



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ – ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΑΝΘΗ Ξ. ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ  
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ  
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΧΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ  
ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΡΙ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2017

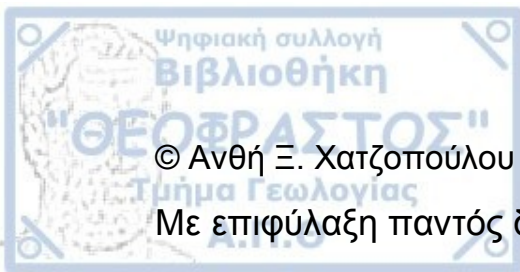


ΑΝΘΗ Ξ. ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ  
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ  
ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΧΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ  
ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΡ1

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας  
Τομέας Μετεωρολογίας – Κλιματολογίας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:  
Καθηγήτρια : Αναγνωστοπούλου Χριστίνα



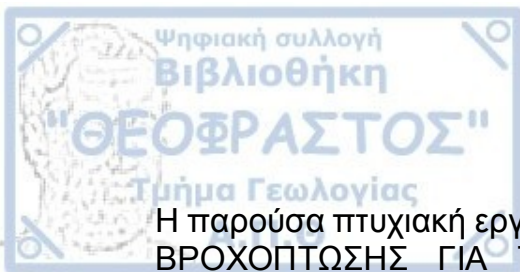
© Ανθή Ξ. Χατζοπούλου , Τομέας Μετεωρολογίας- Κλιματολογίας, 2017

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All right reserved

## ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΧΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ MPI

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.



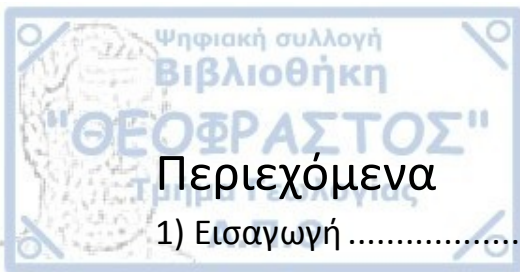
## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει τίτλο « ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΧΙΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ MPI » και εκπονήθηκε στον τομέα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κατά την διάρκεια του έτους 2017.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στην καθηγήτρια μου , κα. Αναγνωστοπούλου Χριστίνα, για την διαρκή επίβλεψη και την βοήθειά της, κατά την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Χωρίς το ενδιαφέρον και την συνεχή παρακολούθηση της δεν θα ήταν εφικτή η συγγραφή της πτυχιακής εργασίας.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την όλη μου την οικογένεια, και ειδικότερα τους γονείς μου Ξενοφών και Ιφιγένεια , τον αδερφό μου, Άγγελο και τον θείο μου Γιάννη, για την συμπαράσταση και την στήριξη που μου πρόσφεραν και που συνεχίζουν να μου προσφέρουν καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους μου που ήταν δίπλα μου όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

Ανθή Χατζοπούλου 2017



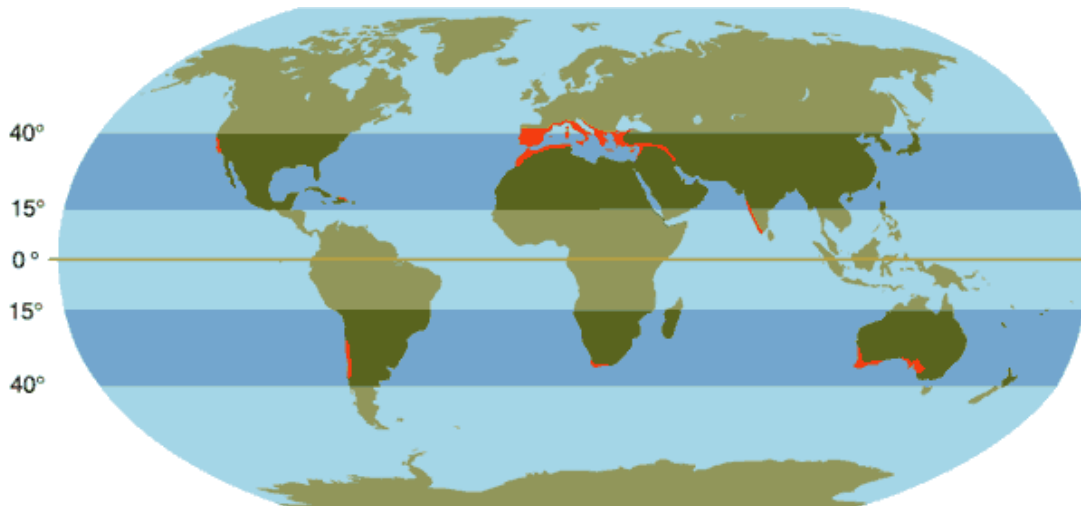
## Περιεχόμενα

1) Εισαγωγή .....	6
1.1) Το Κλίμα της Μεσογείου .....	6
1.2) Το κλίμα της Ελλάδας: .....	7
1.3.1) IPCC .....	13
1.3.2) Κλιματικά μοντέλα .....	14
1.3.3) RCPs .....	15
2) Στόχος και Δεδομένα .....	17
3) Ανάλυση Δεδομένων .....	19
3.1) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Αθήνας .....	19
3.2) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό των Χανίων .....	30
3.3) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Κέρκυρας .....	41
3.4) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Μυτιλήνης .....	52
3.5) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Θεσσαλονίκης .....	63
4) Συμπεράσματα .....	74
Βιβλιογραφία: .....	76

## 1) Εισαγωγή

### 1.1) Το Κλίμα της Μεσογείου

Το κλίμα της Μεσογείου γεωγραφικά συναντάται σε γεωγραφικό πλάτος μεταξύ 30° και 45° τόσο βόρεια, όσο και νότια του ισημερινού. Η κατ' εξοχήν περιοχή επικράτησης του κλίματος αυτού, από την οποία πήρε και το όνομα του, είναι η Μεσόγειος, μια περιοχή με ιδιαίτερα κλιματικά χαρακτηριστικά. Ωστόσο πέρα από την Μεσόγειο συμπεριλαμβάνει και χώρες όπως, η Καλιφόρνια, η Χιλή, η Αργεντινή, η Νότια Αφρική, περιοχές της Αυστραλίας και του Μεξικού.



Σχήμα 1.1.1.: Παγκόσμιος χάρτης με περιοχές που επικρατεί το μεσογειακό κλίμα (κόκκινο χρώμα)  
Πηγή: <https://www.nps.gov/prsf/learn/nature/mediterranean-climate.htm>

Με βάση τον Köppen το μεσογειακό κλίμα (Csa, βλ. Σχήμα 1.1.1.) χαρακτηρίζεται από θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους θερμοκρασιακά, αλλά υγρούς χειμώνες. Οι βροχοπτώσεις σχεδόν απουσιάζουν από τους θερινούς μήνες, με εξαίρεση τον Ιούνιο, που πιθανόν να εμφανίζονται μερικές, ενώ τον χειμώνα εμφανίζονται με αυξημένη συχνότητα. Εκτός της λεκάνης της Μεσογείου, το μεσογειακό κλίμα εμφανίζεται στις δυτικές ακτές των ηπείρων, συνήθως ανάμεσα σε ωκεάνια κλίματα προς τους πόλους και ξηρά και ημίξηρα προς τον ισημερινό.

Σύμφωνα με τον Köppen (1884) το μεσογειακό κλίμα διακρίνεται σε μεσογειακό παράκτιο και μεσογειακό ενδοχώρας. Η Ελλάδα ανήκει στο Csa, όπου η μέση θερμοκρασία του πιο ψυχρού μήνα είναι μεγαλύτερη από 0°C και υπάρχουν τουλάχιστον 4 μήνες με μέση θερμοκρασία πάνω από 10 °C. Επίσης η βροχόπτωση εμφανίζεται κυρίως την ψυχρή εποχή, αφού ο υγρότερος μήνας θα πρέπει να λαμβάνει τριπλάσιο ποσό βροχής από τον ξηρότερο μήνα του καλοκαιριού. Επιπρόσθετα ο ξηρότερος μήνας το καλοκαίρι θα πρέπει μην υπερβαίνει τα 30 mm βροχόπτωσης κατά μέσο όρο.

Όσον αφορά την θερμοκρασία η πλειοψηφία των περιοχών που επηρεάζονται από το μεσογειακό κλίμα έχουν σχετικά ήπιους χειμώνες και πολύ ζεστά καλοκαίρια. Τον χειμώνα η θερμοκρασία πέφτει σπάνια κάτω από το σημείο ψύξης και γι' αυτό δεν εμφανίζονται συχνά χιονοπτώσεις. Για την διαμόρφωση της θερμοκρασίας το καλοκαίρι παίζουν ρόλο πολλοί παράγοντες όπως η απόσταση από την θάλασσα, το υψόμετρο, το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος.



Η υγρή περίοδος αρχίζει τον Σεπτέμβριο και διαρκεί έως και την άνοιξη. Σε γενικές γραμμές η διάρκεια της ξηρής περιόδου αυξάνει καθώς μεταβαίνουμε από τα βόρεια γεωγραφικά πλάτη προς τα νότια και από τα δυτικά προς τα ανατολικά.

Κατά την διάρκεια του θέρους, το μεσογειακό κλίμα δέχεται επιδράσεις κυρίως από μόνιμα και εποχικά βαρομετρικά συστήματα. Αντίθετα κατά την διάρκεια του χειμώνα τα κινητά βαρομετρικά συστήματα αποτελούν την πλειοψηφία των καιρικών συστημάτων που διαμορφώνουν το κλίμα της Μεσογείου (Kendrew,1953).

Τους θερινούς μήνες το επικρατέστερο βαρομετρικό σύστημα είναι ο αντικυκλώνας στη περιοχή της Ευρώπης, ο οποίος , επεκτεινόμενος προς τα ανατολικά, συνδυάζεται είτε με κινητές υφέσεις προερχόμενες από τα ΒΔ ,είτε με το χαμηλό της ΝΑ Ασίας ,και συνοδεύεται από Βορείους ανέμους και ξηρές γενικά συνθήκες.

Κατά την διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα είναι πολύ συχνό το φαινόμενο της κυκλογένεσης, ιδιαίτερα στις υπήνεμες περιοχές των Άλπεων και του Άτλαντα. Οι υφέσεις που δημιουργούνται, αντλούν υγρασία και λανθάνουσα θερμότητα από την Μεσόγειο .Η εισβολή ψυχρών αερίων μαζών πάνω από την θερμότερη θάλασσα συμβάλλει στη βύθιση των μεσογειακών υφέσεων (Maheras, 1985). Οι μεσογειακές υφέσεις συνδυαζόμενες με την προς ΝΑ προέκταση του σιβηρικού αντικυκλώνα, δίνουν σημαντικά ύψη βροχής, που αυξάνουν με το γεωγραφικό πλάτος.

Κατά την διάρκεια της άνοιξης, τέλος, η υφειακή δραστηριότητα μειώνεται σημαντικά , χωρίς όμως αυτό να συνοδεύεται και από ανάλογη μείωση της συχνότητας των ψυχρών λιμνών στην ανώτερη τροπόσφαιρα. Έτσι το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής αστάθειας σχετίζεται με ένα δευτερεύον μέγιστο βροχόπτωσης κατά την διάρκεια των εαρινών μηνών στις ηπειρωτικές περιοχές.

## 1.2) Το κλίμα της Ελλάδας:

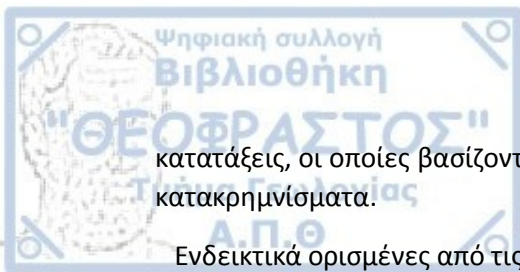
### Α) Εισαγωγικά:

Η Ελλάδα γεωγραφικά βρίσκεται στο Βόρειο ημισφαίριο και το γεωγραφικό πλάτος κυμαίνεται από 34° έως 42° , ενώ το γεωγραφικό μήκος από 19° έως 29° Ανατολικά. Περίπου το 1/3 της επιφάνειας της είναι ξηρά , ενώ τα υπόλοιπα 2/3 αποτελούνται από θάλασσα.

Έχει πλούσια γεωμορφολογία καθώς υπάρχουν εναλλαγές περιοχών με μεγάλα και μικρά υψόμετρα. Κατά μήκος του άξονα Β-Ν συναντάμε την οροσειρά της Πίνδου που παίζει καθοριστικό ρόλο για το κλίμα της Ελλάδας. Η δυτική Ελλάδα χαρακτηρίζεται πιο ορεινή συγκριτικά με την ανατολική πλευρά που συγκεντρώνει πολλές πεδιάδες.

Σύμφωνα τον Φλόκα (1992) , λόγω αυτής της ιδιαίτερης μορφολογίας που έχει η Ελλάδα, το κλίμα του βορείου τμήματός της έχει κοινούς παράγοντες διαμόρφωσης με το κλίμα της ΝΑ-Ευρώπης. Το νότιο τμήμα της Ελλάδας είναι απόρροια του θαλάσσιου μεσογειακού τύπου κλίματος.

Γενικά όμως η Ελλάδα ανήκει στην Βόρεια Εύκρατη κλιματική Ζώνη. Χαρακτηριστικό του κλίματος της είναι τα θερμά και ξηρά καλοκαίρια σε συνδυασμό με τους υγρούς και ψυχρούς χειμώνες. Για τον ακριβή χαρακτηρισμό του κλίματος της έχουν δημιουργηθεί πολλές



κατατάξεις, οι οποίες βασίζονται κυρίως στην θερμοκρασία του αέρα και στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

Ενδεικτικά ορισμένες από τις κατατάξεις που δημιουργήθηκαν είναι οι εξής(Φλόκας,1992):

A) Με βάση το ύψος των κατακρημνισμάτων:

- Ημίξηρος Τύπος: Έχει ετήσιο βροχομετρικό ύψος 200-500mm. (Θεσσαλονίκη, Αθήνα, Νάξος, Μήλος κτλ. )
- Ημίυγρος Τύπος: Έχει ετήσιο βροχομετρικό ύψος 500-1000mm.(Υπάρχουν πολλοί μετεωρολογικοί σταθμοί.)
- Υγρός Τύπος: Έχει ετήσιο βροχομετρικό ύψος 1000-2000mm. ( Πολλοί μετεωρολογικοί σταθμοί ορεινών περιοχών και των Ιόνιων Νησιών)
- Πολύ Υγρός Τύπος: Έχει ετήσιο βροχομετρικό ύψος >2000mm. (Άσκηφος)

B)Με βάση τις τιμές ΕΘΕ(Ετήσιο Θερμομετρικό Εύρος) :

Το κλίμα της Ελλάδας με βάση αυτή την κατάταξη χαρακτηρίζεται ως θαλάσσιο μεταβατικό. Το ΕΘΕ παρουσιάζει μία διακύμανση 10-25 °C.

Γ) Με βάση τον Μαριολόπουλο (1992) στο βιβλίο του «Το κλίμα της Ελλάδας» δημιουργεί την εξής κατάταξη:

- Ορεινή Περιοχή: Περιλαμβάνονται κυρίως στα ΒΒΔ προς ΝΝΑ ορεινά τμήματα της χώρας . Ορισμένες φορές μπορεί να αναπτυχθούν σαν μικροκλίματα μέσα σ αυτά τα ορεινά τμήματα και κλίματα ήπιου χαρακτήρα αλπικής τούνδρας, καθώς και διάφορα άλλα κλίματα μικρότερης έκτασης. Χαρακτηριστικά αυτής της κλιματικής περιοχής είναι η διακύμανση της θερμοβαθμίδας από 0,4-0,9°C /100 m. Γενικά επικρατούν μεγάλης χρονικής διάρκειας χειμώνες, ενώ τα καλοκαίρια είναι δροσερά, πολλές φορές και ψυχρά και δεν ξεπερνούν τους δύο μήνες. Ειδικά σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 2000m. η χιονοκάλυψη χαρακτηρίζει σχεδόν όλες τις εποχές του έτους, ενώ τα κατακρημνίσματα αυξάνονται με την αύξηση του ύψους.
- Ηπειρωτική: Αποτελεί το μεταβατικό στάδιο ανάμεσα στο μεσογειακό και στο μεσευρωπαϊκό κλίμα. Αυτή η κλιματική περιοχή συναντάται σε τμήματα της Ηπείρου, της Μακεδονίας, της Θράκης και της Θεσσαλίας. Η τιμές τις ΕΘΕ κατά βάση είναι 20°C και η ελάχιστη θερμοκρασία μπορεί να φτάσει στους -25°C. Οι βροχοπτώσεις δεν είναι πολύ μεγάλες σε ύψος και η κατανομή τους ακολουθεί το μεσογειακό τύπο κλίματος, με ελάχιστες βροχοπτώσεις κατά τους θερμούς μήνες του χρόνου. Κατά την απομάκρυνση από τις ακτές διαπιστώνουμε καλύτερα τους ηπειρωτικούς χαρακτήρες της συγκεκριμένης κλιματικής περιοχής.
- Θαλάσσια Μεσογειακή περιοχή: Εκτείνεται στις δυτικές παραλιακές περιοχές της Ελλάδας και στα νησιά του Ιονίου Πελάγους. Χαρακτηρίζεται από μια ηπιότητα στα φαινόμενα. Πιο συγκεκριμένα κατά την ψυχρή περίοδο έχουμε πολλές θερμές και υγρές ΝΔ αέριες μάζες. Ακόμη η οροσειρά τις Πίνδου βοηθάει στο να μην φτάσουν στην περιοχή ψυχρές αέριες μάζες προερχόμενες από τα ανατολικά.
- Χερσαία Μεσογειακή περιοχή: Σ αυτή την κλιματική περιοχή εντάσσεται η ΝΑ Ελλάδα, τμήματα της Στερεάς Ελλάδας ,της Θεσσαλίας ,της Πελοποννήσου , τα



παράλια και νησιά του Αιγαίου και της Κρήτης. Μοιάζει αρκετά με τον τύπο κλίματος «Θαλάσσια Μεσογειακή Περιοχή», ωστόσο υπάρχουν και μερικές διαφορές. Μια από αυτές είναι ότι πνέουν ψυχροί B-BA άνεμοι, που πνέουν κυρίως το χειμώνα ελαττώνοντας την θερμοκρασία ραγδαία και σημειώνοντας χιονοπτώσεις. Καταληκτικά η ανατολική περιοχή είναι ξηρότερη από την δυτική περιοχή της Ελλάδας λόγω της οροσειράς της Πίνδου.

- Ερημοειδής Μεσογειακή περιοχή: Αυτή η κλιματική περιοχή περιλαμβάνει την Νοτιοανατολική Κρήτη. Είναι κι αυτός ένας ενδιάμεσος τύπος κλίματος όπως ο ηπειρωτικός. Είναι μεταξύ του Μεσογειακού και του Ερημικού Τύπου κλίμα. Η περίοδος ξηρασίας της είναι περίπου 5-6 μήνες και το μέσο ετήσιο ύψος ισούται με περίπου 550 mm.

Δ) Με βάση τον Köppen(1884) ,ο οποίος λαμβάνει υπόψιν τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες του αέρα και τα ύψη των βροχών:

Σταθμοί που ανήκουν στην ομάδα των μεσοθέρμων κλιμάτων "C". Ως δεύτερο σύμβολο χρησιμοποιείται το "s". Αυτό σημαίνει ότι η ξηρή εποχή είναι το θέρος. Όντως αυτό επιβεβαιώνεται, αφού το δίμηνο Ιούλιος-Αύγουστος οι βροχοπτώσεις δεν ξεπερνούν τα 30mm σε ύψος. Τα περισσότερα κατακρημνίσματα συναντώνται κατά την ψυχρή εποχή του έτους. Ως τρίτο σύμβολο στην ονομασία χρησιμοποιείται το "a", για υψόμετρα <1000 m. Ο ψυχρότερος μήνας έχει θερμοκρασίες από -2 έως 10 °C. Ο θερμότερος μήνας έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη των 10°C. Σταθμοί με υψόμετρα >1000 m και ως τρίτο σύμβολο χρησιμοποιείται το "b". Η μέση θερμοκρασία των δύο θερινών μηνών δεν ξεπερνάει τους 22°C. Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι το κλίμα της Ελλάδας είναι για υψόμετρα <1000m Csa , δηλαδή μεσογειακού τύπου κλίμα ή Μεσό-θερμος Τύπος Κλίματος με ξηρό και θερμό θέρος. Για υψόμετρα >1000m είναι Csb. Εξαιρέση αποτελεί η Ροδόπη, που η βροχή δεν παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις μέσα στον χρόνο και είναι Cfa ή Cfb και σε μεγαλύτερη υψόμετρα Dfb , και ορισμένοι σταθμοί στον Όλυμπο και στον Χορτιάτη , όπου ο Ιανουάριος έχει μέση μηνιαία θερμοκρασία <-2°C, και το κλίμα χαρακτηρίζεται ως "D".

## B) Κλιματικά Στοιχεία

### 1)Ατμοσφαιρική Πίεση:

Τον χειμώνα ο ελληνικός χώρος δεν επηρεάζεται από κάποιο μόνιμο βαρομετρικό σύστημα , αλλά είναι υπό την δράση του σιβηρικού αντικυκλώνα και άλλοτε από άλλες διερχόμενες υφέσεις από τον Β. Ατλαντικό και την ΒΑ. Αφρική. Πιο συγκεκριμένα τον Ιανουάριο που η ατμοσφαιρική κυκλοφοριακή δράση είναι εντονότερη έχουμε έντονες υφέσεις της Μεσογείου στην Ν. Βαλκανική χερσόνησο κι έτσι επικρατούν θερμές και υγρές αέριες μάζες. Ακόμα δεν έχουμε τον Ιανουάριο δημιουργία βαροβαθμίδας από τις μόνιμες και κινητές αντικυκλωνικές καταστάσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας , άρα να έχουμε νηνεμίες και τις γνωστές Αλκυονίδες μέρες.

Προς το καλοκαίρι σταδιακά εξασθενούν τα χαμηλά του Β. Ατλαντικού, της ΒΑ. Αφρικής, ενώ ταυτόχρονα ενισχύεται οι αντικυκλωνικές καταστάσεις στην Ευρώπη και τα Βαλκάνια σε συνδυασμό με το θερινό βαρομετρικό χαμηλό της ΝΑ Ασίας (ή του Πακιστάν). Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η ανάπτυξη ευσταθών αερίων μαζών προς την Μεσόγειο και την



ανάπτυξη της μεγαλύτερης βαροβαθμίδας στο Αιγαίο, με αποτέλεσμα την εμφάνιση των Ετησίων Ανέμων στη περιοχή.

## 2) Αέριες Μάζες:

Η Ελλάδα επειδή βρίσκεται στην εύκρατη ζώνη είναι δέχεται επιδράσεις από όλες τις αέριες μάζες, αλλά κυρίως από τις πολικές. Με εξαίρεση τις αρκτικές αέριες μάζες, όλες οι υπόλοιπες μπορούν να εμφανιστούν όλο τον χρόνο.

Κατά την ψυχρή περίοδο του έτους οι αέριες μάζες που φτάνουν στην Ελλάδα είναι ψυχρές και ξηρές. Κατά την διέλευση τους από την Ευρώπη αφήνουν μεγάλο μέρος των υδρατμών που έχουν, κυρίως πάνω από τις Άλπεις και την κεντρική Βαλκανική χερσόνησο. Αντιθέτως οι νότιοι άνεμοι που πνέουν στην χώρα μας διερχόμενοι από την Μεσόγειο πέρα από την θερμότητα που ωθούν προς την χώρα μας, είναι κορεσμένοι από υδρατμούς κι έτσι είναι υγροί.

Κατά την θερμή περίοδο οι αέριες μάζες που φτάνουν στην Ελλάδα είναι θαλάσσιες τροπικές, προερχόμενες από τον αντικυκλώνα των Αζορών. Επειδή διασχίζουν μεγάλη διαδρομή πάνω από την Κεντρική και την Δυτική Ευρώπη, που χαρακτηρίζεται από αρκετές θερμές περιοχές, είναι κι αυτές θερμές. Όταν όμως διαπερνούν με γρήγορη κίνηση είναι υγρές και επιφέρουν βροχοπτώσεις στην Β. Ελλάδα.

## 3) Άνεμοι:

Οι ομάδες των ανέμων αν θα μπορούσαμε να τους κατατάξουμε χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

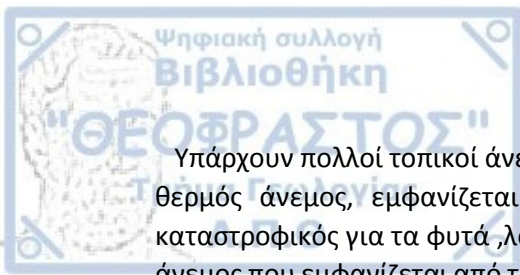
- a. Άνεμοι που προκύπτουν από την κατανομή της πίεσης στο Βόρειο Ημισφαίριο.
- b. Άνεμοι συνδεδεμένοι με τους τύπους καιρού
- c. Τοπικοί άνεμοι. Στην Ελλάδα επικρατούν οι καταβατικοί άνεμοι, που κινούνται από τους ορεινούς όγκους προς τις ακτές.

Οι άνεμοι στον Ελληνικό χώρο στο μεγαλύτερο ποσοστό έχουν βόρεια προέλευση, ενώ πολλοί είναι και νότιοι. Οι νότιοι άνεμοι προέρχονται από θαλάσσια αύρα και είναι τοπικοί και ημερήσιοι, δηλαδή δεν συνδέονται με τους ανέμους γενικής κυκλοφορίας.

Στα ελληνικά νησιά και κυρίως στο Αιγαίο την θερινή περίοδο του έτους πνέουν οι Ετησίες άνεμοι, οι οποίοι είναι βόρειοι άνεμοι. Η Κέρκυρα μόνο είναι το νησί που δεν επιτρέπει να διαπεράσουν αυτοί οι άνεμοι λόγω του ορεινού όγκου του Παντοκράτορα.

Βασικό αίτιο των ετησίων ανέμων είναι η επέκταση του χαμηλού των Ινδιών και η ταυτόχρονη εμφάνιση αντικυκλωνικού συστήματος στην Ευρώπη και στα Βαλκάνια. Οι πρόδρομοι Ετησίες ξεκινάν τον Μάιο με μικρή ένταση και συχνότητα, φτάνουν στην μέγιστη ένταση και συχνότητα από τον Ιούλιο έως τον Σεπτέμβριο, ενώ συνεχίζονται μέχρι τα τέλη του Οκτωβρίου με μικρότερη ένταση.

Η διεύθυνση τους ποικίλει καθώς στο Ιόνιο και στις ακτές της Δυτικής Ελλάδος είναι ΒΔ, στο Βόρειο Αιγαίο είναι ΒΑ ενώ καθώς πάμε προς τα νότια γίνονται ΒΔ και στην Ρόδο έχουν δυτική διεύθυνση. Όσον αφορά την ένταση τους σταδιακά εξασθενεί καθώς πάμε από τα πελάγη προς τις ακτές.



Υπάρχουν πολλοί τοπικοί άνεμοι. Ορισμένοι από αυτούς είναι ο Λίβας που είναι ξηρός και θερμός άνεμος, εμφανίζεται από τον Νοέμβριο μέχρι τον Μάιο και είναι ιδιαίτερα καταστροφικός για τα φυτά ,λόγω της έντονης ξηρότητας που τον χαρακτηρίζει. Ένας άλλος άνεμος που εμφανίζεται από τους ορεινούς όγκους της Κρήτης είναι ο Ευρυκλύδωνας. Πνέει στην κοιλάδα του Μεσάρα και είναι πολύ σφοδρός. Στην Θεσσαλονίκη πέρα από τον Βαρδάρη που είναι ΒΔ και είναι ξηρός και ψυχρός εμφανίζεται και ο Χορτιάτης που είναι ανατολικός και μπορεί να γίνει και θυελλώδεις, λόγω των υφέσεων της Κεντρικής Μεσογείου. Στην ΝΔ Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στις παραλιακές οροσειρές πνέει στην αρχή του καλοκαιριού ο Σιρόκος. Εμφανίζεται στην αρχή του καλοκαιριού με μικρή ένταση , όμως μπορεί να προκαλέσει μεγάλες καταστροφές στην χλωρίδα, αφού είναι πολύ θερμός. Σαφώς υπάρχουν κι άλλοι τοπικοί άνεμοι , οι οποίοι έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και πνέουν σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας.(Φλόκας , 1992)

#### 4)Θερμοκρασία:

Σύμφωνα τον Φλόκα (1992), ο πιο αντιπροσωπευτικός μήνας για παρατήρηση των θερμοκρασιών την χειμερινή περίοδο είναι ο Ιανουάριος , ενώ για την θερινή περίοδο είναι ο Ιούλιος.

Σε γενικές γραμμές η θερμοκρασία της Ελλάδας λόγω του ότι βρισκόμαστε στην εύκρατη ζώνη και ανήκει στο κλίμα της Μεσογείου χαρακτηρίζεται ήπια τον χειμώνα και πολύ θερμή το καλοκαίρι. Σαφώς και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως το υψόμετρο, την απόσταση της περιοχής που μελετάμε από την θάλασσα κ.α.

Με βάση τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας κατά μέσο όρο η ελάχιστη θερμοκρασία τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο στις παράκτιες περιοχές κυμαίνεται 5-10°C ,στις ηπειρωτικές 0-5°C , ενώ στις βόρειες πέφτει κάτω από τους 0°C. Ο χειμώνας είναι πιο δριμύς στην ανατολική Ελλάδα και στην Βόρεια συγκριτικά με τα νησιά τόσο του Αιγαίου, όσο και του Ιονίου.

Το καλοκαίρι οι θερμότερες περιόδους είναι το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο του Αυγούστου, με μέσες θερμοκρασίες 29-35°C. Βέβαια πνέει η θαλάσσια αύρα και οι ετησίες άνεμοι που με την δράση τους προσφέρουν μια πνοή δροσιάς.

Το φθινόπωρο είναι αρκετά μεγάλο σε διάρκεια ,ειδικά στις νοτιότερες περιοχές της Ελλάδας , ενώ η άνοιξη είναι αρκετά όψιμη , εξαιτίας του γεγονότος ότι για το λιώσιμο ενός στρώματος χιονιού απαιτούνται σημαντικά ποσά θερμότητας κι έτσι παρατείνεται η εαρινή περίοδος.

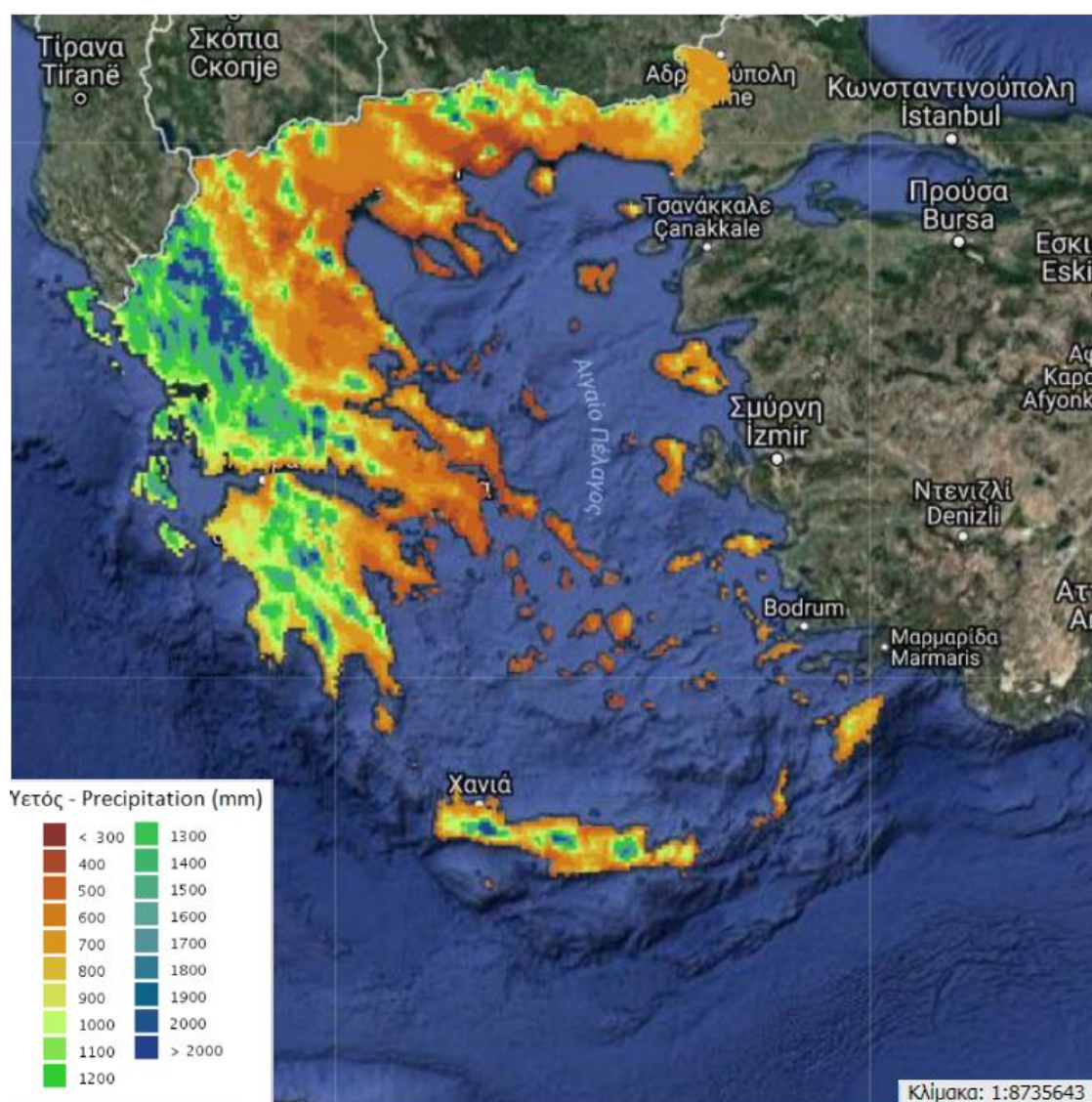
#### 5) Υετός:

Τέλος σύμφωνα τον Φλόκα (1992) τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα στην Ελλάδα ,αλλά και στον ευρύτερο χώρο της Μεσογείου οφείλονται κυρίως στο βόρειο πολικό μέτωπο. Διάφορες οικογένειες υφέσεων μετά την επίδραση του μηχανισμού μείξης των αερίων μαζών δημιουργούν ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα.

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας κατανομής των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στην Ελλάδα είναι το ανάγλυφο της χώρας. Η Πίνδος που εκτείνεται ΒΔ-ΝΑ κατά μήκος της Ελλάδας είναι κάθετη στην μέση διεύθυνση των υφέσεων της Μεσογείου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα σε άλλες περιοχές να έχουμε περισσότερες και σε άλλες λιγότερες βροχοπτώσεις.

Οι περισσότερες βροχοπτώσεις κατά μέσο όρο στην χώρα μας εμφανίζονται τον Ιανουάριο, ενώ οι λιγότερες τον Αύγουστο. Στους Αυλιώτες της Κέρκυρας εμφανίζονται οι περισσότερες βροχοπτώσεις με ποσοστό 42,7% των ημερών του έτους και μετά ακολουθεί η Κέρκυρα με 32,7% των ημερών του έτους, ενώ η Αστυπάλαια είναι από τις περιοχές με τις λιγότερες βροχοπτώσεις σε ποσοστό 18% των ημερών του έτους, η Πάρος με ποσοστό 17,2 % των ημερών του έτους και η Θήρα με ποσοστό 15% των ημερών του έτους.

Όσον αφορά το χιόνι συναντάται σε μεγαλύτερη χρονική διάρκεια σε υψόμετρα >1000 m.. Στους ορεινούς όγκους εμφανίζεται σε μικρότερα υψόμετρα από τον Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο, ενώ σε μεγαλύτερα από τον Οκτώβριο μέχρι τον Μάιο. Συνήθως οι ΒΑ άνεμοι είναι αυτοί που συνοδεύουν τις χιονοπτώσεις. Έτσι τα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου δεν έχουν συχνά φαινόμενα χιονοπτώσεων. Γενικά όσο απομακρυνόμαστε από τις ακτές τόσο οι μέρες με χιόνι αυξάνονται.



Εικόνα 1: Βροχομετρικός Χάρτης Ελλάδας, Πηγή:<http://climatlas.hnms.gr/sdi/>-τροποποιημένο

### 1.3.1) IPCC

Τα τελευταία χρόνια, ολοένα και περισσότερο γίνεται λόγος για την κλιματική αλλαγή. Ως κλιματική αλλαγή, με βάση το IPCC (2014), ορίζεται η αλλαγή στις συνθήκες του κλίματος. Αυτή η αλλαγή υφίσταται για μεγάλο χρονικό διάστημα, συνήθως μεγαλύτερο ή ίσο της δεκαετίας, και μπορεί να επαληθευτεί με διάφορες δοκιμές.

Τα αίτια της κλιματικής αλλαγής ποικίλουν και οφείλονται, είτε σε ενδογενείς, είτε σε εξωγενείς δυνάμεις. Ακόμη γίνεται διαχωρισμός μεταξύ φυσικών και ανθρωπογενών αιτιών. Ορισμένα από αυτά είναι ηφαιστειακές εκρήξεις ή οι ηλιακές τροχιές, που είναι φυσικά αίτια ή ανθρωπίνες δραστηριότητες που σχετίζονται με την ατμόσφαιρα ή με τις χρήσεις της γης. (IPCC, 2014)

Είναι κατανοητό ότι η κλιματική αλλαγή δεν είναι ένα φαινόμενο που δρα ανεξέλεγκτα. Έχει συσταθεί μια ομάδα υπεύθυνη για την εκτίμηση της κλιματικής αλλαγής, που ονομάζεται IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change/Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος). Το IPCC ιδρύθηκε το 1988 από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO) και το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος Ηνωμένων Εθνών (UNEP). Το IPCC αποτελείται από 195 κράτη-μέλη, ανάμεσα στα οποία είναι και η Ελλάδα.

Κύριο μέλημα της Επιτροπής είναι η εκτίμηση και της κλιματικής αλλαγής, καθώς και οι σημαντικότερες κοινωνικο-οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες. Ακόμη θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι το IPCC δεν παράγει από μόνο του δεδομένα, ούτε παρακολουθεί κλιματικά δεδομένα. Έργο τους είναι η αξιολόγηση πρόσφατων επιστημονικών, τεχνικών και κοινωνικο-οικονομικών πληροφοριών που τους παρέχονται.

Το 1990 συντάχθηκε η 1<sup>η</sup> έκθεση αξιολόγησης με βάση επιστημονικά δεδομένα που συλλέχθηκαν. Σε αυτή την έκθεση έγινε κατανοητή η σημασία της κλιματικής αλλαγής ως θέμα διεθνούς σημασίας για να αποφευχθούν οι συνέπειες. Ταυτόχρονα δημιουργήθηκε μία Σύμβαση μεταξύ των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), έτσι ώστε να μειωθεί η υπερθέρμανση και να αντιμετωπιστούν οι συνέπειες της αλλαγής του κλίματος.

Η 2<sup>η</sup> έκθεση αξιολόγησης δημιουργήθηκε το 1995 παρέχοντας ταυτόχρονα σημαντικές πληροφορίες, που λήφθηκαν υπόψη στο πρωτόκολλο του Κιότο το 1997, ενώ το 2001 ακολούθησε η 3<sup>η</sup> έκθεση.

Η 4<sup>η</sup> έκθεση αξιολόγησης παρουσιάστηκε το 2007 και τιμήθηκε με βραβείο Νόμπελ. Απόρροια αυτής της αξιολόγησης ήταν η κινητοποίηση του κόσμου, έτσι ώστε να ληφθούν μέτρα για την υιοθέτηση μια αειφόρου πολιτικής και ανάπτυξης, καθώς και μετριασμό της ήδη υπάρχουσας κατάστασης.

Καταληκτικά το μεταξύ του Σεπτεμβρίου του 2013 και του Νοεμβρίου του 2014 εκδόθηκε η 5<sup>η</sup> έκθεση αξιολόγησης, η οποία χωρίστηκε σε 4 κομμάτια. Το 2022 αναμένεται να ολοκληρωθεί η 6<sup>η</sup> έκθεση αξιολόγησης. Θα περιλαμβάνεται η επικρατούσα κατάσταση παγκοσμίως στο πλαίσιο της συμφωνίας των Ηνωμένων Εθνών.

### 1.3.2)Κλιματικά μοντέλα

Σύμφωνα με το IPCC, ως κλιματικό μοντέλο ορίζεται η αναπαράσταση των διεργασιών που είναι σημαντικές στην διαμόρφωση του κλίματος της Γης. Ουσιαστικά τα κλιματικά μοντέλα βασίζονται σε αριθμητικά μοντέλα και με την βοήθεια οριακών συνθηκών που συνήθως διατηρούνται αμετάβλητες καθ' όλη την διάρκεια της προσομοίωσης. Στις οποίες συμπεριλαμβάνονται παράμετροι όπως η ηλιακή ακτινοβολία, η υγρασία εδάφους, η θερμοχωρητικότητα, το γεωμορφολογικό ανάγλυφο κα., εξάγονται τα ανάλογα αποτελέσματα (Οικονόμου, 2009).

Με την βοήθεια των κλιματικών μοντέλων γίνεται παρακολούθηση και υπολογισμός διάφορων παραμέτρων που αφορούν το κλίμα, τόσο για το παρελθόν, όσο και για την μελλοντική περίοδο. Η χρήση των κλιματικών μοντέλων ποικίλει ανάλογα με τις πληροφορίες που θέλουμε να αντλήσουμε. Πέρα από την εκτίμηση του κλίματος, το κλιματικό μοντέλο χρησιμοποιείται και για την μελέτη διάφορων δυναμικών φαινομένων που διαμορφώνουν τις εκάστοτε κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Βέβαια η χρήση των κλιματικών μοντέλων τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί, καθώς η γη παρουσιάζει αλλαγή στις κλιματικές συνθήκες και τα αποτελέσματα αυτής της αλλαγής είναι καθοριστικά για την διατήρηση της ζωής στον πλανήτη (Βάσκου, 2015).

Για τον υπολογισμό των κλιματικών παραμέτρων που ζητούνται, το κλιματικό μοντέλο δέχεται κάποια δεδομένα εισόδου. Αυτά τα δεδομένα είναι είτε παρατηρήσεις, είτε μετρήσεις, οι οποίες θα πρέπει να είναι αξιόπιστες, έτσι ώστε να εξαχθούν ορθά αποτελέσματα. Μέσω των αποτελεσμάτων που θα παραχθούν ελέγχεται και η αξιοπιστία του μοντέλου που χρησιμοποιήθηκε.

Σαφώς και ένα κλιματικό μοντέλο παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα. Σύμφωνα με το IPCC 2007 ορισμένα από αυτά είναι τα εξής:

- Η αβεβαιότητα στην μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για ορισμένες φυσικές διεργασίες, όπως τον σχηματισμό των σύννεφων ή την κίνηση των ωκεάνιων ρευμάτων
- Οι υποθέσεις των σεναρίων που χρησιμοποιούνται ενδεχομένων να μην προσφέρουν ορθά αποτελέσματα.
- Δεν γίνεται ορθή αξιολόγηση των προσπαθειών που γίνονται για την αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου. Οι τιμές της συγκέντρωσης των αερίων που χρησιμοποιούνται είναι πολύ υψηλές.

Μία κατηγορία των κλιματικών μοντέλων είναι τα μοντέλα μηδενικής κλίμακας. Σε αυτά λαμβάνεται υπόψιν ότι η γη είναι σημειακή και ότι όλα τα μεγέθη έχουν την ίδια τιμή σε όλη την έκτασή της. Στα κλιματικά μοντέλα εντάσσονται και τα μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας. Τα μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας αναφέρονται, είτε στους Ωκεανούς, είτε στην Ατμόσφαιρα. Ο συνδυασμός των δύο μοντέλων Γενικής Κυκλοφορίας προσφέρει ακριβέστερη εικόνα για την υπάρχουσα κατάσταση στην Γη.

Εκτός από τα μοντέλα Γενικής Κυκλοφορίας υπάρχουν και μοντέλα που ενσωματώνουν την χημεία και την βιολογία και είναι πιο περίπλοκα. Γενικότερα όμως τα μοντέλα υπολογίζουν την διακύμανση του κλίματος σε διάφορες περιπτώσεις και κάνουν εποχιακές ή και ετήσιες προβλέψεις.

### 1.3.3)RCPs

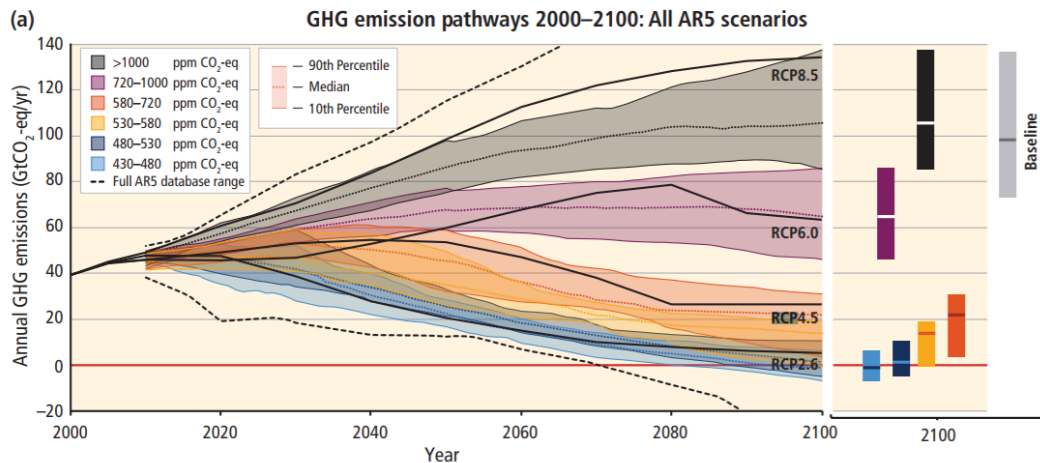
Σύμφωνα με το IPCC τα σενάρια RCP(Representative Concentration Pathways/ Αντιπροσωπευτικές Διαδρομές Συγκέντρωσης) περιλαμβάνουν χρονοσειρές συγκέντρωσης και εκπομπών διάφορων θερμοκηπικών αερίων, αεροζόλ , καθώς και άλλων αερίων που χρησιμοποιούνται για της διάφορες χρήσεις της γης. (Moss et al., 2008) Τα σενάρια RCP επικεντρώνονται τόσο στα μακροπρόθεσμα επίπεδα συγκεντρώσεων , όσο και στην πορεία που έχει η συγκέντρωση των στοιχείων.

Για την καλύτερη αποτύπωση των συγκεντρώσεων των στοιχείων παράχθηκαν τέσσερα σενάρια για τις κλιματικές προβλέψεις. Αυτά είναι τα εξής:

- 1) RCP2.6: Πριν το 2100 η ραδιοσυχνότητα φτάνει τα  $3 \text{ W/m}^2$ , ενώ μετά το 2100 παραμένει σταθερή.
- 2) RCP4.5 and RCP6.0:Είναι δύο ενδιάμεσα σενάρια, όπου η ραδιοσυχνότητα είναι περίπου  $4.5 \text{ W/m}^2$  και  $6.0 \text{ W/m}^2$  πριν το 2100, ενώ στην συνεχεια μετά το 2150 σταθεροποιείται.
- 3) RCP8.5:Η ραδιοσυχνότητα είναι αρκετά μεγάλη  $8,5 \text{ W/m}^2$  μέχρι το 2100 , ενώ μετά το 2100 αναμένονται σταθερές εκπομπές και μετά το 2250 σταθερές συγκεντρώσεις.

