



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ – ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

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

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Φοιτήτρια : ΜΑΡΙΑ Π. ΚΕΡΑΣΙΛΙΔΟΥ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια : ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2017



© Μαρία Π. Κερασιλίδου, Τομέας Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας, 2017-10-03

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All right reserved.

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

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.



1 Εισαγωγή.....	3
1.1 Το κλίμα της Μεσογείου.....	3
1.2 Το κλίμα της Ελλάδας.....	9
1.3 Κλιματική Αλλαγή.....	11
1.3.1 IPCC.....	13
1.3.2 Κλιματικά Μοντέλα.....	14
1.3.3 Representative Concentration Pathways (RCPs).....	15
2. Δεδομένα	18
3.Ανάλυση Αποτελεσμάτων.....	20
3.1 Αποτελέσματα για το σταθμό της Αθήνας.....	20
3.2 Αποτελέσματα για το σταθμό της Θεσσαλονίκης.....	34
3.3 Αποτελέσματα για το σταθμό της Κέρκυρας.....	48
3.4 Αποτελέσματα για το σταθμό της Μυτιλήνης.....	62
3.5 Αποτελέσματα για το σταθμό των Χανίων.....	76
4 Συμπεράσματα.....	90
Βιβλιογραφία.....	96



1. Εισαγωγή

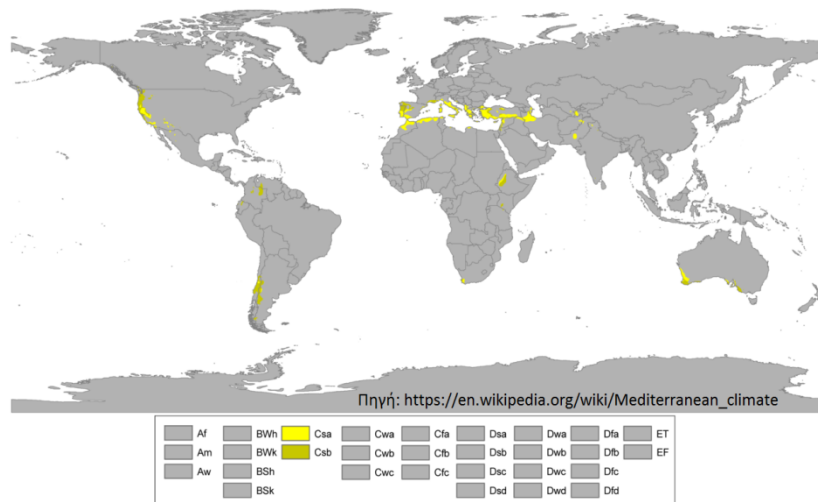
1.1 Το κλίμα της Μεσογείου

Το κλίμα της Μεσογείου ή αλλιώς κλίμα ξηρού θέρους, χαρακτηρίζεται από ήπιους, σχετικά βροχερούς χειμώνες και θερμά και ξηρά καλοκαίρια, με μακρές περιόδους ηλιοφάνειας κατά τη διάρκεια του έτους. Το ψύχος, σπάνια είναι δριμύ και εκεί που σημειώνονται εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες συμβάλλουν οι τοπογραφικοί παράγοντες. Σε γενικές γραμμές, θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι εύκρατο και η επίδρασή του είναι ευεργετική στην ανάπτυξη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (Φλόκας, 1997).

Συναντάται στις Δυτικές ακτές των ηπείρων, μεταξύ 30-45° Βόρεια και Νότια του Ισημερινού. Είναι κλίμα μεταβατικό καθώς αποτελεί συνδυασμό κλίματος μεταξύ των εύκρατων ζωνών και της Τροπικής. Οι κλιματικές ζώνες της Μεσογείου σχετίζονται άμεσα με τους μόνιμους αντικυκλώνες που σχηματίζονται πάνω από τους ωκεανούς των υποτροπικών περιοχών. Οι αντικυκλώνες αυτοί είναι : το Υψηλό των Αζορών, του Νοτίου Ατλαντικού, του Νοτίου και Βορείου Ειρηνικού, και του Ινδικού ωκεανού και περιστρέφονται σύμφωνα με τη φορά του ρολογιού στο Βόρειο Ημισφαίριο και αντίθετα στο Νότιο. Συγκεκριμένα, ο αντικυκλώνας των Αζορών είναι υπεύθυνος για τις καθιζάνουσες αέριες μάζες που κατευθύνονται προς τον Ισημερινό από τα υποτροπικά ξηρά/ερημικά κλίματα, ενώ το υψηλό του Ατλαντικού ωκεανού είναι υπεύθυνο για τη διέλευση των ατμοσφαιρικών διαταραχών που προκαλούνται προς τα Βόρεια και κατευθύνονται προς την ευρωπαϊκή ενδοχώρα. Η θέση της Μεσογείου είναι τέτοια που με βάση συγκεκριμένη εποχική περιοδικότητα επηρεάζεται είτε από το ένα κέντρο είτε από το άλλο.

Με βάση την κλιματική ταξινόμηση Korppen η Μεσόγειος ανήκει στην κλιματική κλάση Csa και Csb. Σύμφωνα με τον Korppen, το πρώτο γράμμα 'C' εκφράζει τα θερμά, εύκρατα, βροχερά κλίματα με ήπιους χειμώνες. Η μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά το θερμότερο μήνα του έτους είναι μεγαλύτερη των 10°C ενώ η μέση θερμοκρασία κατά το ψυχρότερο μήνα είναι μεταξύ 3°C και 18°C. Το επόμενο γράμμα, 's' υποδηλώνει ότι το θέρος είναι ξηρό, η βροχόπτωση του ξηρότερου μήνα είναι μικρότερη από 30mm και μικρότερη από το ένα τρίτο της βροχόπτωσης του υγρότερου μήνα. Το τρίτο γράμμα αντιπροσωπεύει το βαθμό της θερινής θερμότητας. Το 'a' υποδηλώνει μεγάλα και θερμά καλοκαίρια, με μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα μεγαλύτερη από 22°C και για τουλάχιστον 4 μήνες παρατηρούνται μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 10°C. Το 'b', δηλώνει μεγάλα και δροσερά καλοκαίρια, με μέση

μηνιαία θερμοκρασία του θερμότερου μήνα μικρότερη των 22°C και για τουλάχιστον 4 μήνες του έτους παρατηρούνται μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 10 °C. Ο τύπος Csa συναντάται σε ηπειρωτικές περιοχές και είναι ο πιο συνηθισμένος στη Μεσόγειο, ενώ ο τύπος Csb παρουσιάζεται περισσότερο στις παράκτιες περιοχές, όπου είναι συνηθισμένη η ύπαρξη σύννεφων σε μικρό υψόμετρο και ομίχλη.



Εικόνα 1.1.1 : Κατάταξη Μεσογειακού κλίματος κατά Köppen

Χαρακτηριστικά του Μεσογειακού κλίματος

Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά του

Μεσογειακού κλίματος που θα αναλυθούν ενδελεχώς παρακάτω είναι τα εξής :

1. η Θερμοκρασία
2. ο Υετός και
3. οι Άνεμοι.

1. Θερμοκρασία

Παρότι τα καλοκαίρια χαρακτηρίζονται ως θερμά και ξηρά με ελάχιστες βροχοπτώσεις, δε σημειώνονται υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες. Παράλληλα, οι παραλιακές περιοχές και τα νησιά, που κατακλύζουν τις ζώνες Μεσογειακού κλίματος, παρουσιάζουν δροσερότερο θέρος από τα ενδότερα. Ο λόγος για τον οποίο συμβαίνουν τα παραπάνω, είναι το γεγονός ότι η θερμοκρασία μετριάζεται από την επίδραση της θαλάσσιας αύρας καθώς και από τους βόρειους ανέμους που επικρατούν τα καλοκαίρια (Μιστράλ, Ετησίες κλπ.). Διαπιστώνεται, πως το θέρος των περιοχών με μεσογειακό κλίμα, χαρακτηρίζεται από μια περίοδο ζεστών ηλιόλουστων ημερών, που ο χαρακτήρας τους αυξάνει σε διάρκεια καθώς μειώνεται το γεωγραφικό πλάτος.

Σε γενικές γραμμές, παρατηρείται μια θερμοκρασιακή μεταβολή από τα παράλια, τα οποία παρουσιάζουν μικρότερες θερινές και μεγαλύτερες χειμερινές θερμοκρασίες, προς το εσωτερικό των περιοχών. Επομένως, το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος (Ε.Θ.Ε.) είναι μικρότερο πάνω από τις παραλιακές απ' ότι πάνω στις ηπειρωτικές περιοχές. Οι μέγιστες θερμοκρασίες του αέρα μπορεί να φτάσουν τους 42°C ή 45°C ενώ οι ελάχιστες ημερήσιες θερμοκρασίες μπορεί να κατέλθουν μέχρι -10°C ή -15°C.

Τέλος, ένα χαρακτηριστικό του Μεσογειακού κλίματος το οποίο δεν μπορεί να παραληφθεί είναι ο παγετός. Με τον όρο αυτό, εννοείται ότι η θερμοκρασία του αέρα μπορεί να πέσει στους 0°C ή και χαμηλότερα. Στην Ελλάδα διακρίνονται δυο είδη παγετού :

- **Ο παγετός ακτινοβολίας** ο οποίος παρατηρείται συνήθως τη νύχτα με αίθριο καιρό και με ανέμους χαμηλής έντασης ή άπνοια.
- **Ο παγετός ανέμου ή μεταφοράς** ο οποίος οφείλεται κυρίως στη μεταφορά πολύ ψυχρών αέριων μαζών μετά τη διέλευση ψυχρών μετώπων.

Ο παγετός μπορεί να προκαλέσει πολύ σημαντικά προβλήματα στη γεωργία, κυρίως όταν η εμφάνιση του συμπίπτει με την ενεργό περίοδο βλάστησης των φυτών. Το μέγεθος των ζημιών που μπορεί να προκληθούν από τον παγετό εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η εποχή του έτους σε συνδυασμό με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, το μέγεθος και η ταχύτητα πτώσης της θερμοκρασίας, το χρόνο διάρκειας του παγετού, το είδος και την ποικιλία των φυτών κλπ. Οι καταστροφές που μπορεί να επιφέρει ο παγετός είναι η μερική ή ολική καταστροφή των καρπών των δέντρων ή ακόμα μπορεί να καταστρέψει τα ίδια τα δέντρα σε συνθήκες πολύ χαμηλών θερμοκρασιών.

2. Υετός

Το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης για τις περιοχές με Μεσογειακό τύπο κλίματος κυμαίνεται μεταξύ 350mm -1000mm. Ωστόσο, υπάρχουν και κάποιοι σταθμοί οι οποίοι δέχονται ποσοστά βροχόπτωσης μικρότερα των 200mm και άλλοι οι οποίοι δέχονται βροχόπτωση μεγαλύτερη των 2000mm. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το Kotor των Δαλματικών ακτών της Γιουγκοσλαβίας, στο οποίο καταγράφεται ετήσια τιμή βροχόπτωσης περίπου 5000mm (βροχερότερη περιοχή της Ευρώπης) , και η κοιλάδα Mouloya στο Μαρόκο, η οποία έχει χαρακτηριστεί ως η ξηρότερη Μεσογειακή περιοχή με ετήσιο ποσοστό βροχόπτωσης 200 mm. Γενικά, παρατηρείται μείωση του υετού από το Βορρά προς το Νότο και από τα παράλια προς το εσωτερικό. Επιπλέον, οι υπήνεμες περιοχές δέχονται πολύ μικρότερα ποσοστά βροχόπτωσης απ' ότι οι προσήνεμες περιοχές.

Σε περίπτωση που κάποια ύφεση περάσει πάνω από περιοχές με Μεσογειακό κλίμα, προκαλεί κακοκαιρία και συγκεκριμένα βροχοπτώσεις όμοιες με εκείνες των θαλάσσιων κλιμάτων. Τέλος, παρατηρείται αύξηση της βροχόπτωσης και της χιονόπτωσης με το υψόμετρο σε τέτοιο βαθμό ώστε ορισμένες ορεινές περιοχές να ταξινομούνται πλέον στα ορεινά κλίματα μετά από κάποιο υψόμετρο.

3. Άνεμοι

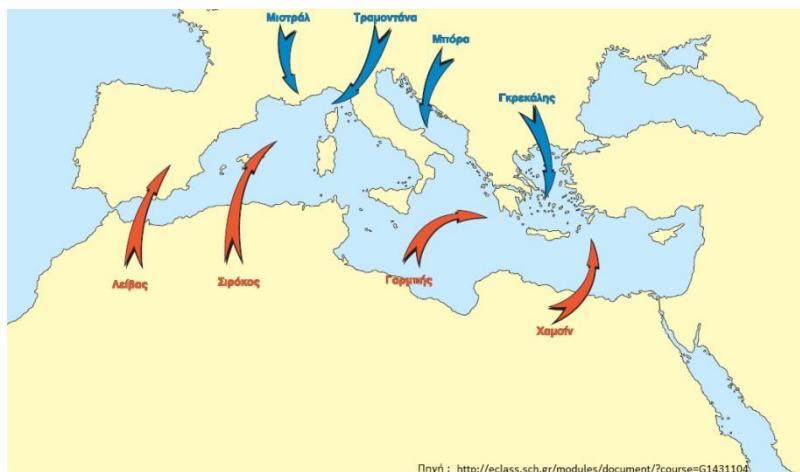
Κατά τη διάρκεια του έτους επικρατούν τοπικοί άνεμοι οι οποίοι πνέουν από το εσωτερικό των ηπείρων προς τα παράλια. Αυτοί πολλές φορές με τη μορφή καταβατικών ανέμων επιφέρουν σημαντικά προβλήματα τόσο στον καιρό όσο και στο κλίμα της περιοχής στην οποία πνέουν. Κάποια από τα βασικότερα συστήματα ανέμων στην περιοχή της Μεσογείου στα οποία συμβάλλει σημαντικά η τοπογραφία είναι τα εξής :

- ο **Bora** είναι ξηρός και ψυχρός καταβατικός άνεμος που συναντάται στις ανατολικές ακτές της Βόρειας Αδριατικής. Η διεύθυνσή του είναι ΒΑ και εμφανίζει μεγαλύτερη συχνότητα κατά τη χειμερινή περίοδο του έτους. Το καλοκαίρι είναι ασθενής καθώς τον εξασθενεί η θαλάσσια αύρα, η οποία έχει αντίθετη διεύθυνση και μεγαλύτερη ένταση. Σε συνθήκες αντικυκλωνικής κυκλοφορίας ο καιρός είναι αίθριος, υπάρχει καλή ορατότητα και παρατηρείται ξηρασία. Αντίθετα σε κυκλωνικές συνθήκες συναντάται αυξημένη νέφωση και βροχοπτώσεις ή ψεκάδες.
- ο **Sirocco** είναι άνεμος ΝΑ διεύθυνσης που προέρχεται από τη Βόρεια Αφρική. Ξεκινά από τη Βόρεια Αφρική ως ξηρός και θερμός όμως κατά τη διέλευση του πάνω από τα ψυχρά νερά της Μεσογείου προκαλείται συμπύκνωση των υδρατμών του αέρα με συνέπεια πολύ χαμηλές νεφώσεις, ψεκάδες ή βροχή και περιορισμένη ορατότητα. Τα καιρικά φαινόμενα που τον συνοδεύουν εξαρτώνται από το μήκος της τροχιάς του πάνω από τη θάλασσα και από την ένταση του ανέμου. Πολλές φορές συμπαρασύρει σκόνη από την έρημο γι αυτό και χαρακτηρίζεται ως αποπνικτικός άνεμος.
- ο **Mistral** είναι Β-ΒΔ καταβατικός άνεμος που συναντάται στη Νότια Γαλλία. Είναι θερμός και ξηρός άνεμος ο οποίος δημιουργείται όταν επικρατούν χαμηλές πιέσεις στις Ανατολικές περιοχές της Δυτικής Μεσογείου και υψηλές στη ΒΔ Γαλλία. Εμφανίζει μεγαλύτερη ένταση το χειμώνα σε σχέση με του υπόλοιπους μήνες και συνοδεύεται κυρίως από αίθριο καιρό (εξαίρεση αποτελούν ορισμένες περιπτώσεις στις οποίες το πέρασμα του ακολουθεί κάποιο ψυχρό μέτωπο).
- ο **Γραίγος** είναι ισχυρός ΒΑ άνεμος που συναντάται το χειμώνα στη Κεντρική και Δυτική Μεσόγειο. Αίτιο δημιουργίας του θεωρείται ο συνδυασμός υψηλών πιέσεων, της Ανατολικής Ευρώπης και των Βαλκανίων, με το χαμηλό βαρομετρικό των Νότιων περιοχών της Ανατολικής Μεσογείου. Συνήθως συνοδεύεται είτε από αίθριο είτε από βροχερό καιρό διάρκειας 2 έως 5 ημερών. Η ένταση του το καλοκαίρι είναι εξαιρετικά χαμηλή ενώ το καλοκαίρι παύει.

- η **Τραμωνιάννα** είναι ισχυρός, ψυχρός και ξηρός άνεμος, Βόρειας συνιστώσας. Δημιουργείται από τη διαφορά πίεσης που προκαλείται μεταξύ ενός συστήματος υψηλής πίεσης πάνω από τον Ατλαντικό ή τη ΒΔ Ευρώπη, και ενός συστήματος χαμηλής πίεσης πάνω από τον κόλπο του Λέοντα στη Μεσόγειο. Παρουσιάζει παρόμοια χαρακτηριστικά με τα αντίστοιχα του Μιστραλ μονο που έχουν διαφορετική διεύθυνση.
- **Ετησίες άνεμοι ή Μελέμια** Οι άνεμοι αυτοί είναι κυρίως ξηροί και χαρακτηρίζονται από αίθριο καιρό. Τα Μελέμια του Αιγαίου εμφανίζονται κυρίως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όταν οι βόρειες ακτές της Αφρικής και της Αραβίας θερμαίνονται σε μεγάλο βαθμό, έτσι ώστε να παρατηρείται πτώση της ατμοσφαιρικής πίεσης. Μ' αυτό τον τρόπο δημιουργούνται άνεμοι στην Ανατολική λεκάνη της Μεσογείου, η διεύθυνση των οποίων είναι περίπου Βόρεια και μεταβάλεται ανάλογα με τη διαμόρφωση των ακτών. Πνέουν από τα μέσα Μαΐου μέχρι περίπου τα τέλη Οκτωβρίου και χαρακτηρίζονται ως Πρόδρομοι Ετησίες για την περίοδο Μαΐου – Ιουλίου, ως Κύριοι Ετησίες για την περίοδο Ιουλίου – Σεπτεμβρίου και ως Μετόπωροι για την περίοδο Σεπτεμβρίου – Οκτωβρίου. Κατά τη διάρκεια τους παρατηρείται γενικά σταθερός και αίθριος καιρός με απουσία βροχής και σχετικά χαμηλής υγρασίας. Φαινόμενα κακοκαιρίας όπως καταιγίδες παρατηρούνται κυρίως στο Βόρειο Αιγαίο κατά το πέρασμα ψυχρών μετώπων.

Άλλοι χαρακτηριστικοί τοπικοί άνεμοι οι οποίοι πνέουν στη Μεσόγειο είναι :

ο **Λεβάντες** (Α), ο **Πουνέντες** (Δ), ο **Γαρμπής** (ΝΔ), ο **Όστρια** (Ν).



Εικόνα 1.1.2 : Τοπικοί άνεμοι της Μεσογείου

Υποδιαιρέσεις του Μεσογειακού κλίματος

Λόγω της μεγάλης ποικιλομορφίας που παρουσιάζει το Μεσογειακό κλίμα έχουν προταθεί κάποιες υποδιαιρέσεις αυτού. Μια από τις επικρατέστερες είναι αυτή του de Martone. Έτσι, διαχωρίζονται σε :

- ✚ το Ωκεάνιο ή Πορτογαλικό κλίμα του οποίου η τιμή του ετήσιου θερμοκρασιακού εύρους είναι σχετικά μικρή. Χαρακτηρίζεται από θερινή ξηρασία ενώ το μέγιστο ποσό βροχόπτωσης καταγράφεται στο τέλος του Φθινοπώρου ή στις αρχές του χειμώνα. Οι περιοχές στις οποίες υπερισχύει είναι η Πορτογαλία, το Μαρόκο, η Αλγερία, στα νησιά του Ατλαντικού στις ακτές της Ισπανίας ενώ θα μπορούσε να ταξινομηθεί και στα δυτικά παράλια της Ιταλίας και του Ιονίου Πελάγους.
- ✚ το Ελληνικό ή Ηπειρωτικό Μεσογειακό κλίμα το οποίο παρουσιάζει ετήσιο και ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος (Η.Θ.Ε. και Ε.Θ.Ε.) μεγαλύτερο από το προηγούμενο. Χαρακτηρίζεται και αυτό από θερινή ξηρασία ,μεγαλύτερης διάρκειας του ωκεάνιου μεσογειακού κλίματος, και το μέγιστο ποσοστό της βροχόπτωσης καταγράφεται για την περίοδο Δεκεμβρίου-Ιανουαρίου. Επικρατεί κυρίως στην Ελληνική χερσόνησο καθώς και στις Ανατολικές ακτές και τα παράλια της Μ. Ασίας.
- ✚ το Συριακό Μεσογειακό κλίμα το οποίο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί και ως μεταβατικό κλίμα μεταξύ του ελληνικού και του ερημικού. Σ' αυτήν την κατηγορία σημειώνεται μεγάλο ετήσιο και ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος (Ε.Θ.Ε. και Η.Θ.Ε.). Και πάλι καταγράφεται μεγάλη θερινή ξηρασία και ελάχιστες βροχοπτώσεις. Οι περιοχές στις οποίες κυριαρχεί είναι το Λίβανο, η Συρία, η Αλγερία και το εσωτερικό της Μ. Ασίας.
- ✚ το Μεσογειακό κλίμα των Ετησίων Ανέμων στο οποίο κατά τη διάρκεια του θέρους πνέουν ετησίες άνεμοι. Χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια, ενώ παράλληλα καταγράφονται μικρές τιμές βροχόπτωσης και μεγάλη περίοδος ξηρασίας κατά τη διάρκεια του θέρους. Επικρατεί κυρίως στην περιοχή του Αιγαίου Πελάγους και κύριο χαρακτηριστικό αυτού του κλίματος είναι οι ισχυροί άνεμοι.

1.2 Το κλίμα της Ελλάδας

Η Ελλάδα ανήκει στη βόρεια εύκρατη ζώνη και συγκεκριμένα μεταξύ του 34^{ου} και 42^{ου} παραλλήλου. Πιο αναλυτικά, βρίσκεται στο Νοτιοανατολικό άκρο της Βαλκανικής χερσονήσου, της Μεσογείου λεκάνης και γι αυτό το λόγο το κλίμα της επηρεάζεται σημαντικά από τα μόνιμα/εποχικά βαρομετρικά συστήματα της περιοχής. Αυτά είναι κυρίως ο Σιβηρικός αντικυκλώνας, ο αντικυκλώνας των Αζορών και το χαμηλό του Πακιστάν. Ο πρώτος, είναι αρκετά ισχυρός το χειμώνα και δρα με τη μορφή σφήνας στη Βαλκανική. Το καλοκαίρι, ο Σιβηρικός αντικυκλώνας διαλύεται, η χέρσος θερμαίνεται και αναπτύσσεται σταδιακά η ζώνη χαμηλών πιέσεων της Νοτιοανατολικής Ασίας (χαμηλό του Πακιστάν) η οποία απλώνεται προς την Ανατολική Μεσόγειο.

Η Ελληνική περιοχή χαρακτηρίζεται από κλίμα μεσογειακού τύπου, δηλαδή επικρατούν ήπιοι, υγροί χειμώνες και σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια. Γενικότερα, κατά τη διάρκεια του έτους παρατηρούνται μακρές περιόδους ηλιοφάνειας (Μπαλαφούτης, 1984). Ωστόσο, σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας παρατηρούνται ορισμένοι κλιματικοί τύποι, στα πλαίσια του Μεσογειακού κλίματος φυσικά. Αυτό οφείλεται στη διαφορετική διαμόρφωση της τοπογραφίας που παρουσιάζει η χώρα καθώς υπάρχουν περιοχές με μεγάλα υψόμετρα, όπως είναι οι μεγάλες οροσειρές κατά μήκος της κεντρικής Ελλάδας αλλά και περιοχές με πολύ μικρότερα υψόμετρα αφού η Ελλάδα βρέχεται από τα νερά της Μεσογείου. Έτσι το κλίμα είναι πιο ξηρό Ανατολικά της χώρας και πιο υγρό στα Βορειοδυτικά (μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης για τη Δυτική Ελλάδα ~1000 mm ενώ για την Ανατολική ~580 mm για την ίδια χρονική περίοδο).

Γενικότερα, οι θερμοκρασίες στις παραθαλάσσιες περιοχές είναι σπάνια ακραίες καθώς μετριάζονται από τη θαλάσσια αύρα και τους βόρειους ανέμους που επικρατούν στο Αιγαίο (ετησίως). Αντίθετα, τα μεγαλύτερα θερμοκρασιακά εύρη καταγράφονται στις κλειστές εσωτερικές πεδιάδες και στα υψίπεδα της χώρας τόσο σε ετήσια όσο και σε ημερήσια βάση. Χιονοπτώσεις σημειώνονται στα ορεινά από τέλη Σεπτεμβρίου, σε πεδινές περιοχές από το Δεκέμβριο μέχρι το Μάρτιο και σπάνια στις παραθαλάσσιες περιοχές των νησιών. Φαινόμενα καύσωνα, τα οποία δε διαρκούν περισσότερο από τρεις περίπου ημέρες επηρεάζουν κυρίως τις πεδινές περιοχές και είναι συχνότερα τον Ιούλιο και τον Αύγουστο.

Το έτος μπορεί να χωριστεί σε δυο περιόδους από κλιματολογικής άποψης. Η πρώτη είναι η ψυχρή και βροχερή χειμερινή περίοδος, η οποία διαρκεί από τα μέσα Οκτωβρίου μέχρι το τέλος Μαρτίου. Κατά την περίοδο αυτή οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, με μέσο όρο ελάχιστης θερμοκρασίας στις παραθαλάσσιες περιοχές από 5°C-

10°C, στις ηπειρωτικές περιοχές από 0°C-5°C και τιμές κάτω από 0°C στις βόρειες περιοχές. Η δεύτερη περίοδος χαρακτηρίζεται ως άνομβρη και διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο. Χαρακτηρίζεται από αίθριο καιρό, ελάχιστες βροχοπτώσεις και συγκεκριμένα σπάνιες καταιγίδες μικρής διάρκειας.

Κατά τη χειμερινή περίοδο, οι βροχές δε διαρκούν για πολλές ημέρες και ο ουρανός δε μένει συννεφιασμένος για αρκετές συνεχόμενες ημέρες, όπως συμβαίνει σε άλλες περιοχές της Γης. Τέλη Ιανουαρίου με μέσα Φεβρουαρίου η χειμερινή κακοκαιρία διακόπτεται από ηλιόλουστες ημέρες, τις γνωστές από την αρχαιότητα ως 'Αλκυονίδες'. Κατά τη θερμότερη περίοδο, η οποία σημειώνεται το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο του Αυγούστου, καταγράφονται οι υψηλότερες θερμοκρασίες του έτους οι οποίες κυμαίνονται από 29°C-35°C.

Οι εποχές κατά τη διάρκεια του έτους δεν τηρούν ακριβώς την τρίμηνη διαδοχή τους. Λεπτομερέστερα, η Άνοιξη έχει μικρή διάρκεια, διότι ο μεν Χειμώνας είναι όψιμος, το δε Καλοκαίρι αρχίζει πρώιμα ενώ η διάρκεια του Φθινοπώρου, το οποίο είναι μακρύ και θερμό, παρατείνεται αρκετά (κάποιες φορές μέχρι τα μέσα Δεκεμβρίου).

Ο διαχωρισμός της Ελλάδας με βάση το κλίμα απασχόλησε πολλούς ερευνητές και διατυπώθηκαν πολλές απόψεις. Μια από τις επικρατέστερες είναι αυτή του Η. Μαριολόπουλου ο οποίος διαχωρίζει την Ελλάδα στις εξής κλιματικές περιοχές :

- **Ορεινή περιοχή**, η οποία περιλαμβάνει τους μεγάλους ορεινούς όγκους που εκτείνονται ΒΒΔ προς ΝΝΑ και συγκεκριμένα στη Βόρεια, τη Κεντρική Ελλάδα και την Κρήτη. Στις περιοχές αυτές συμβάλλει σημαντικά η επίδραση του υψομέτρου τόσο στη θερμοκρασία του αέρα όσο και στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Το κλίμα, ιδιαίτερα στη Βόρεια Ελλάδα πλησιάζει το Ηπειρωτικό-Μεσο-ευρωπαϊκό.
- **Η περιοχή της Βόρειας Ελλάδας**, στην οποία το κλίμα αποτελεί μετάβαση από το Μεσογειακό προς το Ηπειρωτικό, και η οποία περιλαμβάνει τις περιοχές της Ηπείρου, της Θεσσαλίας, της Μακεδονίας και της Θράκης. Χαρακτηρίζεται από σχετικά μεγάλο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος, συγκεκριμένα μεγαλύτερο των 20°C, κανονική κατανομή βροχόπτωσης και μείωση της ξηρής περιόδου σε 1-2 μήνες.
- **Η περιοχή του Ιονίου (θαλάσσια μεσογειακή)**, η οποία χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες, αυξημένα ποσοστά βροχόπτωσης τα οποία καταγράφονται κυρίως κατά τη διάρκεια του Χειμώνα και λιγότερο την Άνοιξη και το Φθινόπωρο. Παρουσιάζει μικρό ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος, το οποίο ανέρχεται σε 16°C-17°C. Περιλαμβάνει τις Δυτικές ακτές της Ελλάδας και τα νησιά του Ιονίου Πελάγους.
- **Η περιοχή του Αιγαίου (χερσαία μεσογειακή)**, στην οποία το κλίμα πλησιάζει σημαντικά προς αυτό της προηγούμενης ωστόσο είναι ψυχρότερο το χειμώνα και

ξηρότερο. Το ετήσιο ύψος βροχόπτωσης είναι σημαντικά μικρότερο από το αντίστοιχο που παρατηρείται στις περιοχές της Δυτικής Ελλάδας, ενώ το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος κυμαίνεται μεταξύ $13,7^{\circ}\text{C}$ - 19°C . Περιλαμβάνει τις περιοχές της ΝΑ Ελλάδας μέχρι τη Θεσσαλία, τα νησιά του Αιγαίου και την Κρήτη. Ο ουρανός στις περιοχές αυτές έχει μοναδική διαύγεια ατμόσφαιρας και αποκτά ξεχωριστό γαλάζιο χρώμα εξαιτίας της ξηρότητας του κλίματος.

