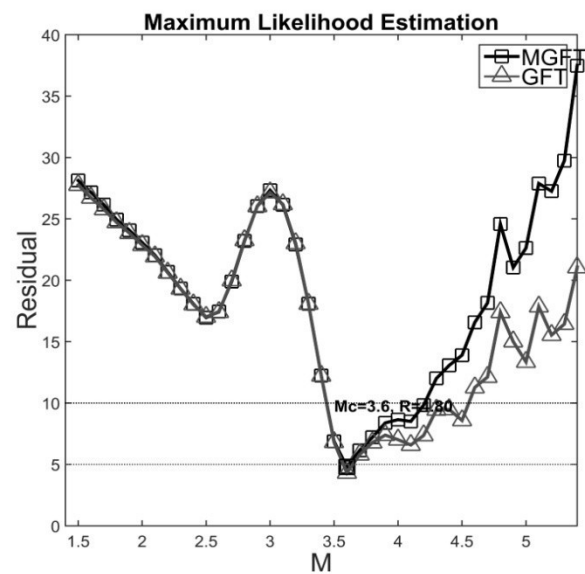
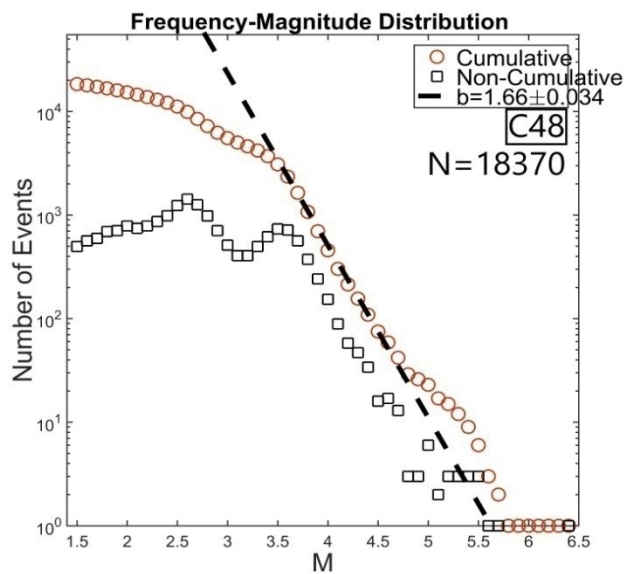
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C45 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



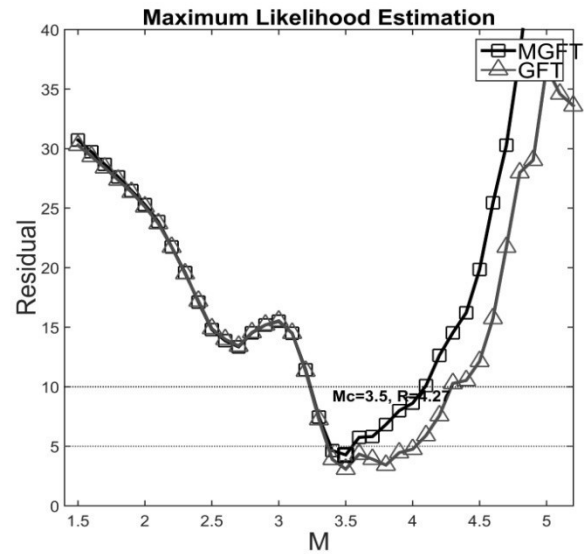
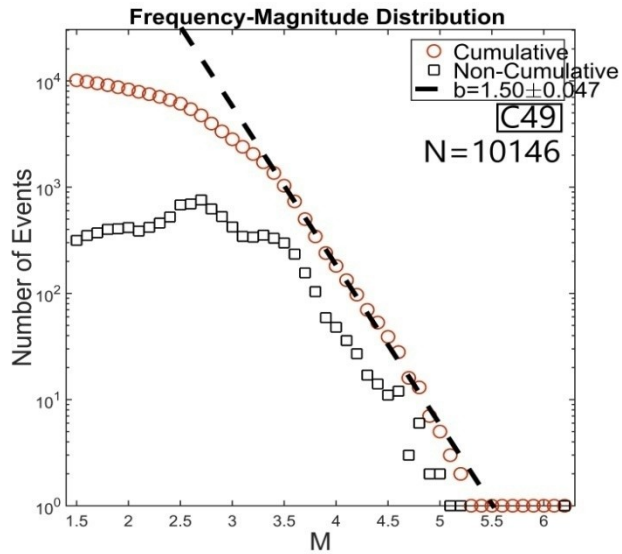
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C46 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



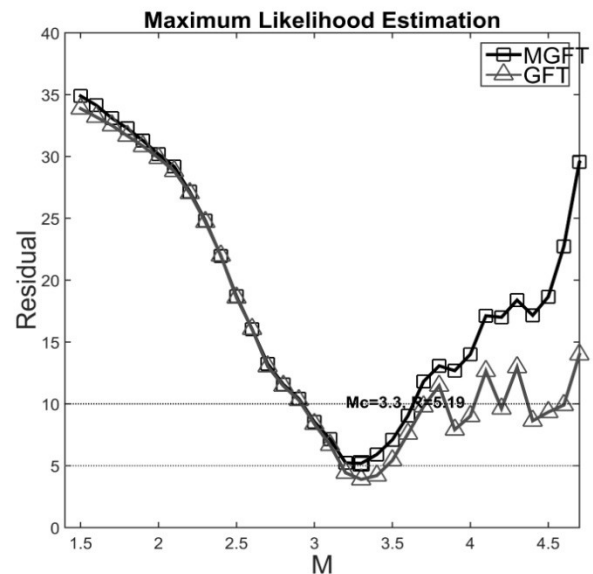
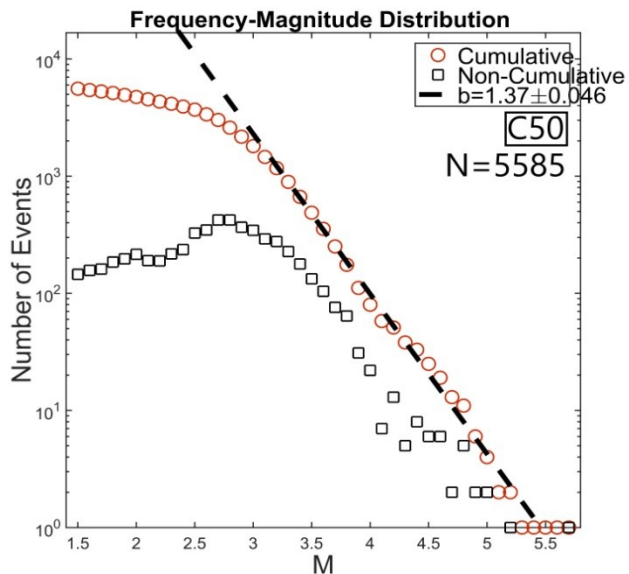
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C47 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



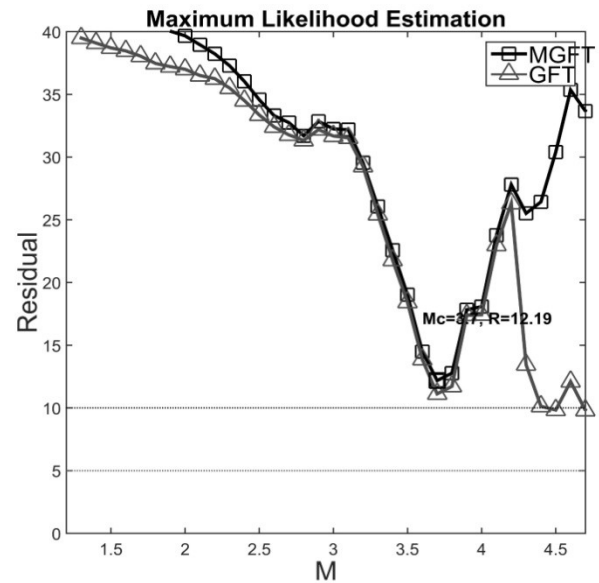
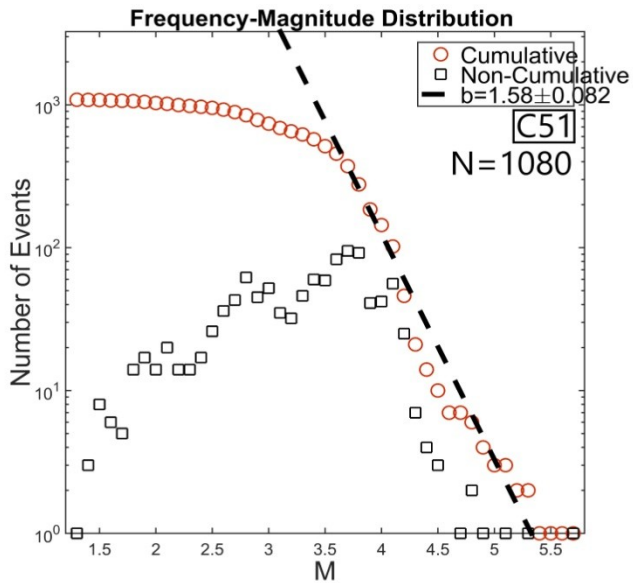
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C48 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



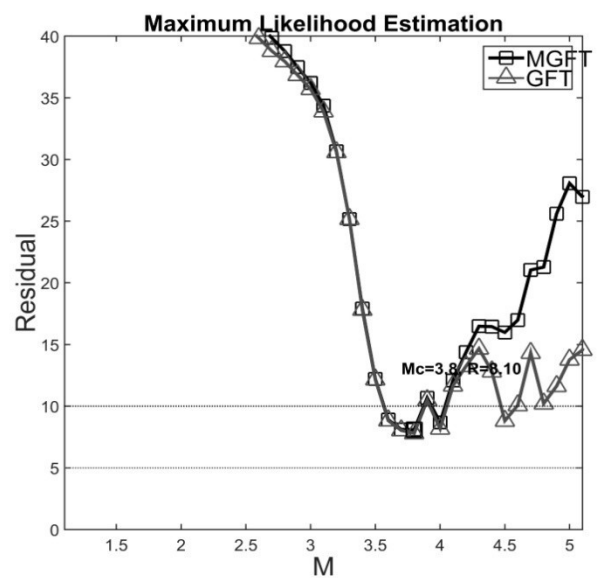
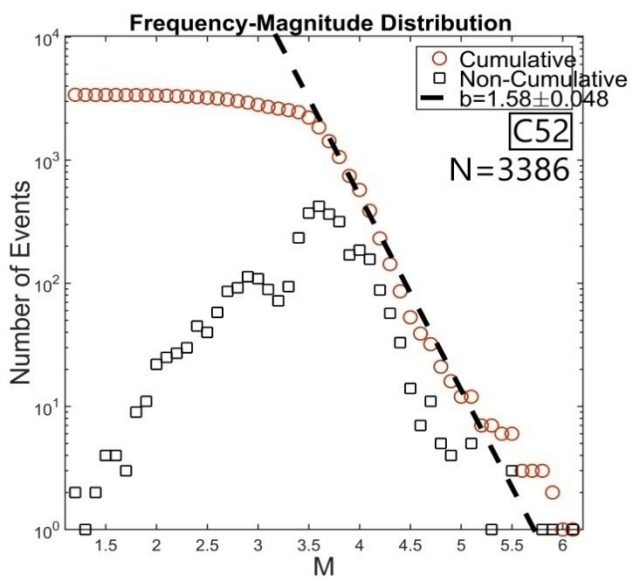
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C49 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



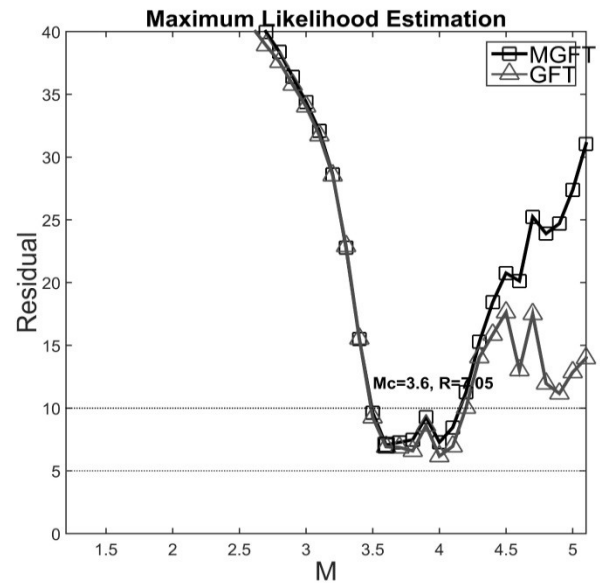
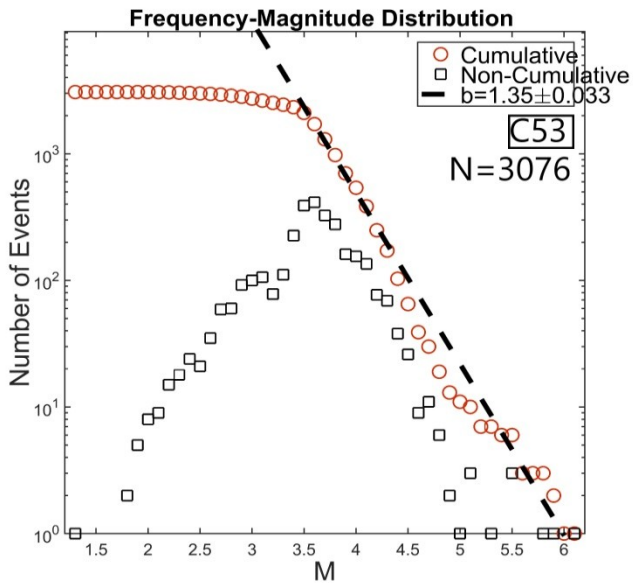
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C50 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



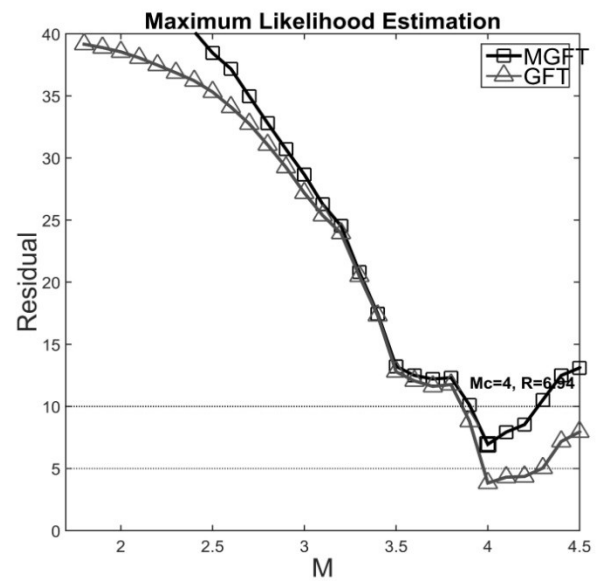
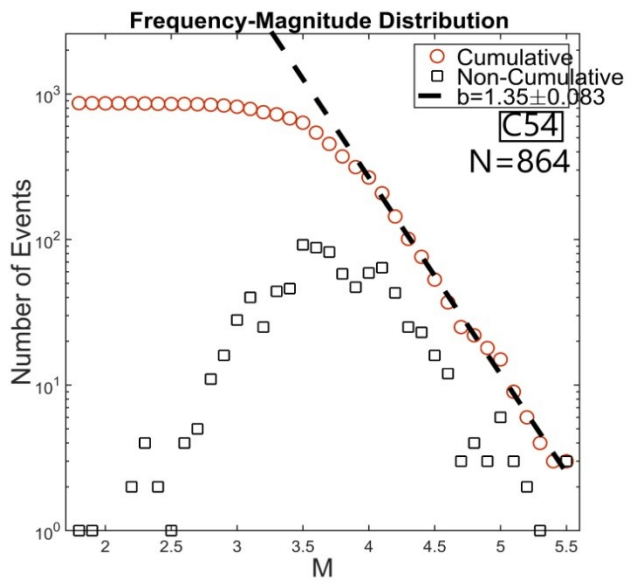
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C51 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



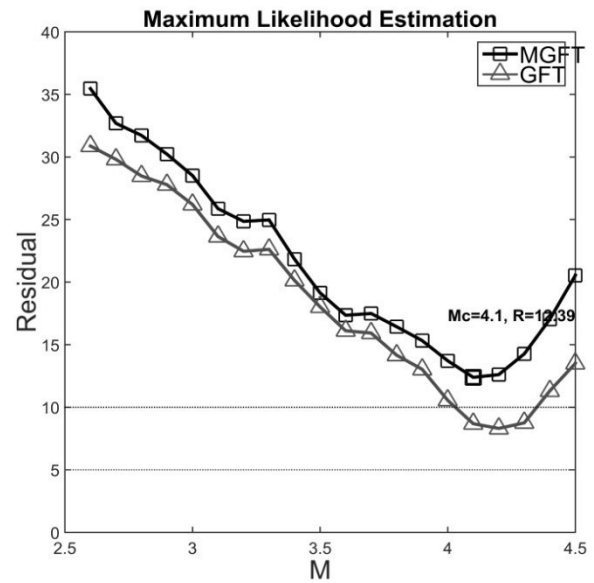
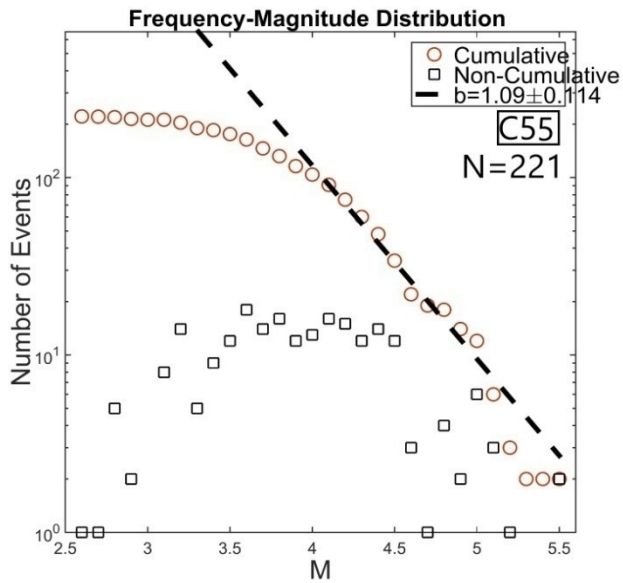
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C52 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



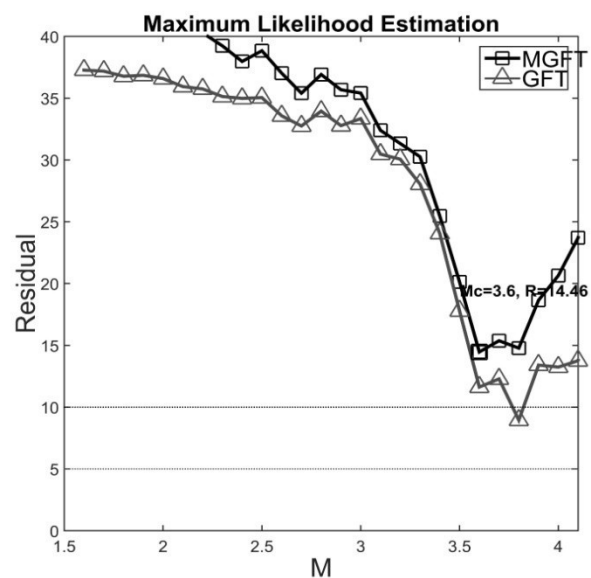
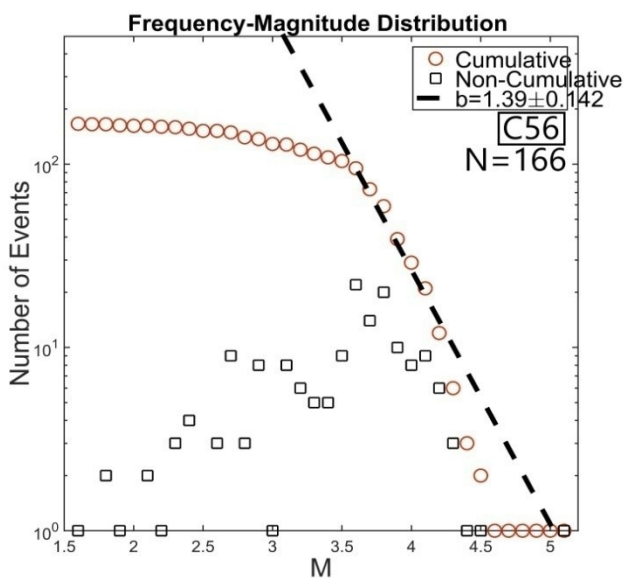
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C53 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



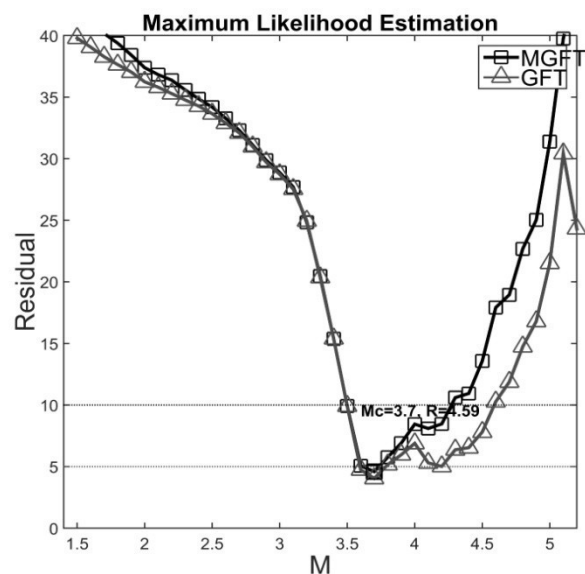
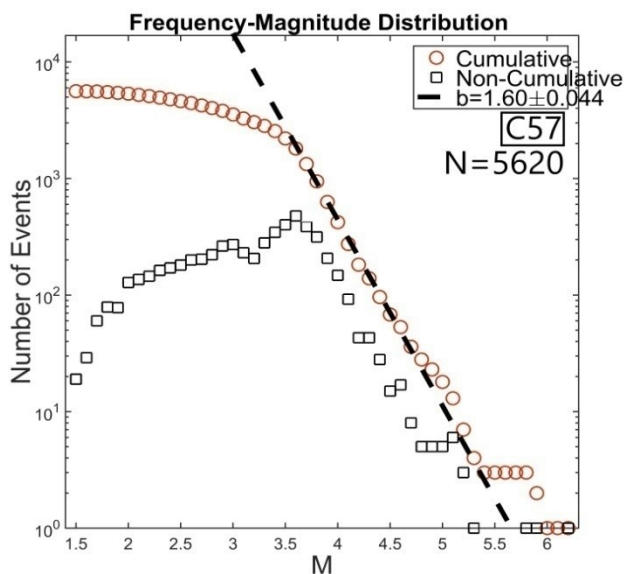
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C54 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



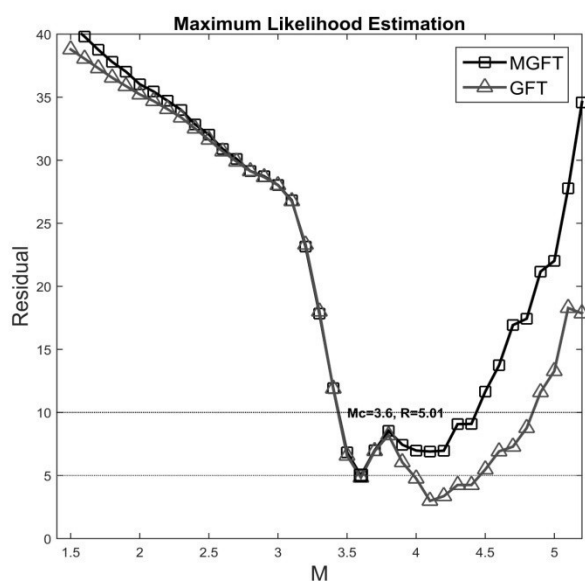
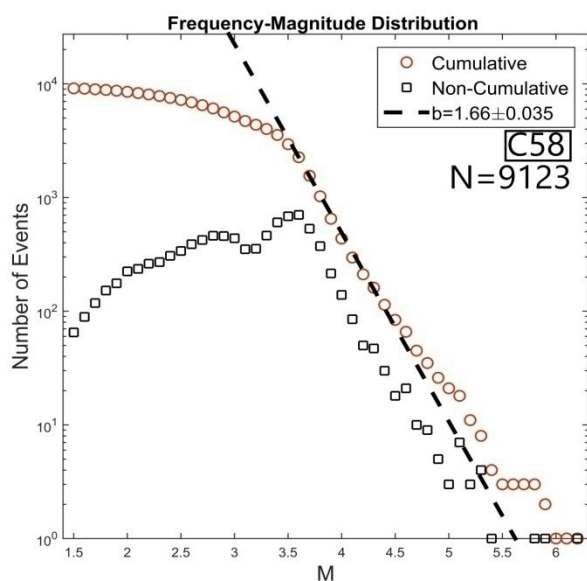
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C55 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



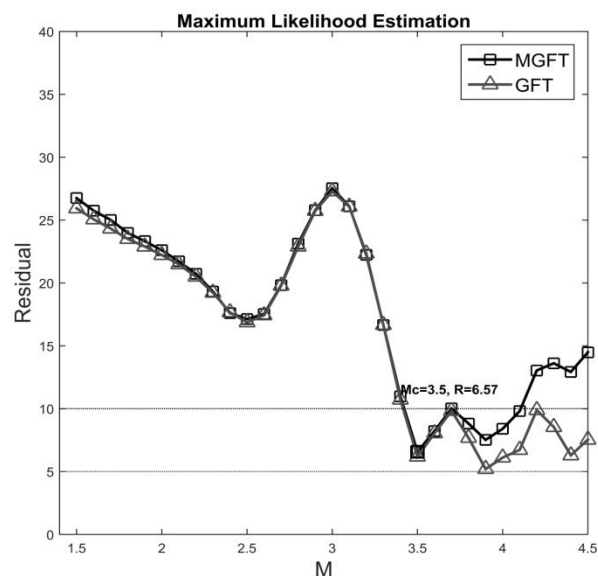
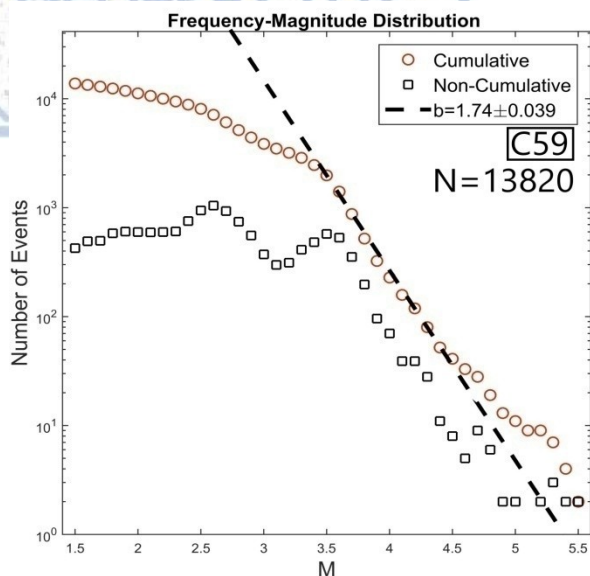
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C56 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



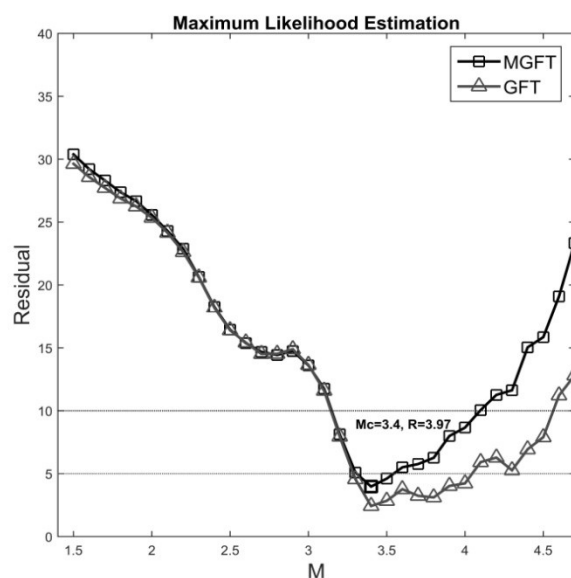
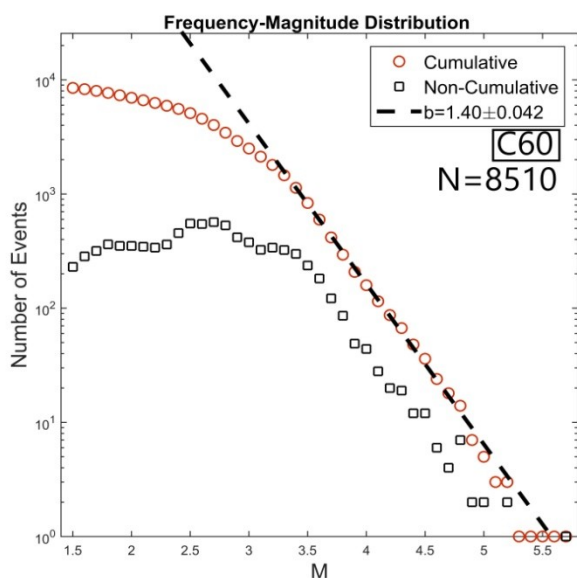
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C57 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



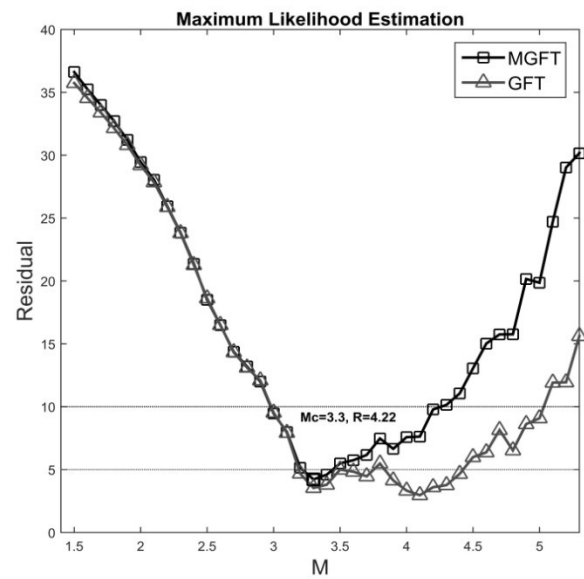
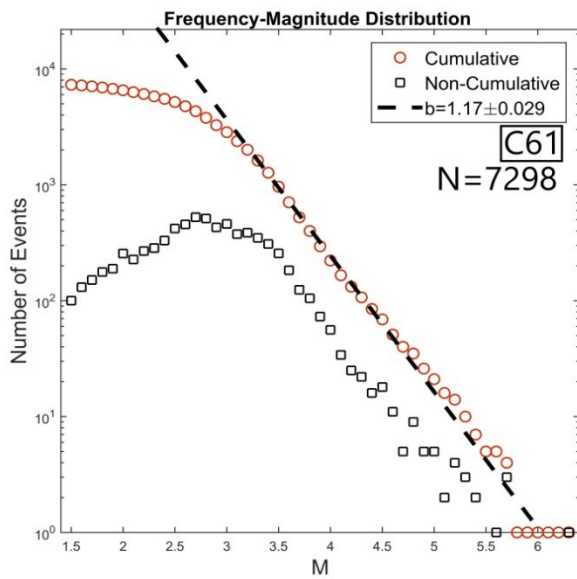
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C58 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



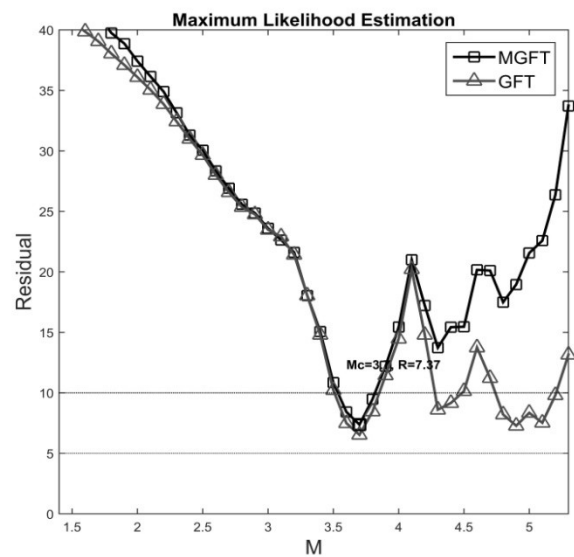
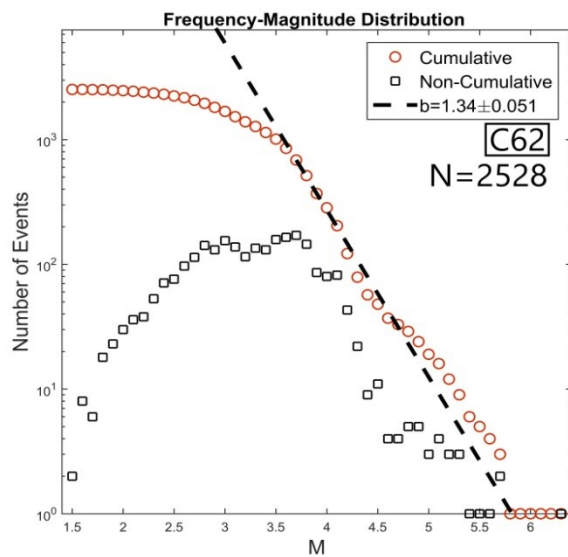
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C59 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



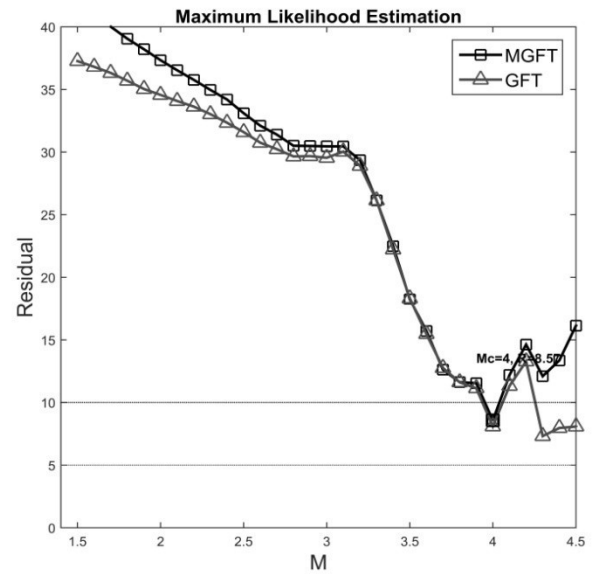
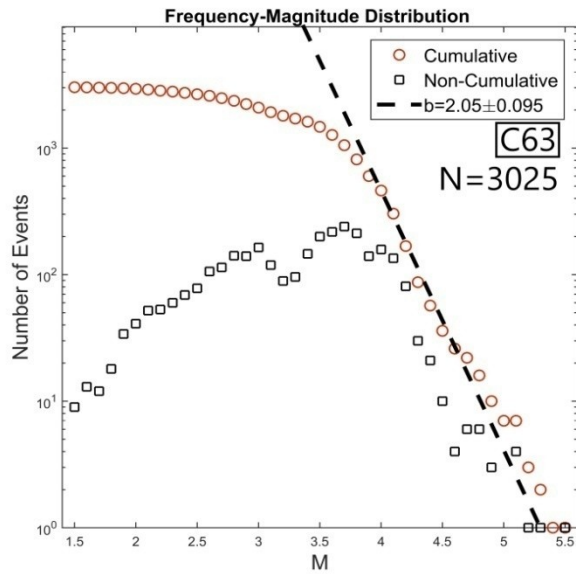
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C60 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



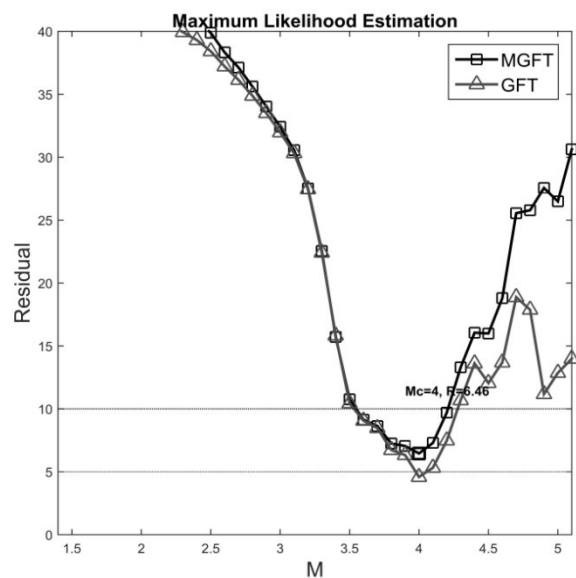
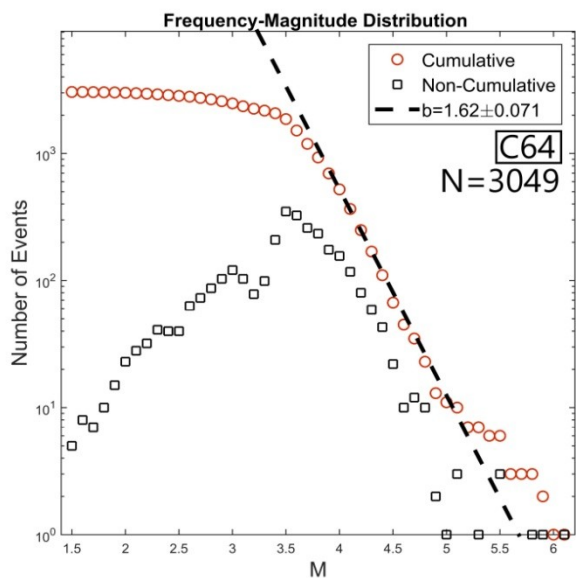
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C61 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