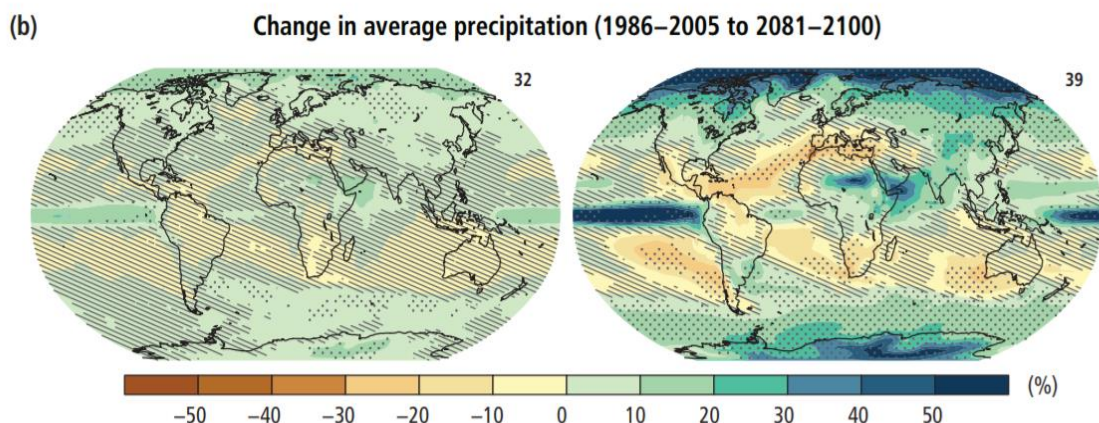
Η διακύμανση της ποσότητας αυτών των αερίων που αναφέραμε είναι πολύ σημαντική σε πολλούς τομείς, όπως στο μέγεθος του πληθυσμού, στην οικονομική δραστηριότητα, στον τρόπο ζωής , στις χρήσεις της γης αλλά κ.α.. Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η αναγκαιότητα παρακολούθησης και περιορισμού των εκπομπών των διάφορων αερίων είναι μεγάλη και γι' αυτό τα παραπάνω σενάρια είναι απαραίτητα. Τα τέσσερα σενάρια χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της πορείας της συγκέντρωσης των αερίων τον 21<sup>ο</sup> αιώνα.

Παρακάτω στο σχήμα απεικονίζεται η ετήσια συγκέντρωση  $\text{CO}_2$  για τα έτη 2000-2100 για τα τέσσερα σενάρια RCP. Η συγκέντρωση του  $\text{CO}_2$  διαφέρει ανάλογα με το σενάριο. Μεγαλύτερη συγκέντρωση  $\text{CO}_2 (>1000 \text{ ppm CO}_2\text{-eq})$  παρατηρείται με βάση το σενάριο RCP 8.5. , που είναι άλλωστε και το πιο δυσμενές. Ακολουθούν τα RCP 6.0 και RCP 4.5 με μικρότερη συγκέντρωση  $\text{CO}_2$ . Καταληκτικά το RCP 2.6 έχει την μικρότερη συγκέντρωση  $\text{CO}_2 (430-480 \text{ ppm CO}_2\text{-eq})$ , ενώ θεωρείται το πιο αντιπροσωπευτικό για να μην ξεπεράσει τους  $2^\circ\text{C}$  η παγκόσμια υπερθέρμανση της Γης. Οι σκούρες έντονες γραμμές αντιπροσωπεύουν την θερμοκρασία της Γης. Παρατηρείται ότι υπάρχει μια ανάλογη πορεία της κύμανσης της θερμοκρασίας με την διακύμανση της συγκέντρωσης των αερίων.



Σχήμα 1.3.1.: Πορείες CO<sub>2</sub> και θερμοκρασίας με βάση τα τέσσερα σενάρια RCP., Πηγή: [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)

Με βάση τα σενάρια RCP μπορούν να εξαχθούν σημαντικά συμπεράσματα για την βροχόπτωση. Συμπεραίνεται ότι δεν θα είναι ομοιόμορφες οι αλλαγές της βροχόπτωσης. Στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και στον Ειρηνικό, κοντά στον ισημερινό, με βάση το σενάριο RCP8.5 η μέση ετήσια βροχόπτωση θα αυξηθεί. Σε πολλές περιοχές μέσου γεωγραφικού πλάτους και σε υποτροπικές, ξηρές περιοχές, η βροχόπτωση θα μειωθεί, ενώ στα μέσα γεωγραφικά πλάτη με υγρές περιοχές, η βροχόπτωση θα αυξηθεί με βάση το σενάριο RCP8.5. Όσον αφορά τα ακραία φαινόμενα βροχόπτωσης θα παρουσιάσουν μεγαλύτερη ένταση και θα αυξηθεί η συχνότητά τους, πάνω από τα μέσα γεωγραφικά πλάτη και πάνω από τις υγρές, τροπικές περιοχές. Γενικότερα όμως τον 21<sup>ο</sup> αιώνα θα παρατηρηθεί αύξηση στην θερμοκρασία των ωκεανών, ενώ η μεγαλύτερη άνοδος της θερμοκρασίας θα παρατηρηθεί πάνω από την επιφάνεια των τροπικών και των περιοχών του Βορείου ημισφαιρίου (IPCC, 2014).



Σχήμα 1.3.2. Αλλαγή της βροχόπτωσης τα έτη 1986-2005 μέχρι τα έτη 2081-2100 με βάση το RCP 2.6 (δεξιά) και το RCP 8.5 (αριστερά), Πηγή: [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)





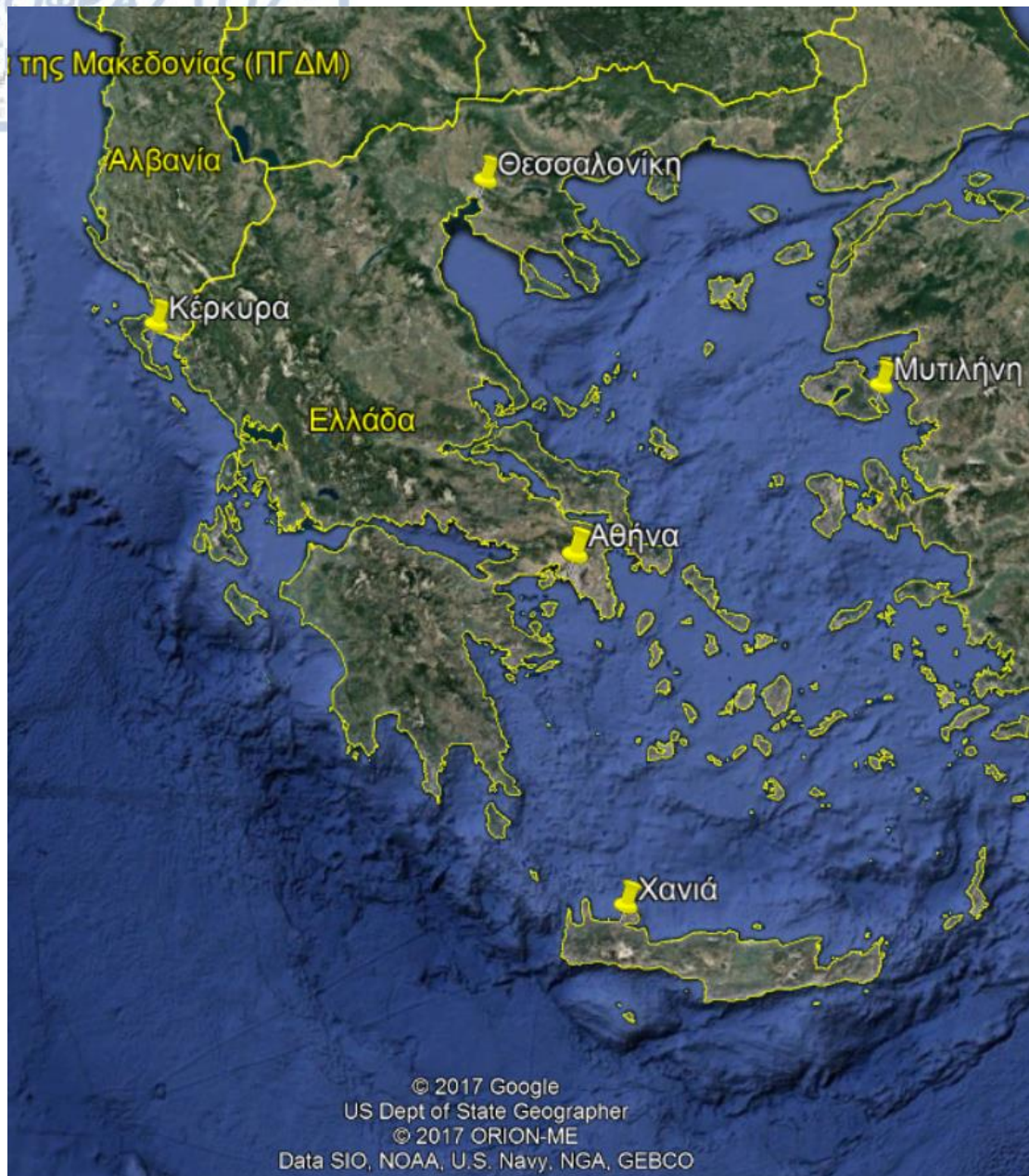
## 2) Στόχος και Δεδομένα

Ο Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάλυση και η αξιολόγηση των δεδομένων της βροχόπτωσης ενός περιοχικού κλιματικού μοντέλου για πέντε σταθμούς της Ελλάδας. Τα δεδομένα της βροχόπτωσης είναι είτε τα πραγματικά δεδομένα της βροχόπτωσης του εκάστοτε σταθμού, είτε δεδομένα προερχόμενα από το κλιματικό μοντέλο MPI. Οι περίοδοι αναφοράς των δεδομένων είναι από το 1981 έως το 2000 και από το 2080 έως το 2099. Τα δεδομένα της περιόδου 1981-2000 αναφέρονται και ως δεδομένα αναφοράς, ενώ για την περίοδο 2080-2099 αναφέρονται και ως δεδομένα για την μελλοντική περίοδο.

Τα πραγματικά δεδομένα της βροχόπτωσης για τον κάθε σταθμό προέρχονται από καταγραφές της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας. Τα δεδομένα των κλιματικών μοντέλων προέρχονται από την χρήση του κλιματικού μοντέλου MPI και ακολουθούν το κλιματικό σενάριο RCP 8.5. και μας δίνουν πληροφορίες για τις δύο περιόδους αναφοράς.

Πιο συγκεκριμένα γίνεται ανάλυση της βροχόπτωσης για τον κάθε σταθμό. Αρχικά αναλύεται η βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000, με βάση τα δεδομένα του σταθμού αναφοράς. Στην συνέχεια γίνεται αξιολόγηση των δεδομένων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000 σε σχέση με τα δεδομένα του σταθμού για την ίδια περίοδο. Με αυτό τον τρόπο θα εξακριβωθεί η ορθή ή μη ανταπόκριση του κλιματικού μοντέλου. Καταληκτικά συγκρίνονται τα δεδομένα της βροχόπτωσης με βάση το κλιματικό μοντέλο, για την περίοδο 1981-2000 με τα δεδομένα της περιόδου 2080-2099 και προκύπτουν ορισμένα συμπεράσματα για τον κάθε σταθμό.

Τα δεδομένα της βροχόπτωσης αναφέρονται σε πέντε σταθμούς στην Ελλάδα. Αυτοί οι σταθμοί είναι από τα Βόρεια προς τα Νότια η Θεσσαλονίκη, η Κέρκυρα, η Μυτιλήνη, η Αθήνα και τα Χανιά (Σχήμα 2.1.1).

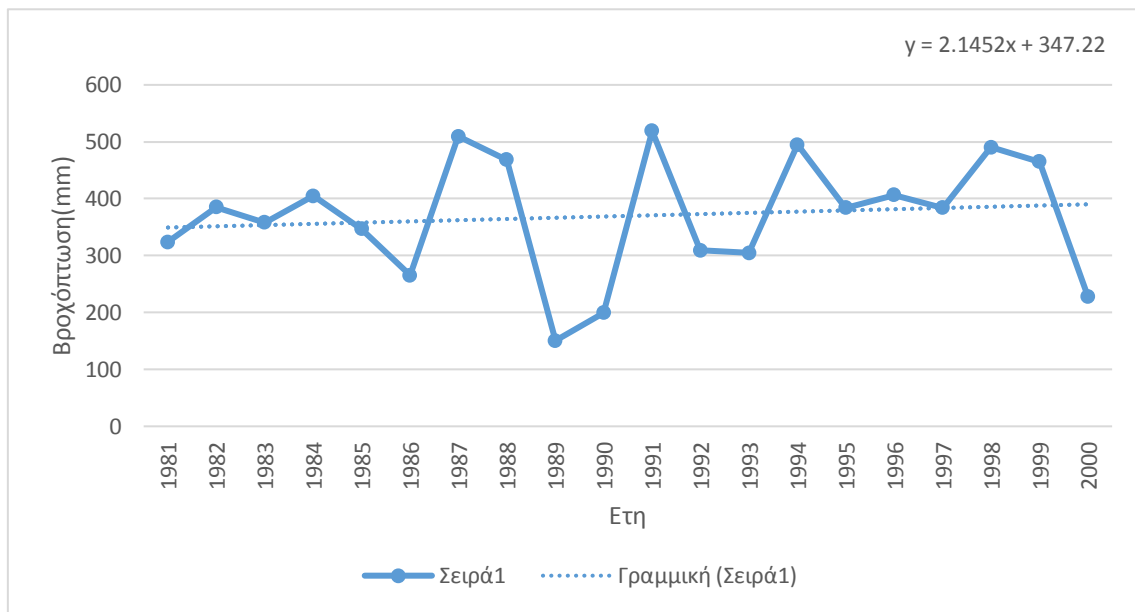


Σχήμα 2.1.2.:Χάρτης της Ελλάδας. Με κίτρινη πινέζα επισημάνθηκαν οι σταθμοί μελέτης για την βροχόπτωση.

### 3) Ανάλυση Δεδομένων

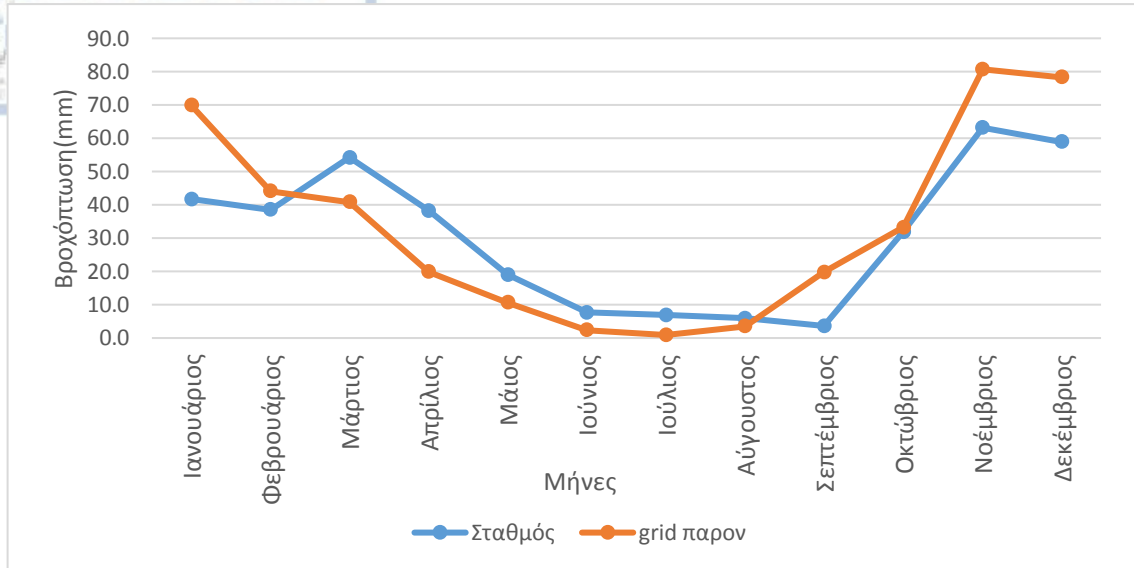
#### 3.1) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Αθήνας

3.1.1.) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Αθήνας την περίοδο 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του σταθμού και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



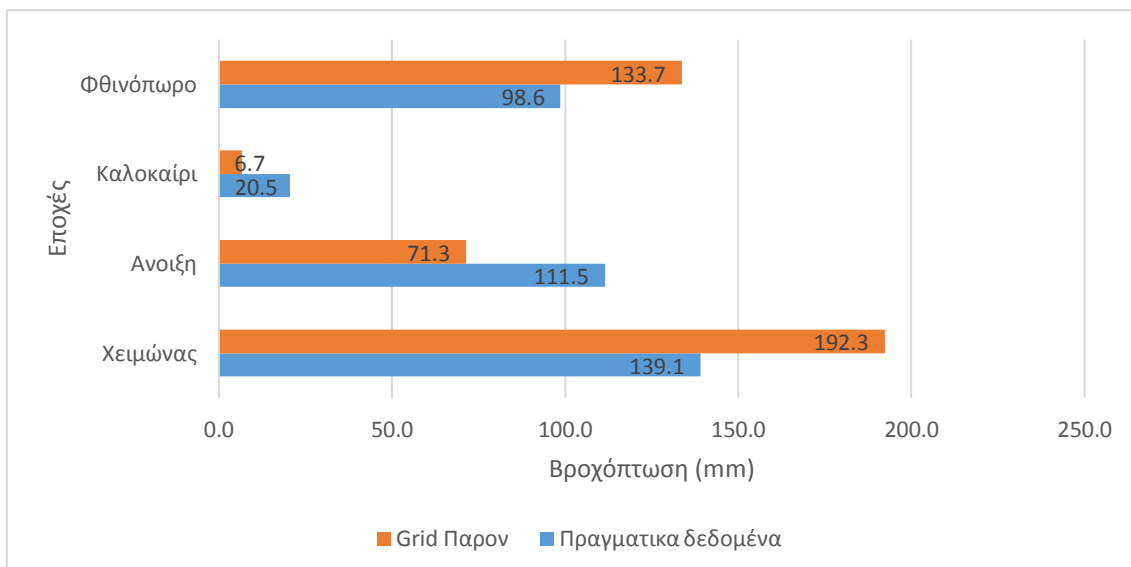
Σχήμα 3.1.3: Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού της Αθήνας.

Από το Σχήμα 3.3.1, συμπεραίνεται ότι κατά την διάρκεια της εικοσαετίας 1981-2000, για το σταθμό της Αθήνας, η βροχόπτωση παρουσιάζει αυξητική τάση. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την γραμμή τάσης η οποία έχει θετική κλίση, καθώς μεταβαίνουμε από το 1981 προς το 2000 και ακολουθεί την συνάρτηση  $y = 2.145x + 347.2$ . Κατά μέσο όρο η ετήσια βροχή που πέφτει στο σταθμό της Αθήνας είναι 369.7 mm. Οι τιμές της ετήσιας βροχόπτωσης κυμαίνονται περίπου από 150 mm έως περίπου 520 mm για την Αθήνα την συγκεκριμένη περίοδο αναφοράς. Ειδικότερα, υπάρχουν έτη, όπως το 1989 (150.6mm) και το 2000 (229.9 mm), που η βροχόπτωση είναι αρκετά μικρότερη από τη μέση τιμή της βροχόπτωσης. Αντίθετα συναντώνται και έτη όπως το 1987 και 1991, των οποίων η βροχόπτωση είναι αρκετά μεγαλύτερη από τη μέση ετήσια του σταθμού της Αθήνας, με βροχοπτώσεις που φτάνουν αντίστοιχα τα 509.4 mm και 518.8 mm.



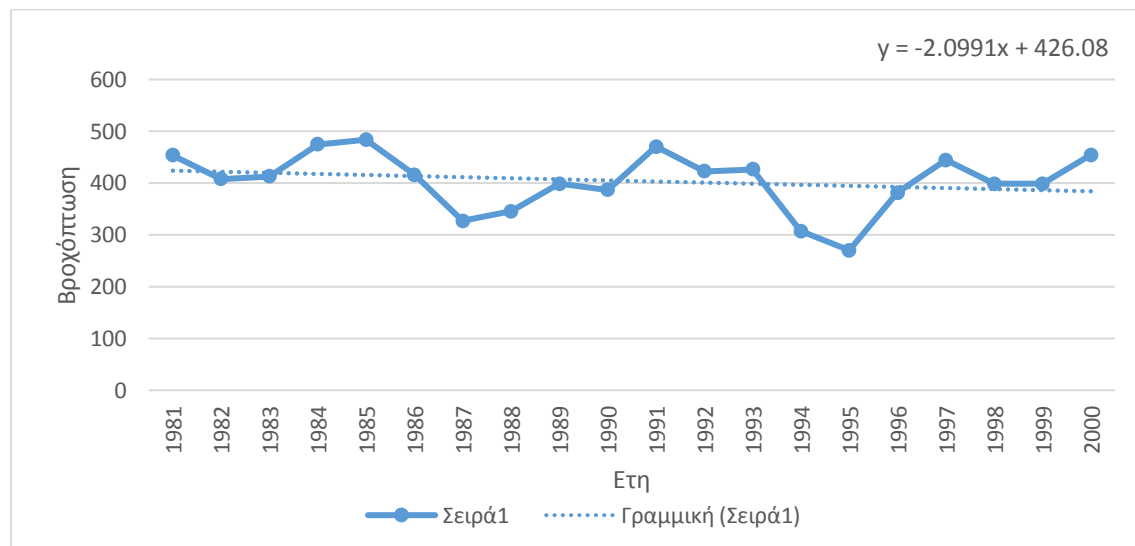
Σχήμα 3.1.2: Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για την Αθήνα κατά τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα και τα δεδομένα από το κλιματικό μοντέλο για το παρόν.

Η αξιολόγηση των βροχοπτώσεων του κλιματικού μοντέλου MPI σε σχέση με τα δεδομένα του σταθμού της Αθήνας παρουσιάζεται στα Σχήματα 2 και 3. Από το Σχήμα 3.1.2 προκύπτει ότι το μοντέλο υπερεκτιμά σε σχέση με τις πραγματικές τιμές τους μήνες της υγρής περιόδου, ενώ υποεκτιμά τις βροχοπτώσεις τους μήνες της ξηρής περιόδου. Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα ( Σχήμα 3.1.2) η μέγιστη μηνιαία βροχόπτωση τόσο για το μοντέλο όσο και για τα πραγματικά δεδομένα εμφανίζεται τον Νοέμβριο (μοντέλο: 80.7mm, σταθμός:63.2mm).Όσον αφορά τις ελάχιστες μηνιαίες βροχοπτώσεις, δεν παρατηρείται ταύτιση των δεδομένων του μοντέλου με τα πραγματικά δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα η ελάχιστη μηνιαία βροχόπτωση με βάση τα δεδομένα του σταθμού εντοπίζεται τον Ιούλιο, ενώ με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου εντοπίζεται τον Σεπτέμβριο. Το δευτερεύων μέγιστο του Μαρτίου που παρατηρείται στα πραγματικά δεδομένα του σταθμού της Αθήνας, το μοντέλο δεν μπορεί να το εντοπίσει.



Σχήμα 3.1.3: Εποχιακό ραβδόγραμμα για την Αθήνα με τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού( μπλε) και τα δεδομένα από τα κλιματικά μοντέλα για την περίοδο(πορτοκαλί) για την περίοδο 1981-2000.

Στο παραπάνω διάγραμμα (Σχήμα 3.1.3.) γίνεται η σύγκριση των πραγματικών εποχιακών δεδομένων του σταθμού με τα εποχιακά δεδομένα από τα κλιματικά μοντέλα, για την περίοδο 1981-2000. Το φθινόπωρο και τον χειμώνα, η βροχόπτωση από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την τρέχουσα περίοδο έχει πολύ μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με την πραγματική βροχόπτωση που καταγράφηκε για τις αντίστοιχες εποχές. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ δεδομένων μοντέλου και πραγματικών δεδομένων εμφανίζεται τον χειμώνα και ανέρχεται στα 53.2mm , ενώ η ελάχιστη διαφορά μεταξύ των δεδομένων μοντέλου και των πραγματικών δεδομένων εμφανίζεται το καλοκαίρι και ανέρχεται στα 13.8 mm.

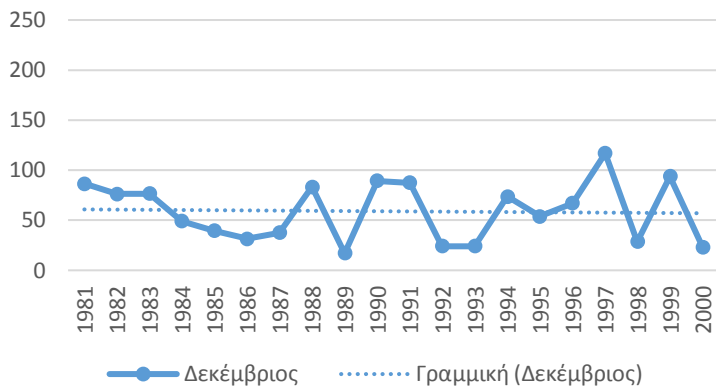


Σχήμα 3.1.4:Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν.

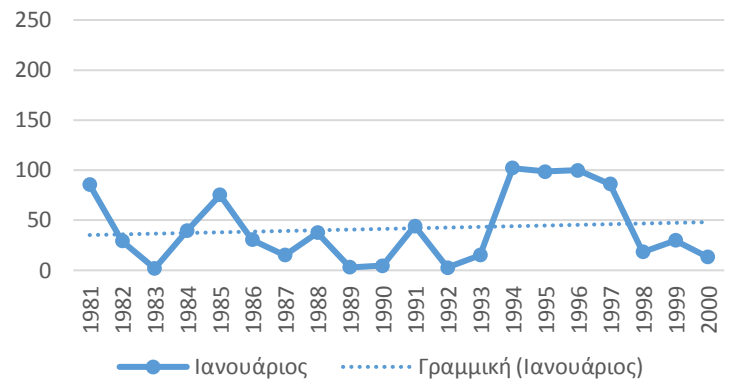
Τέλος, με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου MPI συμπεραίνεται ότι με την πάροδο των χρόνων η ετήσια βροχόπτωση παρουσιάζει μια φθίνουσα πορεία. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την εξίσωση της γραμμής τάσης,  $y = -2.099x + 426.0$  , όπου η κλίση είναι αρνητική. Η ετήσια βροχόπτωση κατά μέσο όρο με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την Αθήνα είναι 404mm. Γενικά οι τιμές της βροχόπτωσης κυμαίνονται περίπου από 270 mm έως και περίπου 480 mm. Τα έτη 1987 και 1995 παρουσιάζουν μικρότερο ποσό βροχόπτωσης συγκριτικά με τα προηγούμενα έτη, με ποσά βροχής 327.2 mm και 270.25 mm αντίστοιχα. Αντίθετα έτη, όπως το 1984 (474.9mm) , 1985 (483.8 mm) και το 1991(470.5 mm) , έχουν βροχόπτωση σημαντικά μεγαλύτερη από τον μέσο όρο της περιοχής.

Στην συνέχεια ακολουθούν τα σχήματα 3.1.5 και 3.1.6., στα οποία παρουσιάζονται τα διαγράμματα τάσεων για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του σταθμού και τα δεδομένα από τα κλιματικά μοντέλα αντίστοιχα. Όσον αφορά τα γραφήματα από τα δεδομένα του σταθμού(Σχήμα 3.1.5), οι μήνες που παρουσιάζουν ανοδική τάση είναι ο Νοέμβριος(3 mm ανά έτος) και ο Μάρτιος(1.3 mm ανά έτος).Πτωτική τάση εμφανίζουν ο Φεβρουάριος(1.7 mm ανά έτος) και ο Απρίλιος(1.5 mm ανά έτος). Όλοι οι υπόλοιποι μήνες δεν εμφανίζουν αξιόλογη μεταβολή. Στο σχήμα 3.1.6. που αναφέρεται στα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την ίδια περίοδο αναφοράς διαπιστώνεται ότι, οι μήνες με ανοδική τάση είναι ο Ιανουάριος(1.9 mm ανά έτος) και ο Φεβρουάριος (1.4 mm ανά έτος), ενώ πτωτική τάση έχουν ο Οκτώβριος(1.1 mm ανά έτος) και ο Νοέμβριος(3.9 mm ανά έτος).Στους υπόλοιπους μήνες παρατηρείται μηδενική ή ελάχιστη μεταβολή.

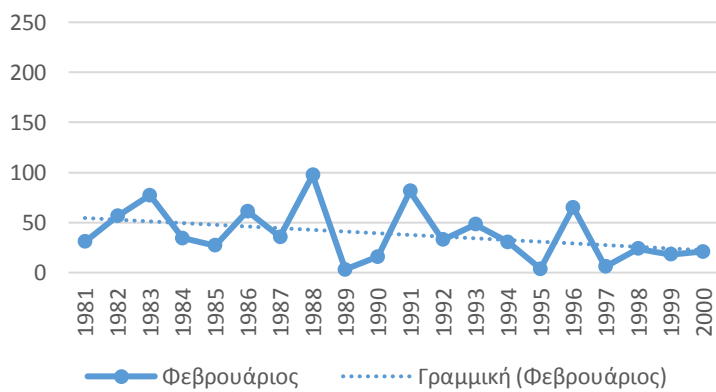
Δεκέμβριος  $y = -0.2007x + 61.042$



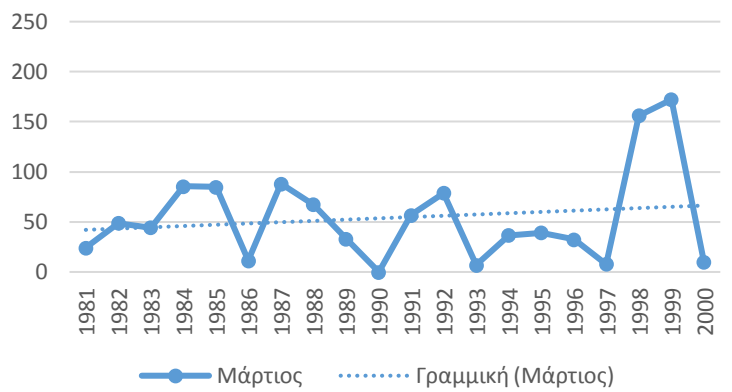
Ιανουάριος  $y = 0.6768x + 34.583$



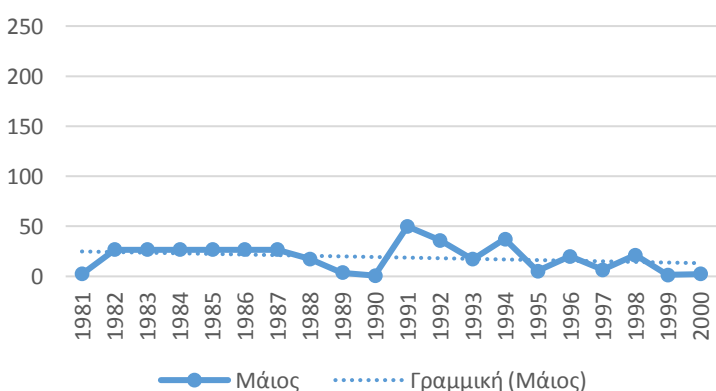
Φεβρουάριος  $y = -1.6901x + 56.226$



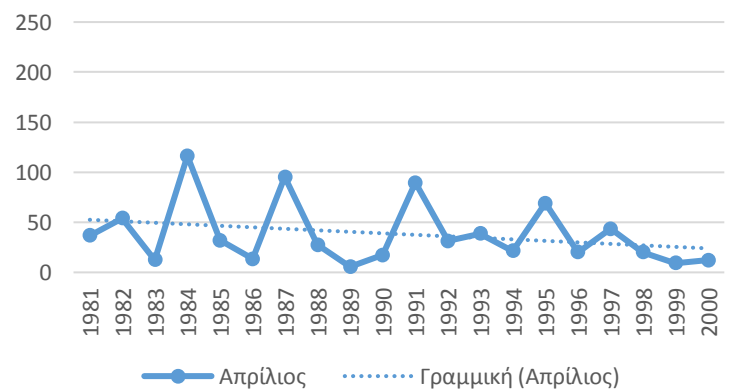
Μάρτιος  $y = 1.2791x + 40.769$



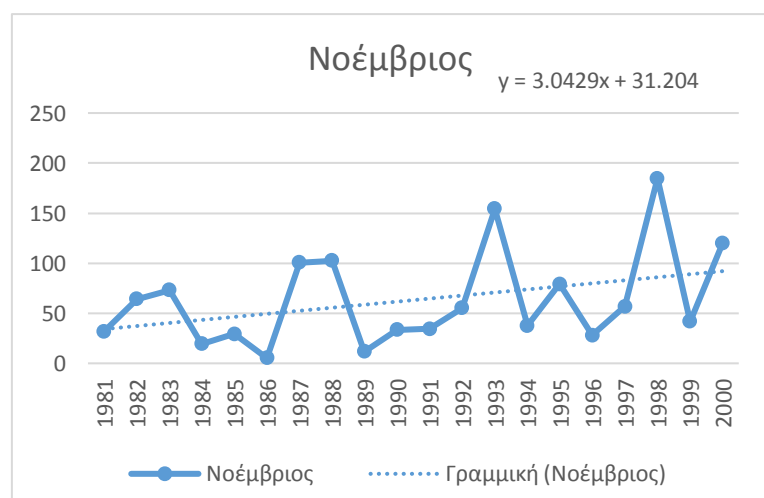
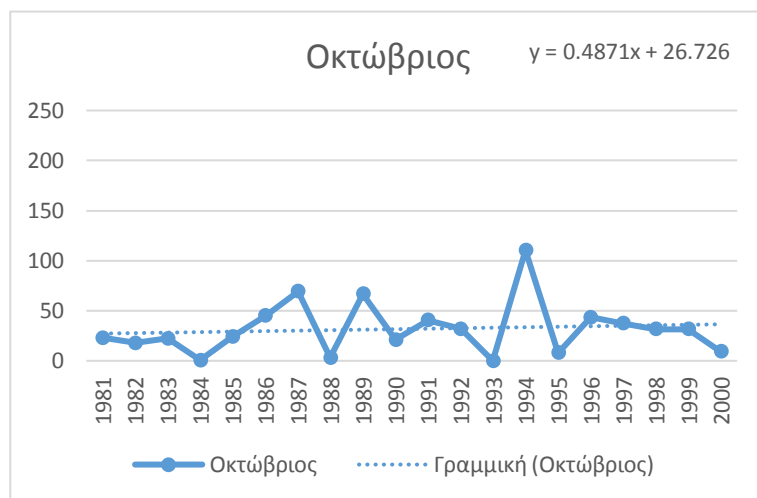
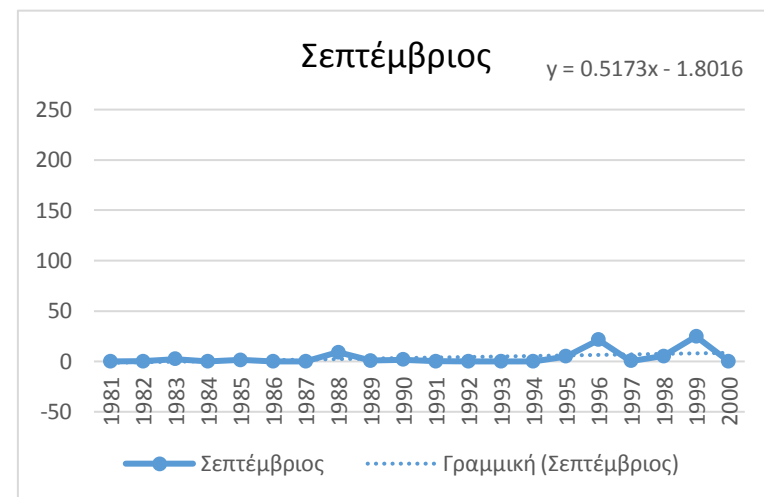
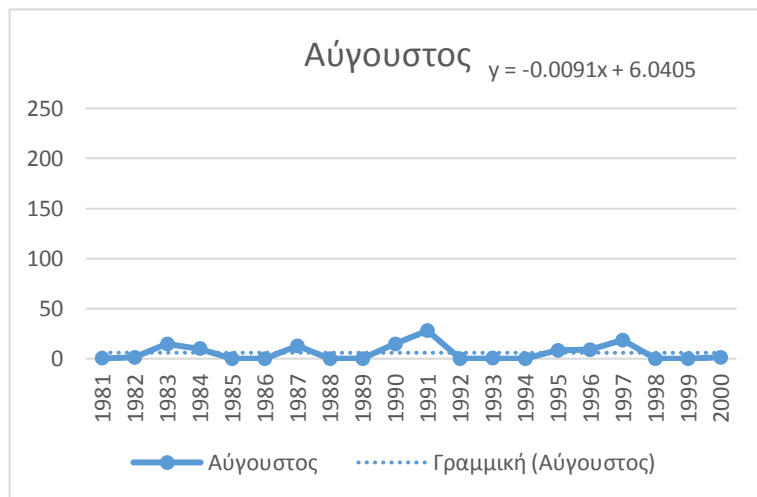
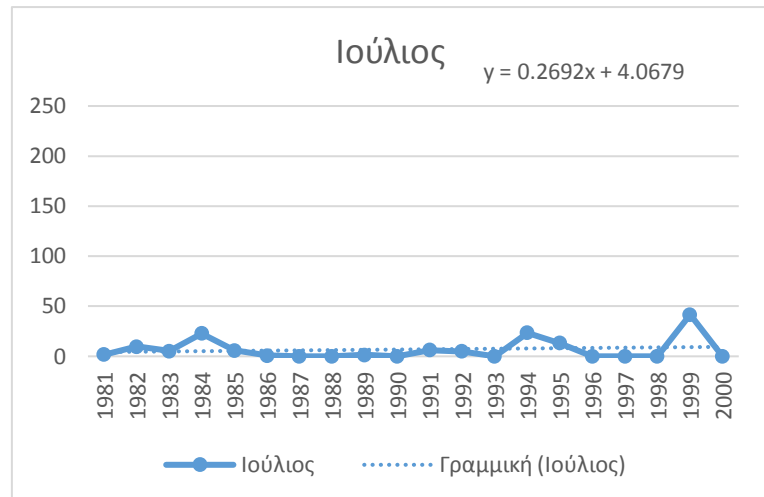
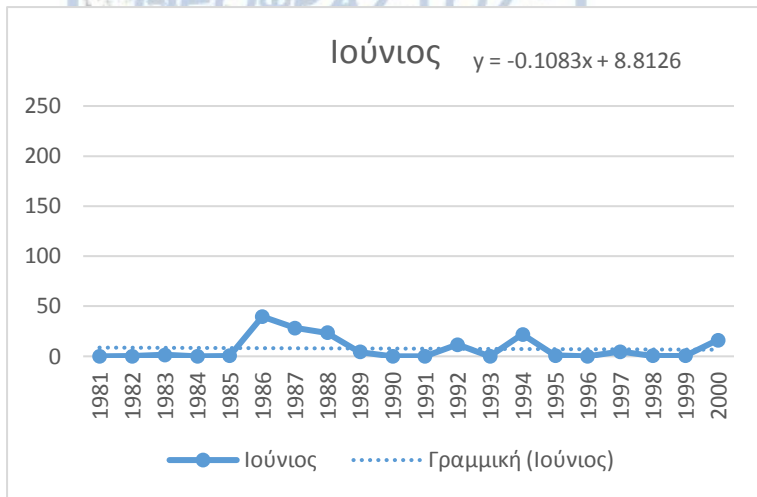
Μάιος  $y = -0.6149x + 25.496$



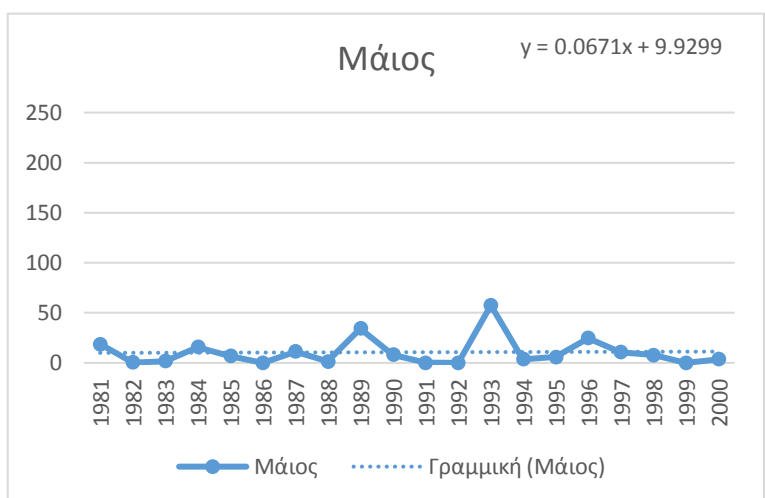
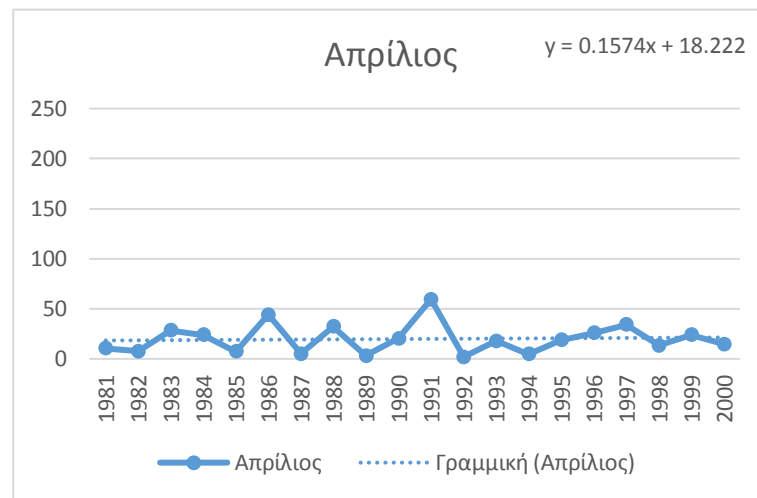
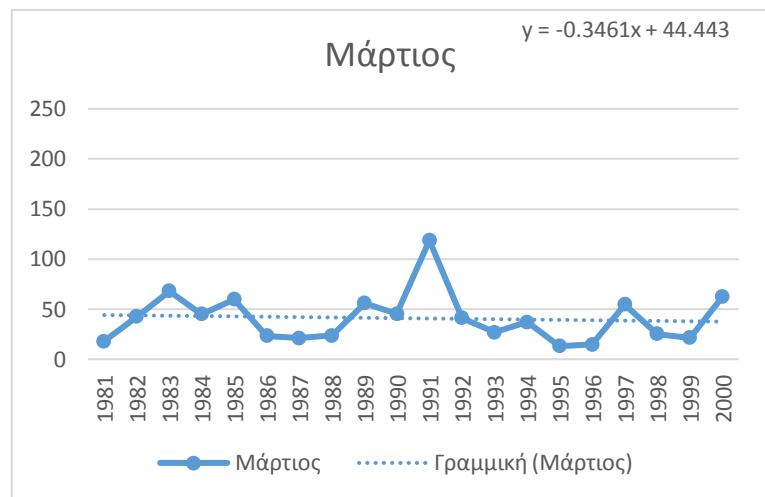
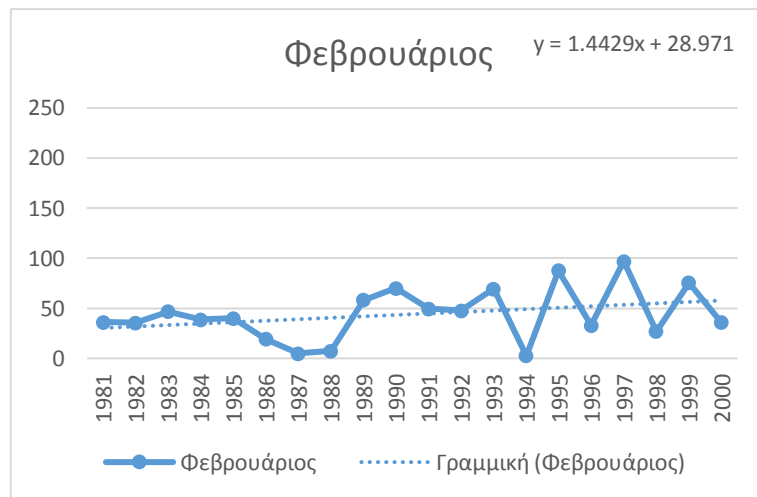
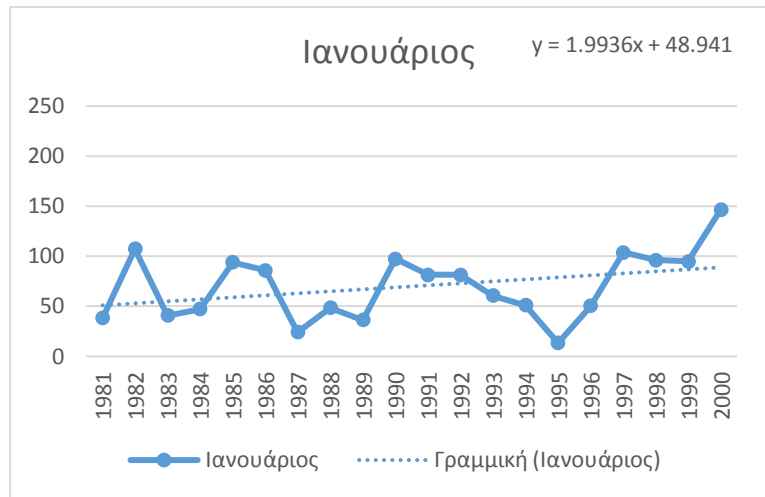
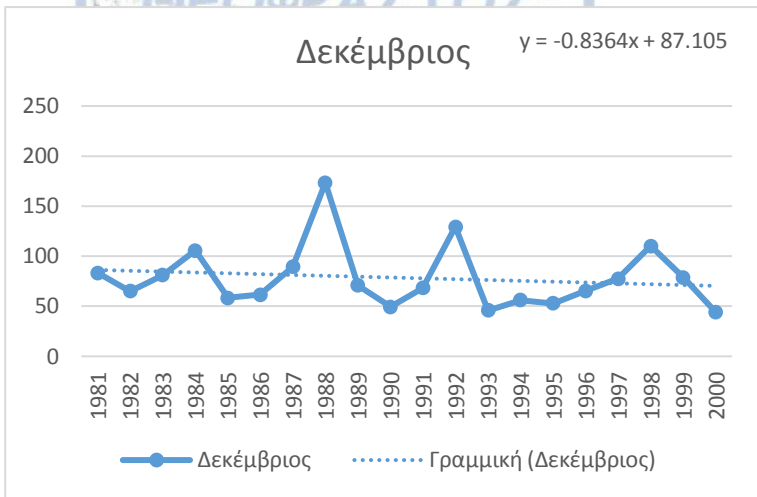
Απρίλιος  $y = -1.5042x + 54.054$