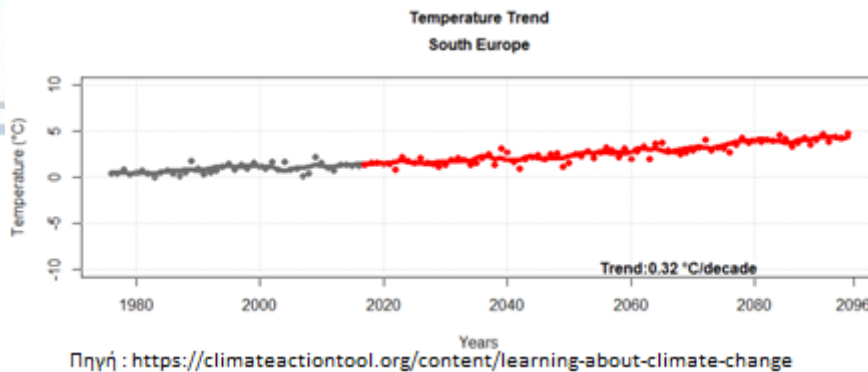
- **Η Νοτιο-κρητική περιοχή (ημι-ερημοειδής μεσογειακή)**, η οποία αποτελεί κλιματικά μια μετάβαση από το Μεσογειακό προς το ημιερημικό κλίμα. Χαρακτηρίζεται από μικρό ύψος βροχοπτώσεων, ήπιο χειμώνα και ξηρή περίοδο μεγάλης διάρκειας. Περιλαμβάνει τις περιοχές της ΝΑ Κρήτης.

1.3 Κλιματική Αλλαγή

Η ραγδαία αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια έχει απασχολήσει την κοινωνία και ιδιαίτερα τους επιστήμονες. Μελετώντας το κλίμα της Γης, διαπιστώθηκε πως αυτό δεν είναι σταθερό σ' ένα τόπο αλλά μεταβάλλεται συνεχώς. Τα τελευταία 420.000 χρόνια έχουν καταγραφεί τέσσερις κλιματικοί κύκλοι, με επτά περιόδους παγετώνων εκ των οποίων ο τελευταίος σηματοδοτείται πριν από 15.000 χρόνια περίπου. Εκτός από τις παγετώνειες περιόδους υπήρχαν και οι θερμές εποχές όπως αυτή που σημειώνεται κατά τη διάρκεια του Μεσοζωϊκού όπου ζούσαν οι δεινόσαυροι (Μπούζια, 2016).

Με τον όρο κλιματική αλλαγή ορίζεται ως η μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος, δηλαδή της μέσης κατάστασης του καιρού, η οποία μπορεί να οφείλεται είτε σε ανθρωπογενείς είτε σε φυσικές επιδράσεις. Έχει διαπιστωθεί πως το μεγαλύτερο ποσοστό επιδείνωσης του φαινομένου κλιματικής αλλαγής, οφείλεται κυρίως στην εκπομπή θερμοκηπικών αερίων τα οποία προέρχονται από διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι αλλαγές των χρήσεων της γης, κυρίως η αποψίλωση δασικών περιοχών, η αστικοποίηση και άλλα.

Με βάση τα σενάρια του IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change), η αξιοσημείωτη αύξηση των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου, όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο κλπ. θα οδηγήσει μέχρι το 2100, σε αύξηση της παγκόσμιας επιφανειακής θερμοκρασίας σε εύρος $1,7^{\circ}\text{C}$ έως 4°C , σε αύξηση του επιπέδου στάθμης της θάλασσας από 22 έως 75cm καθώς και στη μεταβολή του ποσοστού ύψους της βροχόπτωσης.



Εικόνα 1.3.1 : Μεταβολή της θερμοκρασίας μέχρι το 2100 για την περιοχή της Ν. Ευρώπης

Πιο αναλυτικά, τα φαινόμενα τα οποία εμφανίζονται ως αποτέλεσμα των κλιματικών αλλαγών είναι :

- **Αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας** , η οποία τεκμηριώνεται με την αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας του πλανήτη από το 1880 με τη μεγαλύτερη να λαμβάνει χώρα μετά το 1970.
- **Αύξηση της συχνότητας εμφάνισης των ακραίων καιρικών φαινομένων**, όπως είναι ο καύσωνας, οι πλημμύρες και η ξηρασία τα οποία έχουν σημαντική επίδραση στην κοινωνία και στα οικοσυστήματα.
- **Αύξηση του ποσοστού βροχόπτωσης**, η οποία προκύπτει σαν αποτέλεσμα της αύξησης της εξάτμισης από τη λόγω θερμοκρασιακής άνοδου. Σημειώνεται πως το μέσο ύψος βροχής θα είναι μεγαλύτερο στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, ενώ στα μεσαία βόρεια γεωγραφικά πλάτη η αύξηση του ύψους βροχόπτωσης εντοπίζεται το χειμώνα.
- **Μεταβολή στις κινήσεις της ατμόσφαιρας**, οι οποίες επηρεάζουν την ατμοσφαιρική κυκλοφορία έτσι ώστε σε κάποιες περιοχές να αναμένεται αύξηση της ξηρασίας κυρίως κατά τους θερινούς μήνες ενώ σε άλλες να σημειώνεται αύξηση της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα.
- **Αύξηση της θερμοκρασίας και του όγκου των θαλασσών**, με την αύξηση της θερμοκρασίας ενισχύεται η τροφοδότηση των ωκεανών από ποσότητες νερού λόγω τήξης των παγετώνων με αποτέλεσμα την άνοσο της στάθμης της θάλασσας.
- **Αύξηση της οξύτητας των ωκεανών**, φαινόμενο το οποίο παρατηρείται από το 1750 εξαιτίας της αυξημένης ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα στους ωκεανούς. Σήμερα ο ρυθμός αυτός έχει αυξηθεί σε 2 δισεκατομμύρια τόνους ετησίως, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η οξύτητα των ωκεανών κατά 30%.

Η Διακυβερνητική επιτροπή για την κλιματική αλλαγή (IPCC, International Panel on Climate Change) είναι ο κυρίαρχος διεθνής φορέας για τη μελέτη και την εκτίμηση της κλιματικής αλλαγής. Ιδρύθηκε το 1988 από το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών και συγκεκριμένα από το (United Nation Environment Program (UNEP)) και τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό οργανισμό (WMO, World Meteorological Organization). Σκοπός του είναι η επιστημονική μελέτη των κλιματικών μεταβολών που λαμβάνουν χώρα στον πλανήτη καθώς και των πιθανών οικονομικοκοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων που αυτές θα έχουν. Η επιτροπή αξιολογεί και εκτιμά όλες τις νέες επιστημονικές πληροφορίες πάνω στην κλιματική αλλαγή που σχετίζονται με την ανθρώπινη δραστηριότητα, και προτείνει πολιτικές και δράσεις για την αποφυγή ή αντιμετώπιση κινδύνων που προκύπτουν στο παρόν και στο μέλλον. Ο οργανισμός αποτελείται από χιλιάδες μέλη-επιστήμονες σε ολόκληρο τον κόσμο, μερικοί εκ των οποίων εργάζονται σε εθελοντική βάση (IPCC, 2013).

Το IPCC προτείνει κάποιες οικογένειες σεναρίων για τη μελέτη του κλίματος στο παρελθόν, στο παρόν και στο μέλλον, οι οποίες επανεξετάζονται και βελτιώνονται. Με τον όρο σενάριο, ορίζεται η περιγραφή η οποία αποδίδει όσο το δυνατό καλύτερα μια κατάσταση η οποία αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα και η οποία βασίζεται σε μια σειρά παραδοχών για τις βασικές συνιστώσες που καθοδηγούν τις μεταβολές στο κλίμα. Τα σενάρια αυτά δεν κάνουν προγνώσεις ή προβλέψεις για το μέλλον αλλά έχουν ως στόχο να αποτελέσουν τη βάση για την εκτίμηση παραμέτρων έτσι ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα που θα καταστείλουν ή θα περιορίσουν την κλιματική αλλαγή.

Στα πλαίσια του IPCC έχουν αναπτυχθεί πολλές κατηγορίες σεναρίων ορισμένες από τις οποίες είναι : τα κλιματικά σενάρια, τα σενάρια εκπομπών, τα RCPS (Representative Concentration Pathways) και τα SRES σενάρια εκπομπών τα οποία σε συνδυασμό με άλλα μπορούν να κάνουν κλιματικές εκτιμήσεις για το μέλλον (Παυλίδης, 2015).

Το IPCC έχει δημοσιεύσει μέχρι σήμερα πέντε εκθέσεις (1990, 1995, 2001, 2007 και 2013) και σύμφωνα με την τελευταία (AR5) θεωρείται αναπόφευκτη η υπερθέρμανση του πλανήτη. Οι συγκεντρώσεις των θερμοκηπικών αερίων έχουν αυξηθεί σε πρωτοφανή επίπεδα, με το διοξείδιο του άνθρακα CO₂ να παρουσιάζει αύξηση κατά 40% σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή. Σαν αποτέλεσμα των παραπάνω, επέρχεται η αύξηση θερμοκρασίας

των ωκεανών και της ατμόσφαιρας, η αύξηση του επιπέδου στάθμης της θάλασσας και η μείωση της χιονοκάλυψης και της παγοκάλυψης.

Στην πέμπτη έκθεση του IPCC τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή του κλίματος είναι αρκετά εξελιγμένα σε σχέση με αυτά του παρελθόντος. Έτσι, μπορεί να επιτευχθεί σημαντική βελτίωση στη μελέτη της θερμοκρασίας καθώς είναι δυνατό πλέον να εξεταστεί η θερμοκρασιακή τάση για συγκεκριμένες περιόδους. Έχει επίσης σημειωθεί σημαντική βελτίωση στους μηχανισμούς περιγραφής των κατακρημνισμάτων, όχι όμως σε τόσο ικανοποιητικά επίπεδα όσο της θερμοκρασίας, ενώ το σημείο το οποίο δεν εμφανίζει σημαντική βελτίωση είναι αυτό το οποίο σχετίζεται με τη φυσική των νεφών. Τέλος, βελτίωση παρατηρείται στη μελέτη της ανθρωπογενούς επίδρασης στο περιβάλλον, με την οποία επιβεβαιώνεται πως η ανθρωπογενής δραστηριότητα συμβάλλει ξεκάθαρα στην επιδείνωση της κλιματικής μεταβολής.

1.3.2 Κλιματικά Μοντέλα

Με τη χρήση των κλιματικών μοντέλων, είναι εφικτό να γίνει η εκτίμηση, δηλαδή η προσομοίωση και η μελέτη των τάσεων μιας σειράς κλιματικών παραμέτρων για το μέλλον. Τα κλιματικά μοντέλα μπορούν να εμφανίσουν διαφορετικά αποτελέσματα. Αυτό συμβαίνει επειδή το κάθε μοντέλο για την αποτύπωση του κλίματος, χρησιμοποιεί διαφορετική προσομοίωση της πραγματικής κατάστασης. Είναι αρκετά δύσκολο και πολύπλοκο να πραγματοποιηθεί μια προσομοίωση που θα είναι πραγματικά καλή, καθώς αυτό απαιτεί τη συνεχή προσπάθεια της επιστήμης, έτσι ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη συμφωνία με την πραγματικότητα. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για κάθε μοντέλο και τα αποτελέσματα των καιρικών φαινομένων μιας πρόγνωσης πρέπει να ελέγχονται άμεσα. Συνίσταται η χρήση της στατιστικής έτσι ώστε να συλλεχθούν πληροφορίες και να μπορέσει να γίνει η πρόγνωση με το κατάλληλο κλιματικό μοντέλο. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται μοντέλα τα οποία εκτιμούν μελλοντικές κλιματικές παραμέτρους αναφερόμενες σε χρονικές κλίμακες δεκάδων ή εκατοντάδων ετών (Λογοθέτης, 2014).

Ένα κλιματικό μοντέλο μπορεί να θεωρηθεί αξιόπιστο, ανάλογα με το πόσο 'καλά' καταφέρνει να προσομοιώσει την πραγματικότητα, συγκρίνοντας τα αποτελέσματά του με τις παρατηρήσεις. Δεν είναι λίγες οι φορές όπου κατά τη χρήση ενός μοντέλου παρουσιάζονται προβλήματα σε σχέση με τη χρήση κάποιων παραμέτρων οι οποίες σχετίζονται μεταξύ τους με αρκετά περίπλοκο τρόπο, επηρεάζοντας έτσι τα τελικά αποτελέσματα. Γι' αυτό το λόγο το μοντέλο ελέγχεται ως προς τις επιμέρους παραμέτρους είτε με αριθμητικές μεθόδους είτε με



φυσική παραμετροποίηση. Για τον έλεγχο ολόκληρου του μοντέλου, η προσοχή εστιάζεται στα ολικά αποτελέσματα του.

Σύμφωνα με το IPCC,(IPCC,2013) υπάρχει ικανός αριθμός μοντέλων για την περιγραφή της θερμοκρασίας στο μέλλον. Τα μοντέλα τα οποία χρησιμοποιούνται και τείνουν να έχουν μικρές τιμές σφάλματος, προβλέπουν θερμοκρασιακή αύξηση στην επιφάνεια της Γης για τον εικοστό πρώτο αιώνα.

Οι λόγοι για τους οποίους μπορούν να προκύψουν διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων των κλιματικών μοντέλων και της πραγματικότητας είναι :

- Διαφορές στις κλιματικές και μετεωρολογικές παραμέτρους.
- Αβεβαιότητα για το παρατηρούμενο πλέγμα.
- Απρόβλεπτες εσωτερικές αστάθειες.

Γενικά τα κλιματικά μοντέλα βασίζονται σε φυσικές, βιολογικές και χημικές διεργασίες. Γι' αυτό το λόγο παρέχουν δεδομένα τα οποία είναι διακριτά στο χώρο και στο χρόνο, δηλαδή τα αποτελέσματα αντιπροσωπεύουν μέσες τιμές ανά περιοχή, η οποία εξαρτάται από τη χωρική ανάλυση του μοντέλου, για συγκεκριμένες περιόδους.

1.3.3 Representative Concentration Pathways (RCPs)

Στην Πέμπτη Έκθεση Αξιολόγησης για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC, 2013), αναπτύχθηκε η ομάδα σεναρίων RCPs (Representative Concentration Pathways). Αυτά είναι σενάρια που περιλαμβάνουν χρονοσειρές εκπομπών, τις συγκεντρώσεις θερμοκηπικών αερίων καθώς και των αιωρούμενων σωματιδίων. Ακόμα, εξετάζουν τις χημικές δραστηριότητες των αερίων στην ατμόσφαιρα, την κάλυψη της και της γήινης επιφάνειας και την χρήση της γης.

Στην ομάδα σεναρίων RCPs, ο πρώτος όρος 'Representative' (αντιπροσωπευτικός) υποδεικνύει πως το κάθε σενάριο, προωθεί ένα μόνο από τα πολλά πιθανά σενάρια που οδηγούν σε ορισμένα χαρακτηριστικά του κλιματικού εξαναγκασμού (radiative forcing). Με τον όρο 'Pathways', τονίζεται η ιδιαίτερη σημασία της *πορείας* κάθε χρονοσειράς για να επιτευχθεί το συγκεκριμένο αποτέλεσμα, και ότι δεν αποτελεί απλά αποτύπωμα της τελικής εκπομπής, αφού κάθε σενάριο διαφέρει σημαντικά ως προς τον ρυθμό αλλαγής των παραμέτρων.

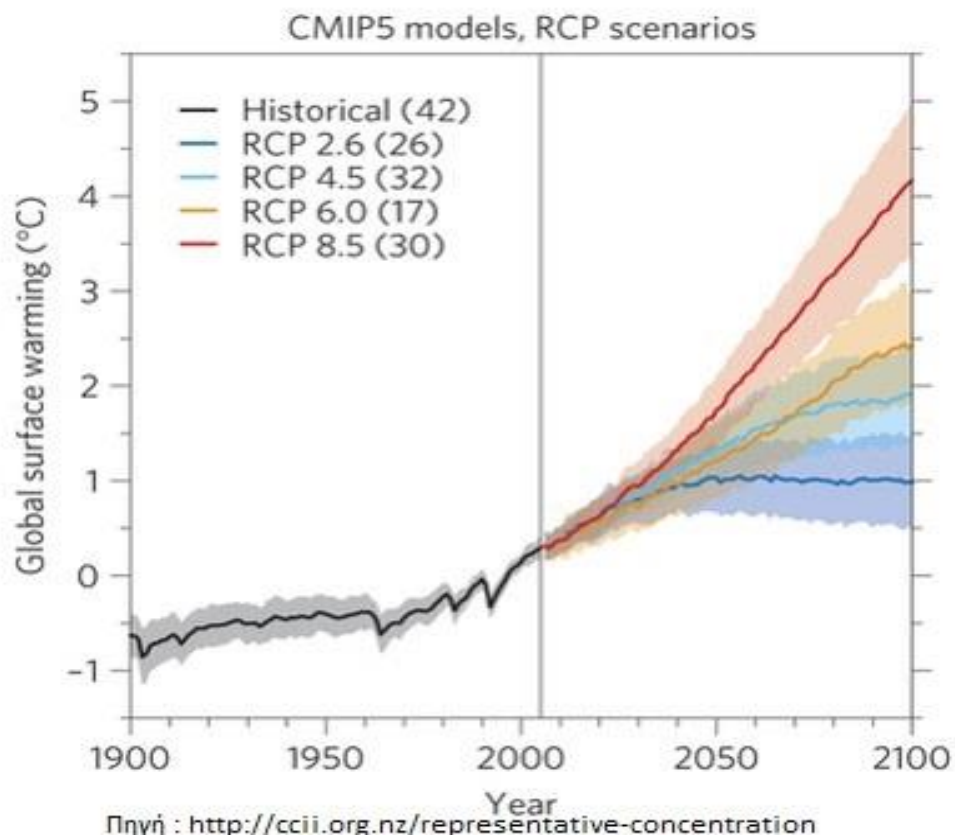
Η οικογένεια σεναρίων των RCPs, αναφέρεται στο μέλλον και καλύπτει χρονικά την περίοδο μέχρι και το 2100. Περιλαμβάνει τέσσερα σενάρια κάθε ένα από τα οποία υποδηλώνει διαφορετικό κλιματικό εξαναγκασμό (radiative forcing). Αυτά περιγράφουν πιθανές μεταβολές

στις εκπομπές θερμοκηπικών αερίων και στη συμβολή αυτών στην κλιματική αλλαγή. Τα τέσσερα αυτά σενάρια (Παυλίδης, 2015) είναι τα :

- **RCP2.6** : στο σενάριο αυτό, ο κλιματικός εξαναγκασμός αυξάνεται μέχρι το 2100 κατά 3W/m^2 περίπου, και μετά μειώνεται.
- **RCP4.5 και RCP6** : αποτελούν δυο μετριοπαθή σενάρια με βάση τα οποία ο κλιματικός εξαναγκασμός κυμαίνεται περίπου στα 4.6W/m^2 και 6W/m^2 μετά το 2100.
- **RCP8.5** : είναι το ακραίο σενάριο, στο οποίο ο κλιματικός εξαναγκασμός φτάνει σε τιμές μεγαλύτερες από 8.5W/m^2 και τείνει να έχει αυξητική τάση για ένα διάστημα μετά το 2100.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα σενάρια RCPs εστιάζουν σε ανθρωπογενείς πηγές εκπομπών. Ωστόσο, δεν περιλαμβάνουν φυσικές μεταβολές, όπως οι μεταβολές ηλιακής δραστηριότητας ή μη αναμενόμενες φυσικές εκπομπές όπως η έκρηξη ενός ηφαιστείου. Τα σενάρια αυτά θα καθορίζουν στο εγγύς μέλλον τις προτάσεις που θα παρατίθενται για την ακολουθούμενη πολιτική, με στόχο την προστασία του κλίματος. Η λειτουργία τους σχετίζεται άμεσα με τον συνδυασμό απλών κλιματικών μοντέλων, μοντέλων εκτίμησης της ατμοσφαιρικής χημείας καθώς και με μοντέλα περιγραφής του κύκλου του άνθρακα.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η παγκόσμια θερμοκρασιακή μεταβολή με βάση τα σενάρια RCPs. Πιο αναλυτικά, με το RCP2.6 παρατηρείται αύξηση της παγκόσμιας επιφανειακής θερμοκρασίας μέχρι το 2100 κατά $0,6^\circ\text{C}$. Με τα μετριοπαθή σενάρια RCP4.5 και RCP6 σημειώνεται αύξηση κατά $1,3^\circ\text{C}$ και 2°C αντίστοιχα ενώ με το ακραίο σενάριο RCP8.5 η θερμοκρασία αυξάνεται σε παγκόσμια κλίμακα κατά $3,8^\circ\text{C}$. Όσο αφορά το ρυθμό της θερμοκρασιακής αύξησης, το RCP8.5 παρουσιάζει γραμμική αύξηση ενώ στα υπόλοιπα σενάρια η άνοδος της θερμοκρασίας εντοπίζεται έως το 2050 στο RCP2.6, έως το 2060 στο RCP4.5 και τέλος έως το 2070 στο RCP6

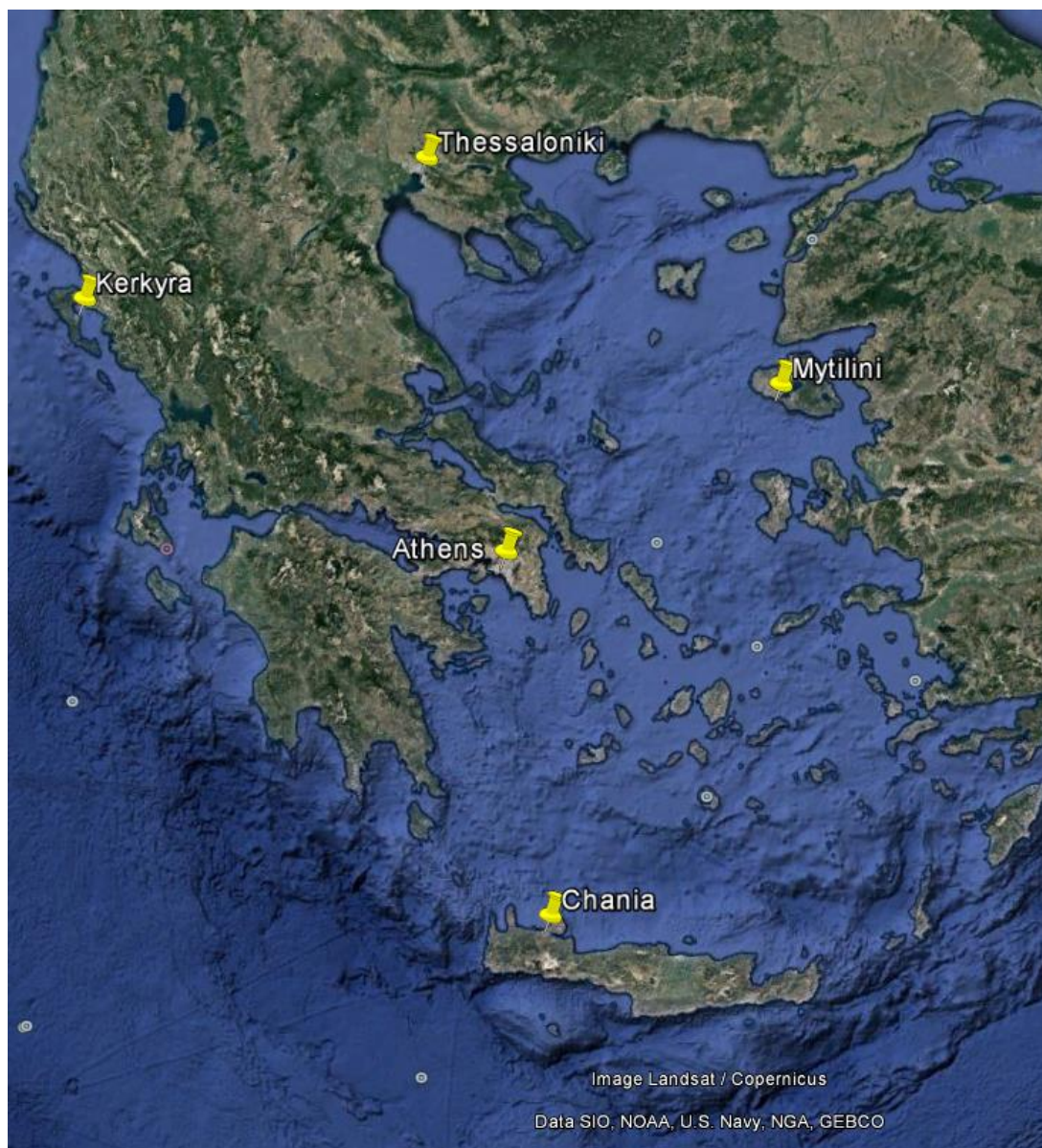


Εικόνα 1.3.2 : Η παγκόσμια θερμοκρασιακή μεταβολή με βάση τα σενάρια RCPs

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται μελέτη της θερμοκρασίας και σύγκριση αυτής με τα αποτελέσματα του κλιματικού μοντέλου MPI, σε πέντε σταθμούς στην Ελλάδα, με σκοπό τον έλεγχο της αξιοπιστίας του. Τα δεδομένα που χρησιμοποιηθήκαν είναι δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών τα οποία είναι διαθέσιμα από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY) και δεδομένα του κλιματικού μοντέλου MPI. Το κλιματικό μοντέλο MPI δημιουργήθηκε στο Max Planck Μετεωρολογικό Ινστιτούτο της Γερμανίας, τα κλιματικά δεδομένα του αφορούν την χρονική περίοδο 1950-2100 και βασίζεται στο μοντέλο πρόγνωσης της Γερμανικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Jacob, 2001)

Σε πρώτο στάδιο της εργασίας γίνεται ανάλυση της μέσης θερμοκρασίας των μετεωρολογικών σταθμών για την περίοδο 1981-2000 ανά μήνα, ανά εποχή καθώς εξετάζεται τόσο η μηνιαία όσο και η ετήσια μεταβολή της θερμοκρασιακής τάσης για κάθε σταθμό. Σε δεύτερο στάδιο γίνεται σύγκριση της μέσης θερμοκρασίας του σταθμού με τις αντίστοιχες τιμές του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο αναφοράς 1981-2000. Τέλος, γίνεται σύγκριση των δεδομένων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο αναφοράς με τα αποτελέσματα της μελλοντικής περιόδου 2080-2099 για το ακραίο κλιματικό σενάριο RCPs 8.5.

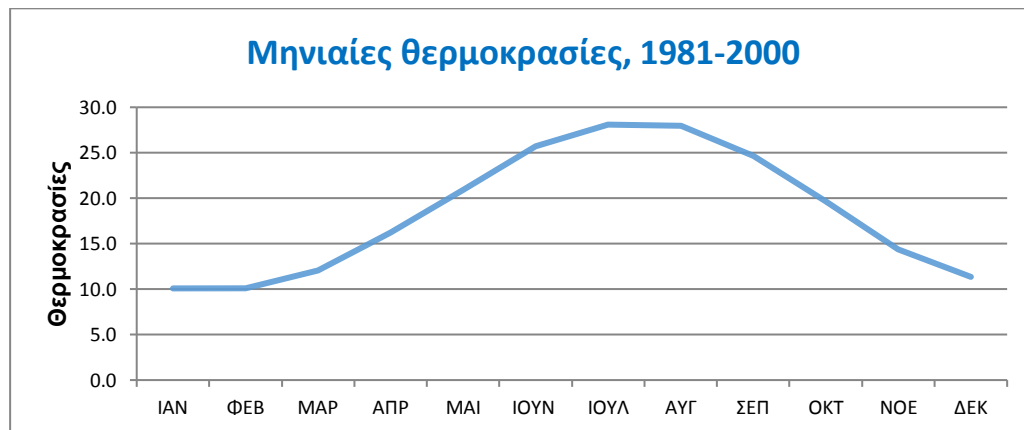
Σημειώνεται πως για το κλιματικό μοντέλο χρησιμοποιήθηκε το σενάριο 8.5. Οι σταθμοί οι οποίοι πρόκειται να μελετηθούν είναι η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη, η Κέρκυρα, η Μυτιλήνη και τα Χανιά (Σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1 Η γεωγραφική θέση των πέντε υπό-μελέτη σταθμών

3.1 Αποτελέσματα για το σταθμό της Αθήνας

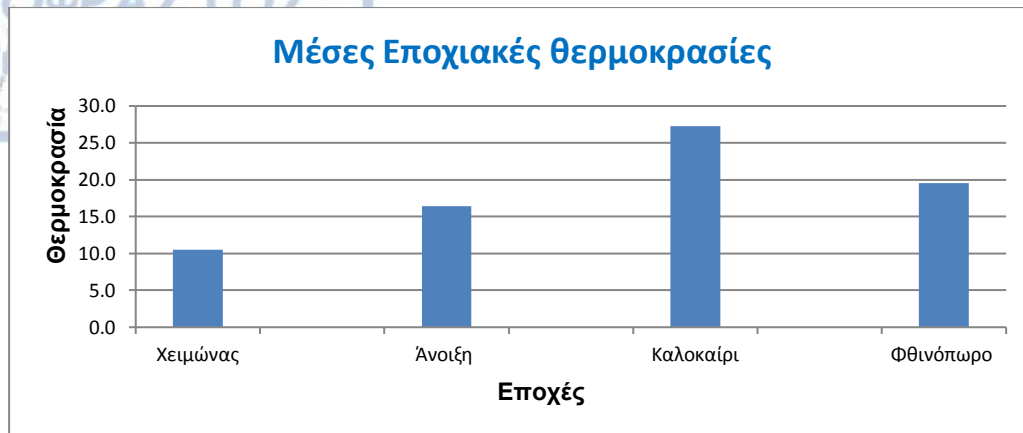
Για το σταθμό της Αθήνας, από το παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.1.1) στο οποίο απεικονίζονται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για την περίοδο 1981-2000 προκύπτει ότι οι χαμηλότερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες καταγράφονται τους χειμερινούς μήνες, και συγκεκριμένα τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο ($10,1^{\circ}\text{C}$), ενώ οι υψηλότερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες σημειώνονται κατά τη θερινή περίοδο, κατά τον Ιούλιο και τον Αύγουστο με $28,1^{\circ}\text{C}$ και 28°C αντίστοιχα.