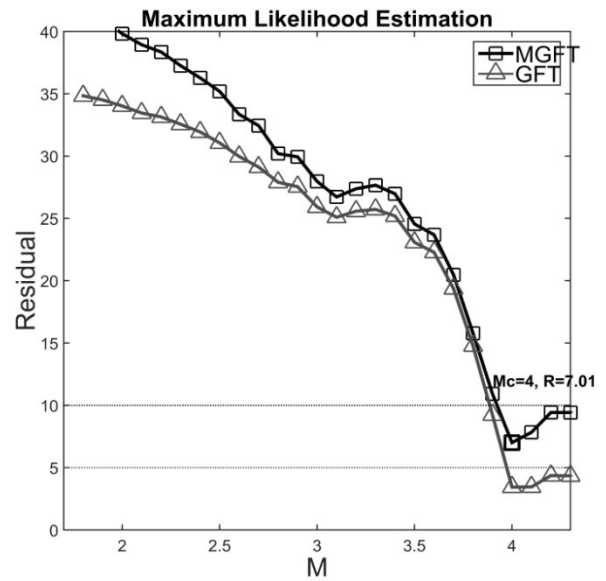
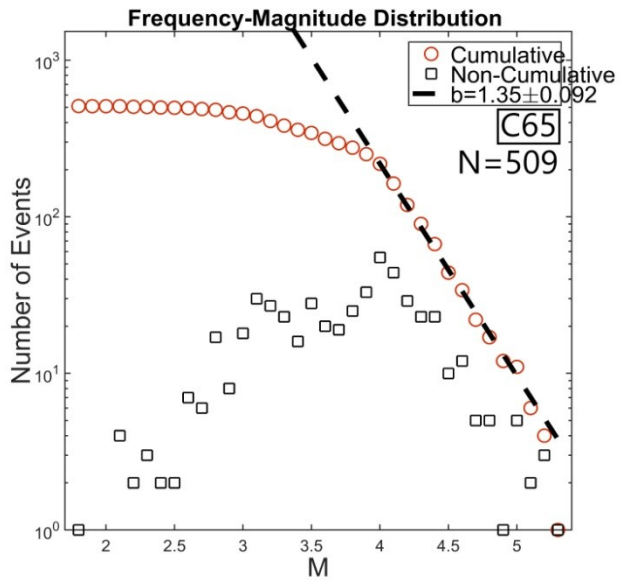
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C62 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



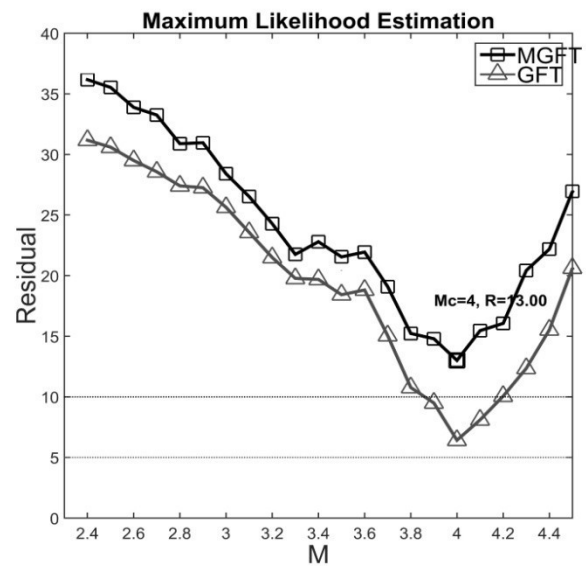
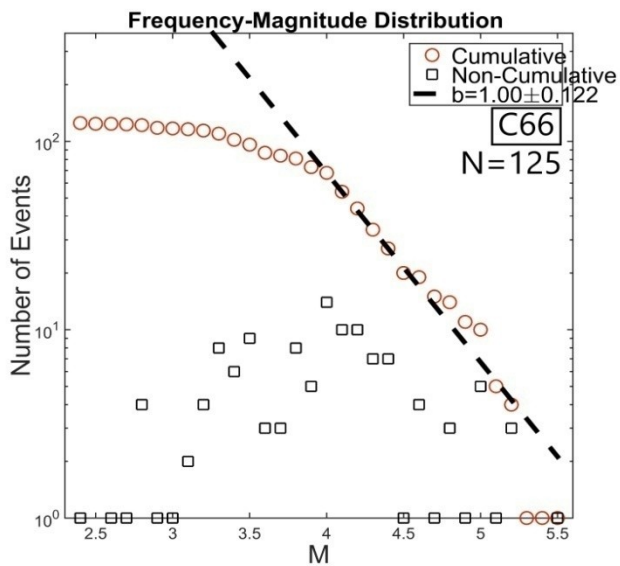
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C63 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



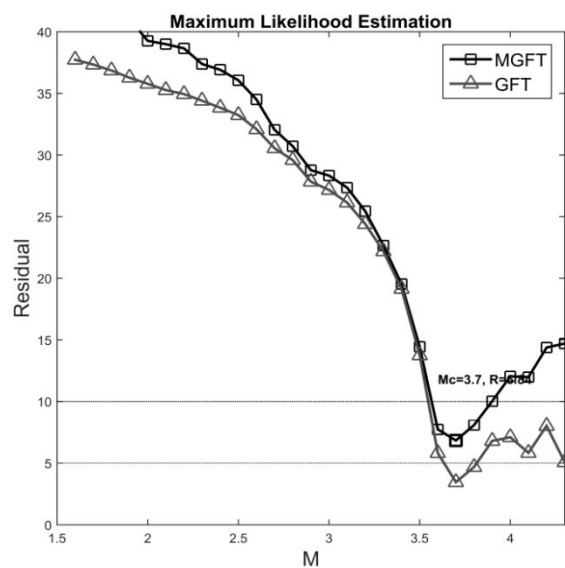
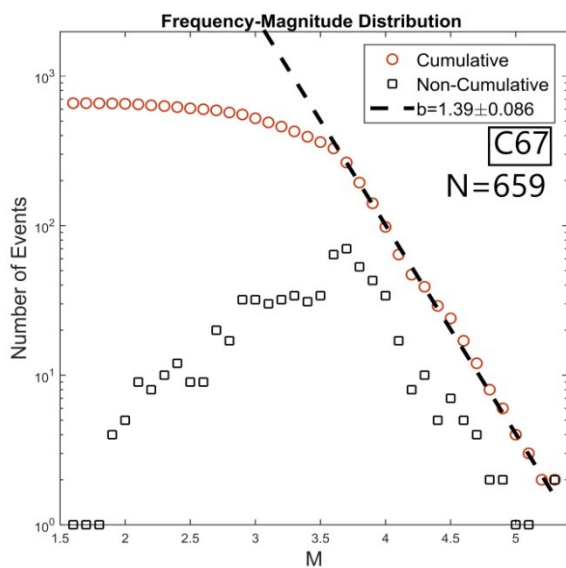
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C64 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



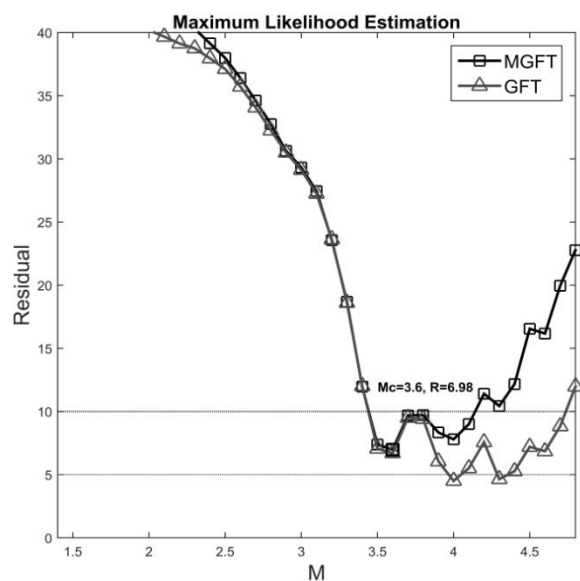
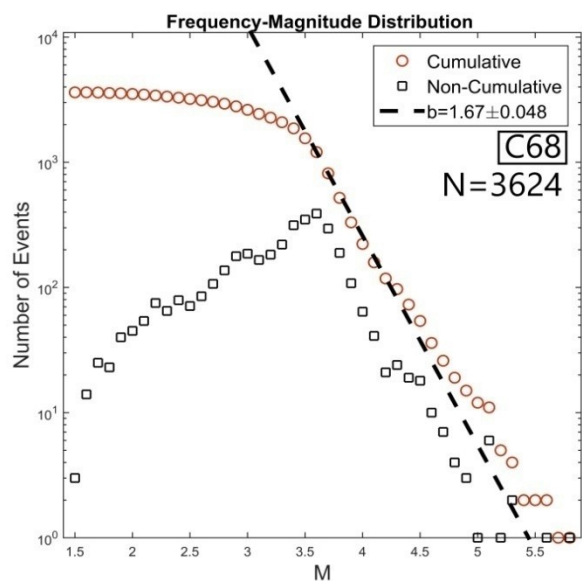
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C65 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



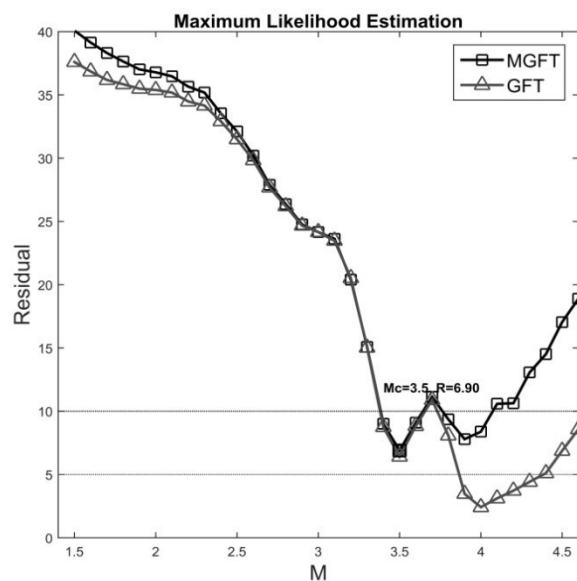
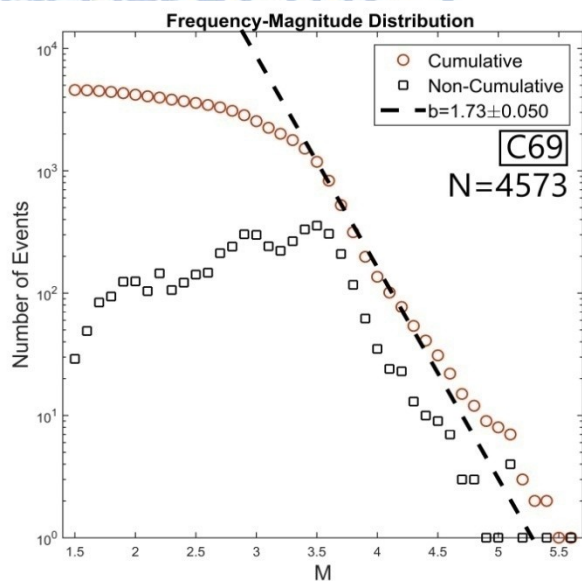
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C66 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



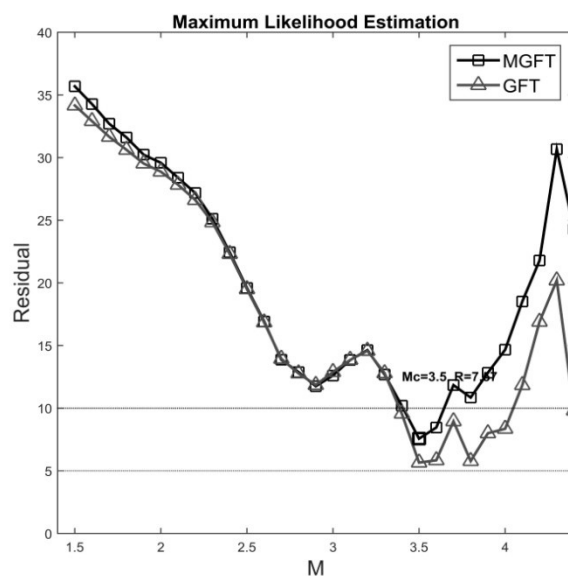
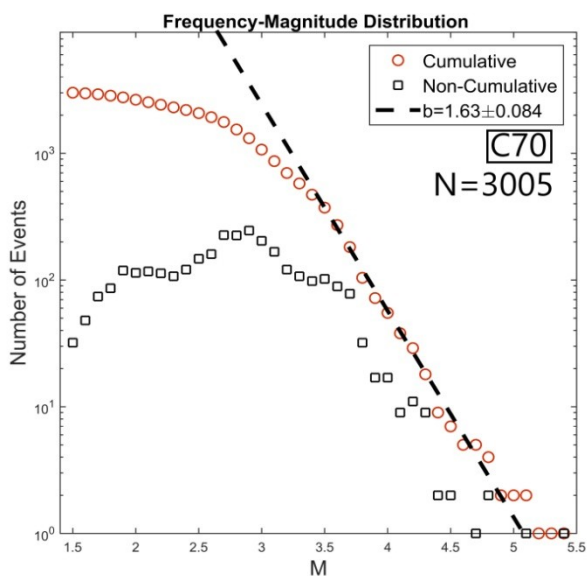
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C67 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



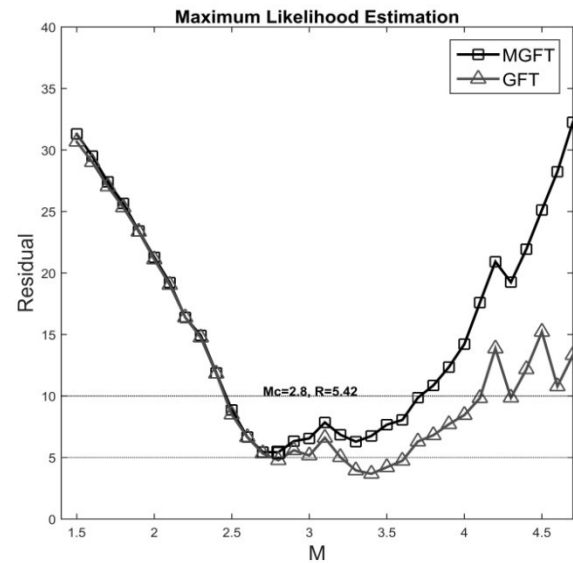
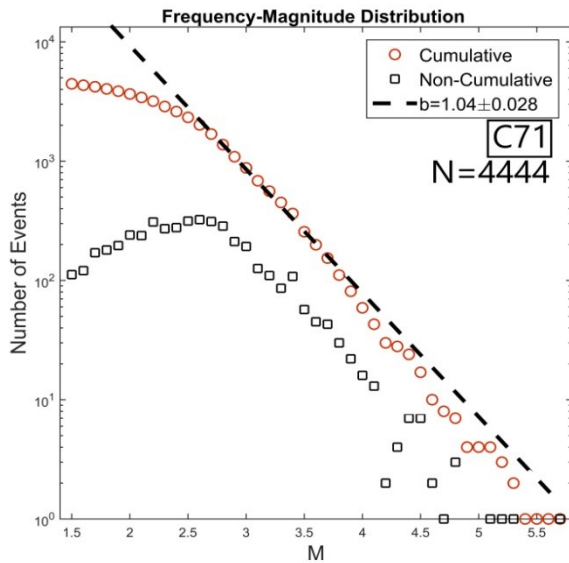
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C68 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



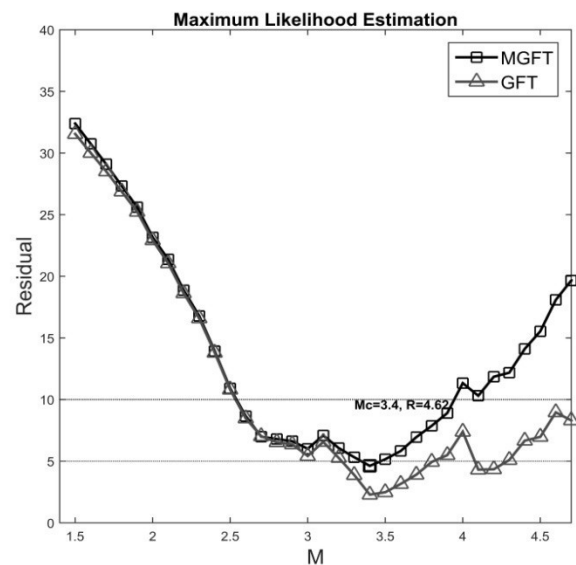
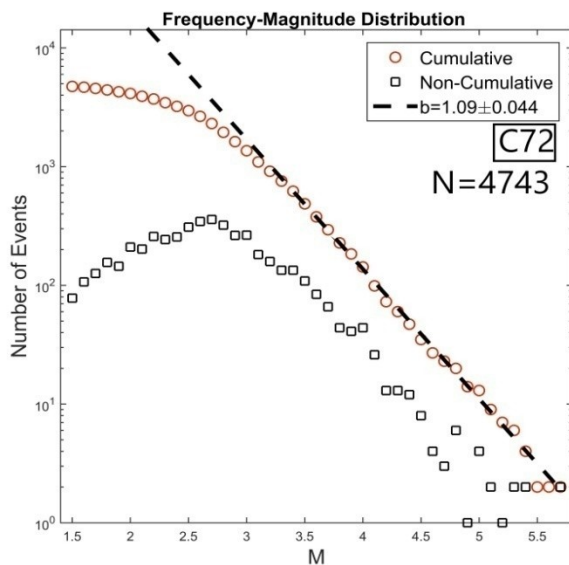
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C69 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



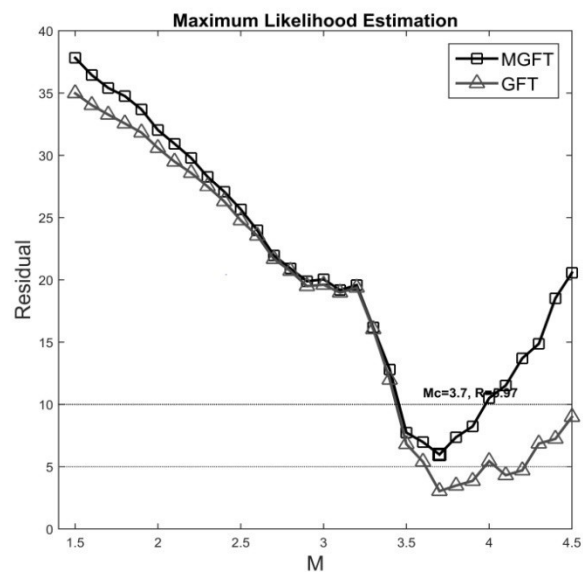
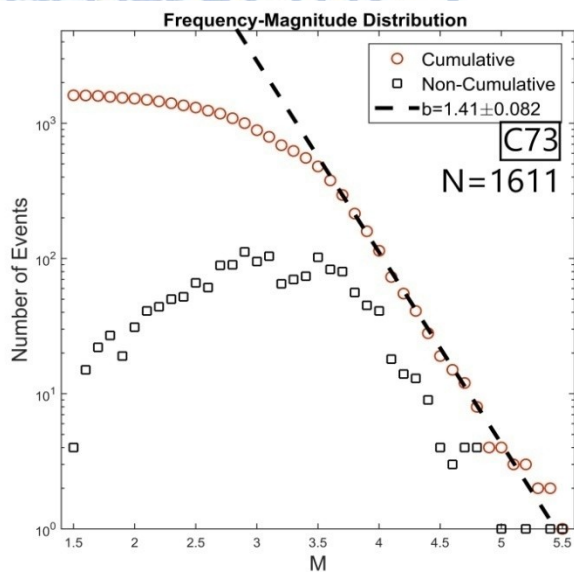
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C70 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



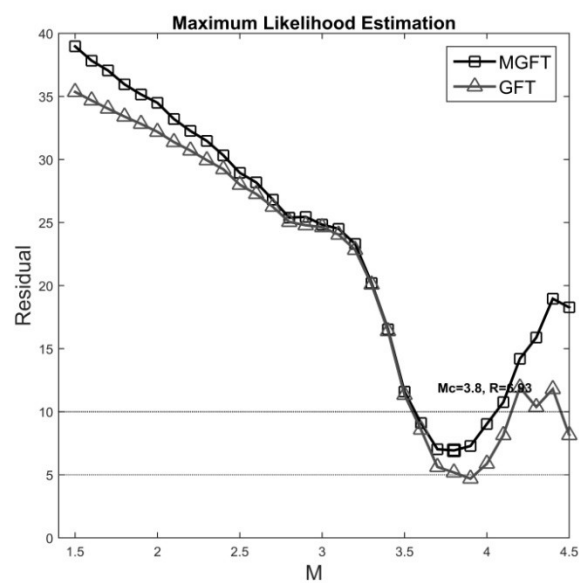
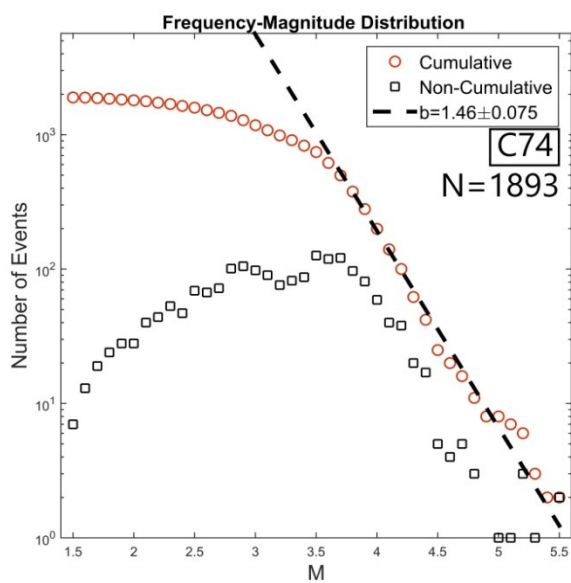
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C71 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



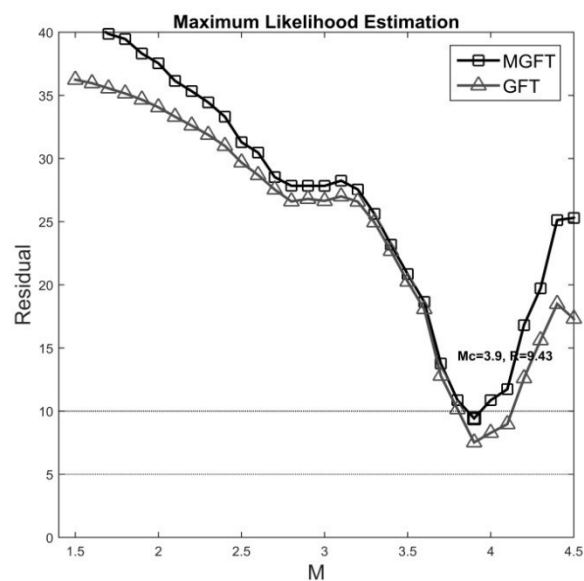
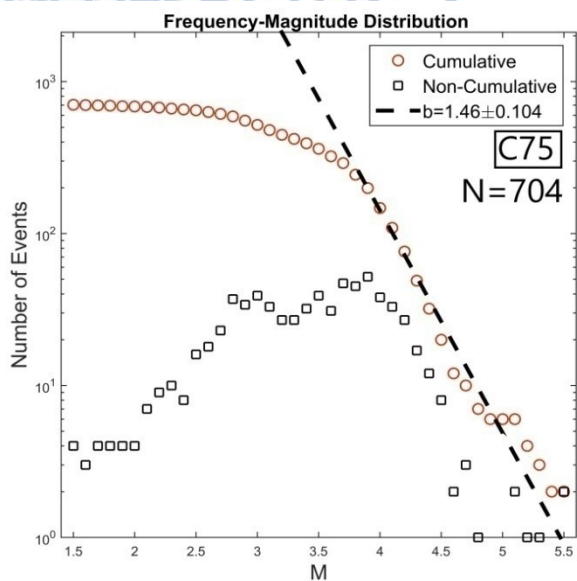
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C72 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



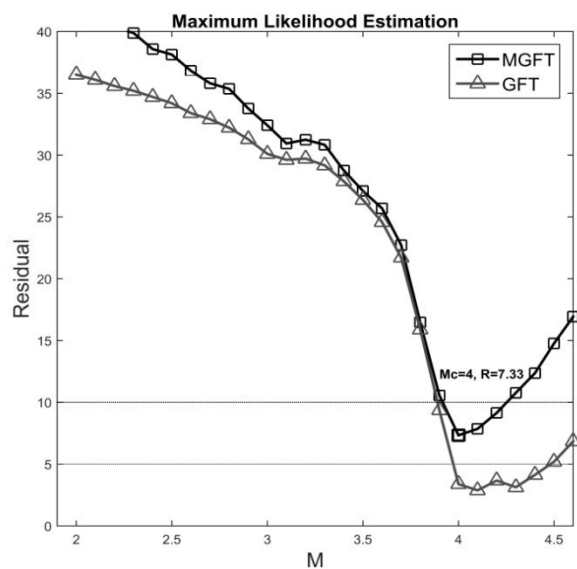
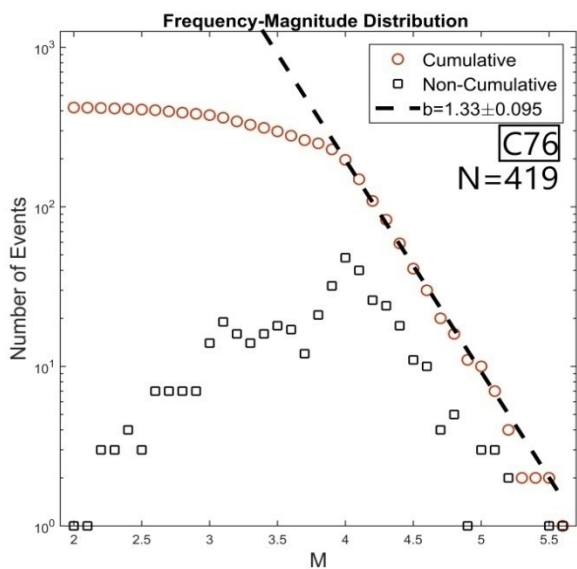
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C73 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



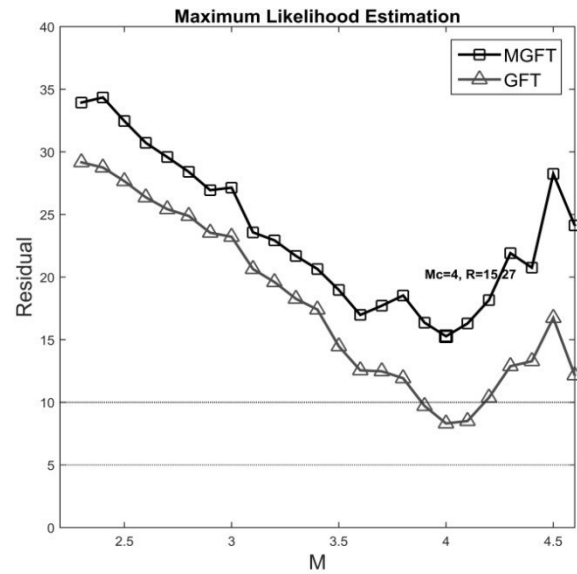
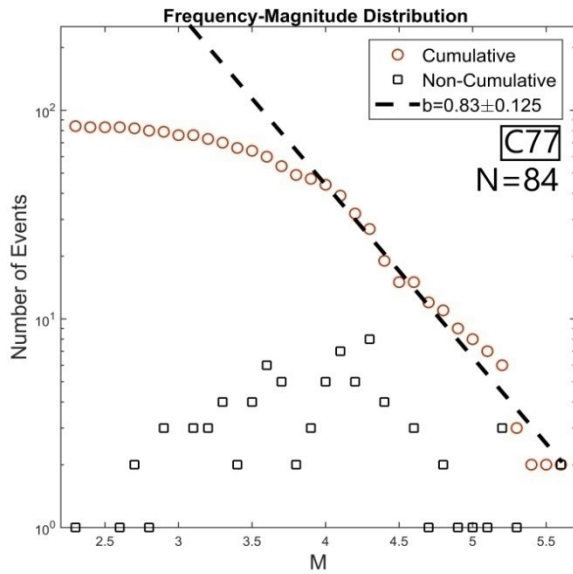
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C74 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



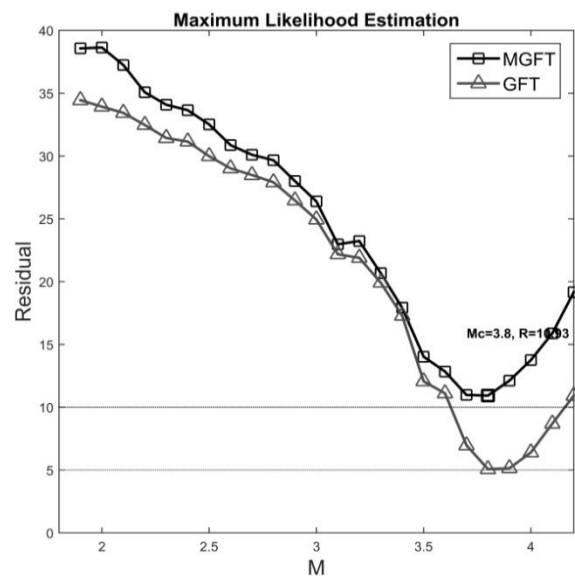
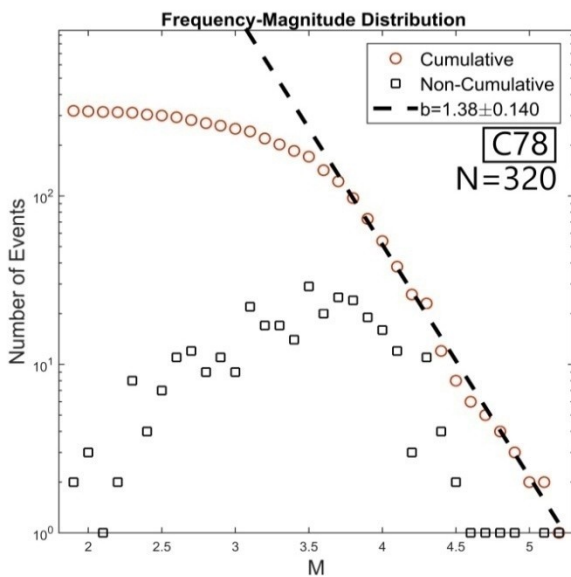
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C75 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



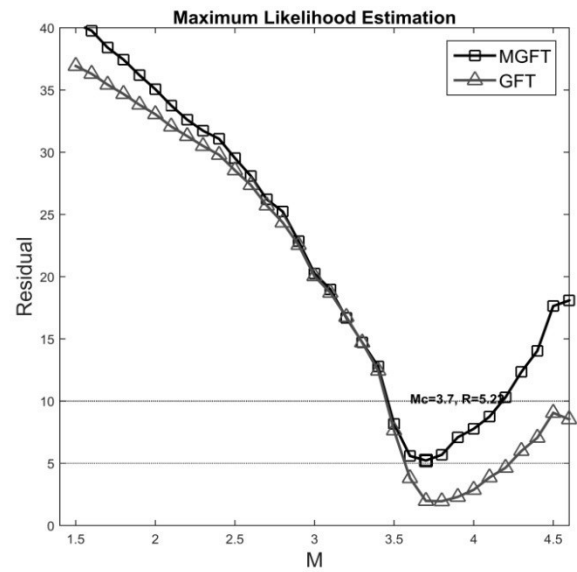
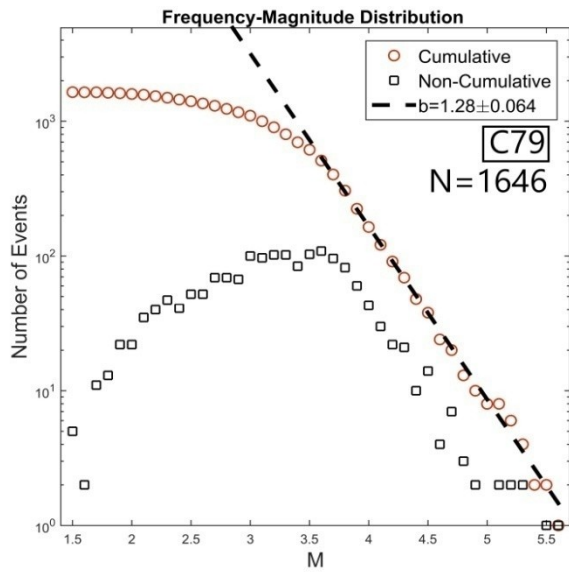
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C76 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



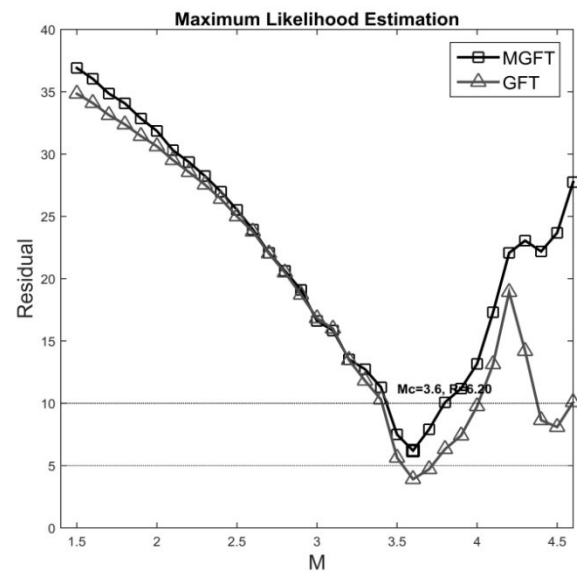
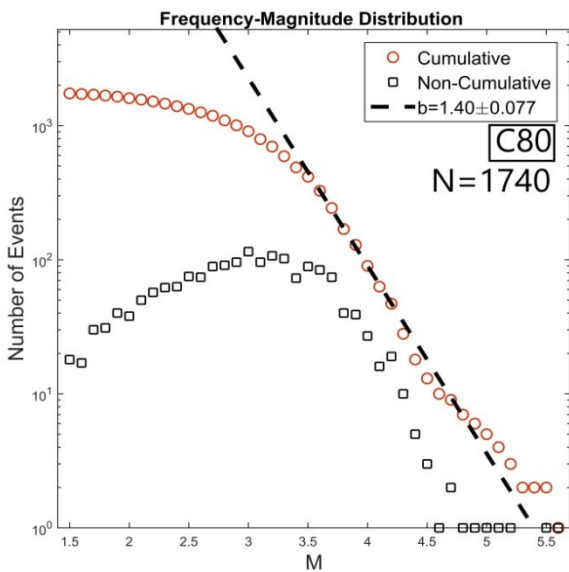
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C77 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



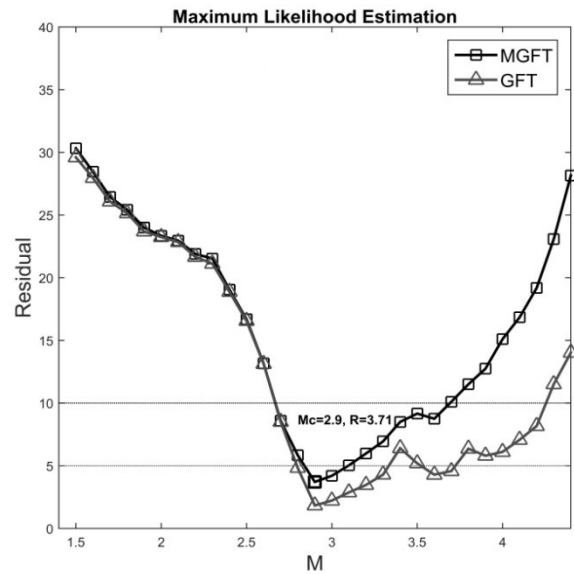
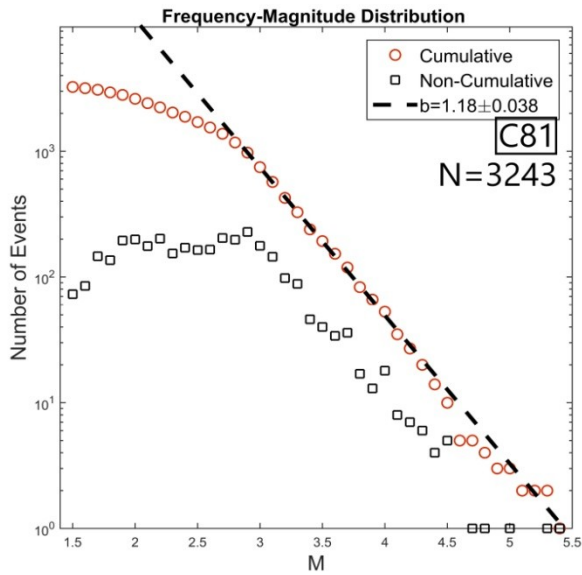
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C78 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