Σχήμα 3.1.5: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού

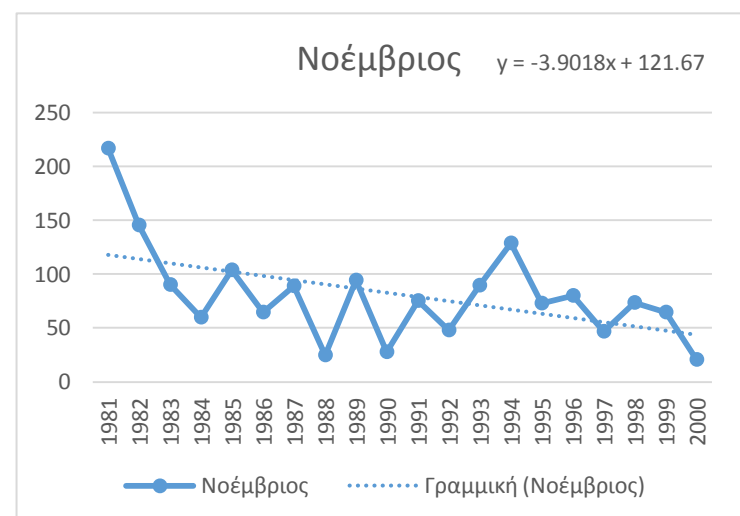
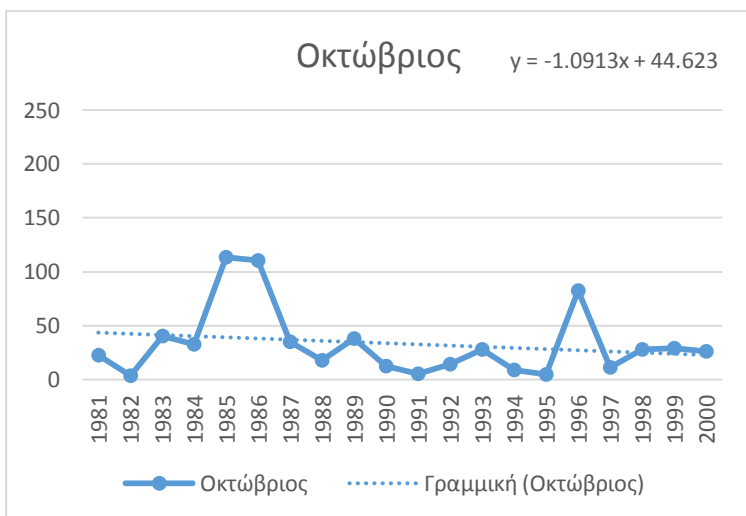
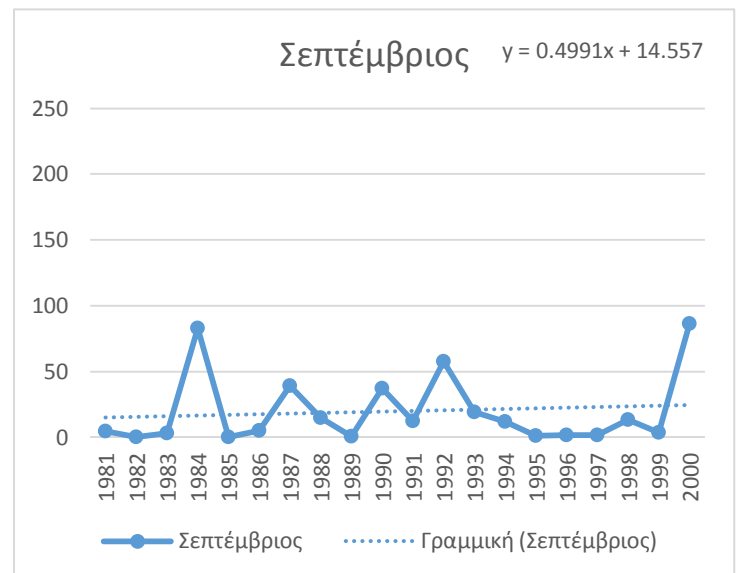
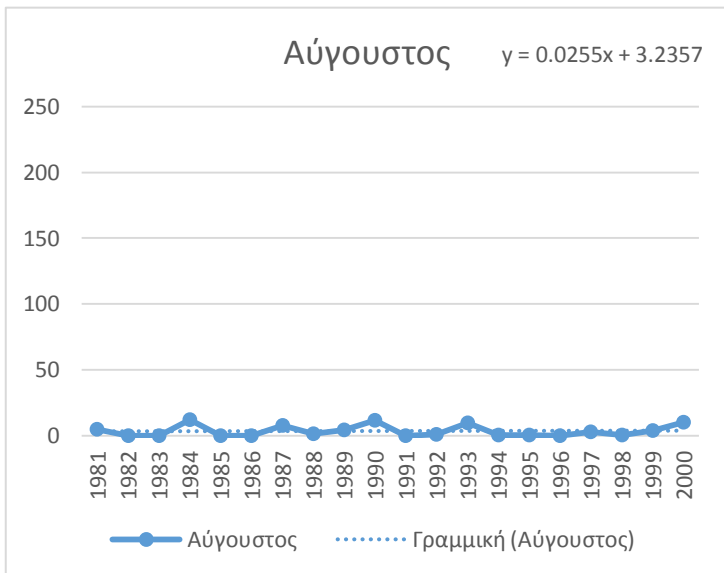
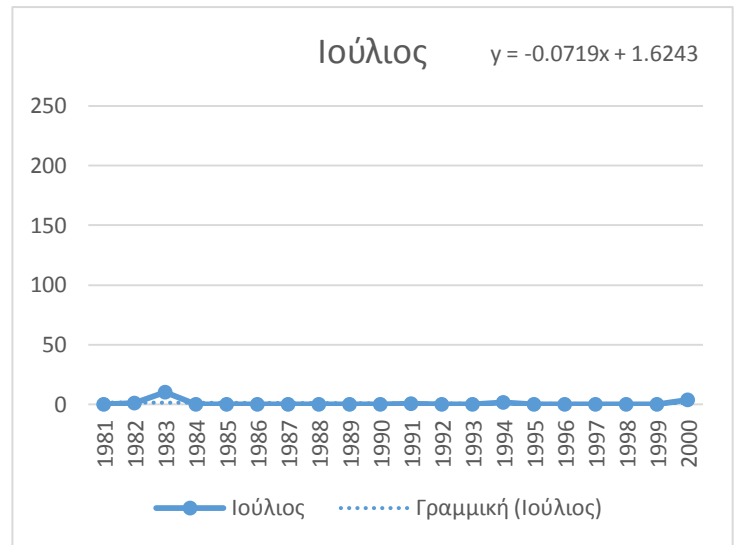


Σχήμα 3.1.5(συνέχεια) : Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού



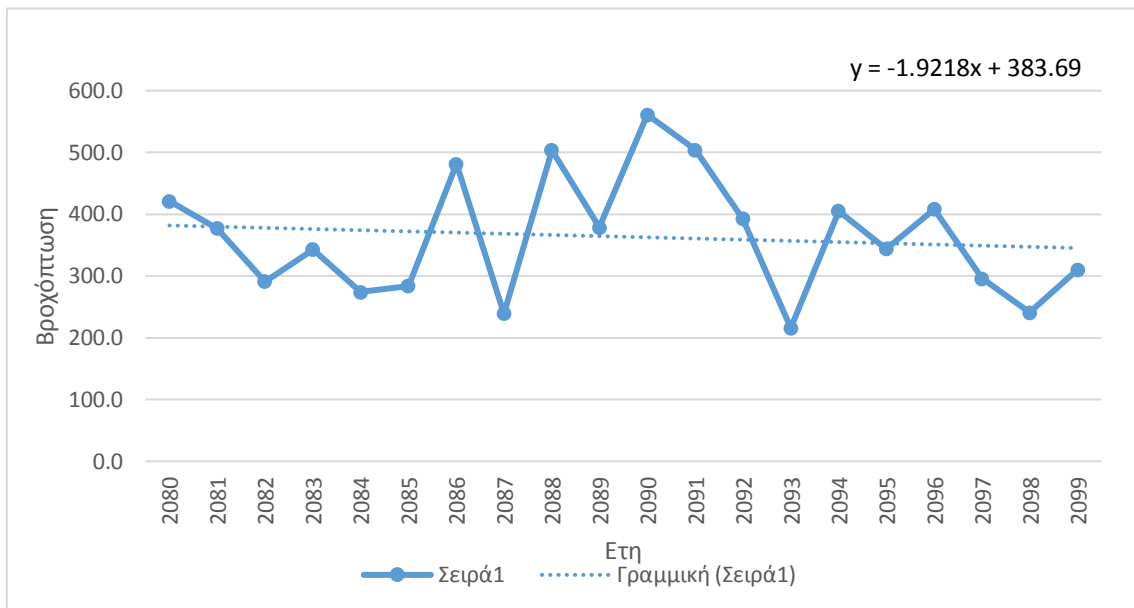
Σχήμα 3.1.6: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου





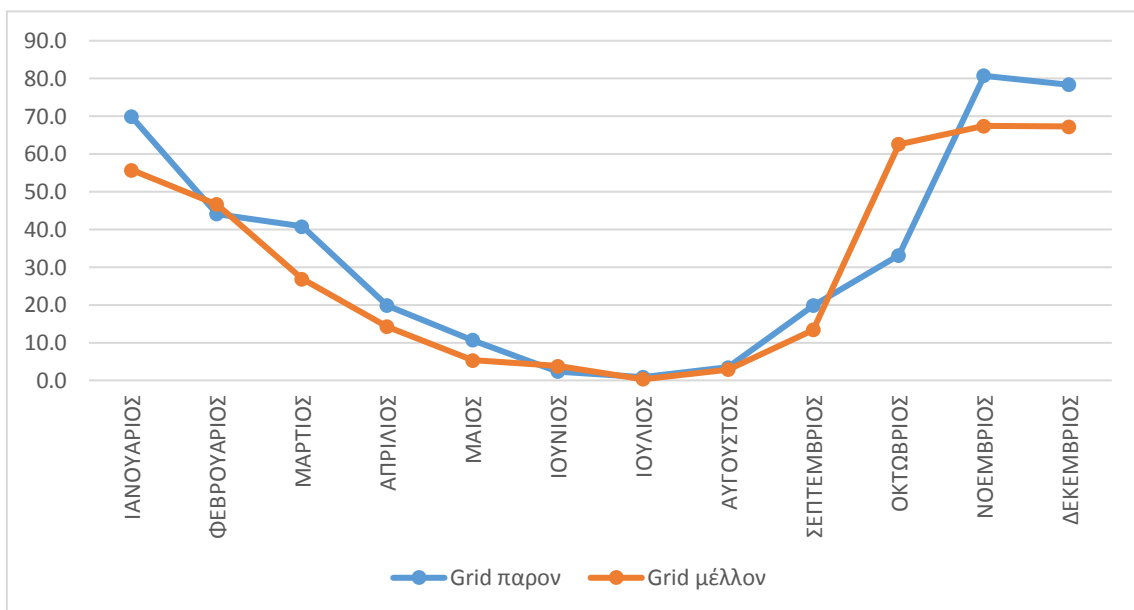
Σχήμα 3.1.6(συνέχεια) : Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου

### 3.1.2) Εκτίμηση της βροχόπτωσης στο σταθμό της Αθήνας για την μελλοντική περίοδο 2080-2099



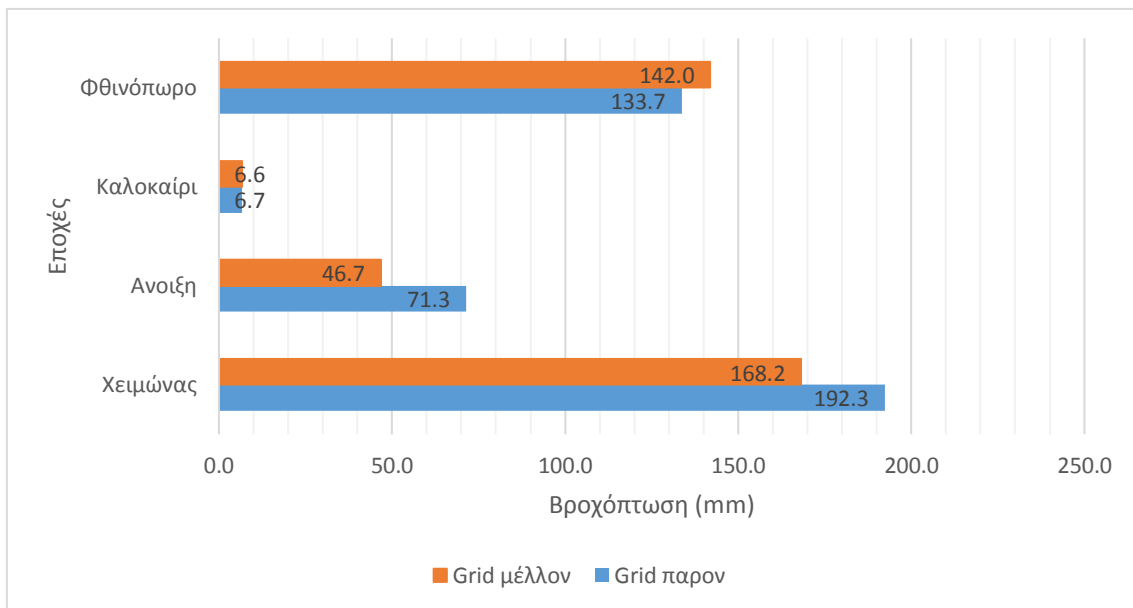
Σχήμα 3.1.7: Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το μέλλον.

Από το παραπάνω γράφημα (Σχήμα 3.1.7.) διαπιστώνεται ότι και για τα έτη 2080-2099 η ετήσια βροχόπτωση έχει φθίνουσα τάση. Η μέγιστη τιμή ετήσιας βροχόπτωσης παρουσιάζεται στο έτος 2090 με 561.1 mm βροχής, ενώ η ελάχιστη το 2093 με 215.9 mm βροχής. Γενικότερα παρά την φθίνουσα πορεία της βροχόπτωσης εμφανίζονται αυξομειώσεις στην βροχόπτωσης ανά έτος.



Σχήμα 3.1.8: Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για την Αθήνα με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000 και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 2080-2099.

Από το Σχήμα 3.1.8. συμπεραίνεται ότι τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τις δύο περιόδους μελέτης παρουσιάζουν ομοιότητες. Για τη μελλοντική περίοδο 2080-2099, τη ξηρή περίοδο του έτους το κλιματικό μοντέλο εμφανίζει ελάττωση της βροχόπτωσης σε σχέση με την περίοδο αναφοράς. Αυτό συμβαίνει και κατά τους εαρινούς μήνες, σε αντίθεση με τον Οκτώβριο και το Φεβρουάριο που παρατηρείται αύξηση της βροχόπτωσης για το μέλλον. Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και από το διάγραμμα η βροχόπτωση παρουσιάζει τον Οκτώβριο 29.4 mm και τον Φεβρουάριο 2.5mm διαφορά. Στους θερινούς μήνες και στις δύο περιόδους παρατηρείται σχεδόν ταύτιση των τιμών.



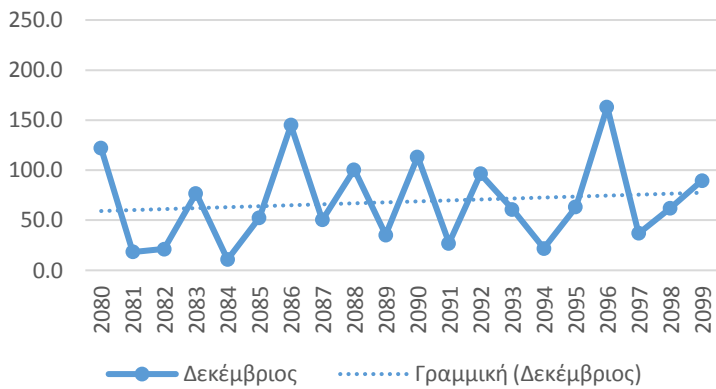
Σχήμα 3.1.9.: :Εποχιακό ραβδόγραμμα για την Αθήνα με τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000 (μπλε) και τα δεδομένα για την περίοδο για την περίοδο 2080-2099 (πορτοκαλί).

Στο παραπάνω Σχήμα (Σχήμα 3.1.9.) συσχετίζεται η βροχόπτωση ανά εποχή των δεδομένων από το κλιματικό μοντέλο για την περίοδο 1981-2000 με τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099. Την άνοιξη και τον χειμώνα τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν έχουν πολύ μεγαλύτερες τιμές από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την μελλοντική περίοδο περίπου κατά 25mm. Αντιθέτως το φθινόπωρο τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν έχουν μικρότερη τιμή από τα δεδομένα για την μελλοντική περίοδο αναφοράς με 8.3mm διαφορά. Τέλος το καλοκαίρι τα οι τιμές των δεδομένων για τις δύο περιόδους σχεδόν ταυτίζονται.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα τάσεων με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την μελλοντική περίοδο 2080-2099(Σχήμα 3.1.10.). Παρατηρείται ότι οι μήνες με ανοδική τάση στην βροχόπτωση είναι ο Δεκέμβριος(0.9mm ανά έτος) και ο Μάρτιος(0.8mm ανά έτος), ενώ πτωτική τάση έχουν ο Ιανουάριος(2.5 mm ανά έτος) και ο Οκτώβριος (1.7 mm ανά έτος). Στους υπόλοιπους μήνες δεν παρατηρείται κάποια αξιόλογη μεταβολή στην διακύμανση της βροχής με την πάροδο των ετών.

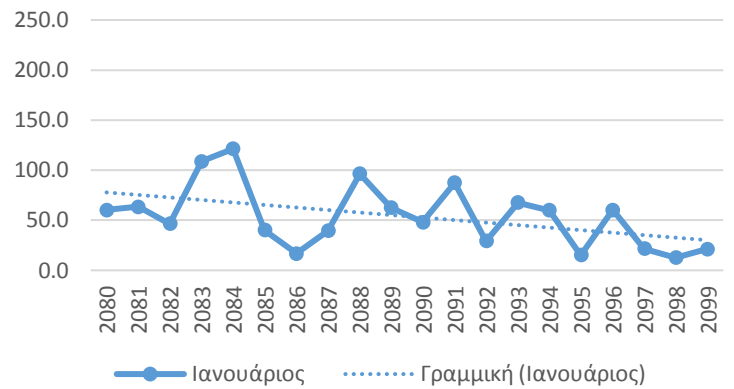
### Δεκέμβριος

$$y = 0.9618x + 58.271$$



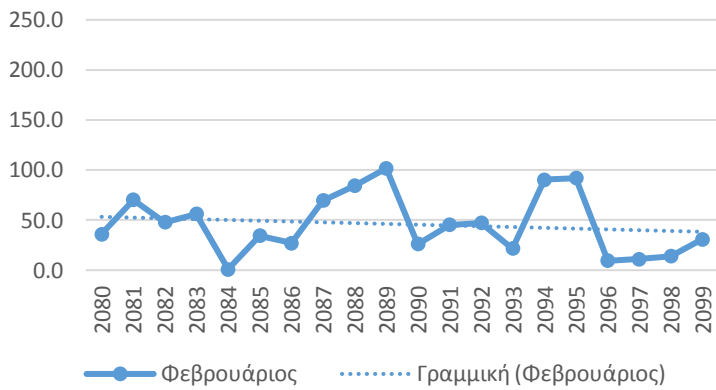
### Ιανουάριος

$$y = -2.5117x + 80.336$$



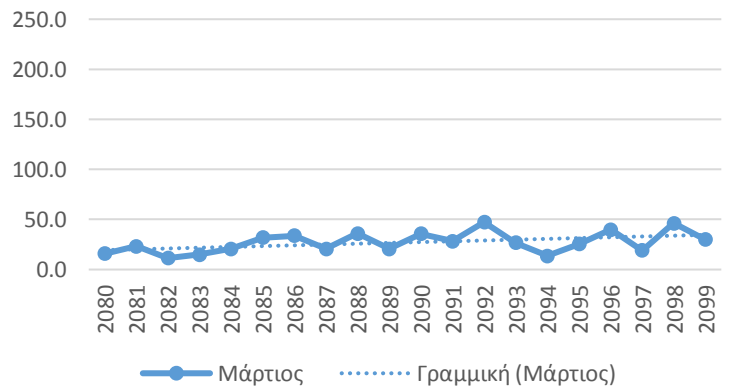
### Φεβρουάριος

$$y = -0.7854x + 54.11$$



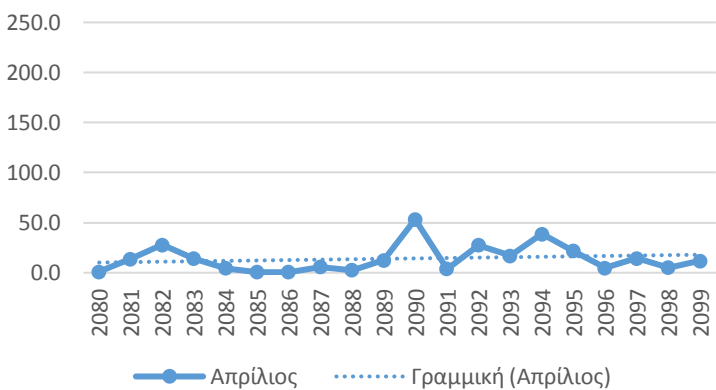
### Μάρτιος

$$y = 0.8026x + 18.591$$



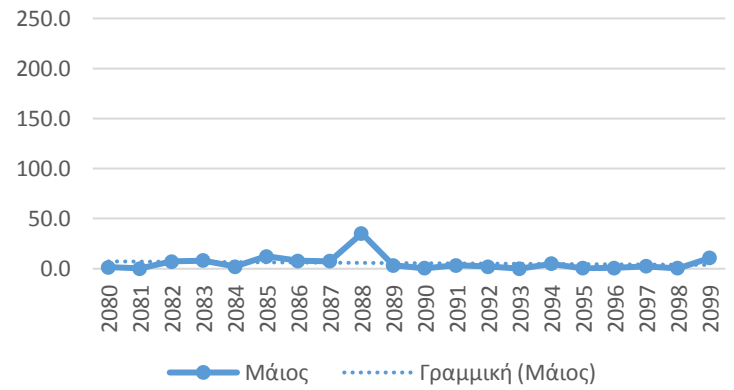
### Απρίλιος

$$y = 0.4097x + 9.7968$$

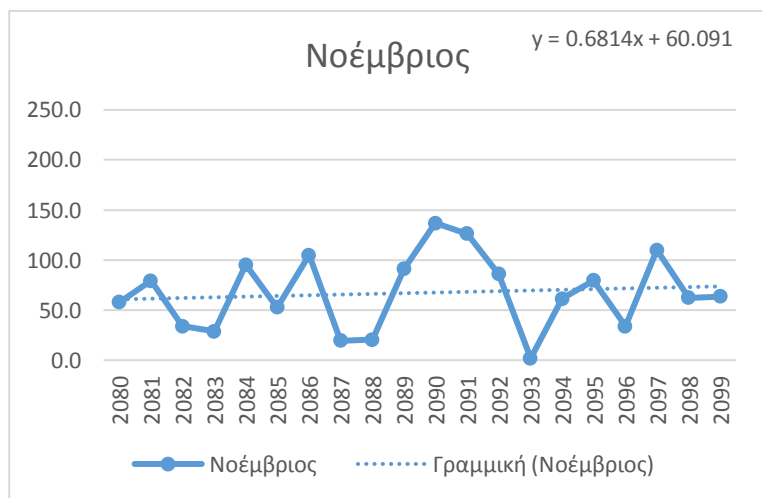
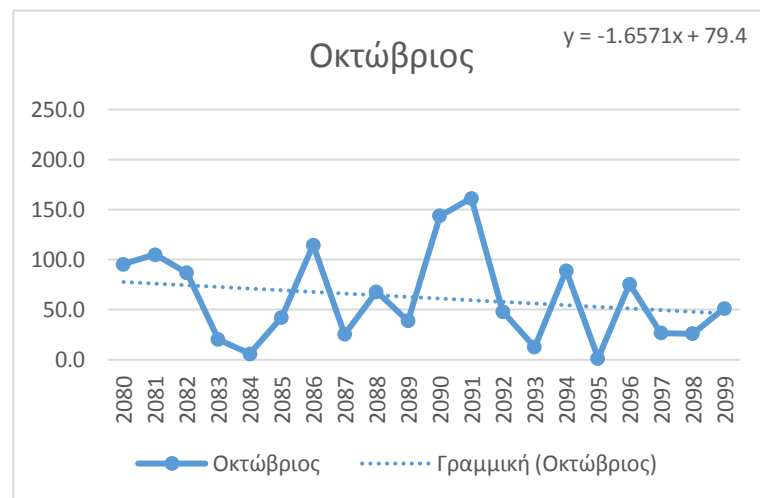
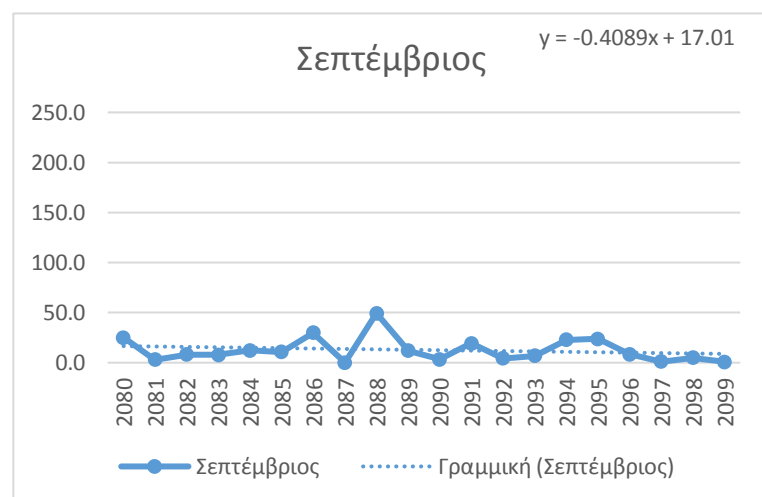
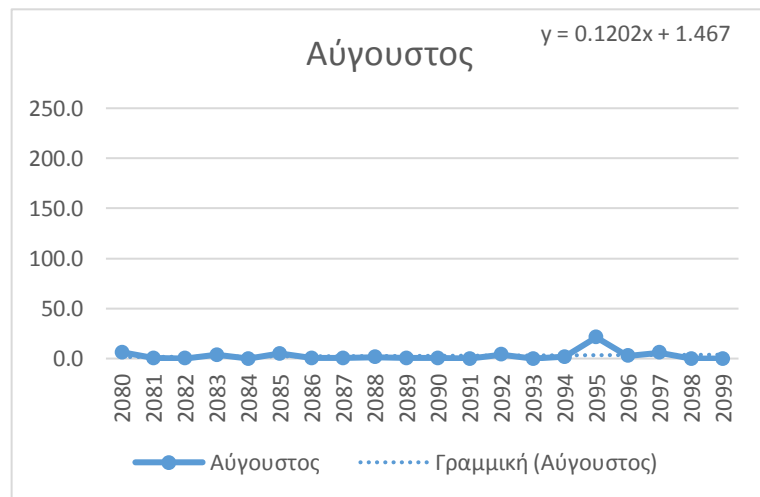
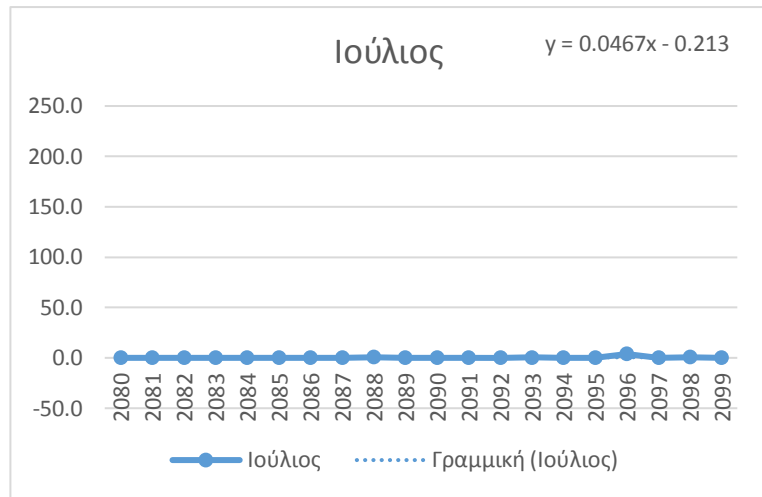
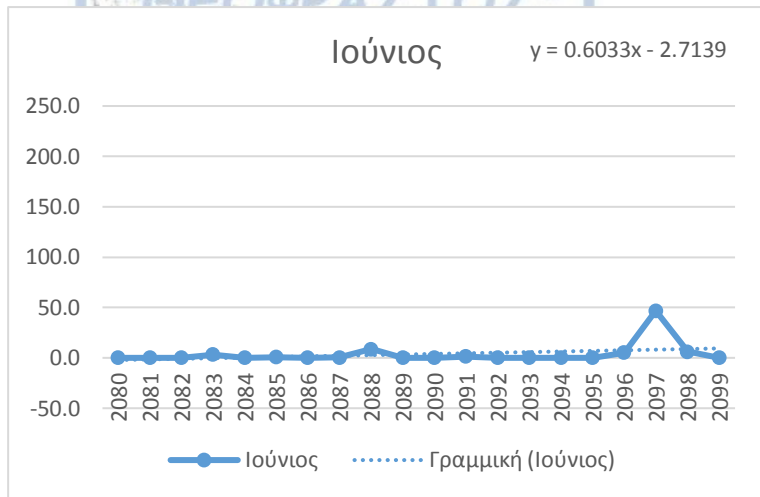


### Μάιος

$$y = -0.1844x + 7.5432$$



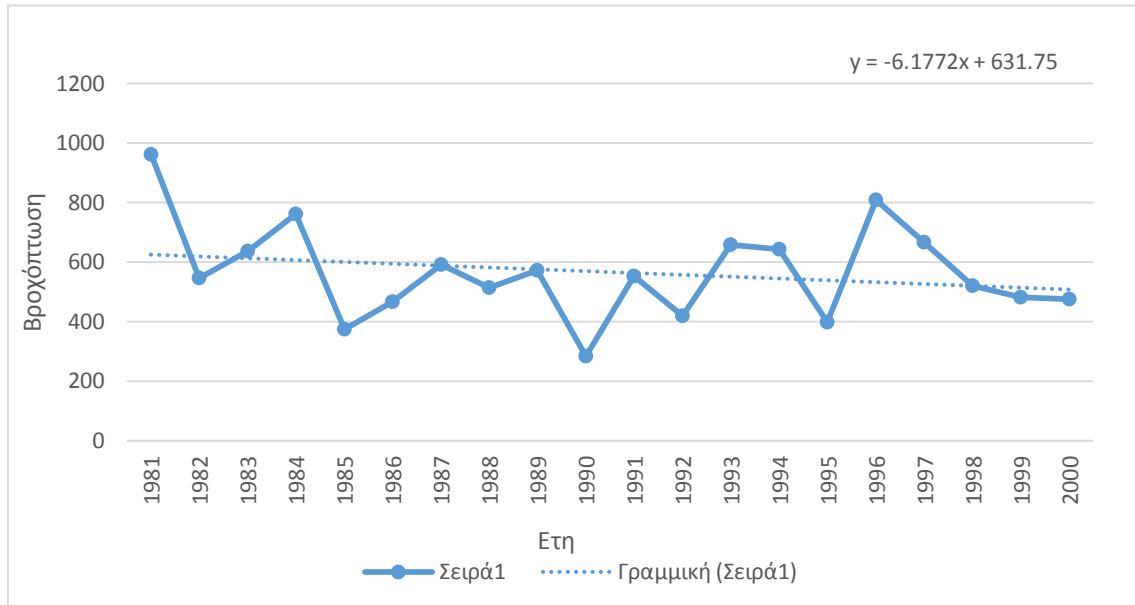
Σχήμα 3.1.10.: : Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



Σχήμα 3.1.10.(συνέχεια): Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου

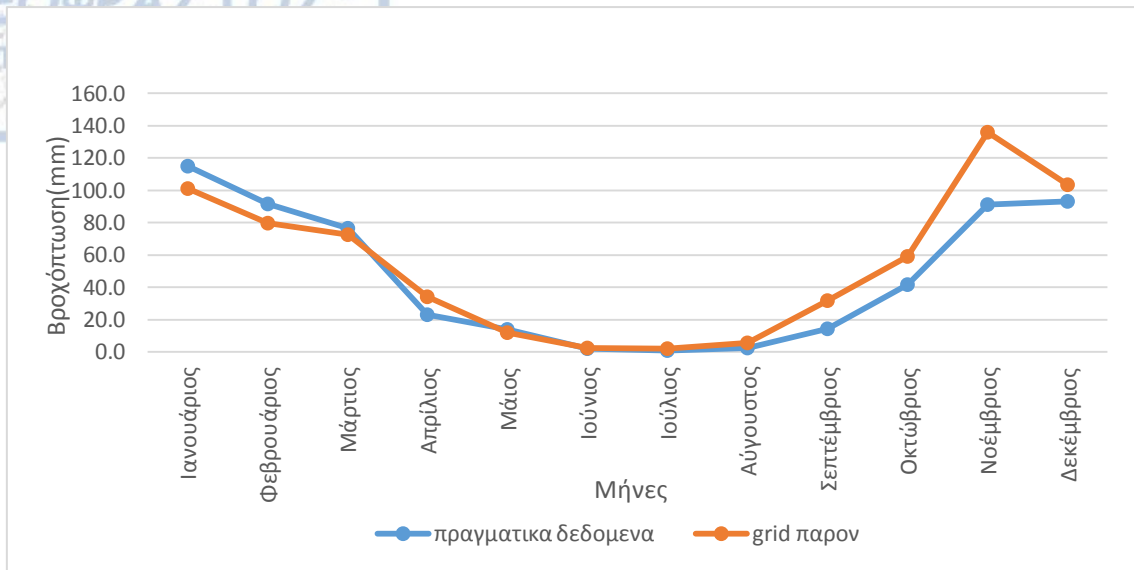
### 3.2) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό των Χανίων

#### 3.2.1.) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό των Χανίων την περίοδο 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του σταθμού και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



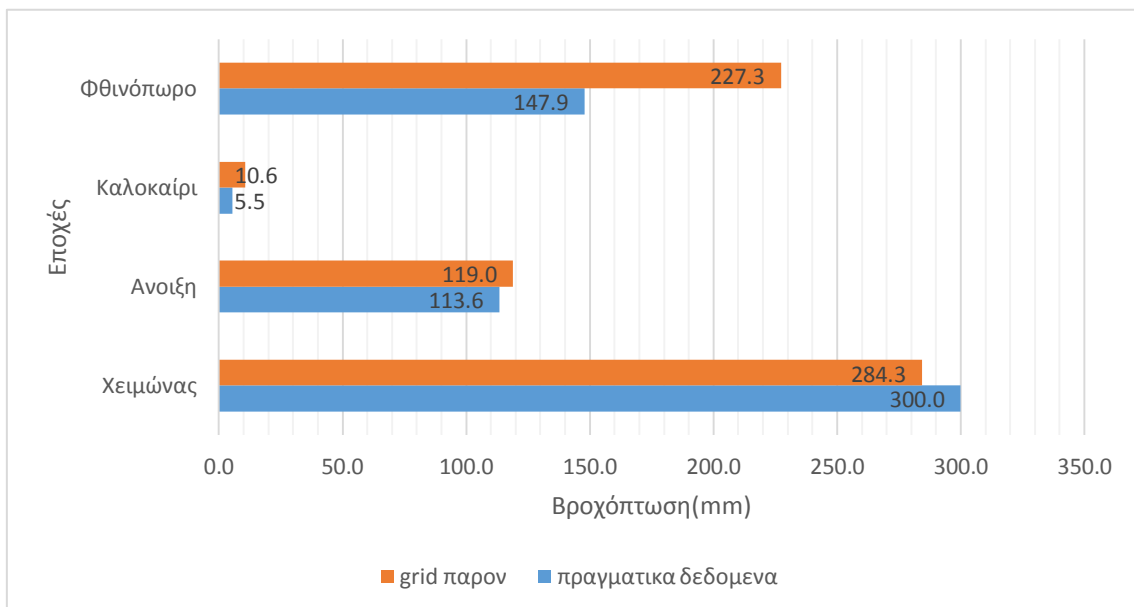
Σχήμα 3.2.1: Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού των Χανίων.

Όσον αφορά τα Χανιά, από το Σχήμα 3.2.1, διαπιστώνεται ότι η βροχόπτωση για τον σταθμό της περιοχής έχει σημαντική πτωτική τάση για τα έτη 1981-2000. Η εξίσωση  $y = -6.1772x + 631.75$  επιβεβαιώνει αυτή την φθίνουσα πορεία της γραμμής τάσης, έχοντας αρνητική κλίση. Κατά μέσο όρο, η ετήσια βροχόπτωση για τον σταθμό των Χανίων είναι 566.9 mm και κυμαίνεται περίπου από 283mm μέχρι 963mm για την περίοδο αναφοράς. Ωστόσο υπάρχουν έτη με μικρότερο ποσό βροχής, όπως αυτό του 1990 με 283.4mm, όπου η βροχόπτωση είναι πολύ μικρότερη από την μέση ετήσια τιμή βροχόπτωσης. Αντιθέτως έτη όπως το 1981, το 1984 και το 1996 έχουν αξιοσημείωτο ποσό βροχόπτωσης, μεγαλύτερο από τον μέσο όρο, με τιμές 962.7mm, 760.9mm και 809.4 mm.



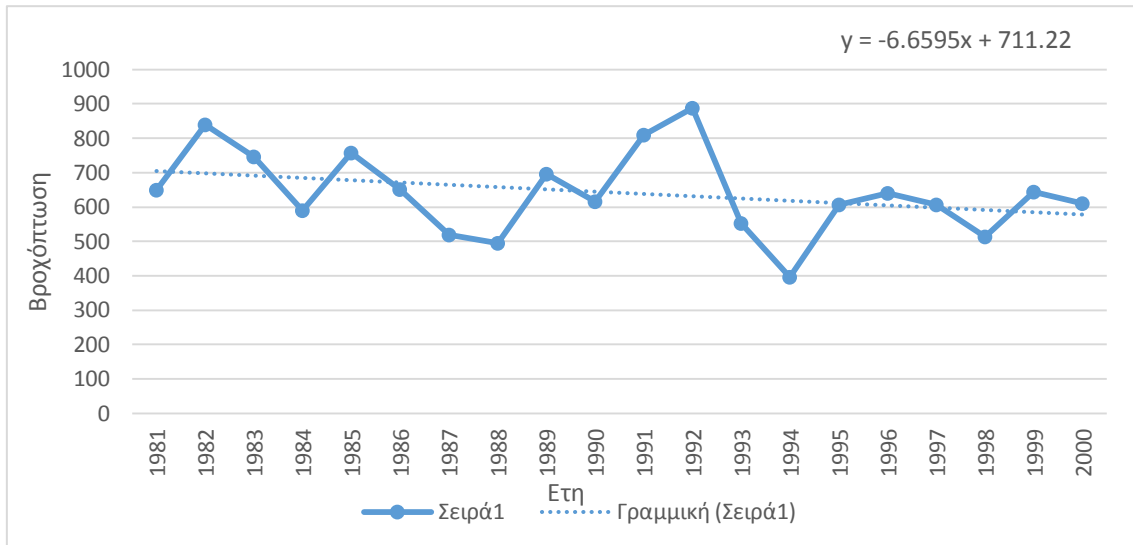
Σχήμα 3.2.5: Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για τα Χανιά κατά τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα και τα δεδομένα από το κλιματικό μοντέλο για το παρόν.

Το σχήμα 3.2.2. είναι ένα διάγραμμα, στο οποίο απεικονίζεται ο μέσος όρος βροχόπτωσης με βάση τα δεδομένα του σταθμού και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000. Πιο συγκεκριμένα διαπιστώνεται ότι οι βροχοπτώσεις για τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο υποεκτιμούνται από το κλιματικό μοντέλο. Οι μήνες με την ελάχιστη μηνιαία βροχόπτωση, δηλαδή οι θερινοί, ταυτίζονται τόσο με βάση τα δεδομένα του σταθμού, όσο και με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου, ενώ τέλος όλοι οι υπόλοιποι μήνες υπερεκτιμούνται. Με βάση το κλιματικό μοντέλο, η μέγιστη τιμή βροχόπτωσης εμφανίζεται τον Νοέμβριο (136mm), ενώ τα πραγματικά δεδομένα δείχνουν ότι ο Ιανουάριος (114.9mm) είναι ο μήνας με την μέγιστη βροχόπτωση.



Σχήμα 6.2.3.: Εποχιακό ραβδόγραμμα για τα Χανιά με τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού (μπλε) και τα δεδομένα από τα κλιματικά μοντέλα για την περίοδο (πορτοκαλί) για την περίοδο 1981-2000.

Στο παραπάνω Σχήμα απεικονίζεται ένα εποχιακό ραβδόγραμμα με τα δεδομένα του σταθμού των Χανίων και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000. Από αυτό σχήμα διαπιστώνεται ότι τον χειμώνα η βροχόπτωση, με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου, έχει μικρότερες τιμές. Τις υπόλοιπες εποχές η βροχόπτωση, πάλι με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου, έχει μεγαλύτερες τιμές από τις τιμές της πραγματικής βροχόπτωσης για τα Χανιά. Η μεγαλύτερη διαφορά διαπιστώνεται το φθινόπωρο με το κλιματικό μοντέλο να υπολογίζει 79.4 mm βροχόπτωσης παραπάνω από την πραγματική βροχόπτωση. Το καλοκαίρι και την άνοιξη, αν και το μοντέλο υπολογίζει μεγαλύτερα ύψη βροχής, η απόκλιση μεταξύ των πραγματικών δεδομένων και των δεδομένων από τα κλιματικά μοντέλα για το παρόν δεν ξεπερνά τα 6 mm.



Σχήμα 3.2.7: Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν.

Τέλος με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου MPI διαπιστώνεται πως η βροχόπτωση έχει φθίνουσα τάση. Αυτό φαίνεται και από την εξίσωση της γραμμής τάσης, η οποία επαληθεύεται από την εξίσωση  $y = -6.6595x + 711.22$ , η οποία έχει και αρνητική κλίση. Κατά μέσο όρο η βροχόπτωση με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα Χανιά είναι 641.3 mm. Οι τιμές της βροχόπτωσης παρουσιάζουν ένα εύρος περίπου από 396 mm έως 888 mm. Το 1994 φαίνεται να εμφανίζει το μικρότερο ύψος βροχής (395.6 mm), ενώ έτη όπως το 1982 και το 1992 παρουσιάζουν το υψηλότερο ύψος βροχής με 838.7 mm και 888.3mm αντίστοιχα, δηλαδή έχουν σημαντικά μεγαλύτερο ποσό βροχόπτωσης από τον μέσο όρο των κλιματικών δεδομένων για τα Χανιά.

Στο Σχήμα 3.2.5. που ακολουθεί απεικονίζονται τα διαγράμματα τάσεων, με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού, για τα έτη 1981-2000. Παρατηρείται ότι ο Ιανουάριος (2.6 mm ανά έτος) και ο Φεβρουάριος (0.9 mm ανά έτος) έχουν πτωτική τάση στην βροχόπτωση, ενώ ο Δεκέμβριος (0.9 mm ανά έτος) έχει ανοδική. Όλοι οι υπόλοιποι μήνες δεν παρουσιάζουν κάποια αξιόλογη μεταβολή στην βροχόπτωση.

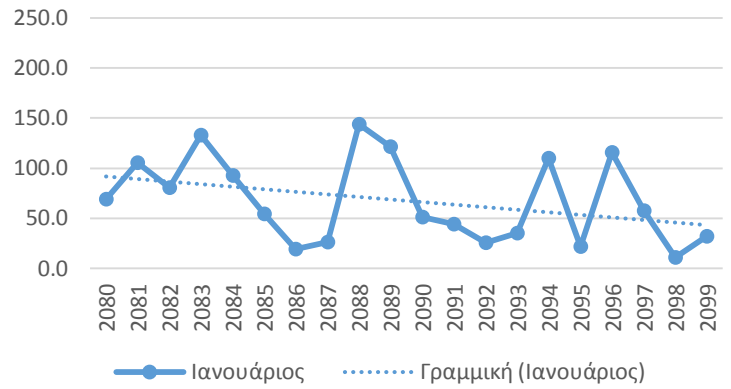
Ακολουθεί το Σχήμα 3.2.6., που υπάρχουν τα διαγράμματα τάσεων για τα έτη 1981-200 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου. Πέρα από τον Δεκέμβριο (0.9 mm ανά έτος) που έχει ανοδική τάση και τον Ιανουάριο (2.6 mm ανά έτος) που έχει πτωτική, στους υπόλοιπους μήνες δεν εντοπίζεται κάποια αξιοσημείωτη μεταβολή.