Σχήμα 3.1.1 : Διάγραμμα Μέσων Μηνιαίων τιμών για την περιοχή της Αθήνας, για τη χρονική περίοδο 1981-2000

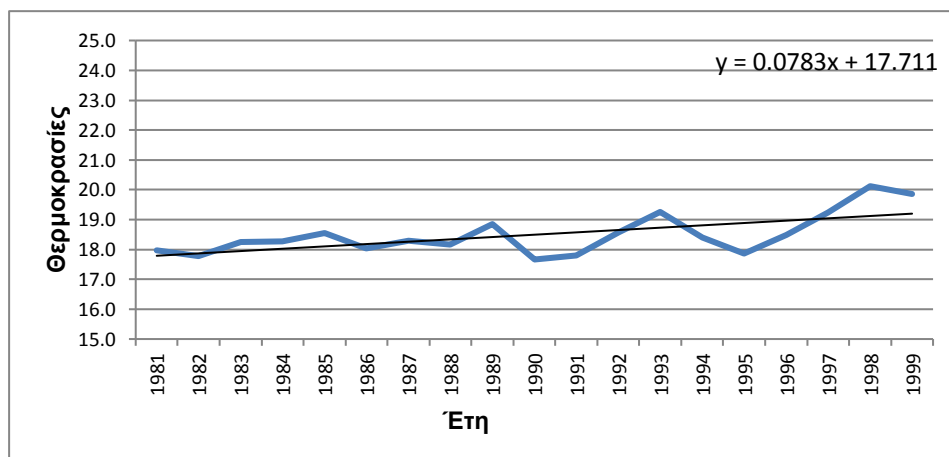
Αντίστοιχα από τα εποχιακά διαγράμματα του σταθμού της Αθήνας (Σχήμα 3.1.2), για την περίοδο 1981-2000, διαπιστώνεται πως οι χαμηλότερες μέσες θερμοκρασίες σημειώνονται το χειμώνα με $10,5^{\circ}\text{C}$ και οι υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες κατά την περίοδο του καλοκαιριού με $27,2^{\circ}\text{C}$.

Για την καλύτερη κατανόηση των θερμοκρασιών στη περιοχή της Αθήνας με την πάροδο των ετών, δημιουργήθηκε ετήσιο διάγραμμα τάσεων για την περίοδο 1981-2000. Από τη γραφική αυτή παράσταση, γίνεται αντιληπτό πως η μέση θερμοκρασία για κάθε έτος κυμαίνεται μεταξύ $18,0^{\circ}\text{C}$ και $18,5^{\circ}\text{C}$.



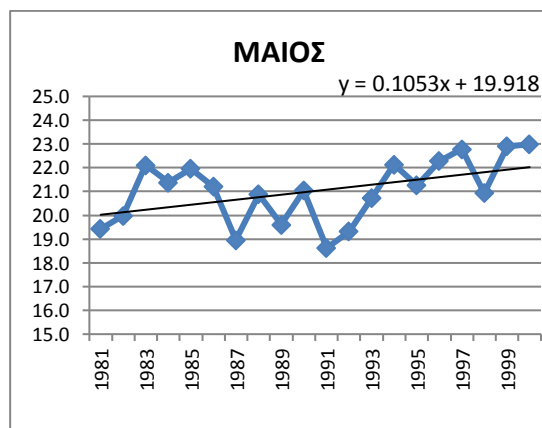
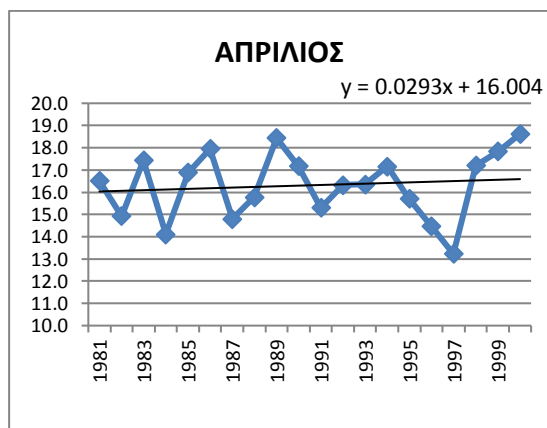
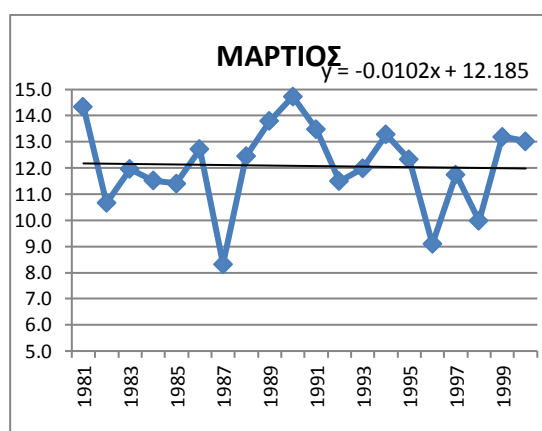
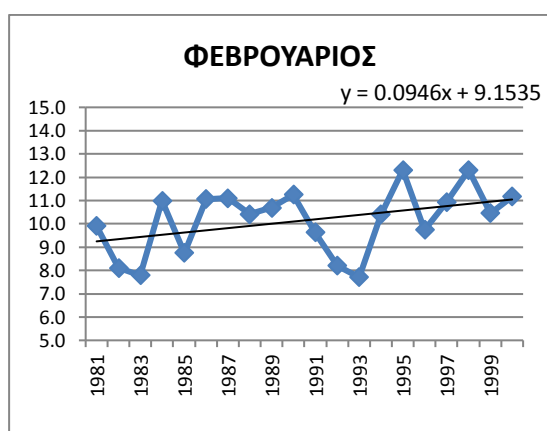
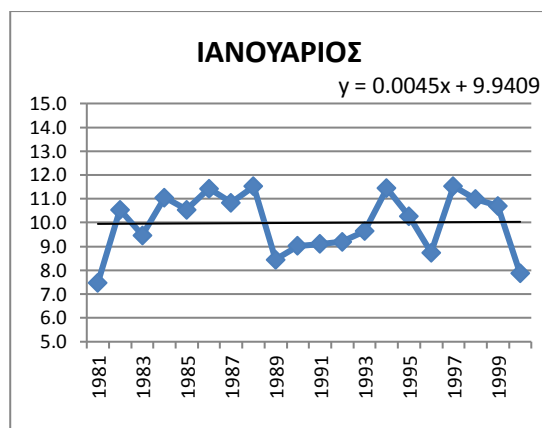
Σχήμα 3.1.2 : Μέσες εποχιακές θερμοκρασίες για την περιοχή της Αθήνας, περίοδος 1981-2000.

Από το 1989 έως το 1998 παρατηρείται μια αυξομείωση, καθώς το 1990 καταγράφεται η ελάχιστη μέση θερμοκρασία στους 17,7°C και το 1998 η μέγιστη μέση τιμή αυτής στους 20,1°C. Σε γενικές γραμμές, υποστηρίζεται πως η θερμοκρασία, για το σταθμό της Αθήνας, παρουσιάζει ανοδική τάση για την περίοδο 1981-2000, που είναι 0.78°C ανά 10 χρόνια.

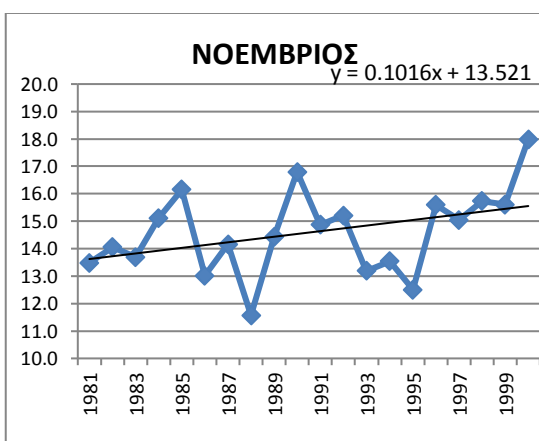
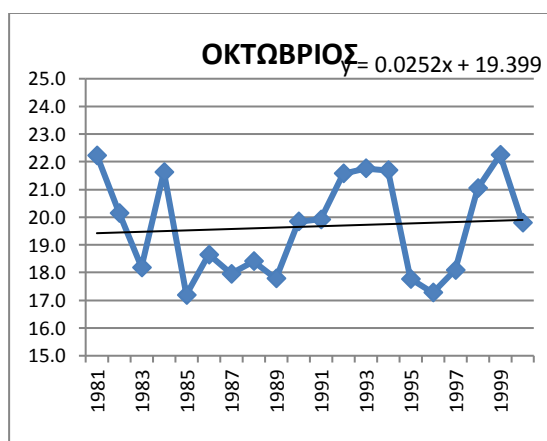
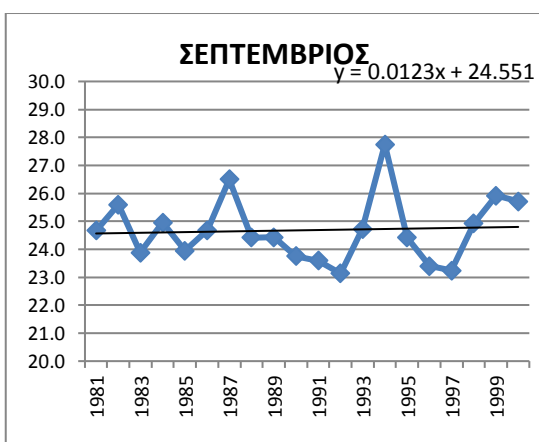
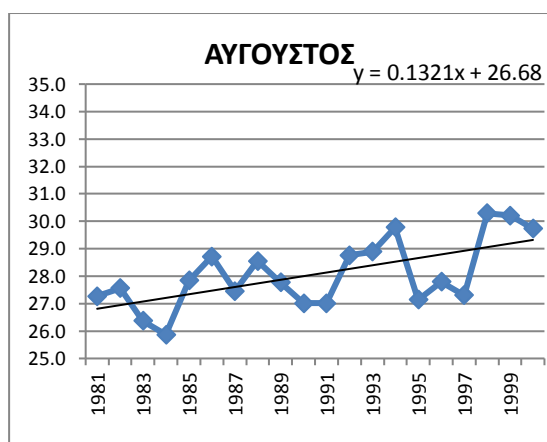
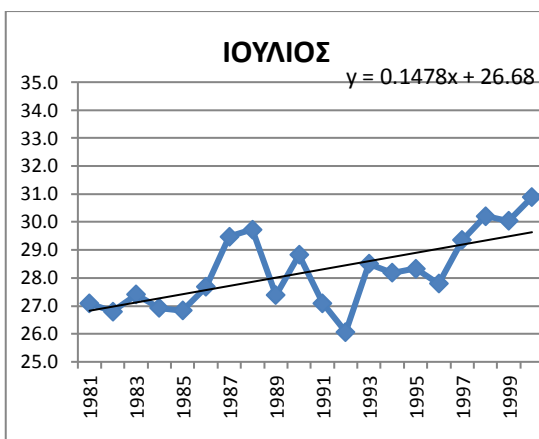
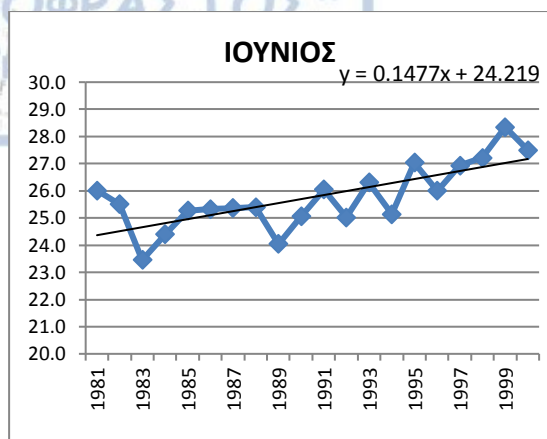


Σχήμα 3.1.3 : Ετήσια διάγραμμα τάσεων των μέσων θερμοκρασιών για το σταθμό της Αθήνας, 1981-2000

Πιο αναλυτικά, στο Σχήμα 3.1.4 απεικονίζεται με διαγράμματα τάσεων, η μεταβολή της θερμοκρασίας για κάθε μήνα για την ίδια περίοδο. Συγκεκριμένα, οι μήνες με ανοδική τάση (0,147°C ανά έτος) είναι ο Ιούνιος και ο Ιούλιος ενώ μηδενική έως πτωτική τάση εμφανίζουν οι μήνες, ο Ιανουάριος (0,004°C ανά έτος) και ο Μάρτιος (-0,010°C ανά έτος), αντίστοιχα. Οι υπόλοιποι μήνες δεν εμφανίζουν κάποια αξιόλογη μεταβολή, με εξαίρεση τον Αύγουστο ο οποίος εμφανίζει σχετικά ανοδική τάση (0,132°C ανά έτος).



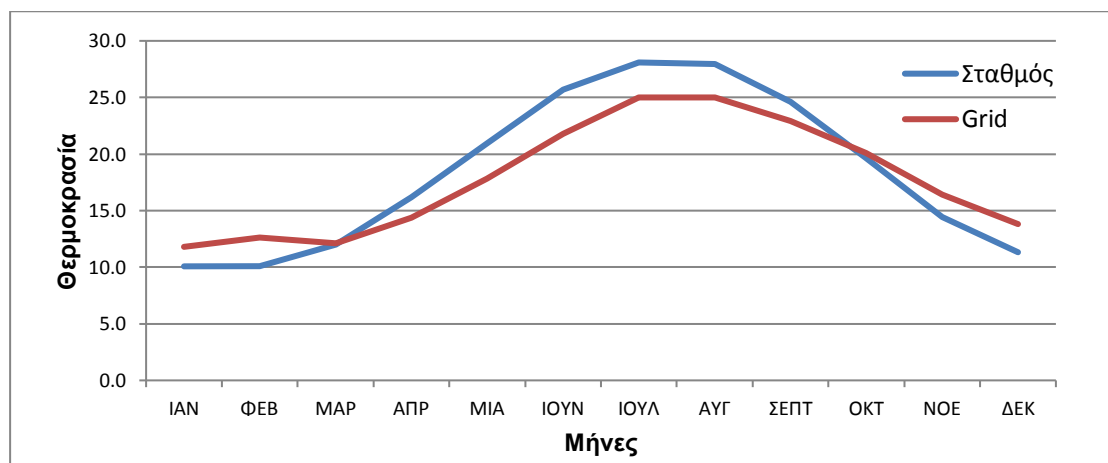
Σχήμα 3.1.4 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων για το σταθμό της Αθήνας , 1981-2000



Σχήμα 3.1.4 (συνέχεια) : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων για το σταθμό της Αθήνας , 1981-2000

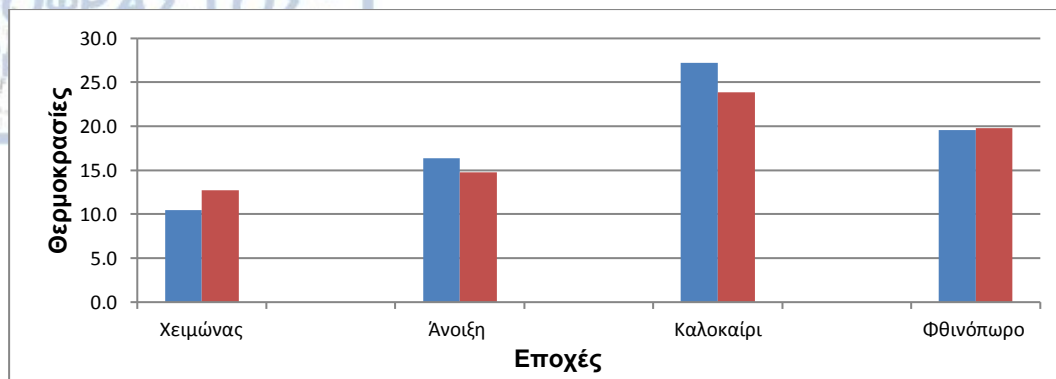
3.1.2. Ανάλυση δεδομένων Σταθμού-Κλιματικού μοντέλου για το παρόν

Για την περιοχή της Αθήνας, συγκρίνοντας τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες του σταθμού με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου MPI για το παρόν, εμφανίζονται κάποιες διαφοροποιήσεις. Συγκεκριμένα, από το παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.1.5) διαπιστώνεται ότι το κλιματικό μοντέλο υπερεκτιμά τις μέσες θερμοκρασίες τη ψυχρή περίοδο του έτους ενώ υποεκτιμά τη μέση θερμοκρασία κατά τη θερμή περίοδο του έτους. Ειδικότερα, από τον Νοέμβριο έως το Φεβρουάριο οι μέσες τιμές θερμοκρασιών του κλιματικού μοντέλου είναι μεγαλύτερες από αυτές του σταθμού, με τη μέγιστη διαφορά τους, το Φεβρουάριο και το Δεκέμβριο, στους 2,5°C. Ωστόσο, από τον Απρίλιο μέχρι το Σεπτέμβριο παρατηρείται μια σταδιακή αύξηση των τιμών θερμοκρασίας του σταθμού σε σχέση με αυτήν των grid points του μοντέλου με τη μέγιστη διαφορά τους να καταγράφεται τον Ιούνιο στους 3,9°C. Τέλος, τον Οκτώβριο και το Μάρτιο οι μέσες θερμοκρασίες του μοντέλου είναι πολύ κοντά σε αυτές του σταθμού.



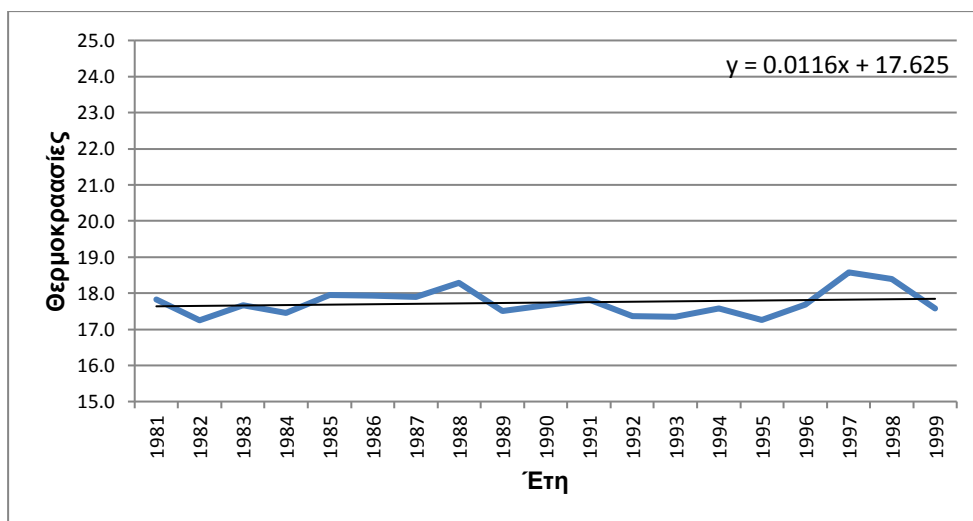
Σχήμα 3.1.5 : Μέσες Μηνιαίες θερμοκρασίες του σταθμού της Αθήνας και των grid points του κλιματικού μοντέλου για τη χρονική περίοδο 1981-2000

Αντίστοιχα συμπεράσματα προκύπτουν και από το εποχιακό διάγραμμα (Σχήμα 3.1.6) στο οποίο απεικονίζεται η μέση θερμοκρασία τόσο του σταθμού της Αθήνας, όσο και των grid points του μοντέλου για το παρόν, κατά την περίοδο 1981-2000. Από το Σχήμα 3.1.6 γίνεται αντιληπτό πως κατά τη διάρκεια του Χειμώνα και του Φθινοπώρου, τα grid points του μοντέλου εμφανίζουν μεγαλύτερη θερμοκρασία κατά 2,2°C και 0,2°C αντίστοιχα ενώ κατά τη διάρκεια της Άνοιξης και του Καλοκαιριού, οι τιμές της θερμοκρασίας του σταθμού είναι μεγαλύτερες κατά 1,6°C και 3,3°C.



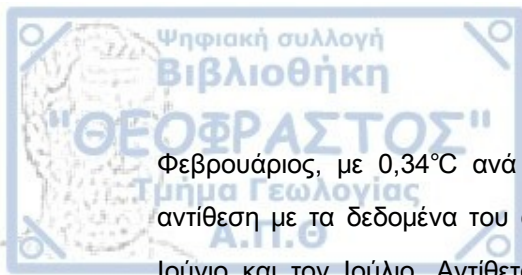
Σχήμα 3.1.6 : Εποχιακές θερμοκρασίες του σταθμού της Αθήνας και των grid points του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000. Η μπλε ράβδος αντιστοιχεί στα δεδομένα του σταθμού και η κόκκινη στα δεδομένα του grid

Αντίστοιχα με την ανάλυση των δεδομένων του σταθμού των Αθηνών δημιουργήθηκε το αντίστοιχο διάγραμμα τάσεων της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας (Σχήμα 3.1.7) για τα δεδομένα του μοντέλου. για τη περίοδο αναφοράς 1981-2000. Ειδικότερα, η μέση ετήσια θερμοκρασία του κλιματικού μοντέλου κυμαίνεται από 17,3°C έως 17,8°C παρουσιάζοντας διακυμάνσεις με το πέρασμα των ετών. Ωστόσο, προς το τέλος του 20ού αιώνα παρατηρείται ανοδική τάση της θερμοκρασίας με μέγιστη μέση ετήσια θερμοκρασία στους 18,6°C να σημειώνεται το 1998. Η τάση των μέσων θερμοκρασιών του αέρα για τη περιοχή της Αθήνας σύμφωνα με το μοντέλο MPI είναι θετική και ίση 0,0116 /έτος (ή 0.116°C ανά 10 χρόνια) αρκετά μικρότερη από την αντίστοιχη τάση του σταθμού των Αθηνών για την ίδια χρονική περίοδο.

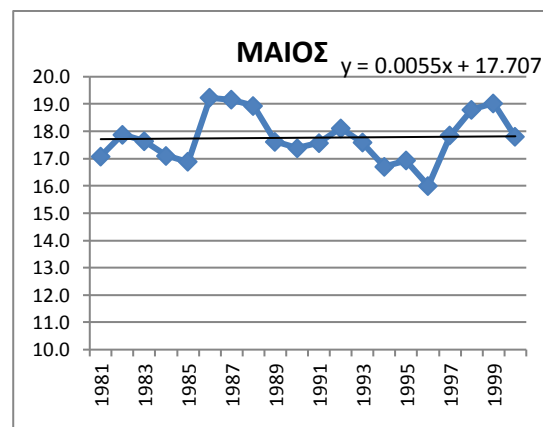
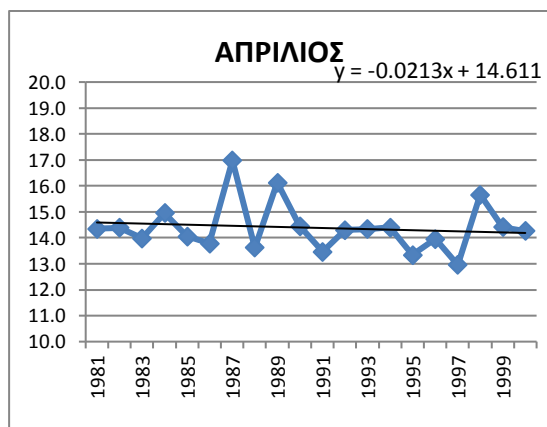
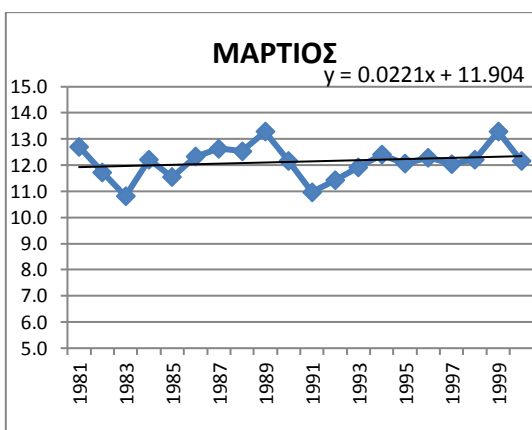
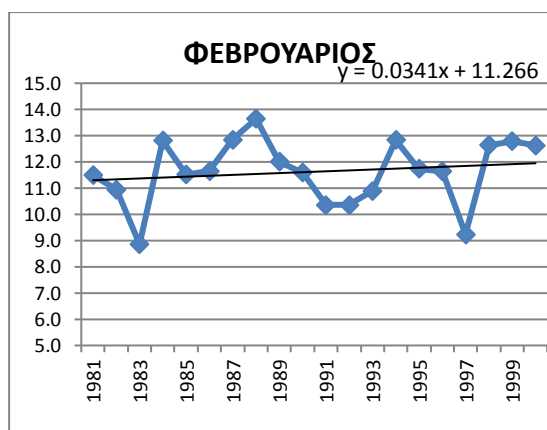
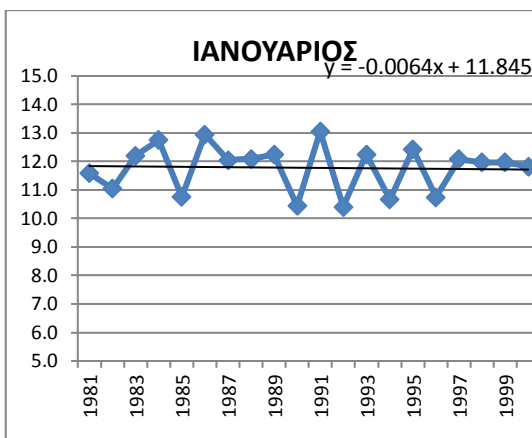
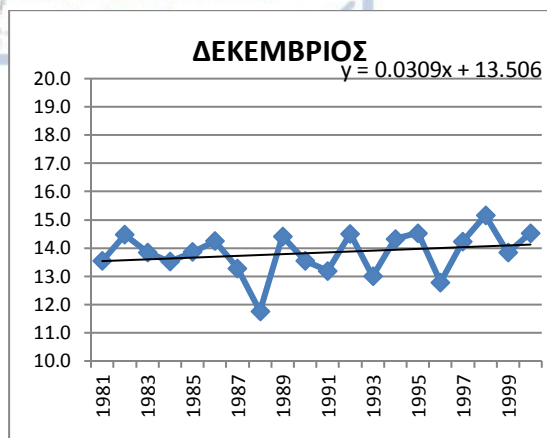


Σχήμα 3.1.7: Ετήσιο διάγραμμα τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν, για την περιοχή της Αθήνας.

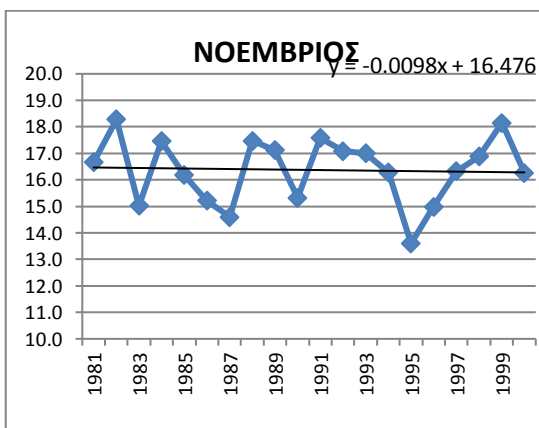
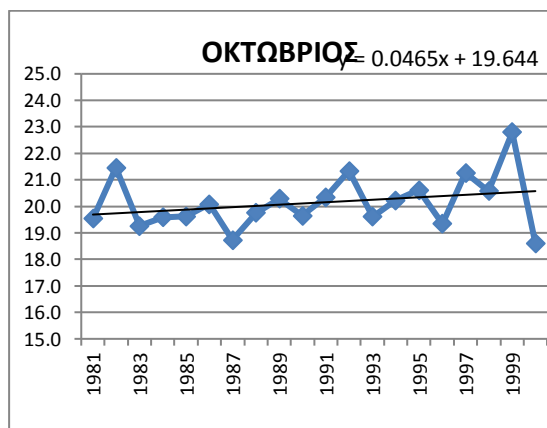
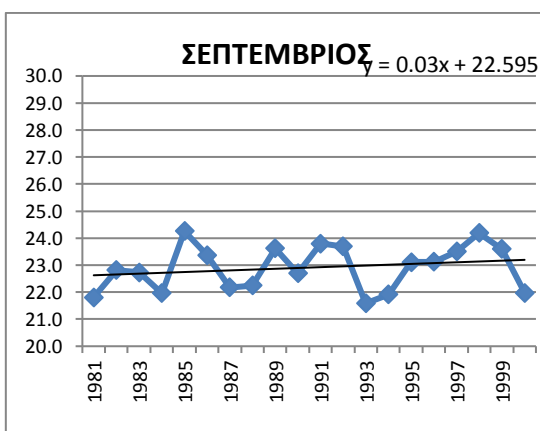
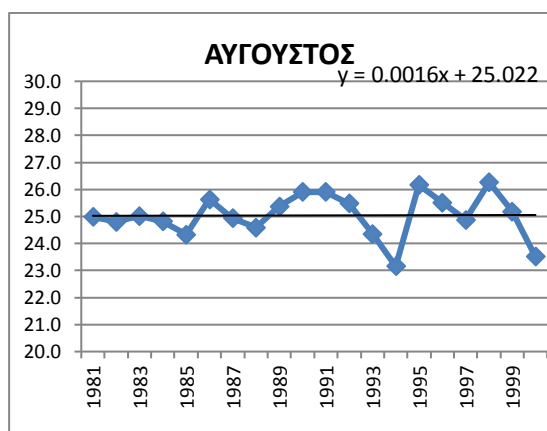
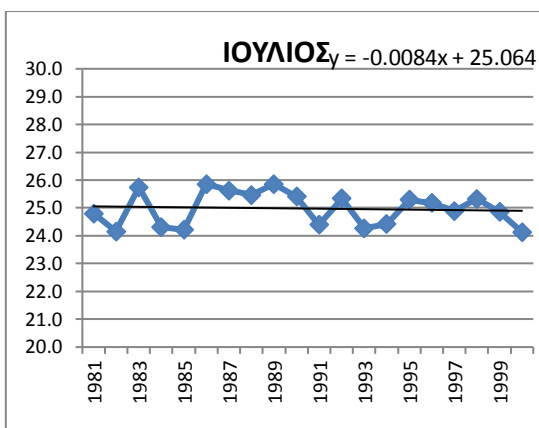
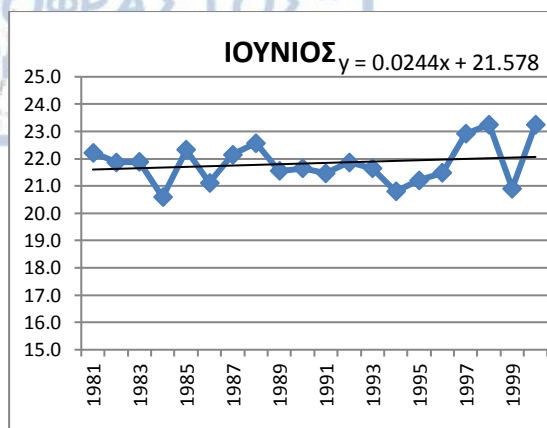
Στο **Σχήμα 3.1.8** , δίνεται αναλυτικά η μηνιαία μεταβολή των τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000.Οι μήνες με ανοδική τάση είναι ο



Φεβρουάριος, με $0,34^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια, και ο Οκτώβριος με $0,46^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια, σε αντίθεση με τα δεδομένα του σταθμού της Αθήνας, με τη μέγιστη τάση να σημειώνεται τον Ιούνιο και τον Ιούλιο. Αντίθετα πτωτική έως και μηδενική τάση καταγράφεται τους μήνες, Ιανουάριο (όπως συμβαίνει και στα δεδομένα του σταθμού της Αθήνας) με $-0,006^{\circ}\text{C}$ ανά έτος, τον Απρίλιο με $-0,021^{\circ}\text{C}$ ανά έτος, τον Ιούλιο με $-0,08^{\circ}\text{C}$ ανά έτος και το Νοέμβριο με $-0,009^{\circ}\text{C}$ ανά έτος. Οι υπόλοιποι μήνες δεν εμφανίζουν κάποια αξιόλογη μεταβολή.