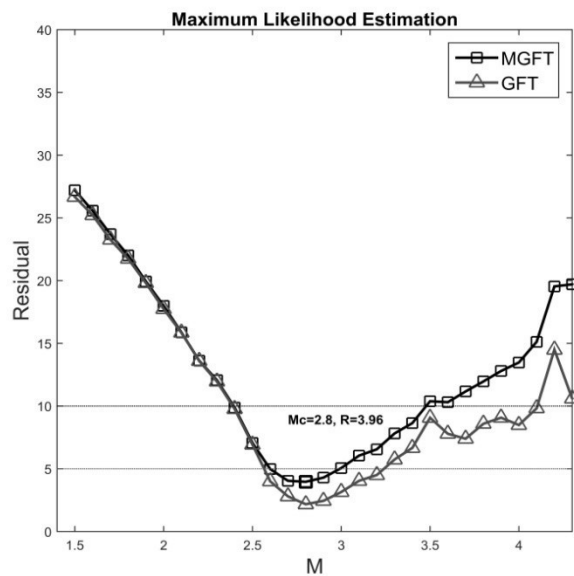
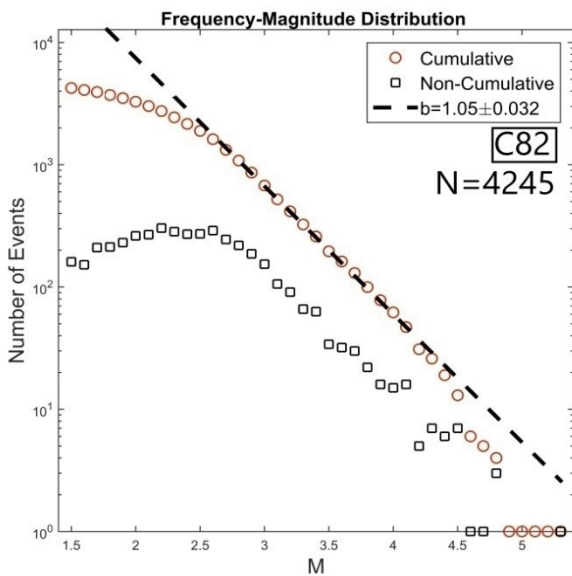
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C79 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



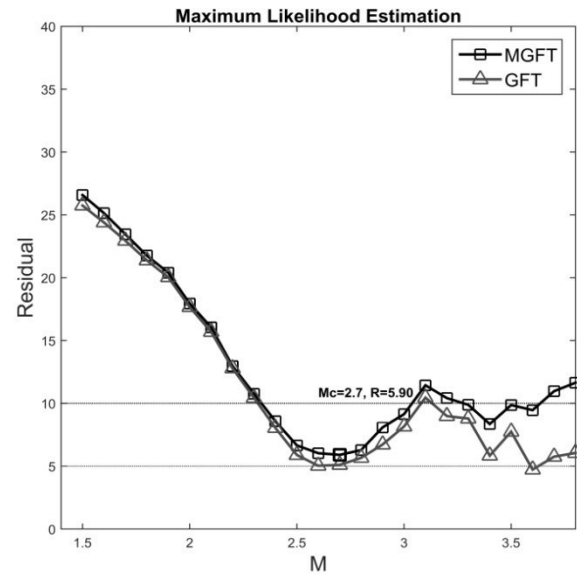
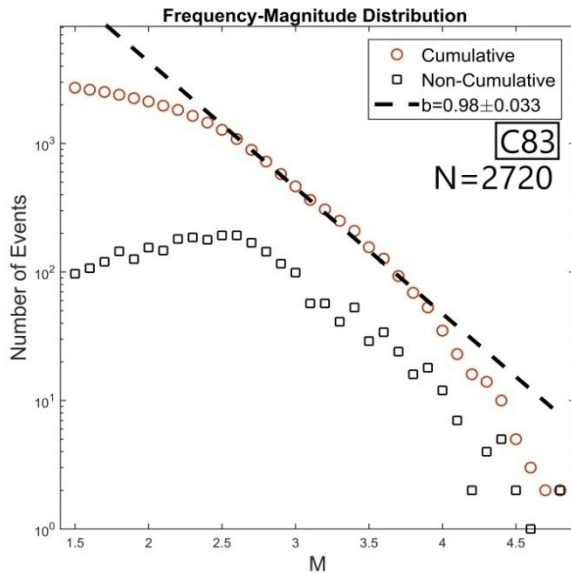
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C80 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



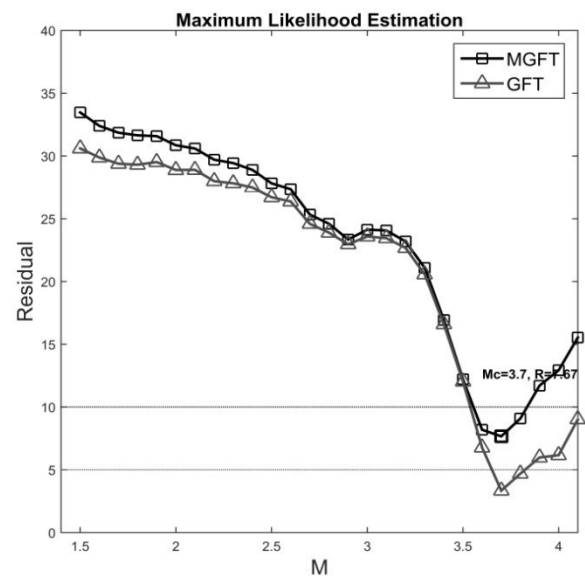
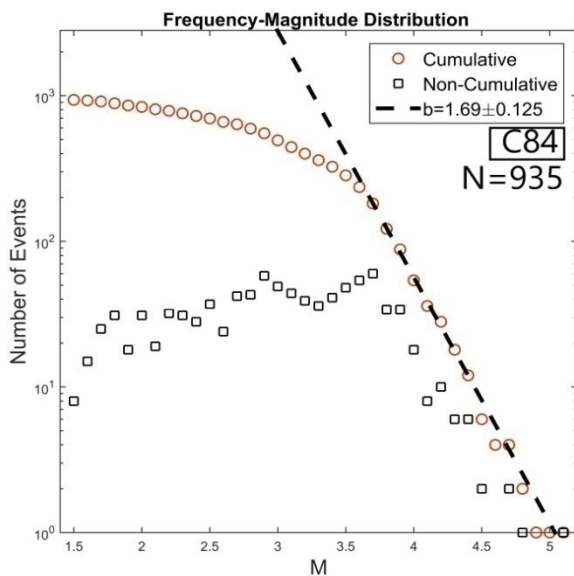
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C81 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



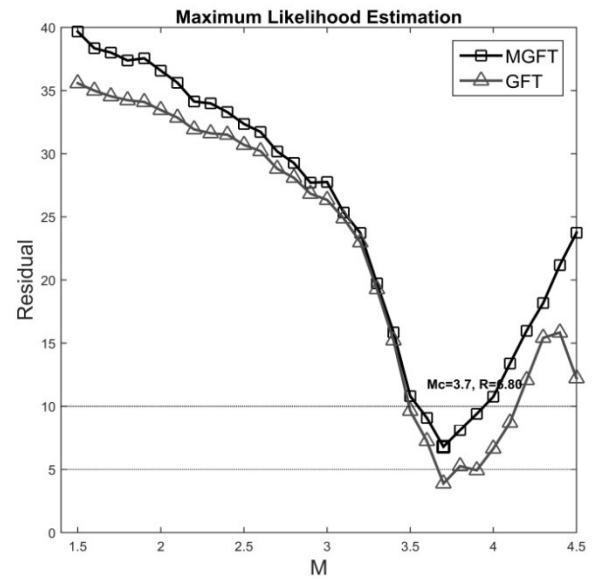
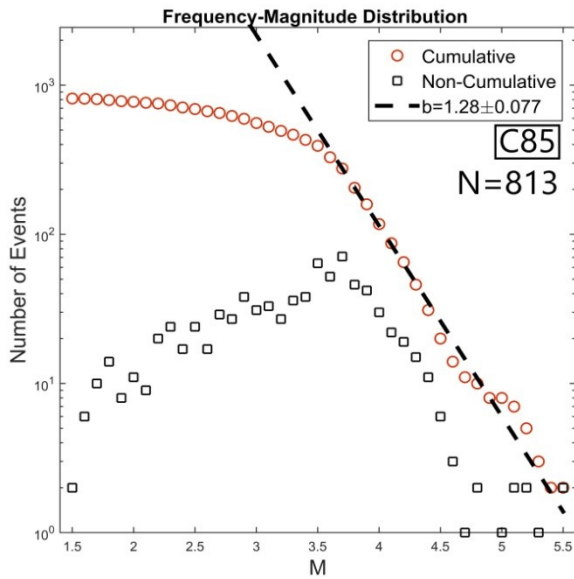
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C82 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



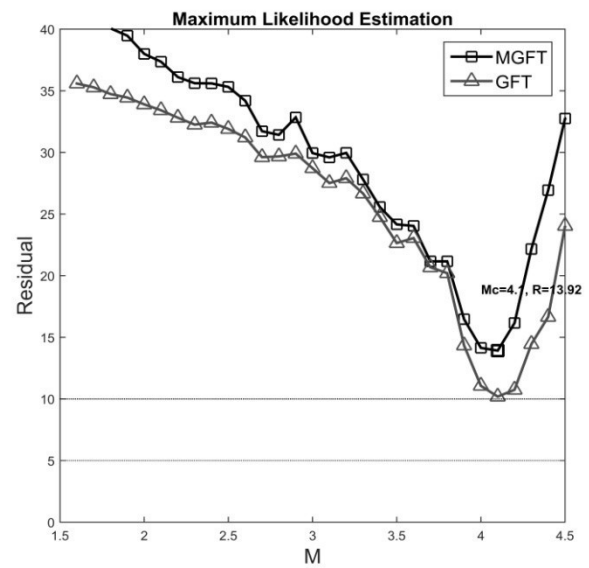
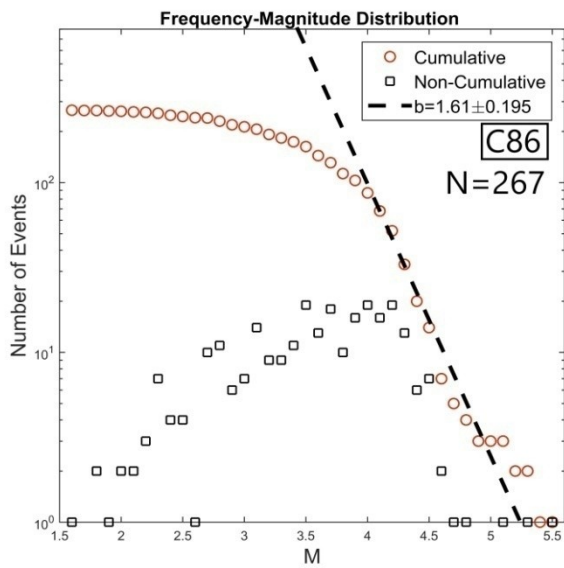
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C83 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



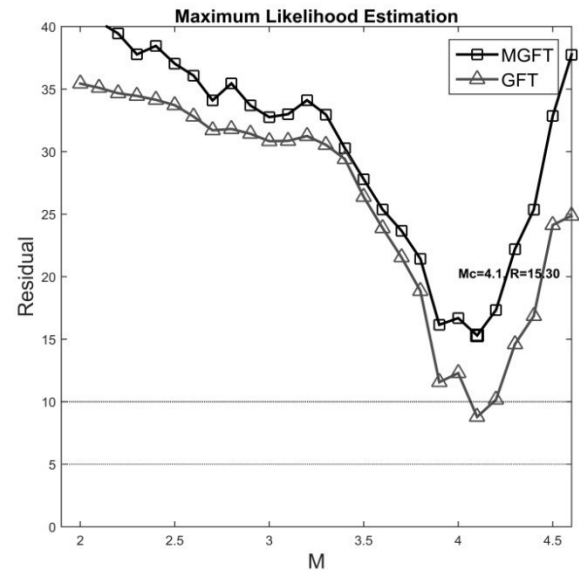
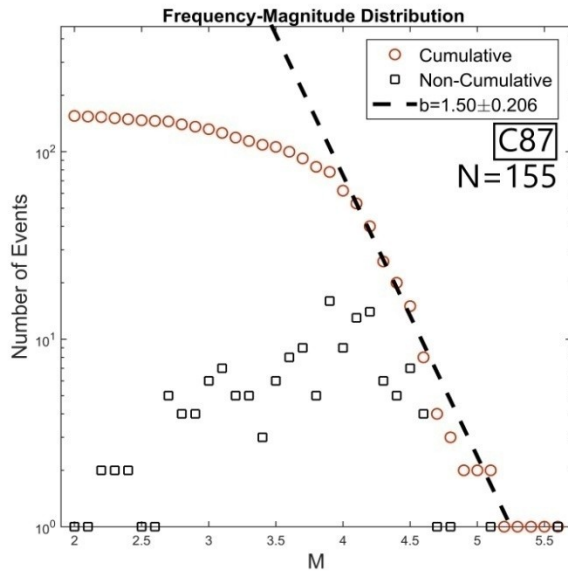
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C84 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



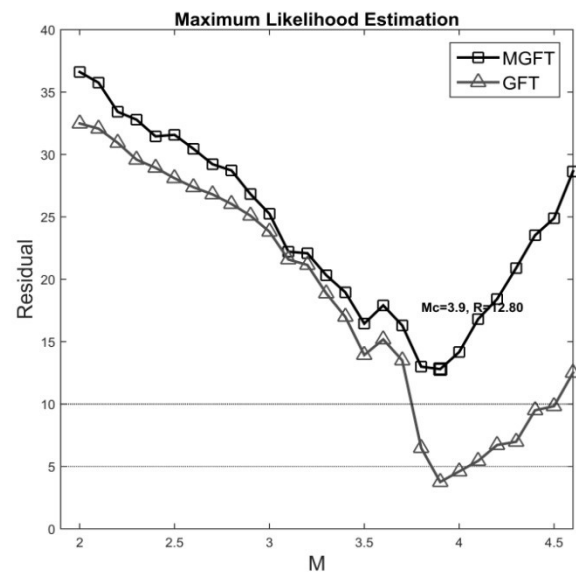
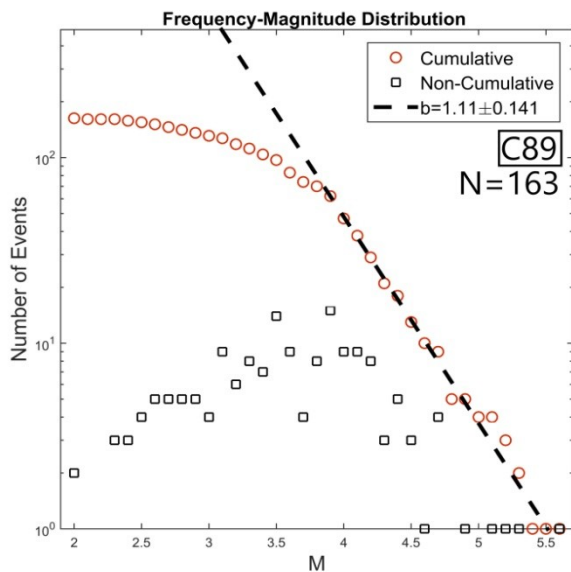
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C85 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



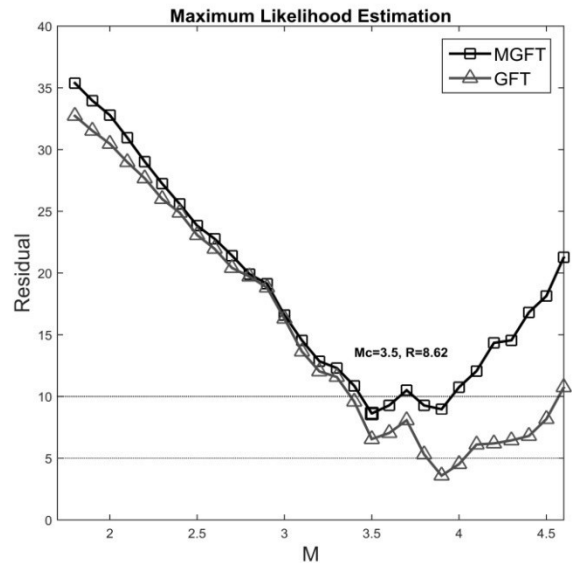
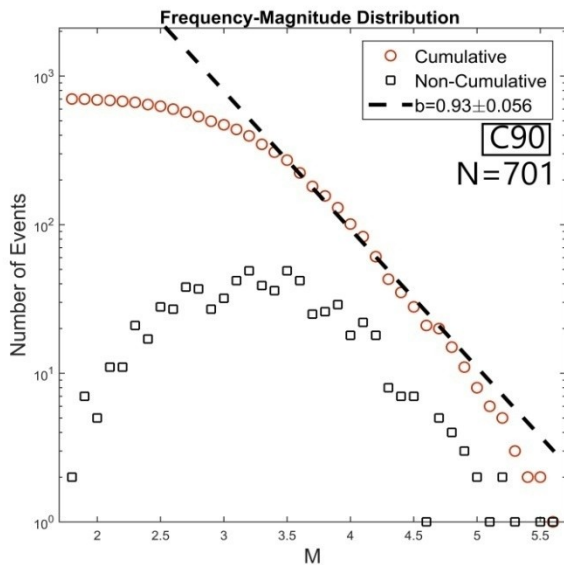
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C86 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



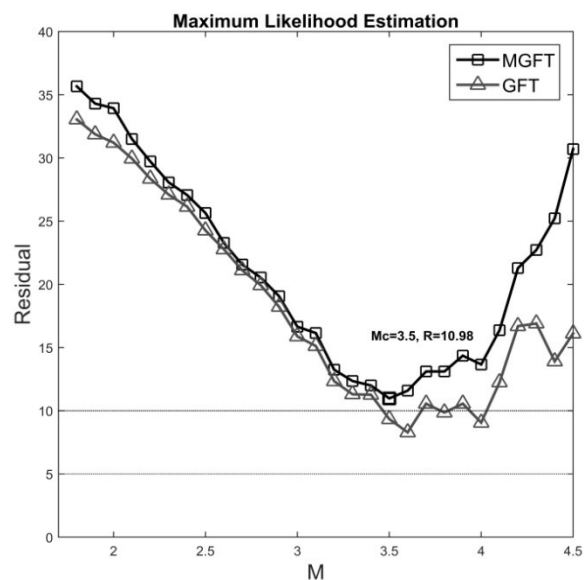
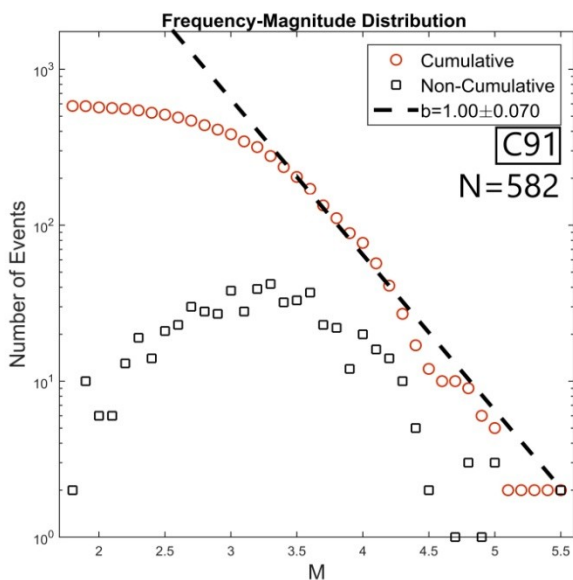
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C87 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



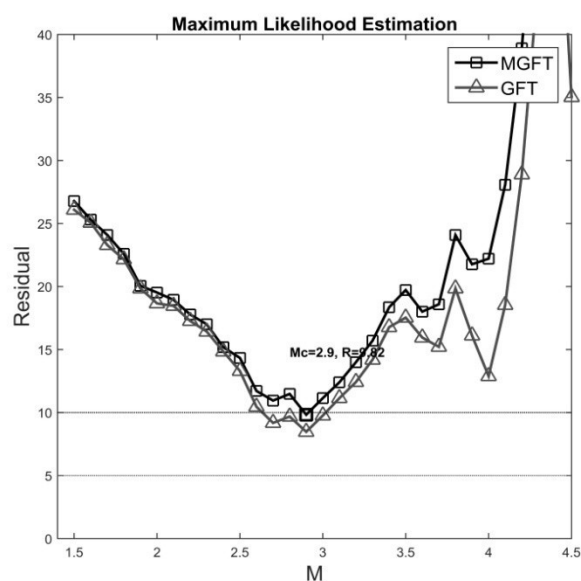
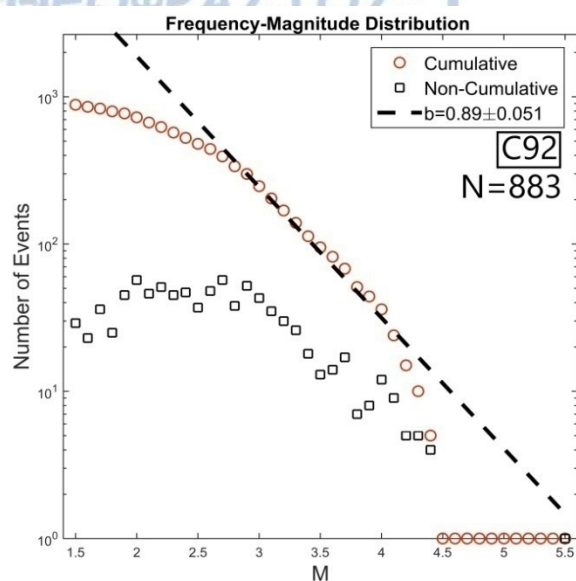
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C89 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



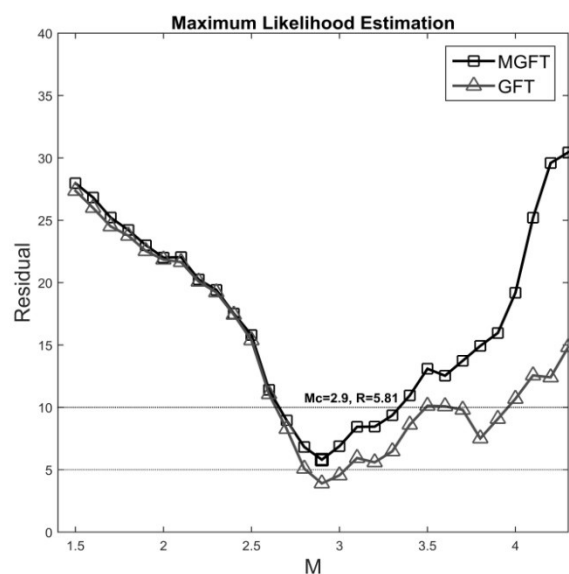
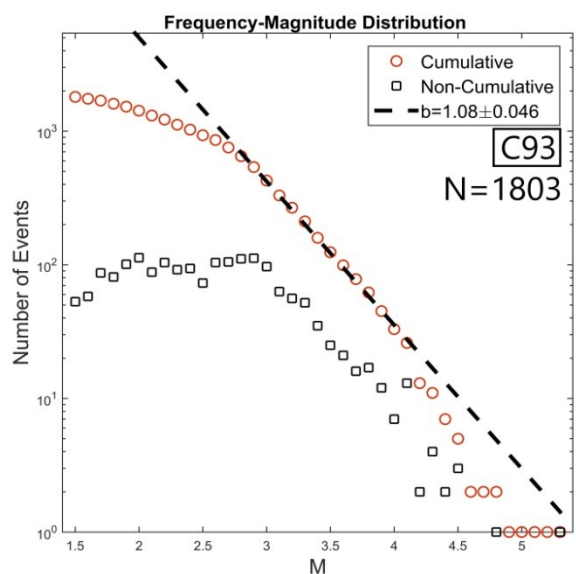
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C90 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



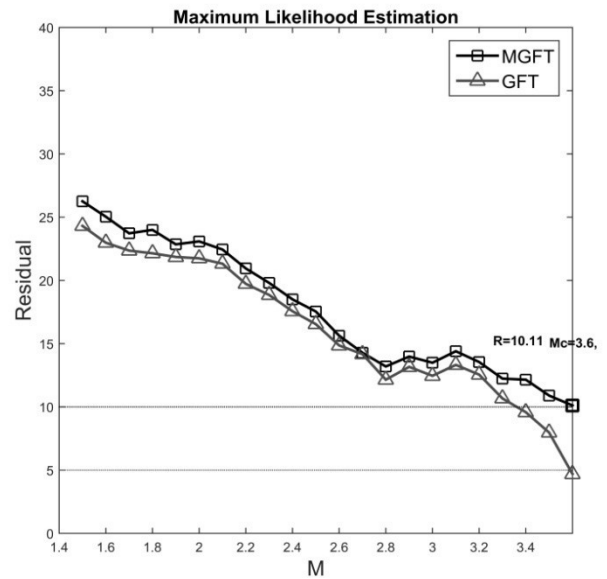
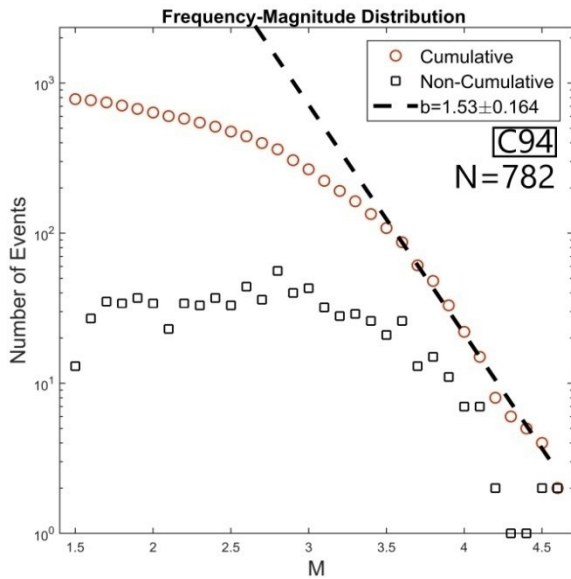
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C91 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



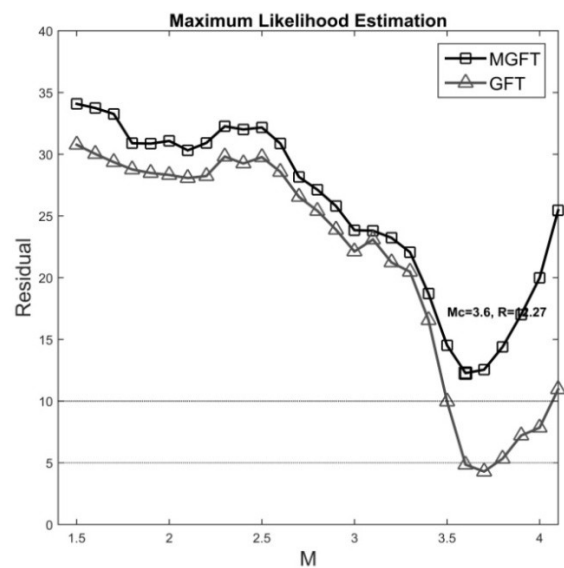
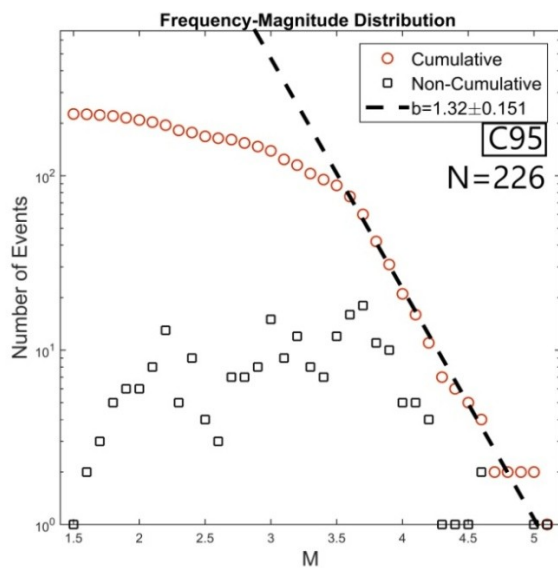
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C92 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



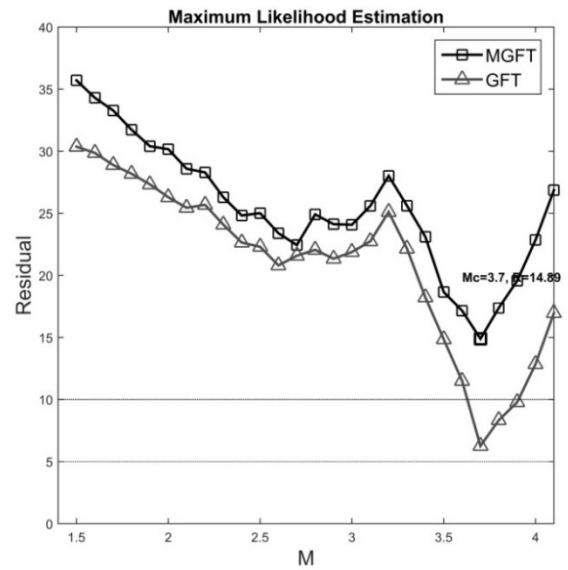
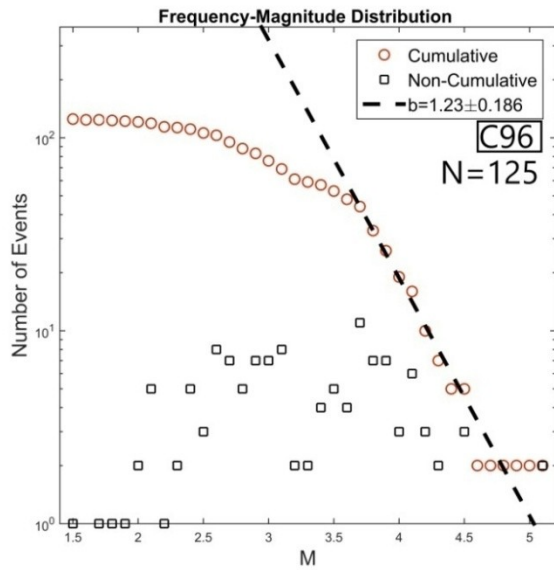
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C93 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.



Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C94 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.

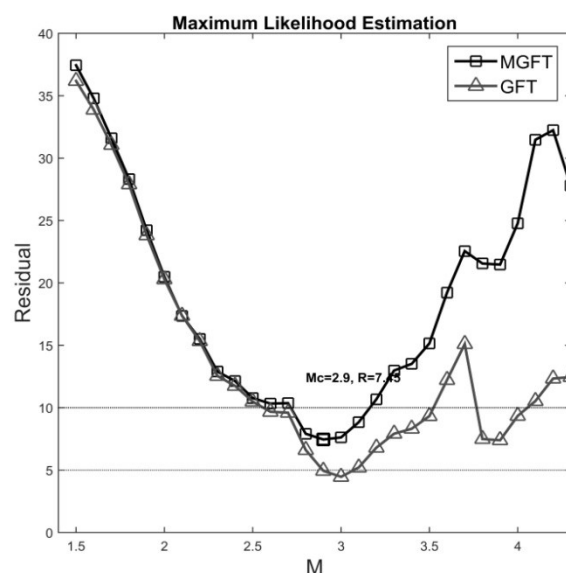
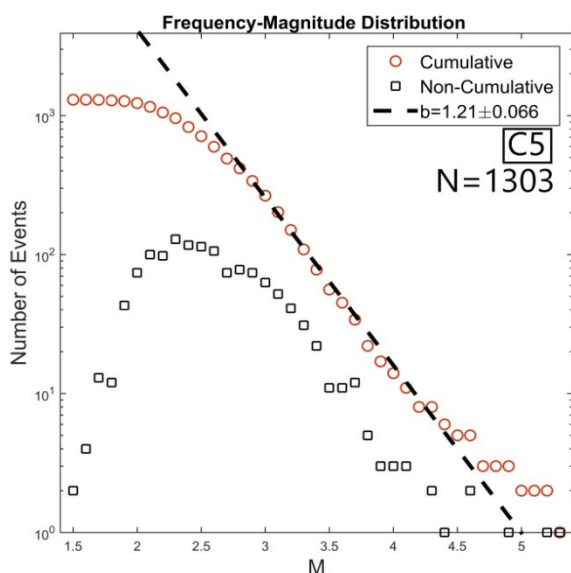


Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C95 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.

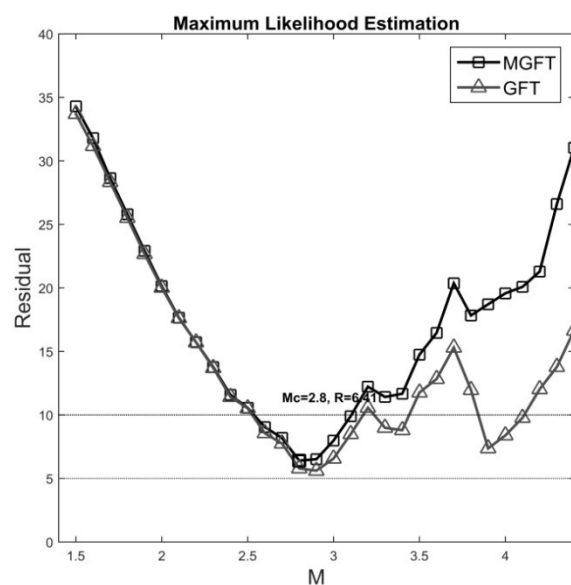
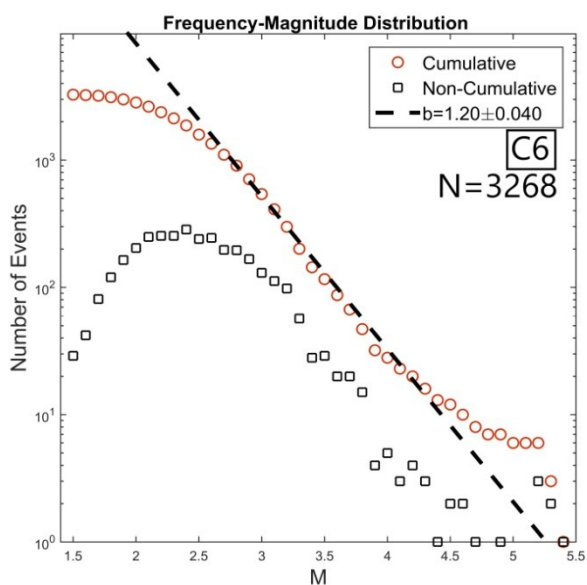


Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C96 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2000 μέχρι το 2010.

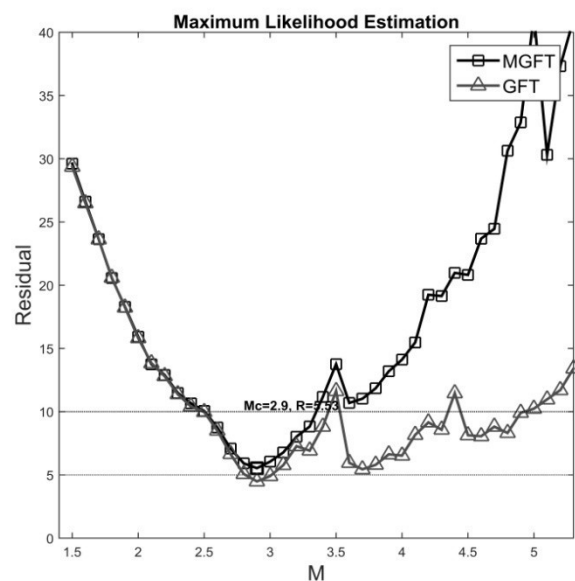
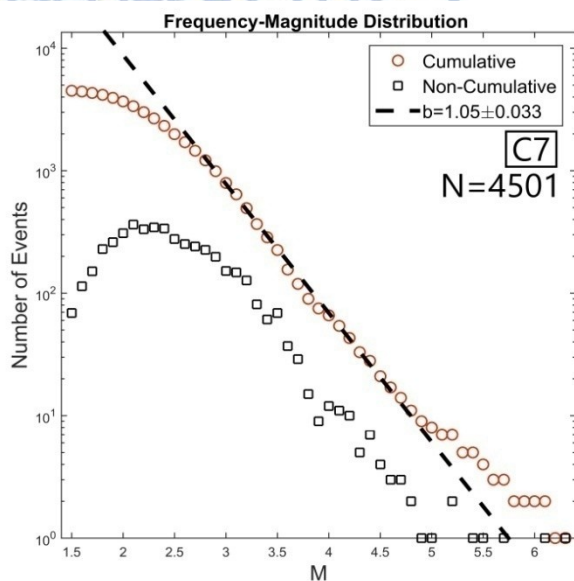
Αναλυτικά τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της μεθόδου MGFT για τον κατάλογο σεισμών 2010-2017 για τους 99 κύκλους που χωρίστηκε ο Ελληνικός χώρος.