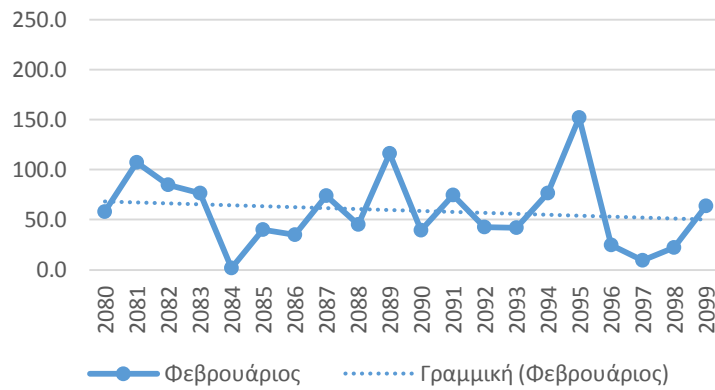
Δεκέμβριος  $y = 0.9795x + 65.867$



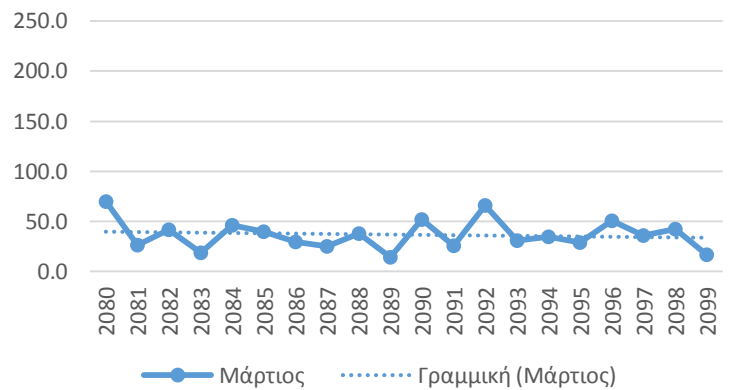
Ιανουάριος  $y = -2.5569x + 94.306$



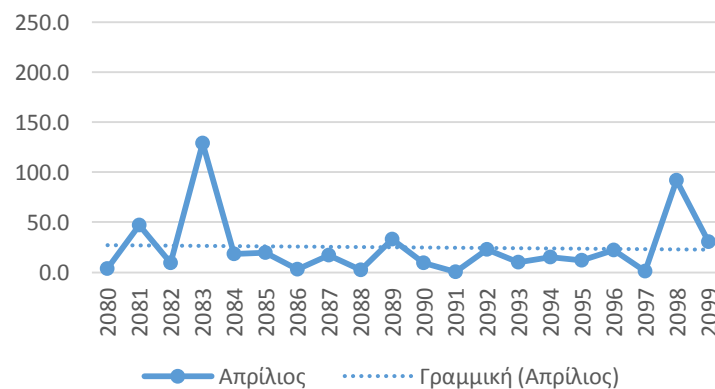
Φεβρουάριος  $y = -0.9465x + 69.183$



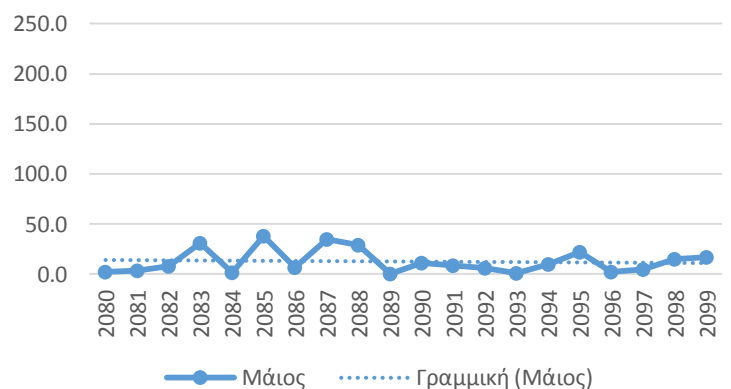
Μάρτιος  $y = -0.3168x + 39.965$



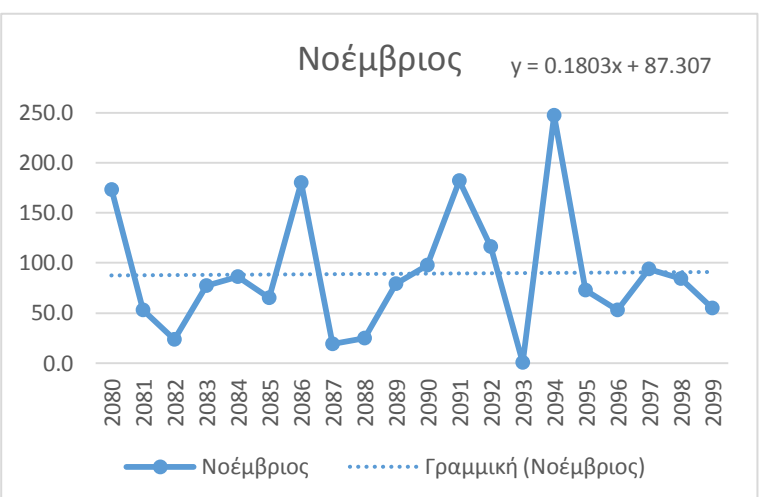
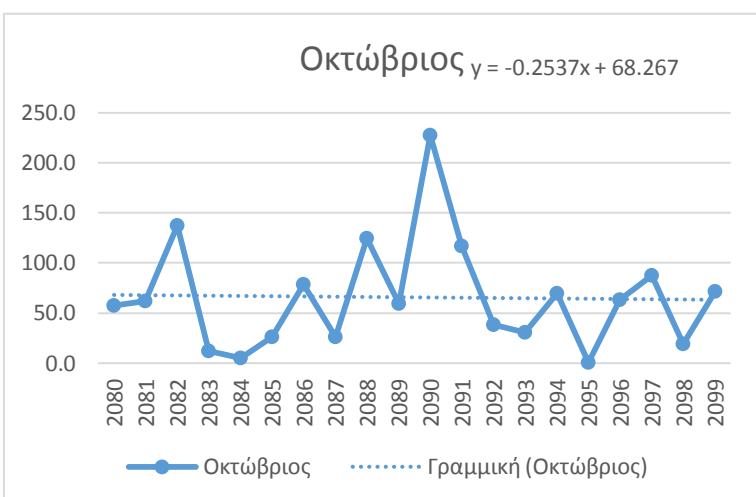
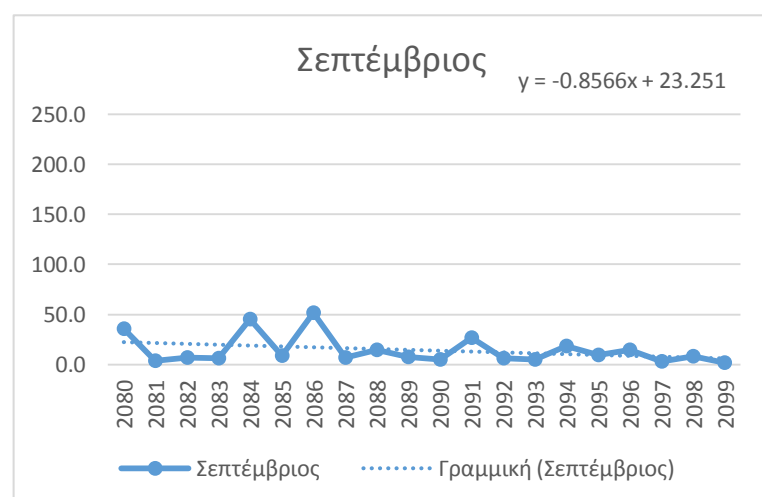
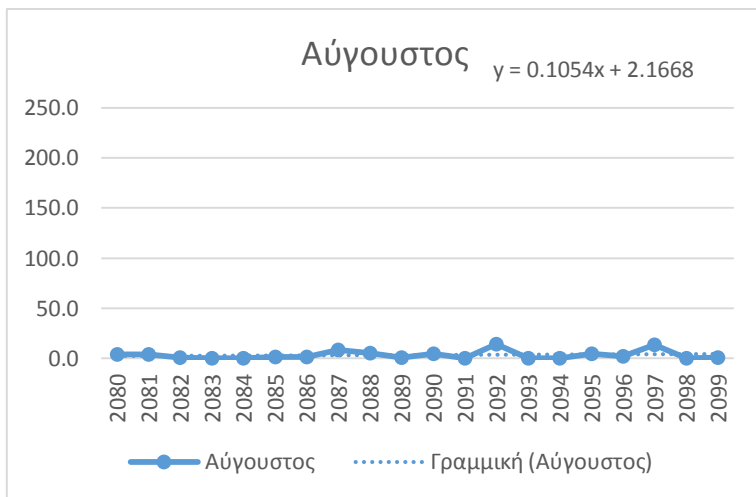
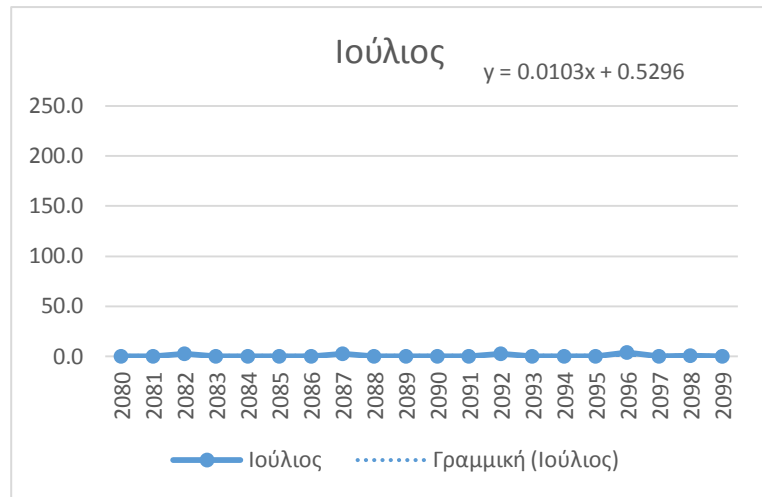
Απρίλιος  $y = -0.2342x + 27.37$



Μάιος  $y = -0.1593x + 14.206$

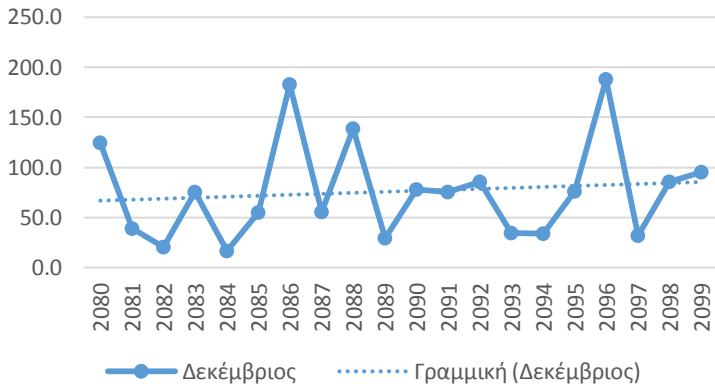


Σχήμα 3.2.5: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού

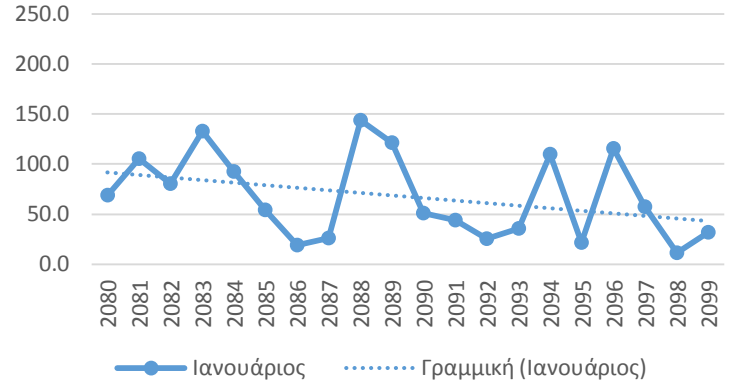


Σχήμα 3.2.5(συνέχεια): Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού

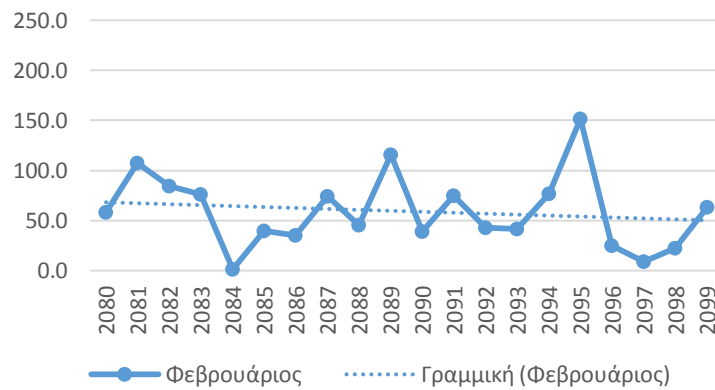
Δεκέμβριος  $y = 0.9795x + 65.867$



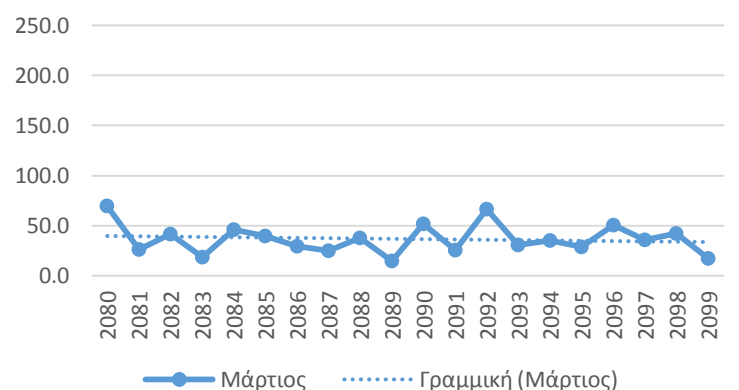
Ιανουάριος  $y = -2.5569x + 94.306$



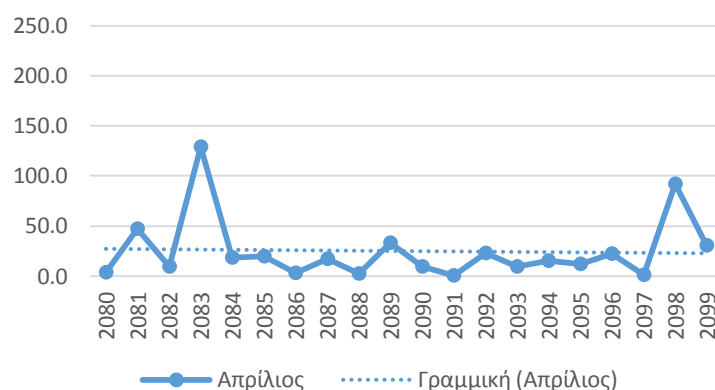
Φεβρουάριος  $y = -0.9465x + 69.183$



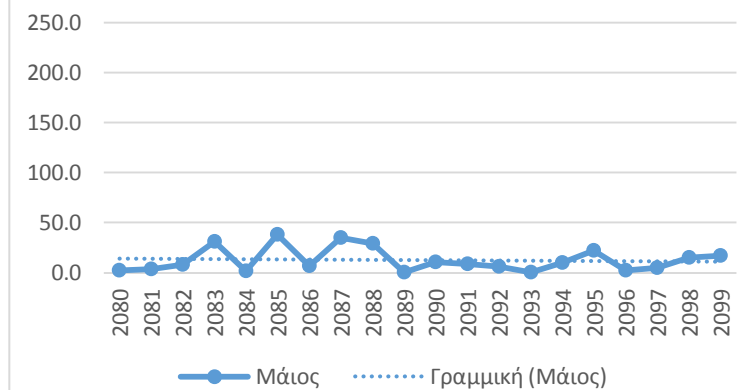
Μάρτιος  $y = -0.3168x + 39.965$



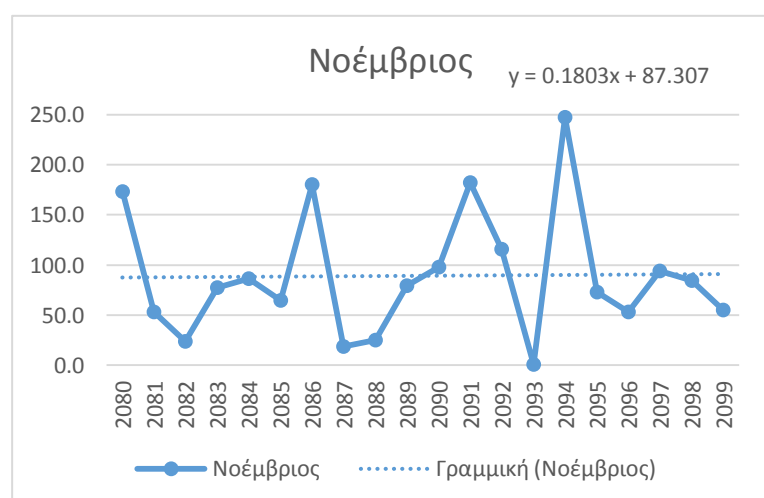
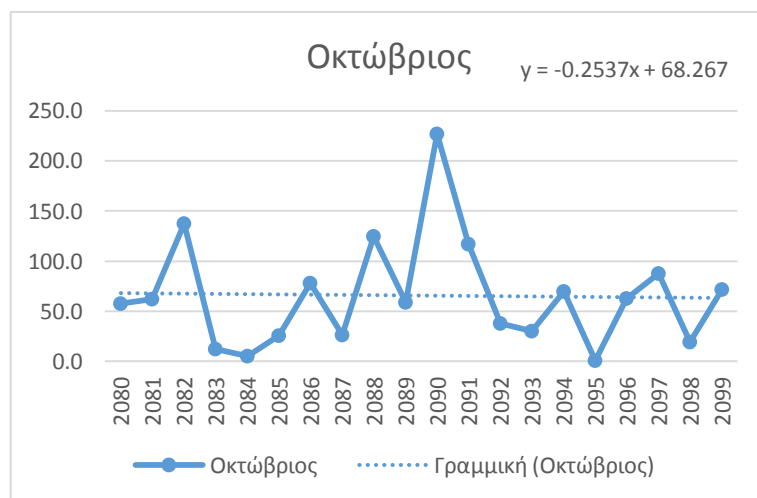
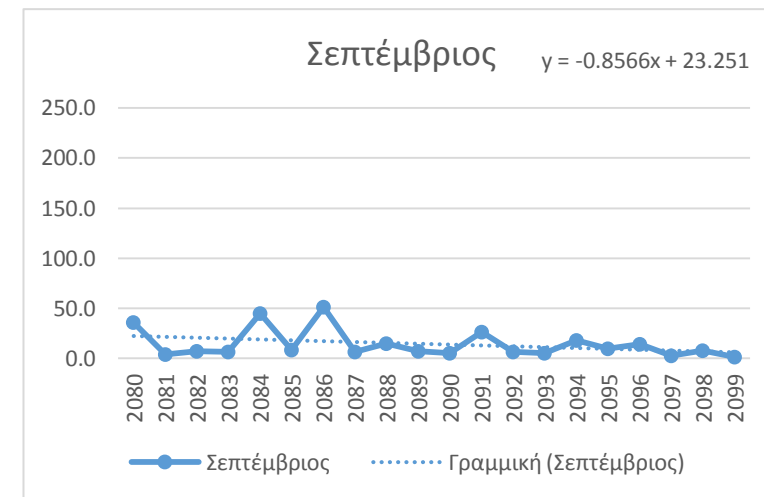
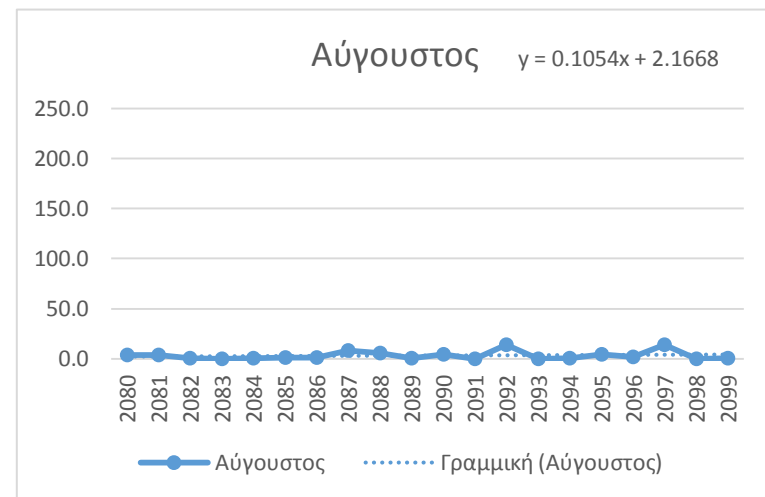
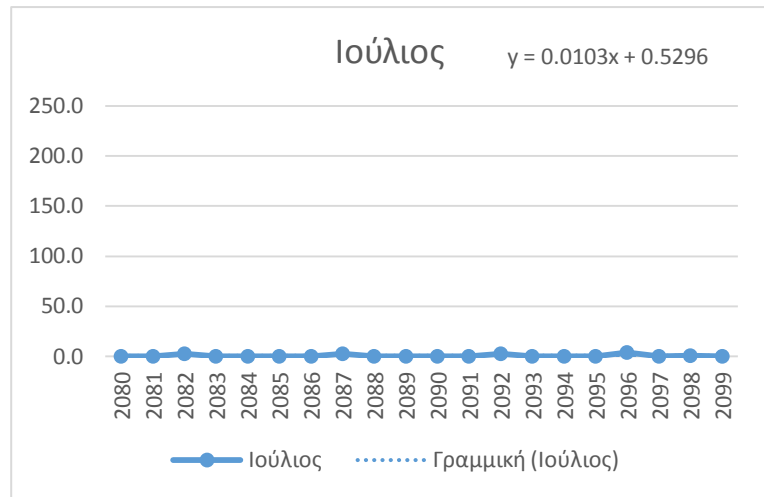
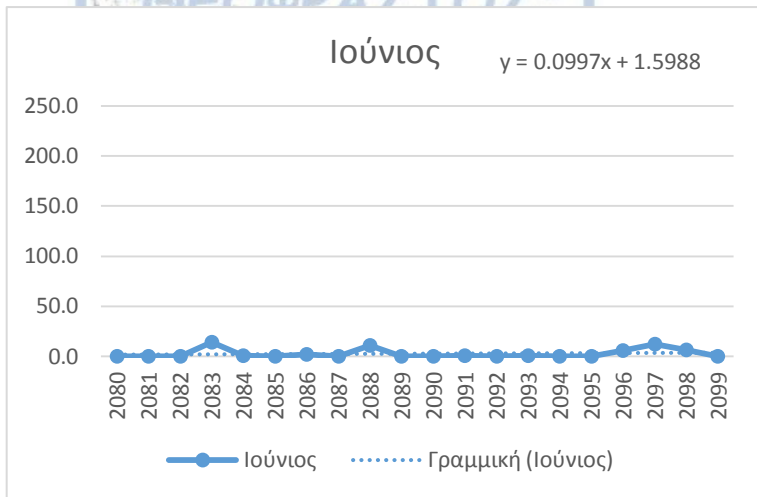
Απρίλιος  $y = -0.2342x + 27.37$



Μάιος  $y = -0.1593x + 14.206$

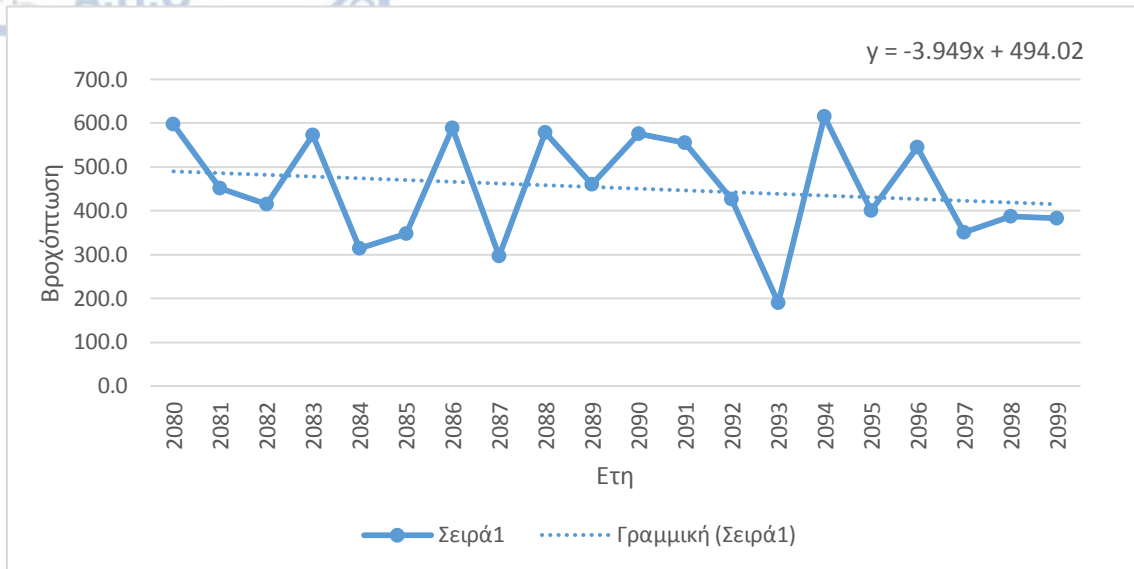


Σχήμα 3.2.6: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



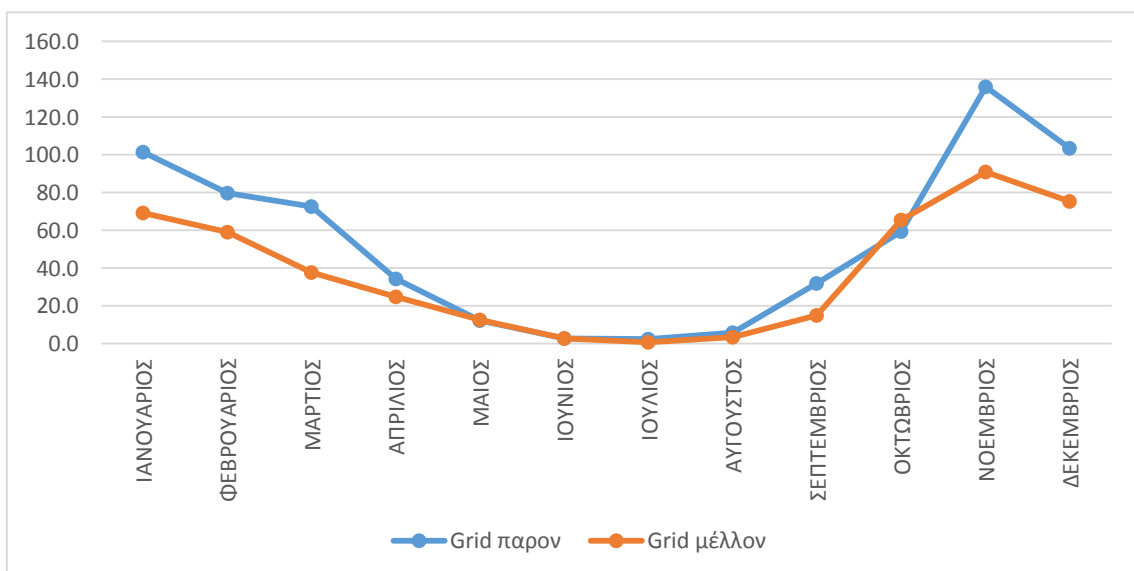
Σχήμα 3.2.6(συνέχεια):. Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου

### 3.2.2) Εκτίμηση της βροχόπτωσης για τον σταθμό των Χανίων για την μελλοντική περίοδο 2080-2099



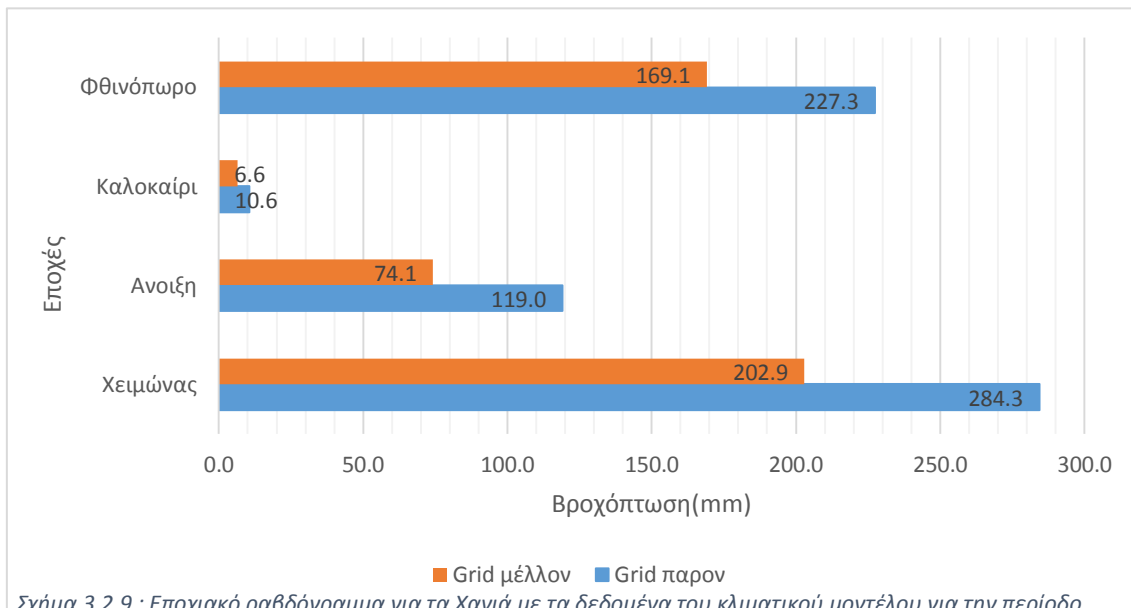
Σχήμα 3.2.7.: Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το μέλλον.

Στο παραπάνω Σχήμα, η βροχόπτωση για τα έτη 2080-2099 έχει φθίνουσα τάση, η οποία επιβεβαιώνεται και από την εξίσωση της γραμμής τάσης που είναι  $y = -3.949x + 494.02$ . Το εύρος διακύμανσης της βροχόπτωσης είναι μεταξύ 615.7 mm και 189.5 mm και ο μέσος όρος της βροχόπτωσης είναι 456.2 mm. Ωστόσο έτη όπως το 2093 (198.5 mm) έχουν πολύ μικρότερο ποσό βροχής από την μέση βροχόπτωση του σταθμού. Αντίθετα έτη, όπως το 2080 και το 2094, έχουν αρκετά μεγάλα ποσά βροχόπτωσης, με τιμές 597.9 mm και 615.7 mm αντίστοιχα.



Σχήμα 3.2.8.: Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για τα Χανιά με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000 και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 2080-2099.

Στο παραπάνω διάγραμμα ( Σχήμα 3.2.8) γίνεται σύγκριση των δεδομένων του κλιματικού μοντέλου για το παρόν και το μέλλον. Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώνεται ότι για την υγρή περίοδο του έτους υπάρχει μείωση στην βροχόπτωση σε σχέση με τη περίοδο αναφοράς (1981-2000). Ωστόσο ο Οκτώβριος και ο Μάιος αποτελούν εξαίρεση. Τον Οκτώβριο το βροχομετρικό ύψος για την μελλοντική περίοδο είναι λίγο μεγαλύτερο απ' ότι υπολογίστηκε για τα έτη 1981-2000. Όσον αφορά τον Μάιο και τους θερινούς μήνες τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν και το μέλλον σχεδόν ταυτίζονται. Η μεγαλύτερη απόκλιση των δεδομένων κλιματικού μοντέλου για τις δύο περιόδους αναφοράς διαπιστώνεται τον Νοέμβριο με 45 mm βροχόπτωσης.

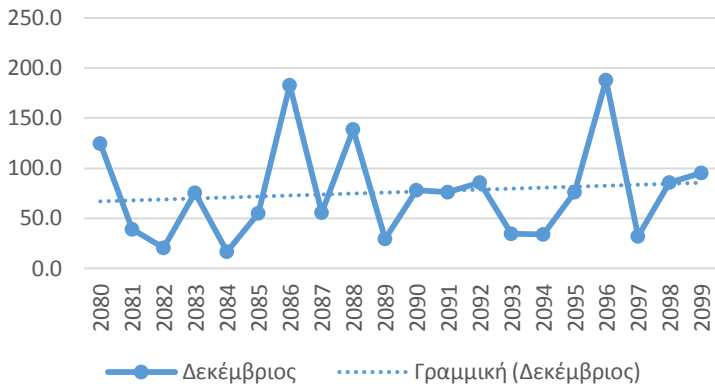


Σχήμα 3.2.9.: Εποχιακό ραβδόγραμμα για τα Χανιά με τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000 (μπλε) και τα δεδομένα για την περίοδο για την περίοδο 2080-2099 (πορτοκαλί).

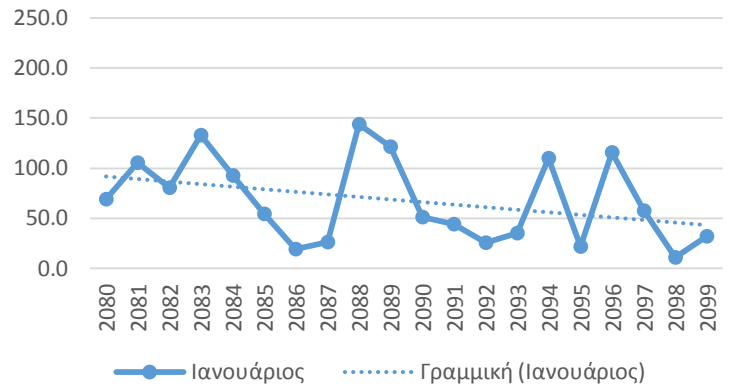
Με βάση τα δεδομένα από τα κλιματικά μοντέλα για το παρόν και το μέλλον, η βροχόπτωση για όλες τις εποχές ελαττώνεται σε σχέση με τις βροχοπτώσεις της περιόδου αναφοράς (1981-2000). Η μεγαλύτερη απόκλιση μεταξύ δεδομένων για το παρόν και για το μέλλον, εντοπίζεται τον χειμώνα με 81.5 mm βροχόπτωσης, ενώ η μικρότερη απόκλιση παρουσιάζεται το καλοκαίρι με 4 mm διαφορά. Συνεπώς συμπεραίνεται ότι η βροχόπτωση στον σταθμό των Χανίων θα μεταβληθεί καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου.

Στο σχήμα 3.2.10. εμφανίζονται τα διαγράμματα των τάσεων για την περίοδο 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου. Σύμφωνα με τα παρακάτω διαγράμματα διαπιστώνεται, ότι ο Ιανουάριος (2.6 mm ανά έτος) και ο Φεβρουάριος (0.9 mm ανά έτος) είναι οι μήνες που έχουν καθοδική τάση βροχόπτωσης. Αντιθέτως ο Δεκέμβριος (0.9 mm ανά έτος) εμφανίζει ανοδική τάση στο ποσό της βροχής. Για τους υπόλοιπους μήνες η διακύμανση στην βροχόπτωση δεν εμφανίζει ιδιαίτερη μεταβολή.

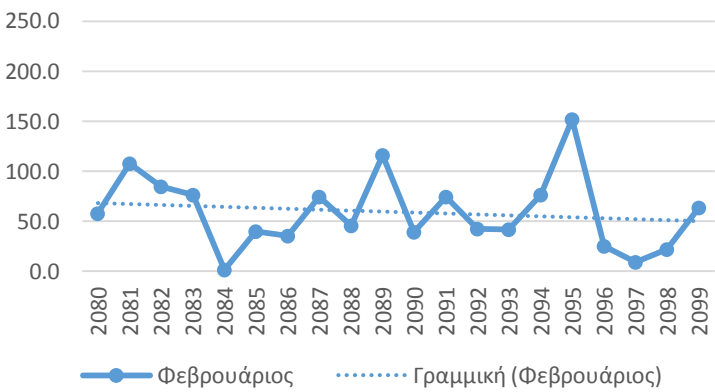
Δεκέμβριος  $y = 0.9795x + 65.867$



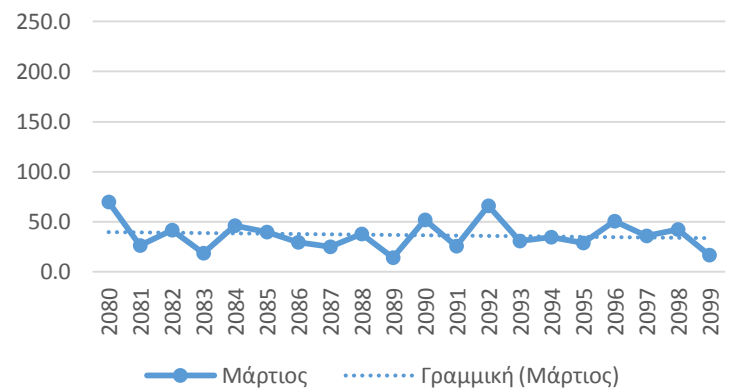
Ιανουάριος  $y = -2.5569x + 94.306$



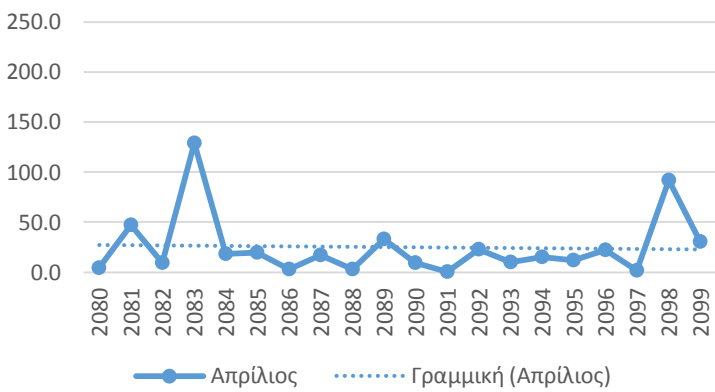
Φεβρουάριος  $y = -0.9465x + 69.183$



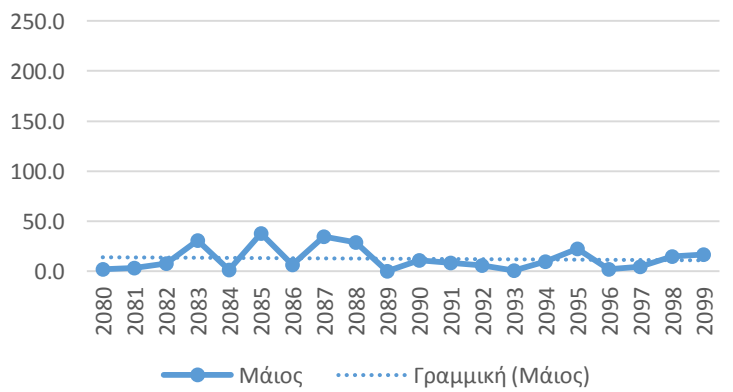
Μάρτιος  $y = -0.3168x + 39.965$



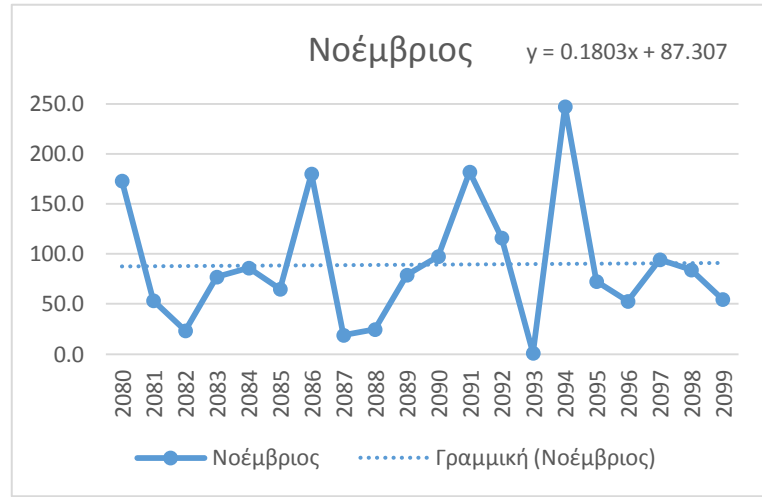
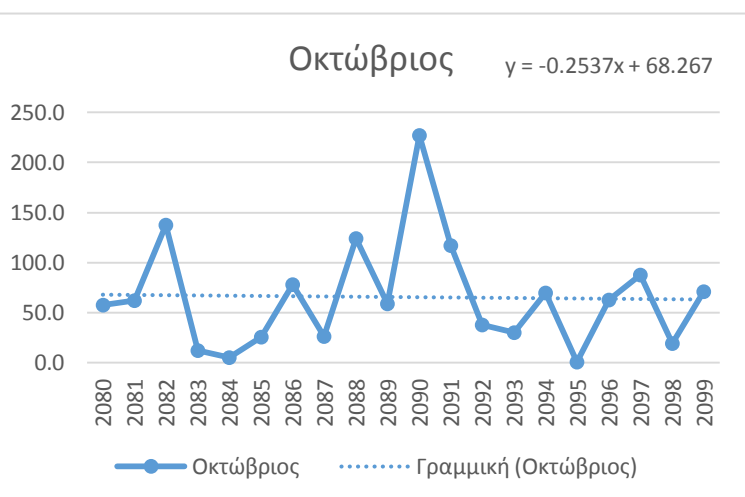
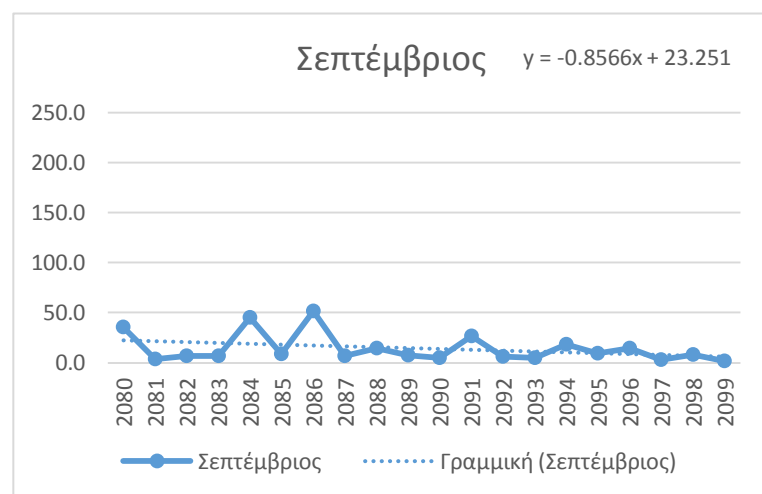
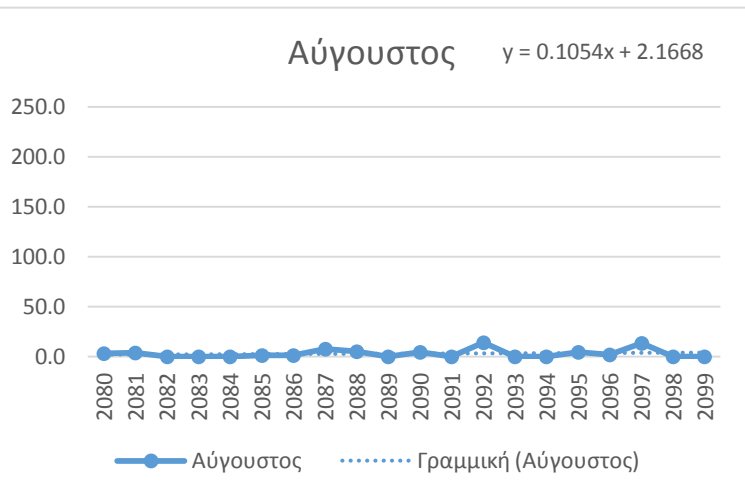
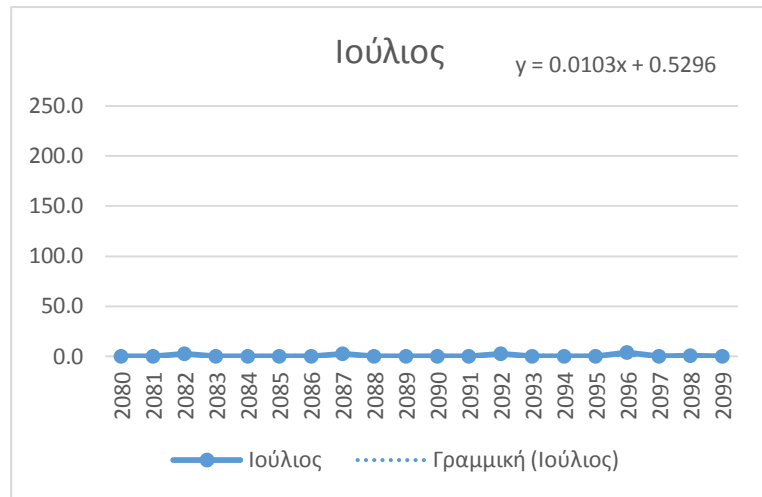
Απρίλιος  $y = -0.2342x + 27.37$



Μάιος  $y = -0.1593x + 14.206$



Σχήμα 3.2.10.: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου

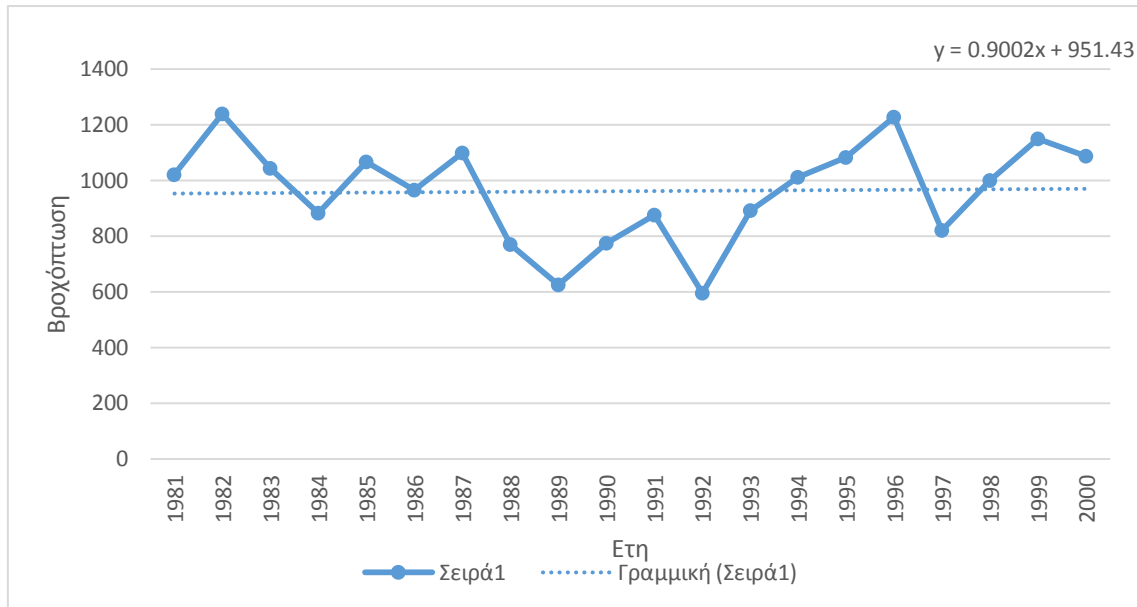


Σχήμα 3.2.10.(συνέχεια): : Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



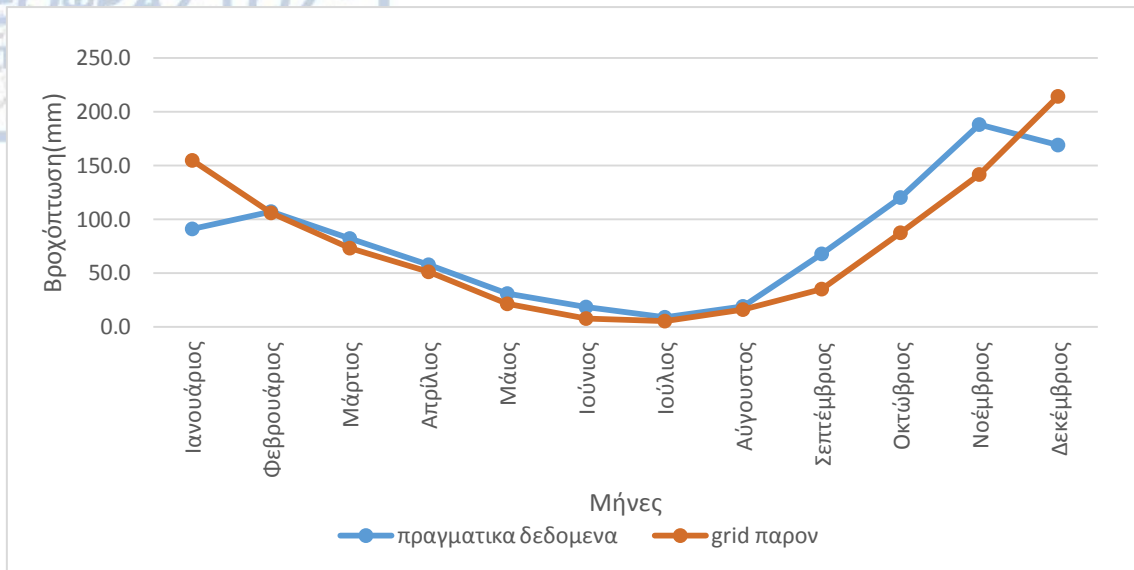
### 3.3) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Κέρκυρας

#### 3.1.1.) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Κέρκυρας την περίοδο 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του σταθμού και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



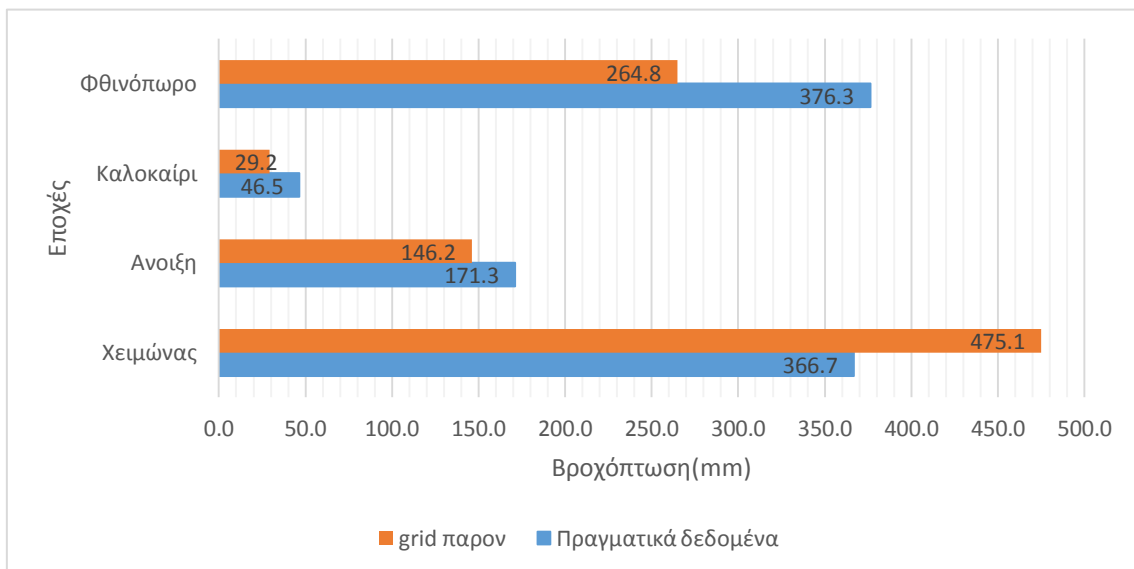
Σχήμα 0

Στο Σχήμα 3.3.1. απεικονίζεται η βροχόπτωση για τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού της Κέρκυρας. Στο παραπάνω διάγραμμα διαπιστώνεται ότι η βροχόπτωση παρουσιάζει αύξουσα τάση. Βέβαια, σύμφωνα με την εξίσωση  $y = 0.9002x + 951.43$ , η αύξηση της βροχόπτωσης είναι μικρή, με μόλις 0.9mm ανά έτος. Κατά μέσο όρο η ετήσια βροχόπτωση στον σταθμό της Κέρκυρας είναι 960.9 mm για την εικοσαετία 1981-2000. Ωστόσο το 1989 και το 1992 το ποσό της βροχόπτωσης που καταγράφηκε ήταν αρκετά μικρότερο από τον μέσο ετήσιο όρο βροχόπτωσης, με τιμές 624.6 mm και 595.4 mm αντίστοιχα. Έτη, όπως το 1982 και το 1996, είχαν αξιοσημείωτα ποσά βροχής, με τιμές 1237.2mm και 1227.1mm αντίστοιχα.



Σχήμα 3.3.2.: Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για την Κέρκυρα κατά τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα και τα δεδομένα από το κλιματικό μοντέλο για το παρόν.