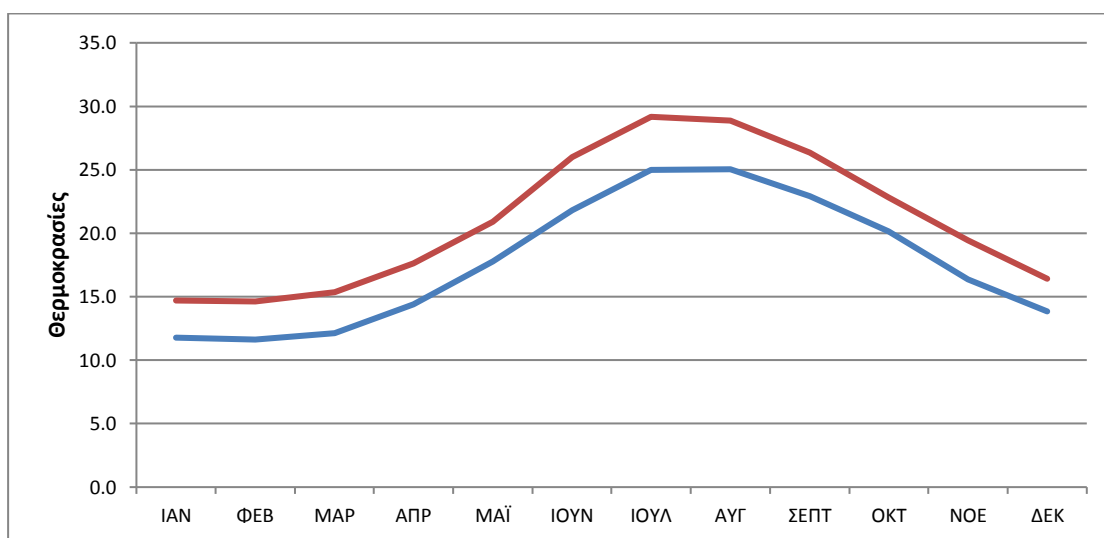
Σχήμα 3.1.8 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000, στην περιοχή της Αθήνας



Σχήμα 3.1.8 (συνέχεια): Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000, στην περιοχή της Αθήνας

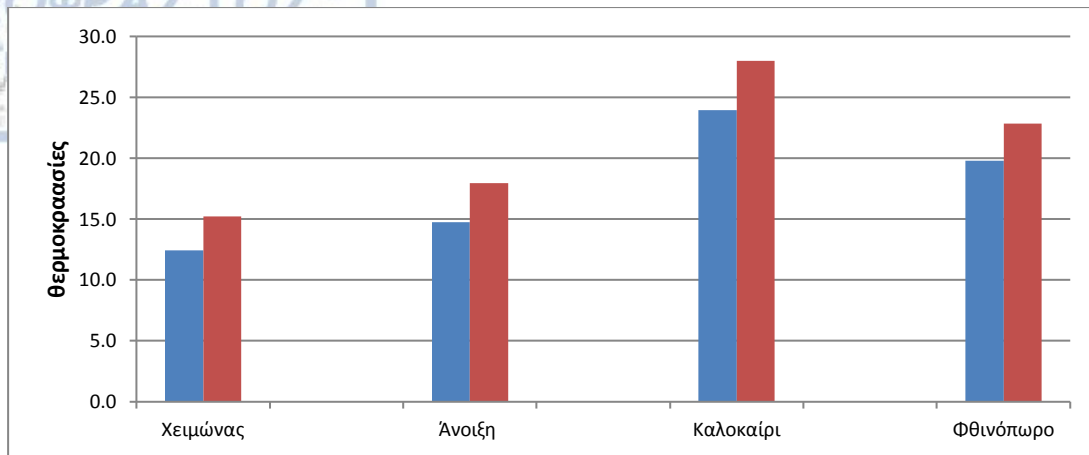
3.1.3. Ανάλυση δεδομένων Κλιματικού μοντέλου για το παρόν –μέλλον

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα που έδωσε το κλιματικό μοντέλο για την περίοδο 1981 έως 2000 και 2080 έως 2099, διαπιστώνεται αρχικά, πως οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για τη μελλοντική περίοδο εμφανίζουν και αυτές κανονική κατανομή με μέγιστο τον Ιούλιο και ελάχιστο τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο. Από το Σχήμα 3.1.9 προκύπτει ότι οι μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας των grid points για τη μελλοντική περίοδο 2080-2099 είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες της περιόδου αναφοράς (1981-2000) με τη μέγιστη διαφορά τους, στους 4,2°C τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, και την ελάχιστη διαφορά τους το Δεκέμβριο στους 2,6°C.



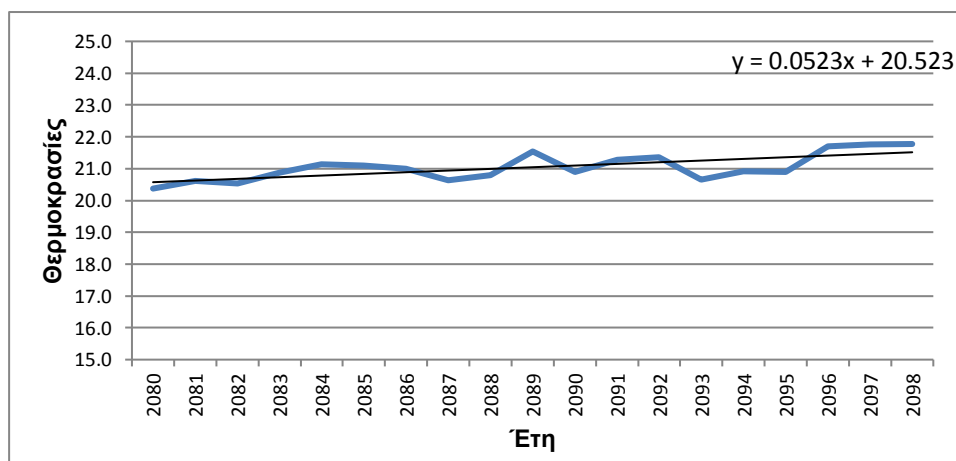
Σχήμα 3.1.9 : Μέσες Μηνιαίες θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου για το παρόν και το μέλλον για την περιοχή της Αθήνας. Η μπλε καμπύλη αντιστοιχεί στις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της περιόδου αναφοράς (1981-2000) και η κόκκινη καμπύλη στις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της μελλοντικής περιόδου (2080-2099)

Ίδια συμπεράσματα εξάγονται και από το εποχιακό διάγραμμα (Σχήμα 3.1.10), καθώς παρατηρείται αρχικά πως οι μεγαλύτερες μέσες θερμοκρασίες παρατηρούνται κατά την περίοδο του Φθινοπώρου και του Καλοκαιριού, ενώ παράλληλα οι τιμές των grid points για το μέλλον είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του παρόντος. Συγκεκριμένα, οι τιμές των grid points για το μέλλον είναι κατά 2,8°C μεγαλύτερες το Χειμώνα, κατά 3,2°C την Άνοιξη, 4,1°C το Καλοκαίρι και τέλος κατά 3,1°C το Φθινόπωρο.



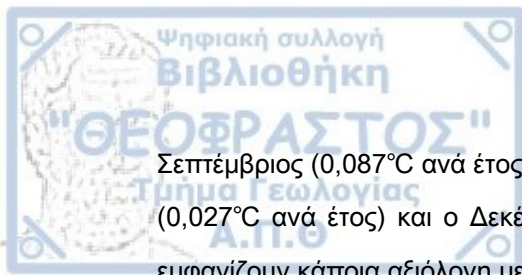
Σχήμα 3.1.10: Εποχιακές θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου MPI για το grid της Αθήνας για την περίοδο αναφοράς 1981-2000 (μπλε ράβδος) και τη μελλοντική περίοδο (κόκκινη ράβδος)

Στο Σχήμα 3.1.11 παρουσιάζεται το διάγραμμα της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας για την περίοδο 2080 έως 2099 και της τάσης αυτών. Γενικότερα οι τιμές του κλιματικού μοντέλου για το μέλλον, κυμαίνονται μεταξύ 20,6°C και 21,1°C παρουσιάζοντας βαθμιαία ανοδική τάση προς το τέλος του 21^{ου} αιώνα και συγκεκριμένα από το 2096. Η μέγιστη μέση ετήσια θερμοκρασία φτάνει στους 21,8°C το 2097 ενώ η ελάχιστη μέση ετήσια τιμή στους 20,4°C το 2080. Η τάση της μέσης θερμοκρασίας του μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο είναι περίπου 0.5°C ανά 10 χρόνια.

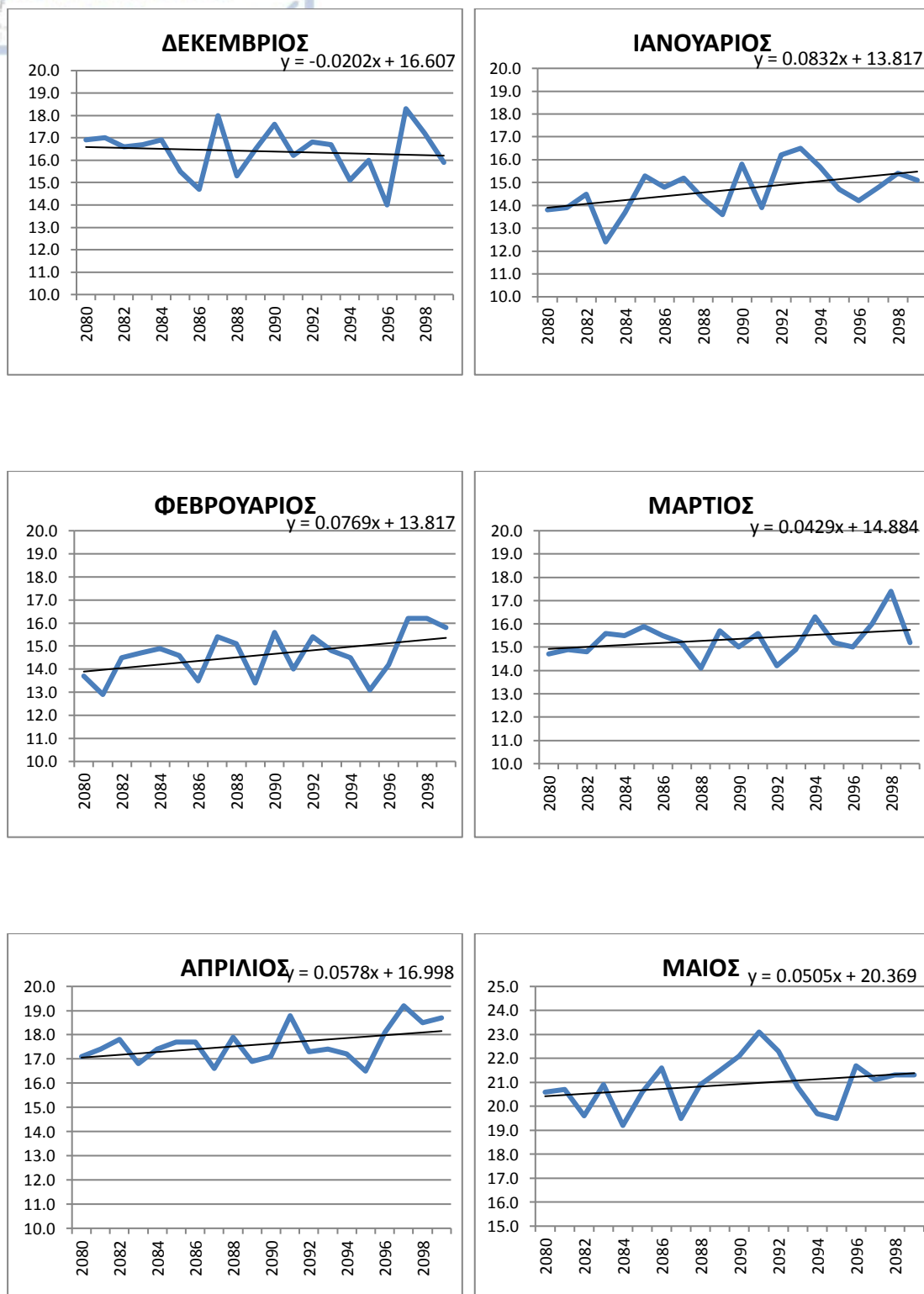


Στο Σχήμα 3.1.11 : Ετήσιο διάγραμμα τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο (2080-2099), για την περιοχή της Αθήνας.

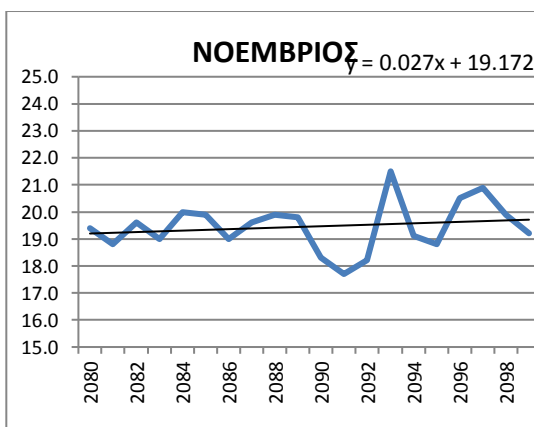
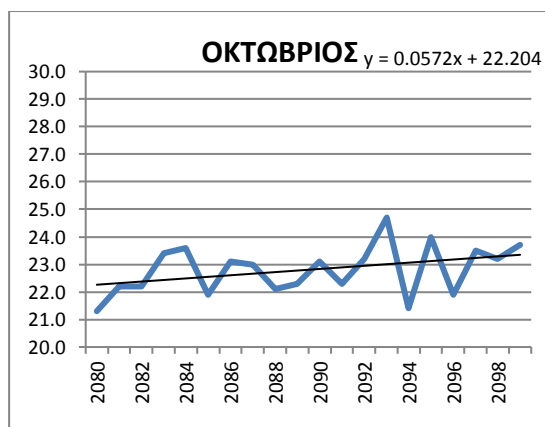
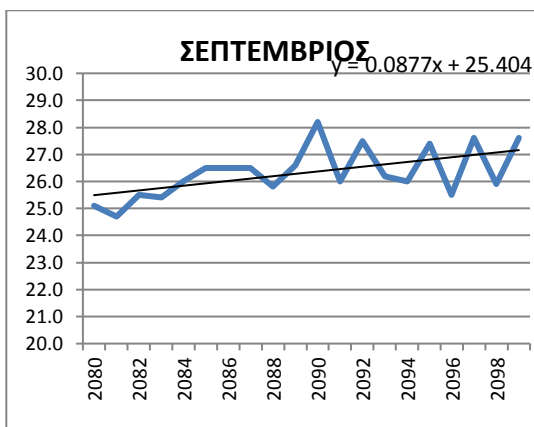
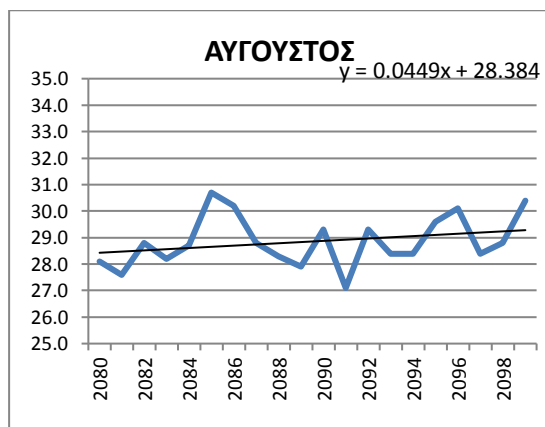
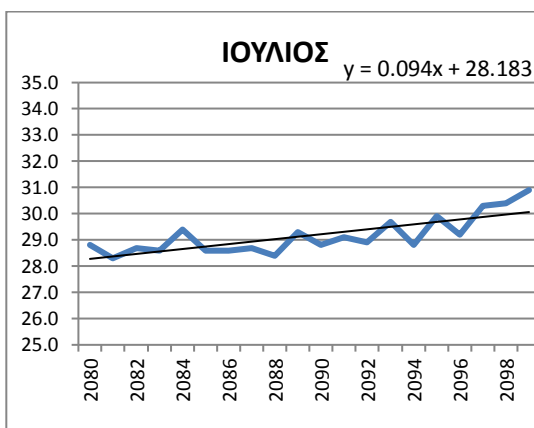
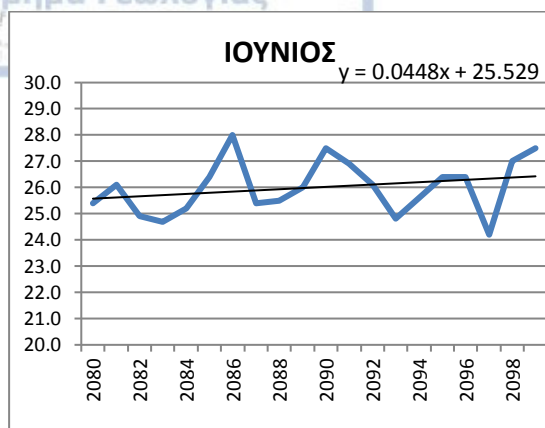
Στο Σχήμα 3.1.12 φαίνεται η μηνιαία μεταβολή των τάσεων από τα δεδομένα των κλιματικών μοντέλων για την περίοδο 2080-2099. Οι μήνες οι οποίοι εμφανίζουν ανοδική τάση των μέσων θερμοκρασιών του μοντέλου MPI είναι ο Ιούλιος (0,094°C ανά έτος) και ο



Σεπτέμβριος ($0,087^{\circ}\text{C}$ ανά έτος) ενώ οι μήνες με μηδενική έως πτωτική τάση είναι ο Νοέμβριος ($0,027^{\circ}\text{C}$ ανά έτος) και ο Δεκέμβριος ($-0,02^{\circ}\text{C}$ ανά έτος) αντίστοιχα. Οι υπόλοιποι μήνες δεν εμφανίζουν κάποια αξιόλογη μεταβολή.



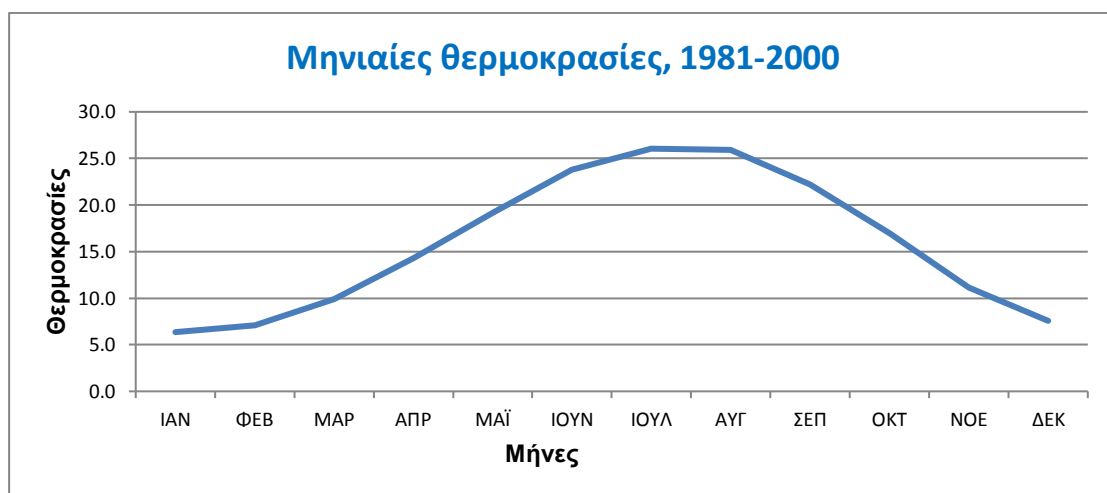
Σχήμα 3.1.12 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099, στην περιοχή της Αθήνας



Σχήμα 3.1.12 (συνέχεια) : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099, στην περιοχή της Αθήνας

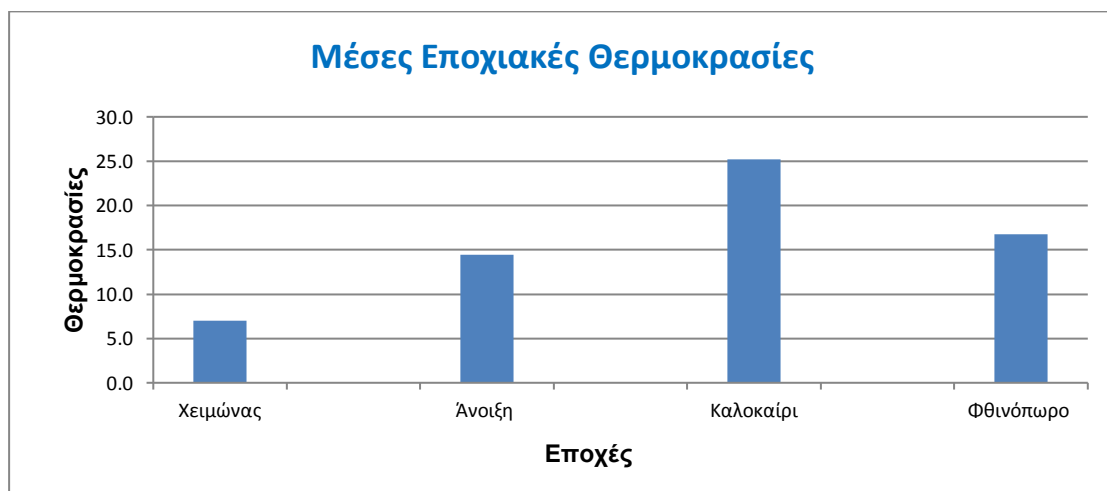
3.2 Αποτελέσματα για το σταθμό της Θεσσαλονίκης

Στο σταθμό της Θεσσαλονίκης, τα δεδομένα των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών, για την περίοδο 1981-2000 απεικονίζονται στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.2.1). Από το διάγραμμα αυτό προκύπτει πως οι χαμηλότερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες καταγράφονται τη χειμερινή περίοδο, κατά το Φεβρουάριο ($7,1^{\circ}\text{C}$) και με ελάχιστη τον Ιανουάριο ($6,4^{\circ}\text{C}$), ενώ οι υψηλότερες παρατηρούνται τους θερινούς μήνες και συγκεκριμένα τον Ιούλιο (26°C) και τον Αύγουστο (25°C).



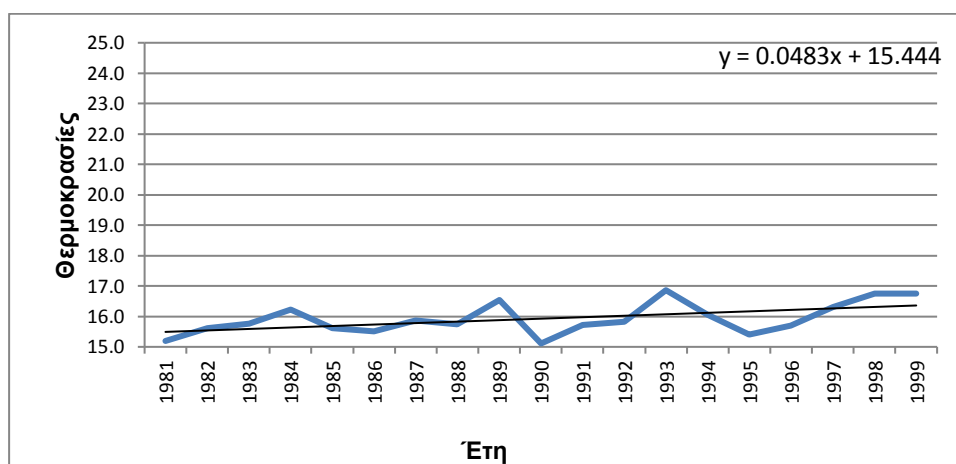
Σχήμα 3.2.1 : Διάγραμμα Μέσων Μηνιαίων τιμών για την περιοχή της Θεσσαλονίκης, για τη χρονική περίοδο 1981-2000

Παρακάτω, παρουσιάζεται το διάγραμμα μέσων εποχιακών θερμοκρασιών για την περίοδο 1981-2000, από το οποίο εξαγονται αντίστοιχα συμπεράσματα, δηλαδή ότι κατά το χειμώνα σημειώνονται οι χαμηλότερες μέσες θερμοκρασίες (7°C), ενώ το καλοκαίρι οι υψηλότερες ($25,2^{\circ}\text{C}$).



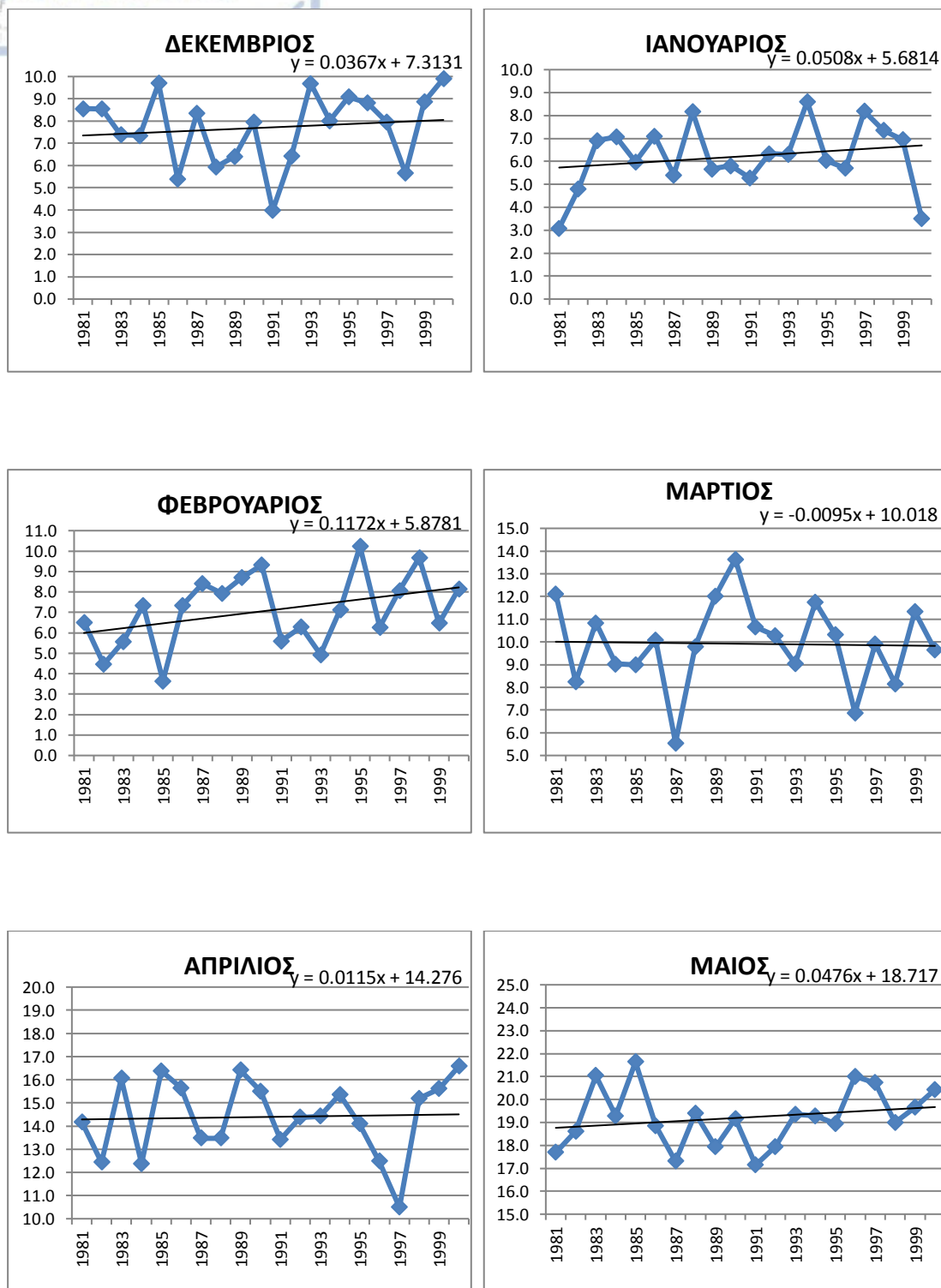
Σχήμα 3.2.2 : Μέσες εποχιακές θερμοκρασίες για την περιοχή της Θεσσαλονίκης, περίοδος 1981-2000

Ακολουθεί το ετήσιο διάγραμμα τάσεων για την ίδια περίοδο, μέσω του οποίου μπορεί να γίνει καλύτερα αντιληπτή η διακύμανση της θερμοκρασίας με την πάροδο των χρόνων. Γενικά, παρατηρείται μια ανοδική τάση της θερμοκρασίας, $0,48^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια, ωστόσο εμφανείς είναι οι θερμοκρασιακές μεταβολές από έτος σε έτος. Αναλυτικότερα, η μέση ετήσια θερμοκρασία για την περίοδο 1981-2000, κυμαίνεται μεταξύ $15,4^{\circ}\text{C}$ έως και $16,6^{\circ}\text{C}$ με τη μέση ελάχιστη να σημειώνεται στους $15,1^{\circ}\text{C}$ το 1990, και τη μέση μέγιστη στους $16,9^{\circ}\text{C}$ το 1993. Επισημαίνεται πως σχετικά υψηλές μέσες τιμές καταγράφονται επίσης και για τις χρονιές 1998, 1999 στους $16,8^{\circ}\text{C}$ και αντίστοιχα σχετικά χαμηλή μέση τιμή κατά το 1981 στους $15,2^{\circ}\text{C}$.