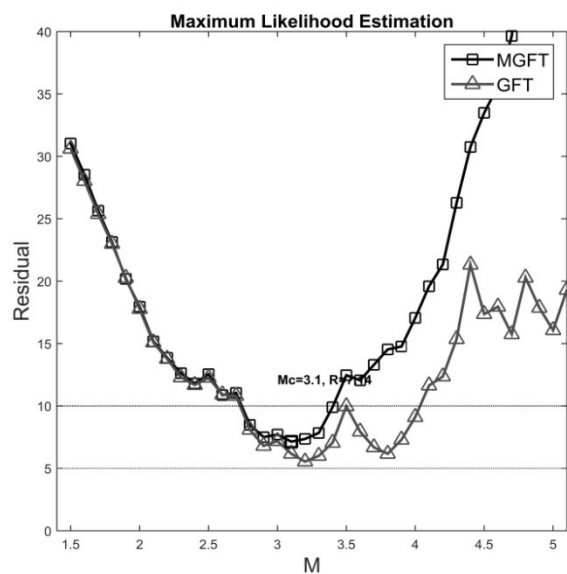
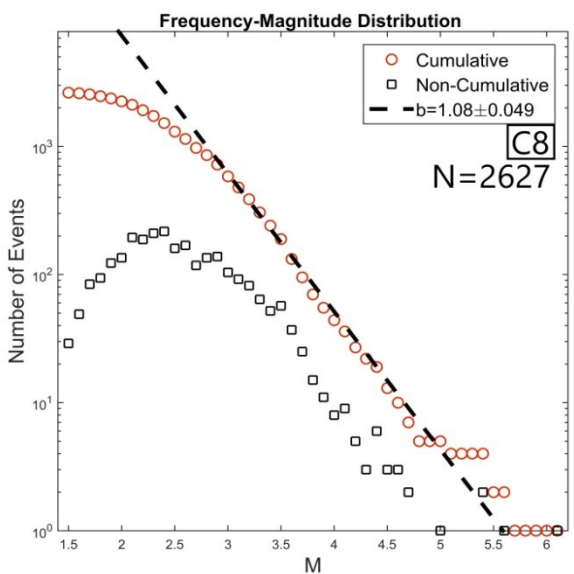
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C5 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



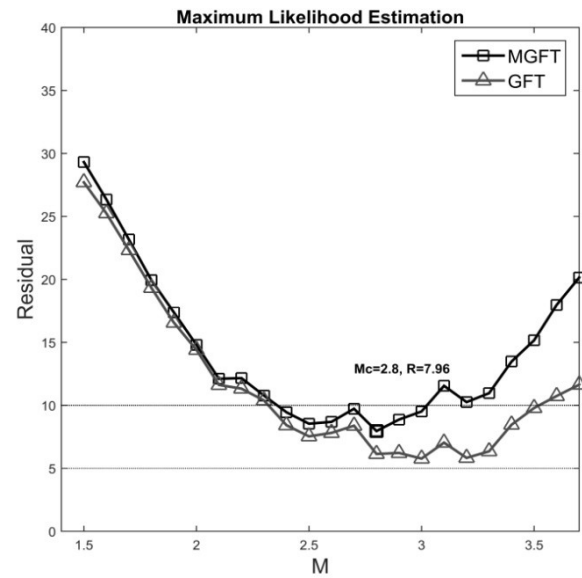
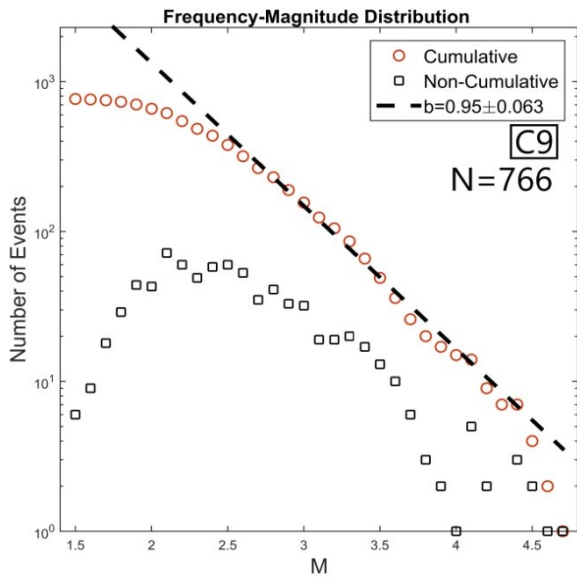
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C6 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



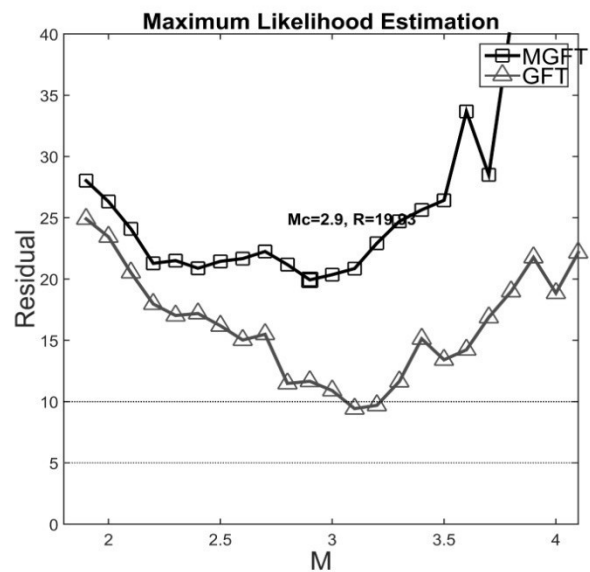
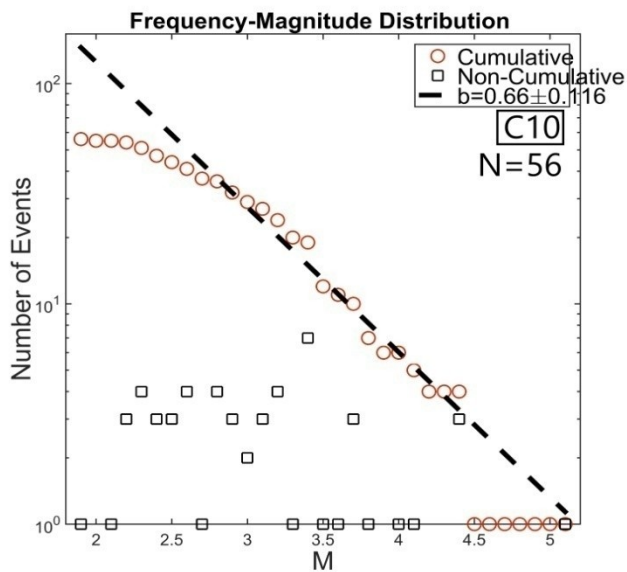
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C7 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



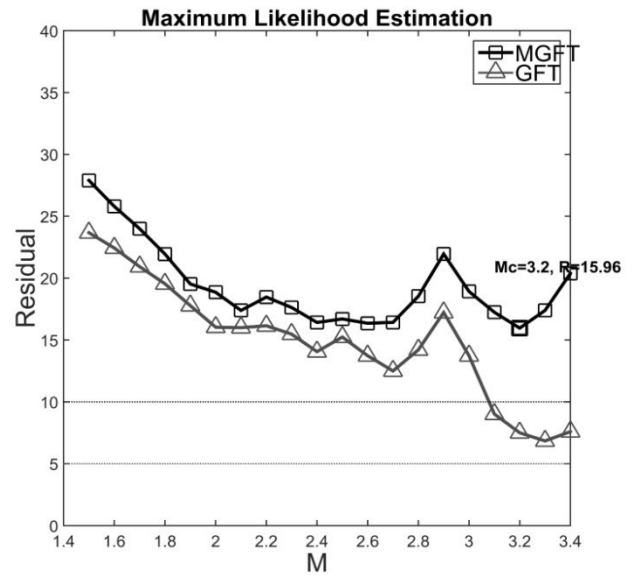
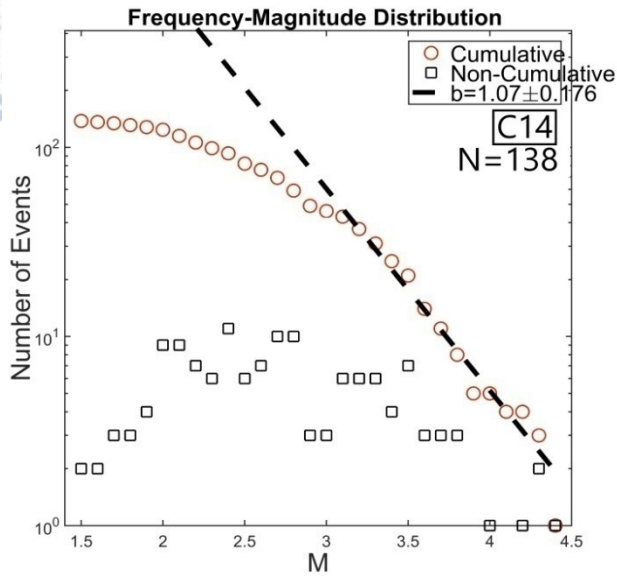
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C8 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



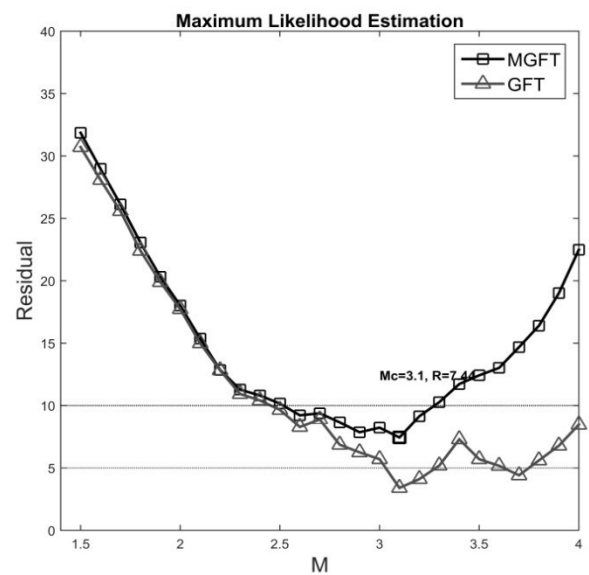
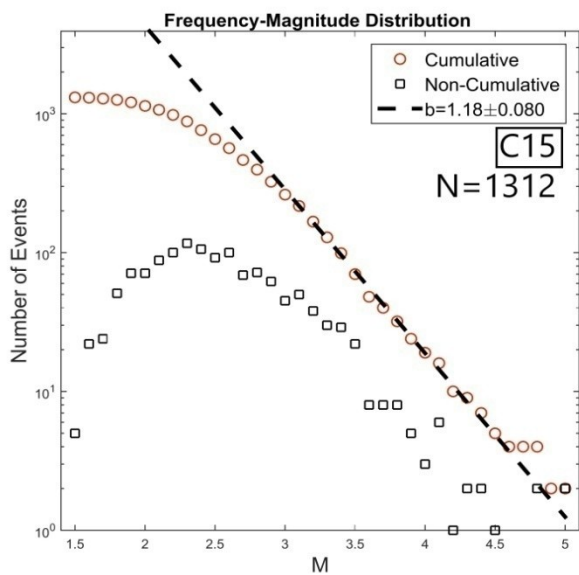
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C9 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



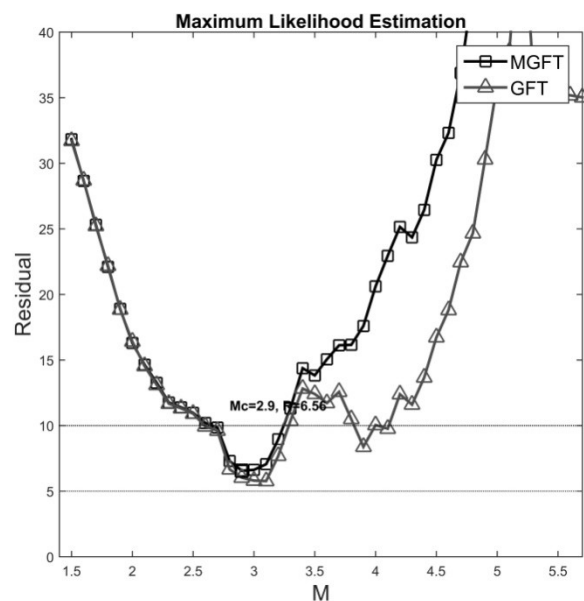
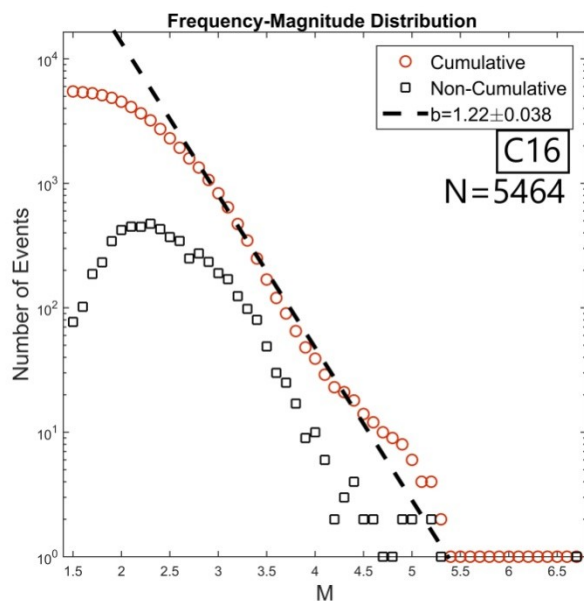
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C10 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



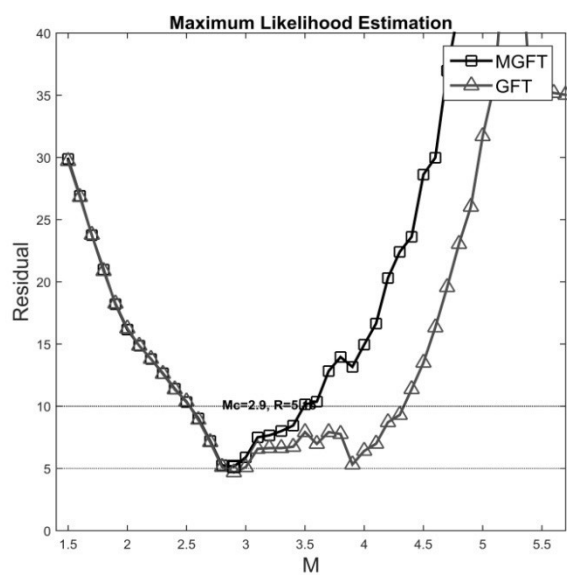
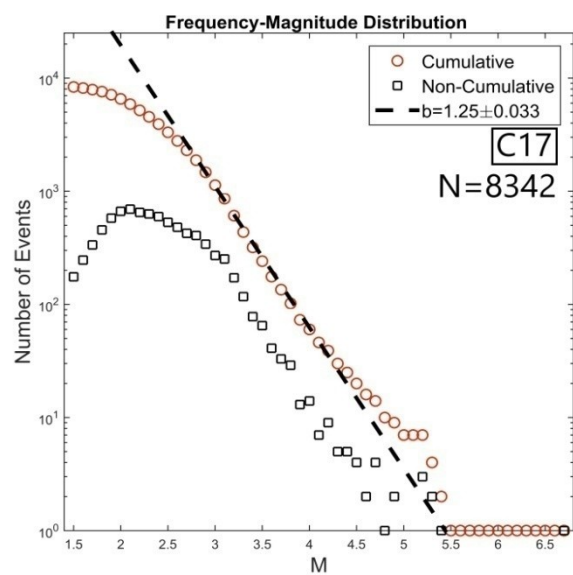
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C14 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



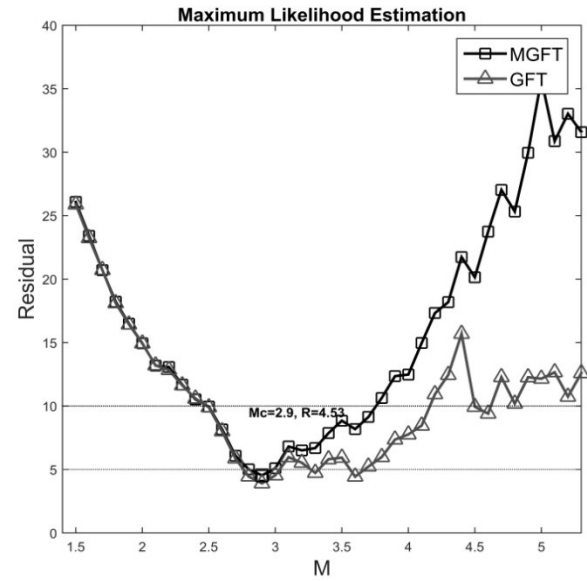
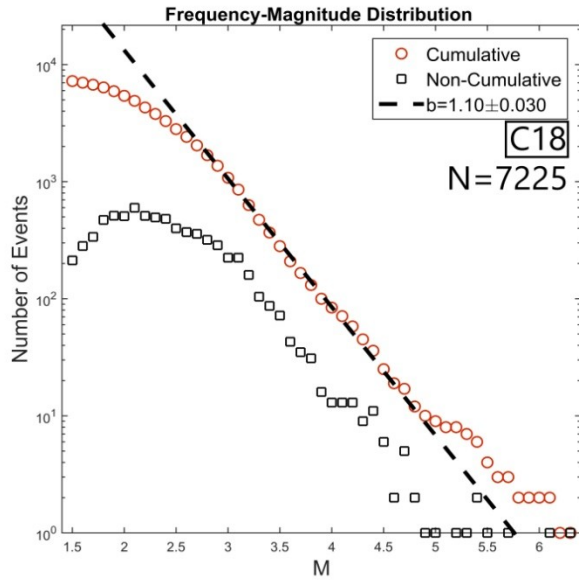
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C15 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



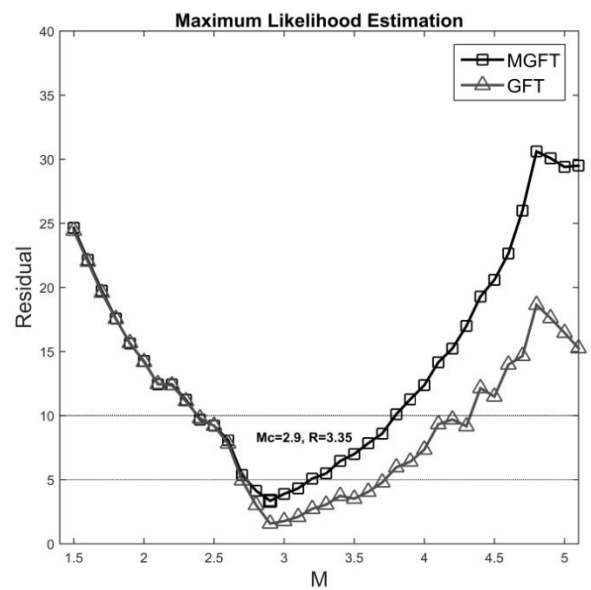
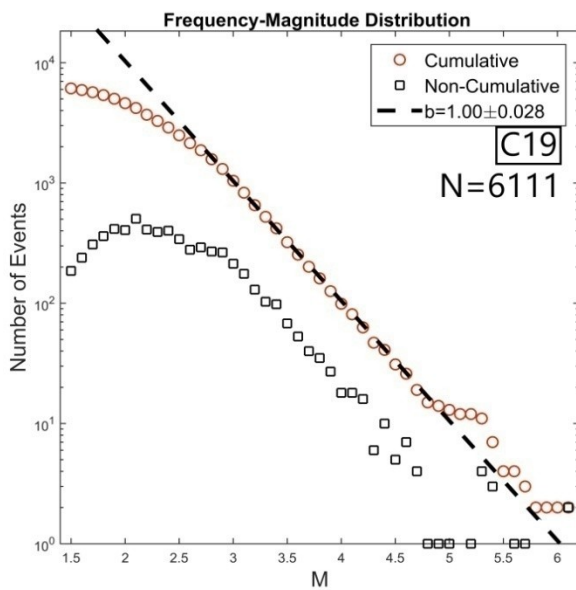
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C16 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



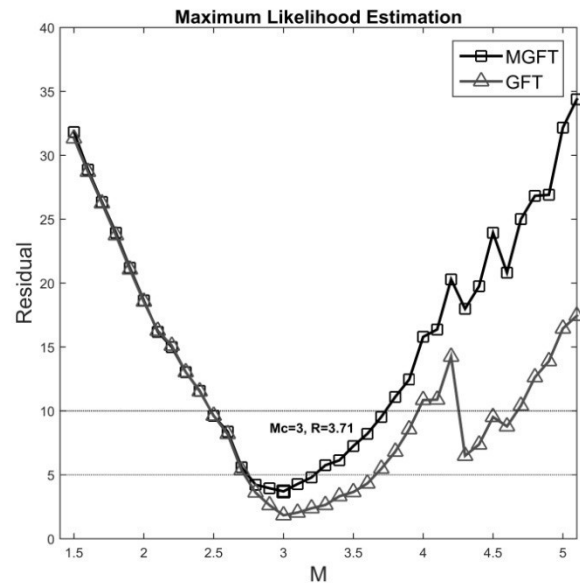
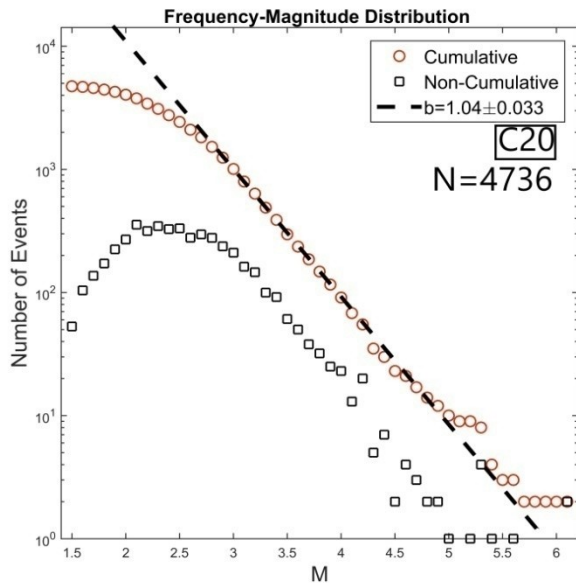
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C17 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



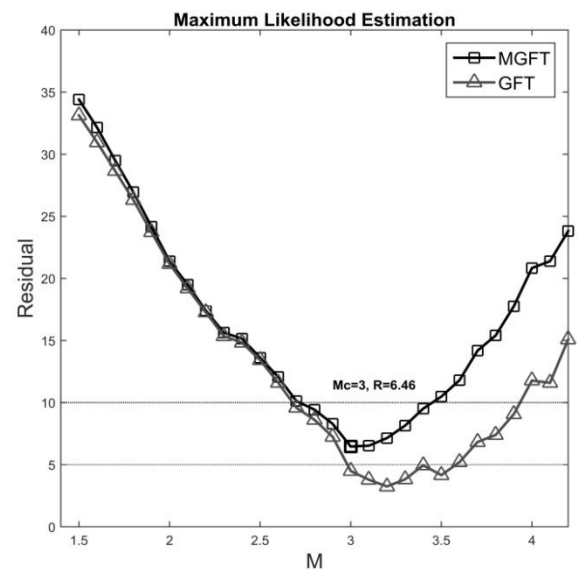
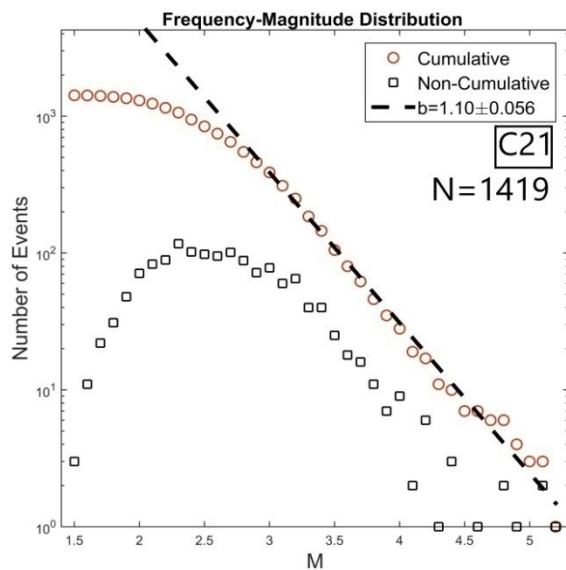
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C18 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



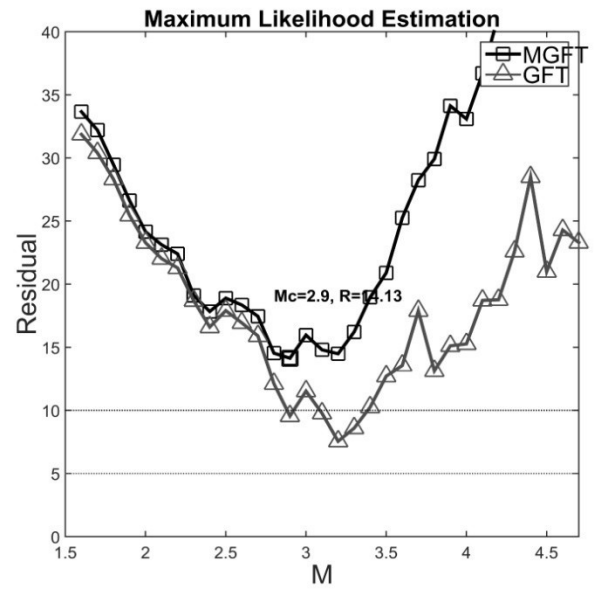
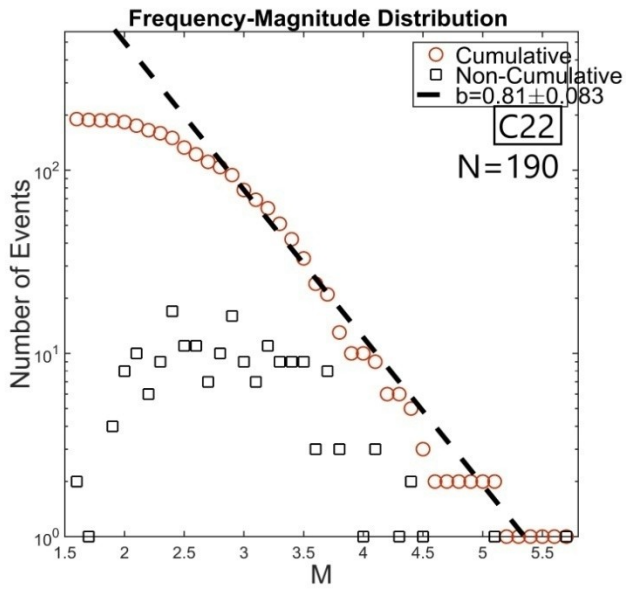
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C19 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



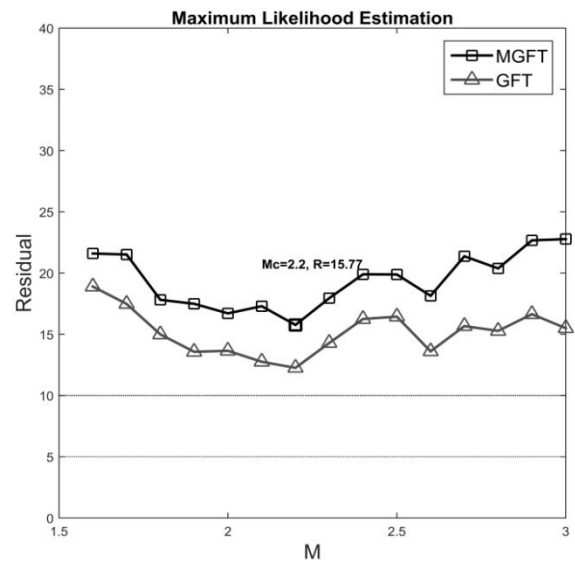
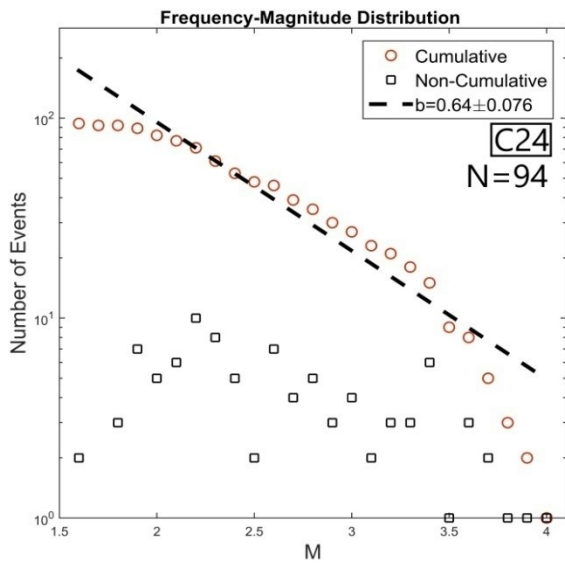
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C20 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



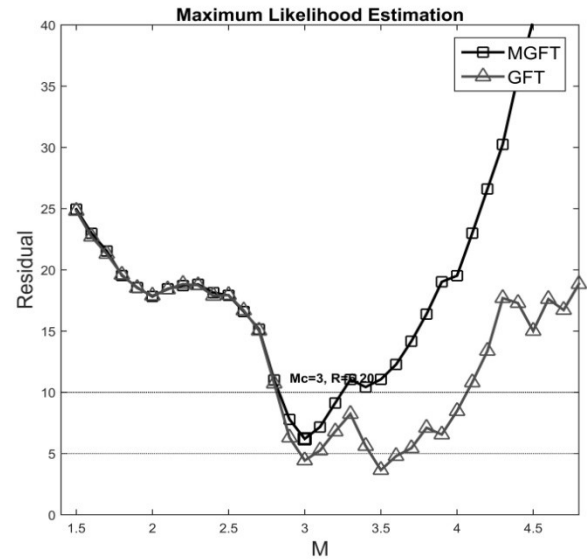
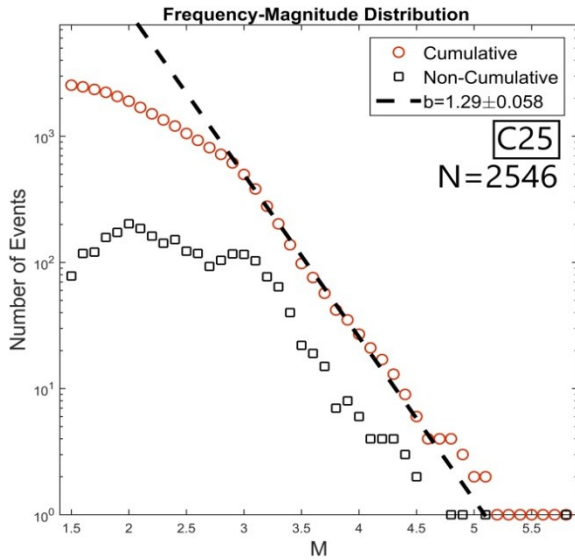
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C21 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



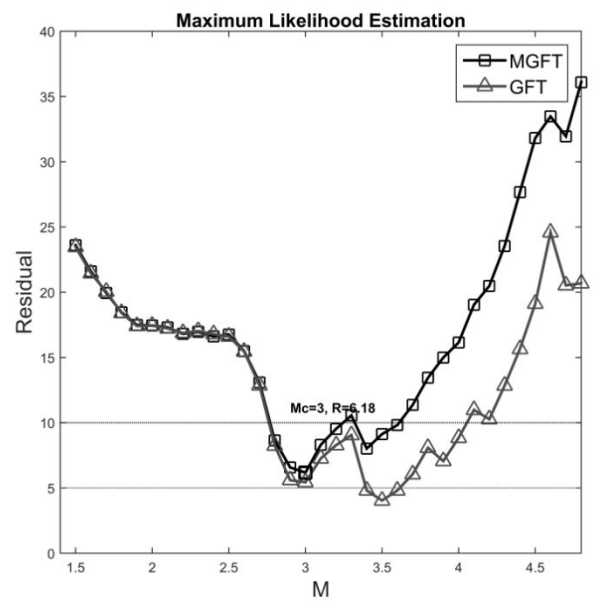
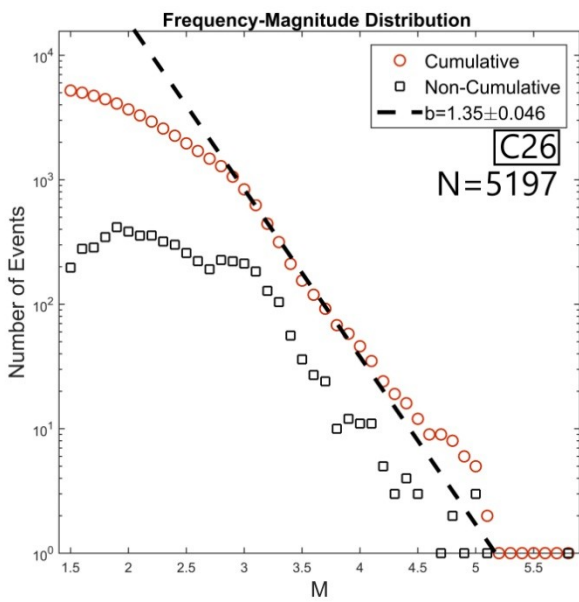
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C22 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



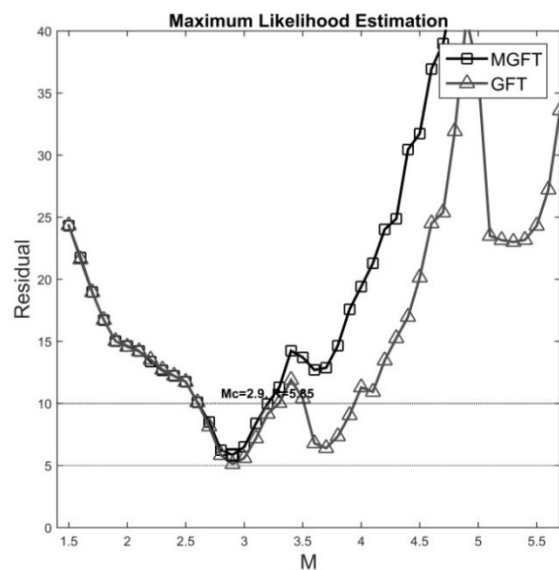
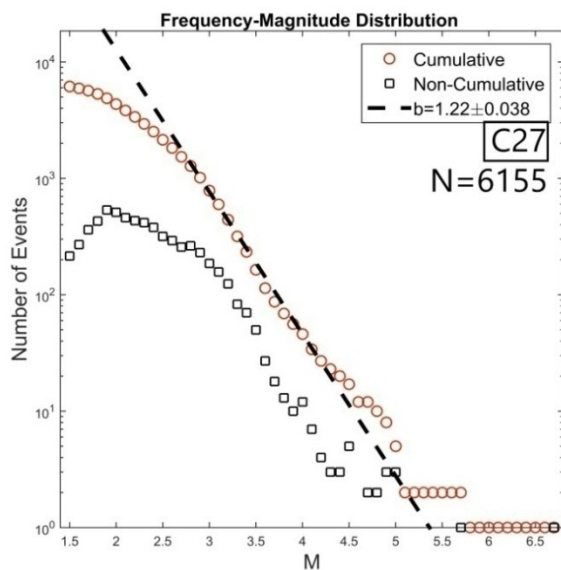
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C24 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



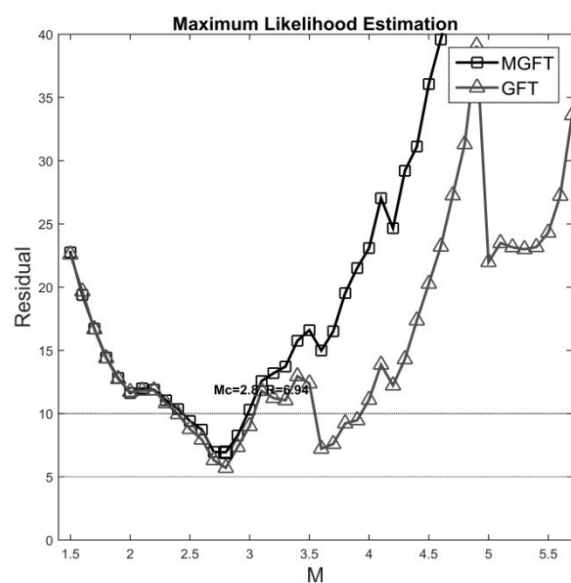
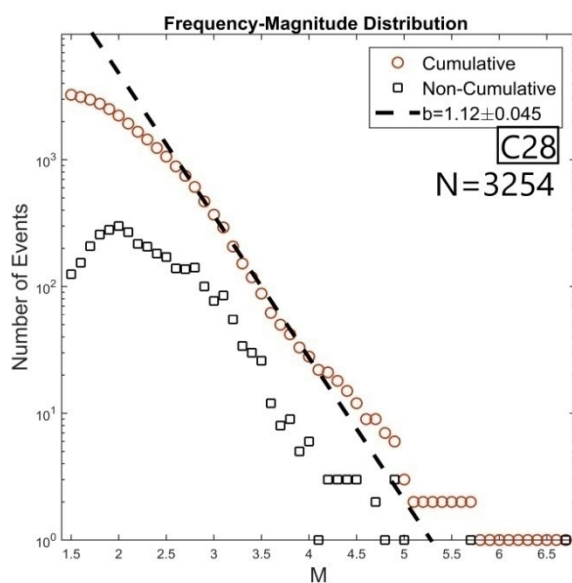
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C25 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