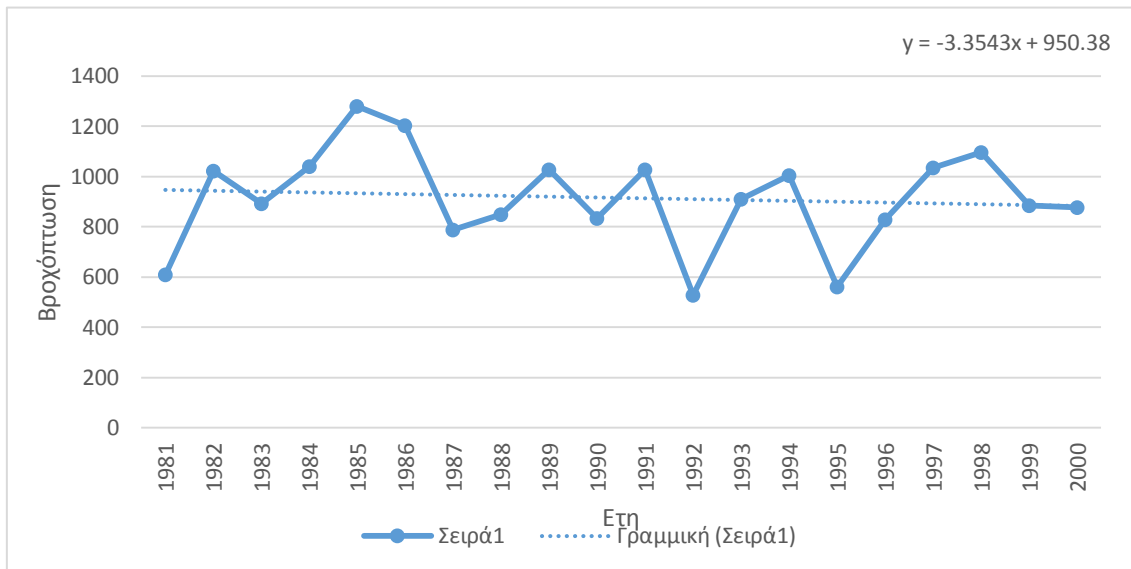
Στο παραπάνω διάγραμμα (Σχήμα 3.3.2.) παρουσιάζεται ο μέσος ,μηνιαίος όρος βροχόπτωσης για την Κέρκυρα με βάση τα πραγματικά και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου. Εκτός από τον Ιανουάριο και τον Δεκέμβριο , τους υπόλοιπους μήνες υπάρχει ταύτιση ή υποεκτίμηση των δεδομένων του κλιματικού μοντέλου από σε σχέση με τα πραγματικά δεδομένα. Με βάση τα πραγματικά δεδομένα, ο μήνας με την μεγαλύτερη βροχόπτωση είναι ο Νοέμβριος, ενώ με βάση τα δεδομένα του μοντέλου είναι ο Δεκέμβριος. Όσον αφορά τις ελάχιστες βροχοπτώσεις, τόσο για τα πραγματικά δεδομένα , όσο και για το κλιματικό μοντέλο ,ο μήνας με την μικρότερη βροχόπτωση είναι ο Ιούλιος (μοντέλο:5.3mm, σταθμός:8.9mm).



Σχήμα 3.3.3.: Εποχιακό ραβδόγραμμα για την Κέρκυρα με τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού( μπλε) και τα δεδομένα από τα κλιματικά μοντέλα για την περίοδο(πορτοκαλί) για την περίοδο 1981-2000.

Στο εποχιακό ραβδόγραμμα του Σχήματος 3.3.3. απεικονίζονται τα πραγματικά εποχιακά δεδομένα του σταθμού της Κέρκυρας σε σχέση με τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000. Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ,ότι τον χειμώνα τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου υπερεκτιμούν την βροχόπτωση. Η βροχόπτωση με βάση τα δεδομένα

του κλιματικού μοντέλου είναι περίπου 110mm μεγαλύτερη από την πραγματική βροχόπτωση που καταγράφηκε τον χειμώνα. Όλες τις υπόλοιπες εποχές η βροχόπτωση υποεκτιμάται από το κλιματικό μοντέλο. Ειδικότερα το φθινόπωρο υπάρχει διαφορά, με το κλιματικό μοντέλο να υπολογίζει περίπου 110mm βροχόπτωσης λιγότερο από την πραγματική βροχόπτωση.



Σχήμα 3.3.4.:Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν.

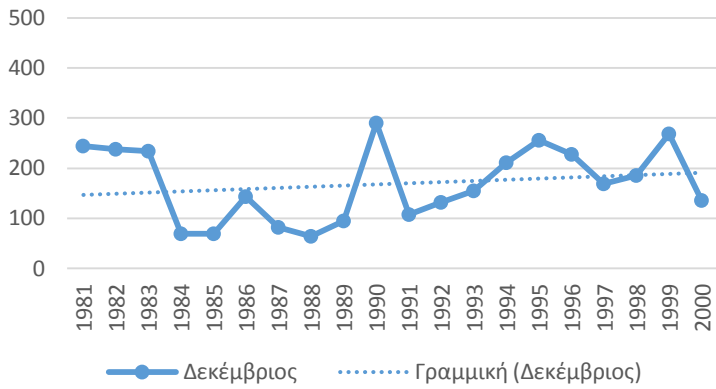
Σύμφωνα με το Σχήμα 3.3.4. η βροχόπτωση ,με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000 ,παρουσιάζει καθοδική πορεία. Η εξίσωση που επαληθεύει το ολοένα και μικρότερο ποσό βροχής είναι η  $y = -3.3543x + 950.38$ . Ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης που πέφτει στην Κέρκυρα, με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου είναι 915.2mm. Έτη με σημαντικά μικρότερα ποσά, από τον μέσο όρο βροχόπτωσης είναι το 1992 και το 1995, με 528.6mm και 560.2 mm αντίστοιχα. Αντιθέτως έτη ,όπως το 1985 με 1280mm βροχής ,χαρακτηρίζεται από μεγάλο ποσό βροχόπτωσης συγκριτικά με τα υπόλοιπα έτη.

Παρακάτω παριστάνονται τα διαγράμματα τάσεων με βάση τα πραγματικά δεδομένα (Σχήμα 3.3.5.) και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου (Σχήμα 3.3.6.) για την εικοσαετία 1981-2000. Πιο συγκεκριμένα στο Σχήμα 3.3.5. οι μήνες που παρουσιάζουν ανοδική τάση είναι ο Νοέμβριος(1.3 mm ανά έτος) και ο Δεκέμβριος(2.3 mm ανά έτος), ενώ ο Φεβρουάριος(3.4 mm ανά έτος) και ο Οκτώβριος(1.3 mm ανά έτος) έχουν καθοδική τάση. Σε όλους τους υπόλοιπους δεν παρατηρούνται σημαντικές διακυμάνσεις στην βροχόπτωση με την πάροδο των ετών.

Όσον αφορά τα διαγράμματα των γραμμών τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου(Σχήμα 3.5.6.), διαπιστώνεται ότι μήνες με φθίνουσα πορεία είναι ο Ιανουάριος(-2.2 mm ανά έτος) και ο Δεκέμβριος(-1.8 mm ανά έτος) και ανοδική τάση έχει ο Μάρτιος(1.3 mm ανά έτος). Όλοι οι υπόλοιποι μήνες του χρόνου χαρακτηρίζονται από μηδενικές έως αμελητέες μεταβολές.

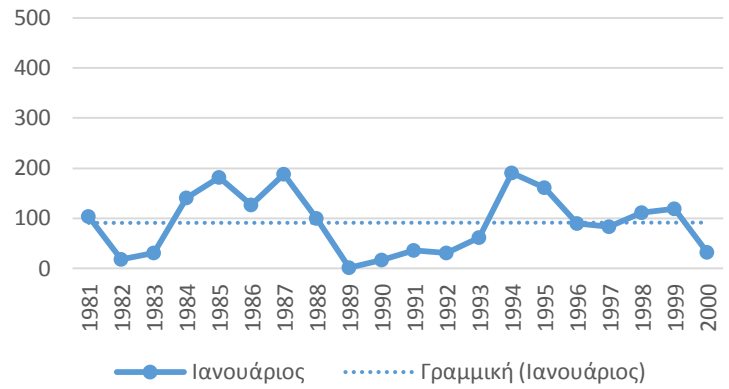
### Δεκέμβριος

$$y = 2.3293x + 144.3$$



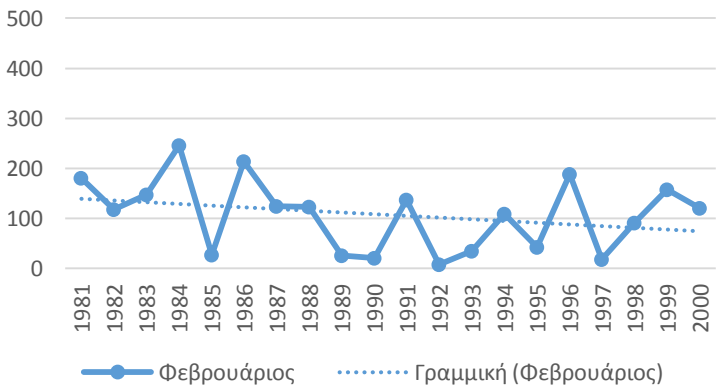
### Ιανουάριος

$$y = 0.03x + 90.73$$



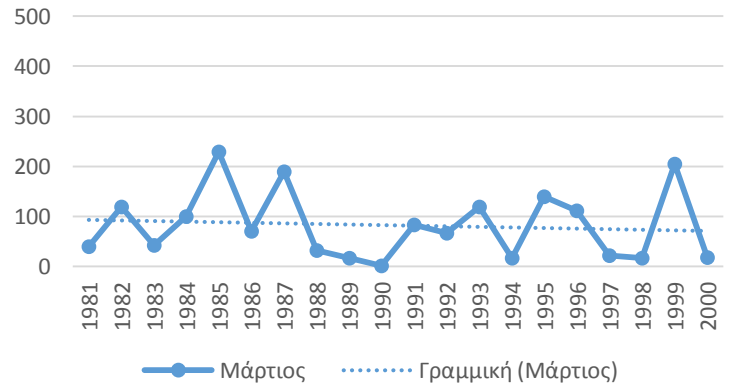
### Φεβρουάριος

$$y = -3.4111x + 142.76$$



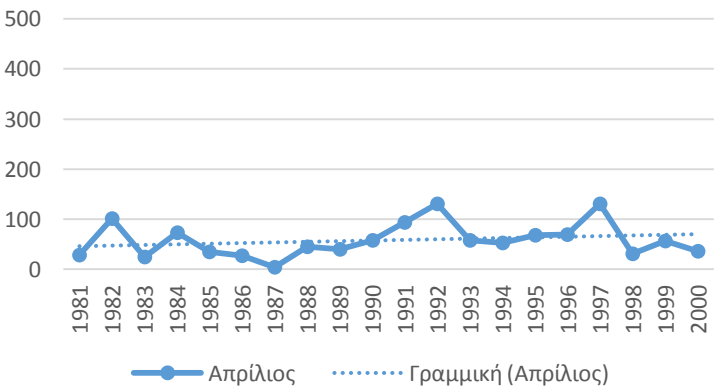
### Μάρτιος

$$y = -1.1635x + 94.402$$



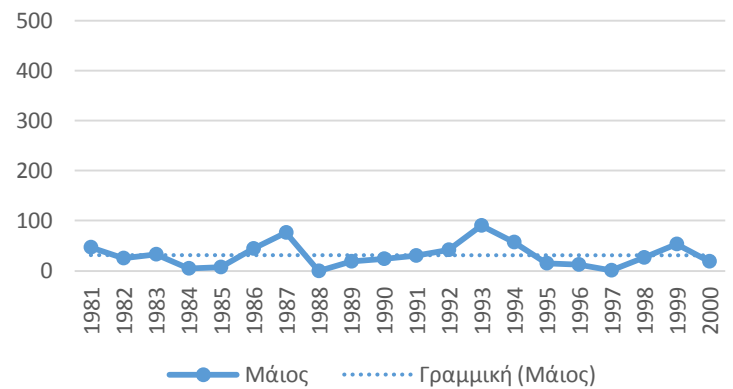
### Απρίλιος

$$y = 1.2674x + 44.637$$

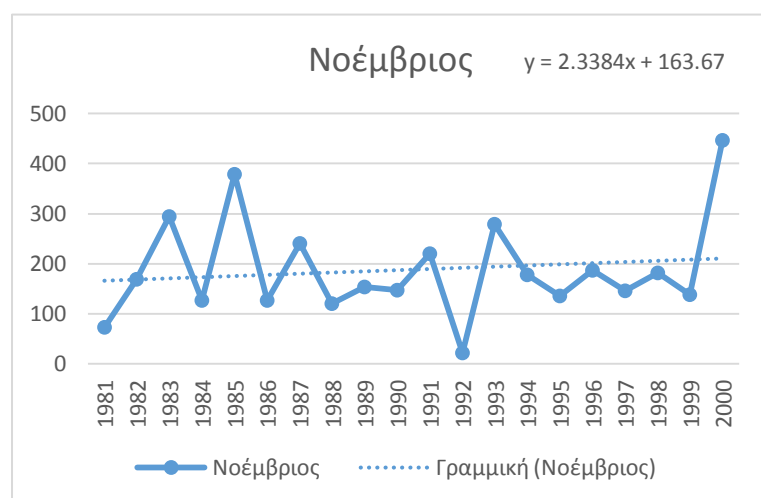
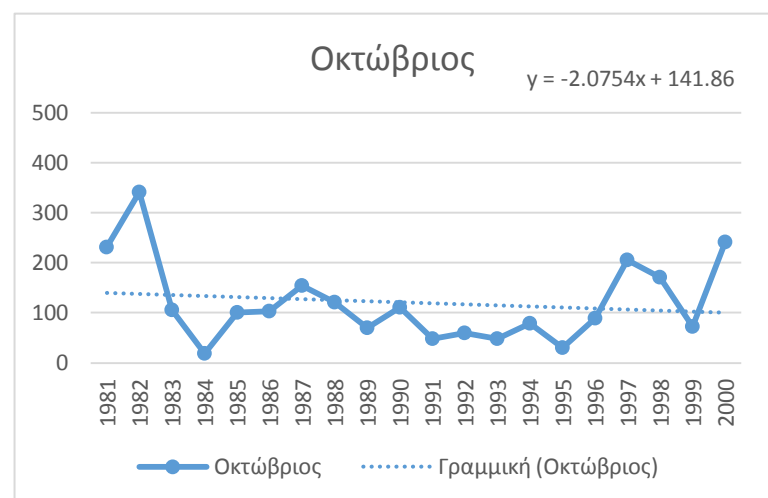
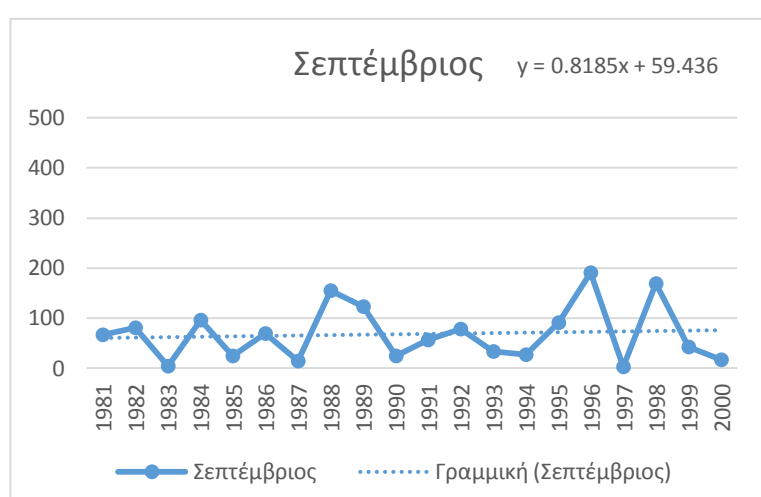
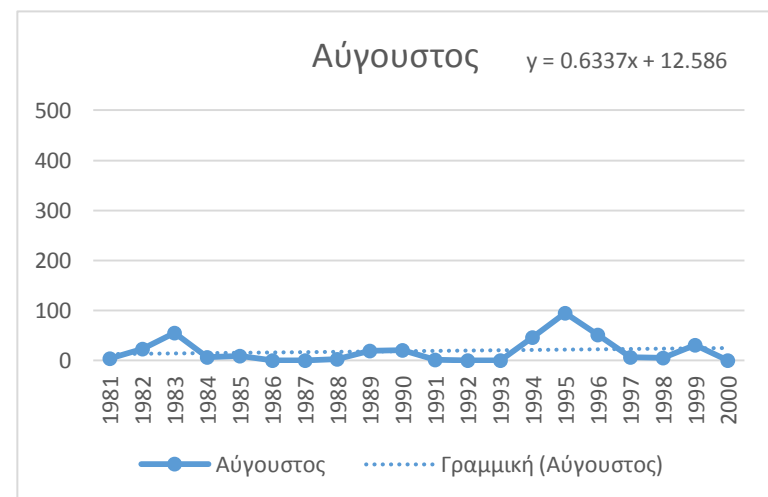
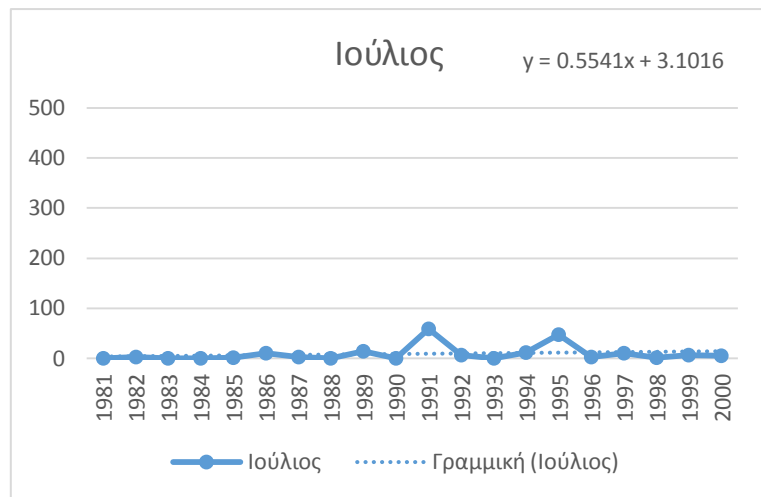
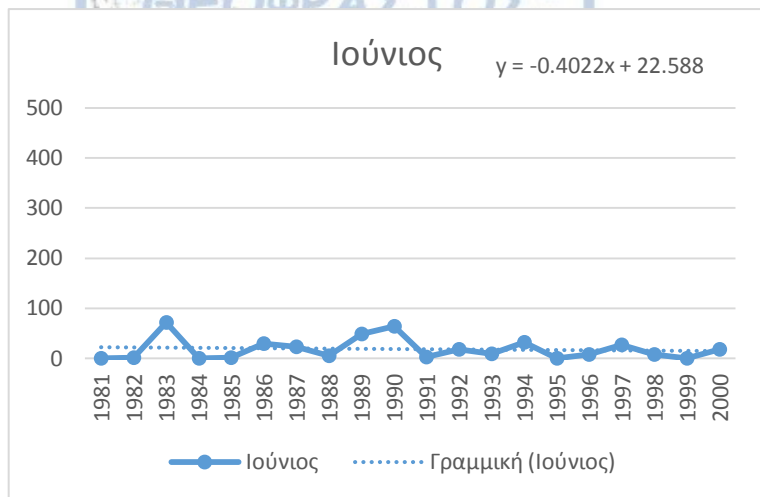


### Μάιος

$$y = -0.0191x + 31.361$$

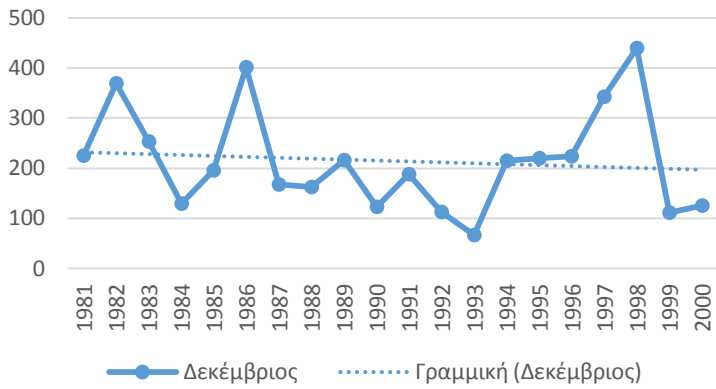


Σχήμα 3.3.5: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού

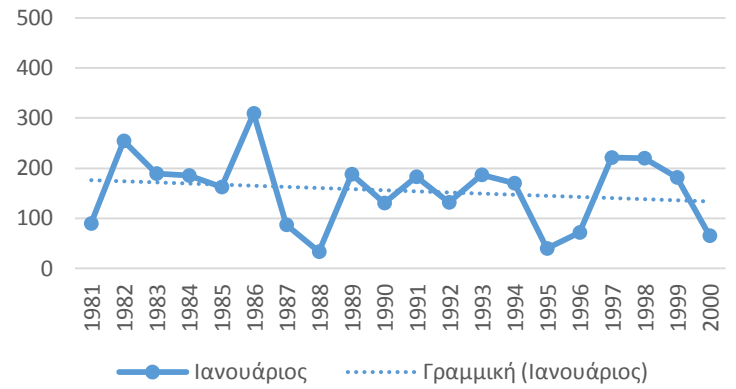


Σχήμα 3.3.5(συνέχεια) : Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού

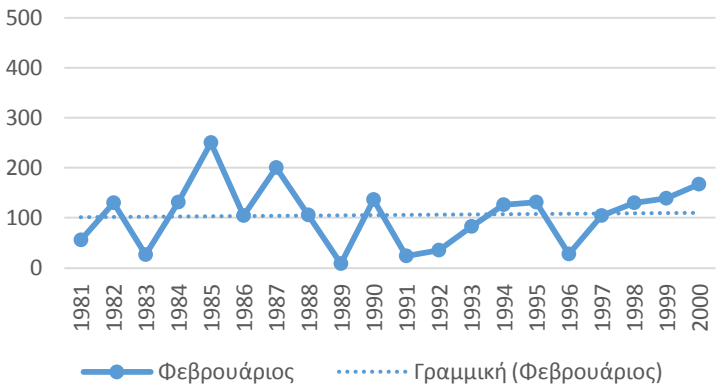
Δεκέμβριος  $y = -1.8346x + 233.64$



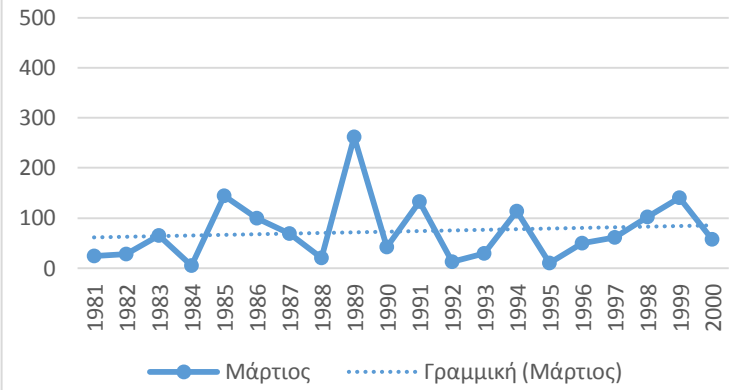
Ιανουάριος  $y = -2.2353x + 178.37$



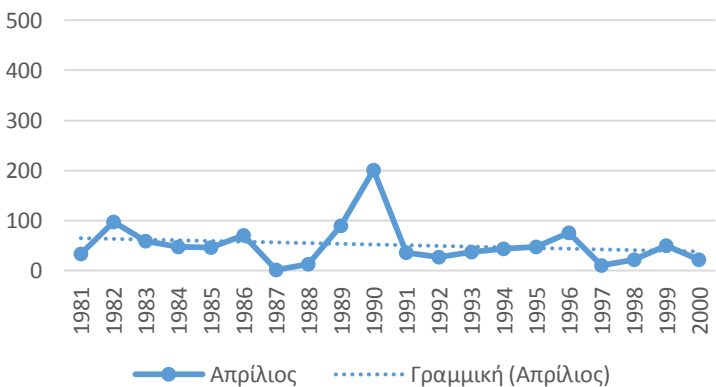
Φεβρουάριος  $y = 0.4569x + 100.98$



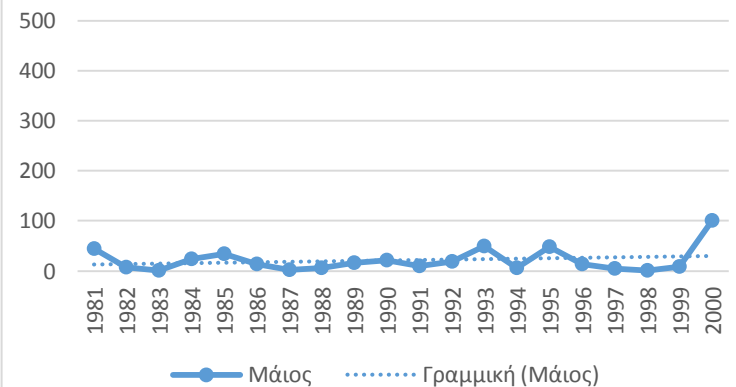
Μάρτιος  $y = 1.2614x + 60.066$



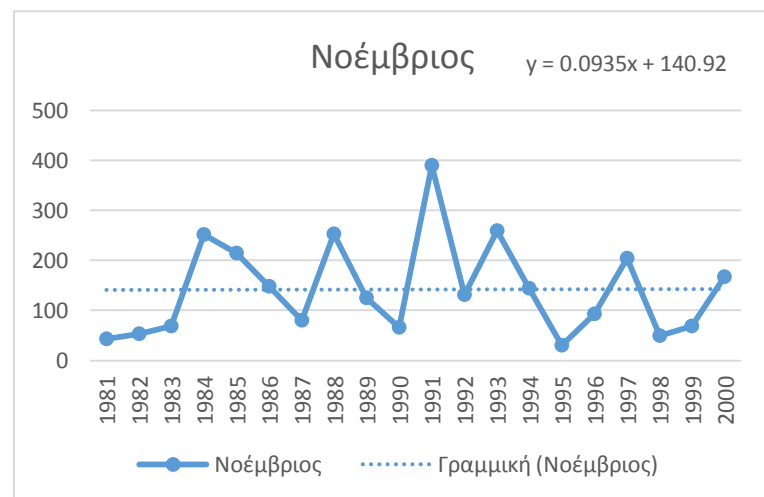
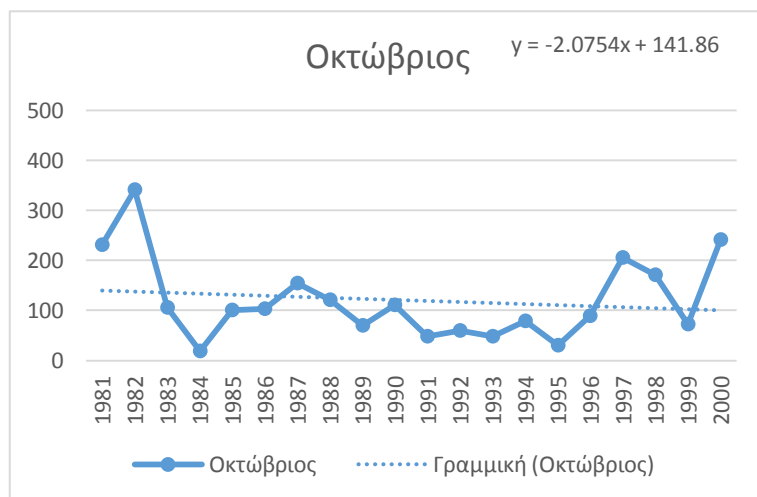
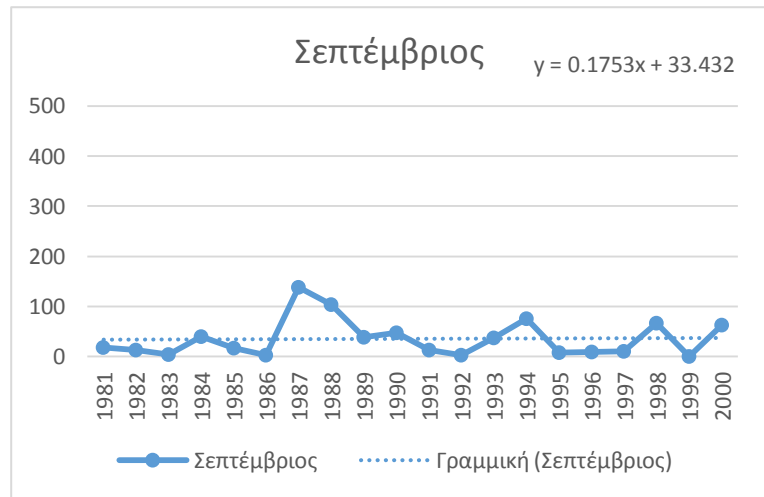
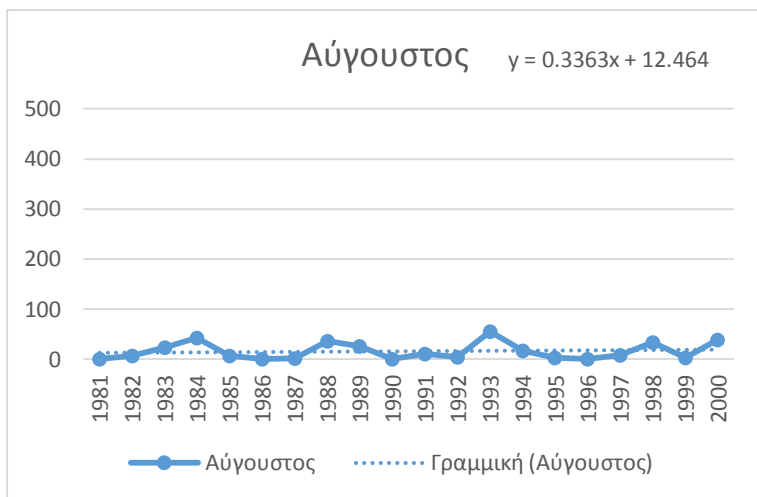
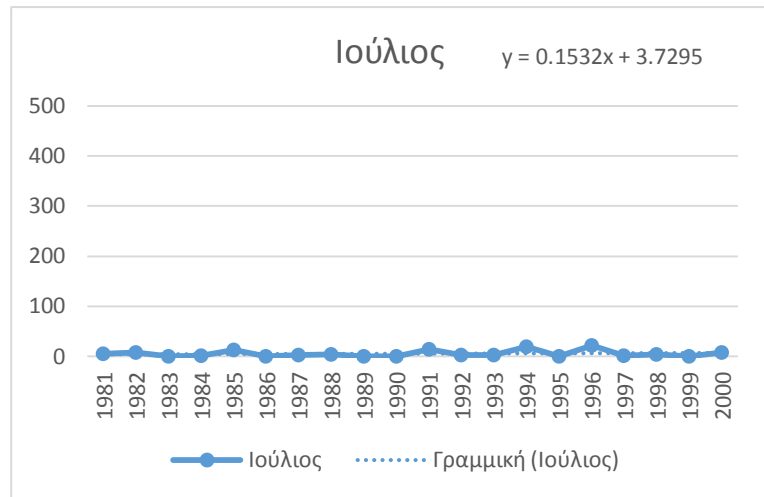
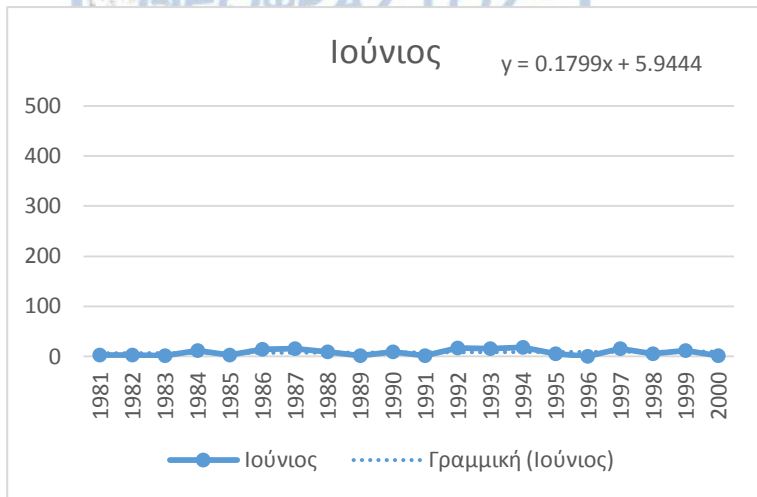
Απρίλιος  $y = -1.4043x + 66.264$



Μάιος  $y = 0.8943x + 11.939$

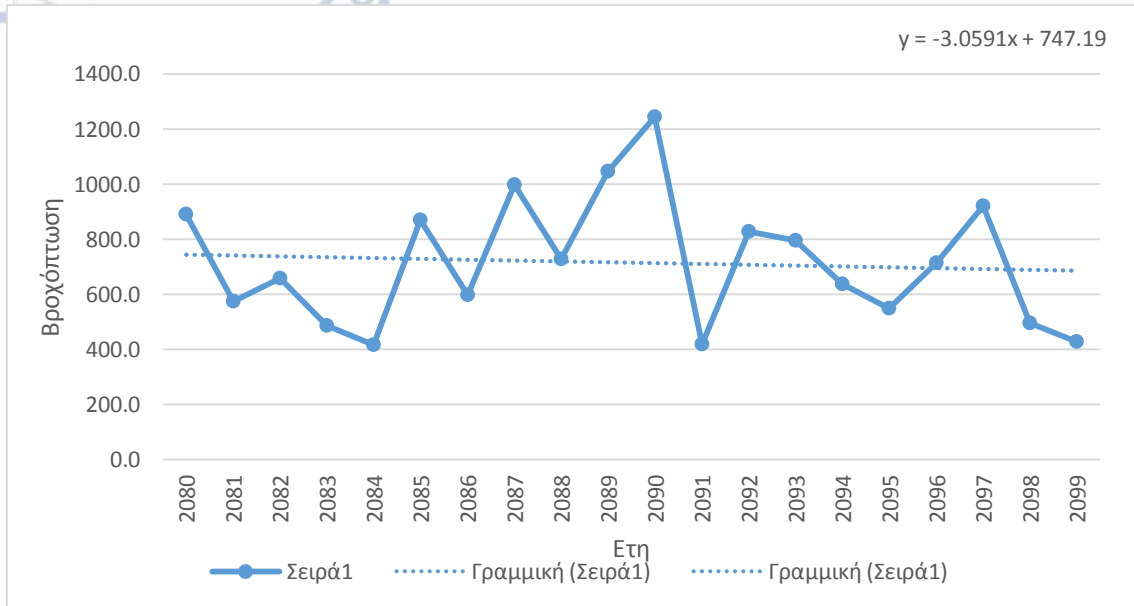


Σχήμα 3.1.6: . Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



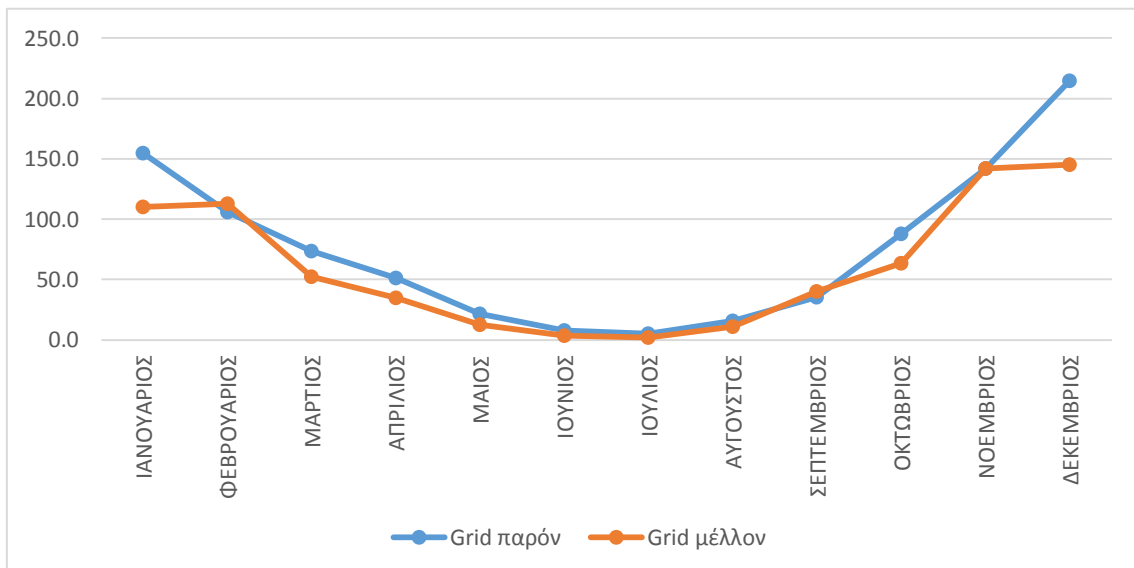
Σχήμα 3.1.6(συνέχεια) : Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου

### 3.3.2) Εκτίμηση της βροχόπτωσης στο σταθμό της Κέρκυρας για την μελλοντική περίοδο 2080 -2099



Σχήμα 3.3.7: Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το μέλλον.

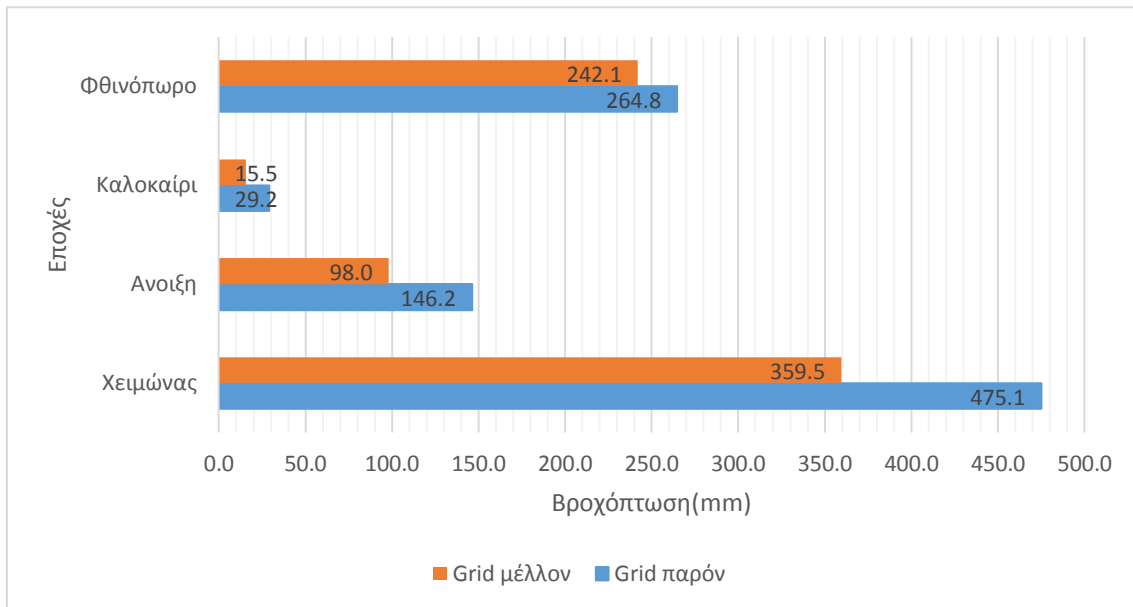
Όσον αφορά την ετήσια βροχόπτωση, με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου MPI, έχει φθίνουσα τάση, ακολουθώντας την εξίσωση  $y = -3.0591x + 747.19$ . Ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης για τη μελλοντική περίοδο είναι 730.2mm, μικρότερη σε σχέση με τη περίοδο αναφοράς. Ειδικότερα έτη όπως το 2084 (416mm), το 2091 (419.4mm) και το 2099 (427.9mm) χαρακτηρίζονται από τιμές μικρότερες του μέσου ετήσιου όρου βροχόπτωσης. Σε αντίθεση με έτη, όπως του 2090 (1245.5mm), που σημειώνεται βροχόπτωση αρκετά μεγαλύτερη από τα άλλα έτη.



Σχήμα 3.3.8: Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για την Κέρκυρα με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000 και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 2080-2099.



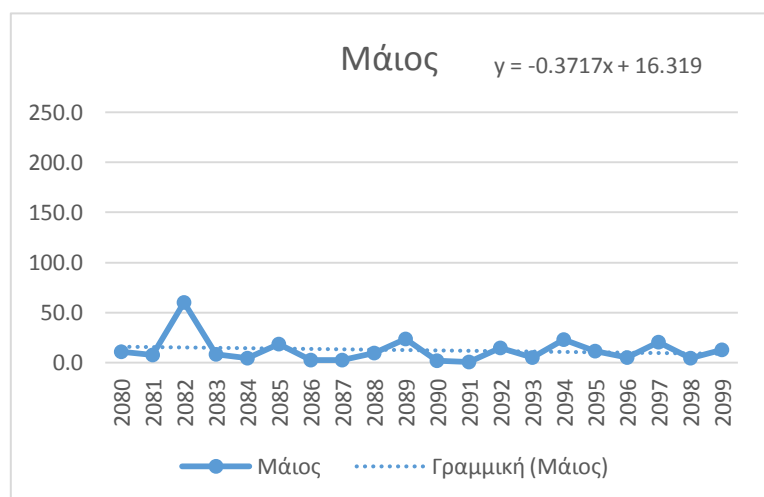
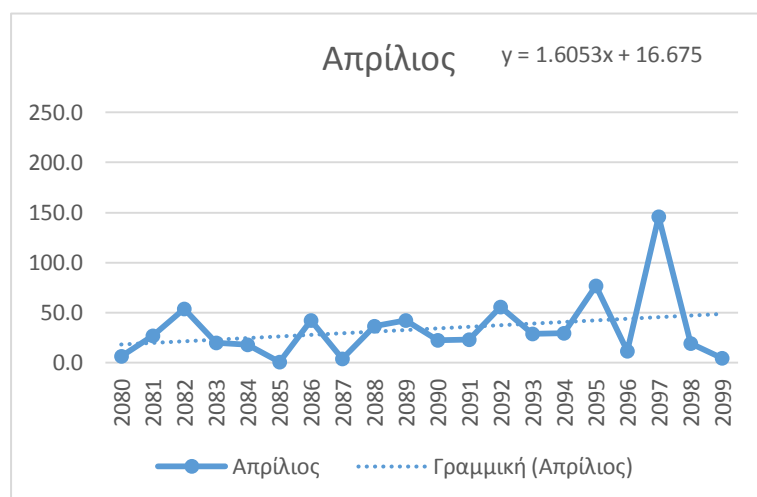
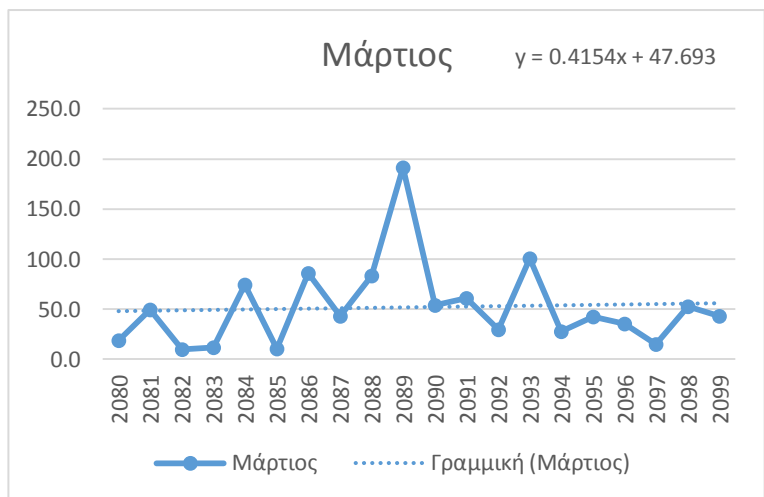
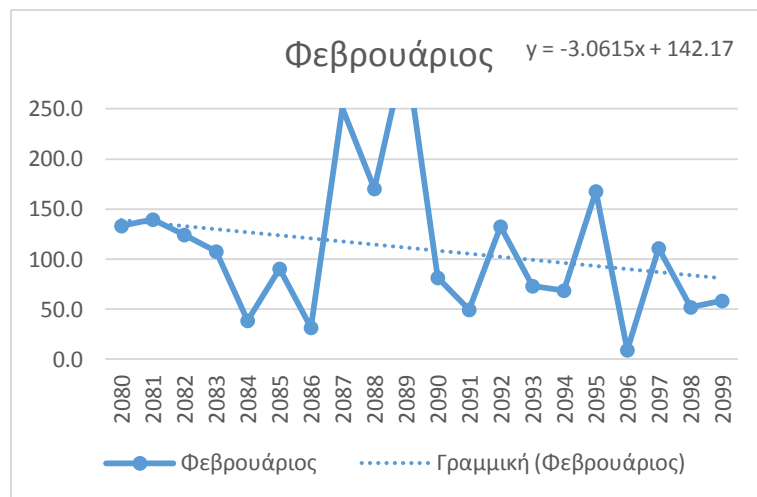
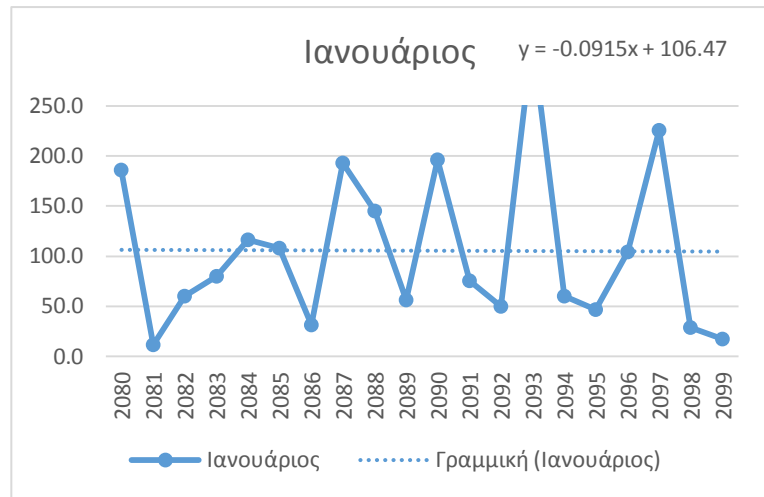
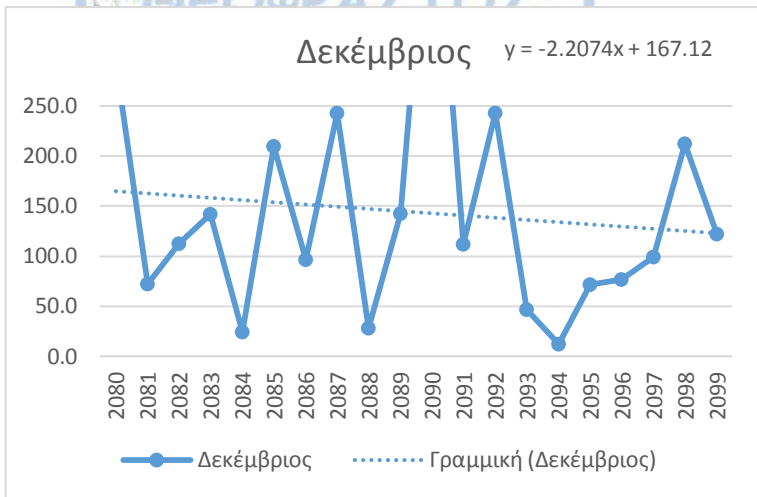
Στο σχήμα 3.3.8. παρουσιάζεται ο μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για την Κέρκυρα, με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τις περιόδους 1981-2000 και 2080-2099. Παρατηρείται ότι το μοντέλο για την μελλοντική περίοδο 2080-2099 καταγράφει μικρότερες τιμές στην βροχόπτωση για όλο τον χρόνο με εξαίρεση κάποιους μήνες. Αυτοί οι μήνες είναι ο Φεβρουάριος, ο Σεπτέμβριος και ο Νοέμβριος, όπου τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την μελλοντική περίοδο υπερεκτιμούν την βροχόπτωση. Ειδικότερα τους θερινούς μήνες παρατηρείται σχεδόν ταύτιση των δεδομένων του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000 με τα δεδομένα για τα έτη 2080-2099.