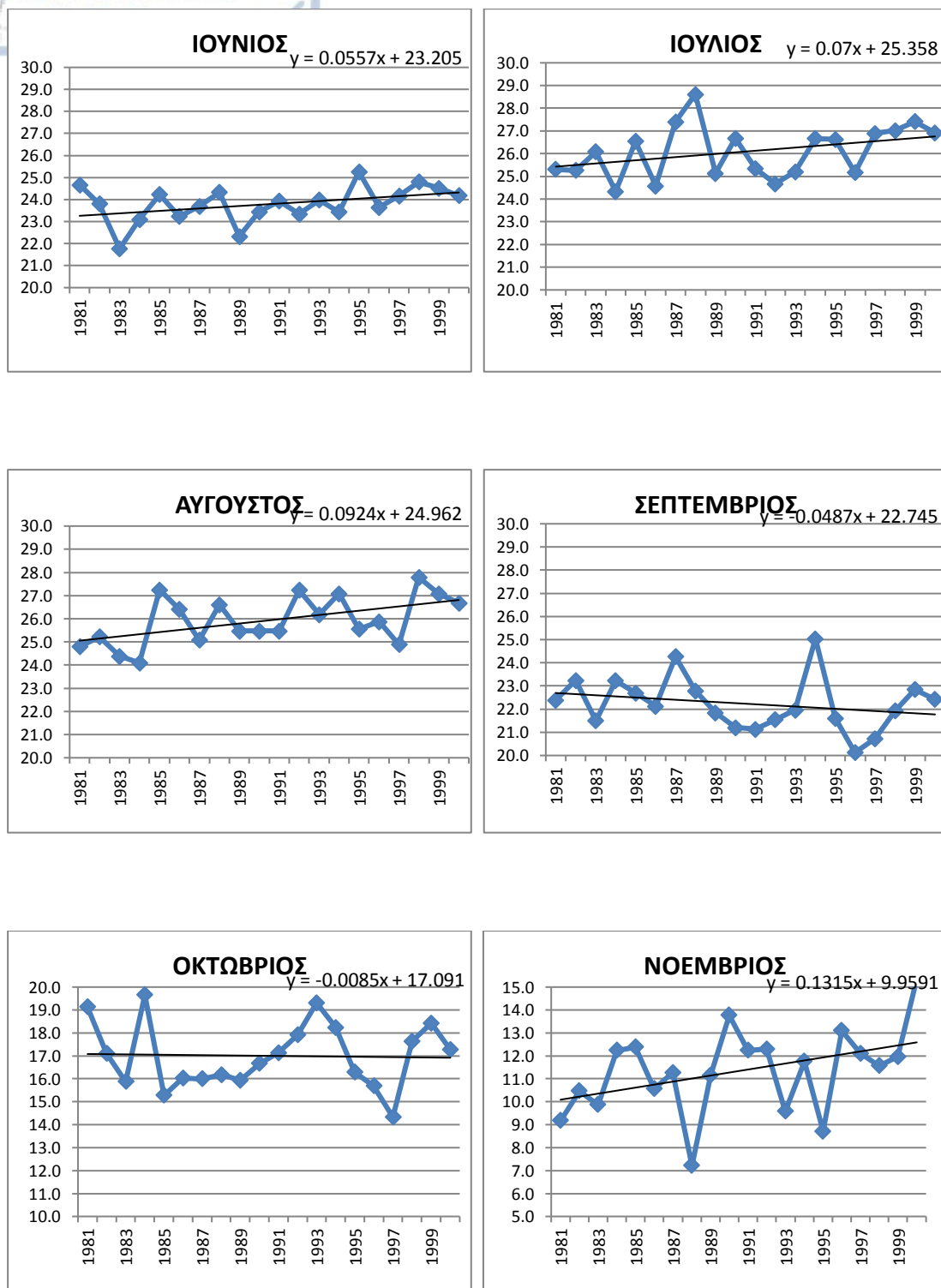


Σχήμα 3.2.3 : Ετήσια διάγραμμα τάσεων των μέσων θερμοκρασιών για το σταθμό της Θεσσαλονίκης, 1981-2000

Στο Σχήμα 3.2.4 απεικονίζονται σε διαγράμματα τάσεων οι μεταβολές της θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση για την ίδια περίοδο 1981-2000. Συγκεκριμένα, οι μήνες με τις υψηλότερες τιμές ανοδικής τάσης είναι ο Φεβρουάριος ($0,117^{\circ}\text{C}$ ανά έτος) και ο Νοέμβριος ($0,131^{\circ}\text{C}$ ανά έτος), ενώ οι μήνες με πτωτική τάση είναι ο Μάρτιος, ο Σεπτέμβριος και ο Οκτώβριος με $-0,9^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια, $-0,48^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια και $-0,8^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια, αντίστοιχα. Οι υπόλοιποι μήνες δεν παρουσιάζουν κάποια αξιόλογη μεταβολή με εξαίρεση τον Αύγουστο που σημειώνει ανοδική τάση με $0,092^{\circ}\text{C}$ ανά έτος.



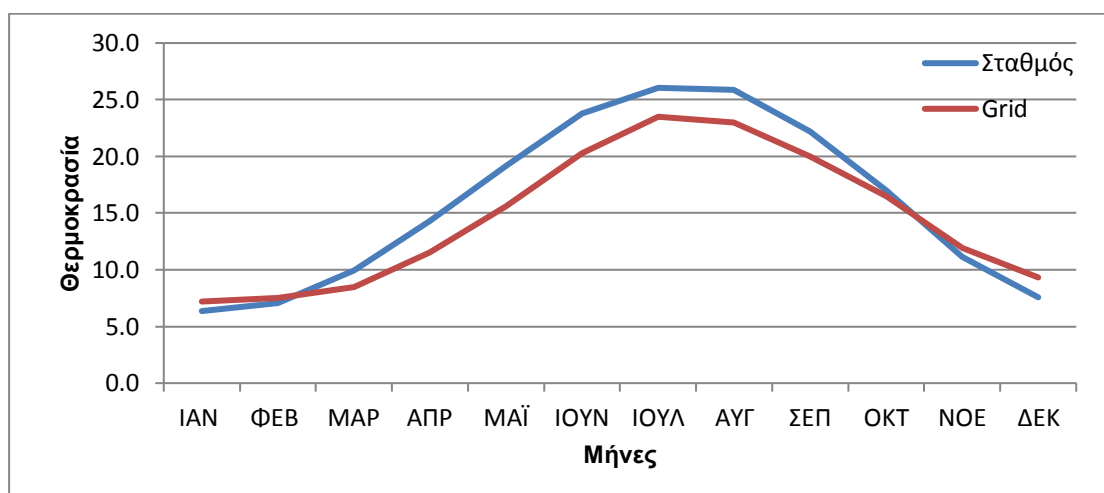
Σχήμα 3.2.4 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων για το σταθμό της Θεσσαλονίκης , 1981-2000



Σχήμα 3.2.4 (συνέχεια) : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων για το σταθμό της Θεσσαλονίκης , 1981-2000

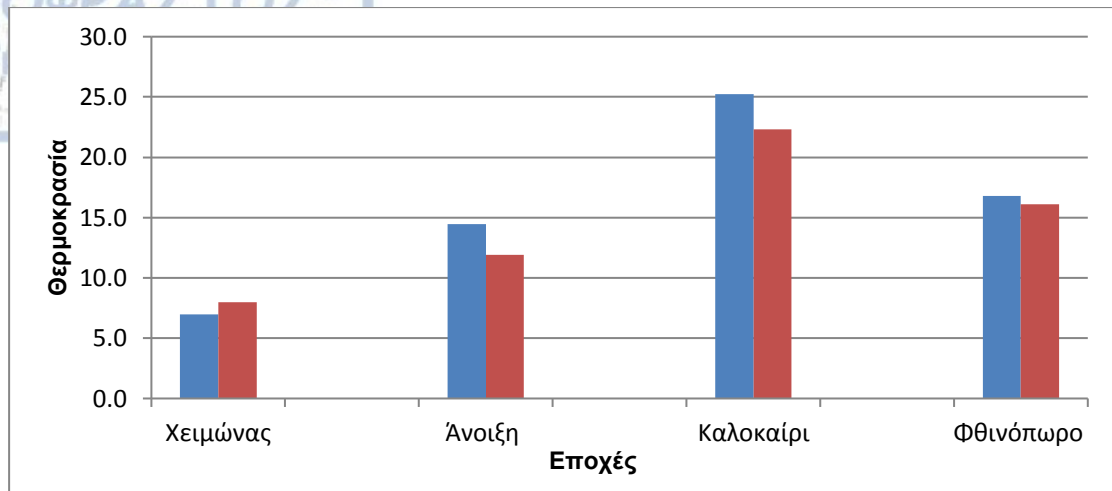
3.2.2. Ανάλυση δεδομένων Σταθμού-Κλιματικού μοντέλου για το παρόν

Συγκρίνοντας τα δεδομένα των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών του σταθμού της Θεσσαλονίκης για την περίοδο 1981-2000, με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου MP1 για το παρόν παρατηρούνται ορισμένες μεταβολές. Από το παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.2.5) γίνεται αντιληπτό πως το κλιματικό μοντέλο υποεκτιμά τις μέσες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου του έτους, ενώ υπερεκτιμά τη μέση θερμοκρασία κατά τη ψυχρή περίοδο. Αναλυτικότερα, από το Σχήμα 3.2.5 διαπιστώνεται πως οι μέσες τιμές του κλιματικού μοντέλου είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του σταθμού για τους μήνες από το Νοέμβριο μέχρι και το Ιανουάριο, με τη μέγιστη διαφορά τους να εμφανίζεται το Δεκέμβριο στους 1,7°C. Το Φεβρουάριο και τον Οκτώβριο οι μέσες θερμοκρασίες του μοντέλου εμφανίζουν σχεδόν μηδενικές αποκλίσεις από τις αντίστοιχες του σταθμού (0,4°C και 0,5°C αντίστοιχα). Τέλος, από το Μάρτιο μέχρι και το Σεπτέμβριο οι μέσες θερμοκρασίες του σταθμού παρουσιάζουν μια βαθμιαία αύξηση σε σχέση με αυτή των grid points του μοντέλου, με τη μέγιστη διαφορά τους να καταγράφεται τον Αύγουστο στους 2,9°C



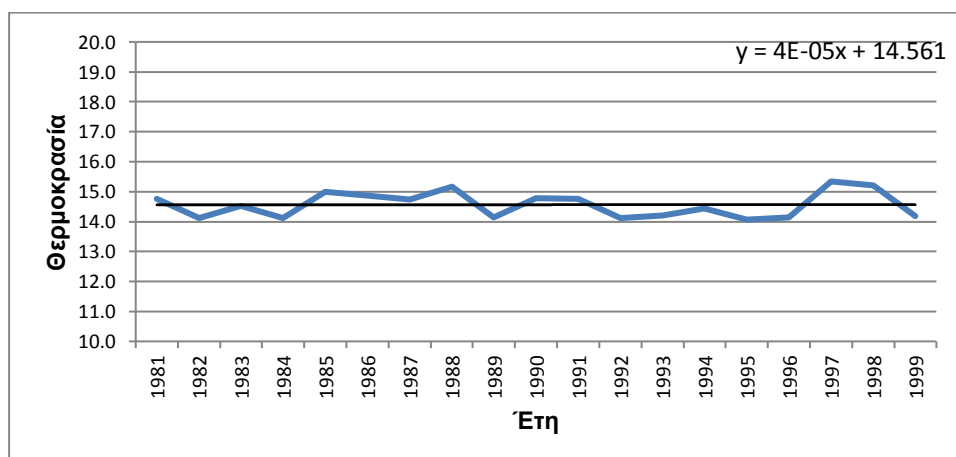
Σχήμα 3.2.5: Μέσες Μηνιαίες θερμοκρασίες του σταθμού της Θεσσαλονίκης και των grid points του κλιματικού μοντέλου για τη χρονική περίοδο 1981-2000

Στο παρακάτω διάγραμμα συγκρίνονται οι εποχιακές θερμοκρασίες του σταθμού της Θεσσαλονίκης και των grid points του μοντέλου για το παρόν. Όπως φαίνεται και από το Σχήμα 3.2.6 μόνο το χειμώνα τα grid points του μοντέλου εμφανίζουν μεγαλύτερη θερμοκρασία, κατά 1°C, από την τιμή του σταθμού. Τις υπόλοιπες εποχές οι τιμές θερμοκρασίας του σταθμού είναι μεγαλύτερες κατά 2,6°C την Άνοιξη, 2,9°C το Καλοκαίρι και 0,7°C το Φθινόπωρο από τις αντίστοιχες τιμές θερμοκρασίας του μοντέλου για το παρόν.

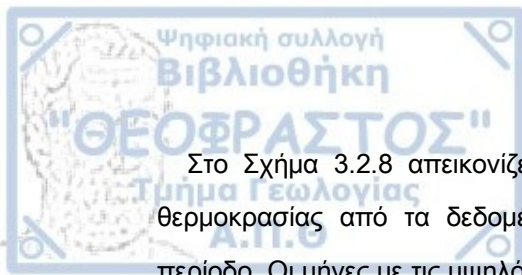


Σχήμα 3.2.6 : Εποχιακές θερμοκρασίες του σταθμού της Θεσσαλονίκης και των grid points του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000. Η μπλε ράβδος αντιστοιχεί στα δεδομένα του σταθμού και η κόκκινη στα δεδομένα του grid

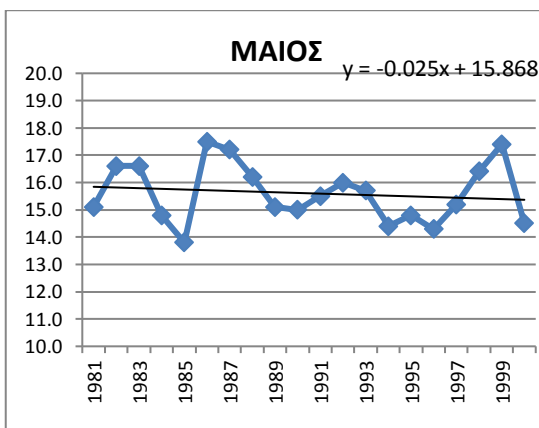
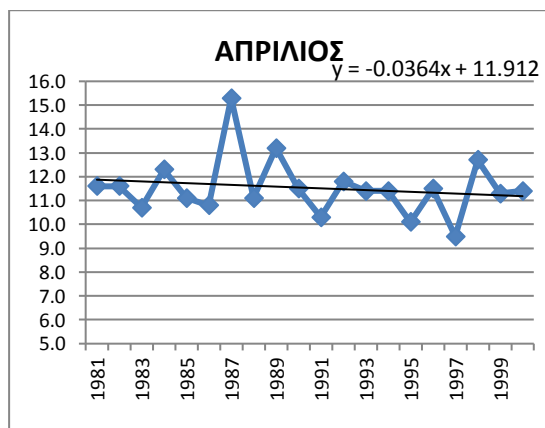
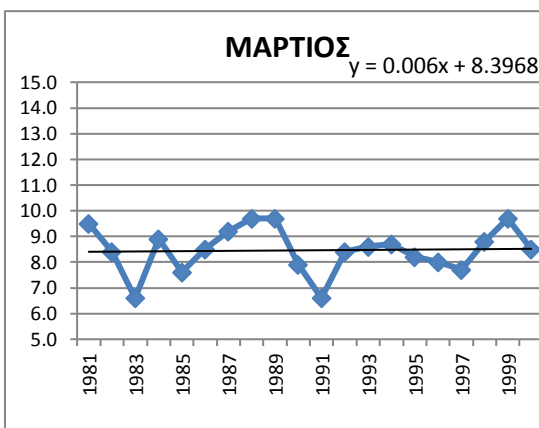
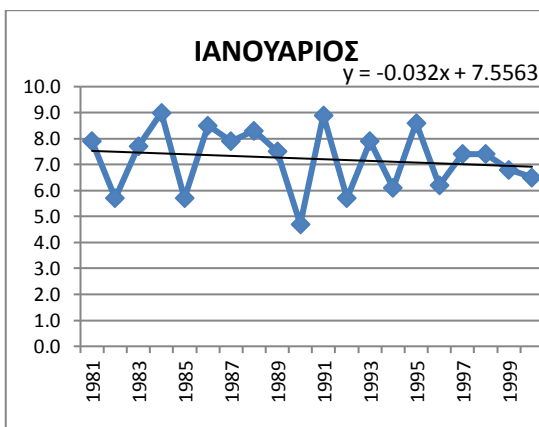
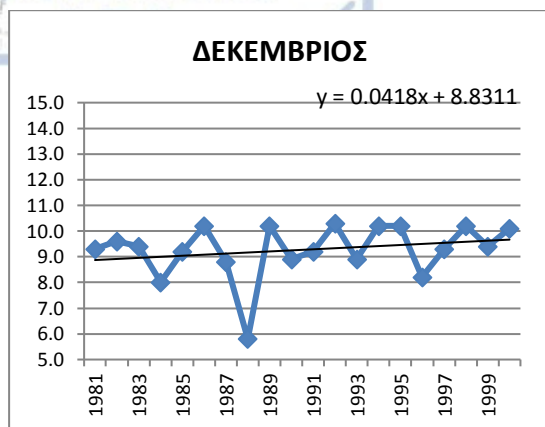
Ακολουθεί διάγραμμα τάσεων της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας για τα δεδομένα του μοντέλου, για το χρονικό διάστημα 1981-2000, παρόμοιο με αυτό που δημιουργήθηκε για τα δεδομένα του σταθμού της Θεσσαλονίκης για την ίδια περίοδο. Παρατηρείται μικρή διακύμανση των θερμοκρασιών του κλιματικού μοντέλου MPI με την πάροδο των ετών. Ειδικότερα, η μέση ετήσια θερμοκρασία του κλιματικού μοντέλου κυμαίνεται από 14,1°C μέχρι και 15,2°C με τη μέγιστη μέση ετήσια τιμή να καταγράφεται στους 15,3°C το 1997. Σύμφωνα με το μοντέλο MP1, η τάση των μέσων θερμοκρασιών του αέρα για την περιοχή της Θεσσαλονίκης είναι σχεδόν μηδενική δηλαδή διαφέρει από την αντίστοιχη τάση του σταθμού της Θεσσαλονίκης για το ίδιο διάστημα.



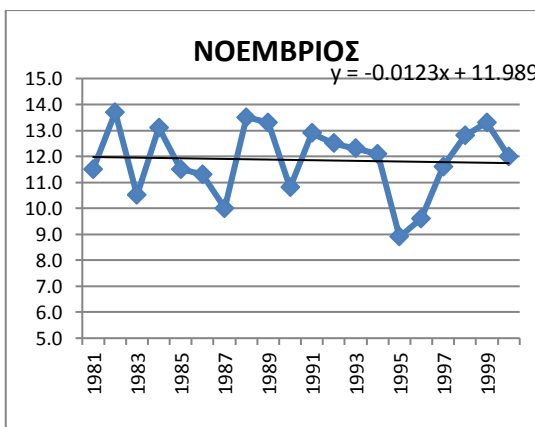
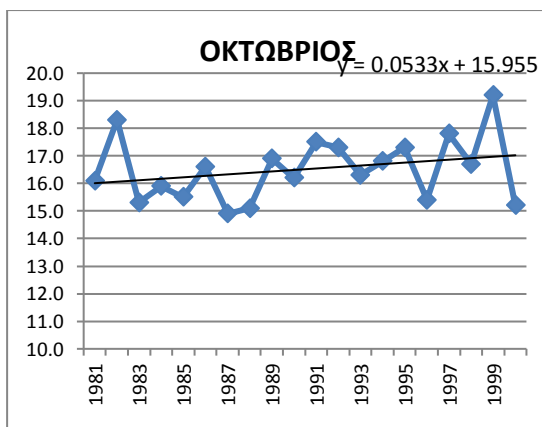
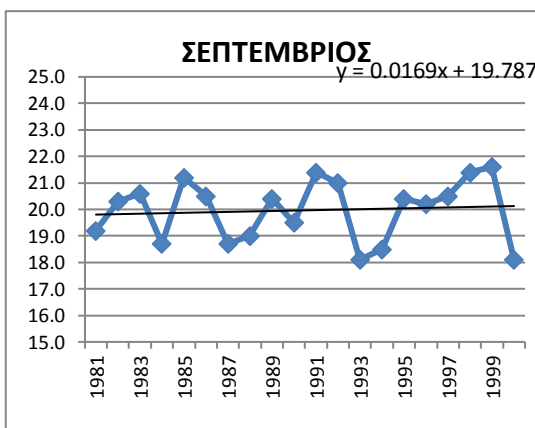
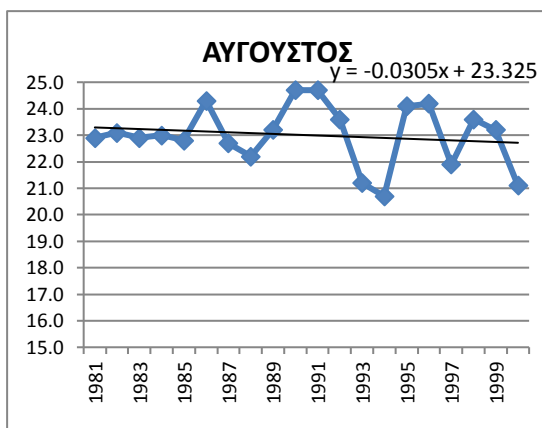
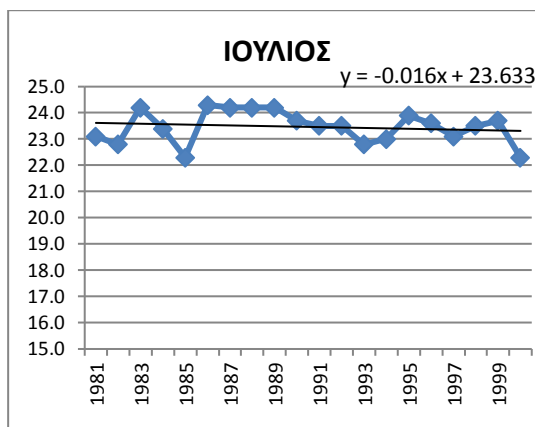
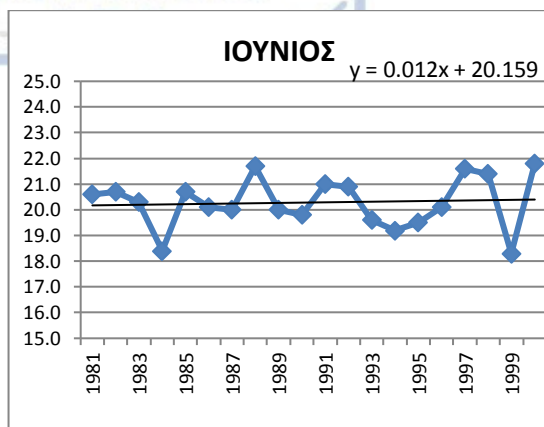
Σχήμα 3.2.7: Ετήσιο διάγραμμα τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν, για την περιοχή της Θεσσαλονίκης



Στο Σχήμα 3.2.8 απεικονίζεται πιο αναλυτικά με διαγράμματα τάσεων η μεταβολή της θερμοκρασίας από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου σε μηνιαία βάση για την ίδια περίοδο. Οι μήνες με τις υψηλότερες τιμές ανοδικής τάση είναι ο Οκτώβριος, με $0,53^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια, και ο Δεκέμβριος με $0,46^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια, σε αντίθεση με τα δεδομένα του σταθμού της Θεσσαλονίκης, όπου ανοδική τάση εμφανίζουν ο Φεβρουάριος και ο Νοέμβριος. Αντίθετα οι μεγαλύτερες τιμές πτωτικής έως και μηδενικής τάσης καταγράφονται τους μήνες, Ιανουάριο με $-0,0032^{\circ}\text{C}$ ανά έτος, τον Απρίλιο με $-0,036^{\circ}\text{C}$ ανά έτος και τον Αύγουστο με $-0,030^{\circ}\text{C}$. Οι υπόλοιποι μήνες δεν εμφανίζουν σημαντική μεταβολή.



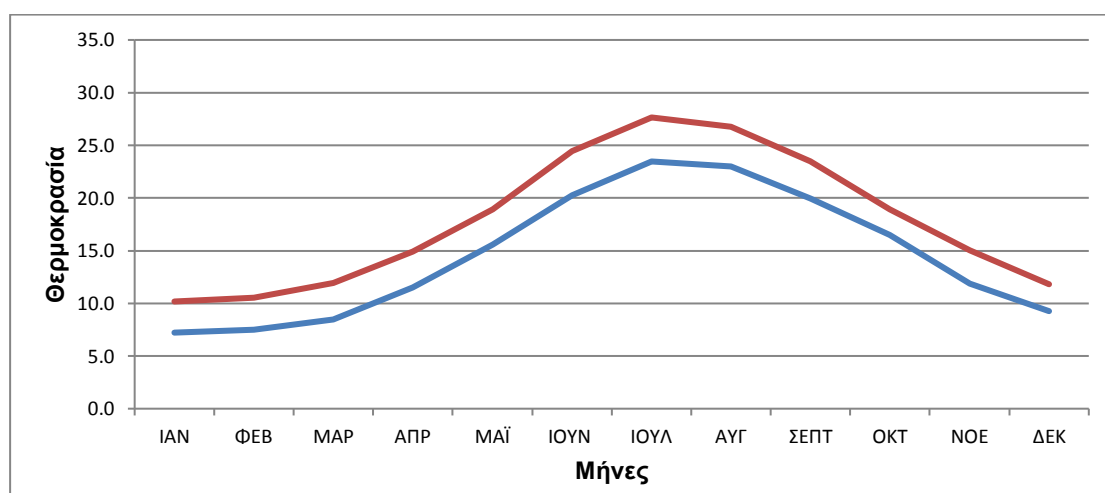
Σχήμα 3.2.8 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000, στην περιοχή της Θεσσαλονίκης



Σχήμα 3.2.8 (συνέχεια): Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000, στην περιοχή της Θεσσαλονίκης

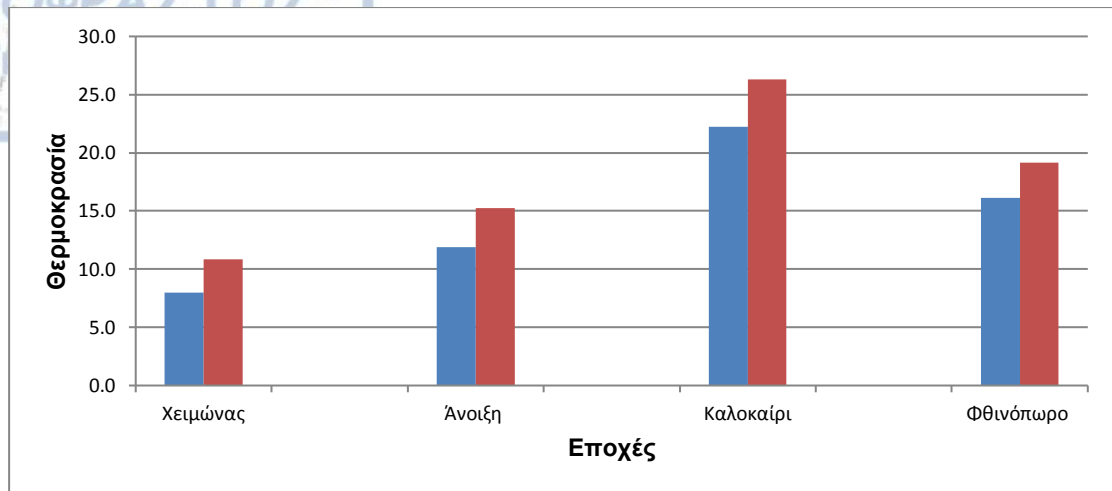
3.2.3. Ανάλυση δεδομένων Κλιματικού μοντέλου για το παρόν –μέλλον

Για το σταθμό της Θεσσαλονίκης, παρατηρώντας τα αποτελέσματα των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών του κλιματικού μοντέλου τόσο για την περίοδο 1980 έως 2000, όσο και για την περίοδο 2080 έως 2099, διαπιστώνεται πως αυτές εμφανίζουν κανονική κατανομή με μέγιστο τον Ιούλιο και ελάχιστο τον Ιανουάριο. Ειδικότερα, από το παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.2.9) προκύπτει ότι οι μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας των grid points για το μέλλον (2080-2099) είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες του παρόντος (1981-2000) με τη μέγιστη διαφορά τους στους 4,2°C τον Ιούνιο και τον Ιούλιο και την ελάχιστη διαφορά τους στους 3°C τον Ιανουάριο και το Φεβρουάριο.



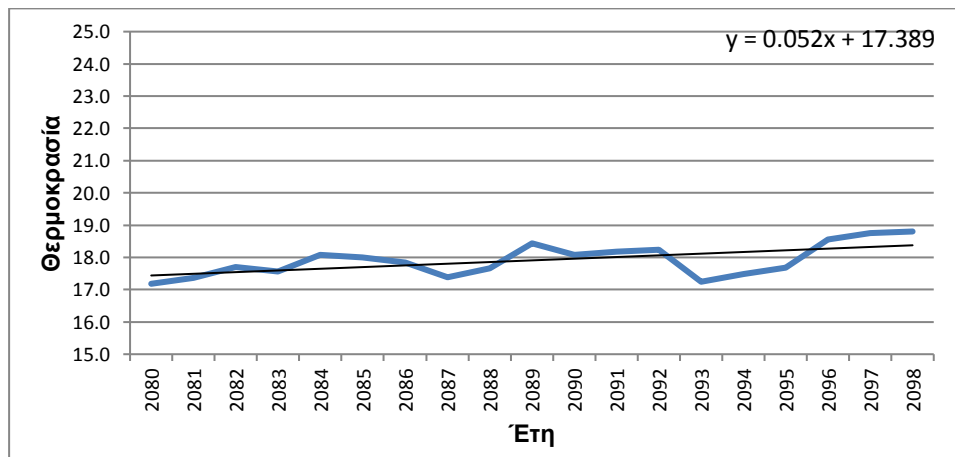
Σχήμα 3.2.9 : Μέσες Μηνιαίες θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου για το παρόν και το μέλλον για την περιοχή της Θεσσαλονίκης. Η μπλε καμπύλη αντιστοιχεί στις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της περιόδου αναφοράς (1981-2000) και η κόκκινη καμπύλη στις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της μελλοντικής περιόδου (2080-2099)

Όμοια συμπεράσματα εξάγονται και από το εποχιακό διάγραμμα που ακολουθεί (Σχήμα 3.2.10), από το οποίο προκύπτει πως αρχικά οι μεγαλύτερες τιμές μέσης θερμοκρασίας σημειώνονται το Καλοκαίρι, καθώς και ότι οι τιμές των grid points του μοντέλου για την περίοδο 2080-2099 είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες της περιόδου αναφοράς (1981-2000). Αναλυτικότερα, οι μέσες θερμοκρασίες του μέλλοντος είναι μεγαλύτερες κατά 2,8°C το Χειμώνα, 3,4°C την Άνοιξη, 4°C το Καλοκαίρι και 3°C το Φθινόπωρο.