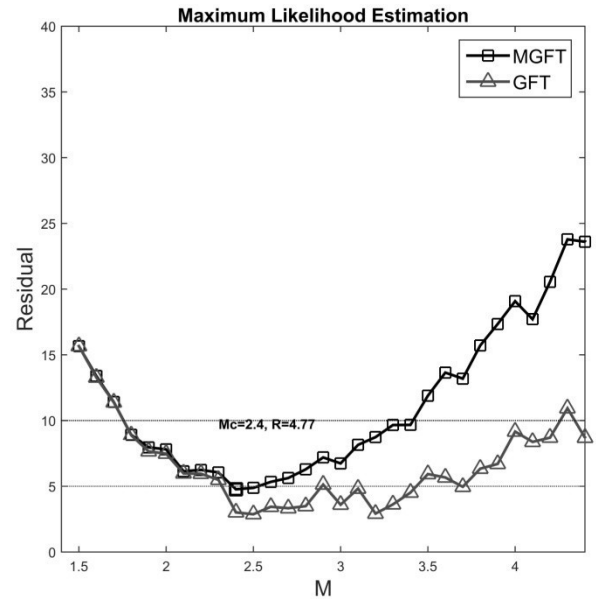
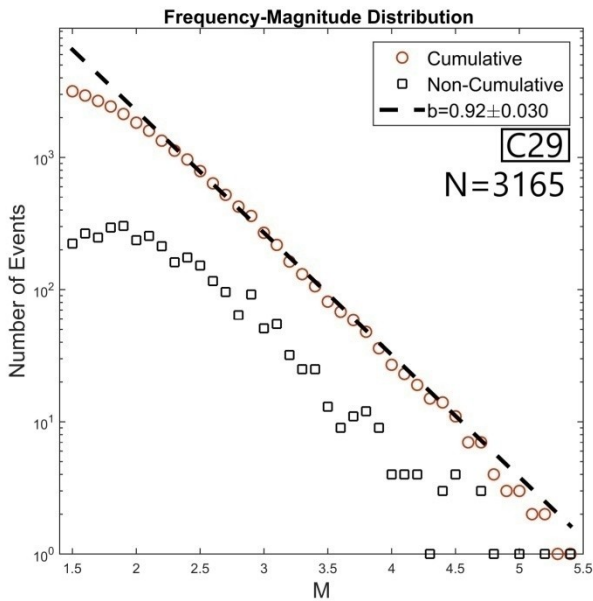
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C26 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



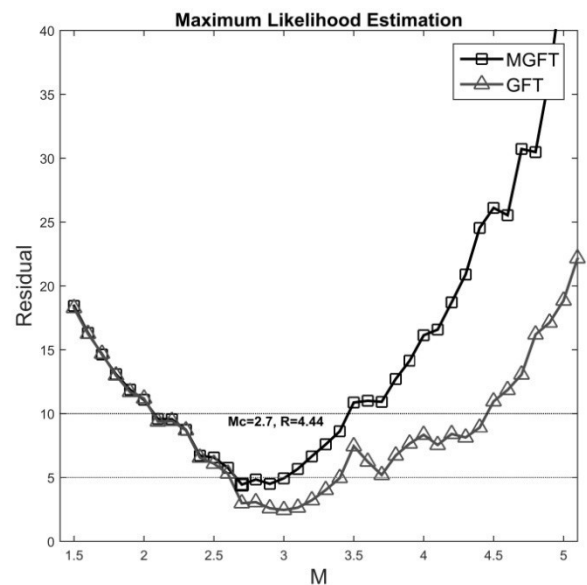
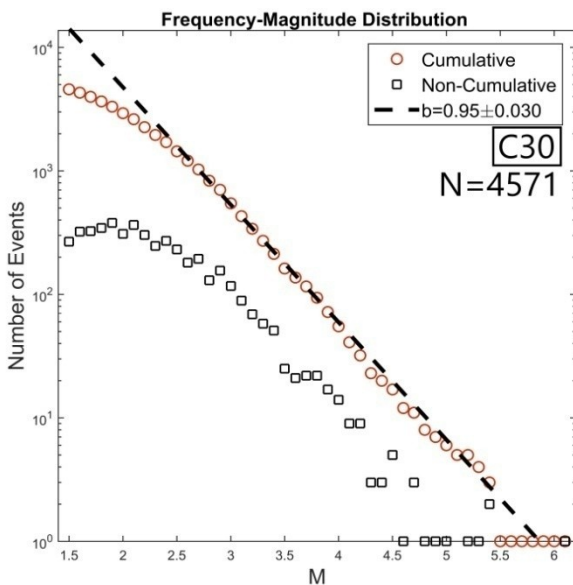
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C27 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



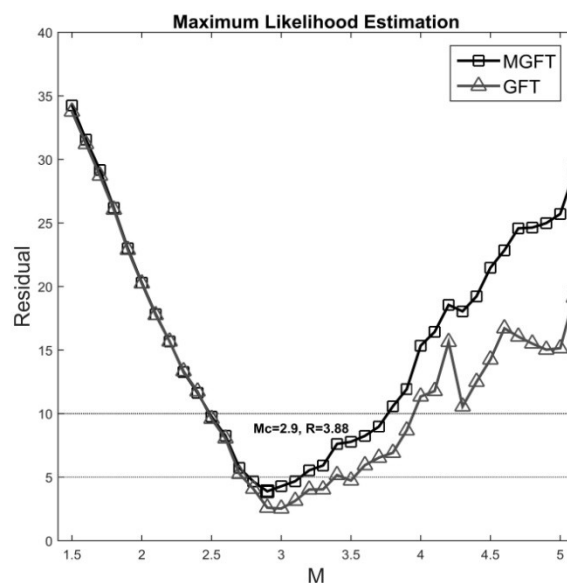
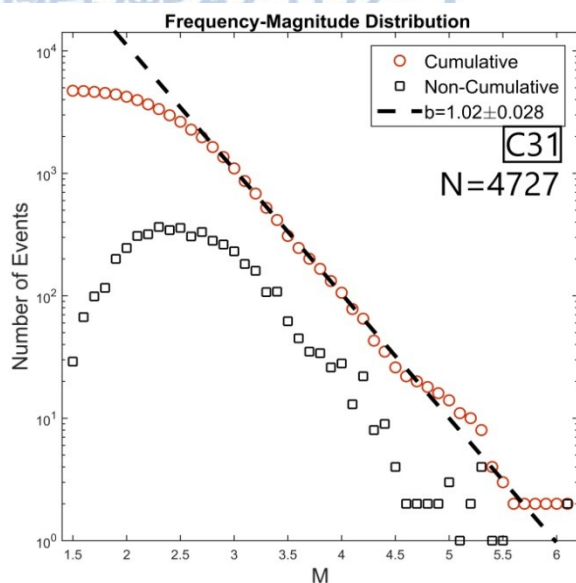
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C28 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



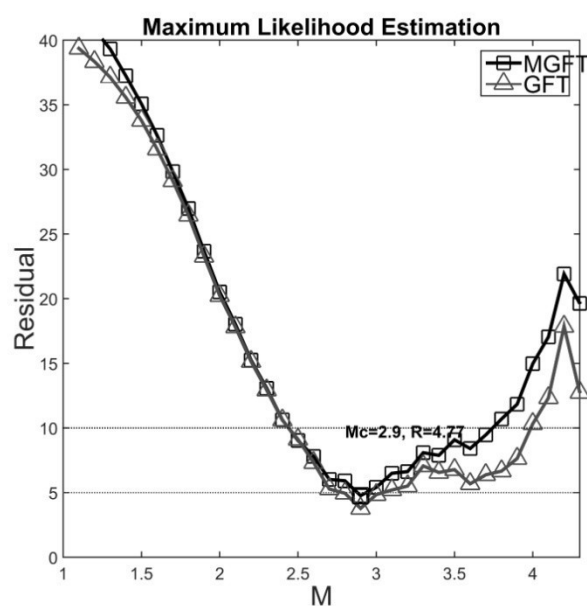
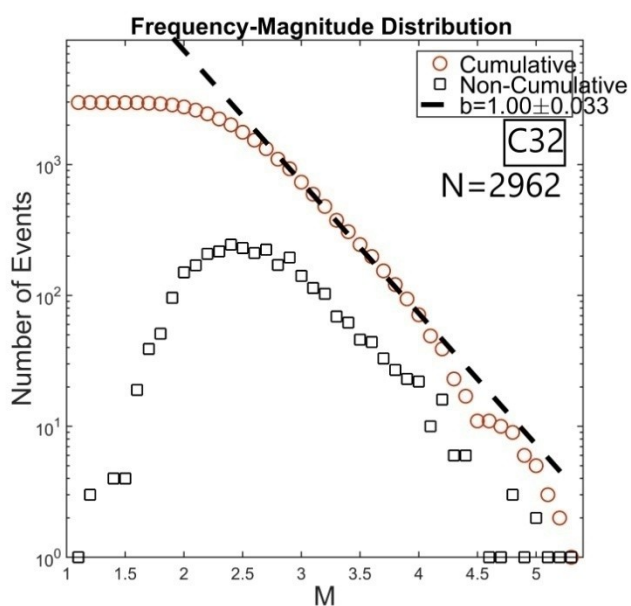
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C29 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



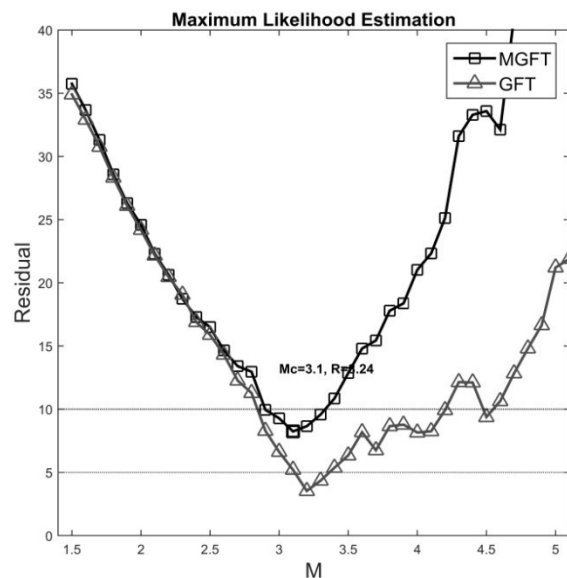
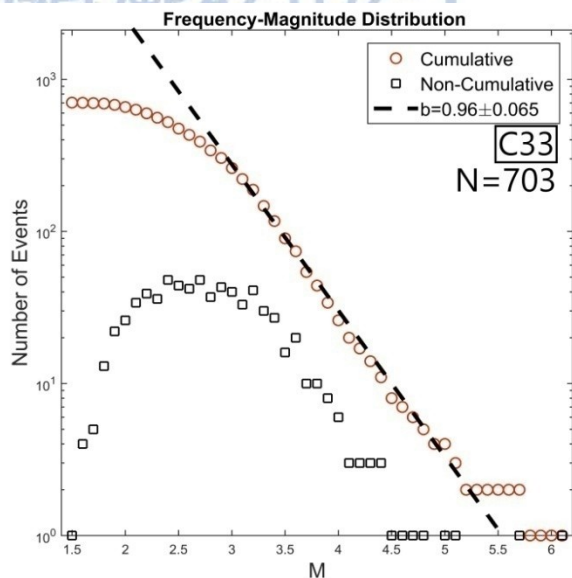
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C30 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



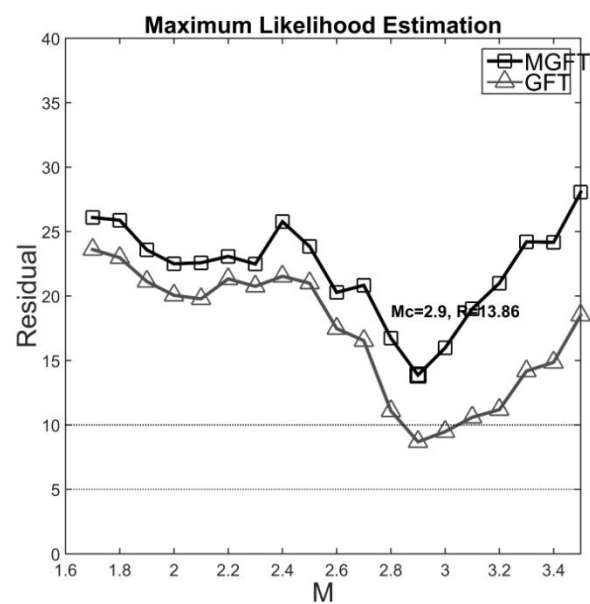
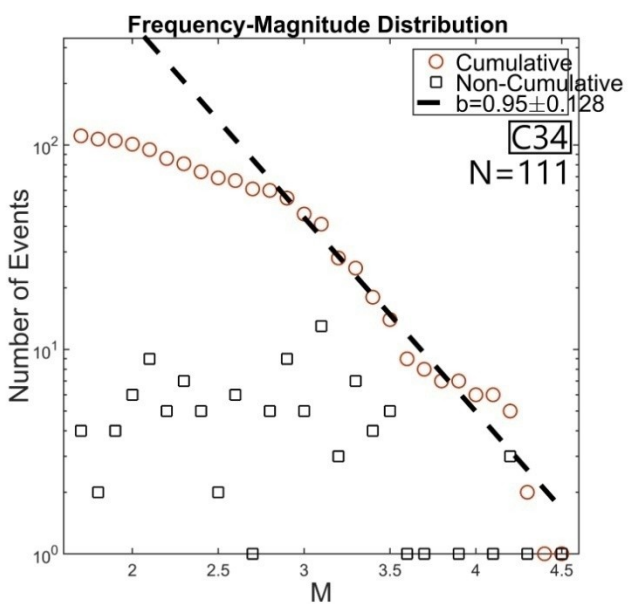
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C31 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



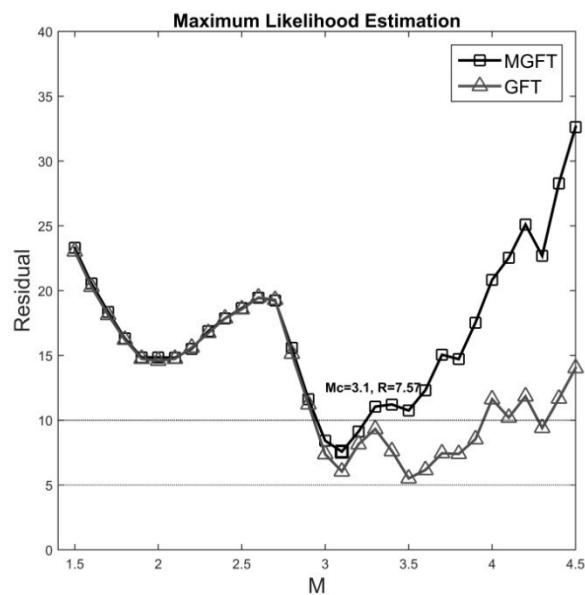
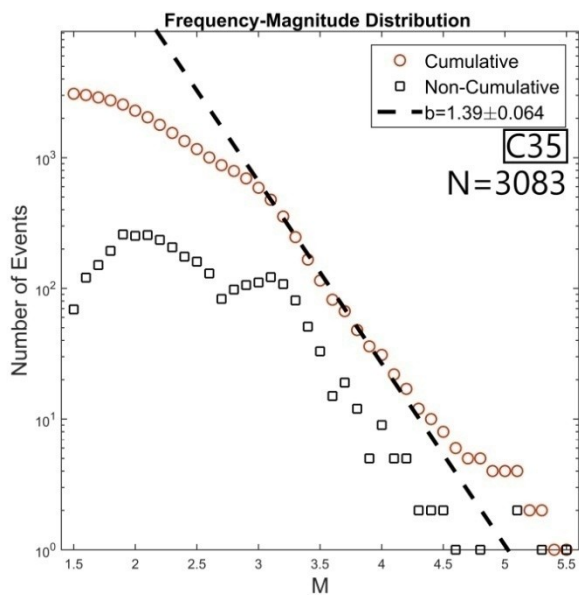
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C32 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



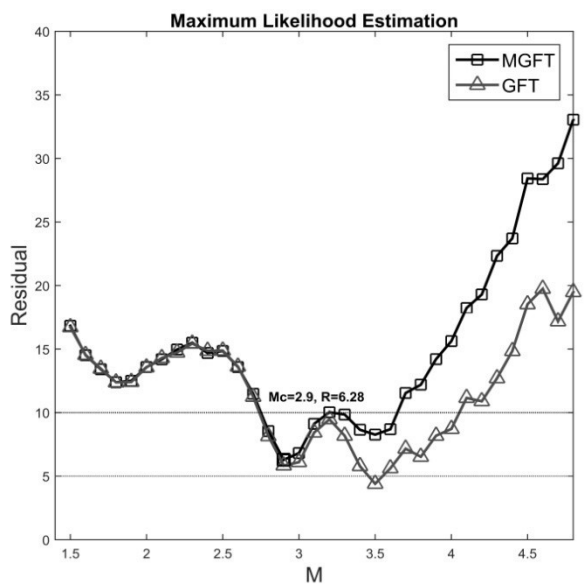
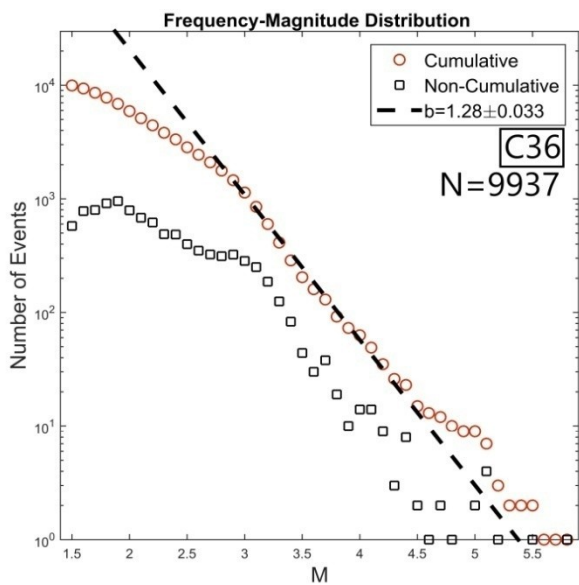
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C33 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



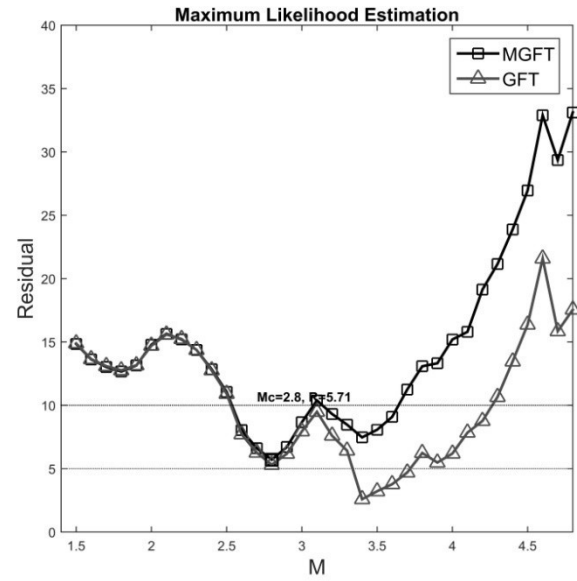
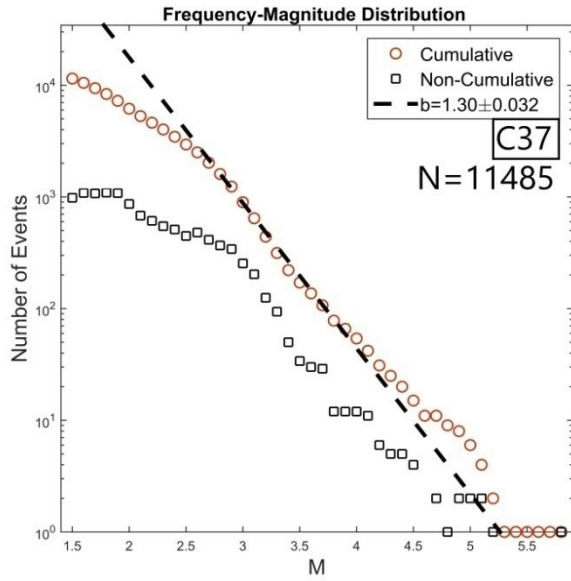
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C34 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



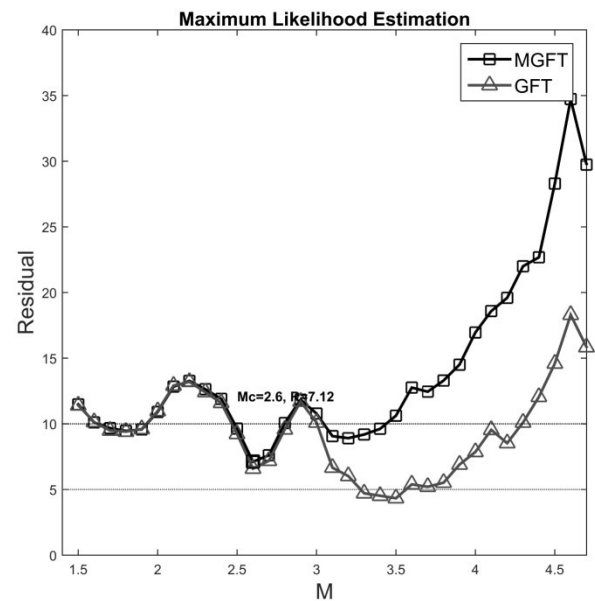
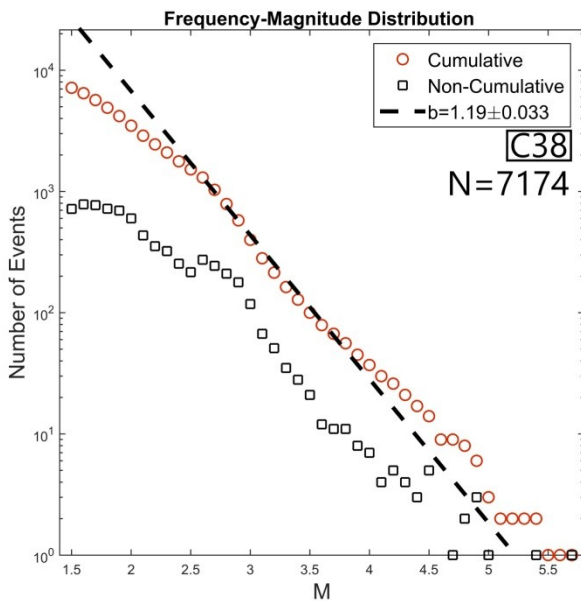
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C35 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



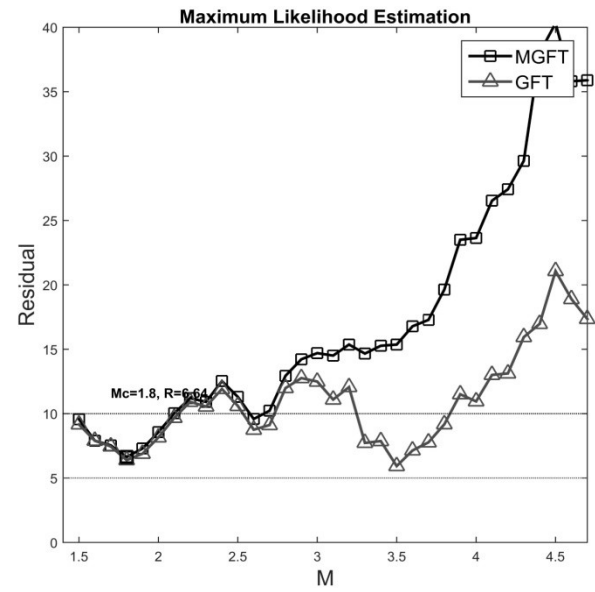
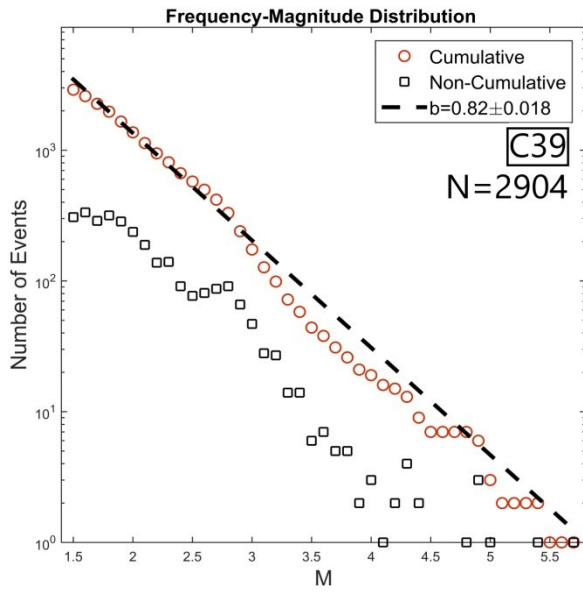
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C36 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



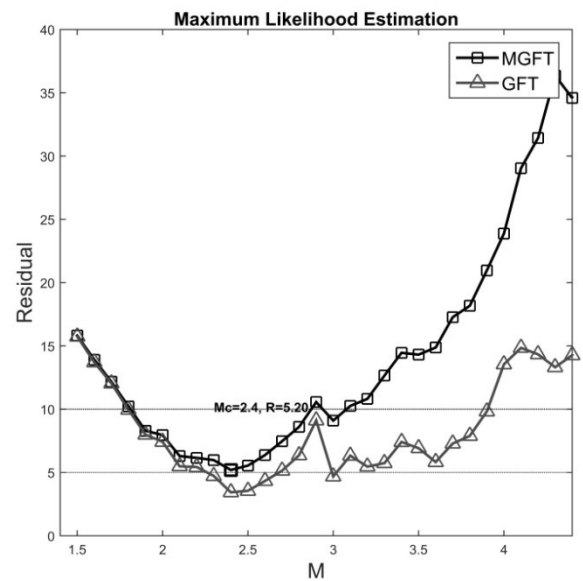
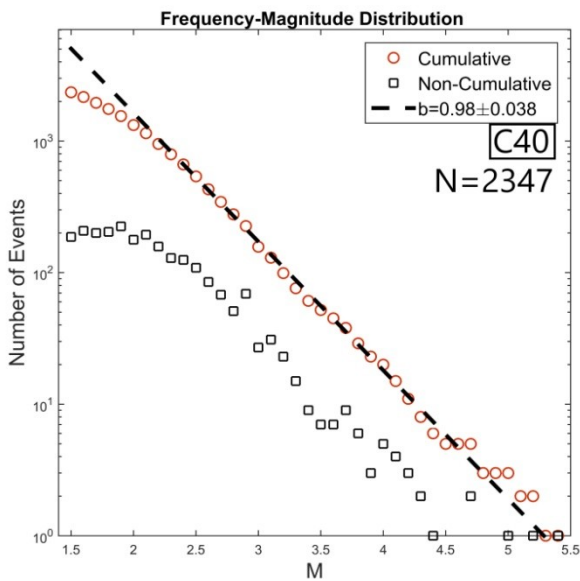
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C37 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



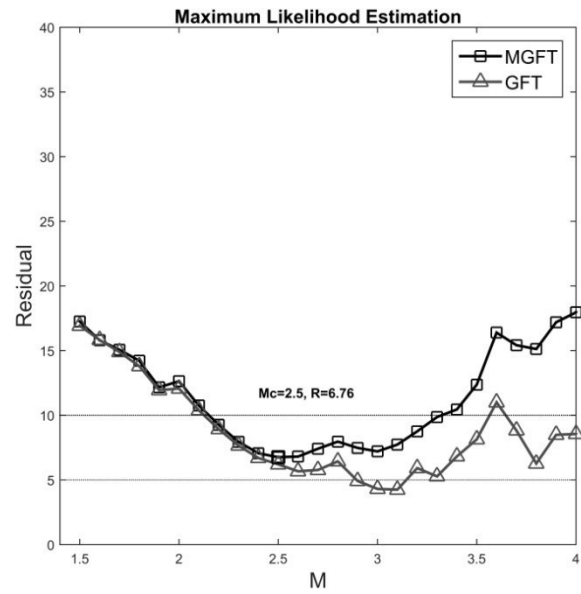
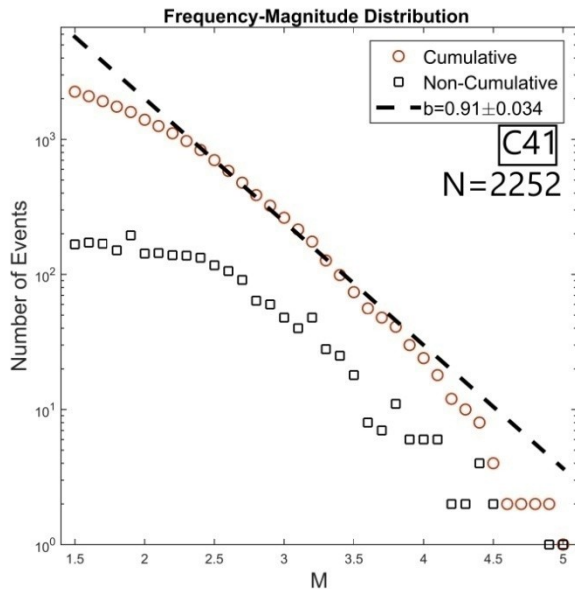
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C38 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



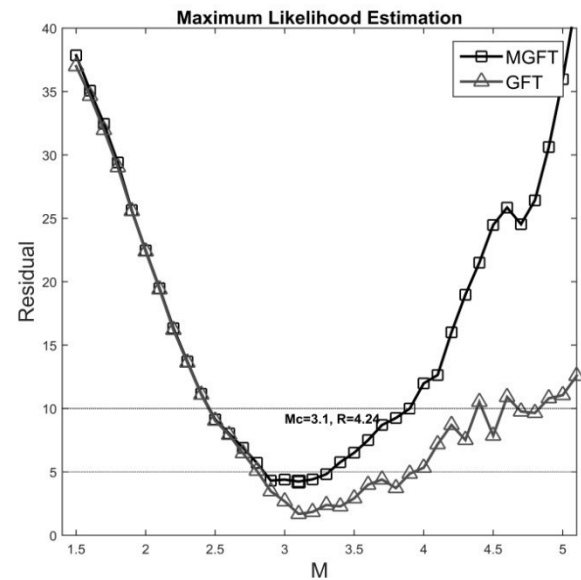
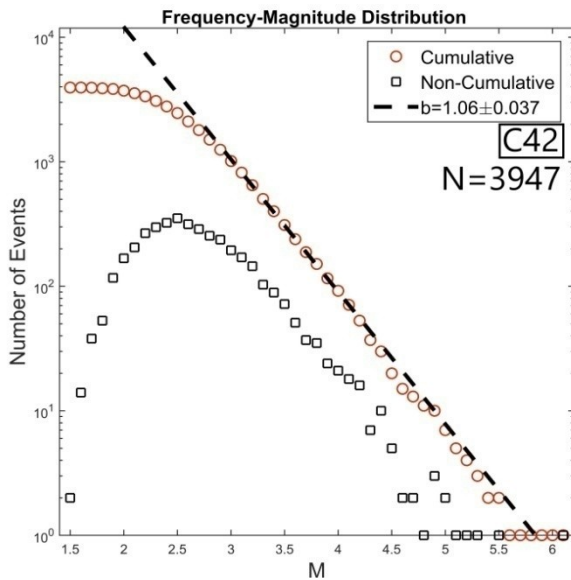
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C39 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



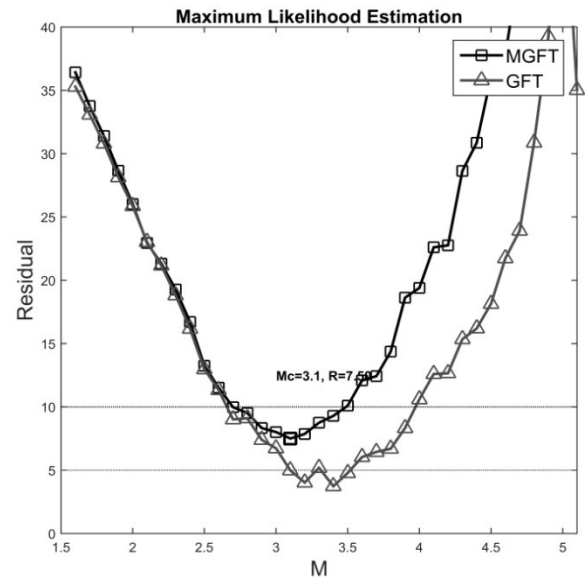
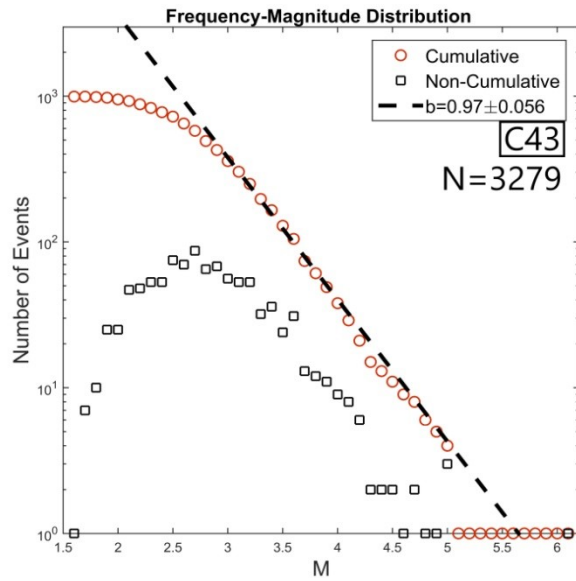
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C40 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



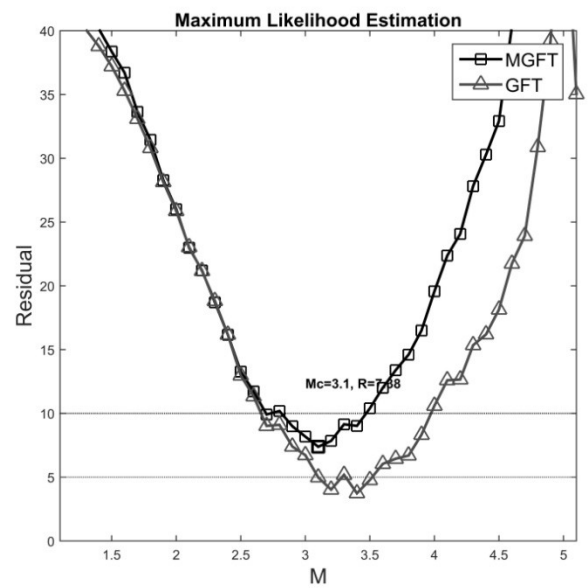
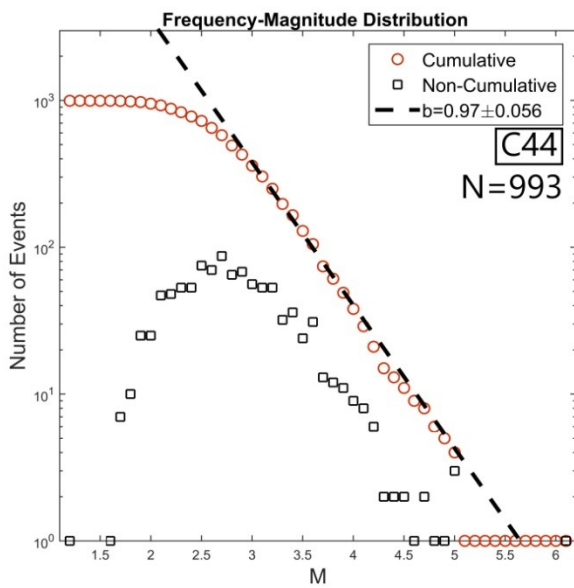
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C41 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



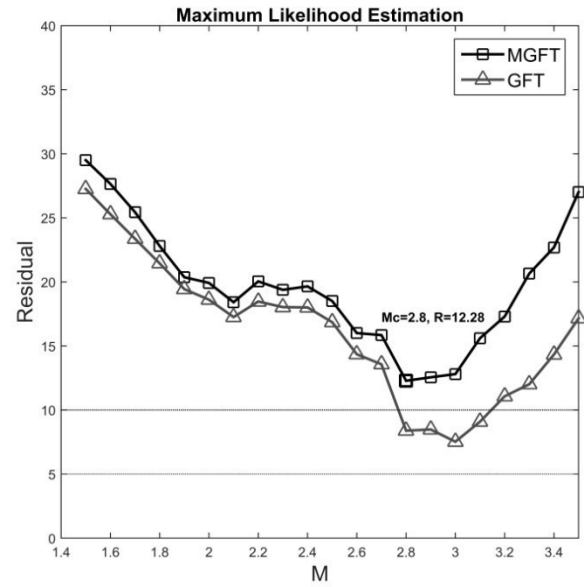
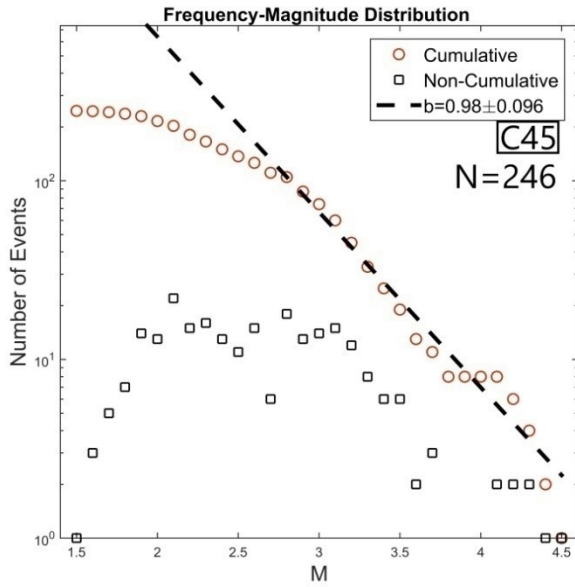
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C42 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