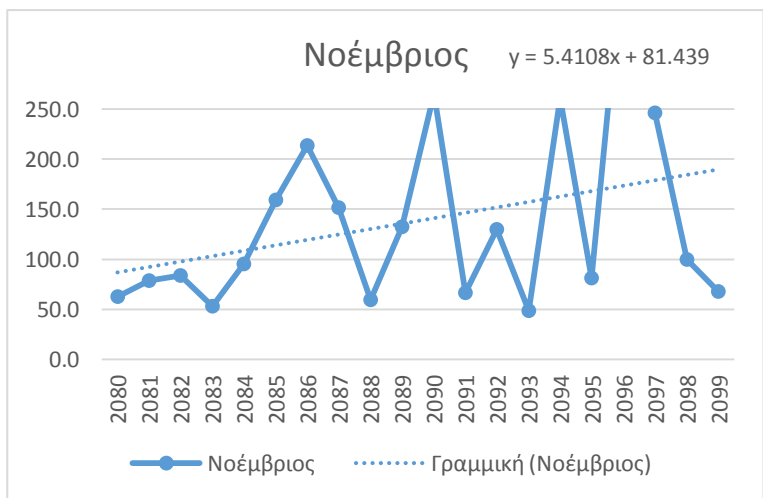
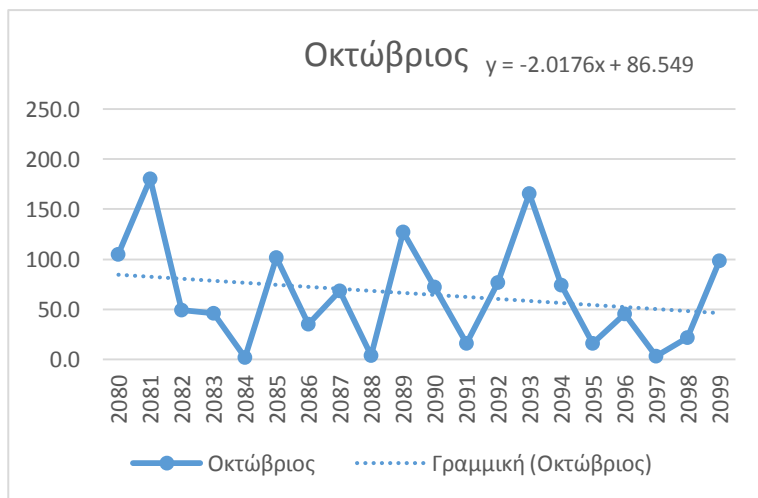
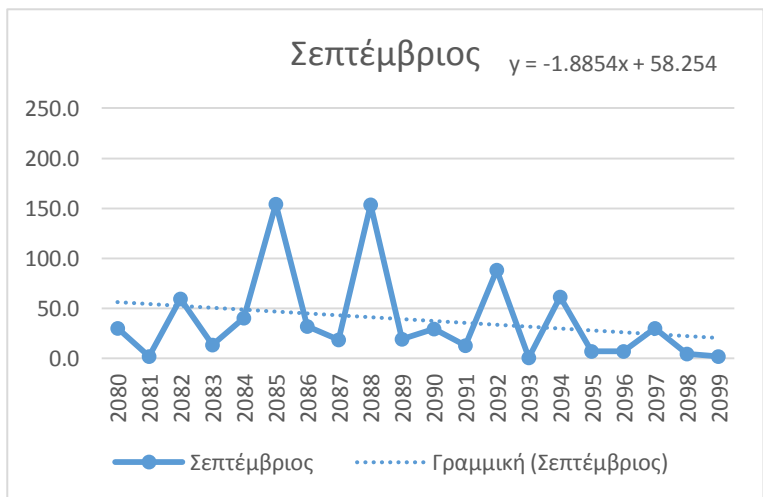
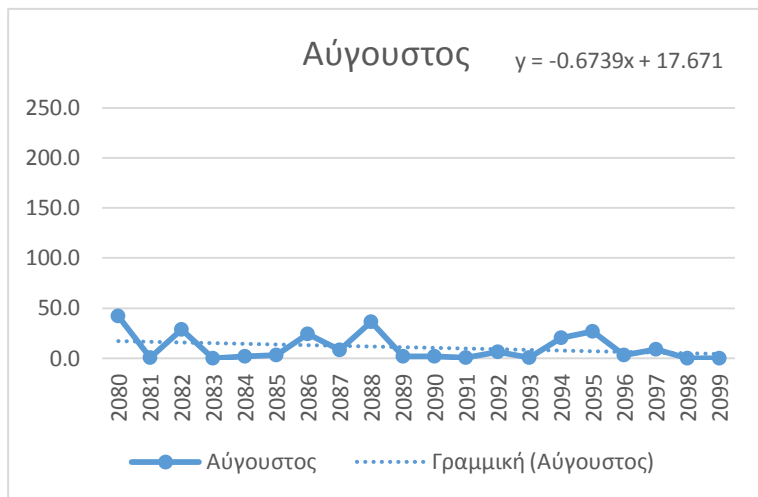
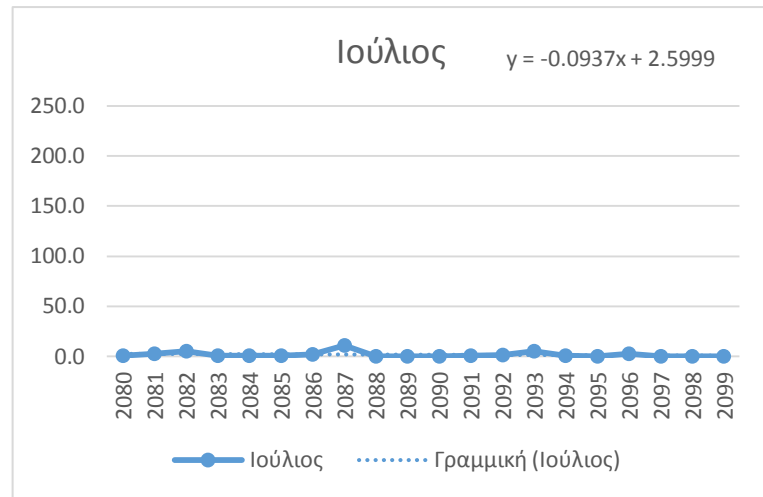
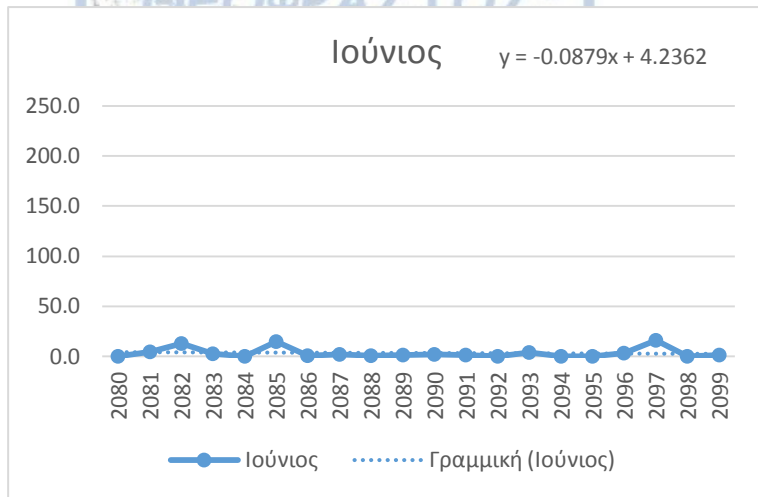
Σχήμα 3.3.9.: Εποχιακό ραβδόγραμμα για την Κέρκυρα με τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000 (μπλε) και τα δεδομένα για την περίοδο για την περίοδο 2080-2099 (πορτοκαλί).

Από το εποχιακό ραβδόγραμμα ( Σχήμα 3.3.9) συμπεραίνεται ότι οι βροχοπτώσεις του κλιματικού μοντέλου για την μελλοντική περίοδο 2080-2099 έχουν μικρότερες τιμές από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο αναφοράς (1981-2000). Μεγαλύτερη απόκλιση μεταξύ των δύο περιόδων αναφοράς παρατηρείται τον χειμώνα με περίπου 115mm βροχής διαφορά. Αντιθέτως το καλοκαίρι η διαφορά είναι πολύ μικρή περίπου 6 mm βροχόπτωσης.

Καταληκτικά στο σχήμα 3.3.10. υπάρχουν τα διαγράμματα τάσεων της βροχόπτωσης για την περίοδο 2080-2099. Πιο αναλυτικά παρατηρείται ότι τον Φεβρουάριο(-3.1 mm ανά έτος), τον Σεπτέμβριο(-1.9 mm ανά έτος), τον Οκτώβριο(-2 mm ανά έτος) και τον Δεκέμβριο(- 2.2 mm ανά έτος) η γραμμή τάσης έχει φθίνουσα πορεία. Ανοδική πορεία στις γραμμές τάσεων παρατηρείται τον Νοέμβριο(5.4 mm ανά έτος) και τον Απρίλιο(1.6 mm ανά έτος). Τους υπόλοιπους μήνες δεν παρατηρείται κάποια αξιόλογη μεταβολή στην διακύμανση της βροχόπτωσης.



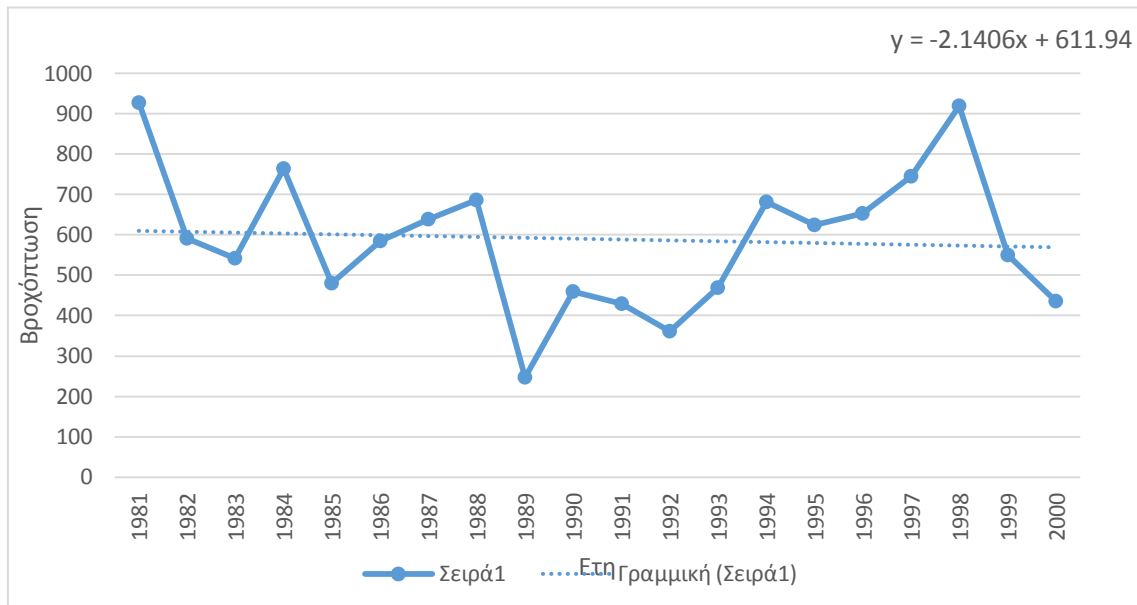
Σχήμα 3.3.10.: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



Σχήμα 3.3.10.(συνέχεια): Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου

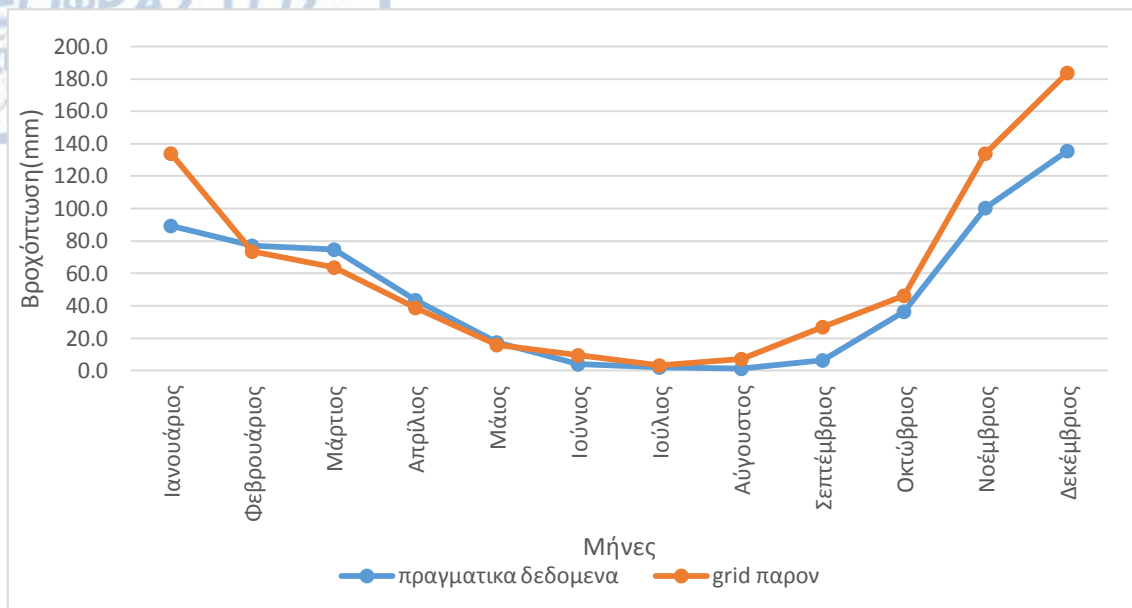
### 3.4) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Μυτιλήνης

#### 3.4.1) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Μυτιλήνης την περίοδο 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του σταθμού και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



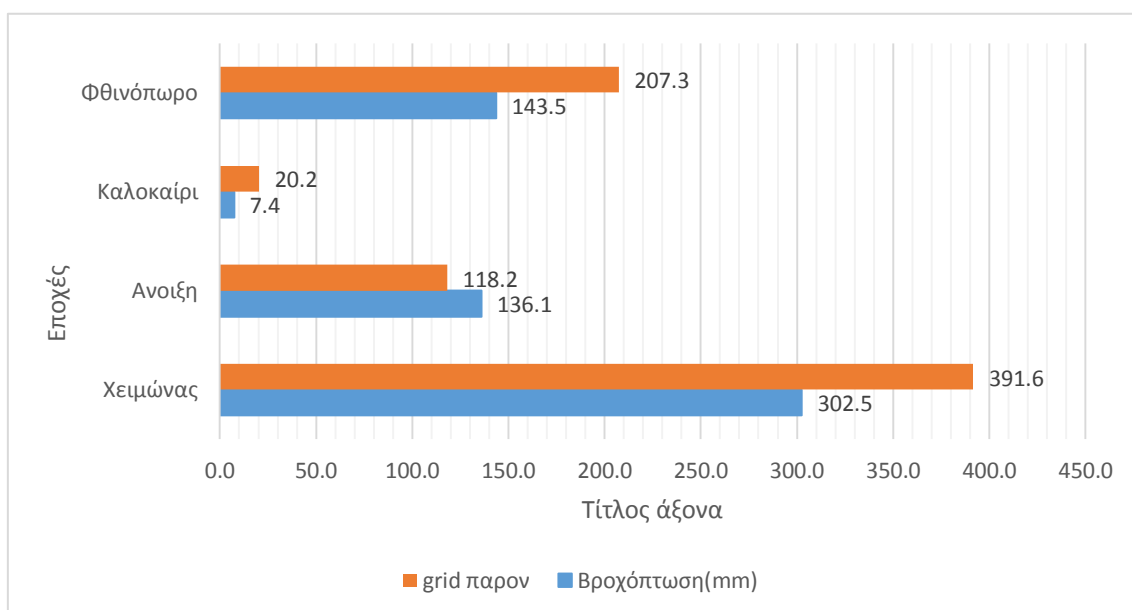
Σχήμα 3.4.8: Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού της Μυτιλήνης.

Όσον αφορά τον σταθμό της Μυτιλήνης, στο παραπάνω διάγραμμα (Σχήμα 3.4.1) αποτυπώνεται η ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού. Διαπιστώνεται ότι η βροχόπτωση έχει φθίνουσα τάση και ακολουθεί την εξίσωση  $y = -2,1406x + 611,94$ . Ο μέσος όρος βροχόπτωσης για τον σταθμό της Μυτιλήνης είναι 589.46 mm. Ωστόσο έτη ,όπως το 1989 (247mm) ,έχουν μεγάλη απόκλιση από την μέση ετήσια βροχόπτωση στην Μυτιλήνη με σημαντικά μικρότερο ποσό βροχόπτωσης. Αντιθέτως έτη όπως το 1981 και το 1998 κατέγραψαν μεγάλο ποσό βροχόπτωσης με 927.6 mm και 919 mm αντίστοιχα.



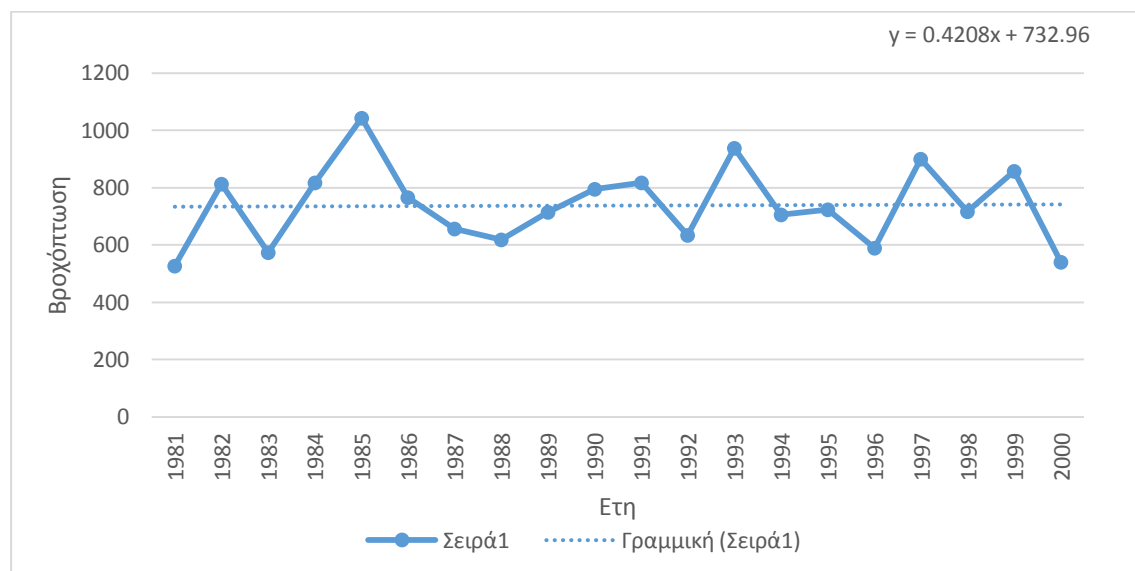
Σχήμα 3.4.2: Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για την Αθήνα κατά τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα και τα δεδομένα από το κλιματικό μοντέλο για το παρόν.

Στα Σχήματα 3.4.2. και 3.4.3. αξιολογούνται τα αποτελέσματα των δεδομένων του κλιματικού μοντέλου MPI για τις βροχοπτώσεις. Πιο συγκεκριμένα στο Σχήμα 3.4.2. απεικονίζεται ο μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για την περίοδο 1981-2000. Τον Φεβρουάριο, τον Μάιο, τον Ιούνιο και τον Ιούλιο υπάρχει σχεδόν ταύτιση των δεδομένων από τις δύο βάσεις δεδομένων. Τον Μάρτιο και τον Απρίλιο το κλιματικό μοντέλο υποεκτιμά την βροχόπτωση, ενώ τους υπόλοιπους μήνες, δηλαδή Ιανουάριο και Αύγουστο μέχρι Δεκέμβριο, η βροχόπτωση υπερεκτιμάται από το κλιματικό μοντέλο. Η μέγιστη βροχόπτωση τόσο για το κλιματικό μοντέλο όσο και για τα δεδομένα του σταθμού παρατηρείται τον Δεκέμβριο (μοντέλο: 183.8mm, σταθμός: 135.8mm).



Σχήμα 3.4.3: Εποχιακό ραβδόγραμμα για την Μυτιλήνη με τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού( μπλε) και τα δεδομένα από τα κλιματικά μοντέλα για την περίοδο(πορτοκαλί) για την περίοδο 1981-2000.

Στο Σχήμα 3.4.3. γίνεται σύγκριση των εποχιακών δεδομένων με βάση την καταγεγραμμένη βροχόπτωση του σταθμού και τα αποτελέσματα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000. Παρατηρείται ότι μόνο την άνοιξη τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου είναι μικρότερα από την βροχόπτωση του σταθμού. Τις υπόλοιπες εποχές(χειμώνα , καλοκαίρι, φθινόπωρο) τα δεδομένα του μοντέλου έχουν μεγαλύτερο ποσό βροχής. Πιο συγκεκριμένα τον χειμώνα εμφανίζεται η μεγαλύτερη απόκλιση , με το κλιματικό μοντέλο να υπολογίζει περίπου 90mm περισσότερης βροχόπτωσης. Αντιθέτως το καλοκαίρι η απόκλιση είναι μικρότερη περίπου 13mm βροχής.



Σχήμα 3.4.4.:Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν.

Στο παραπάνω διάγραμμα (Σχήμα 3.4.4.) παριστάνεται η ετήσια βροχόπτωση για τα έτη 1981-2000, με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου. Πιο αναλυτικά διαπιστώνεται ότι η βροχόπτωση έχει ανοδική τάση , γεγονός που επαληθεύεται και από την εξίσωση  $y = 0,4208x + 732,96$  και ο μέσος όρος βροχόπτωσης είναι 737.4 mm. Γενικότερα η βροχόπτωση δεν εμφανίζει μεγάλες μεταβολές με την πάροδο των ετών. Ωστόσο υπάρχουν έτη, όπως το 1985 (1043.6mm) με σημαντικά αυξημένη βροχόπτωση σε σύγκριση με τον μέσο όρο των υπόλοιπων ετών, ενώ έτη όπως το 1981(525.62mm) υπολογίστηκε ότι έχουν μικρότερο ποσό βροχόπτωσης από τα υπόλοιπα.

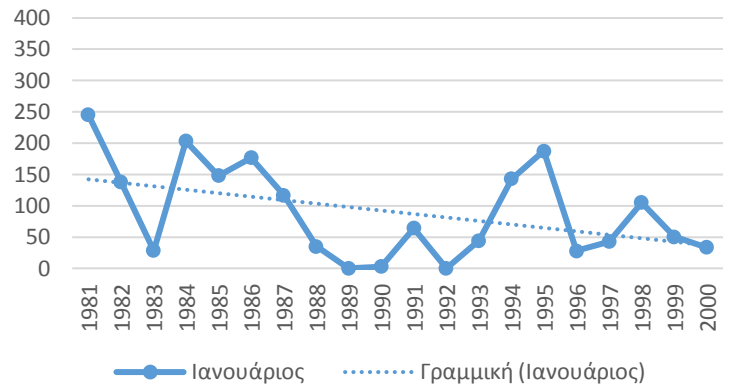
Στα ακόλουθα Σχήματα (Σχήμα 3.4.5. και Σχήμα 3.4.6.) απεικονίζονται τα διαγράμματα των γραμμών τάσεων για την περίοδο 1981-2000. Στο Σχήμα 3.4.5. παρατηρούνται οι γραμμές τάσης με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού. Υπάρχουν μήνες ,όπως ο Ιανουάριος(5.5 mm ανά έτος) και ο Νοέμβριος(1.9 mm ανά έτος), με καθοδική τάση στην βροχόπτωση και μήνες, όπως ο Φεβρουάριος(1.9 mm ανά έτος) και ο Οκτώβριος(2.2 mm ανά έτος) ,με ανοδική τάση. Στους υπόλοιπους μήνες δεν παρατηρείται κάποια αξιόλογη μεταβολή.

Στο Σχήμα 3.4.6. παρουσιάζονται οι γραμμές τάσεις με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000. Με βάση τα διαγράμματα διαπιστώνεται μήνες, όπως ο Δεκέμβριος (2.4 mm ανά έτος) έχουν καθοδική πορεία στην βροχόπτωση, ενώ μήνες όπως ο Φεβρουάριος (1.9mm ανά έτος) και ο Απρίλιος(1.5 mm ανά έτος) έχουν ανοδική πορεία στην βροχόπτωση. Οι υπόλοιποι μήνες δεν παρουσιάζουν μεγάλες μεταβολές.

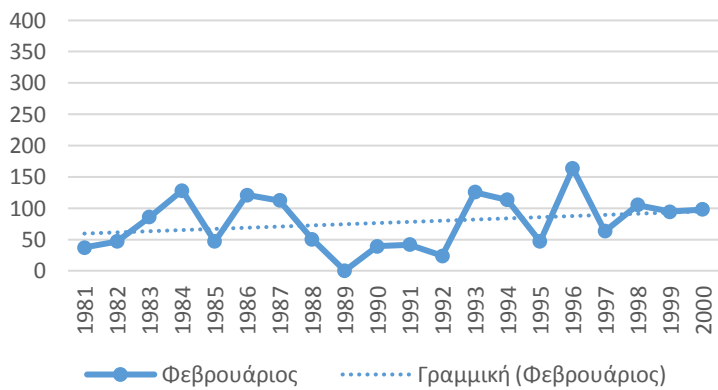
Δεκέμβριος  $y = 0.512x + 130.4$



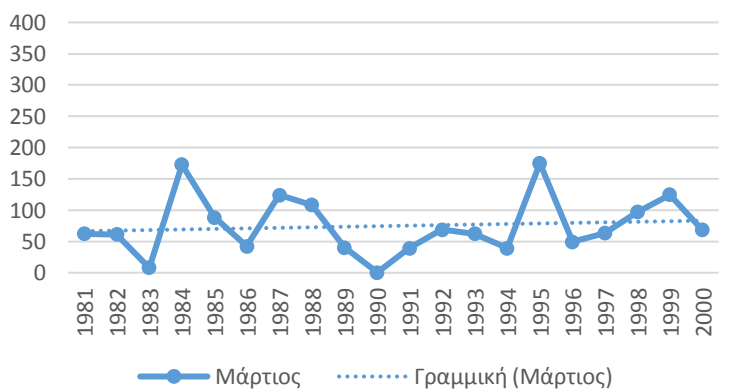
Ιανουάριος  $y = -5.5456x + 147.82$



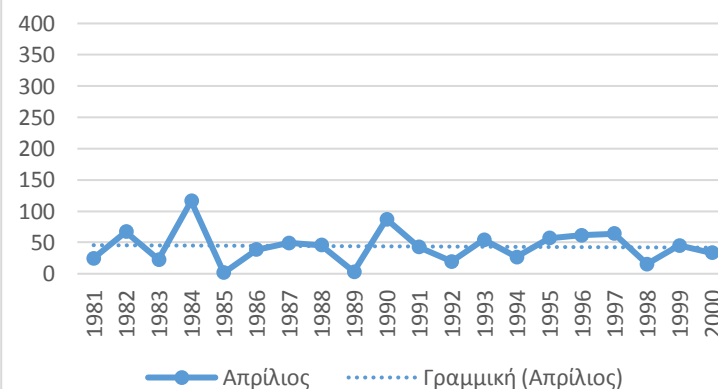
Φεβρουάριος  $y = 1.8661x + 57.561$



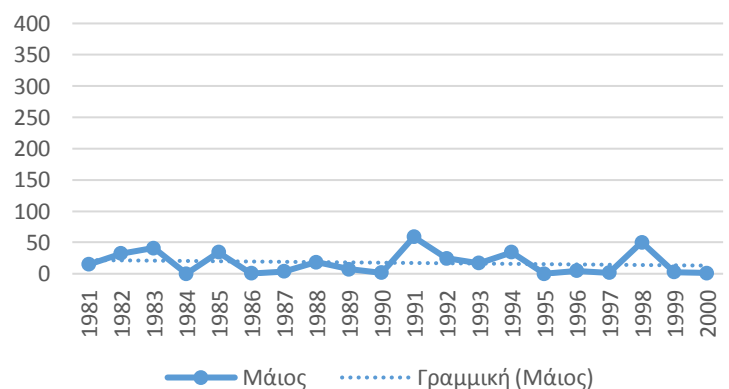
Μάρτιος  $y = 0.8801x + 65.624$



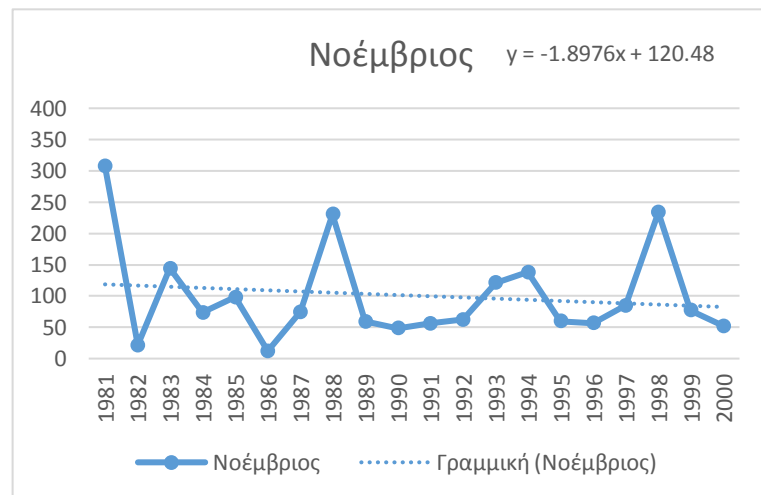
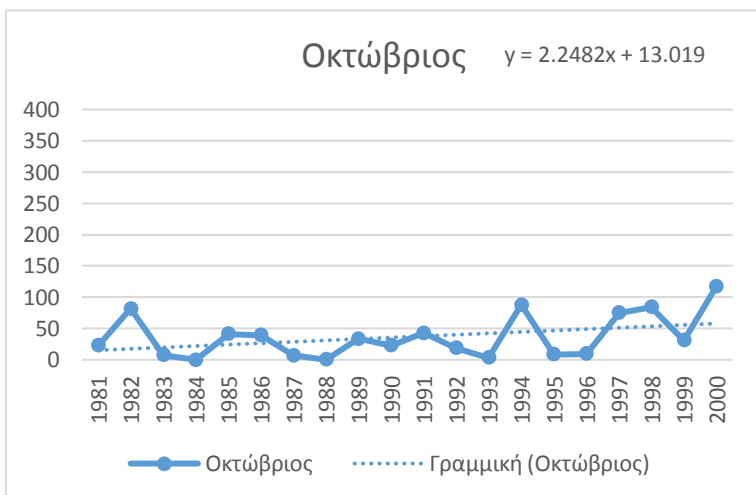
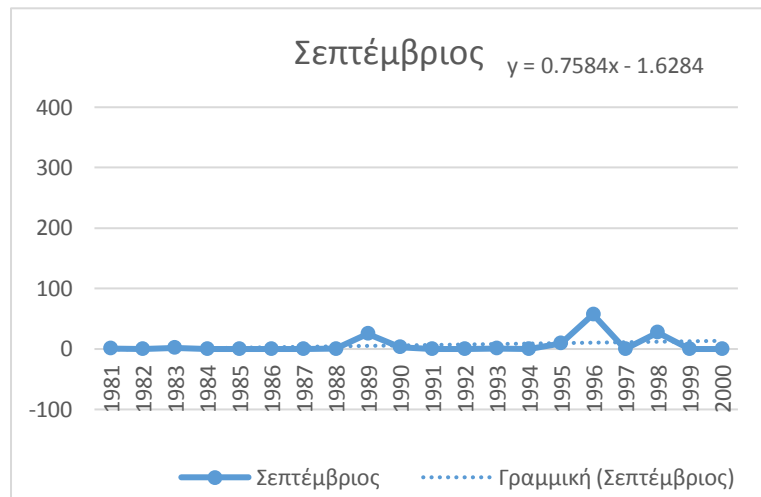
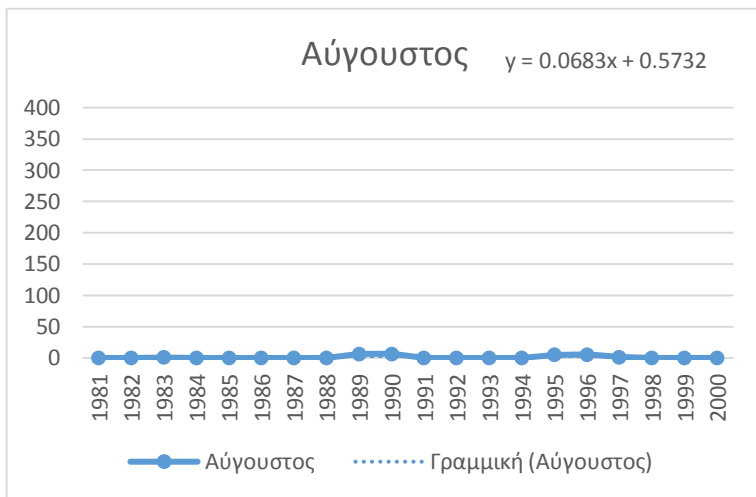
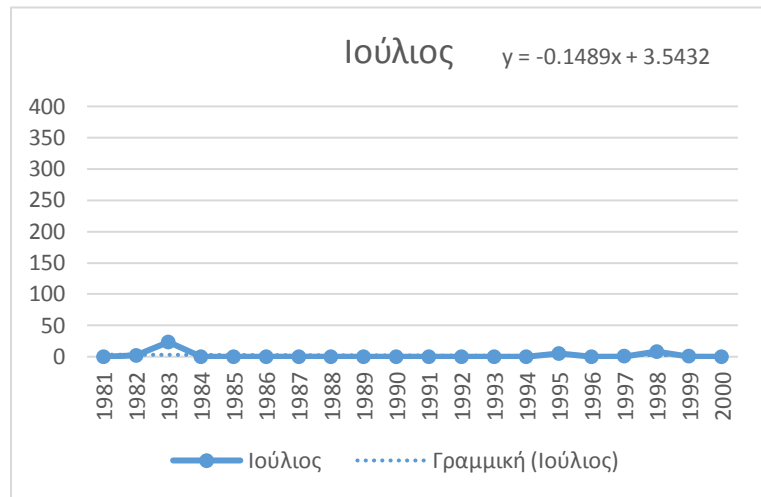
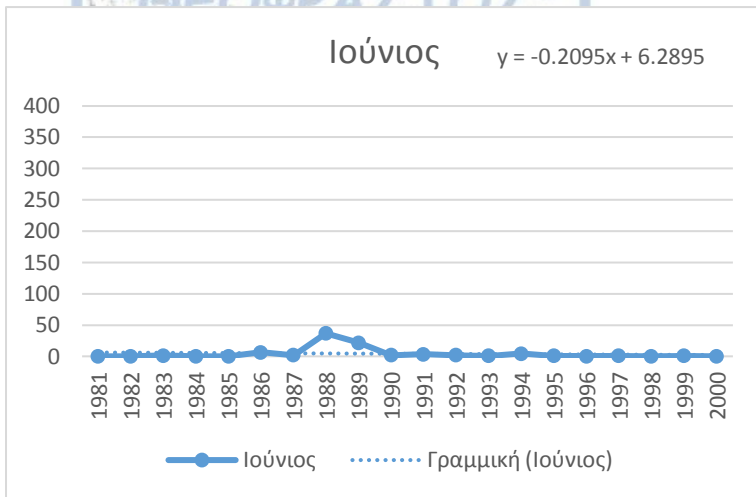
Απρίλιος  $y = -0.2078x + 45.892$



Μάιος  $y = -0.4644x + 22.356$



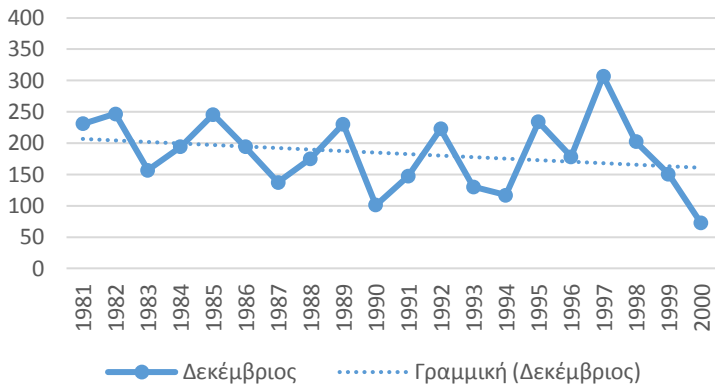
Σχήμα 3.4.5: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού



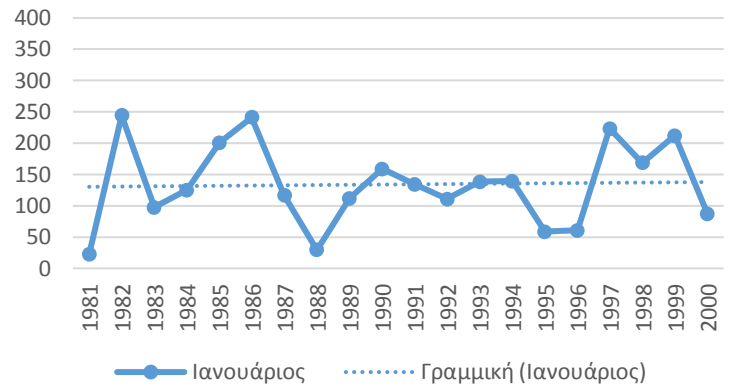
Σχήμα 3.4.5(συνέχεια) : Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού



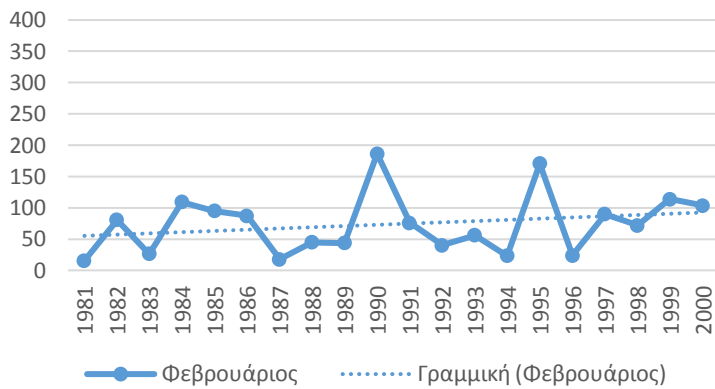
Δεκέμβριος  $y = -2.4256x + 209.22$



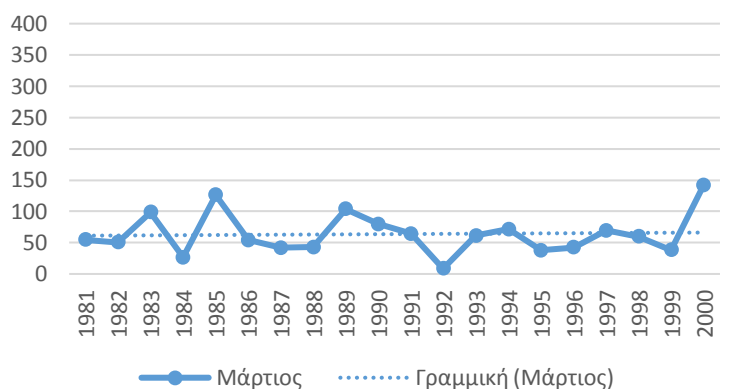
Ιανουάριος  $y = 0.3942x + 129.92$



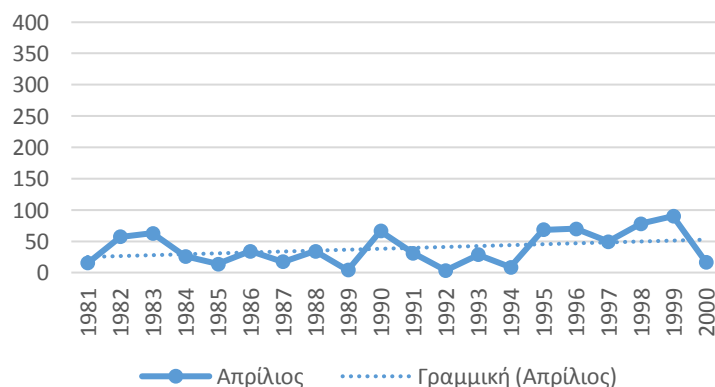
Φεβρουάριος  $y = 1.96x + 53.218$



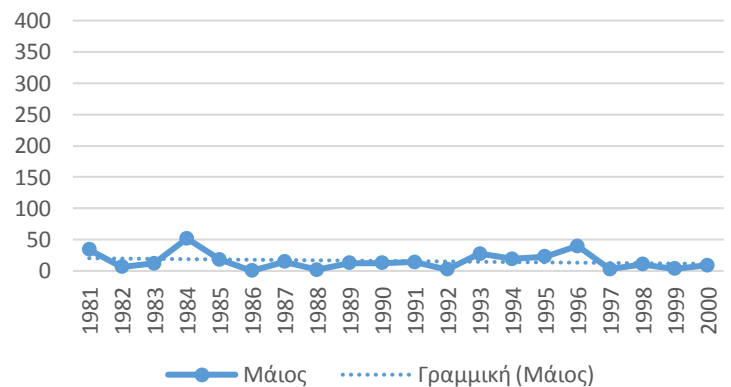
Μάρτιος  $y = 0.262x + 60.933$



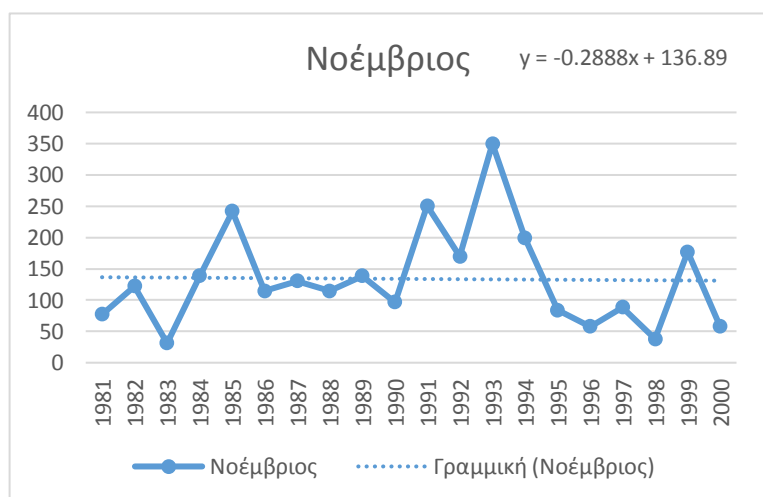
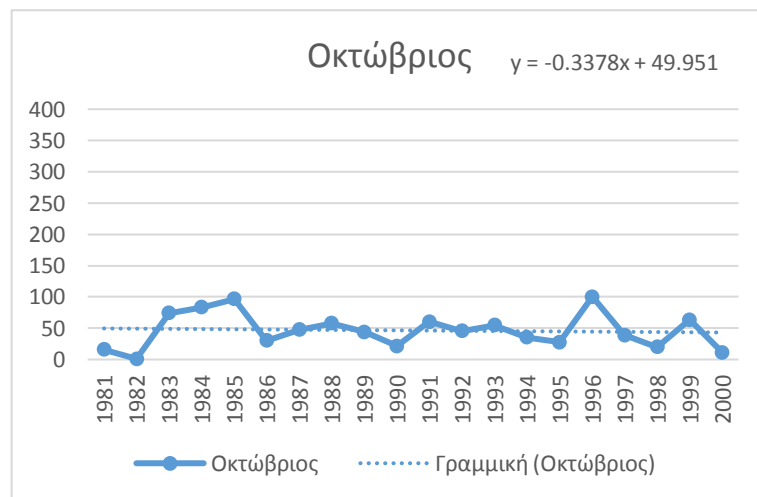
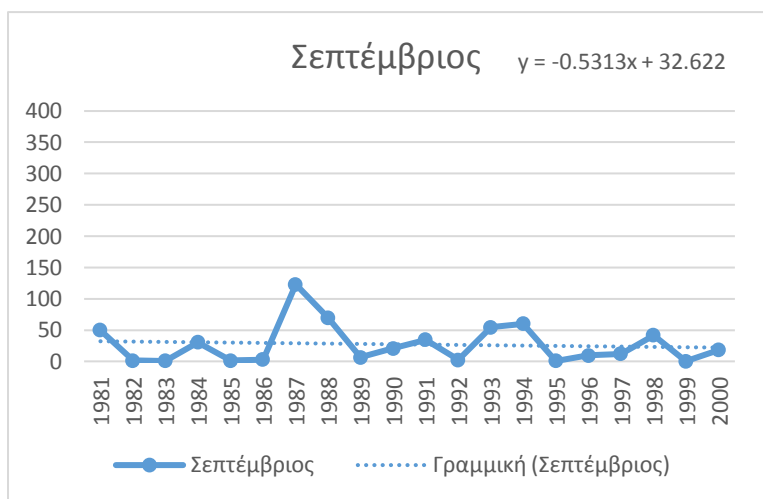
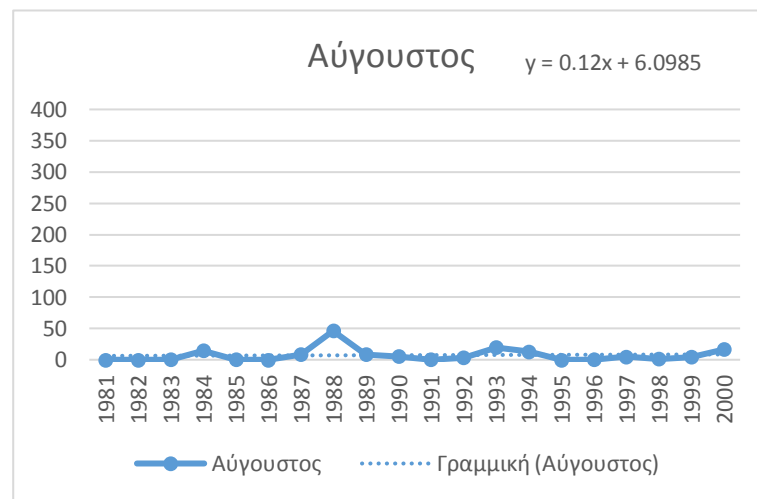
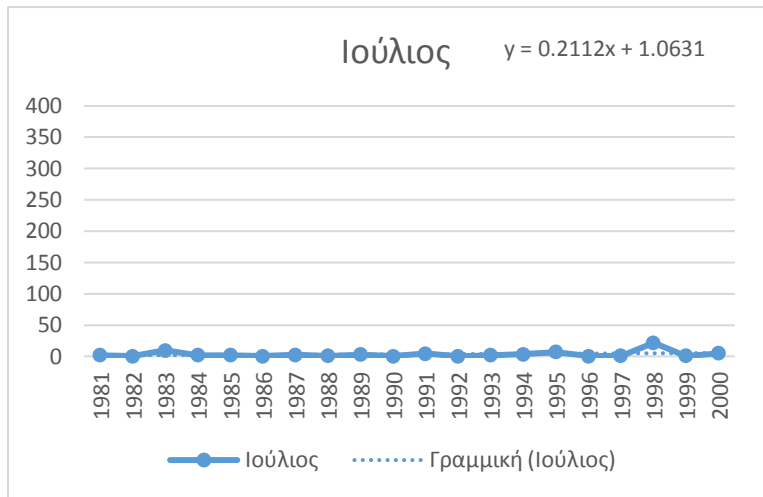
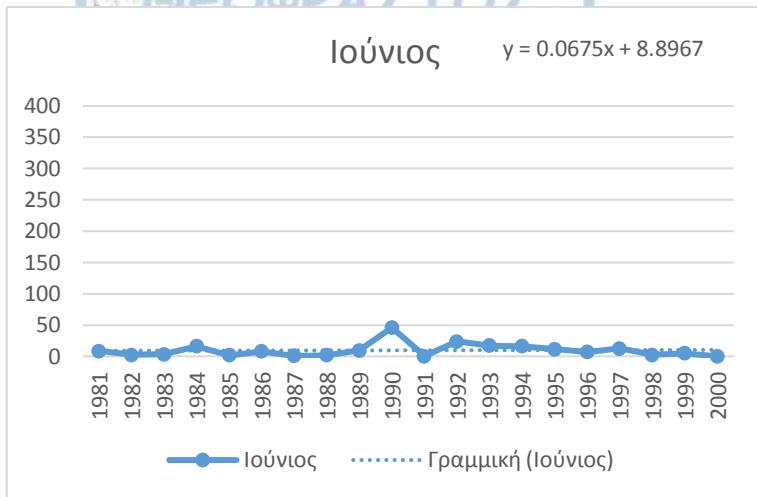
Απρίλιος  $y = 1.4564x + 23.444$



Μάιος  $y = -0.467x + 20.703$

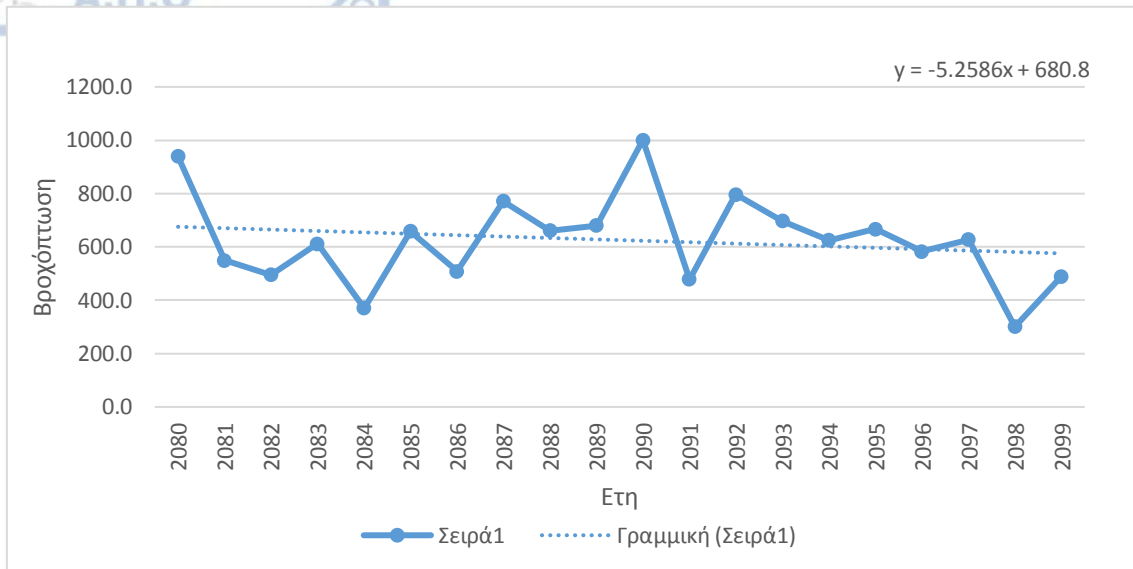


Σχήμα 3.4.6: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



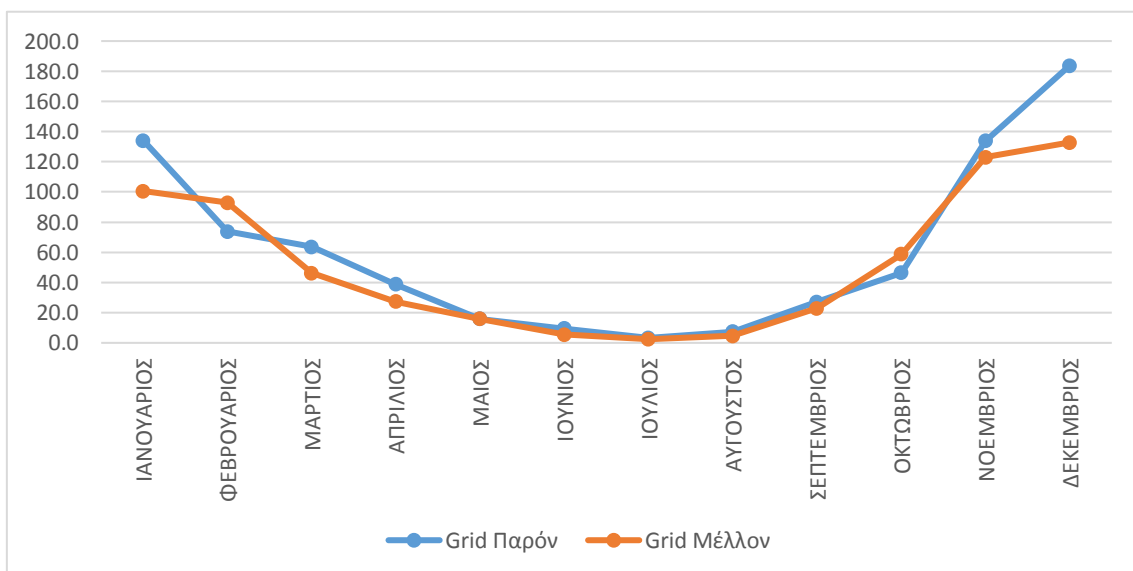
Σχήμα 3.4.6(συνέχεια) : Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου

### 3.4.2) Εκτίμηση της βροχόπτωσης στο σταθμό της Μυτιλήνης για την μελλοντική περίοδο 2080 -2099



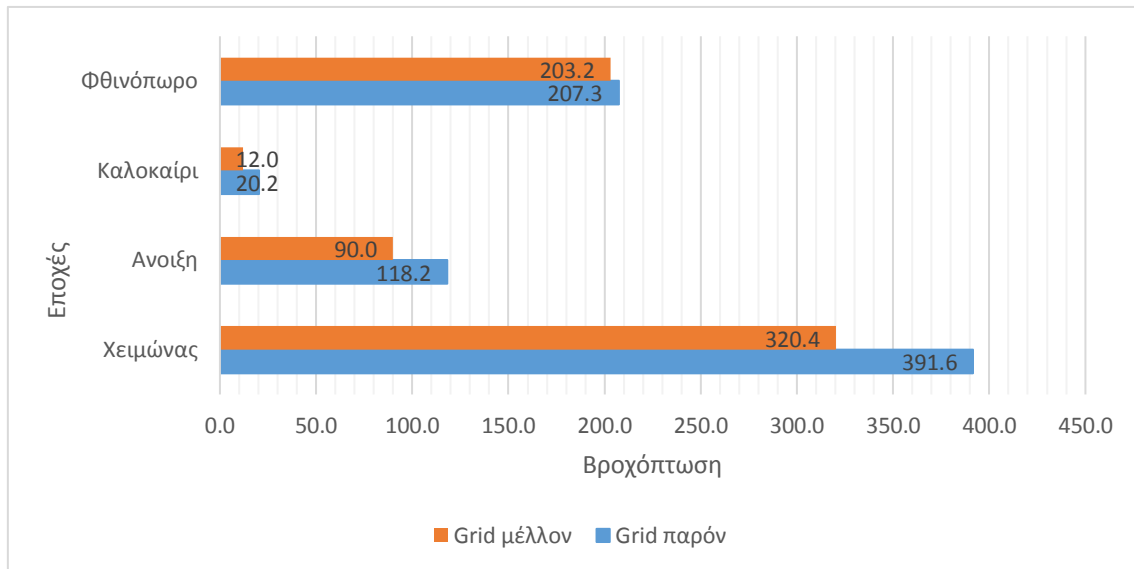
Σχήμα 3.4.7: Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το μέλλον.