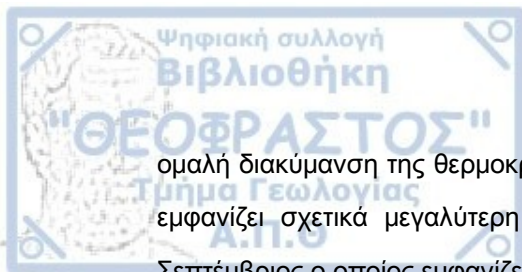
Σχήμα 3.2.10: Εποχιακές θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου MPI για το grid της Θεσσαλονίκης για την περίοδο αναφοράς 1981-2000 (μπλε ράβδος) και τη μελλοντική περίοδο (κόκκινη ράβδος)

Στο παρακάτω διάγραμμα τάσεων (Σχήμα 3.2.11) απεικονίζεται η μέση ετήσια θερμοκρασία του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099. Η τάση των τιμών μέσης θερμοκρασίας του μοντέλου για την μελλοντική περίοδο είναι θετική με 0,5°C αύξηση ανά 10 χρόνια. Γενικότερα οι τιμές του κλιματικού μοντέλου παρουσιάζουν διάφορες μεταβολές με την πάροδο των ετών και κυμαίνονται μεταξύ 17,4°C έως και 18,4°C. Προς το τέλος του 21^{ου} αιώνα, διαπιστώνεται βαθμιαία ανοδική τάση και συγκεκριμένα από το 2096 με τη μέγιστη μέση ετήσια τιμή να σημειώνεται στους 18,8°C το 2097 και το 2098. Η ελάχιστη μέση ετήσια θερμοκρασία καταγράφεται το 2080 και 2093 στους 17,2°C

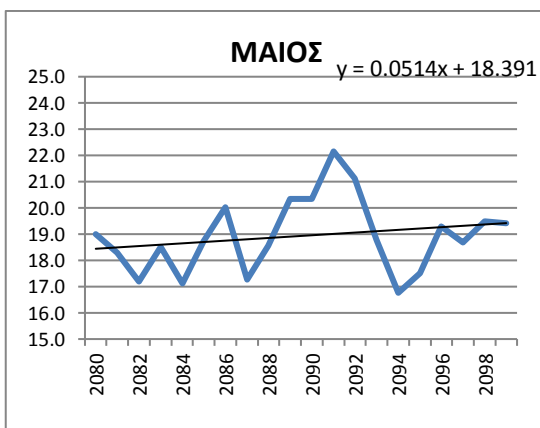
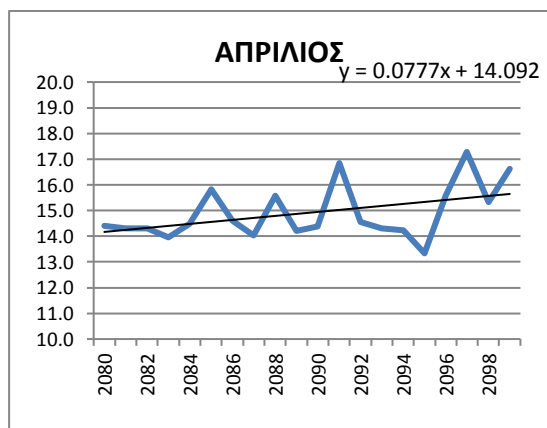
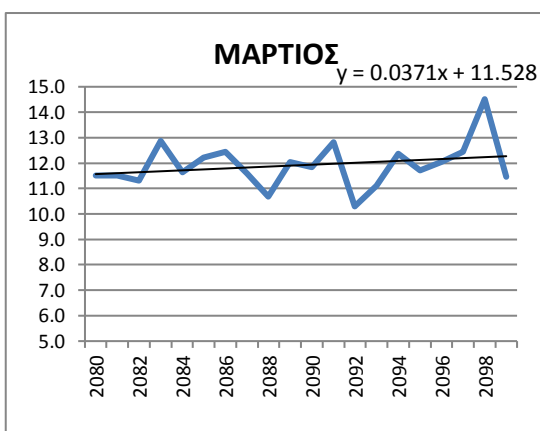
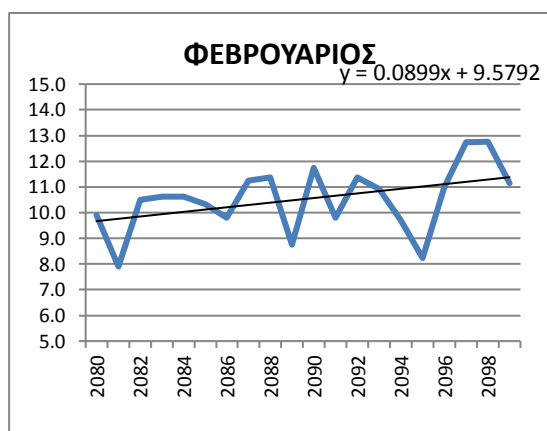
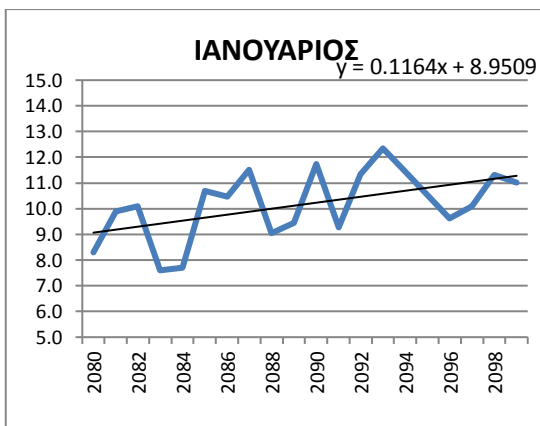


Σχήμα 3.2.11 : Ετήσιο διάγραμμα τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο (2080-2099), για την περιοχή της Θεσσαλονίκης.

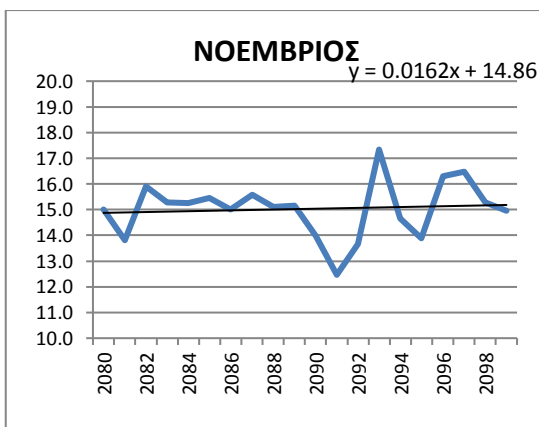
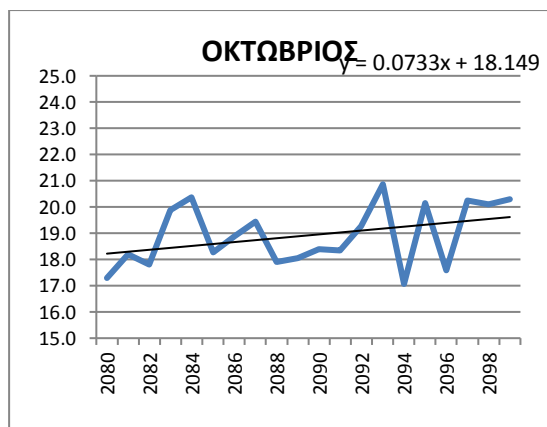
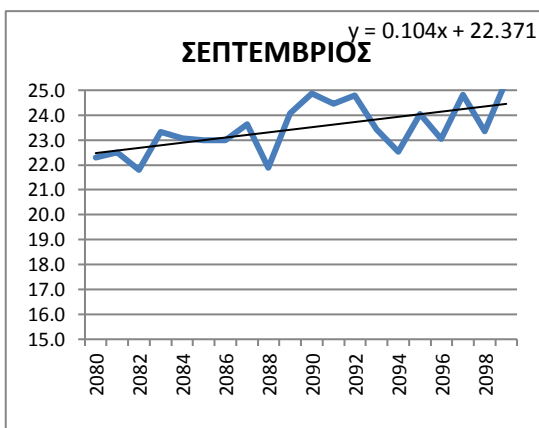
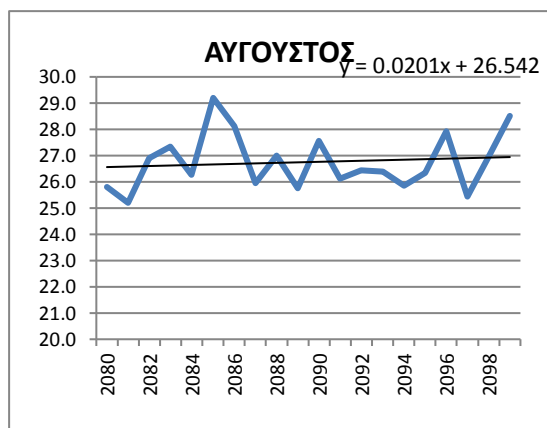
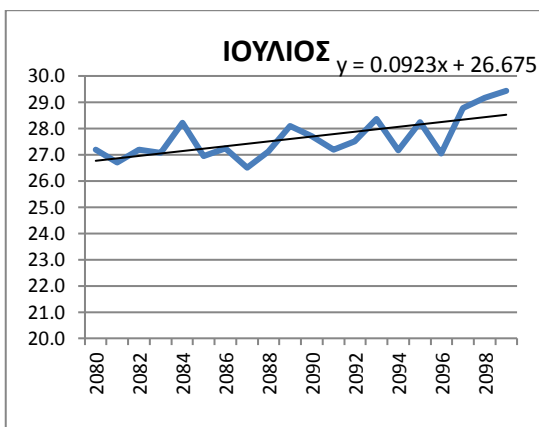
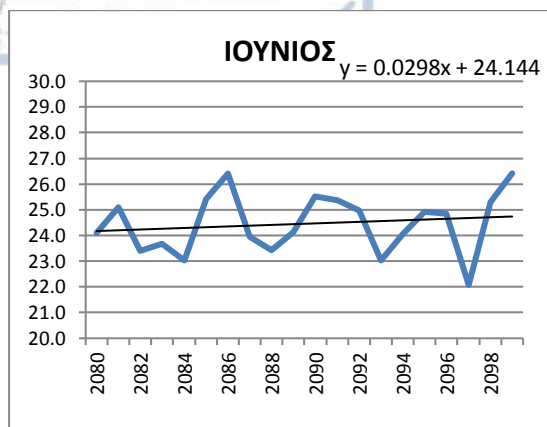
Στο Σχήμα 3.2.12 εμφανίζεται η μηνιαία μεταβολή των τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου MPI για τη μελλοντική περίοδο. Γενικότερα όλοι οι μήνες παρουσιάζουν



ομαλή διακύμανση της θερμοκρασίας με εξαίρεση τον Ιανουάριο ($0,116^{\circ}\text{C}$ ανά έτος) ο οποίος εμφανίζει σχετικά μεγαλύτερη ανοδική τάση από τους υπόλοιπους μήνες, καθώς και ο Σεπτέμβριος ο οποίος εμφανίζει πτωτική τάση με $-0,063^{\circ}\text{C}$ ανά έτος.



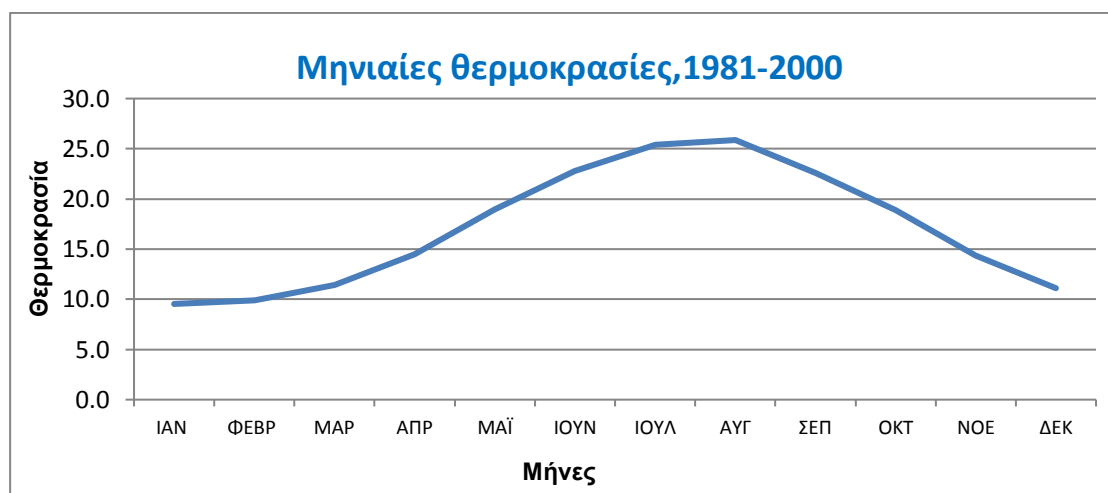
Σχήμα 3.2.12 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099, στην περιοχή της Θεσσαλονίκης



Σχήμα 3.2.12 (συνέχεια) : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099, στην περιοχή της Θεσσαλονίκης

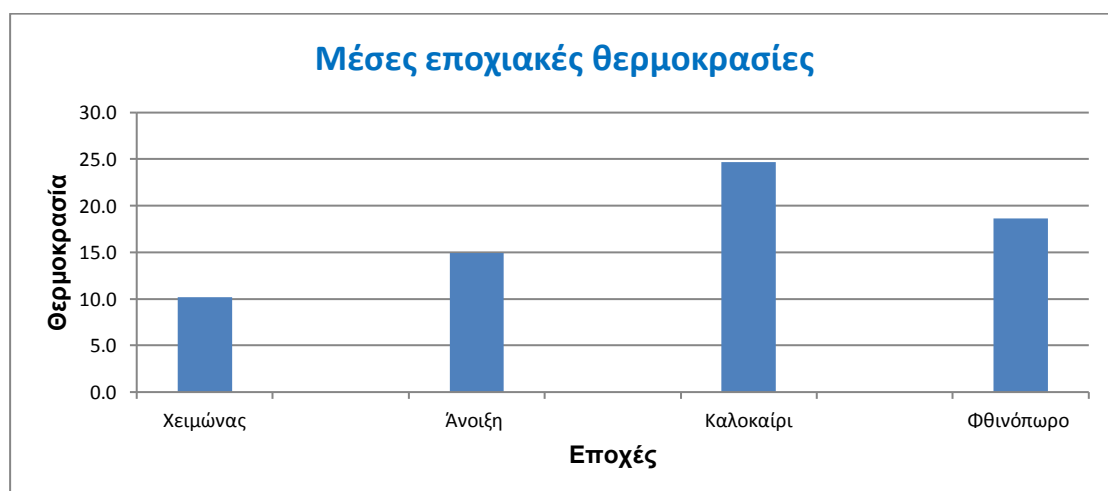
3.3 Αποτελέσματα για το σταθμό της Κέρκυρας

Για το σταθμό της Κέρκυρας, τα δεδομένα για τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για την περίοδο 1981-2000, προκύπτουν από το παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.3.1). Από το διάγραμμα αυτό διαπιστώνεται πως οι χαμηλότερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες σημειώνονται τους χειμερινούς μήνες και συγκεκριμένα τον Ιανουάριο με ελάχιστη μέση μηνιαία θερμοκρασία στους 9,5°C, ενώ οι υψηλότερες θερμοκρασίες καταγράφονται τη θερινή περίοδο με τη μέση μέγιστη μηνιαία τιμή στους 25,9°C κατά τον Αύγουστο.



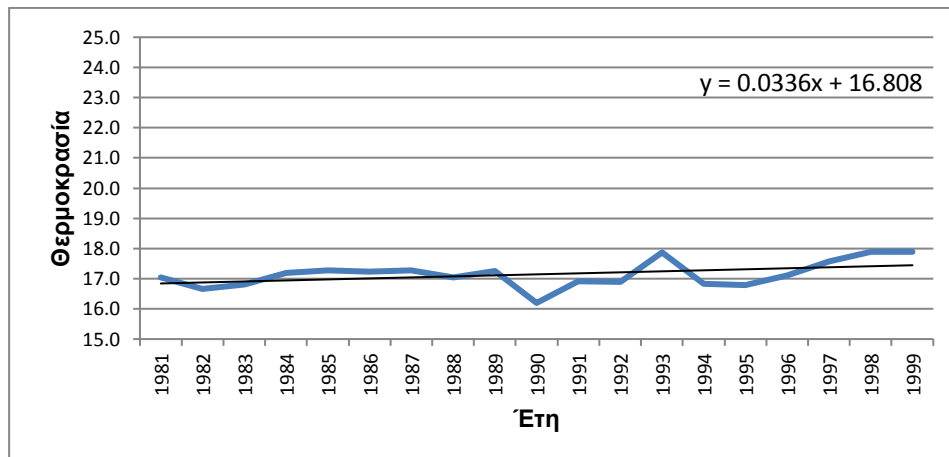
Σχήμα 3.3.1 : Διάγραμμα Μέσων Μηνιαίων τιμών για την περιοχή της Κέρκυρας, για τη χρονική περίοδο 1981-2000

Αντίστοιχα συμπεράσματα εξαγονται και από τα εποχιακά διαγράμματα του σταθμού της Κέρκυρας (Σχήμα 3.3.2) για την περίοδο 1981-2000, από τα οποία συμπεραίνεται πως οι υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες καταγράφονται το Καλοκαίρι με 24,7°C ενώ οι χαμηλότερες μέσες τιμές κατά το Χειμώνα με 10,2°C.



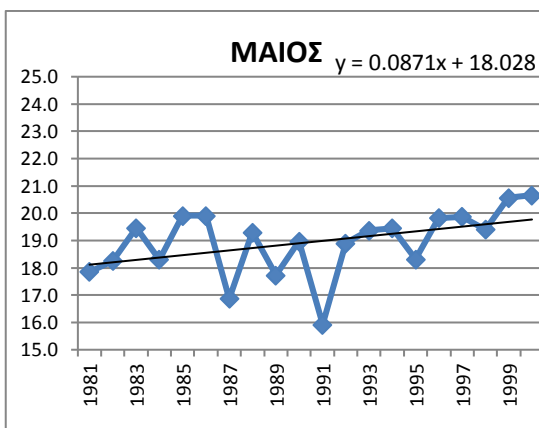
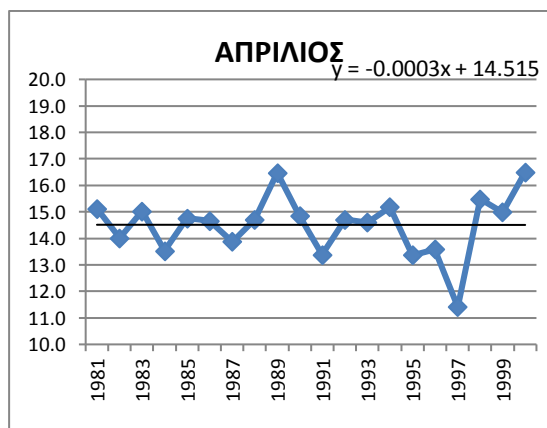
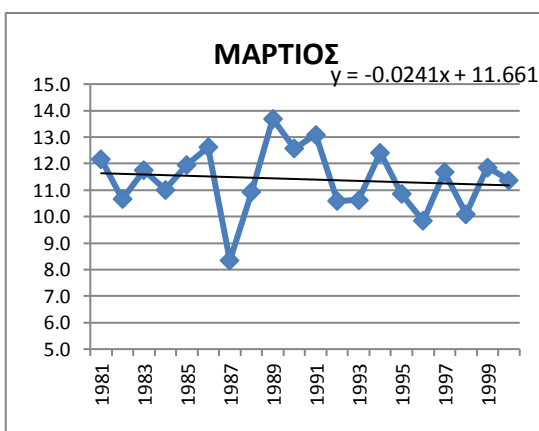
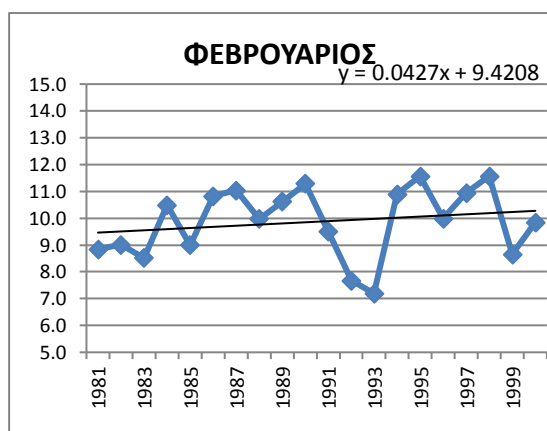
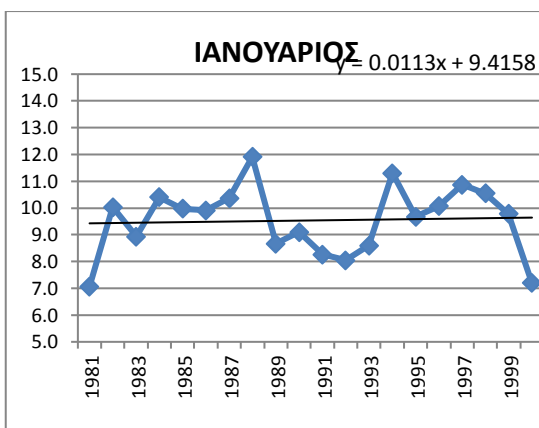
Σχήμα 3.3.2 : Μέσες εποχιακές θερμοκρασίες για την περιοχή της Κέρκυρας, περιόδος 1981-2000

Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας για την περίοδο 1981-2000 και της τάσης αυτών. Γενικότερα η μέση θερμοκρασία παρουσιάζει μικρή μεταβολή με την πάροδο των ετών και για κάθε έτος κυμαίνεται μεταξύ 16,7°C έως 17,6°C. Εξαιρέση αποτελούν τα έτη 1993 και 1998 όπου σημειώνεται η μέγιστη μέση ετήσια θερμοκρασία στους 17,9°C και η ελάχιστη μέση τιμή αυτής στους 16,2°C το έτος 1990. Σε γενικές γραμμές υποστηρίζεται πως η τάση είναι ανοδική για το σταθμό της Κέρκυρας, 0,33°C ανά 10 χρόνια για την περίοδο 1981 έως 2000.

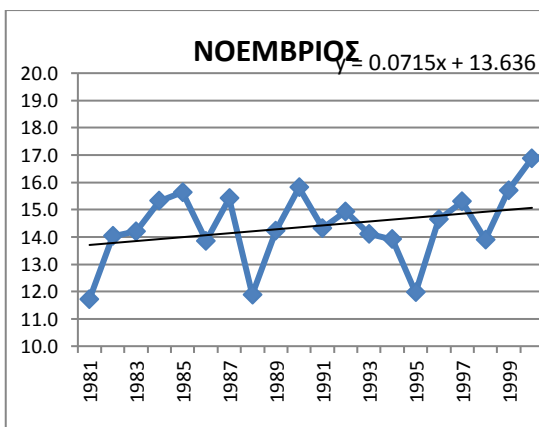
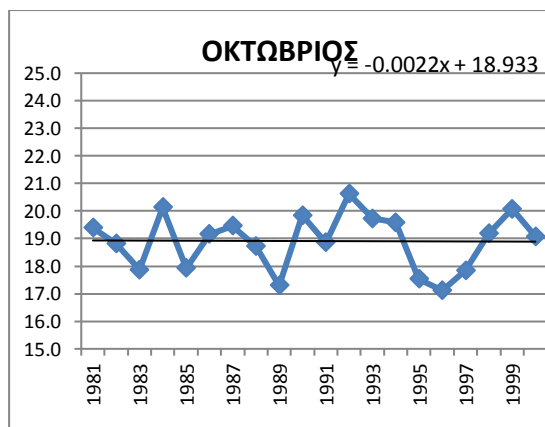
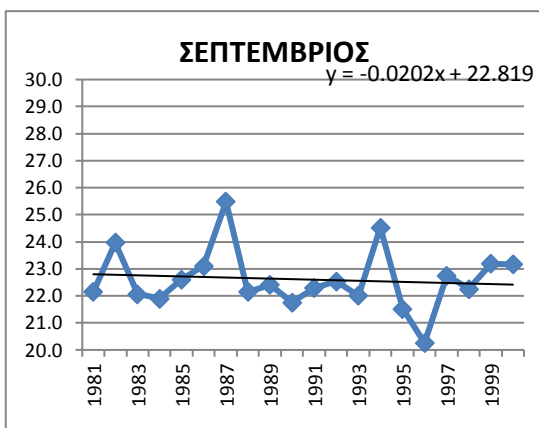
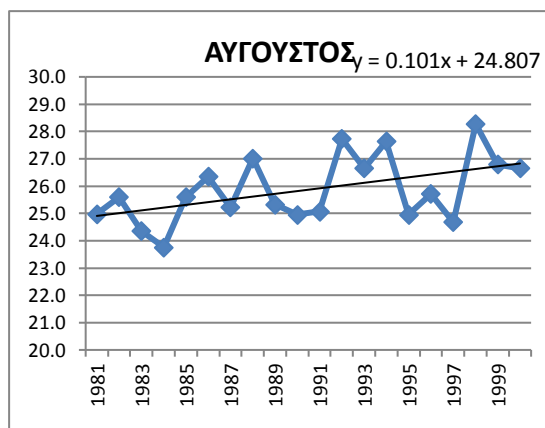
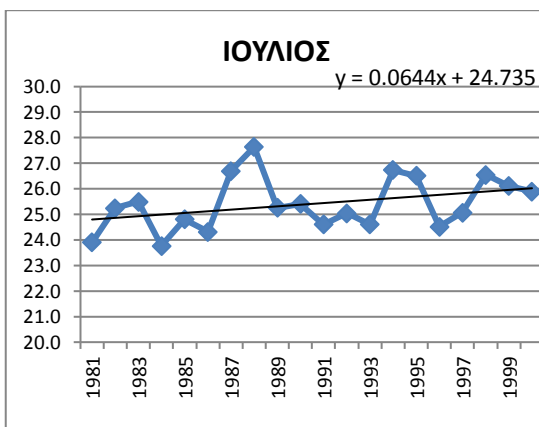
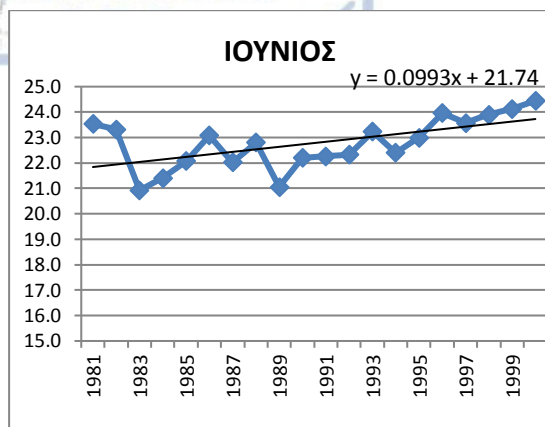


Σχήμα 3.3.3 : Ετήσια διάγραμμα τάσεων των μέσων θερμοκρασιών για το σταθμό της Κέρκυρας, 1981-2000

Αναλυτικότερα, στο Σχήμα 3.3.4 αποτυπώνεται σε διαγράμματα τάσεων η μηνιαία μεταβολή της θερμοκρασίας για την περίοδο 1981-2000. Οι μήνες που εμφανίζουν ανοδική τάση είναι ο Ιούνιος με 0,099°C ανά έτος και ο Μάιος με 0,101°C ανά έτος, ενώ οι μήνες με μικρή πτωτική τάση είναι ο Μάρτιος με -0,024°C ανά έτος και ο Σεπτέμβριος με -0,02°C ανά έτος. Οι υπόλοιποι μήνες δεν παρουσιάζουν σημαντική μεταβολή.



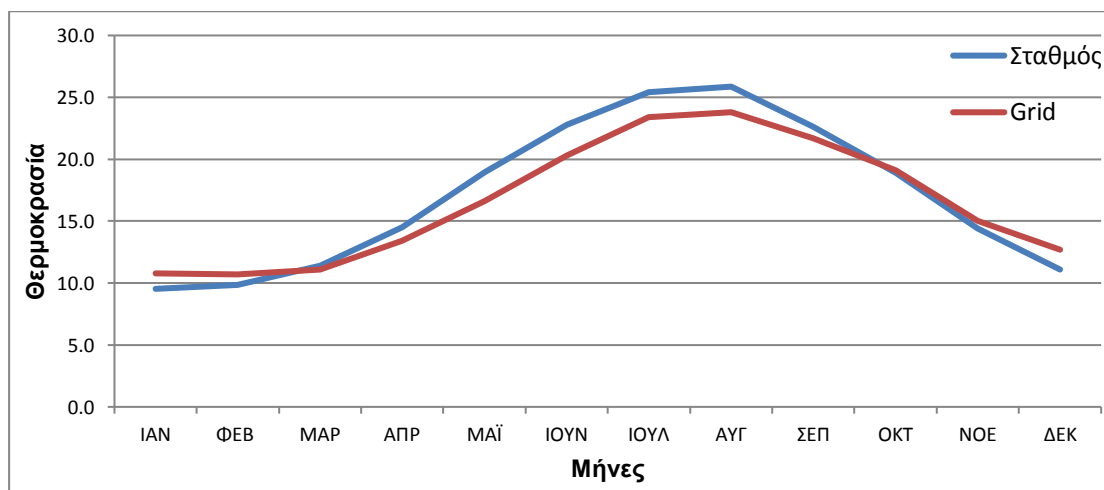
Σχήμα 3.3.4 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων για το σταθμό της Κέρκυρας , 1981-2000



Σχήμα 3.3.4 (συνέχεια) : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων για το σταθμό της Κέρκυρας , 1981-2000

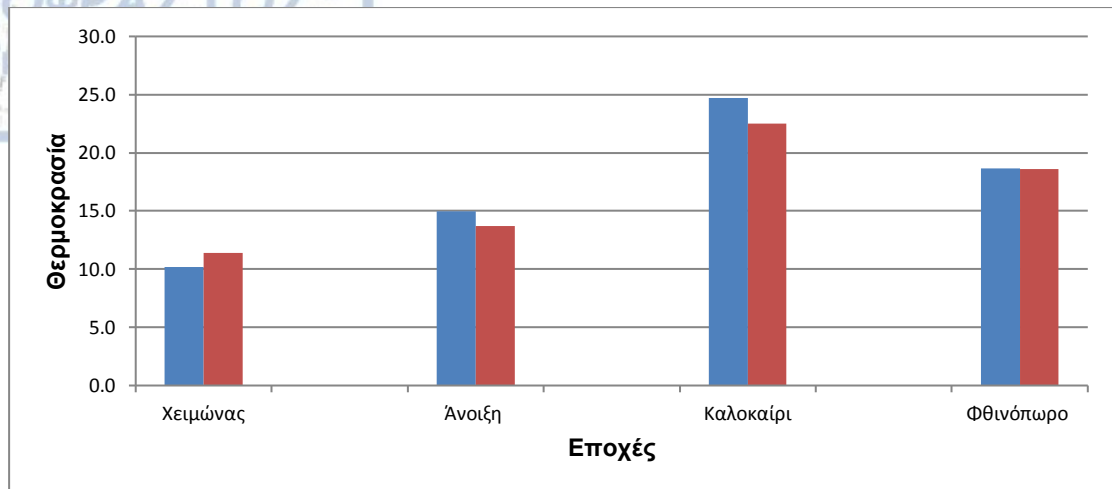
3.3.2. Ανάλυση δεδομένων Σταθμού-Κλιματικού μοντέλου για το παρόν

Στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.3.5) πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών του σταθμού και των αντίστοιχων θερμοκρασιών του κλιματικού μοντέλου MPI για το παρόν, στην περιοχή της Κέρκυρας. Αναλυτικότερα, διαπιστώνεται πως το κλιματικό μοντέλο υπερεκτιμά τη μέση θερμοκρασία τη ψυχρή περίοδο ενώ υποεκτιμά τη μέση θερμοκρασία τη θερινή περίοδο του έτους. Συγκεκριμένα, από το Νοέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο οι μέσες τιμές θερμοκρασίας του σταθμού είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες μέσες τιμές του κλιματικού μοντέλου με τη μέγιστη διαφορά τους να καταγράφεται το Δεκέμβριο στους 1,6°C. Το Μάρτιο και τον Οκτώβριο οι μέσες θερμοκρασίες του μοντέλου παρουσιάζουν πολύ μικρή έως και μηδενική απόκλιση από τις αντίστοιχες τιμές του σταθμού ενώ από τον Απρίλιο μέχρι το Σεπτέμβριο οι μέσες τιμές του σταθμού παρουσιάζουν μεγαλύτερη αύξηση από τις τιμές των grid points του μοντέλου με τη μέγιστη διαφορά τους να σημειώνεται τον Ιούνιο με 2,5°C.