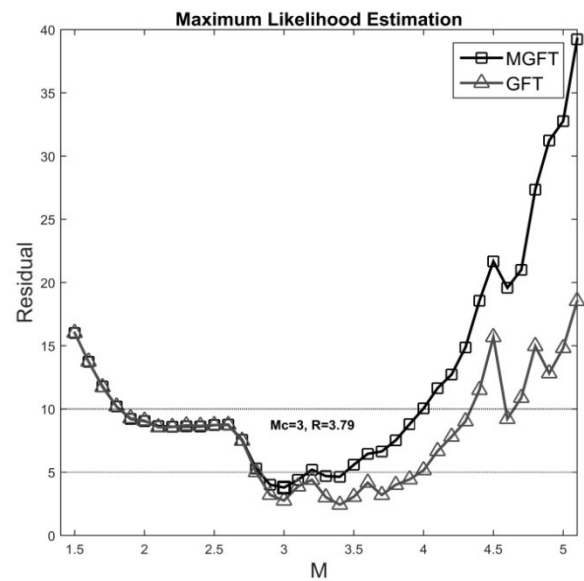
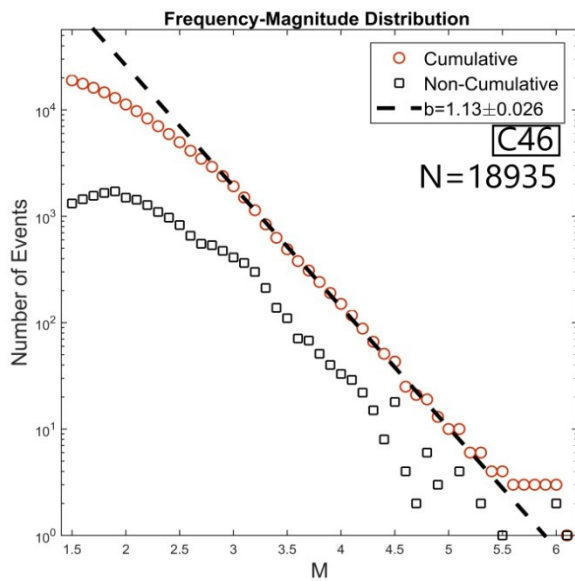
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C43 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



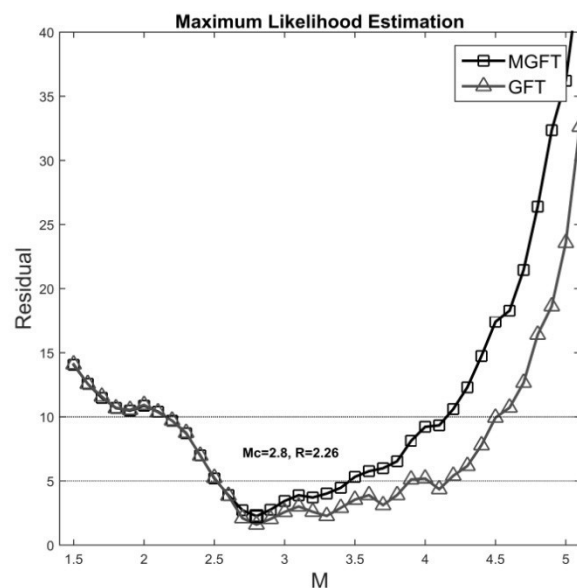
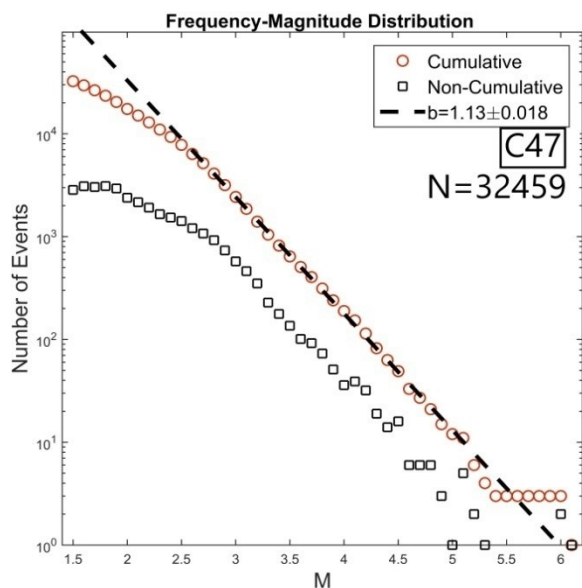
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C44 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



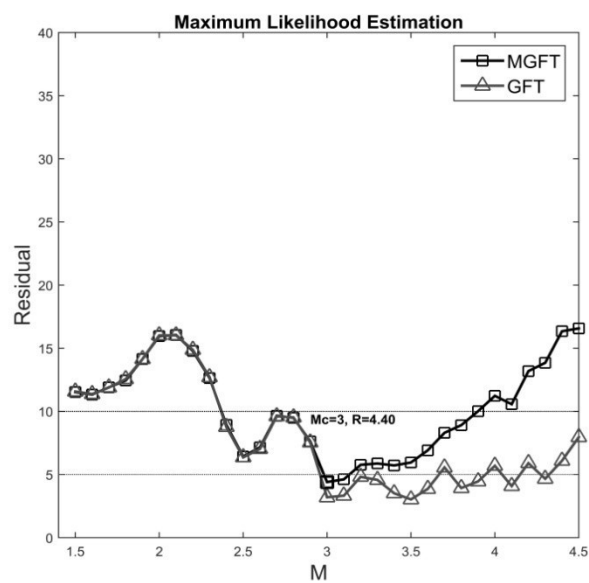
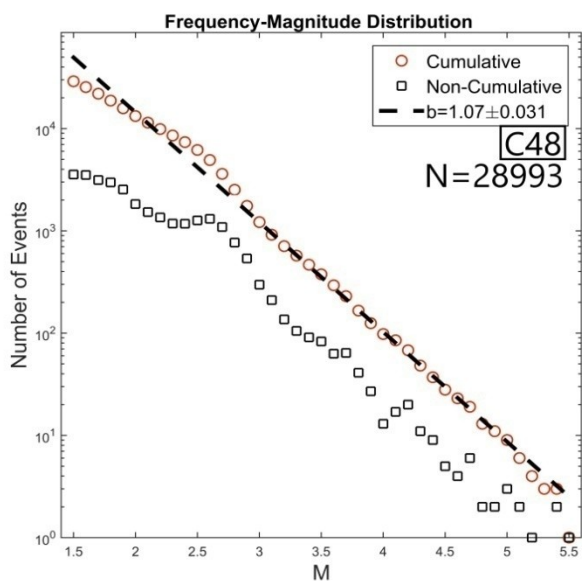
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C45 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



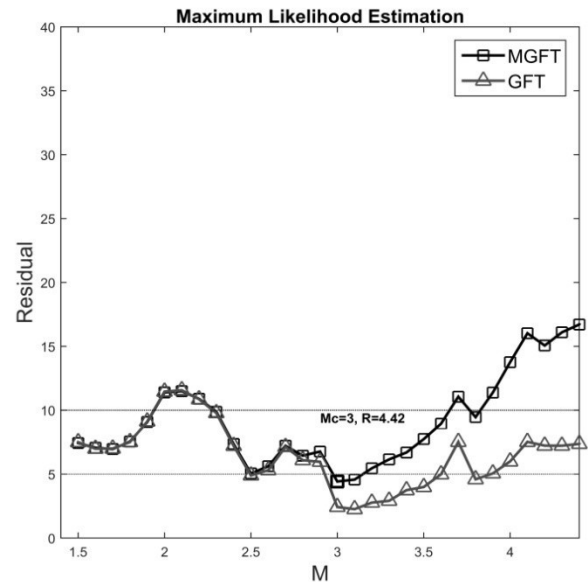
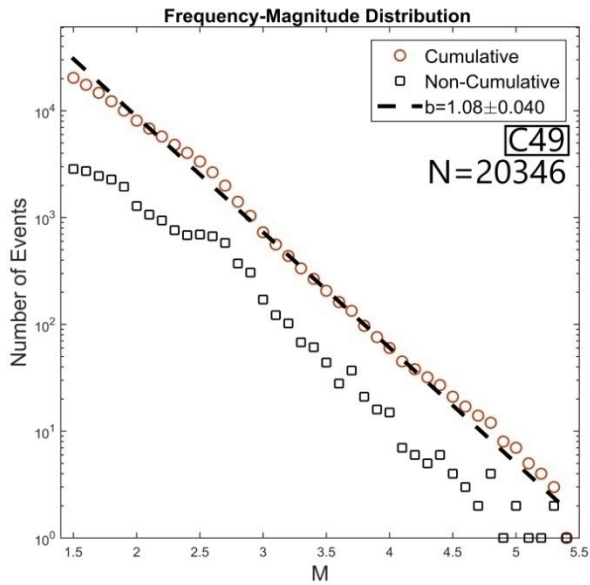
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C46 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



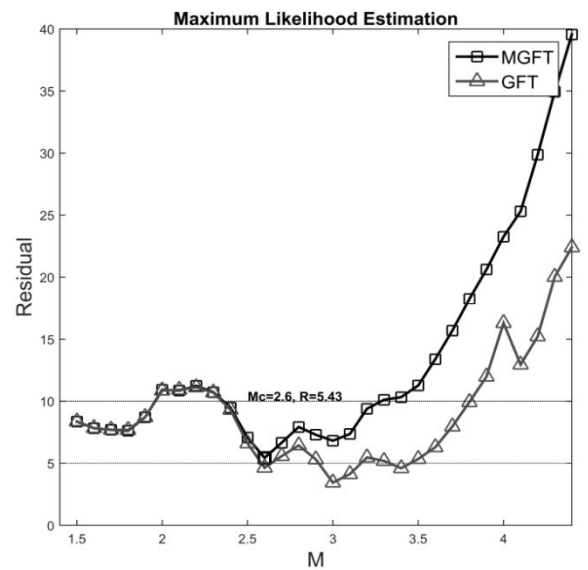
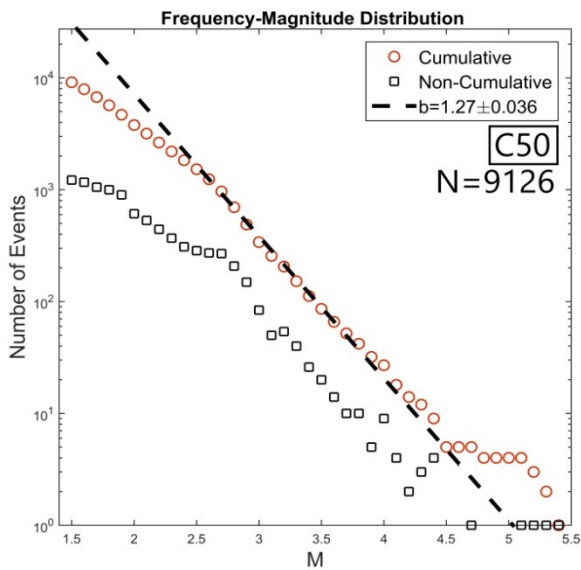
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C47 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



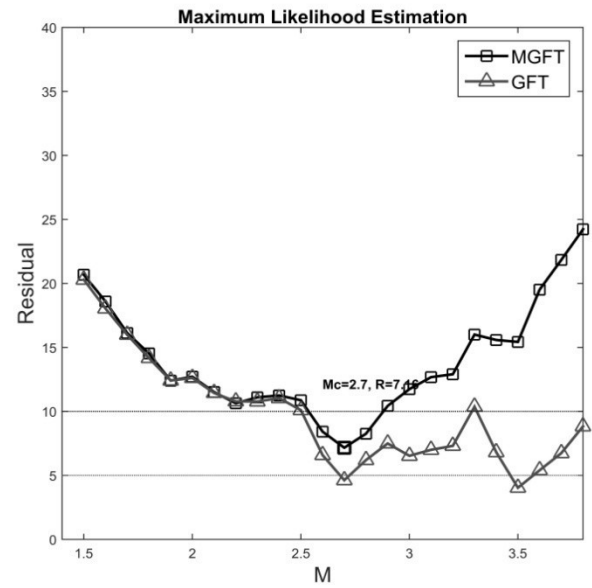
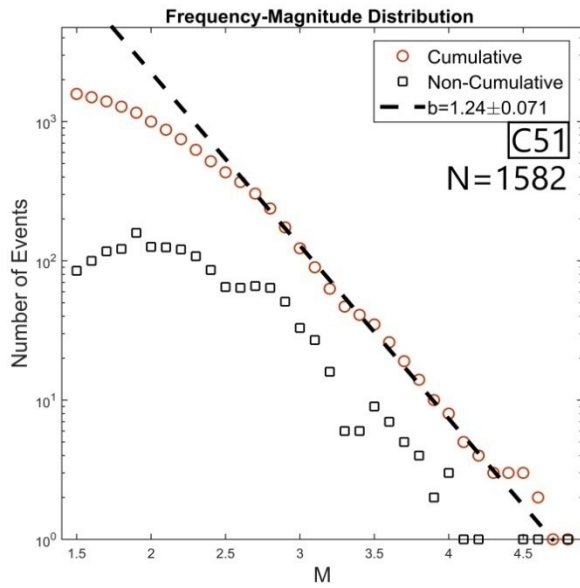
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C48 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



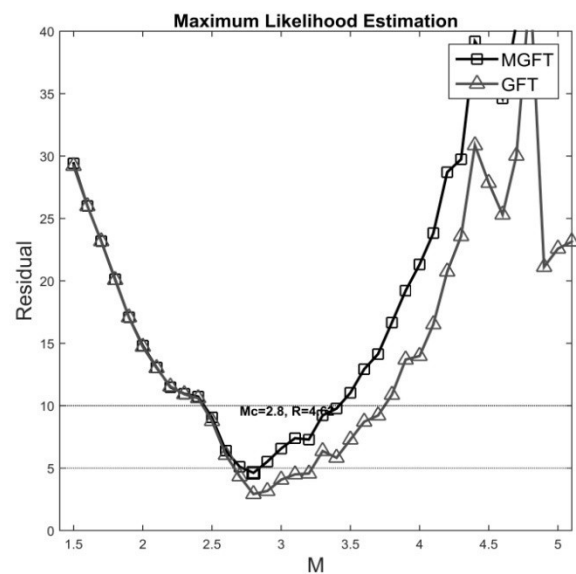
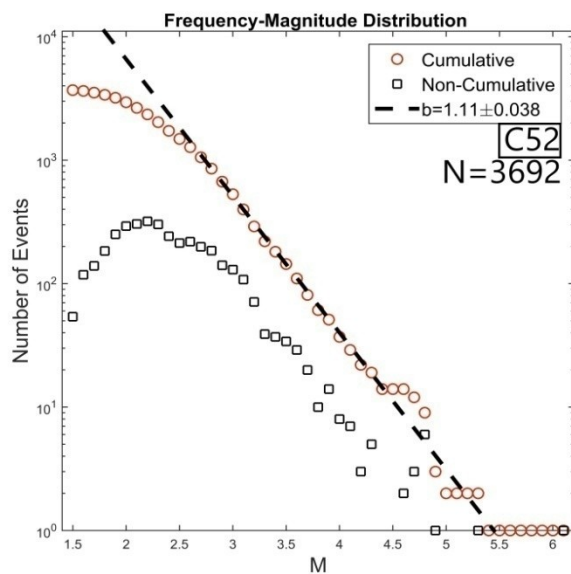
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C49 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



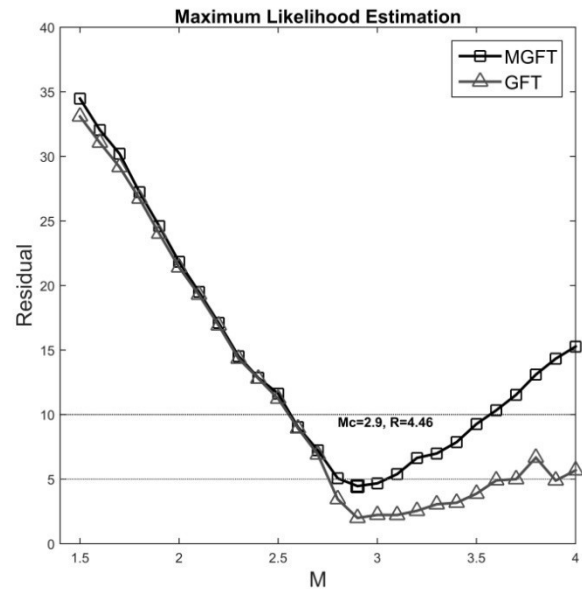
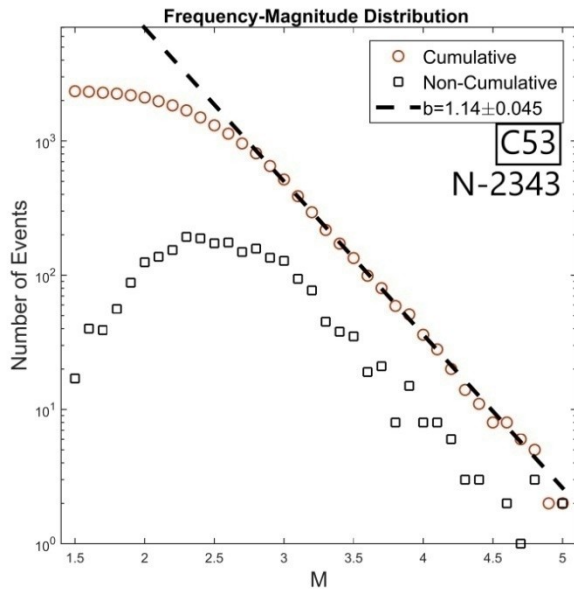
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C50 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



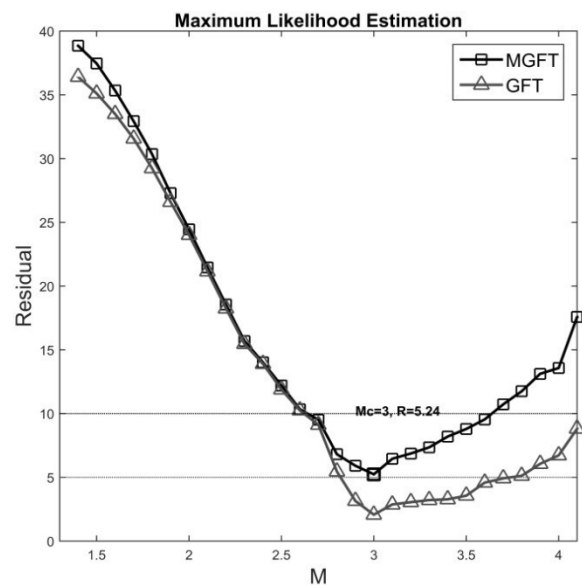
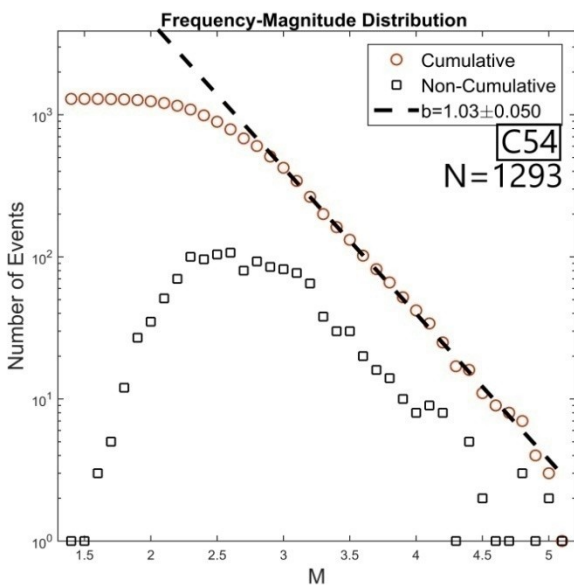
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C51 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



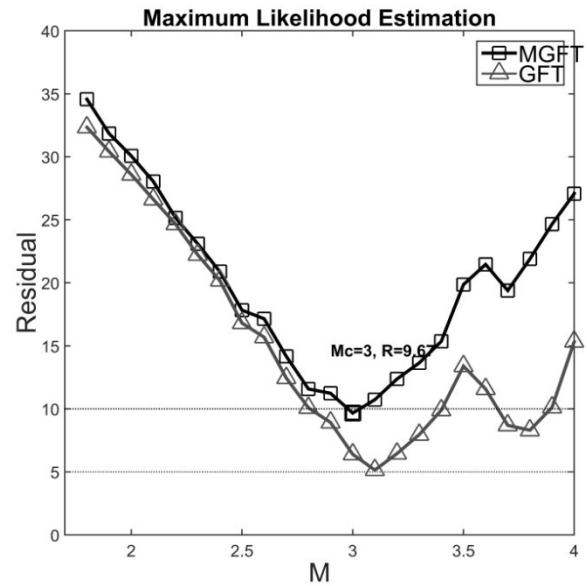
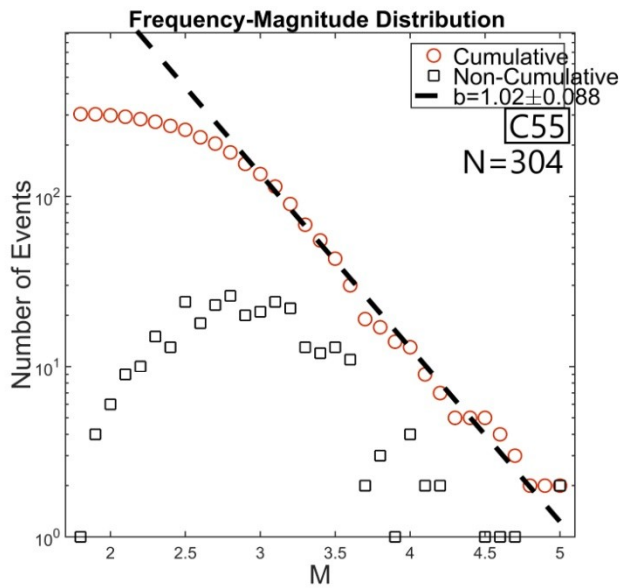
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C52 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



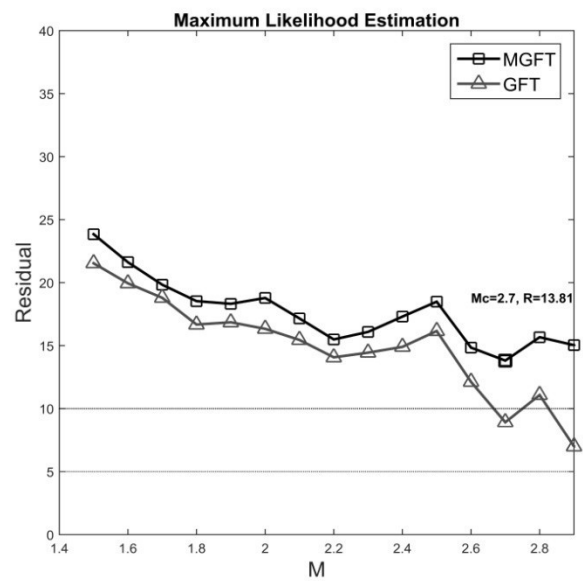
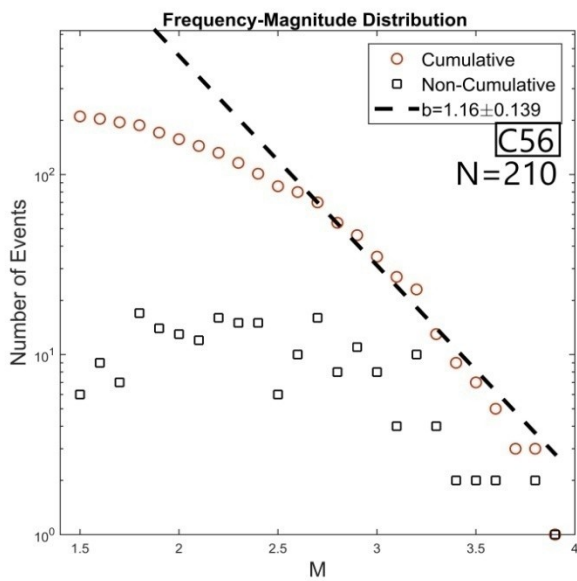
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C53 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



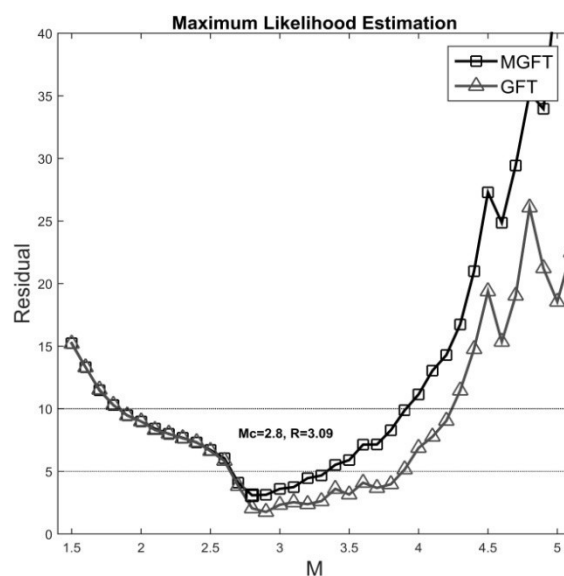
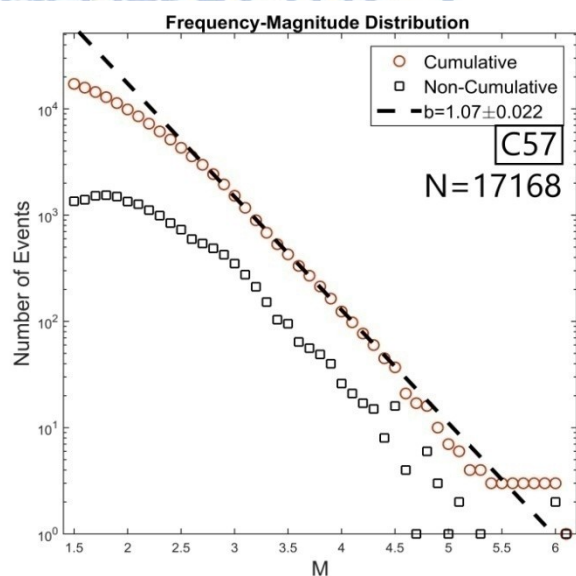
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C54 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



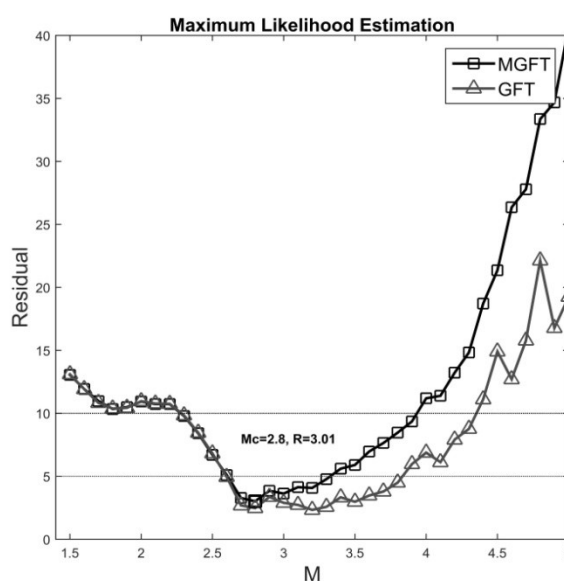
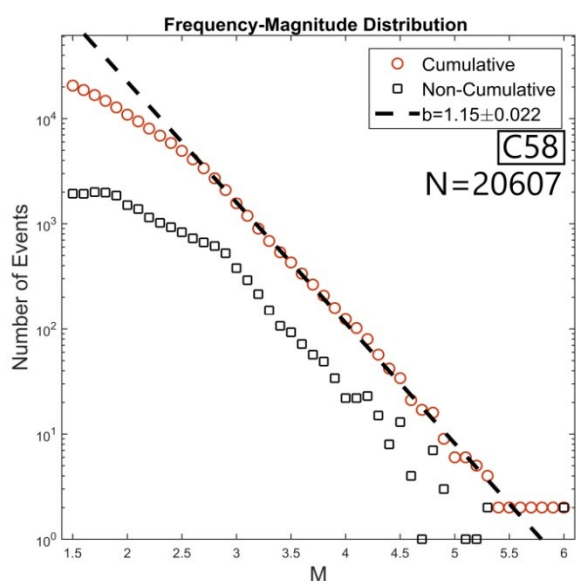
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C55 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



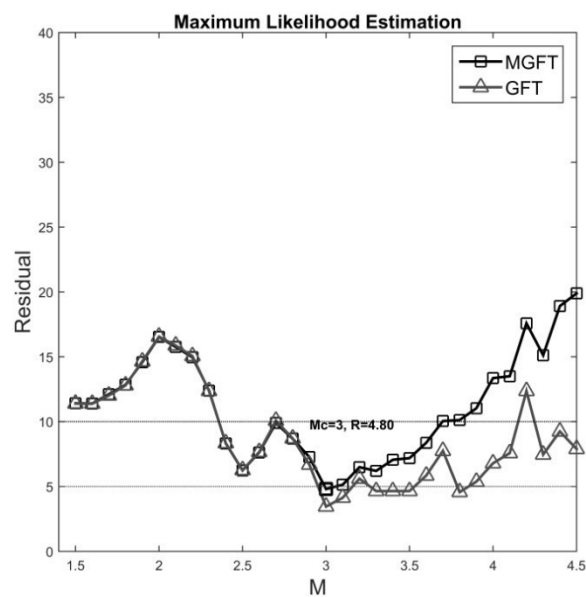
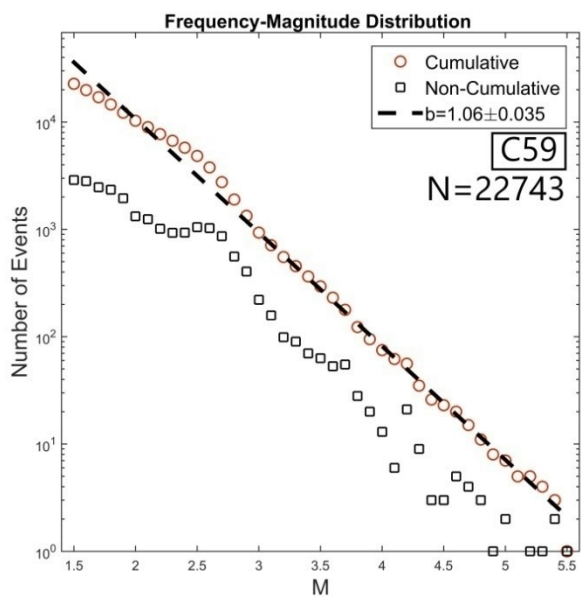
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C56 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



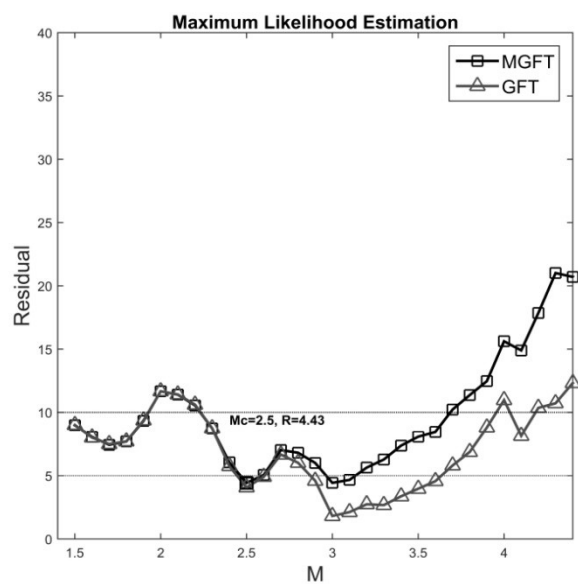
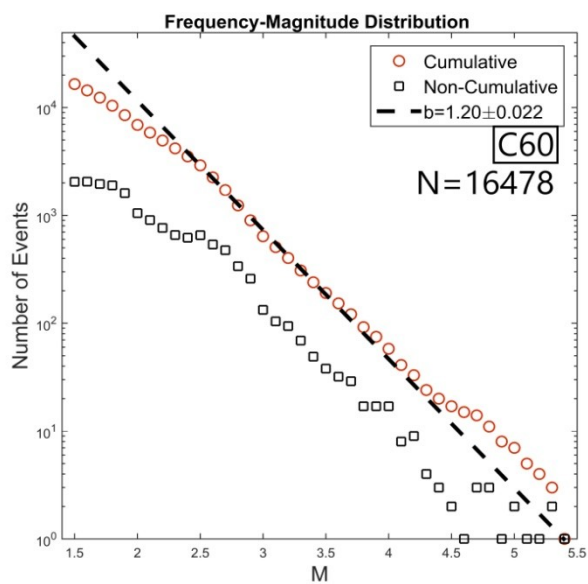
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C57 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



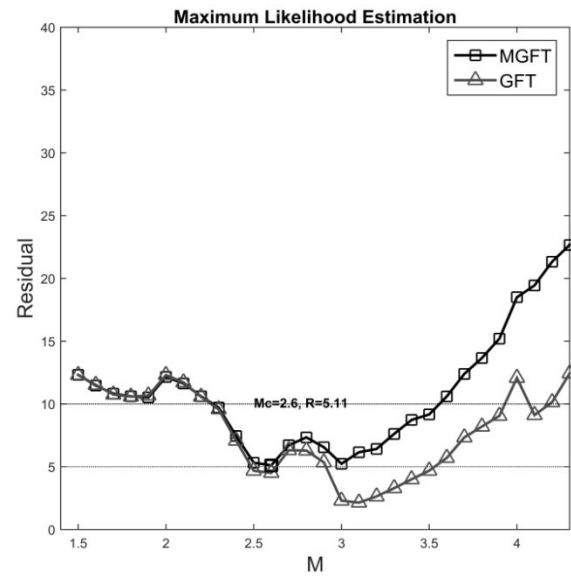
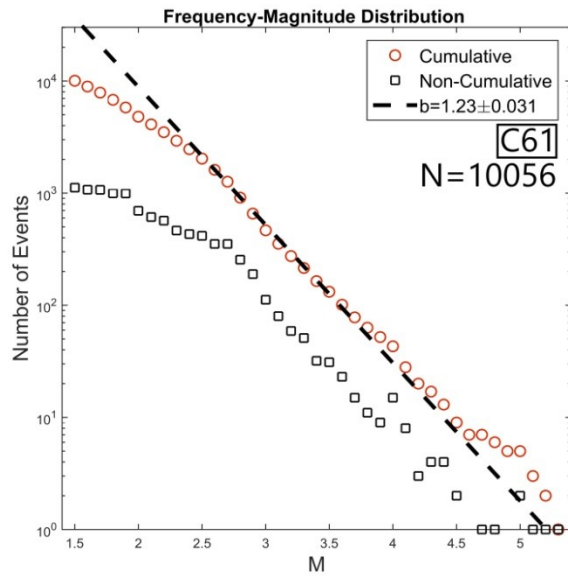
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C58 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



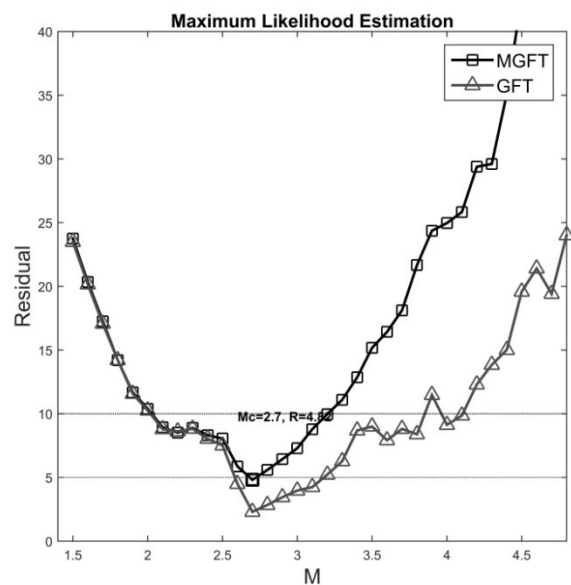
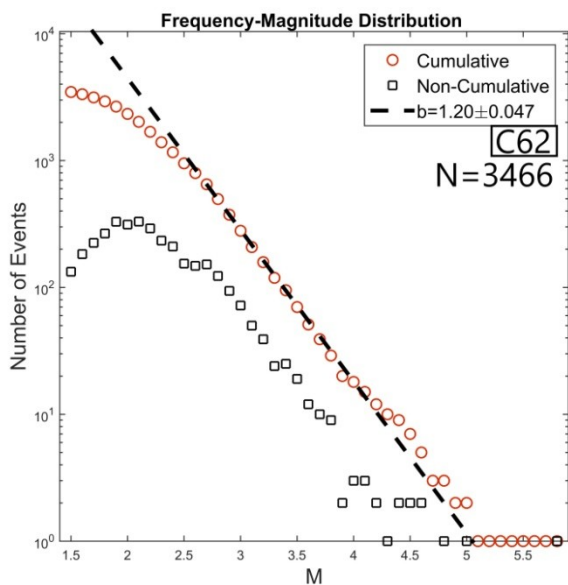
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C59 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