Η ετήσια βροχόπτωση με βάση το κλιματικό μοντέλο για την περίοδο 2080-2099 απεικονίζεται στο Σχήμα 3.4.7.. Σύμφωνα με την εξίσωση της γραμμής τάσης  $y = -5.2586x + 680.8$ , η βροχόπτωση έχει καθοδική τάση. Ο μέσος ετήσιος όρος της βροχόπτωσης είναι 632.8mm. Υπάρχουν και κάποια έτη με απόκλιση της βροχόπτωσης από τον μέσο όρο. Αυτά είναι το 2084(369.9mm) και το 2098(300.6mm) με μικρότερη βροχόπτωση από τον μέσο όρο βροχής για την Μυτιλήνη ,ενώ έτη όπως το 2080(939.9mm) και το 2090(1000.8mm) έχουν σημαντικά μεγαλύτερο ποσό βροχής από τον μέσο όρο.



Σχήμα 3.4.8: Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για την Μυτιλήνη με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000 και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 2080-2099.

Στο Σχήμα 3.4.8. συγκρίνεται ο μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για την Μυτιλήνη για την περίοδο 2080-2099 και την περίοδο 1981-2000. Συμπεραίνεται ότι από τον Μάιο μέχρι και τον Σεπτέμβριο το κλιματικό μοντέλο για τις δύο περιόδους σχεδόν ταυτίζεται. Την υπόλοιπη περίοδο του έτους το κλιματικό μοντέλο για το παρόν υπερεκτιμά την βροχόπτωση συγκριτικά με αυτό για την μελλοντική περίοδο. Εξάιρεση αποτελεί ο Φεβρουάριος και ο Οκτώβριος, που η βροχόπτωση για την μελλοντική περίοδο είναι μεγαλύτερη από αυτήν του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000.

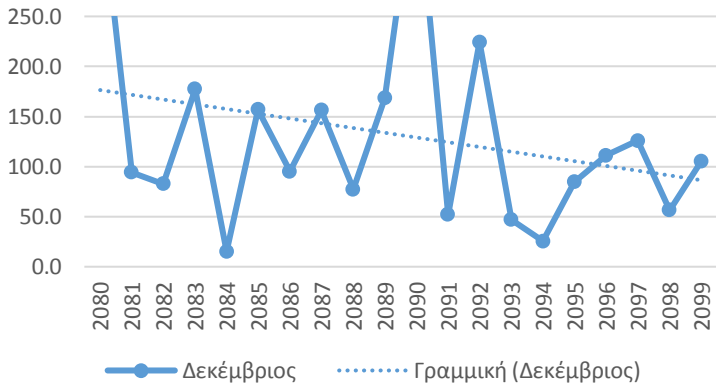


Σχήμα 3.4.9.: Εποχιακό ραβδόγραμμα για την Μυτιλήνη με τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000 (μπλε) και τα δεδομένα για την περίοδο για την περίοδο 2080-2099 (πορτοκαλί).

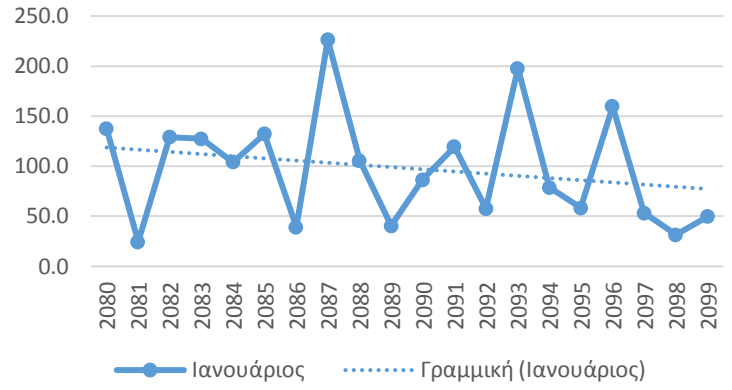
Το παραπάνω διάγραμμα αποτελεί ένα εποχιακό ραβδόγραμμα για την Μυτιλήνη, που αναπαριστά τα δεδομένα της περιόδου 1981-2000 και της περιόδου 2080-2099. Παρατηρείται ότι όλες τις εποχές τα δεδομένα της βροχόπτωσης για τα έτη 1981-2000 είναι μεγαλύτερες τιμές απ' ό,τι η βροχόπτωση για την περίοδο 2080-2099. Η μεγαλύτερη απόκλιση στα δεδομένα των δύο περιόδων αναφοράς παρατηρείται τον χειμώνα με περίπου 70mm βροχόπτωσης. Αντιθέτως το φθινόπωρο η διαφορά ελαχιστοποιείται στα 4 mm βροχόπτωσης.

Τέλος, στο σχήμα 3.4.10. παρουσιάζονται τα διαγράμματα τάσεων της βροχόπτωσης για τα έτη 2080-2099. Τον Ιανουάριο(-2.2 mm ανά έτος) και τον Δεκέμβριο(-4.7 mm ανά έτος) η βροχόπτωση έχει σημαντική καθοδική τάση. Αντιθέτως τον Μάρτιο(2.3 mm ανά έτος) και τον Νοέμβριο(4.3 mm ανά έτος), η βροχόπτωση έχει ανοδική τάση. Τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου η βροχόπτωση δεν παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές.

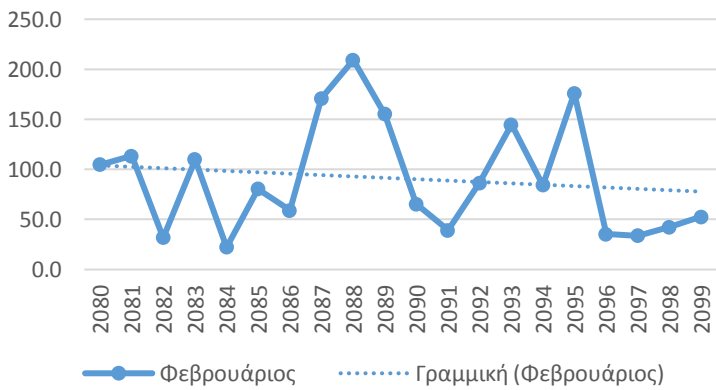
Δεκέμβριος  $y = -4.7353x + 181.16$



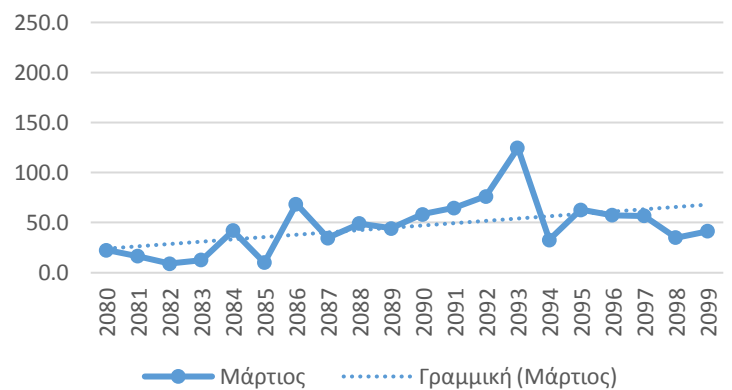
Ιανουάριος  $y = -2.178x + 120.87$



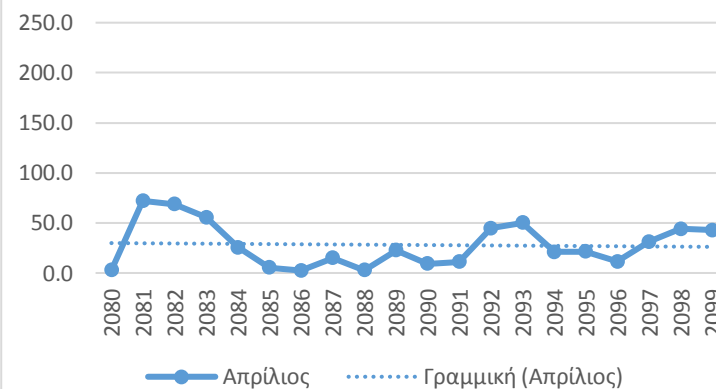
Φεβρουάριος  $y = -1.3733x + 105.33$



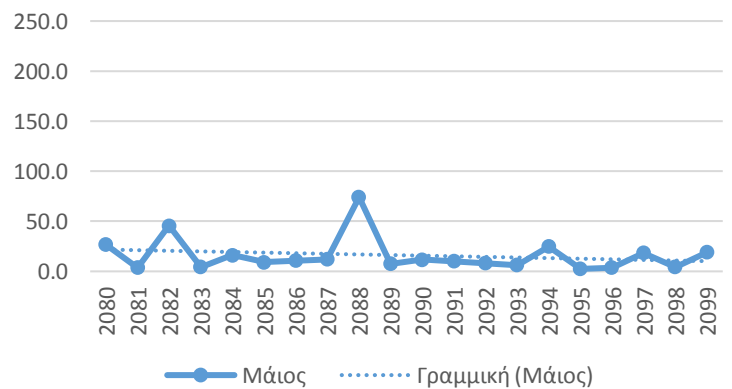
Μάρτιος  $y = 2.3103x + 21.808$



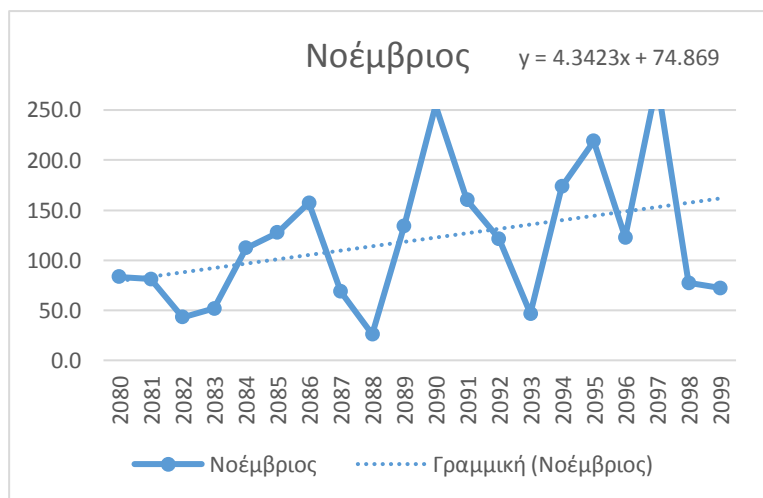
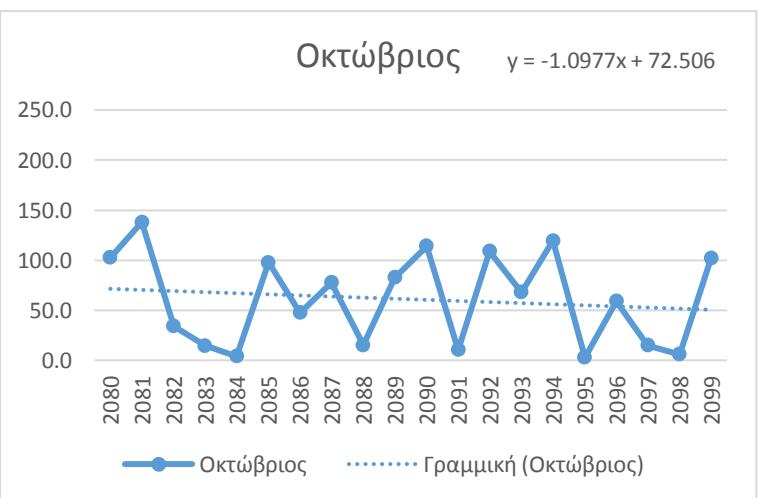
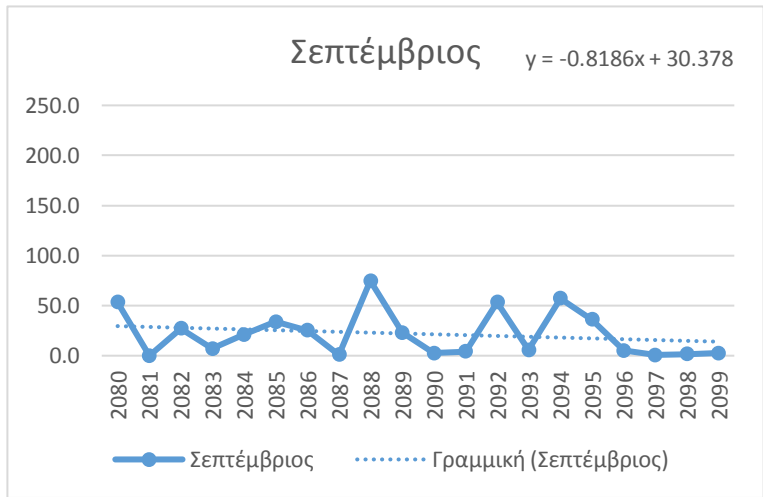
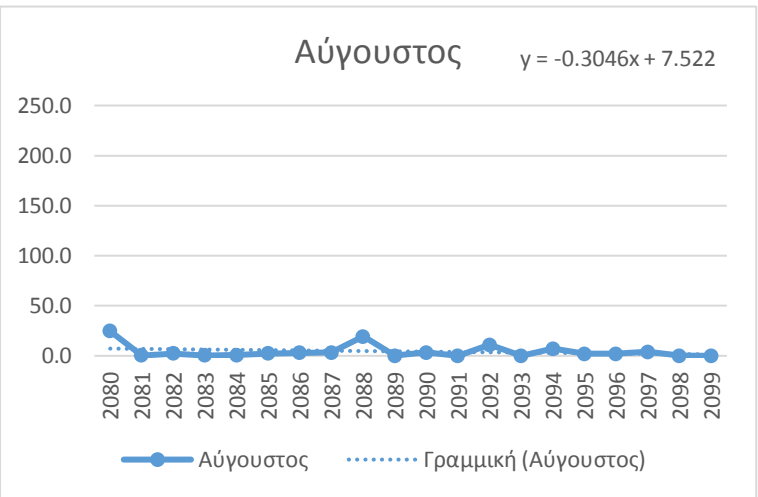
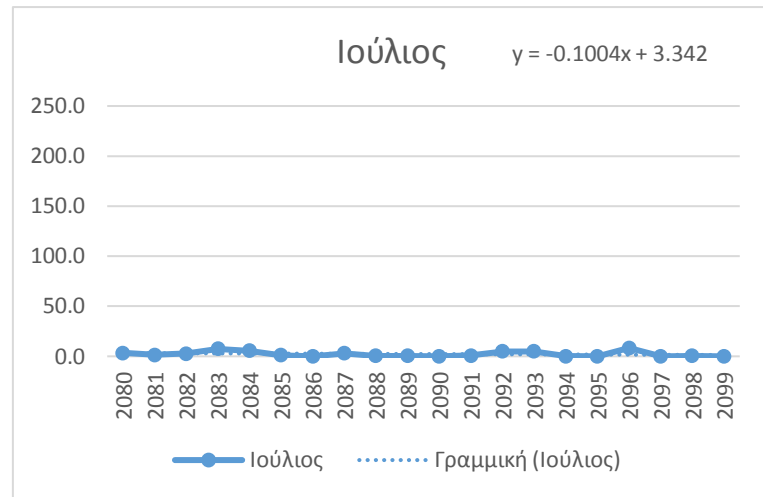
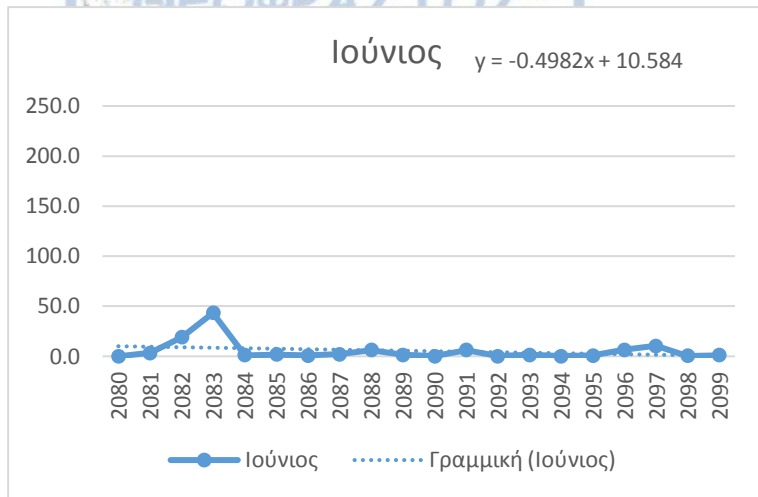
Απρίλιος  $y = -0.1968x + 30.058$



Μάιος  $y = -0.6083x + 22.373$



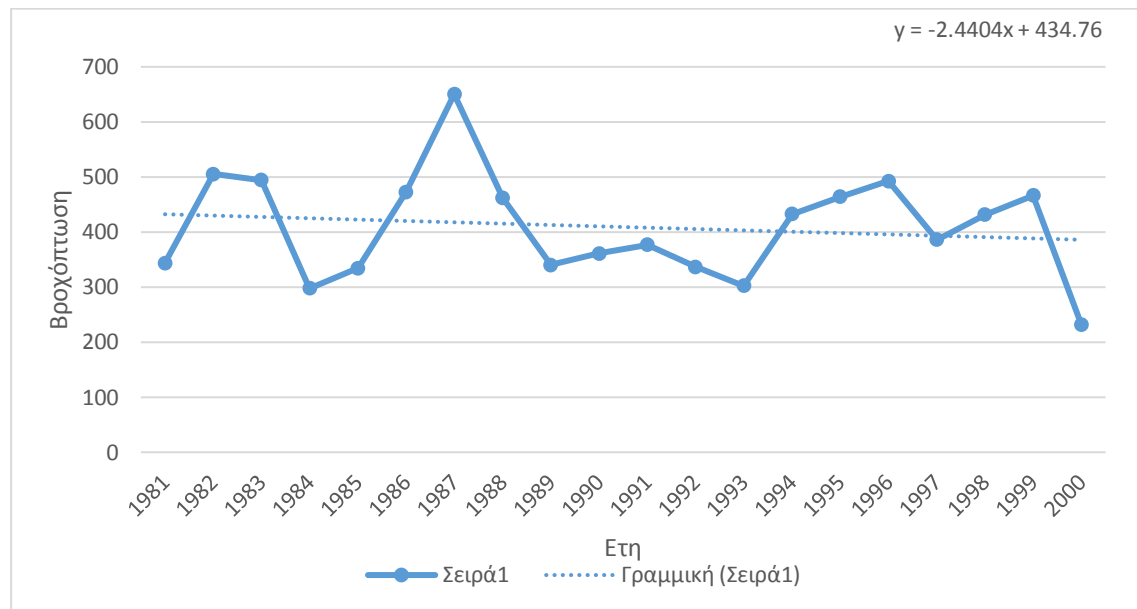
Σχήμα 3.4.10.: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



Σχήμα 3.4.10. (συνέχεια): Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου

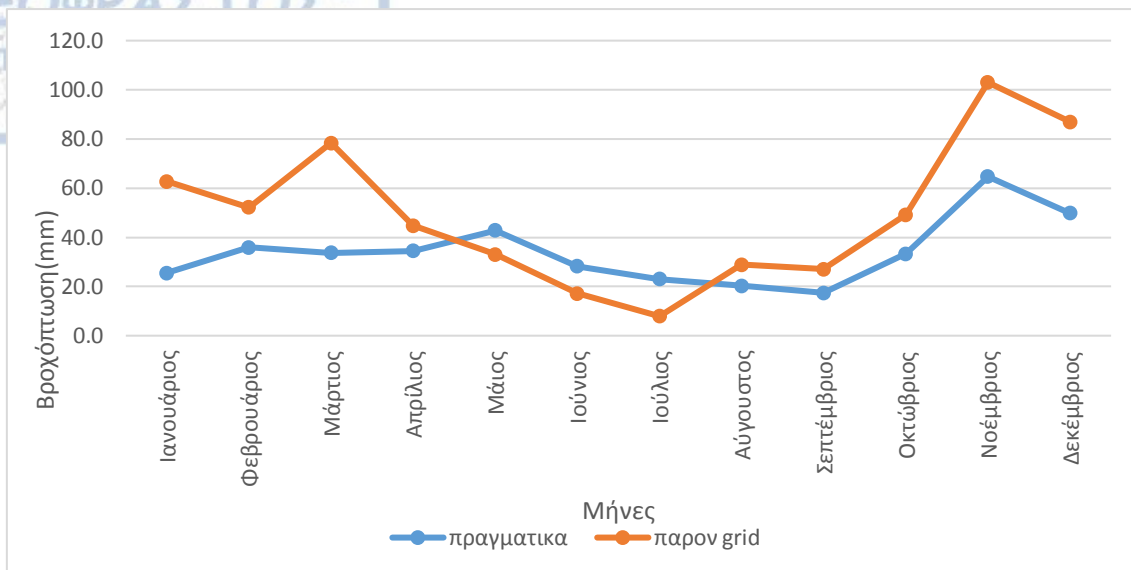
### 3.5) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Θεσσαλονίκης

#### 3.5.1.) Ανάλυση δεδομένων για τον σταθμό της Θεσσαλονίκης την περίοδο 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του σταθμού και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



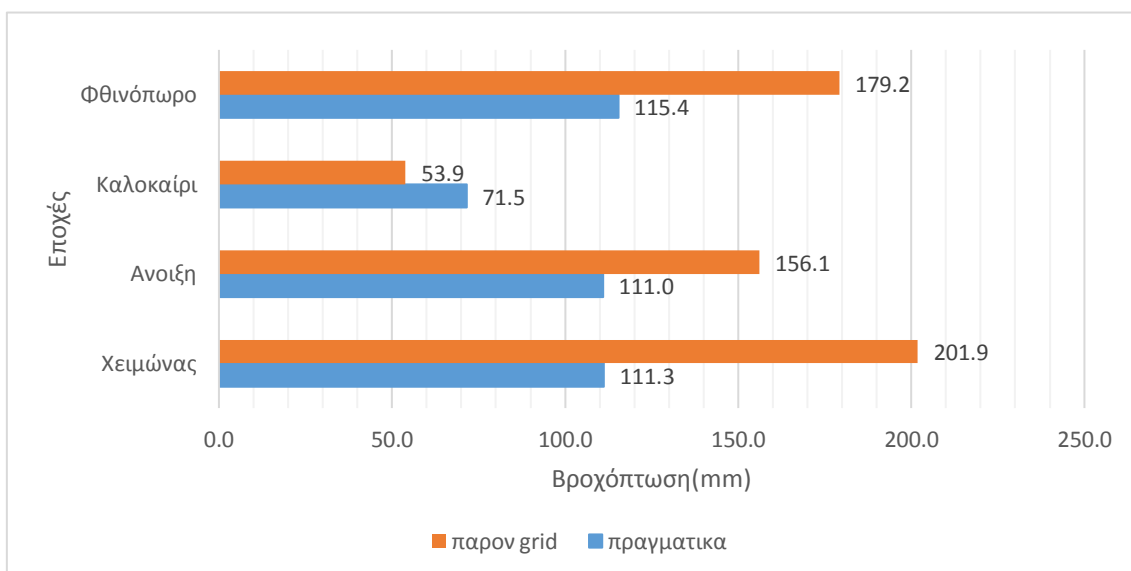
Σχήμα 3.5.9: Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού της Θεσσαλονίκης.

Στο Σχήμα 3.5.1. αποτυπώνεται η μεταβολή της ετήσιας βροχόπτωσης για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού της Θεσσαλονίκης. Παρατηρείται ότι η βροχόπτωση έχει φθίνουσα τάση, ακολουθώντας την εξίσωση  $y = -2.4404x + 434.76$ . Η μέση τιμή της ετήσιας βροχόπτωσης για την Θεσσαλονίκη είναι 409.1mm. Έτη με σχετικά ακραίες τιμές βροχόπτωσης είναι το 2000 με 231.7 mm βροχόπτωσης, σημαντικά μικρότερο από την μέση ετήσια βροχόπτωση για τον σταθμό της Θεσσαλονίκης. Σε αντίθεση με το 2000, το 1987 ήταν ένα έτος που καταγράφηκε σημαντικά μεγάλο ποσό βροχής με 650.4mm.



Σχήμα 3.5.2: Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για την Θεσσαλονίκη κατά τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα και τα δεδομένα από το κλιματικό μοντέλο για το παρόν.

Το παραπάνω διάγραμμα απεικονίζει τον μέσο όρο βροχόπτωσης για την Θεσσαλονίκη την περίοδο 1981-2000. Πιο συγκεκριμένα, από την σύγκριση των πραγματικών δεδομένων με τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου συμπεραίνεται ότι το κλιματικό μοντέλο υπερεκτιμά την βροχόπτωση τους μήνες Αύγουστο-Απρίλιο περίοδο του έτους. Αντιθέτως την ξηρή περίοδο(Μάιο-Ιούλιο) οι τιμές της βροχόπτωσης από το κλιματικό μοντέλο είναι πιο χαμηλές από τις πραγματικές. Με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου ο ξηρότερος μήνας είναι ο Ιούλιος, ενώ με βάση τα πραγματικά δεδομένα ο Σεπτέμβριος. Όσον αφορά τον μήνα με την μεγαλύτερη βροχόπτωση υπάρχει ταύτιση για τις δύο πηγές τον μήνα Νοέμβριο.

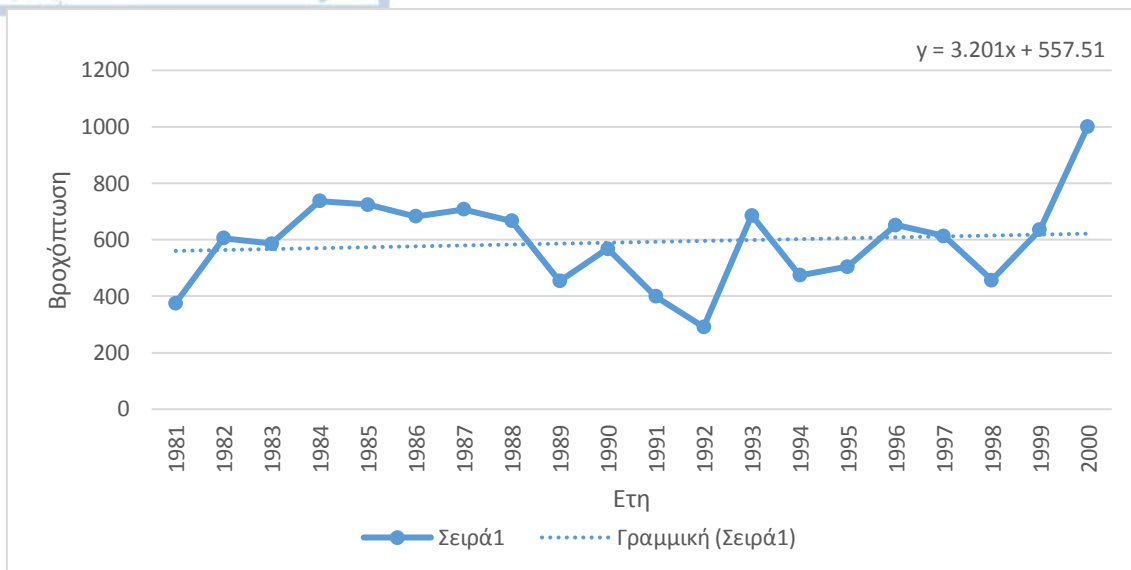


Σχήμα 3.5.3: Εποχιακό ραβδόγραμμα για την Θεσσαλονίκη με τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού( μπλε) και τα δεδομένα από τα κλιματικά μοντέλα για την περίοδο(πορτοκαλί) για την περίοδο 1981-2000.

Στο Σχήμα 3.5.3. παριστάνεται το εποχιακό ραβδόγραμμα με βάση τα δεδομένα του σταθμού και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000. Διαπιστώνεται για τον χειμώνα, την άνοιξη και το καλοκαίρι, το κλιματικό μοντέλο υπερεκτιμά την βροχόπτωση, ενώ το καλοκαίρι βροχόπτωση υποεκτιμάται. Το μοντέλο δεν προσομοιώνει καλά την



βροχόπτωση, καθώς υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ των δύο πηγών των δεδομένων. Η μεγαλύτερη απόκλιση παρατηρείται τον χειμώνα με περίπου 90mm διαφορά.



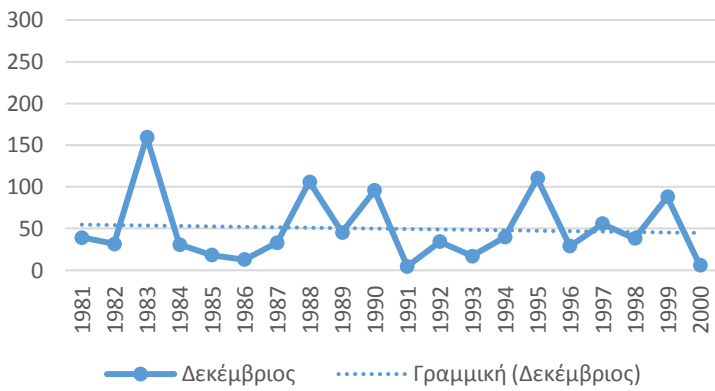
Σχήμα 3.5.4.:Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν.

Με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000 δημιουργήθηκε το παραπάνω διάγραμμα(Σχήμα 3.5.4.). Σε αυτό διαπιστώνεται ότι η βροχόπτωση έχει ανοδική τάση και επαληθεύει την εξίσωση  $y = 3.201x + 557.51$  με μέσο όρο ετήσιας βροχόπτωσης 591.1mm. Ωστόσο κάποιες χρονιές υπολογίστηκε ότι η βροχόπτωση έχει μεγάλη απόκλιση από την μέση τιμή για τον σταθμό της Θεσσαλονίκης. Το 1981 και το 1992 είναι κάποιες από αυτές τις χρονιές, με 375.1mm και 290.9mm βροχόπτωσης αντίστοιχα. Αντιθέτως έτη ,όπως το 2000 υπολογίστηκε ότι η βροχόπτωση έφτασε τα 1001.7 mm.

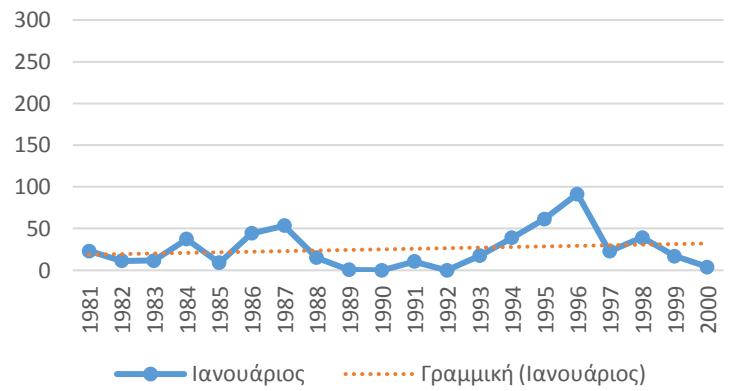
Πιο αναλυτικά ,παρακάτω υπάρχουν τα διαγράμματα τάσεων(Σχήμα 3.5.5. και Σχήμα 3.5.6.). Στο Σχήμα 3.5.5. είναι τα διαγράμματα για την Θεσσαλονίκη με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού. Οι μήνες που έχουν ανοδική τάση είναι ο Ιανουάριος(0.7mm ανά έτος), ο Φεβρουάριος(0.8mm ανά έτος) , ο Μάιος(0.8mm ανά έτος) και ο Σεπτέμβριος(0.9mm ανά έτος), ενώ πτωτική τάση έχουν ο Μάρτιος(1.2mm ανά έτος), ο Ιούνιος(1.6mm ανά έτος) και ο Νοέμβριος(2.1mm ανά έτος). Οι υπόλοιποι μήνες δεν εμφανίζουν αξιόλογες μεταβολές.

Στο Σχήμα 3.5.6. είναι τα διαγράμματα για την Θεσσαλονίκη με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου. Μήνες με ανοδική τάση είναι ο Δεκέμβριος(1.4mm ανά έτος), ο Ιανουάριος(3.1mm ανά έτος) ο Φεβρουάριος(1.1mm ανά έτος) και ο Απρίλιος (1.3mm ανά έτος). Αντιθέτως μήνες με καθοδική τάση ο Μάρτιος(1.6mm ανά έτος) , ο Οκτώβριος(1.3mm ανά έτος) και ο Νοέμβριος(1 mm ανά έτος). Οι υπόλοιποι μήνες δεν έχουν κάποια ιδιαίτερη μεταβολή.

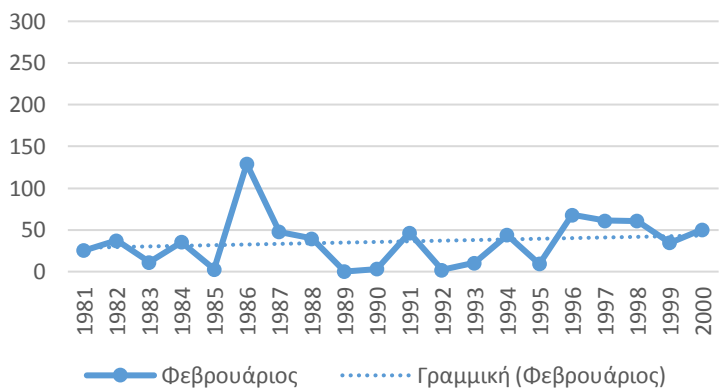
Δεκέμβριος  $y = -0.5217x + 55.277$



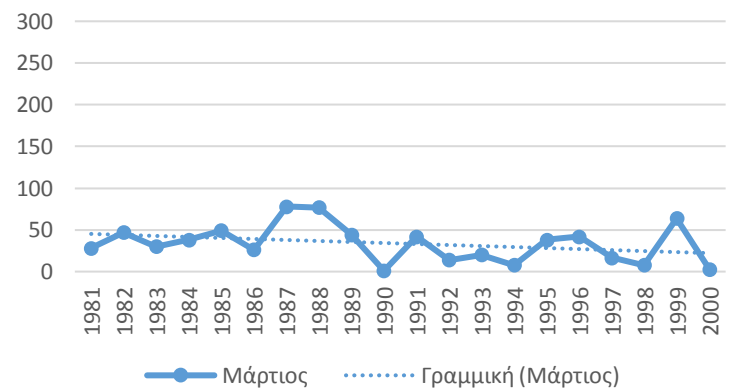
Ιανουάριος  $y = 0.7023x + 18.116$



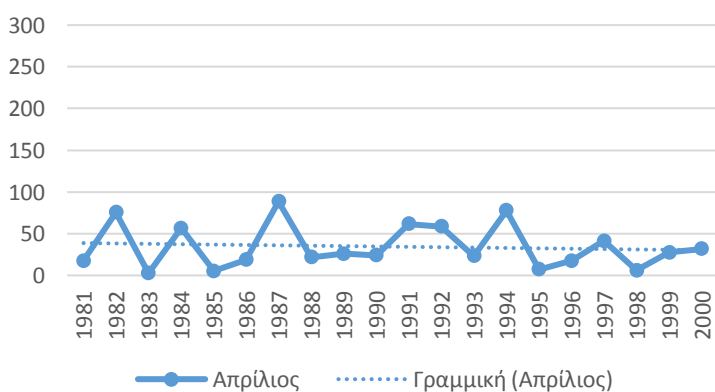
Φεβρουάριος  $y = 0.7657x + 27.92$



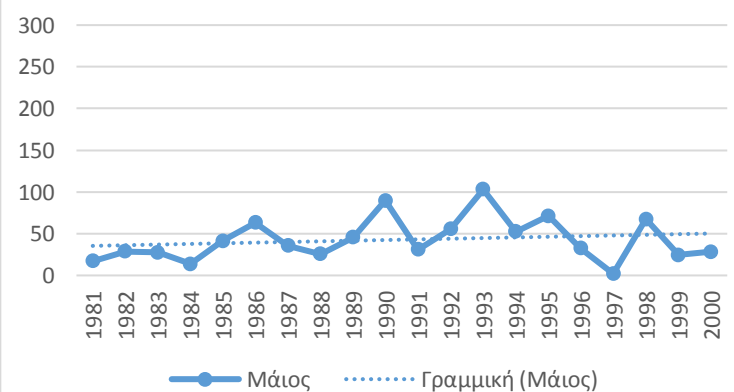
Μάρτιος  $y = -1.2114x + 46.404$



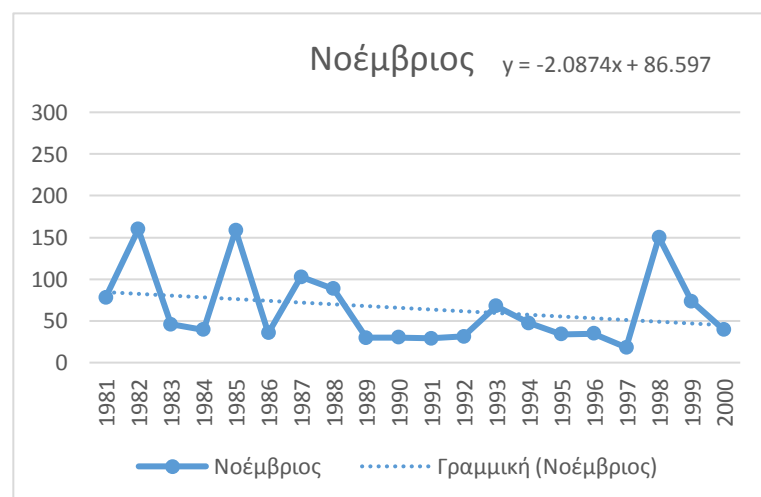
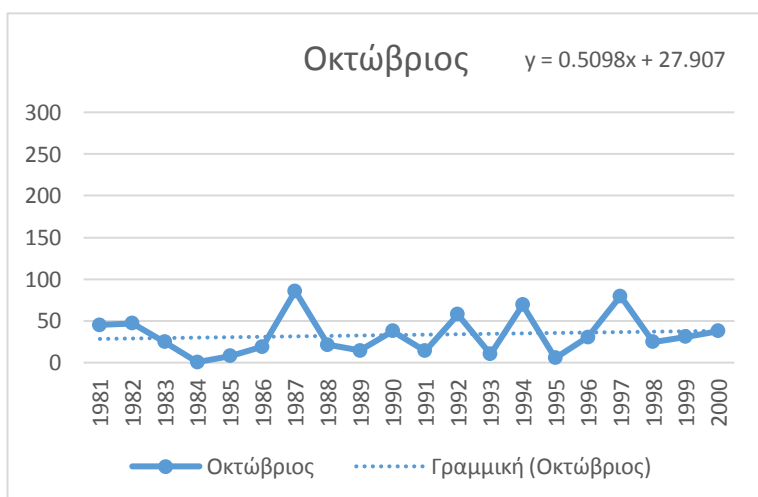
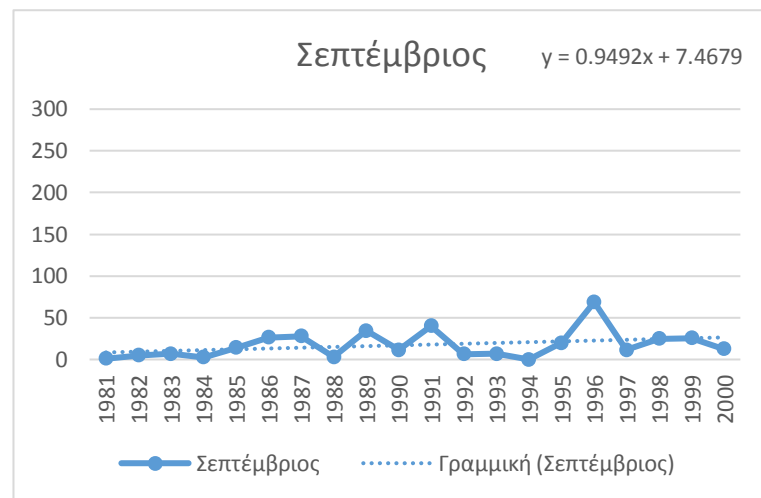
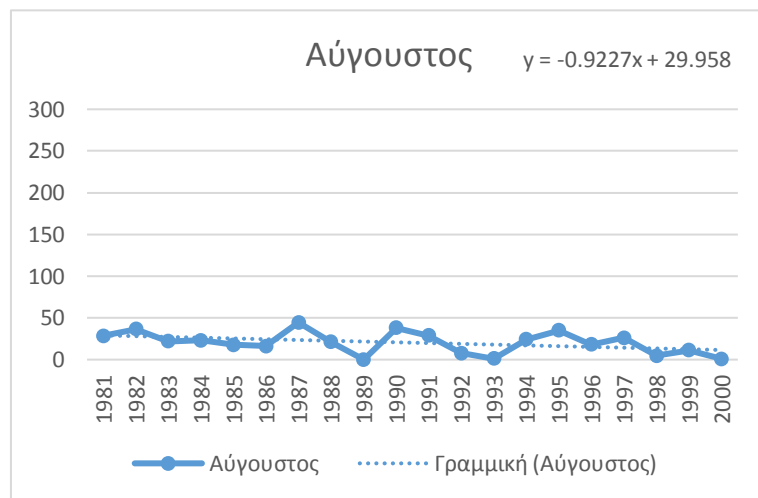
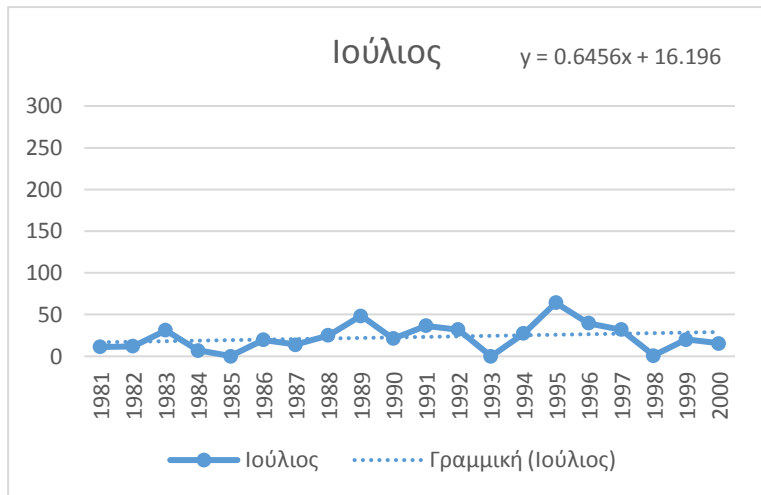
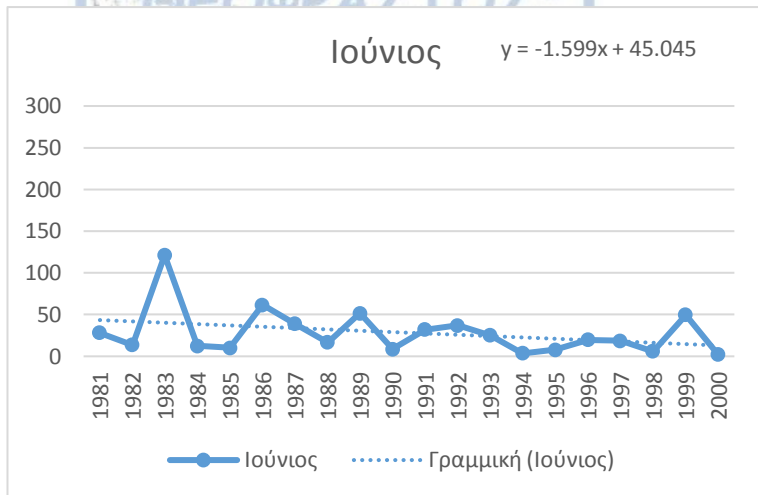
Απρίλιος  $y = -0.4501x + 39.216$