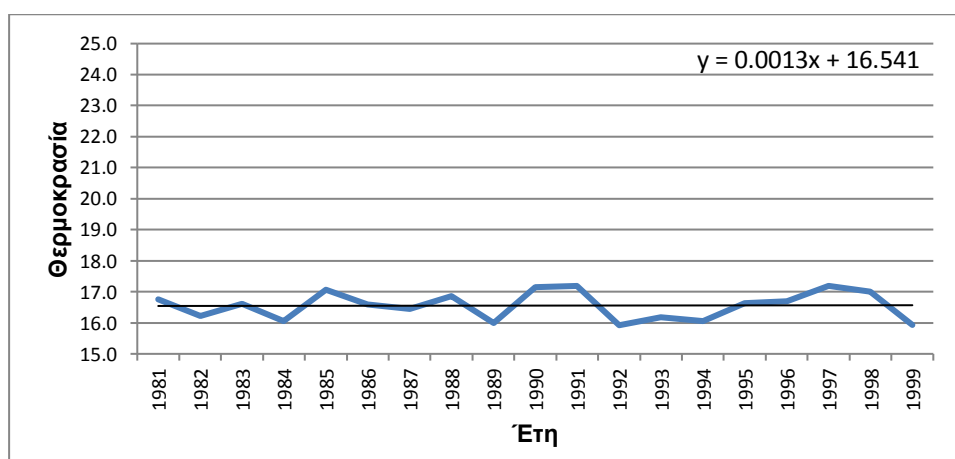
Σχήμα 3.3.5 : Μέσες Μηνιαίες θερμοκρασίες του σταθμού της Κέρκυρας και των grid points του κλιματικού μοντέλου για τη χρονική περίοδο 1981-2000

Ίδια συμπεράσματα προκύπτουν και από το εποχιακό διάγραμμα που ακολουθεί (Σχήμα 3.3.6) στο οποίο αποτυπώνεται η μέση θερμοκρασία του σταθμού της Κέρκυρας και των grid points του κλιματικού μοντέλου για το παρόν. Από το Σχήμα 3.3.6 για την περίοδο 1981-2000 συμπεραίνεται πως μόνο το Χειμώνα τα grid points του κλιματικού μοντέλου εμφανίζουν μεγαλύτερη θερμοκρασία από την αντίστοιχη του σταθμού κατά 1,2°C, το Φθινόπωρο οι τιμές του σταθμού και του κλιματικού μοντέλου συμπίπτουν, ενώ το Καλοκαίρι και την Άνοιξη η μέση θερμοκρασία του σταθμού είναι μεγαλύτερη κατά 2,2°C και 1,3°C αντίστοιχα.

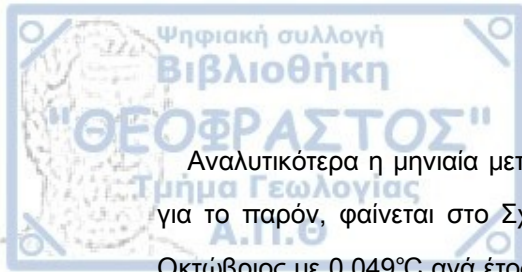


Σχήμα 3.3.6 : Εποχιακές θερμοκρασίες του σταθμού της Κέρκυρας και των grid points του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000. Η μπλε ράβδος αντιστοιχεί στα δεδομένα του σταθμού και η κόκκινη στα δεδομένα του grid

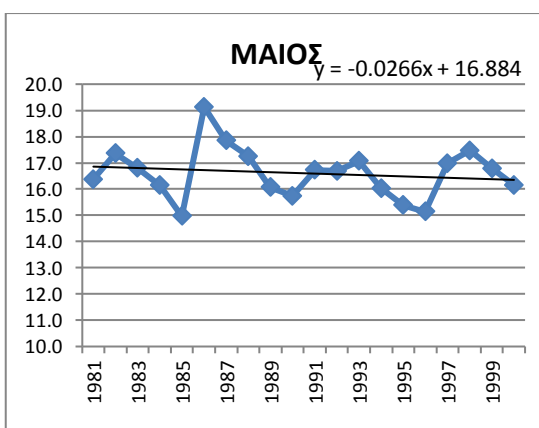
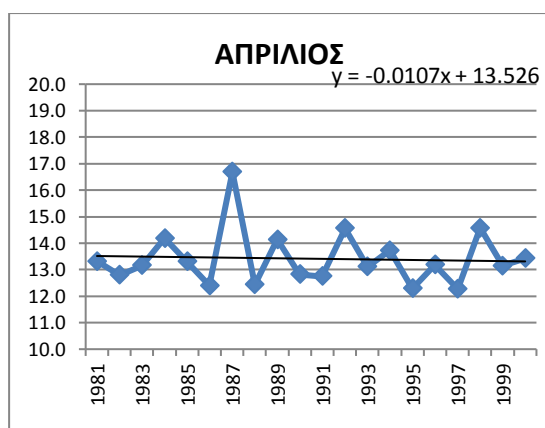
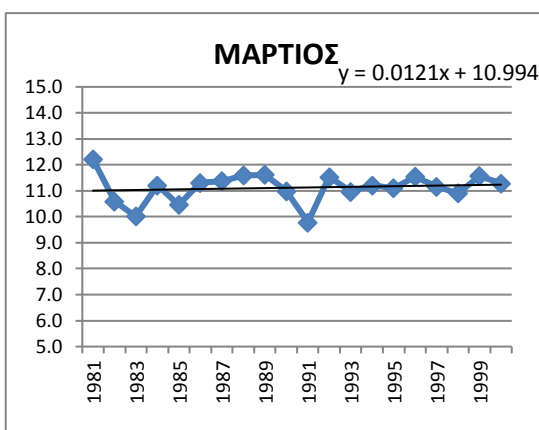
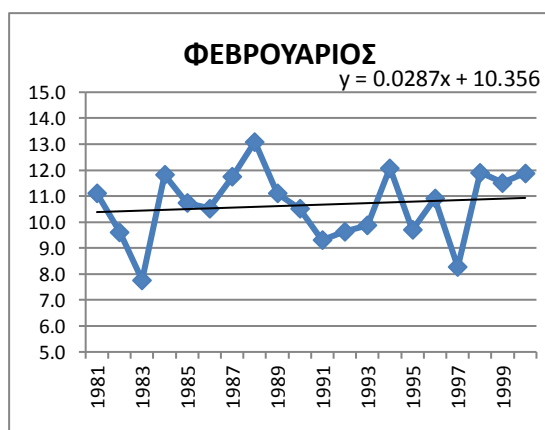
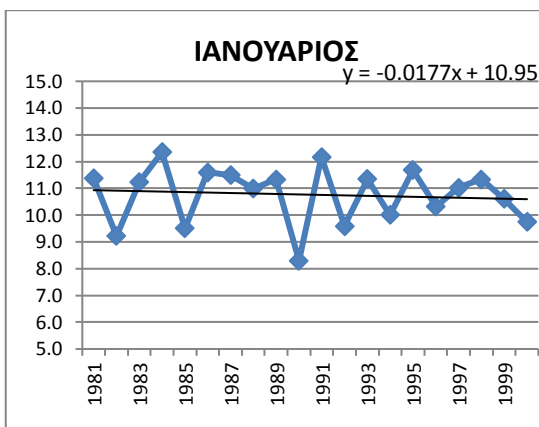
Στο Σχήμα 3.3.7 απεικονίζεται το ετήσιο διάγραμμα τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν, για το σταθμό της Κέρκυρας. Οι τιμές του κλιματικού μοντέλου παρουσιάζουν διάφορες διακυμάνσεις με την πάροδο των χρόνων με τη μέση ετήσια θερμοκρασία να κυμαίνεται μεταξύ 16°C έως 17°C. Η μέγιστη μέση ετήσια θερμοκρασία σημειώνεται στους 17,2°C τα έτη 1990,1991 και 1997 ενώ η ελάχιστη μέση ετήσια θερμοκρασία καταγράφεται στους 15,9°C τα έτη 1992 και 1999. Σε γενικές γραμμές, διαπιστώνεται πως η τάση των θερμοκρασιών του αέρα για την περιοχή της Κέρκυρας, με βάση το κλιματικό μοντέλο MPI είναι αρκετά μικρή και ίση με 0,01°C ανά 10 χρόνια, πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη τάση των θερμοκρασιών του σταθμού της Κέρκυρας για την ίδια χρονική περίοδο.



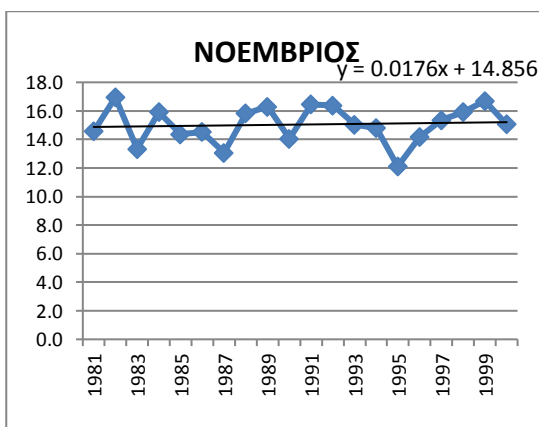
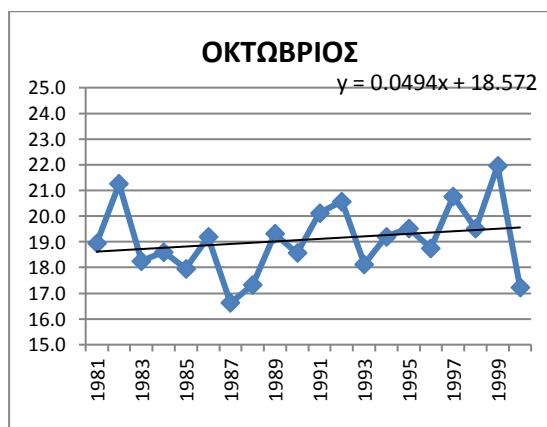
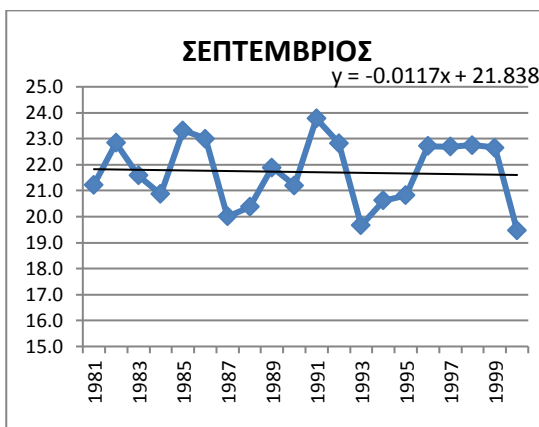
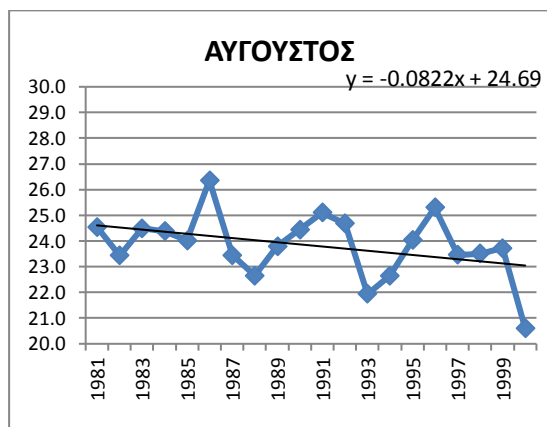
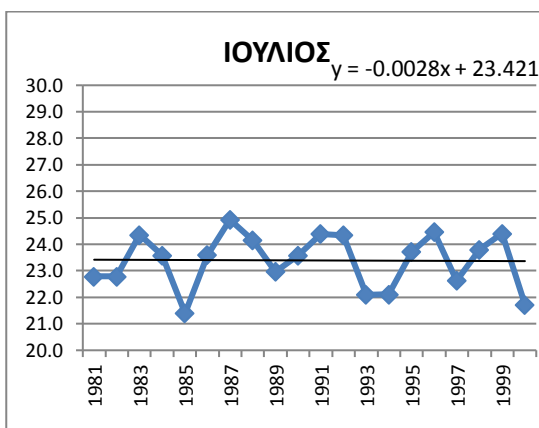
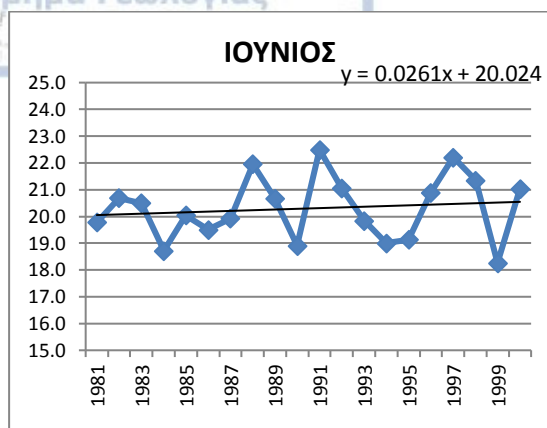
Σχήμα 3.3.7 : Ετήσιο διάγραμμα τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν, για την περιοχή της Κέρκυρας.



Αναλυτικότερα η μηνιαία μεταβολή των τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν, φαίνεται στο Σχήμα 3.3.8. Ο μήνας με τη μεγαλύτερη ανοδική τάση είναι ο Οκτώβριος με $0,049^{\circ}\text{C}$ ανά έτος σε αντίθεση με τα δεδομένα του σταθμού της Κέρκυρας όπου την υψηλότερη τιμή ανοδική τάση εμφανίζουν οι μήνες Μάιος και Ιούνιος, ενώ τη μεγαλύτερη πτωτική τάση παρουσιάζει ο Αύγουστος με $-0,082^{\circ}\text{C}$ ανά έτος, σε αντίθεση με τις χαμηλότερες τιμές του σταθμού που καταγράφονται το Μάρτιο και το Σεπτέμβριο. Για τους υπόλοιπους μήνες του έτους δε σημειώνεται κάποια αξιόλογη μεταβολή.



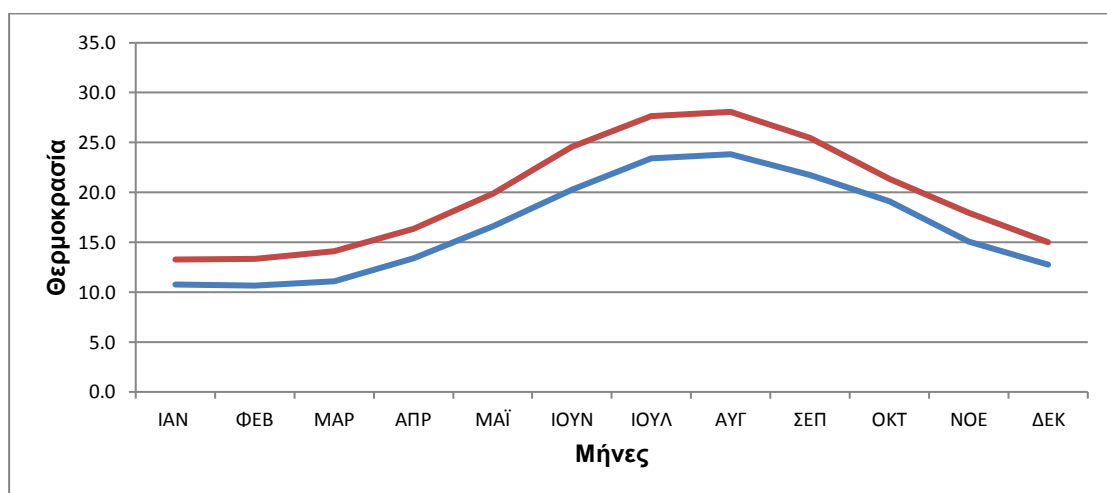
Σχήμα 3.3.8 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000, στην περιοχή της Θεσσαλονίκης



Σχήμα 3.3.8 (συνέχεια): Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000, στην περιοχή της Κέρκυρας

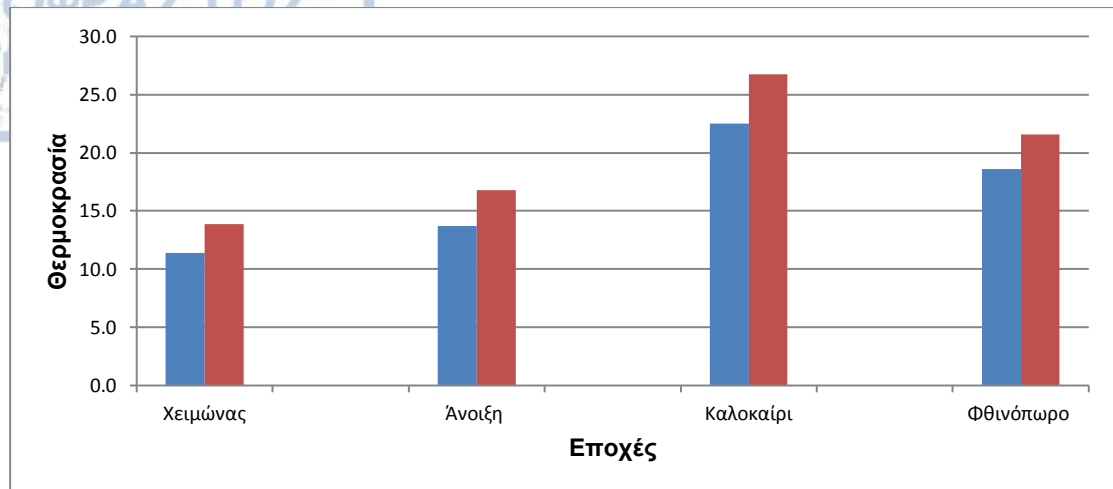
3.3.3. Ανάλυση δεδομένων Κλιματικού μοντέλου για το παρόν –μέλλον

Στο Σχήμα 3.3.9 γίνεται σύγκριση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών του κλιματικού μοντέλου για το παρόν και το μέλλον. Αρχικά διαπιστώνεται πως τα αποτελέσματα που έδωσε το κλιματικό μοντέλο για τη μελλοντική περίοδο 2080-2099 εμφανίζουν κανονική κατανομή με μέγιστο τον Αύγουστο στους 28,1°C και ελάχιστο τον Ιανουάριο και το Φεβρουάριο με 13,3°C. Παράλληλα από το παρακάτω διάγραμμα προκύπτει ότι οι μέσες μηνιαίες τιμές των grid points για το μέλλον(2080-2099) είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες της περιόδου αναφοράς (1981-2000), με τη μέγιστη διαφορά τους να σημειώνεται τον Ιούλιο και τον Αύγουστο στους 4,3°C και την ελάχιστη το Δεκέμβριο στους 2,2°C.



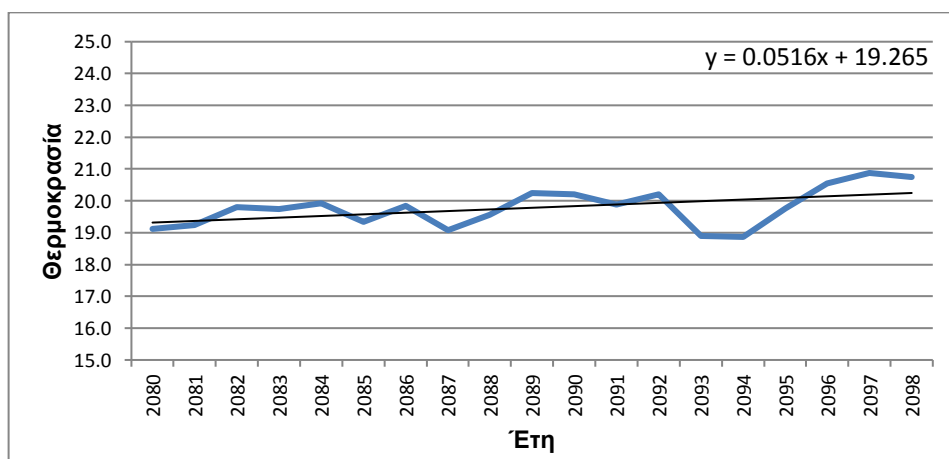
Σχήμα 3.3.9 : Μέσες Μηνιαίες θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου για το παρόν και το μέλλον για την περιοχή της Κέρκυρας. Η μπλε καμπύλη αντιστοιχεί στις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της περιόδου αναφοράς (1981-2000) και η κόκκινη καμπύλη στις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της μελλοντικής περιόδου (2080-2099)

Ακολουθεί το Σχήμα 3.3.10 στο οποίο απεικονίζονται οι εποχιακές θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου MPI για τα grid points του σταθμού της Κέρκυρας, τόσο για την περίοδο αναφοράς 1981-2000, όσο και για τη μελλοντική περίοδο 2080-2099. Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα, προκύπτουν όμοια συμπεράσματα με παραπάνω, δηλαδή οι μεγαλύτερες μέσες θερμοκρασίες σημειώνονται το Καλοκαίρι, καθώς και ότι οι τιμές των grid points για την περίοδο 2080-2099 είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες της περιόδου 1981-2000. Ειδικότερα, οι διαφορές που καταγράφονται είναι 2,5°C το Χειμώνα, 3,1°C την Άνοιξη, 4,3°C το Καλοκαίρι και 3°C το Φθινόπωρο.



Σχήμα 3.3.10: Εποχιακές θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου MPI για το grid της Κέρκυρας για την περίοδο αναφοράς 1981-2000 (μπλε ράβδος) και τη μελλοντική περίοδο (κόκκινη ράβδος)

Από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο (2080-2099) δημιουργήθηκε ετήσιο διάγραμμα τάσεων για το σταθμό της Κέρκυρας. Οι τιμές μέσης ετήσιας θερμοκρασίας του κλιματικού μοντέλου για το μέλλον εμφανίζουν μικρές διακυμάνσεις και κυμαίνονται από 19,1°C έως 20,2°C. Η ελάχιστη μέση ετήσια τιμή φτάνει στους 18,9°C το 2093 και το 2094 ενώ από αυτό το έτος και έπειτα, παρουσιάζεται βαθμιαία ανοδική τάση μέχρι το τέλος του 21^{ου} αιώνα με τη μέγιστη μέση ετήσια θερμοκρασία να σημειώνεται στους 20,9°C το 2097. Γενικότερα, η τάση της μέσης θερμοκρασίας του μοντέλου για το μέλλον είναι θετική και ίση με 0,5°C ανά 10 χρόνια.

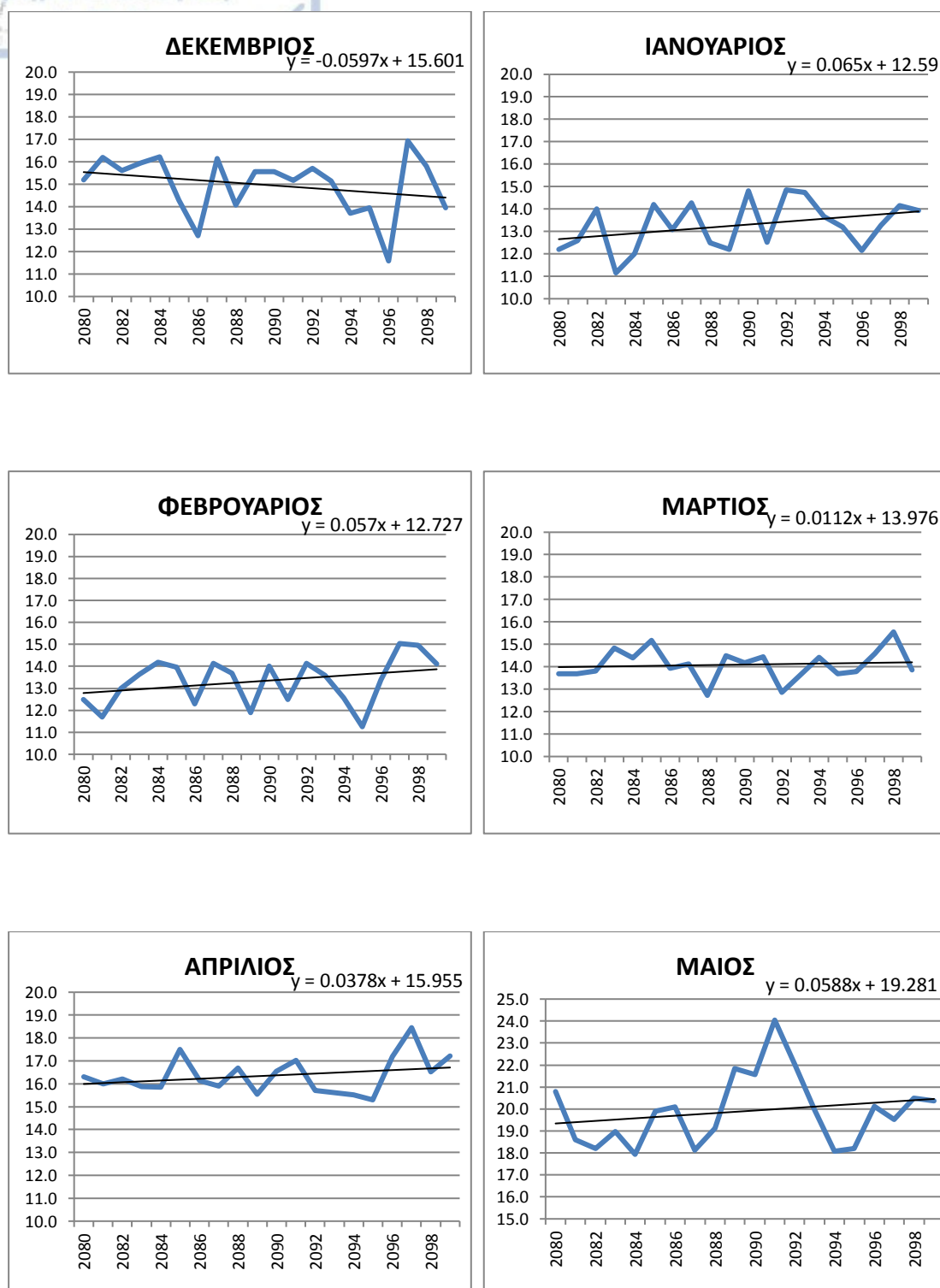


Σχήμα 3.3.11 : Ετήσιο διάγραμμα τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο (2080-2099), για την περιοχή της Κέρκυρας

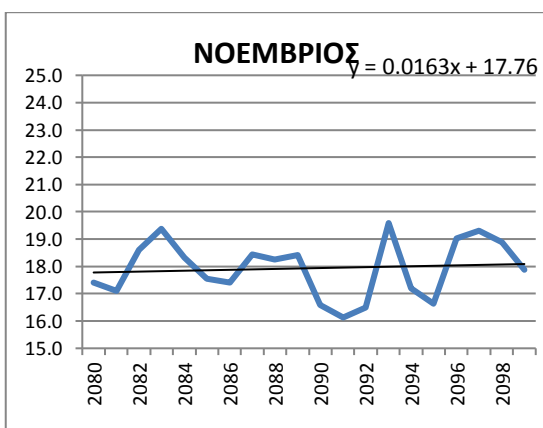
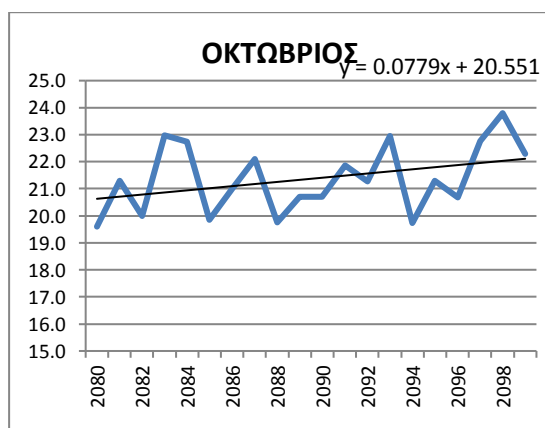
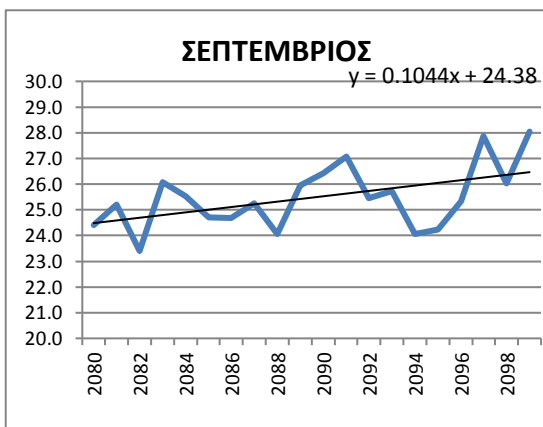
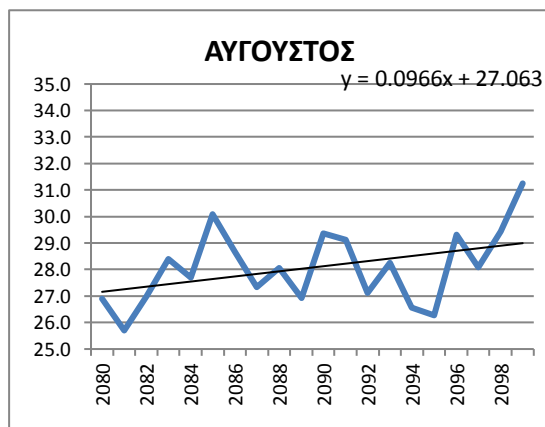
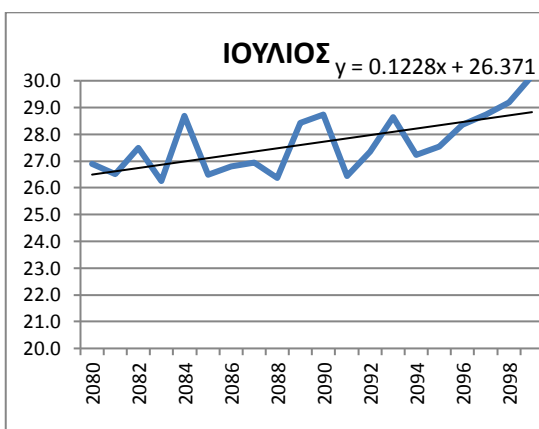
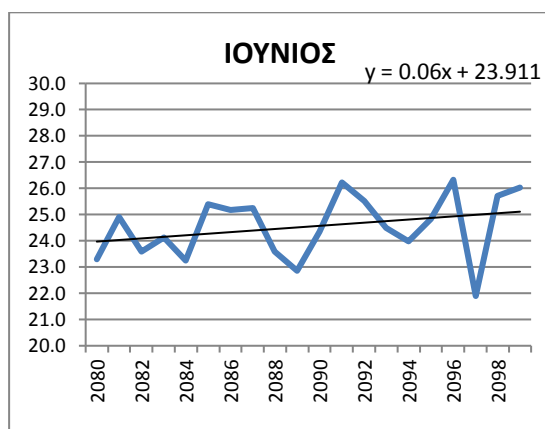
Η μηνιαία μεταβολή των τάσεων των τιμών του κλιματικού μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο (2080-2099) απεικονίζονται στο Σχήμα 3.3.12 από όπου προκύπτει πως οι μήνες με τη μεγαλύτερη ανοδική τάση είναι ο Ιούλιος με 0,122°C ανά έτος και ο Σεπτέμβριος με 0,104°C



ενώ ο μήνας με τη μεγαλύτερη πτωτική τάση είναι ο Δεκέμβριος με $-0,059^{\circ}\text{C}$ ανά έτος. Οι υπόλοιποι μήνες δεν εμφανίζουν κάποια σημαντική μεταβολή.