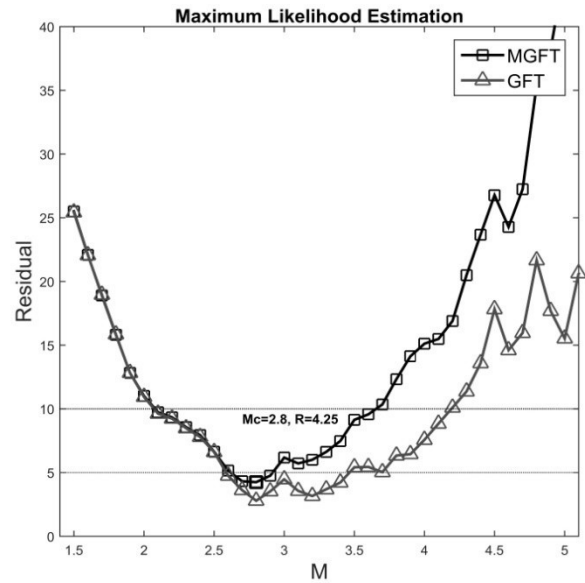
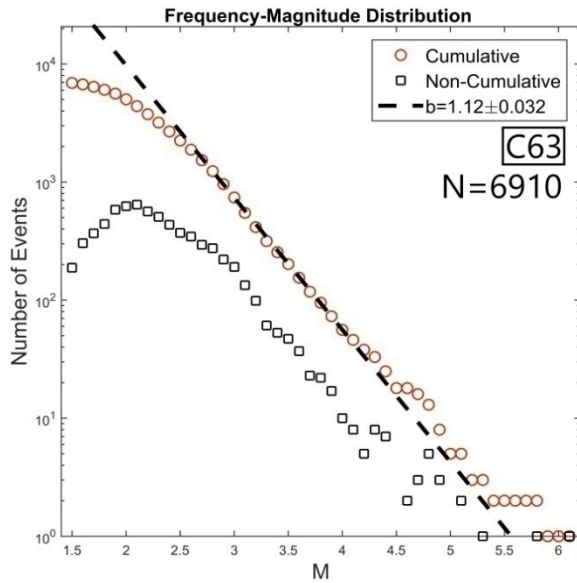
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C60 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



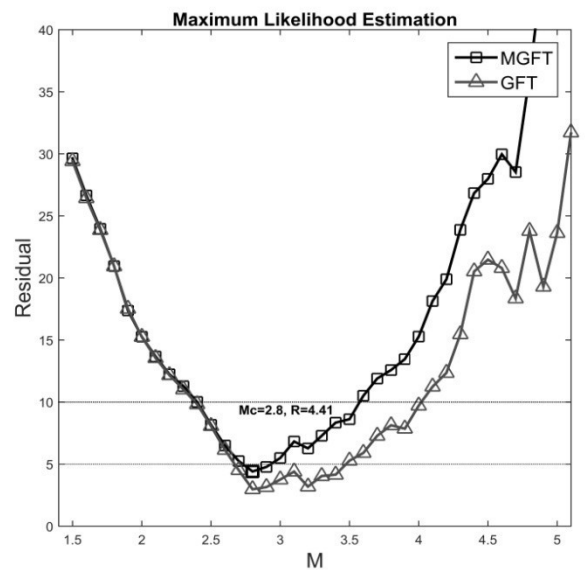
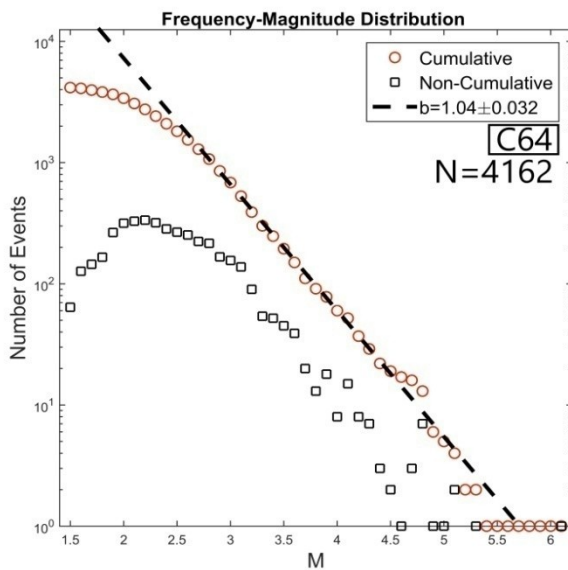
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C61 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



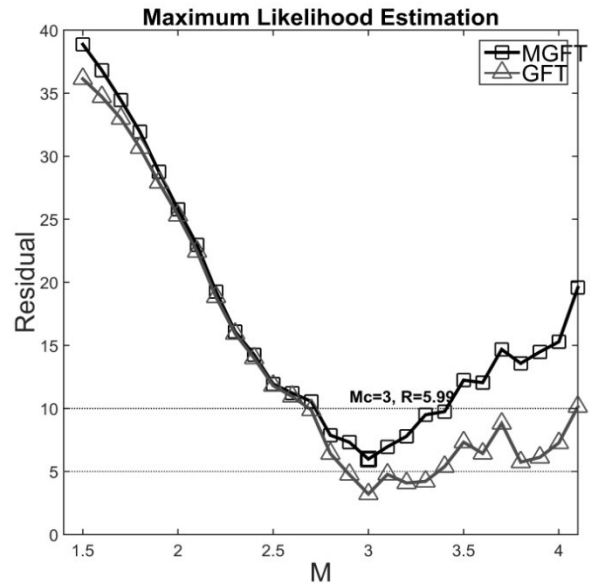
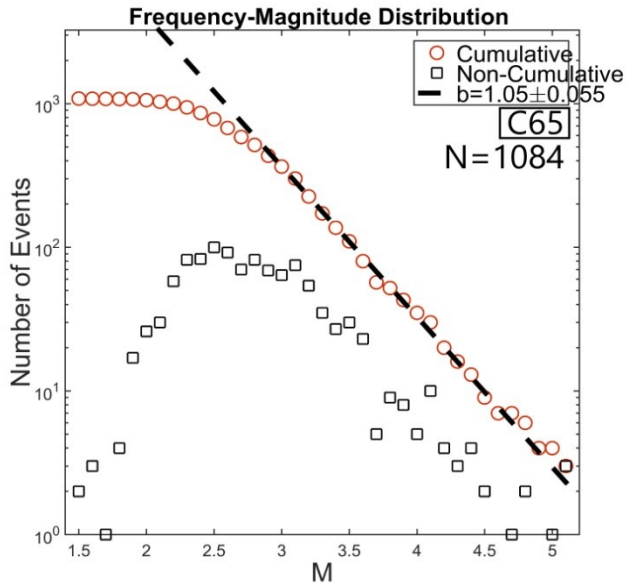
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C62 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



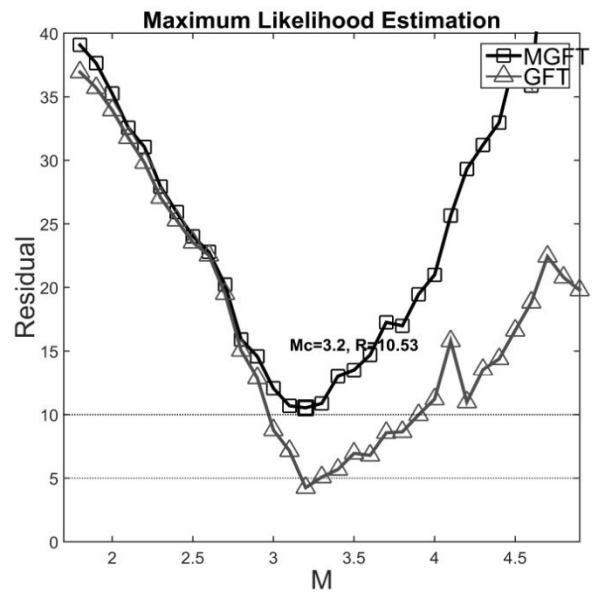
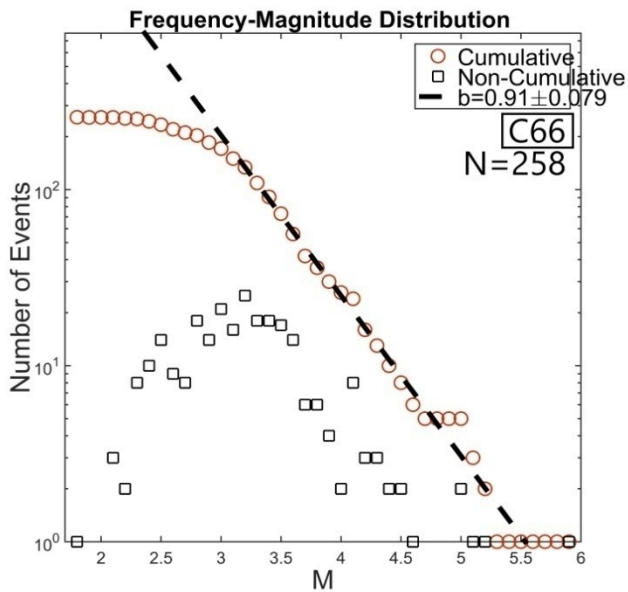
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C63 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



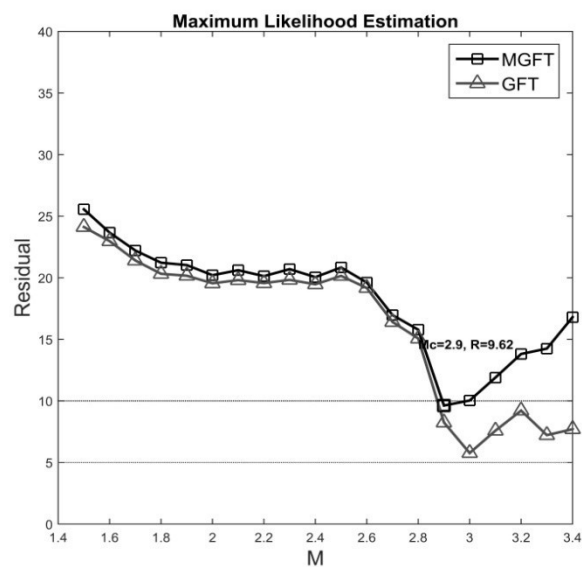
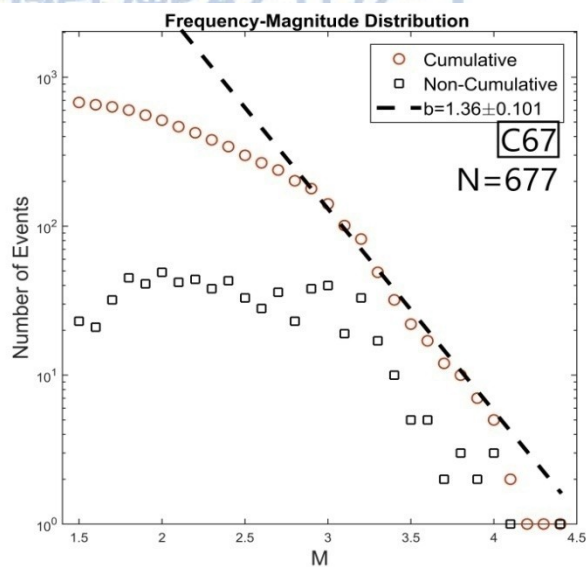
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C64 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



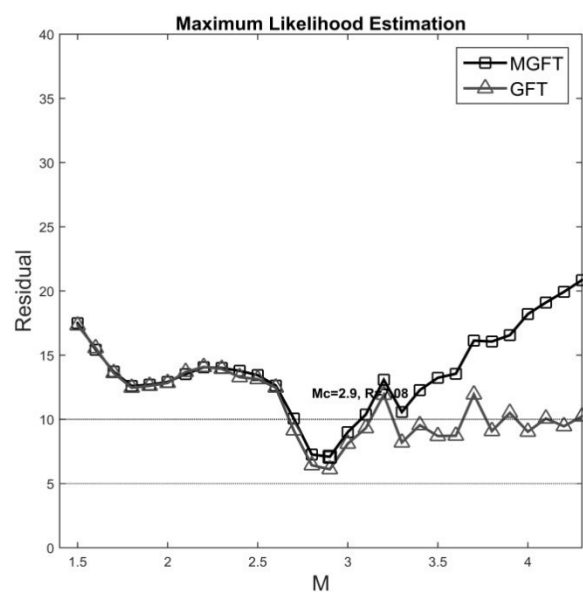
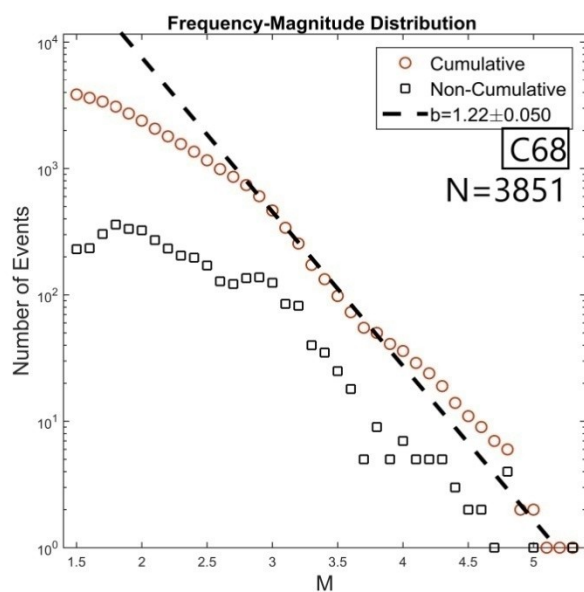
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C65 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



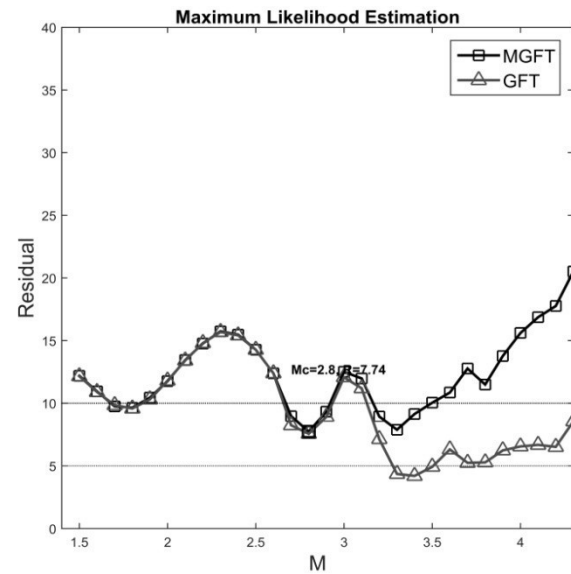
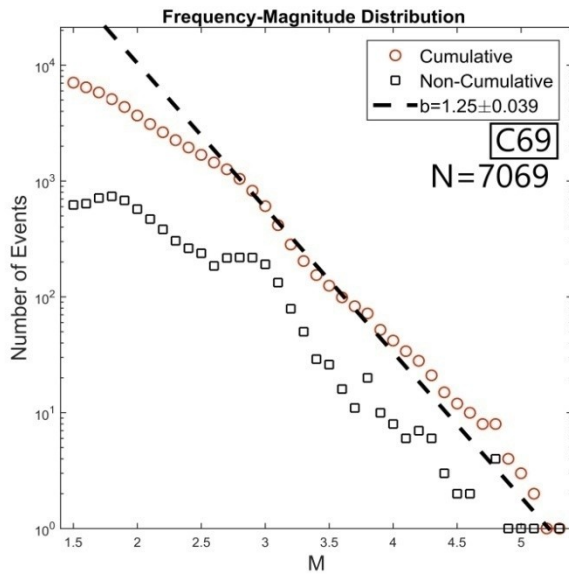
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C66 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



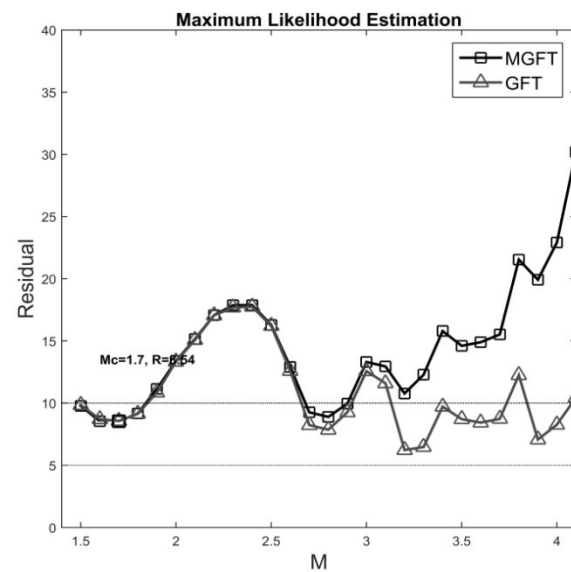
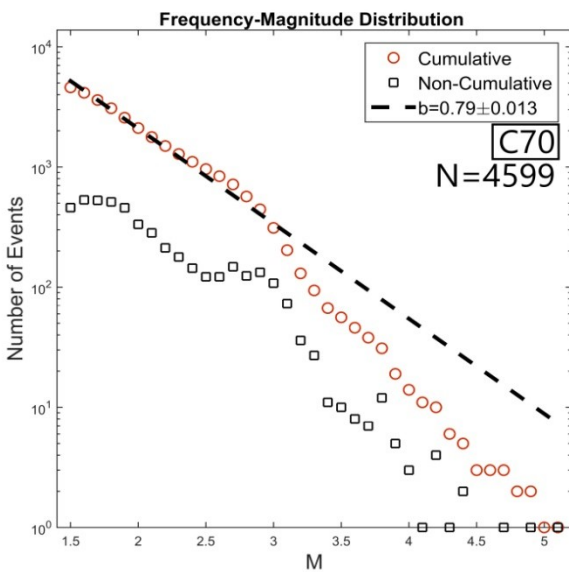
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C67 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



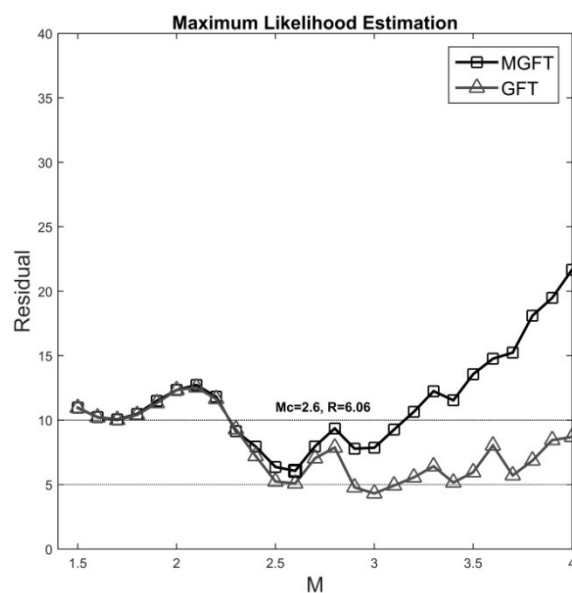
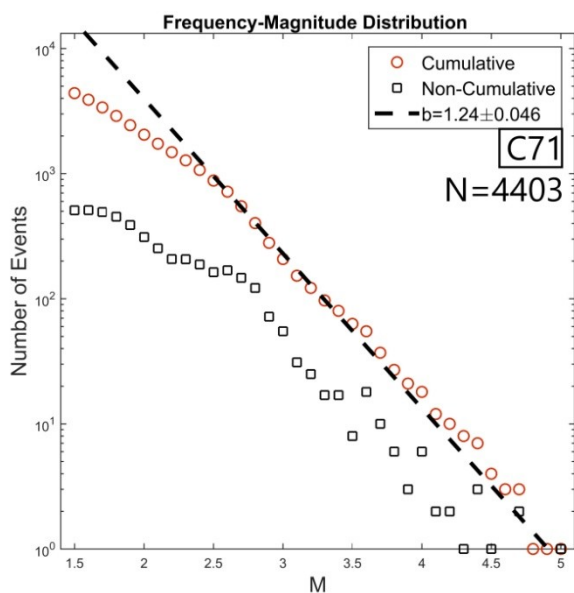
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C68 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



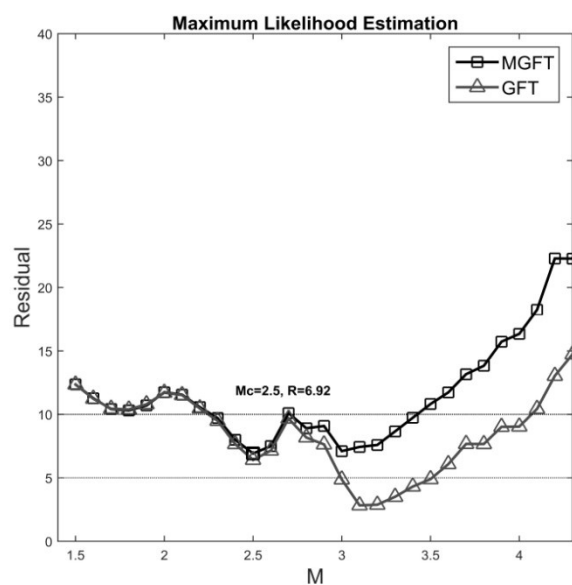
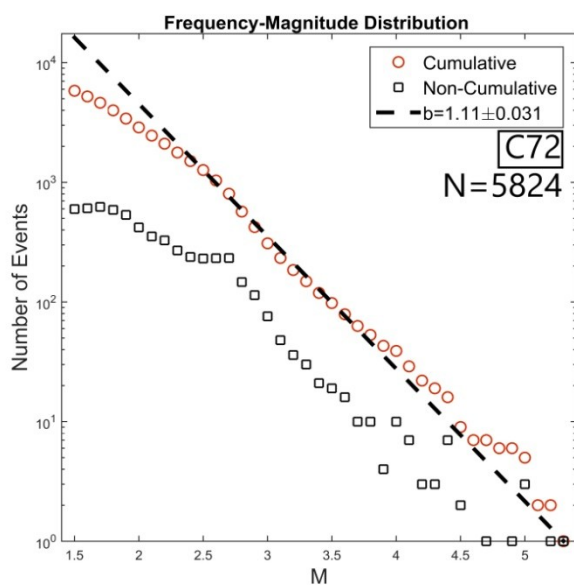
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C69 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



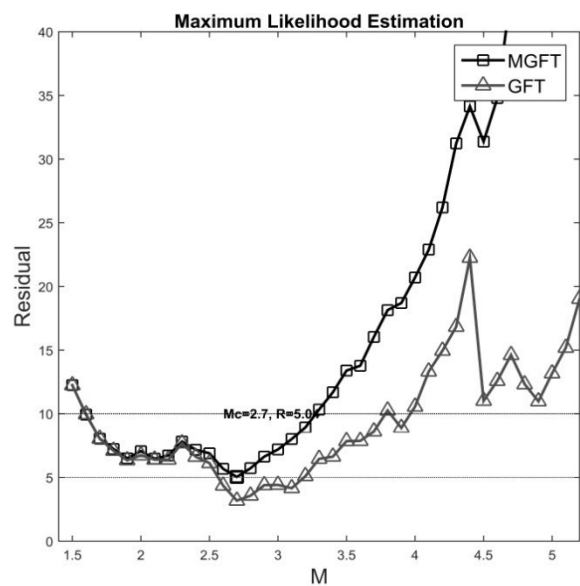
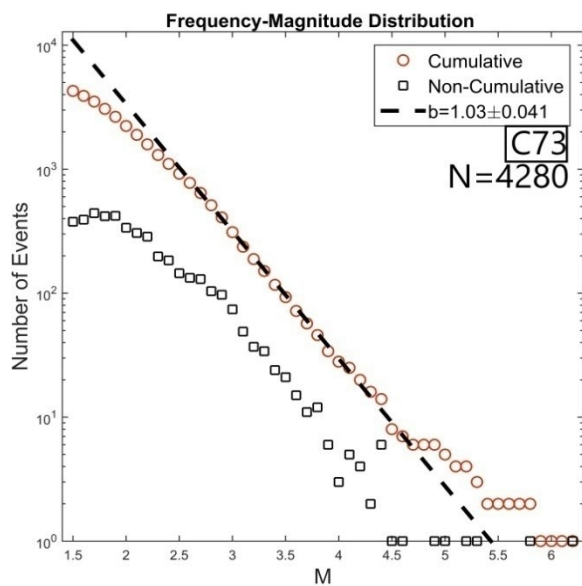
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C70 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



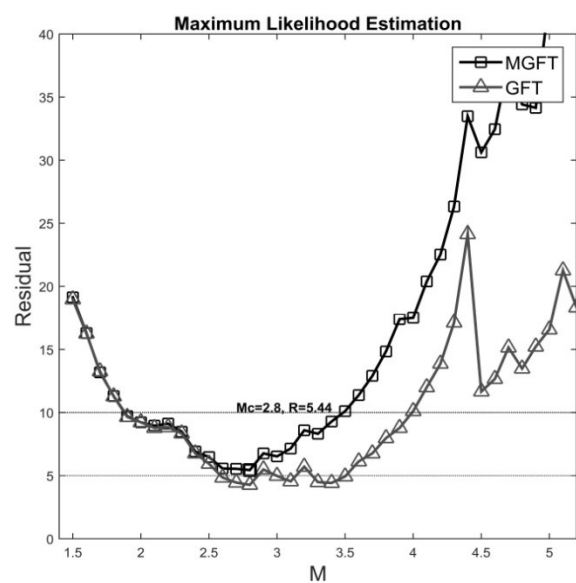
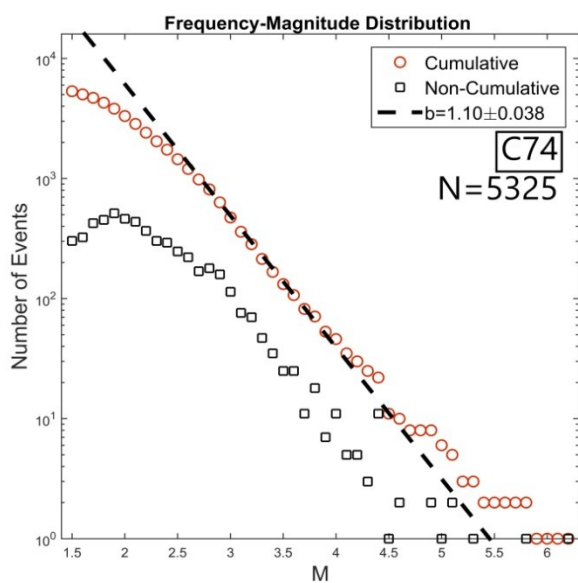
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C71 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



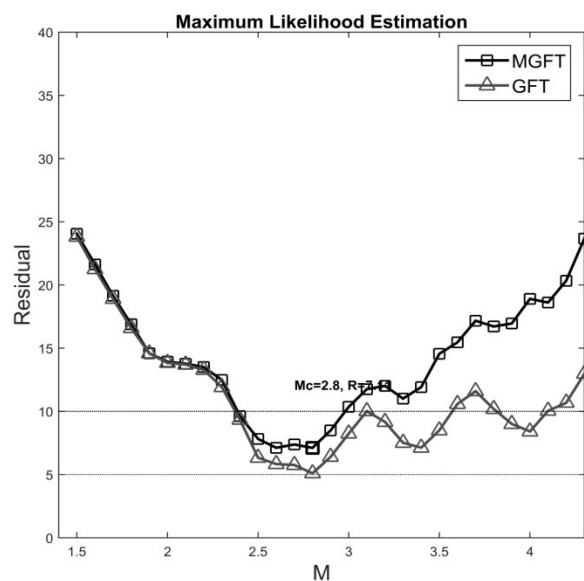
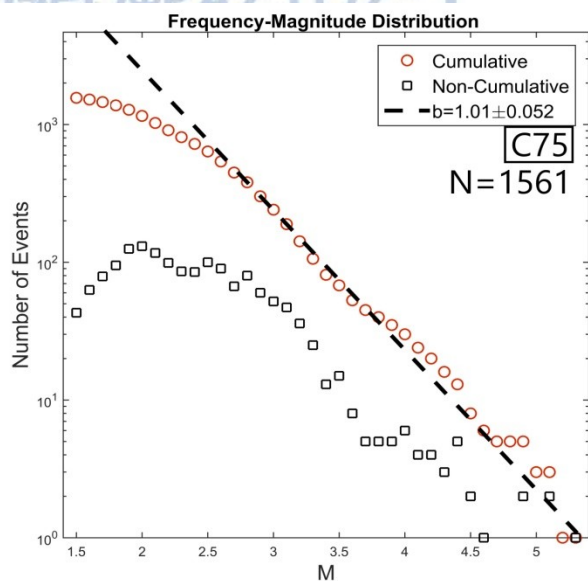
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C72 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



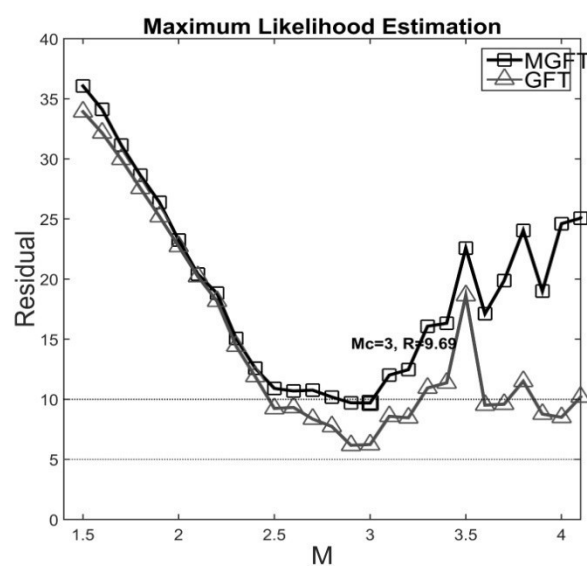
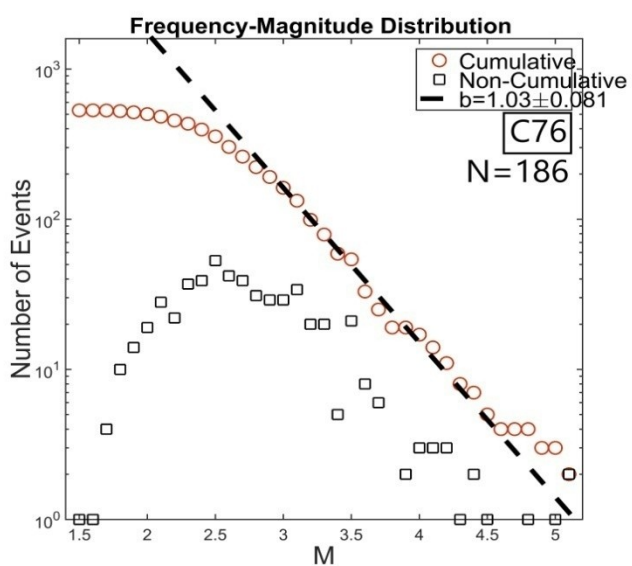
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C73 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



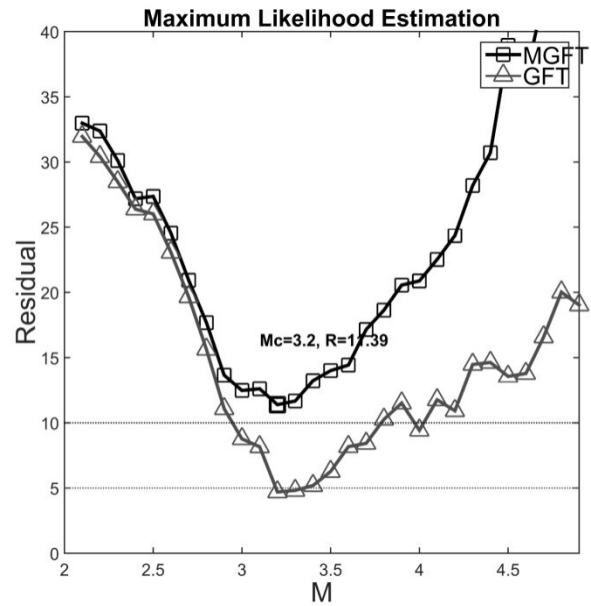
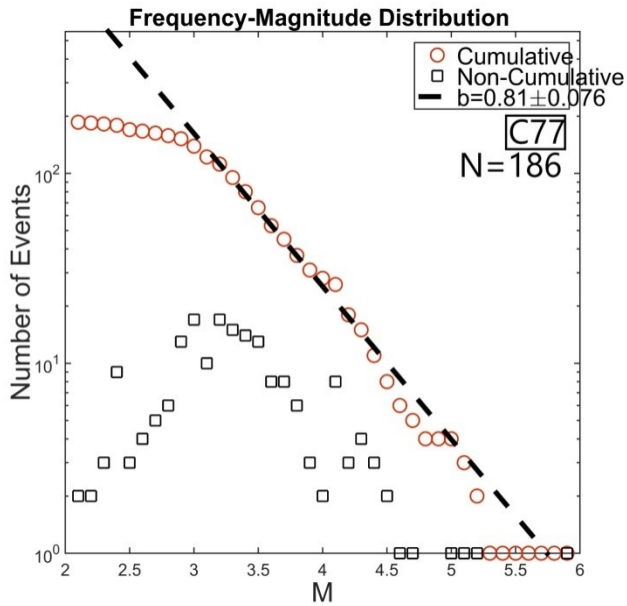
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C74 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



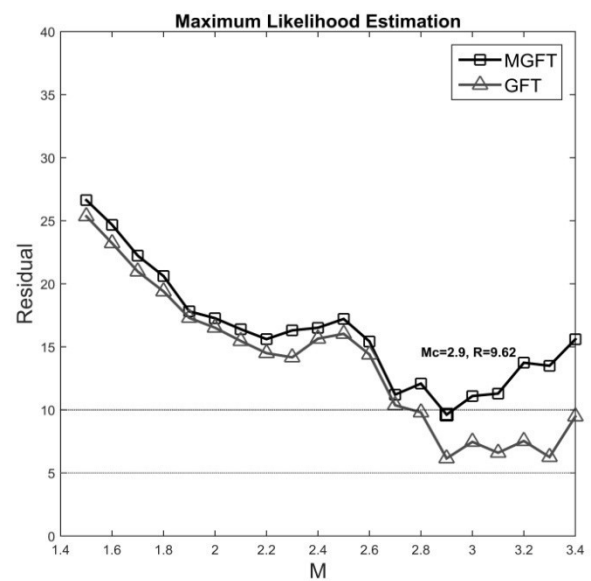
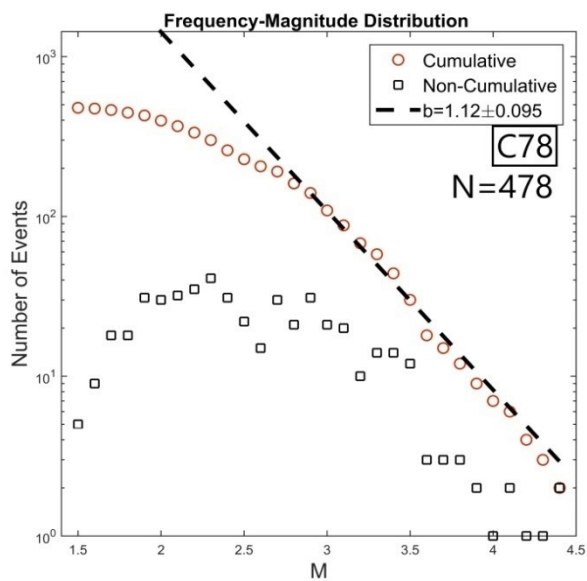
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C75 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



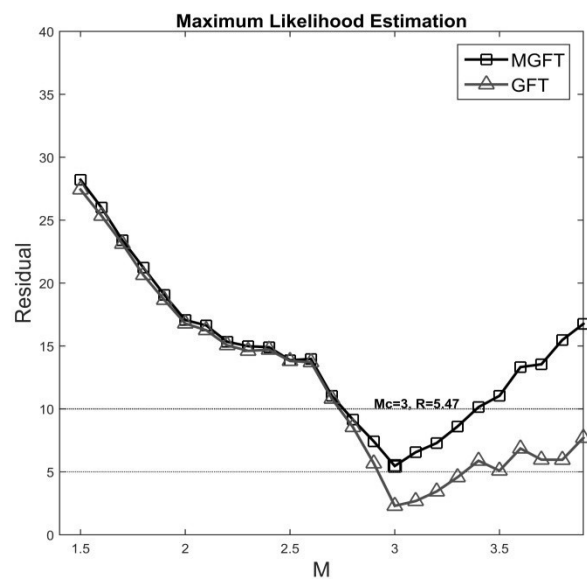
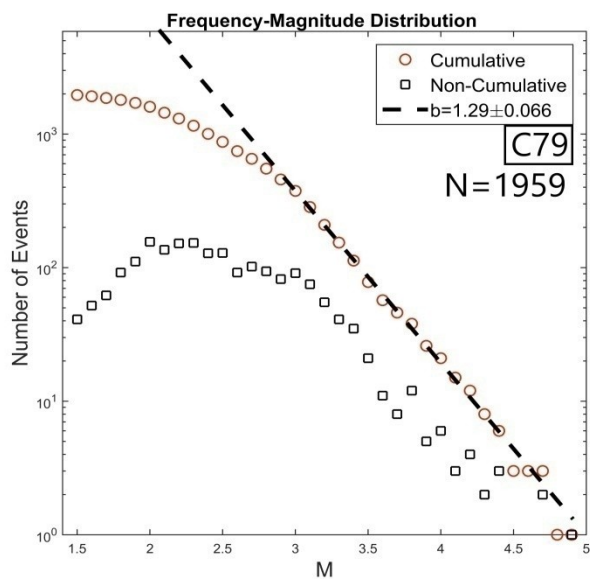
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C76 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