Μάιος  $y = 0.7792x + 34.654$

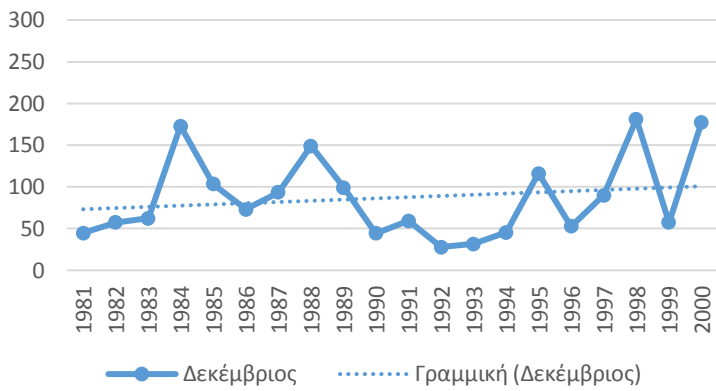


Σχήμα 3.5.5: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού

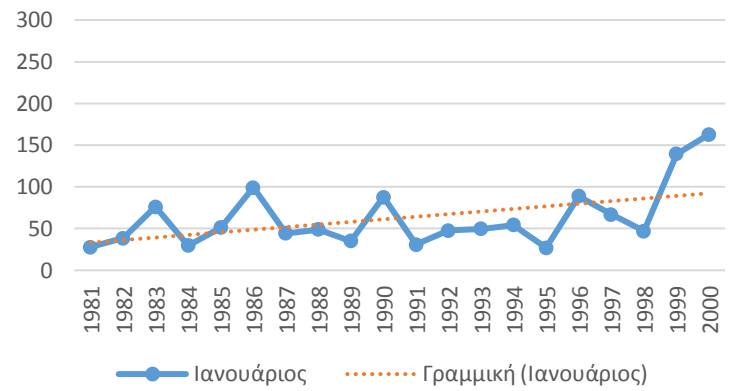


Σχήμα 3.5.5(συνέχεια) : Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα πραγματικά δεδομένα του σταθμού

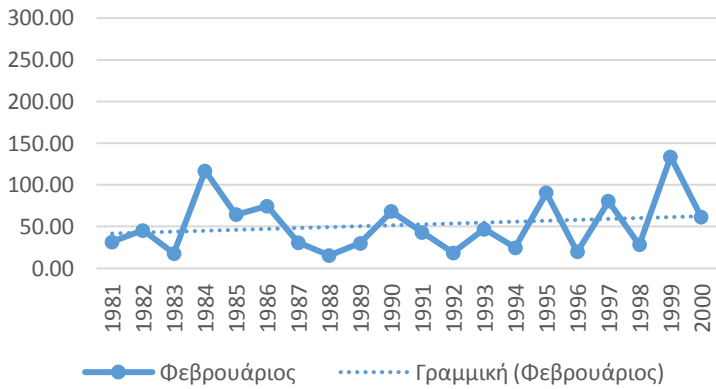
Δεκέμβριος  $y = 1.4495x + 71.725$



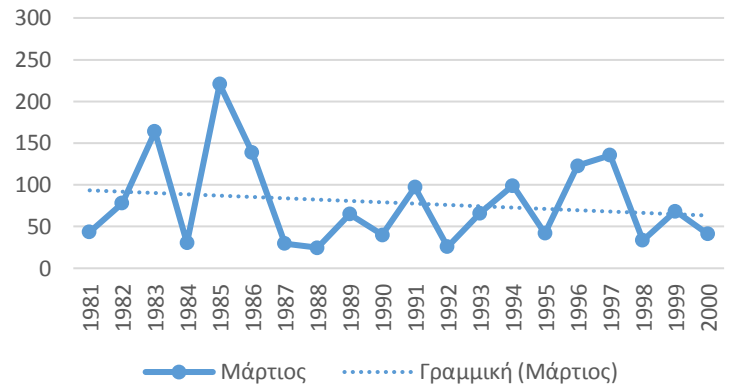
Ιανουάριος  $y = 3.1144x + 30.021$



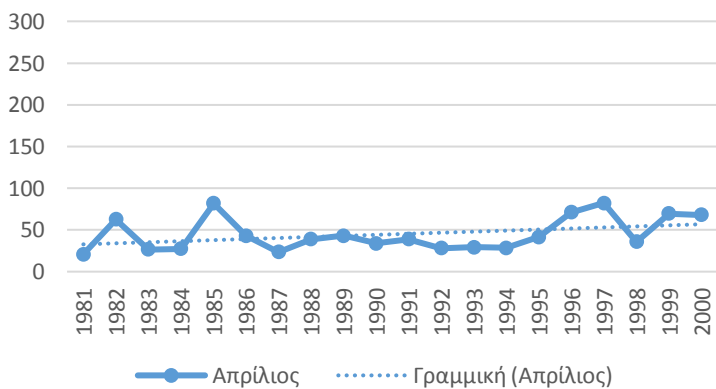
Φεβρουάριος  $y = 1.0877x + 40.782$



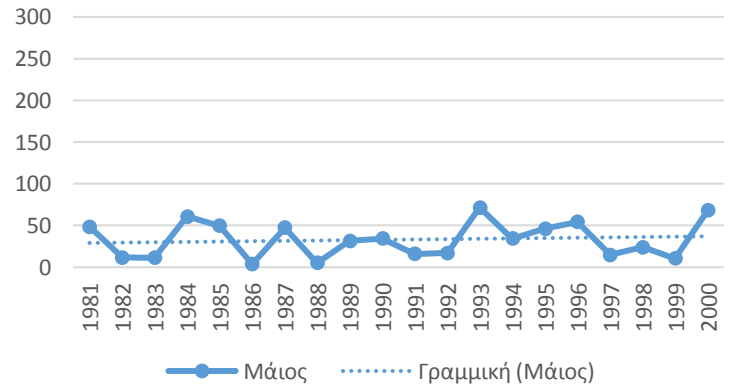
Μάρτιος  $y = -1.5884x + 94.988$



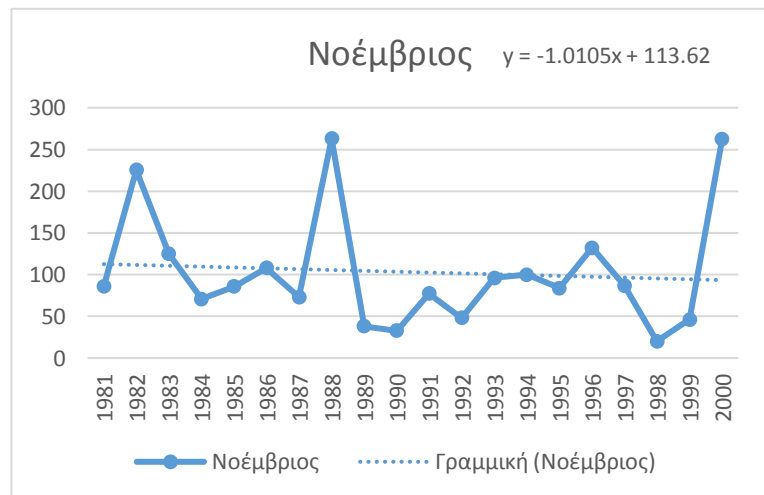
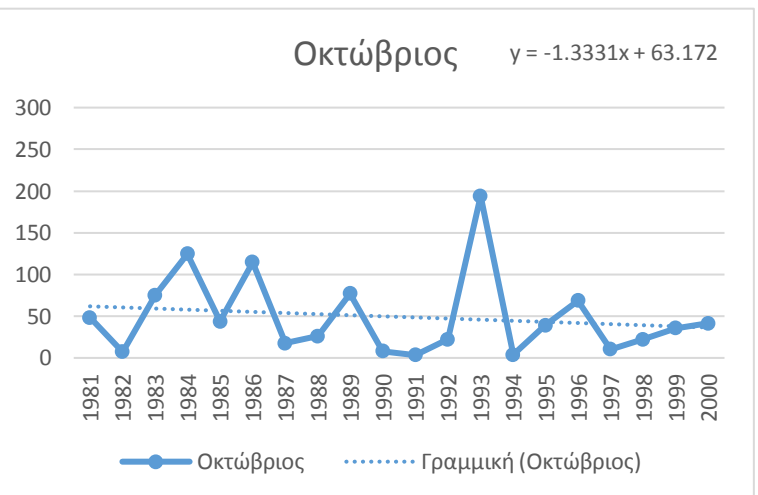
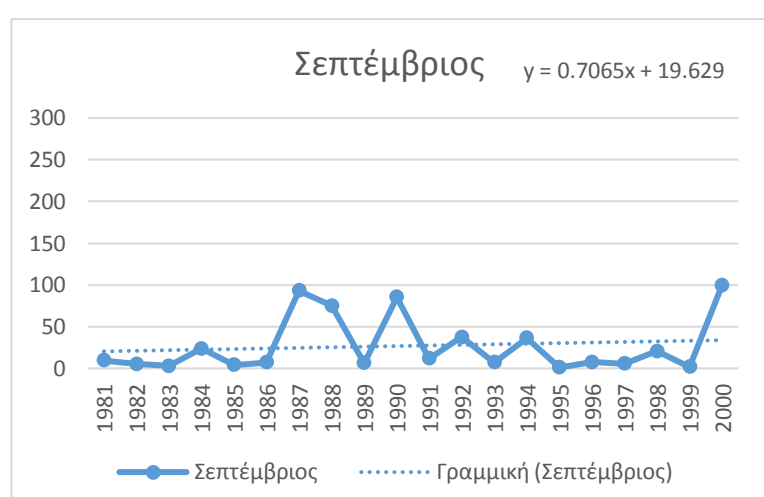
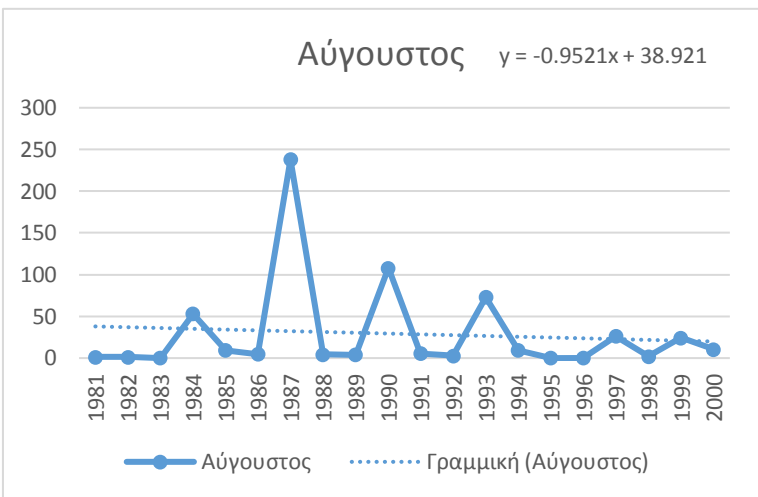
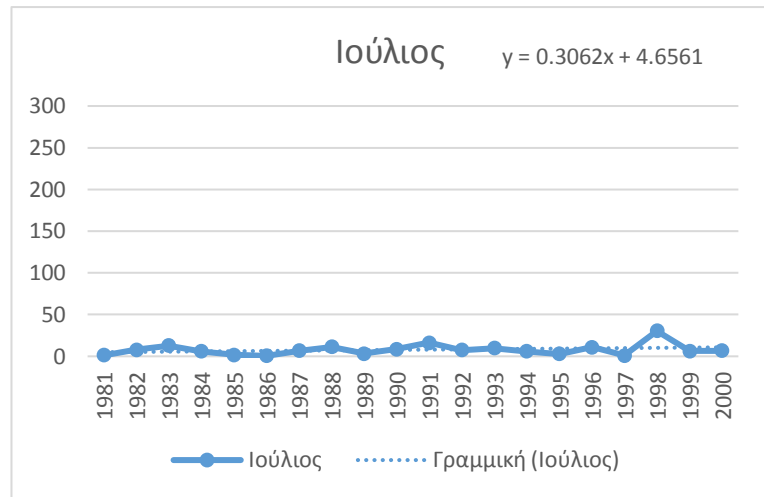
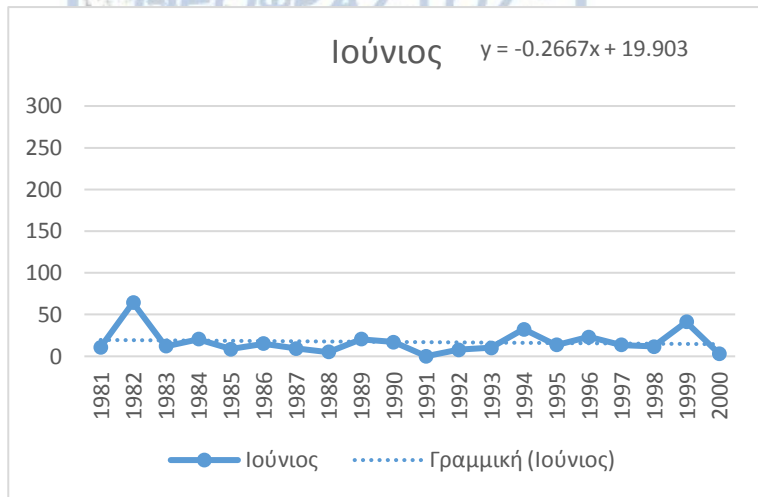
Απρίλιος  $y = 1.2672x + 31.432$



Μάιος  $y = 0.4205x + 28.667$

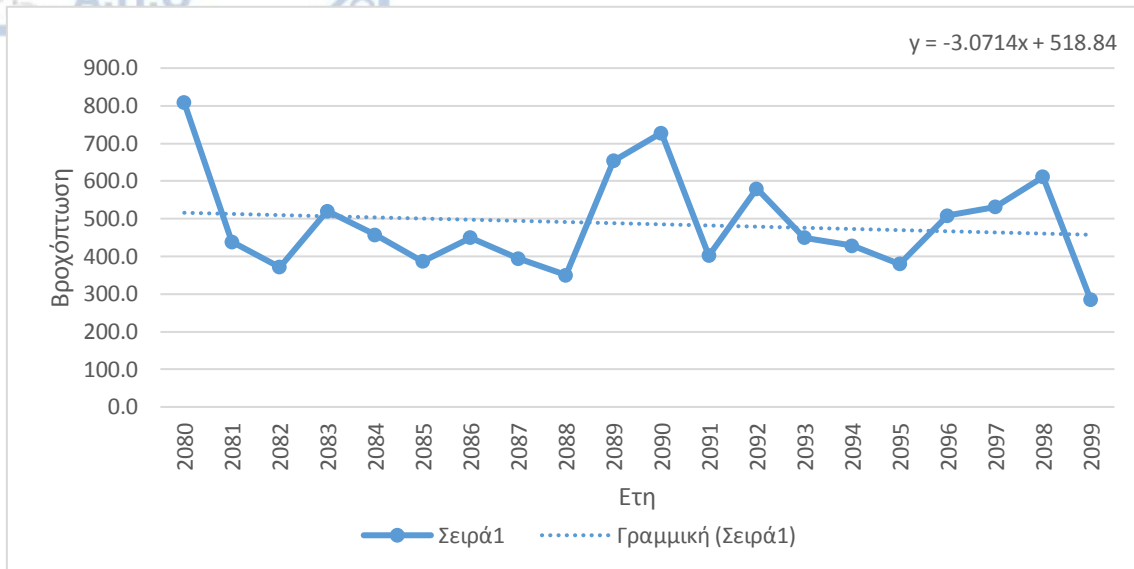


Σχήμα 3.5.6: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



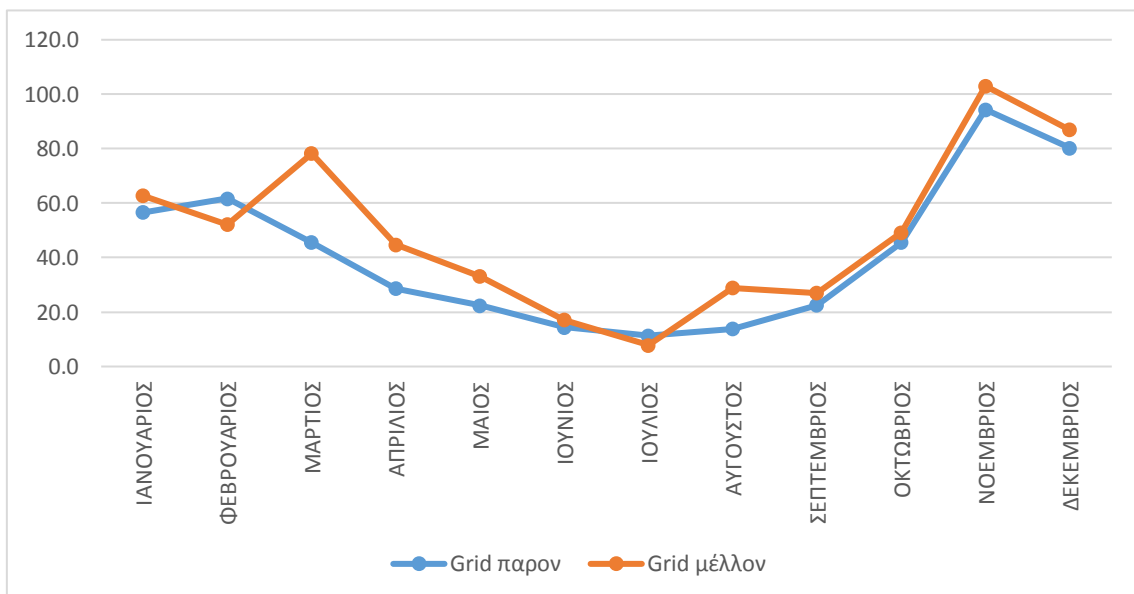
Σχήμα 3.5.6(συνέχεια) : Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 1981-2000 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου

### 3.5.2) Εκτίμηση της βροχόπτωσης στο σταθμό της Θεσσαλονίκης για την μελλοντική περίοδο 2080 -2099



Σχήμα 3.5.7: Ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το μέλλον.

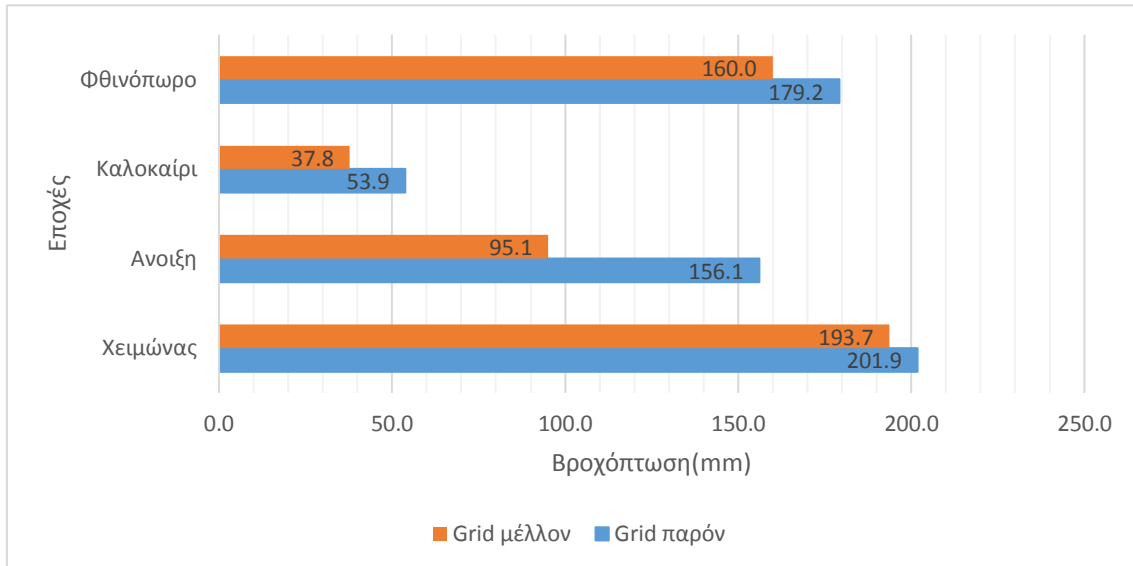
Όσον αφορά την εκτίμηση της βροχόπτωσης για την Θεσσαλονίκη ,την περίοδο 2080-2099 , με βάση το Σχήμα 3.5.7. παρατηρείται ότι έχει καθοδική τάση. Αυτό επιβεβαιώνεται και από την εξίσωση  $y = -3.0714x + 518.84$ . Ο μέσος όρος της ετήσιας βροχόπτωσης για την Θεσσαλονίκη είναι 497.2mm.Ειδικότερα έτη όπως το 2080 υπολογίζεται ότι θα έχουν περισσότερη βροχόπτωση από τον μέσο όρο της περιοχής με 808.1mm. Τα υπόλοιπα έτη υπάρχουν αυξομειώσεις στην βροχόπτωση .



Σχήμα 3.5.8: Μέσος όρος βροχόπτωσης ανά μήνα για την Θεσσαλονίκη με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 1981-2000 και τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τα έτη 2080-2099.

Στο παραπάνω διάγραμμα γίνεται σύγκριση των δεδομένων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000 με αυτά της περιόδου 2080-2099. Με εξαίρεση κάποιους μήνες, η βροχόπτωση για την μελλοντική περίοδο έχει μεγαλύτερες τιμές συγκριτικά με τις τιμές για

τα έτη 1981-2000. Οι μήνες που η βροχόπτωση φαίνεται να μειώνεται κατά τα έτη 2080-2099 είναι ο Φεβρουάριος, και ο Ιούλιος. Ωστόσο είναι ενδιαφέροντα και τα δύο μέγιστα που παρατηρούνται με βάση το κλιματικό μοντέλο για το μέλλον τον Μάρτιο και τον Αύγουστο. Αυτούς τους δύο μήνες φαίνεται πως η βροχόπτωση αυξάνεται, σε αντίθεση με τα δεδομένα του παρόντος. Επίσης και για τις δύο περιόδους ο Νοέμβριος είναι ο μήνας με την μεγαλύτερη βροχόπτωση και ο Ιούλιος αυτός με την ελάχιστη.

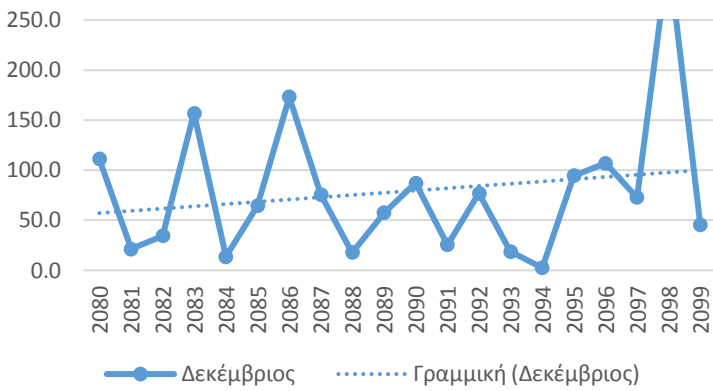


Σχήμα 3.5.9.: :Εποχιακό ραβδόγραμμα για την Θεσσαλονίκη με τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000 (μπλε) και τα δεδομένα για την περίοδο για την περίοδο 2080-2099 (πορτοκαλί).

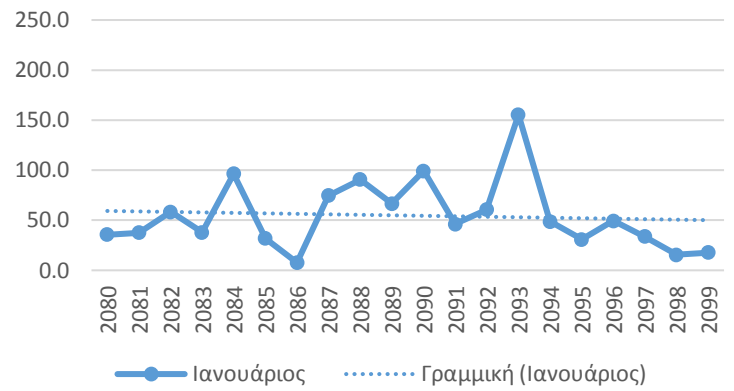
Στο παραπάνω Σχήμα 3.5.9. αξιολογείται η βροχόπτωση με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000 και την περίοδο 2080-2099. Όλες τις εποχές του έτος παρατηρείται μία ελάττωση της βροχόπτωσης για την περίοδο 2080-2099. Η μεγαλύτερη απόκλιση παρατηρείται την άνοιξη με διαφορά περίπου 60mm, ενώ τις υπόλοιπες εποχές η διαφορά είναι περίπου στα 10-20mm.

Παρακάτω φαίνονται αναλυτικότερα τα διαγράμματα τάσεων για την μελλοντική περίοδο 2080-2099, έτσι ώστε να γίνει σαφέστερη η διακύμανση της βροχόπτωσης. Μήνες με ανοδική τάση είναι ο Δεκέμβριος(2.3 mm ανά έτος). και ο Μάρτιος(2.2mm ανά έτος), ενώ μήνες με πτωτική τάση είναι ο Οκτώβριος(-1.8mm ανά έτος). και ο Νοέμβριος(-3.1mm ανά έτος).. Τους υπόλοιπους μήνες η μεταβολή της βροχόπτωσης είναι μηδενική έως μικρή.

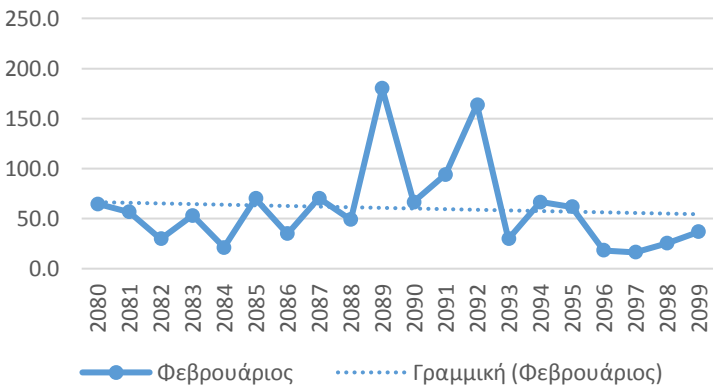
Δεκέμβριος  $y = 2.2557x + 54.901$



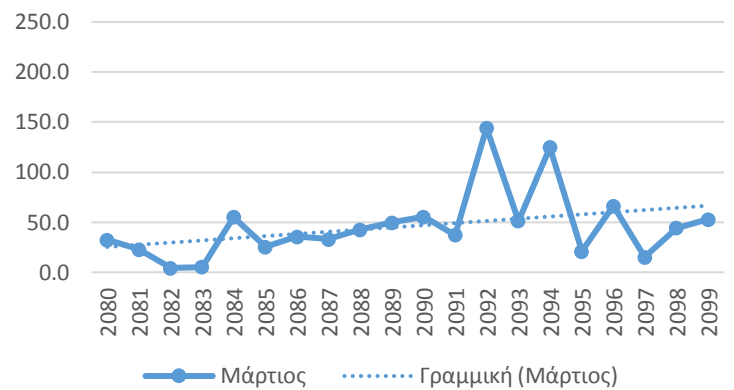
Ιανουάριος  $y = -0.4837x + 59.786$



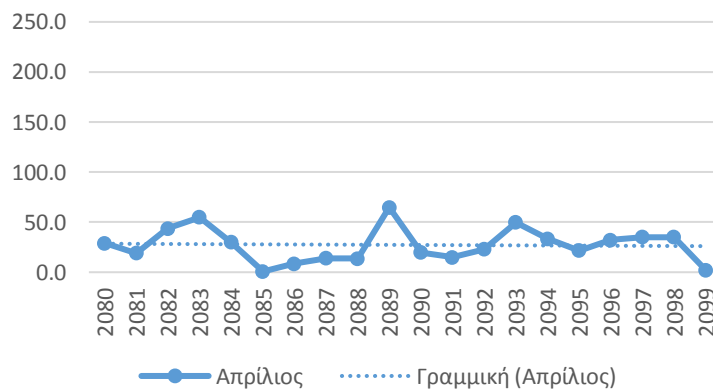
Φεβρουάριος  $y = -0.634x + 67.064$



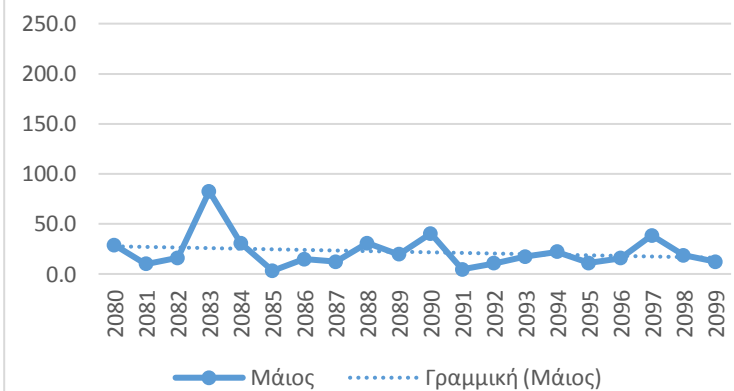
Μάρτιος  $y = 2.1673x + 23.146$



Απρίλιος  $y = -0.1268x + 28.597$



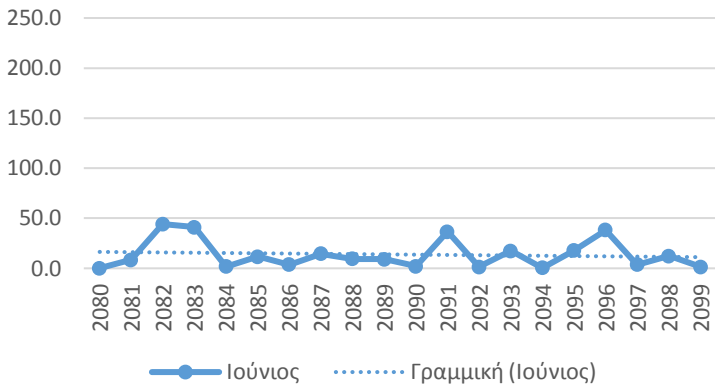
Μάιος  $y = -0.599x + 28.223$



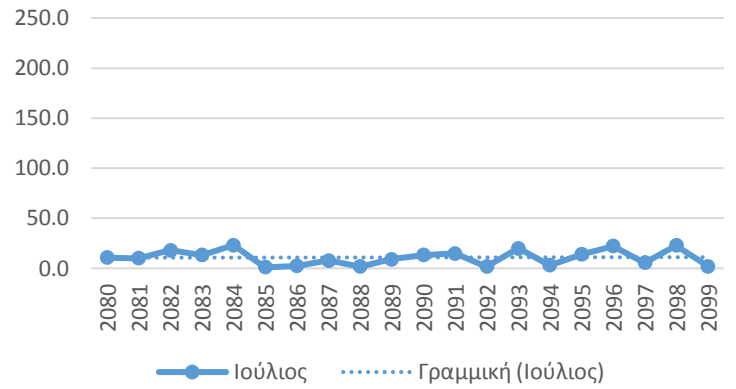
Σχήμα 3.5.10.: Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου



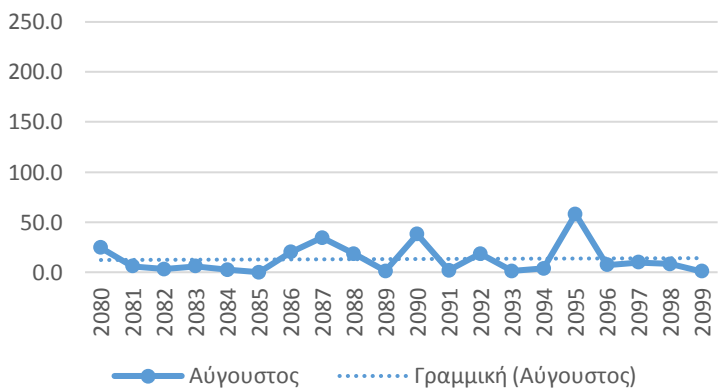
Ιούνιος  $y = -0.2768x + 16.695$



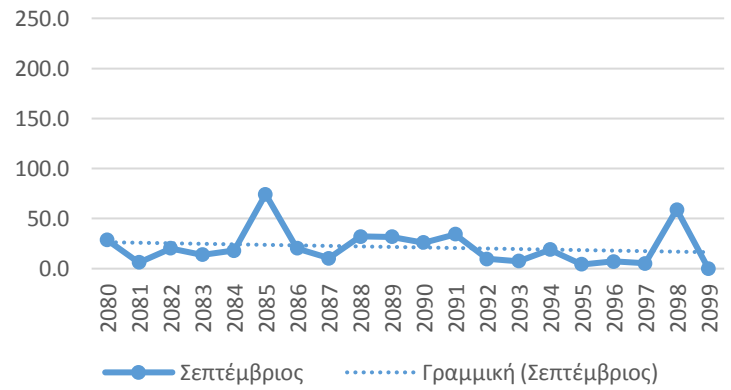
Ιούλιος  $y = 0.0293x + 10.572$



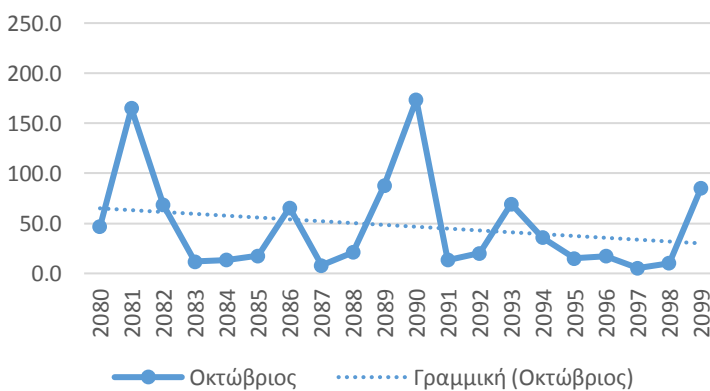
Αύγουστος  $y = 0.0965x + 12.145$



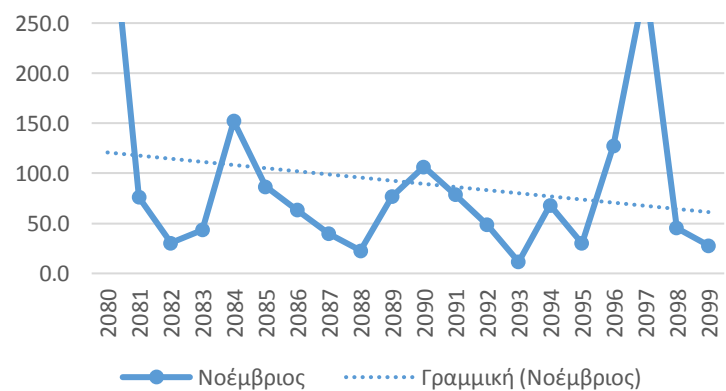
Σεπτέμβριος  $y = -0.5248x + 26.915$



Οκτώβριος  $y = -1.8408x + 66.847$



Νοέμβριος  $y = -3.1343x + 123.95$



Σχήμα 3.5.10.(συνέχεια): Διαγράμματα τάσεων ανά μήνα για τα έτη 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου

#### 4) Συμπεράσματα

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης και της αξιολόγησης των δεδομένων της βροχόπτωσης για πέντε σταθμούς της Ελλάδας με την χρήση ενός περιοχικού κλιματικού μοντέλου. Το κλιματικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για να αξιολογηθεί η βροχόπτωση των σταθμών αναφοράς είναι το MPI, το οποίο ακολουθεί RCP 8.5 σενάριο. Όσον αφορά τους σταθμούς που λαμβάνονται υπόψιν στην εργασία είναι η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη, τα Χανιά, η Κέρκυρα και η Μυτιλήνη.

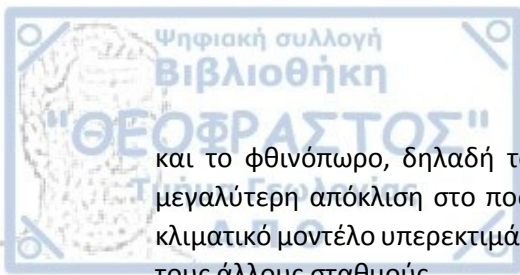
Από τα δεδομένα της βροχόπτωσης που μελετήθηκαν συμπεραίνεται ότι σε όλους τους σταθμούς μελέτης η βροχόπτωση παρουσιάζει την ίδια διακύμανση στην διάρκεια του χρόνου. Δηλαδή, το φθινόπωρο και ο χειμώνας είναι οι εποχές με τα μεγαλύτερα ποσά βροχόπτωσης, ενώ το καλοκαίρι έχει μικρότερες τιμές βροχόπτωσης. Όσον αφορά την βροχόπτωση των σταθμών αναφοράς, η Κέρκυρα είναι ο σταθμός με την μεγαλύτερη ετήσια βροχόπτωση (960,9mm) για την περίοδο 1981-2000. Ακολουθεί η Μυτιλήνη με ετήσια βροχόπτωση 589,5 mm, μετά ακολουθούν τα Χανιά με ετήσια βροχόπτωση 566,9 mm, ενώ μετά ακολουθεί η Θεσσαλονίκη με 409,1mm και τέλος συναντάται η Αθήνα με 369,7mm βροχόπτωσης.

Μελετώντας το μορφολογικό ανάγλυφο της Ελλάδας, η αυξημένη τιμή της βροχόπτωσης στην Κέρκυρα αιτιολογείται με βάση τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της χώρας μας. Η οροσειρά της Πίνδου παίζει καθοριστικό ρόλο στην κατανομή της βροχόπτωσης στην Ελλάδα. Έτσι στην ανατολική Ελλάδα δεν συναντάται το ίδιο ποσό βροχής που παρατηρείται στην δυτική Ελλάδα, καθώς η βροχόπτωση ελαττώνεται από τα δυτικά προς τα ανατολικά και από τα βόρεια προς τα νότια, πάντα όμως υπάρχουν και εξαιρέσεις. Οι υφέσεις της Μεσογείου συνήθως ακολουθούν μια πορεία από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Οι υφέσεις αυτές κατευθυνόμενες προς τα ανατολικά συναντάνε την οροσειρά της Πίνδου, που δεν τους επιτρέπει να την υπερβούν. Κατά συνέπεια το μεγαλύτερο ποσό των κατακρημνισμάτων που συγκρατούσαν, αποβάλλεται στο δυτικό κομμάτι της Ελλάδας. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που η Κέρκυρα έχει το μεγαλύτερο ποσό ετήσιας βροχόπτωσης σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς.

Όσον αφορά τη τάση που παρουσιάζει η βροχόπτωση για την περίοδο 1981-2000 διαπιστώνεται πως τα Χανιά είναι η περιοχή με την μεγαλύτερη μεταβολή της βροχόπτωσης. Πιο συγκεκριμένα η βροχόπτωση στον σταθμό των Χανίων παρουσιάζει φθίνουσα τάση της τάξεως περίπου των 6,2 mm ανά χρόνο για την περίοδο αναφοράς. Αντιθέτως η Κέρκυρα είναι ο σταθμός που καταμετρήθηκε η μικρότερη αυξητική τάση της βροχόπτωσης, με αύξηση της βροχόπτωσης κατά 0,9 mm ανά χρόνο.

Επίσης στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας έγινε αξιολόγηση των δεδομένων του κλιματικού μοντέλου MPI με τα πραγματικά δεδομένα της βροχόπτωσης του εκάστοτε σταθμού για την περίοδο 1981-2000. Την χειμερινή περίοδο η μεγαλύτερη απόκλιση παρατηρείται στην Κέρκυρα με 108,4 mm ετήσιας βροχόπτωσης, ενώ η μικρότερη απόκλιση είναι στα Χανιά με 15,7 mm. Για την εαρινή και την θερινή εποχή η βροχόπτωση έχει μεγάλη απόκλιση ο σταθμός της Θεσσαλονίκης, ενώ η μικρότερη διαφορά εντοπίζεται στα Χανιά. Τέλος το φθινόπωρο η μεγαλύτερη διαφορά παρατηρείται στην Κέρκυρα με 102,5 mm, ενώ η μικρότερη απόκλιση παρατηρείται στην Αθήνα με 35,1 mm.

Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα διαπιστώνεται ότι το κλιματικό μοντέλο την άνοιξη και το καλοκαίρι προσομοιώνει καλύτερη την βροχόπτωση των σταθμών, αφού η απόκλιση αυτές τις δύο εποχές είναι μικρότερη συγκριτικά με τις άλλες εποχές. Αντιθέτως το χειμώνα



και το φθινόπωρο, δηλαδή τους πιο υγρούς μήνες του χρόνου το μοντέλο παρουσιάζει μεγαλύτερη απόκλιση στο ποσό της βροχόπτωσης. Και τον χειμώνα και το φθινόπωρο το κλιματικό μοντέλο υπερεκτιμά την βροχόπτωση στον σταθμό της Κέρκυρας περισσότερο από τους άλλους σταθμούς.

Όσον αφορά τη τάση που εμφανίζουν τα δεδομένα βροχόπτωσης του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000, η μεγαλύτερη μεταβολή παρατηρείται στο σταθμό των Χανίων, εικόνα παρόμοια με αυτή των πραγματικών δεδομένων με ελάττωση της βροχόπτωσης κατά  $-6,6$  mm ανά χρόνο. Αντιθέτως η μικρότερη θετική τάση της βροχόπτωσης παρατηρείται στον σταθμό της Μυτιλήνης με μόλις  $0,4$  mm βροχόπτωσης ανά έτος.

Γενικά, το κλιματικό μοντέλο MPI δεν προσομοιώνει ικανοποιητικά τη τάση των βροχοπτώσεων για την περίοδο 1981-2000. Μόνο για τον σταθμό των Χανίων υπάρχει ταύτιση της μεταβολής της βροχόπτωσης με βάση τα κλιματικά δεδομένα και τα δεδομένα του σταθμού. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις η βροχόπτωση δεν παρουσιάζει τον ίδιο ρυθμό τάσης στα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου και του σταθμού. Για παράδειγμα για τον σταθμό της Θεσσαλονίκης η βροχόπτωση με βάση τα δεδομένα του σταθμού παρουσιάζει ελάττωση κατά  $2,4$  mm ανά χρόνο, ενώ με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου παρουσιάζει αύξηση κατά  $3,2$  mm ανά χρόνο. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στην Μυτιλήνη όμως με διαφορετικές τιμές. Αντιθέτως στην Αθήνα ενώ στην πραγματικότητα υπάρχει αύξηση της βροχόπτωσης κατά  $2,1$  mm το κλιματικό μοντέλο υπολογίζει μείωση της βροχόπτωσης κατά  $2,1$  mm, αντίστοιχα είναι τα αποτελέσματα και για το σταθμό της Κέρκυρας.

Για την μελλοντική περίοδο 2080-2099 με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου τον χειμώνα η μεγαλύτερη διαφορά στην βροχόπτωση παρατηρείται στην Κέρκυρα με αύξηση κατά  $115,6$  mm, ενώ η μικρότερη απόκλιση υπάρχει στην Θεσσαλονίκη με αύξηση κατά  $8,2$  mm. Την άνοιξη η βροχόπτωση στην Θεσσαλονίκη θα αυξηθεί κατά  $61$  mm, ενώ η Αθήνα έχει την μικρότερη αύξηση με  $24,6$  mm. Κατά την θερινή περίοδο η βροχόπτωση στην Θεσσαλονίκη παρουσιάζει την μεγαλύτερη αύξηση κατά  $14,1$  mm, ενώ η μικρότερη διαφορά στην βροχόπτωση εντοπίζεται στην Αθήνα με σχεδόν μηδενική μεταβολή. Τέλος την εποχή του φθινοπώρου τα Χανιά φαίνεται να παρουσιάζουν την μεγαλύτερη αύξηση της βροχόπτωσης κατά  $58,1$  mm, ενώ η μικρότερη μεταβολή εμφανίζεται στην Μυτιλήνη με αύξηση βροχόπτωσης κατά  $4,1$  mm.

Συνοψίζοντας όσον αφορά τις γραμμές τάσεις για την μελλοντική περίοδο όλοι οι σταθμοί θα παρουσιάσουν μείωση στην βροχόπτωση. Ωστόσο η Μυτιλήνη παρουσιάζει με βάση το κλιματικό μοντέλο την μεγαλύτερη μεταβολή με μείωση της βροχόπτωσης κατά  $5,3$  mm ανά έτος. Η μικρότερη μεταβολή της βροχόπτωσης αφορά τον σταθμό της Αθήνας και είναι κατά  $1,9$  mm ανά έτος



## Βιβλιογραφία:

- IPCC 2007, Summary for Policymakers, Climate Change 2007: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge : Cambridge University
- IPCC 2014, Climate Change 2014 Synthesis Report, pp 120
- Kendrew WG, 1953 ,The Climate of Continents 4<sup>th</sup> edition, London Oxford University Press, pp 607
- Köppen Wladimir , 1884, Translated by Volken E, Brönnimann S. , The thermal zones of the earth according to the duration of hot, moderate and cold periods and to the impacts of heat on the organic world
- Maheras P, 1985: A Factorial Analysis of Mediterranean Precipitation. Archives for Meteorology Geophysics and Bioclimatology/ 36:1-14
- Moss, R., M. Babiker, S. Brinkman, E. Calvo, T. Carter, J. Edmonds, I. Elgizouli, S. Emori, L. Erda, K. Hibbard, R. Jones, M. Kainuma, J. Kelleher, J. F. Lamarque, M. Manning, B. Matthews, J. Meehl, L Meyer, J. Mitchell, N. Nakicenovic, B. O’Neill, R. Pichs, K. Riahi, S. Rose, P. Runci, R. Stouffer, D. van Vuuren, J. Weyant, T. Wilbanks, J. P. van Ypersele and M. Zurek, 2008: Towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts and response strategies. IPCC Expert Meeting Report, 19-21 September, 2007, Noordwijkerhout, Netherlands, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland, 132 pp.
- Βάσκου Ευμορφία, 2015, Η ηλιακή ακτινοβολία στην περιοχή της Ευρώπης( βάσει των κλιματικών μοντέλων που συμμετέχουν στο πρόγραμμα ‘CMIP5’) , Διπλωματική εργασία pp 17
- Δούβης Κώστας, 2009, Μελέτη των ακραίων κλιματικών φαινομένων στην Ελλάδα με μεθόδους υποκλιμάκωσης, Διδακτορική Διατριβή, pp 18-22
- Κόλιου Αγγελική, 2008, Σχέσεις θερμοκρασίας και βροχόπτωσης στη Δυτική Ελλάδα, Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης
- Μαριολόπουλος , 1992 , Το κλίμα της Ελλάδας
- Οικονόμου Χριστίνα , 2009, Μελέτη διασύνδεσης ανωμαλιών της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας στο βόρειο ημισφαίριο που δημιουργούνται κατά την διάρκεια ακραίων κλιματικών φαινομένων στην ανατολική Μεσόγειο, Διδακτορική Διατριβή,pp 127
- Ρούση Ευτυχία , 2014, Εκτιμήσεις των Μελλοντικών Κλιματικών Αλλαγών στη Μεσόγειο με την χρήση περιοχικών κλιματικών μοντέλων,Διδακτορική Διατριβή, pp 7-11
- Τολίκα Κωνσταντία, 2005 , Εκτιμώμενες Κλιματικές αλλαγές στον Ελληνικό χώρο κατά την διάρκεια του 21<sup>ου</sup> αιώνα με τη χρήση κλιματικών μοντέλων, Διδακτορική Διατριβή, pp 3-10
- Τσακνιάς Δημοσθένης, 2011, Στατιστική σύγκριση ακραίων παρατημένων θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων με αποτελέσματα κλιματικών μοντέλων, Διπλωματική Εργασία, pp 20-21
- Φλόκας Απόστολος Αθ., 1992, Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας , Εκδόσεις Ζήτη Θεσσαλονίκη



Ηλεκτρονικές Ιστοσελίδες :

<https://www.britannica.com/science/Mediterranean-climate>

<http://www.hnms.gr/emv/el/climatology/climatology>

<http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>

[http://www.ipcc.ch/organization/organization\\_history.shtml](http://www.ipcc.ch/organization/organization_history.shtml)