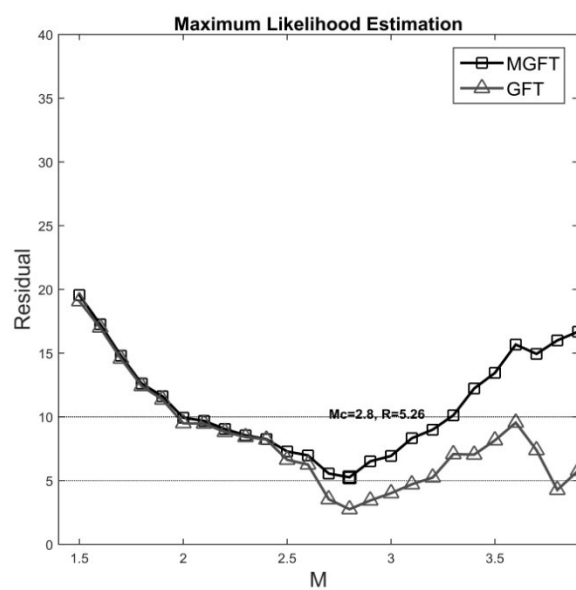
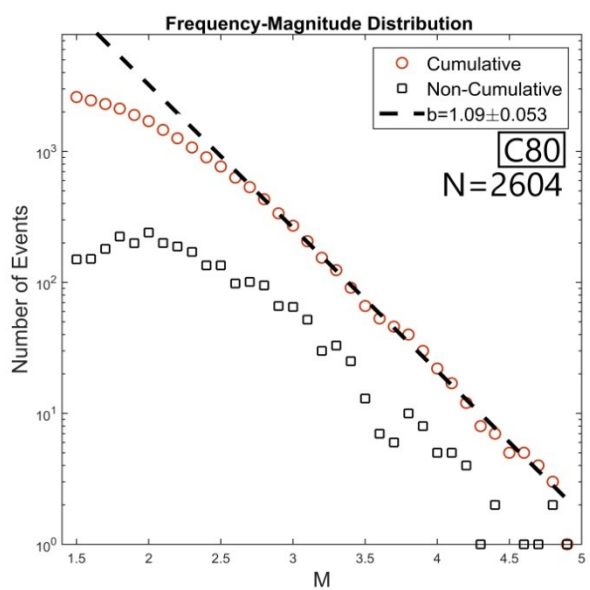
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C77 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



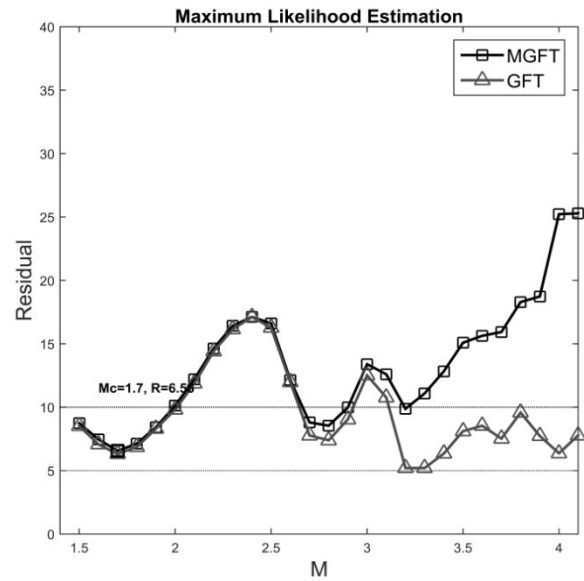
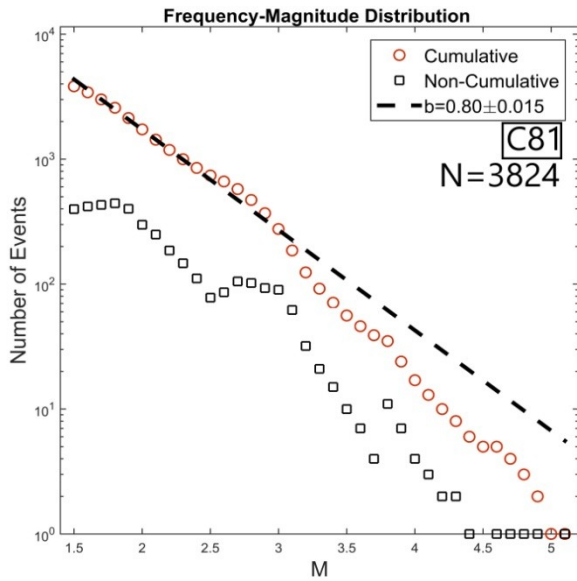
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C78 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



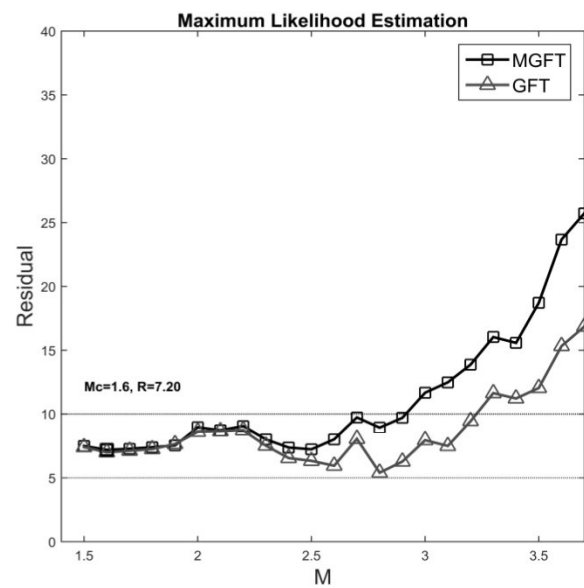
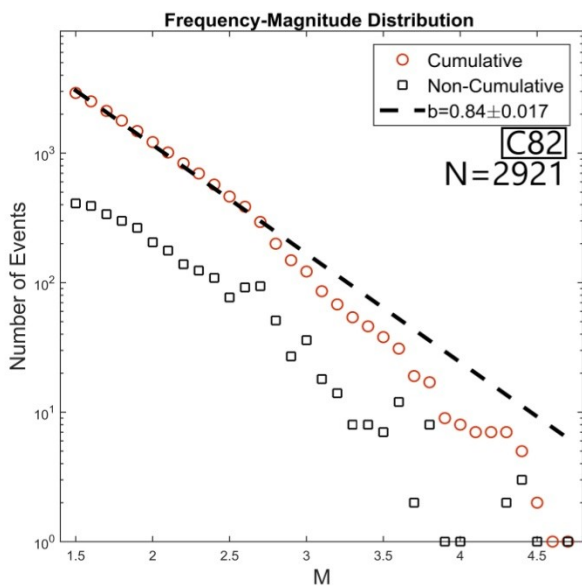
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C79 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



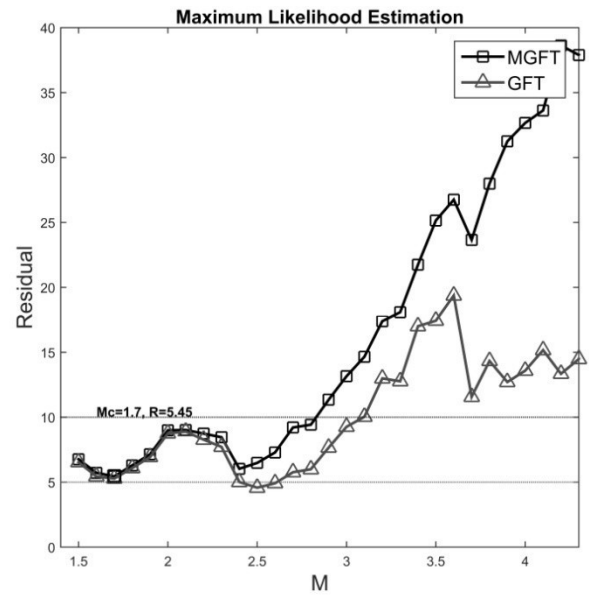
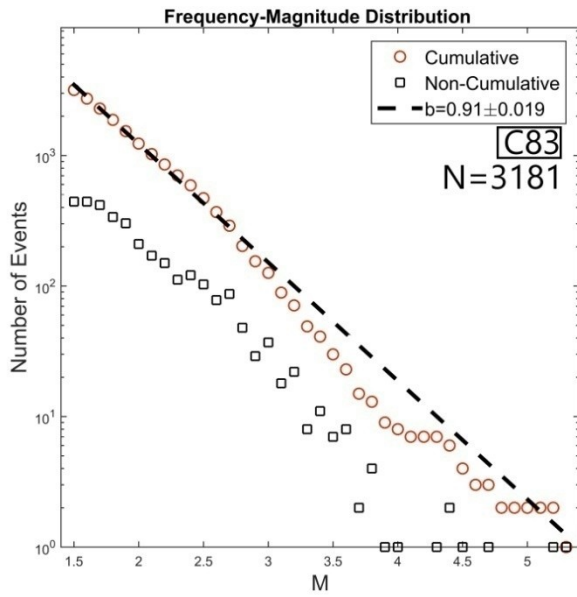
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C80 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



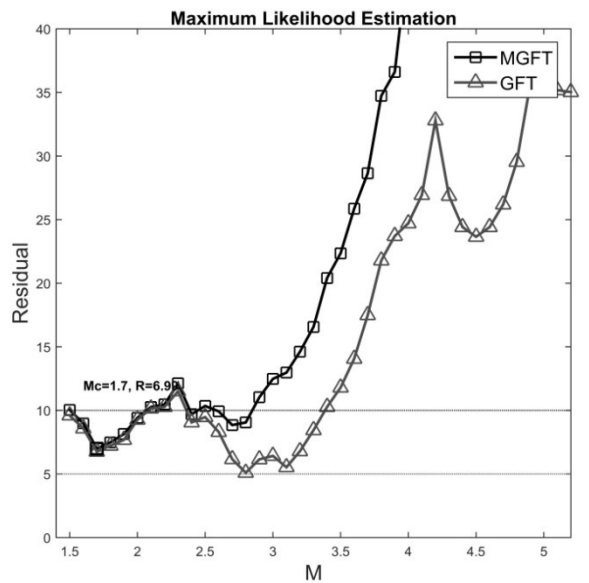
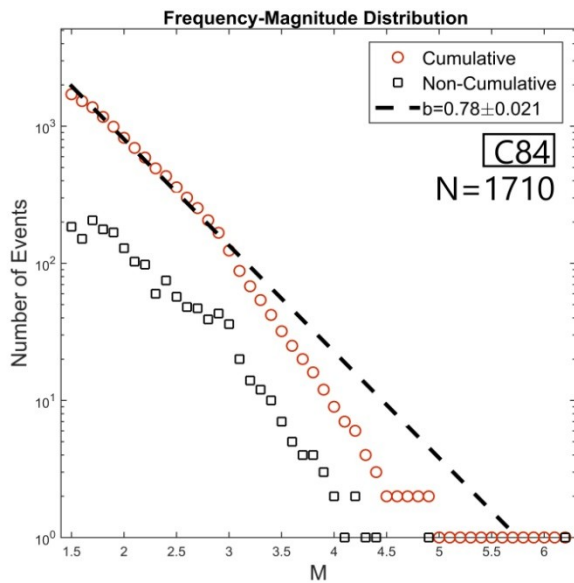
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C81 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



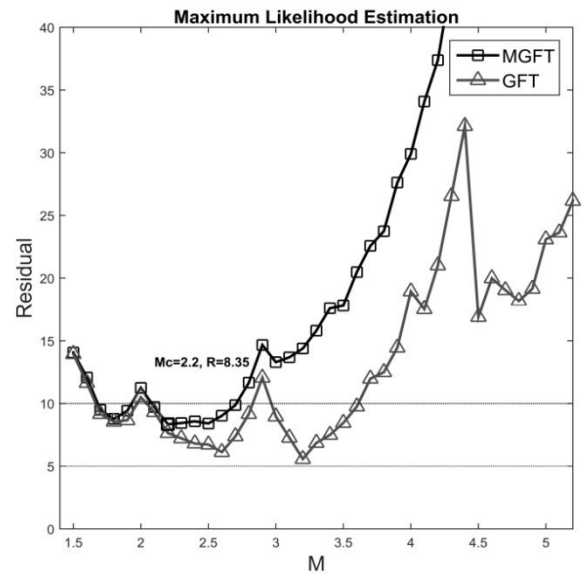
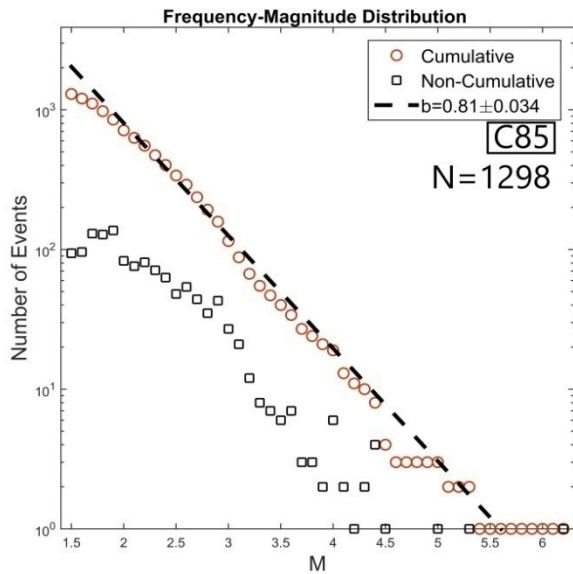
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C82 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



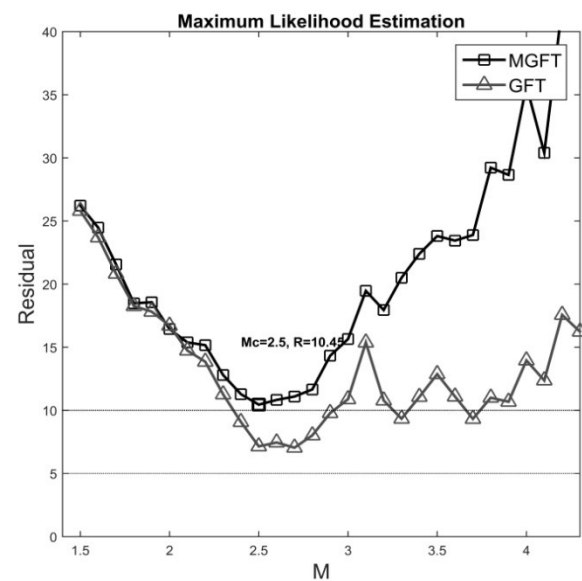
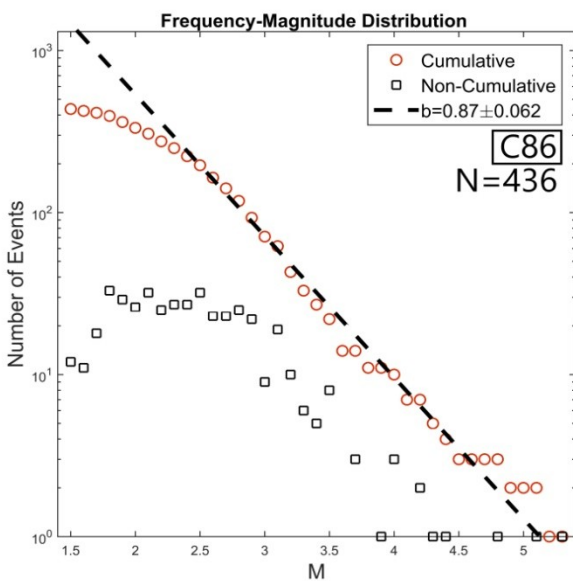
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C83 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



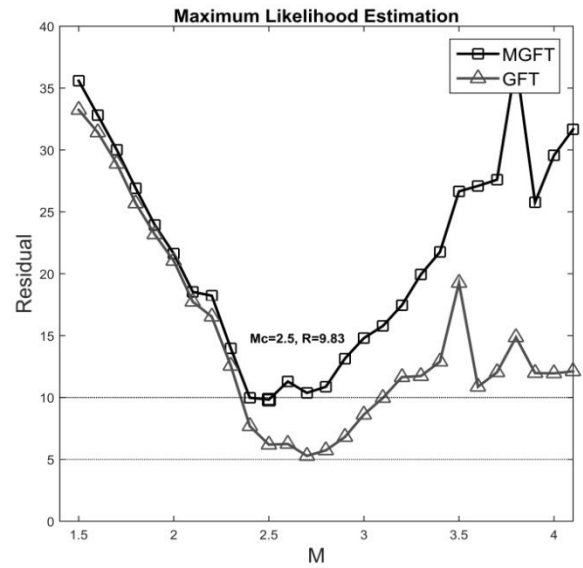
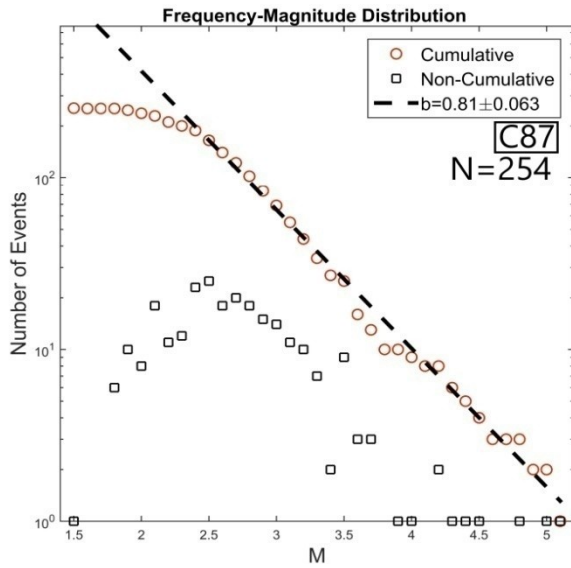
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C84 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



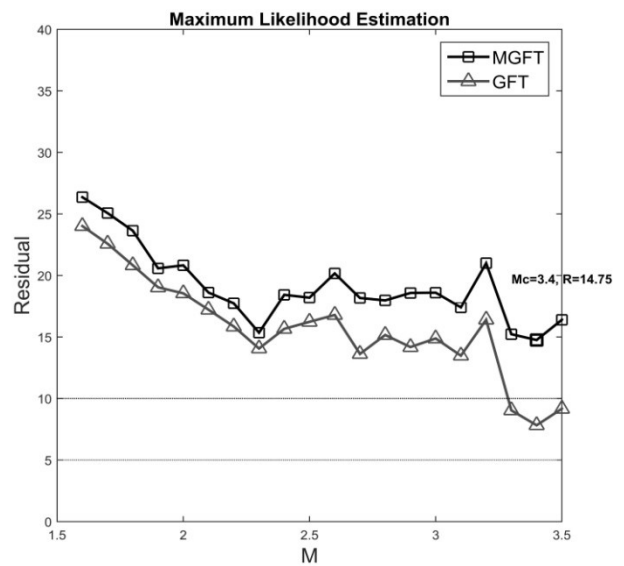
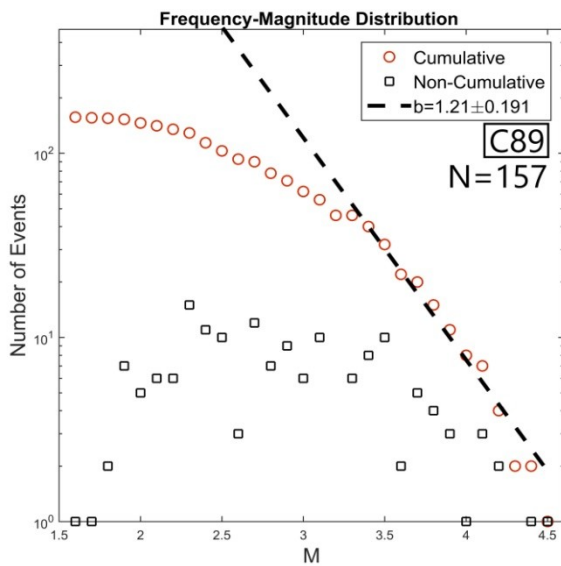
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C85 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



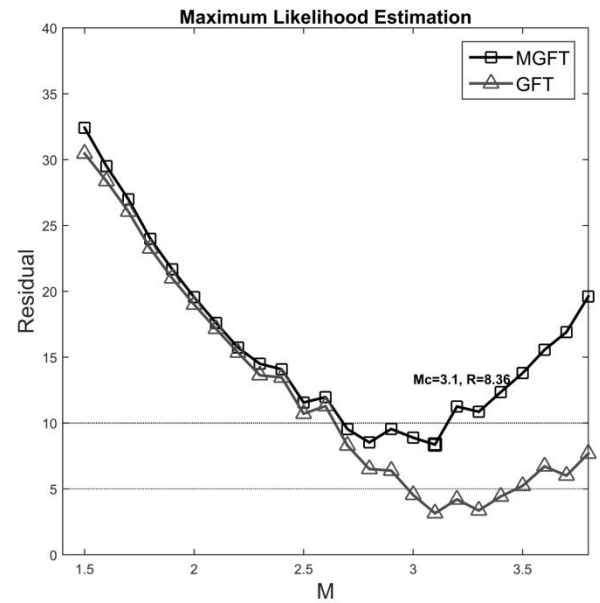
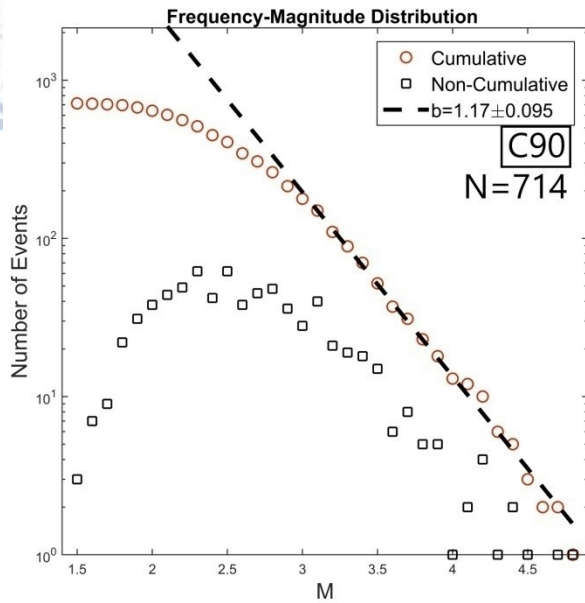
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C86 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



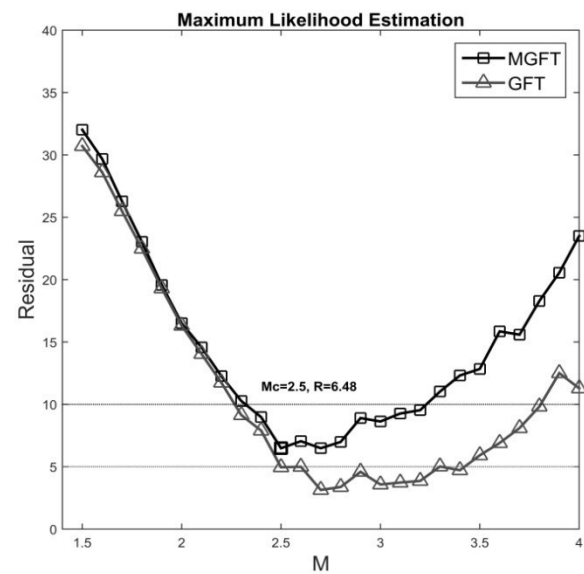
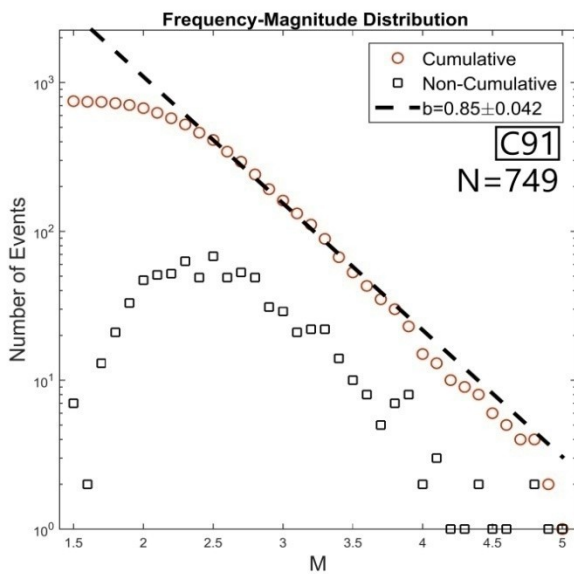
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C87 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



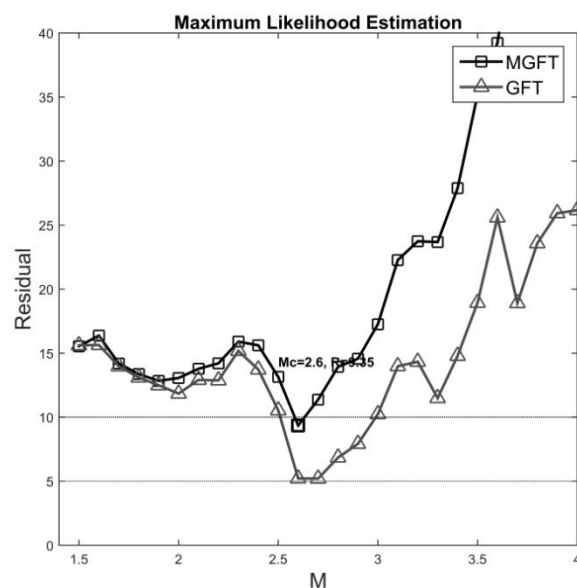
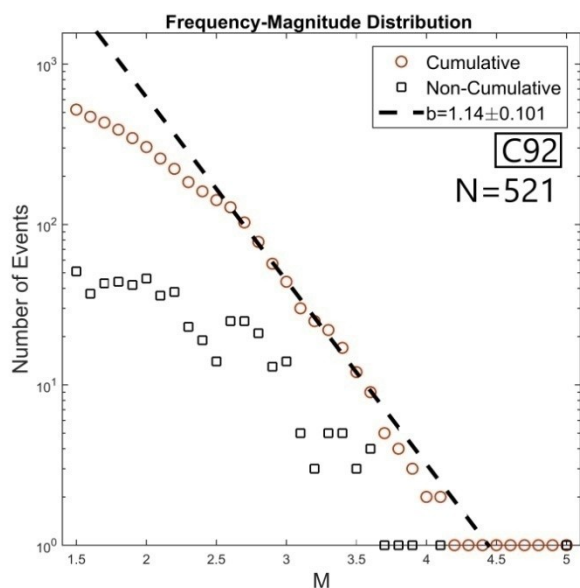
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C89 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



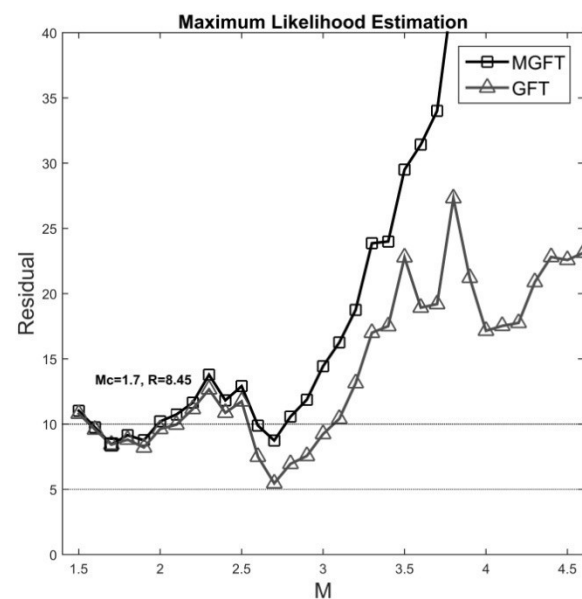
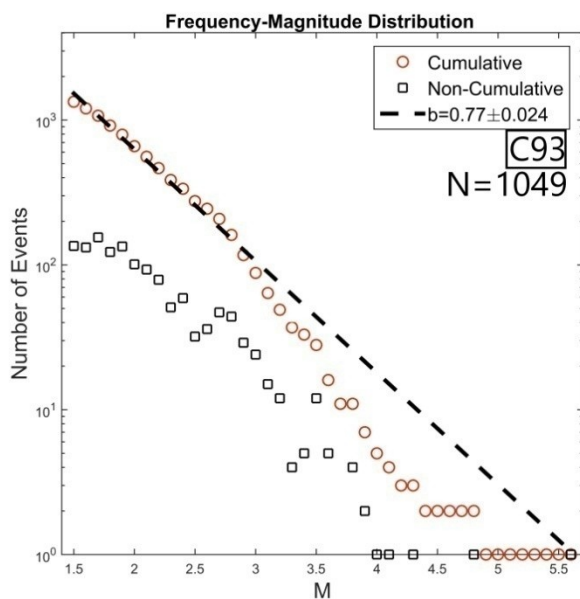
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C90 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



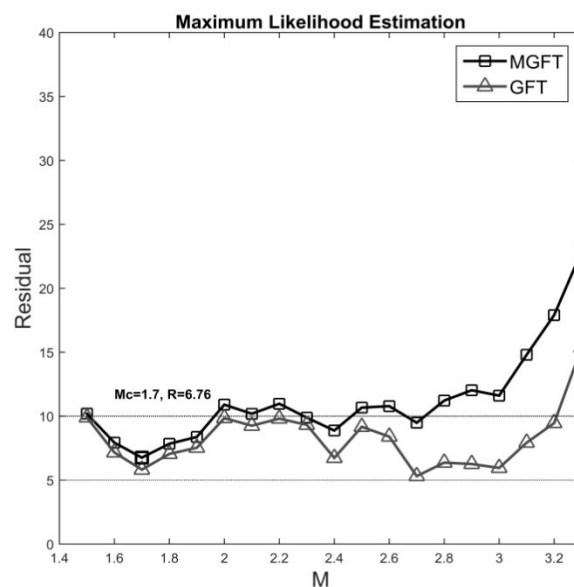
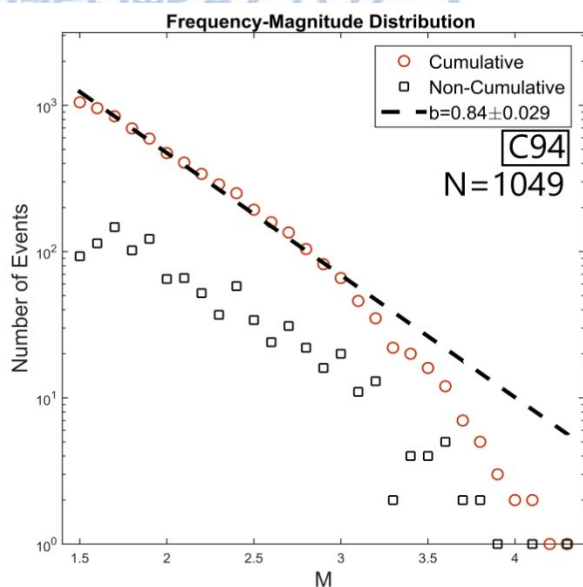
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C91 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



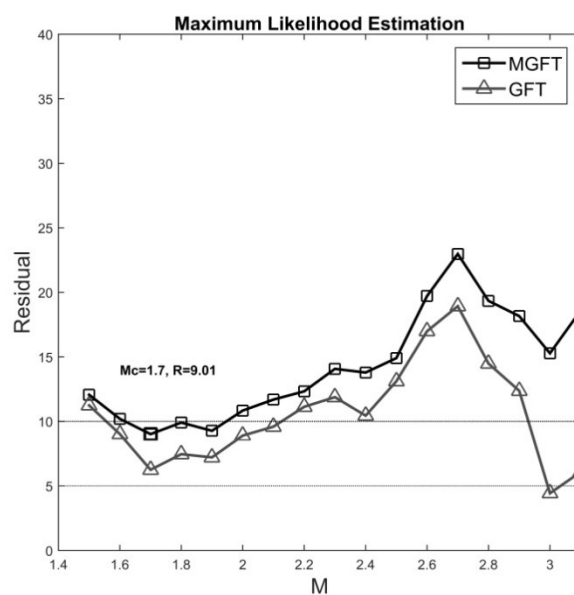
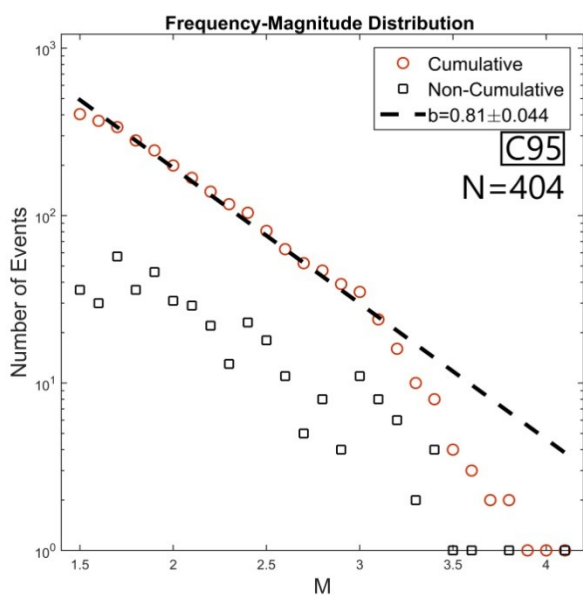
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C92 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



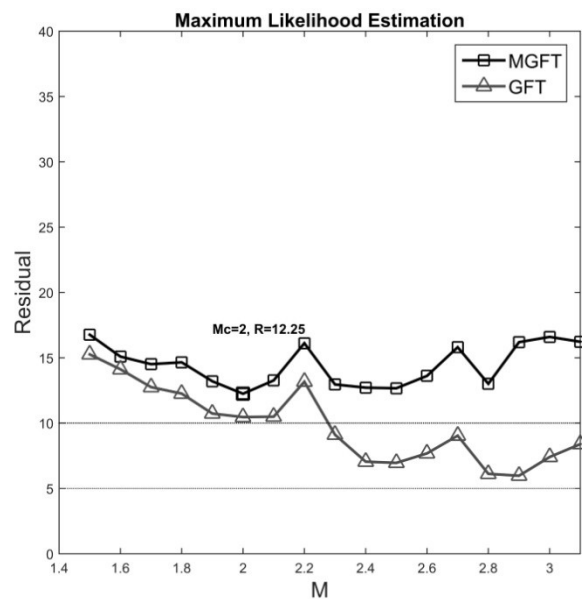
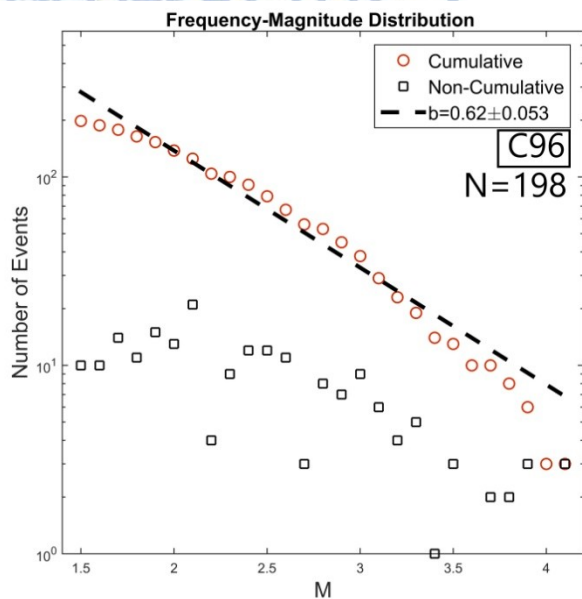
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C93 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



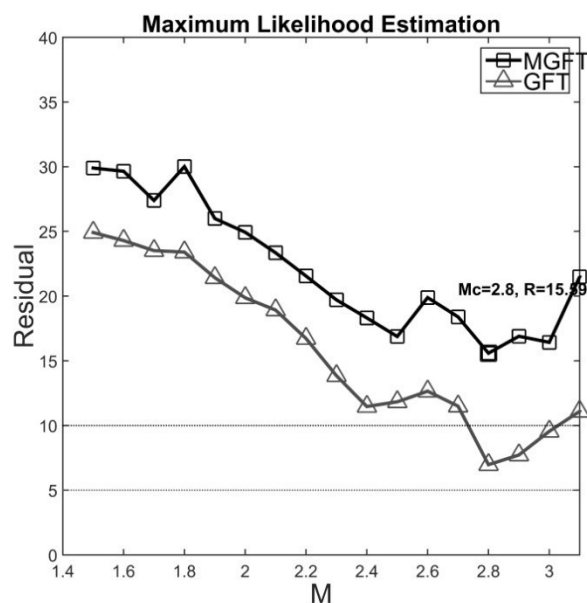
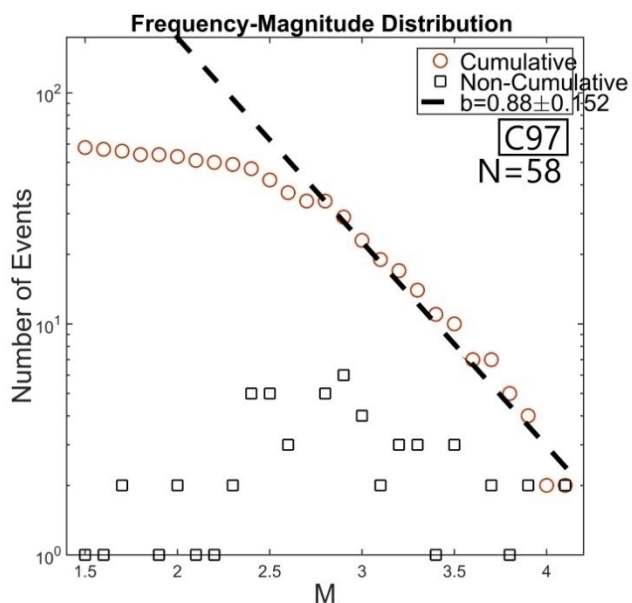
Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C94 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C95 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C96 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.



Αποτελέσματα για τον υπολογισμό των παραμέτρων σεισμικότητας a και b (αριστερά) και του μεγέθους M_c (δεξιά) για τον κύκλο C97 με χρήση του καταλόγου σεισμών από το 2010 μέχρι το 2017.