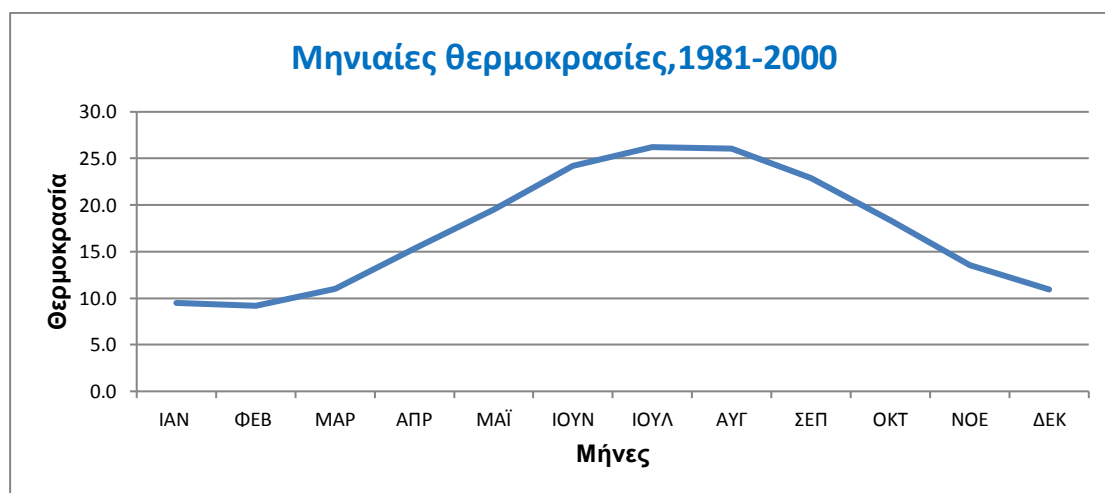
Σχήμα 3.3.12 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099, στην περιοχή της Κέρκυρας



Σχήμα 3.3.12 (συνέχεια): Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099, στην περιοχή της Κέρκυρας

3.4 Αποτελέσματα για το σταθμό της Μυτιλήνης

Τα δεδομένα που προκύπτουν από το διάγραμμα μέσων μηνιαίων τιμών της θερμοκρασίας για το σταθμό της Μυτιλήνης φαίνονται στο Σχήμα 3.4.1 από όπου διαπιστώνεται πως για την περίοδο 1981 έως 2000 οι χαμηλότερες μέσες μηνιαίες τιμές σημειώνονται τους χειμερινούς μήνες ενώ οι υψηλότερες τους θερινούς. Συγκεκριμένα η ελάχιστη μέση μηνιαία θερμοκρασία καταγράφεται τον Φεβρουάριο με 9,2°C ενώ η μέγιστη τον Ιούλιο με 26,2°C



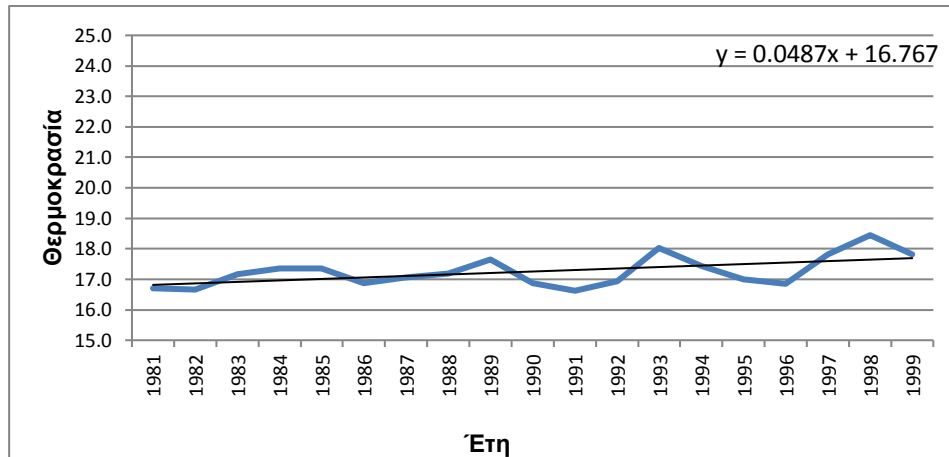
Σχήμα 3.4.1 : Διάγραμμα Μέσων Μηνιαίων τιμών για την περιοχή της Μυτιλήνης, για τη χρονική περίοδο 1981-2000

Οι μέσες εποχιακές θερμοκρασίες για την περιοχή της Μυτιλήνης αποτυπώνονται στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.4.2) από το οποίο προκύπτουν όμοια συμπεράσματα με παραπάνω, δηλαδή ότι οι χαμηλότερες μέσες τιμές καταγράφονται το Χειμώνα (9,9°C) ενώ οι υψηλότερες μέσες το Καλοκαίρι (25,5°C).



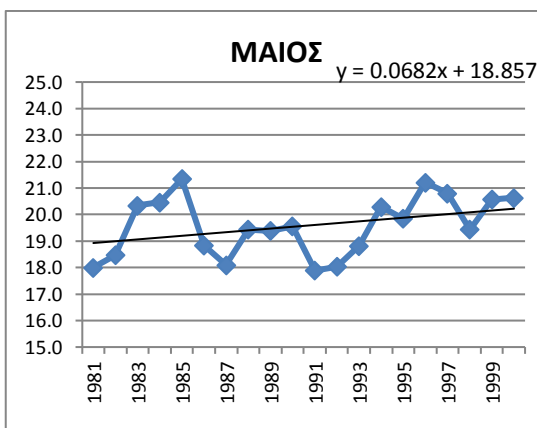
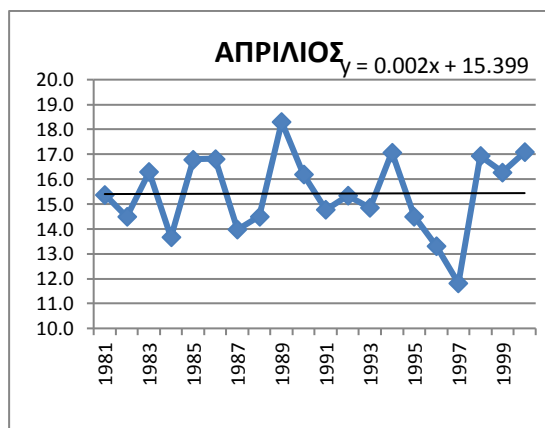
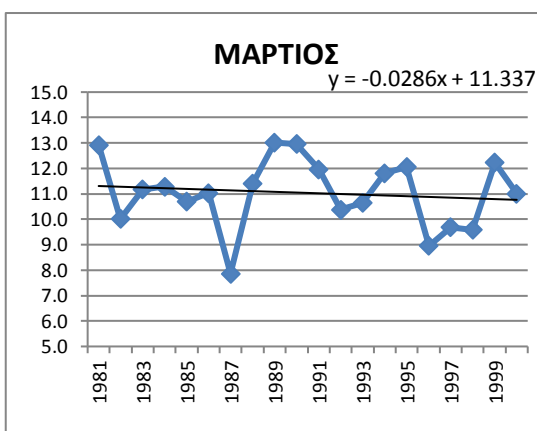
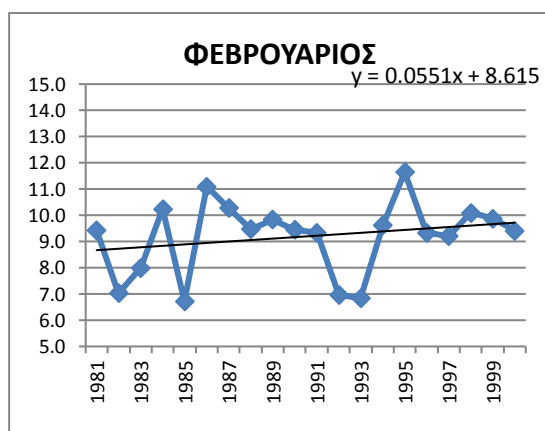
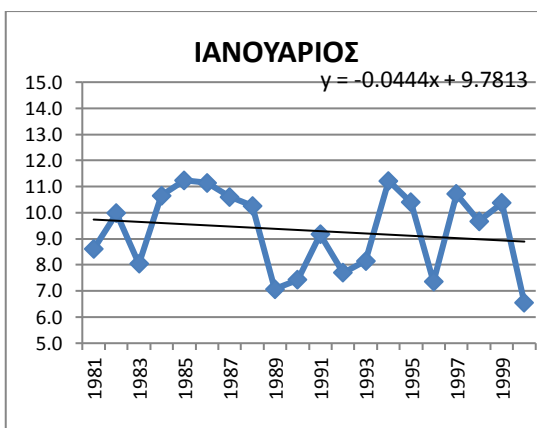
Σχήμα 3.4.2 : Μέσες εποχιακές θερμοκρασίες για την περιοχή της Μυτιλήνης, περίοδος 1981-2000

Στο Σχήμα 3.4.3 απεικονίζεται το ετήσιο διάγραμμα τάσεων των μέσων θερμοκρασιών για την περίοδο 1981 έως 2000 του σταθμού της Μυτιλήνης. Η τάση της θερμοκρασίας σε γενικές γραμμές είναι ανοδική και ίση με $0,48^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια. Η μέση θερμοκρασία παρουσιάζει μεταβολές με την πάροδο των χρόνων και κυμαίνεται μεταξύ $16,7^{\circ}\text{C}$ έως 18°C , με τη μέση μέγιστη να σημειώνεται το 1998 στους $18,4^{\circ}\text{C}$ και τη μέση ελάχιστη στους $16,6^{\circ}\text{C}$ το 1991.

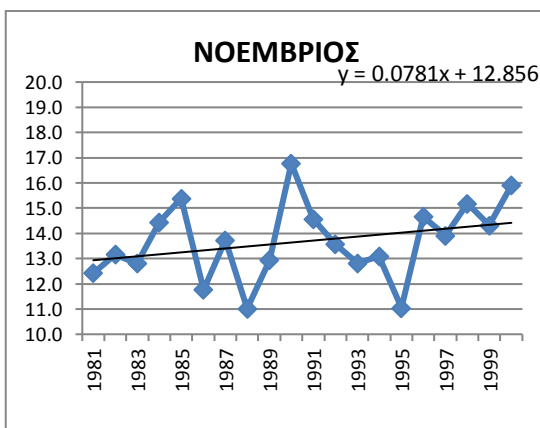
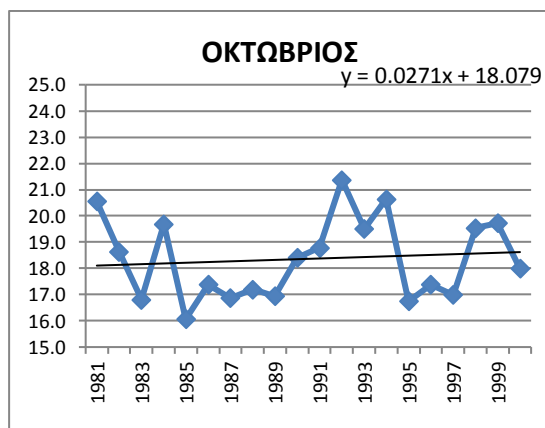
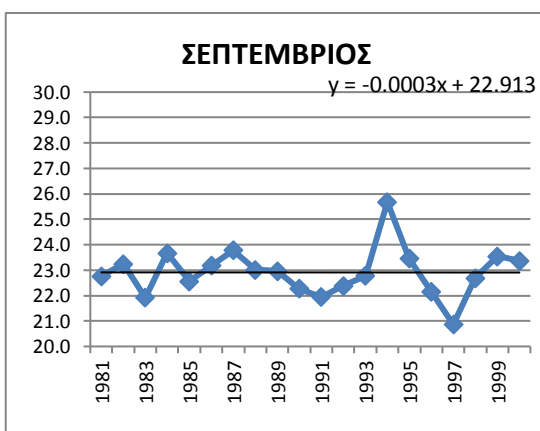
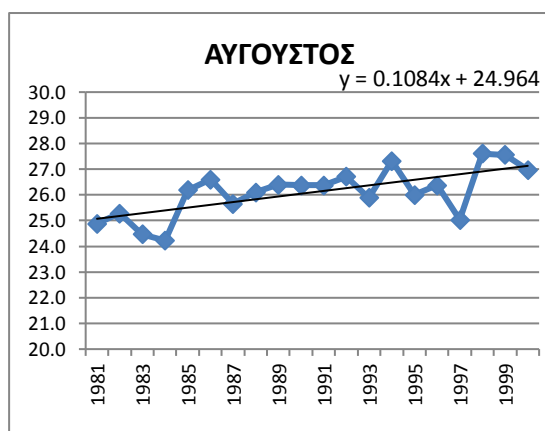
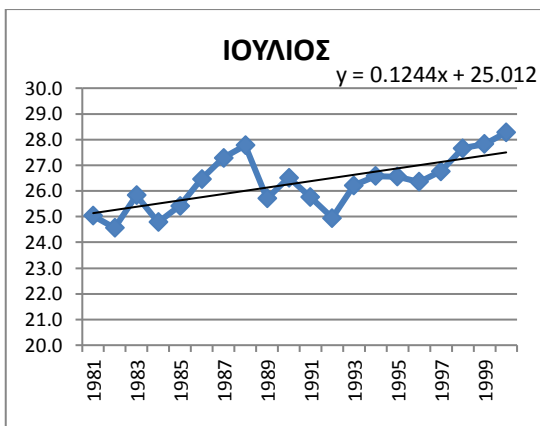
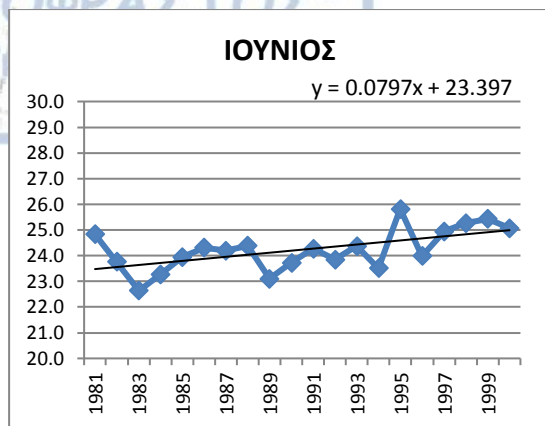


Σχήμα 3.4.3 : Ετήσιο διάγραμμα τάσεων των μέσων θερμοκρασιών για το σταθμό της Μυτιλήνης, 1981-2000

Ειδικότερα στο Σχήμα 3.4.4 φαίνεται η μηνιαία μεταβολή της θερμοκρασίας σε διαγράμματα τάσεων για την περιοχή της Μυτιλήνης, την περίοδο 1981 έως 2000. Οι μήνες με τη μεγαλύτερη ανοδική τάση είναι ο Ιούλιος με $0,124^{\circ}\text{C}$ ανά έτος και ο Αύγουστος με $0,108^{\circ}\text{C}$ ανά έτος ενώ οι μήνες με τη μεγαλύτερη πτωτική τάση είναι ο Ιανουάριος με $-0,044^{\circ}\text{C}$ ανά έτος και ο Μάρτιος με $-0,028^{\circ}\text{C}$ ανά έτος. Οι υπόλοιποι μήνες δεν εμφανίζουν αξιόλογη μεταβολή.



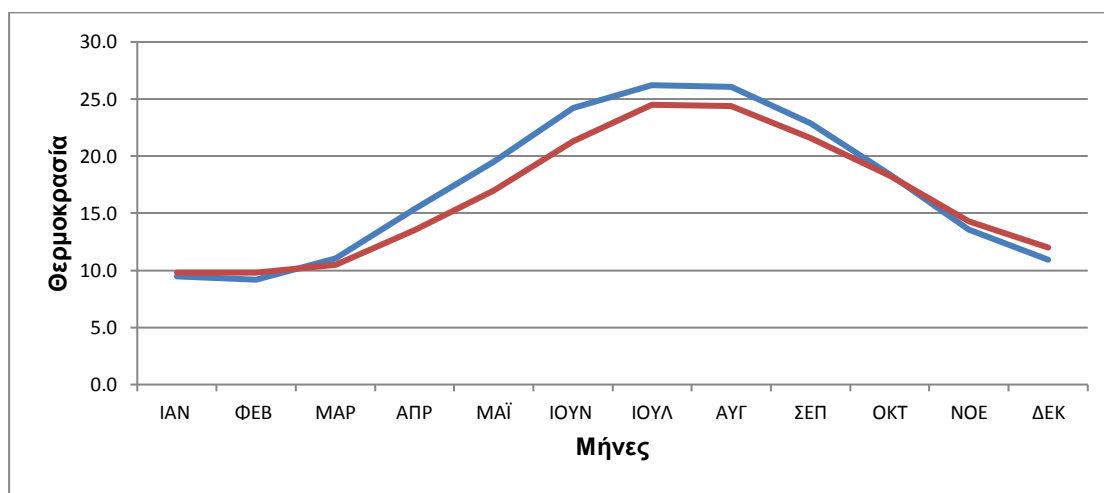
Σχήμα 3.4.4 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων για το σταθμό της Μυτιλήνης , 1981-2000



Σχήμα 3.2.4 (συνέχεια) : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων για το σταθμό της Θεσσαλονίκης , 1981-2000

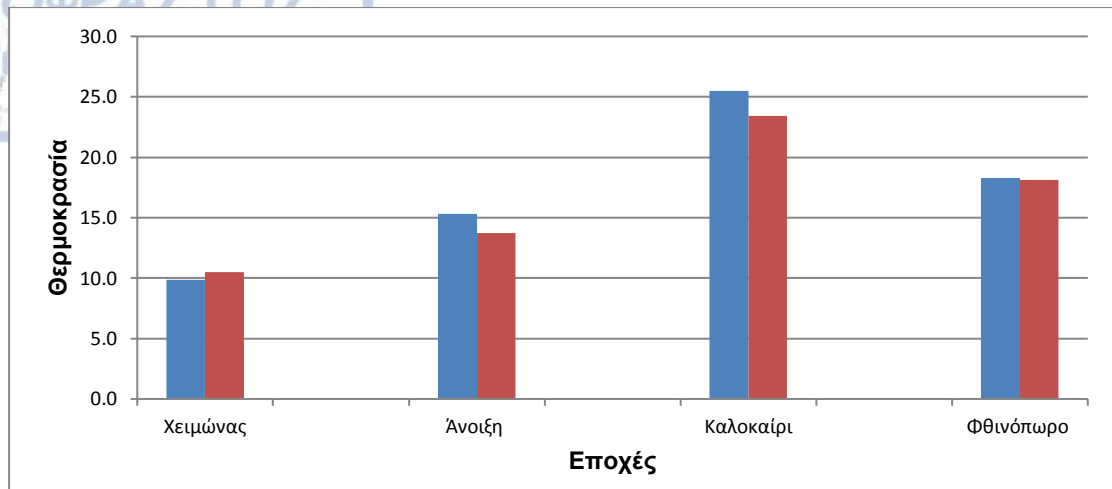
3.4.2. Ανάλυση δεδομένων Σταθμού-Κλιματικού μοντέλου για το παρόν

Για την περιοχή της Μυτιλήνης, στο Σχήμα 3.4.5 πραγματοποιείται σύγκριση των δεδομένων του σταθμού και των grid points του κλιματικού μοντέλου MPI για το παρόν. Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται πως το κλιματικό μοντέλο υποεκτιμά τη μέση θερμοκρασία κατά τη θερμή περίοδο του έτους, ενώ τη ψυχρή περίοδο για ένα διάστημα την υπερεκτιμά και για κάποιο άλλο διάστημα παρουσιάζει πολύ μικρή απόκλιση. Συγκεκριμένα από τον Απρίλιο μέχρι το Σεπτέμβριο οι τιμές του κλιματικού μοντέλου είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες του σταθμού με τη μέγιστη διαφορά τους τον Ιούνιο στους 2,9°C. Το διάστημα Οκτώβριο-Νοέμβριο και Ιανουάριο-Μάρτιο οι τιμές των grid points και του σταθμού παρουσιάζουν πολύ μικρή έως και μηδενική απόκλιση, ενώ το μήνα Δεκέμβριο το κλιματικό μοντέλο υπερεκτιμά τα δεδομένα του σταθμού κατά 1,1°C.



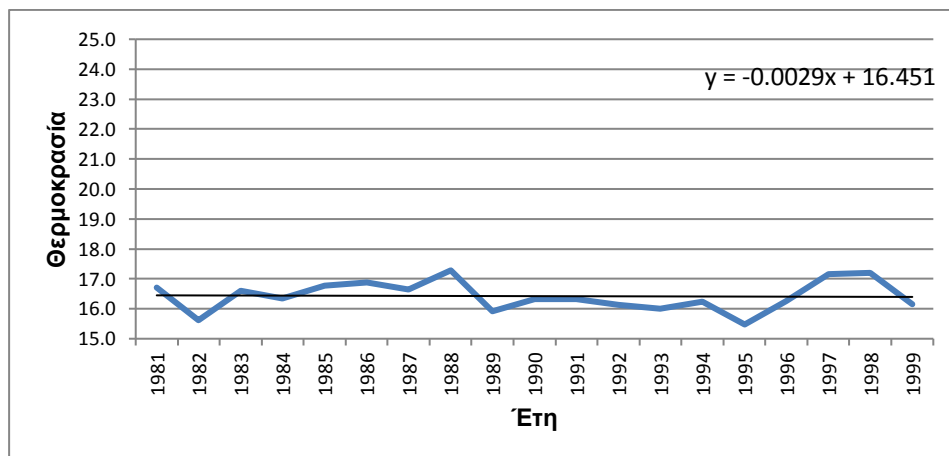
Σχήμα 3.4.5 : Μέσες Μηνιαίες θερμοκρασίες του σταθμού της Μυτιλήνης και των grid points του κλιματικού μοντέλου για τη χρονική περίοδο 1981-2000

Όμοια συμπεράσματα εξάγονται και από το παρακάτω εποχιακό διάγραμμα (Σχήμα 3.4.6) στο οποίο καταγράφονται οι μέσες θερμοκρασίες του σταθμού της Μυτιλήνης σε σύγκριση με τις αντίστοιχες των grid points του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000. Όπως φαίνεται και από το Σχήμα 3.4.6 σε όλη τη διάρκεια του έτους εκτός από το Χειμώνα οι τιμές του σταθμού είναι μεγαλύτερες από τις τιμές του κλιματικού μοντέλου κατά 1,6°C την Άνοιξη, 2,1°C το Καλοκαίρι και 0,2°C το Φθινόπωρο. Το Χειμώνας το κλιματικό μοντέλο εμφανίζει μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία από το σταθμό κατά 0,6°C.



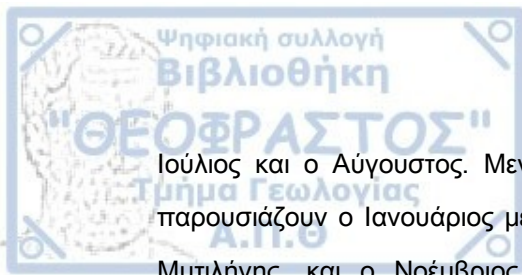
Σχήμα 3.4.6 : Εποχιακές θερμοκρασίες του σταθμού της Μυτιλήνης και των grid points του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000. Η μπλε ράβδος αντιστοιχεί στα δεδομένα του σταθμού και η κόκκινη στα δεδομένα του grid

Στο Σχήμα 3.4.7 αποτυπώνεται το διάγραμμα μέσης της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο αναφοράς 1981-2000 και της τάσης αυτών. Η μέση ετήσια θερμοκρασία παρουσιάζει μεταβολές και κυμαίνεται μεταξύ 15,9°C έως 17,2°C στο πέρασμα των χρόνων. Η μέγιστη μέση ετήσια τιμή σημειώνεται στους 17,3°C το 1988 ενώ η ελάχιστη μέση στους 15,5°C το 1995. Γενικότερα, παρουσιάζεται σχεδόν μηδενική τάση , $-0,02^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια, σε αντίθεση με την αντίστοιχη ανοδική που παρουσιάζει ο σταθμός της Μυτιλήνης για την ίδια περίοδο.

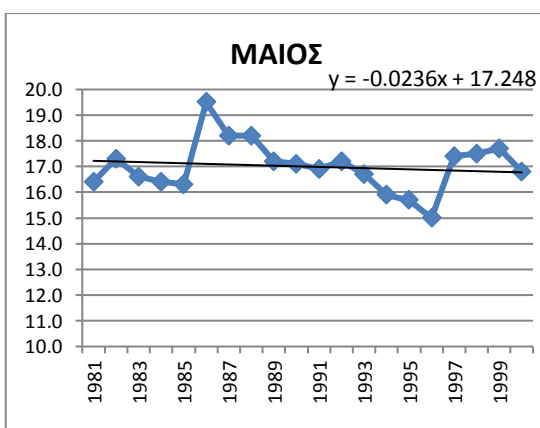
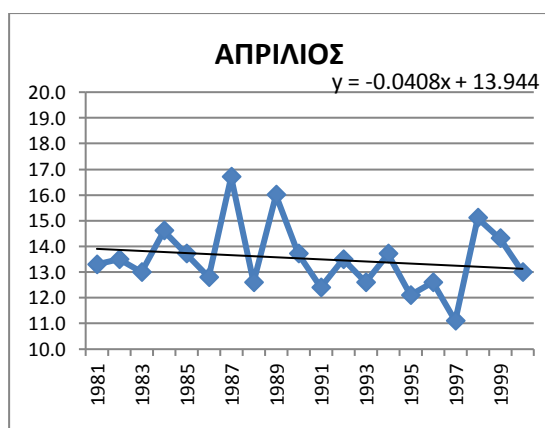
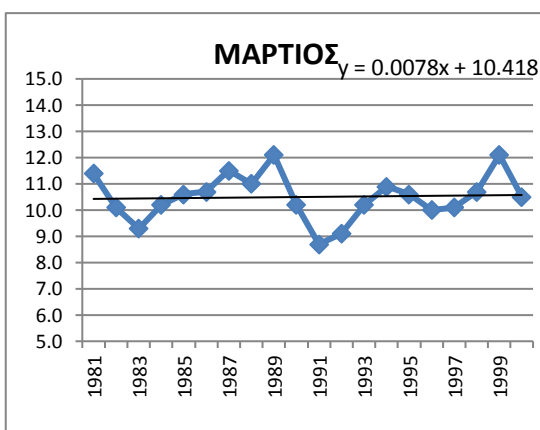
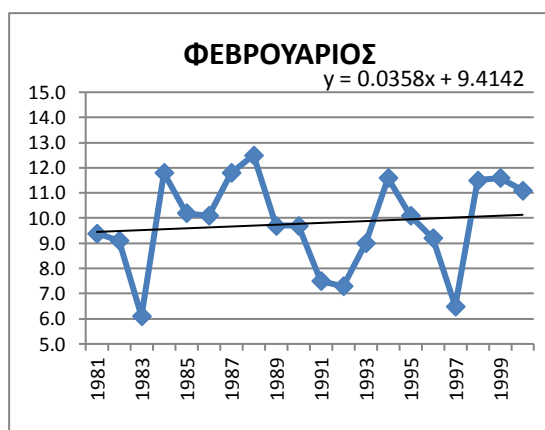
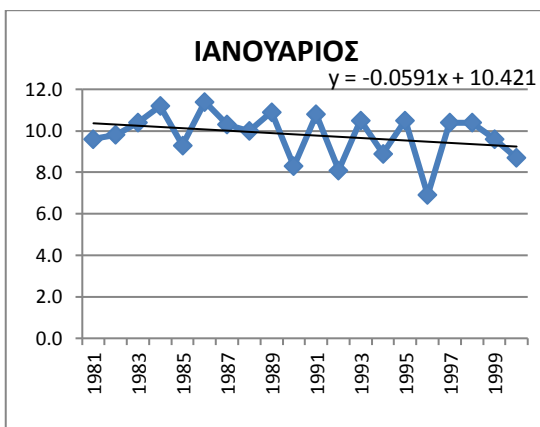


Σχήμα 3.4.7 : Ετήσιο διάγραμμα τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν, για την περιοχή της Μυτιλήνης.

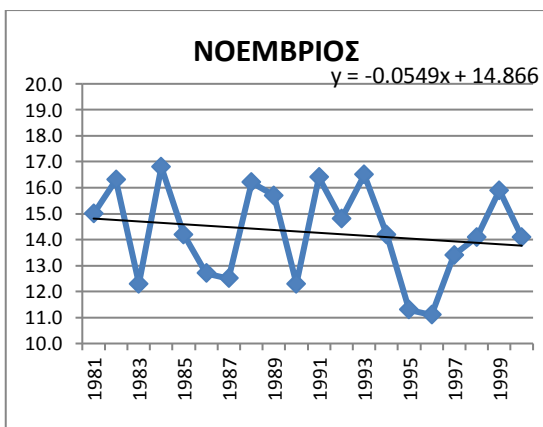
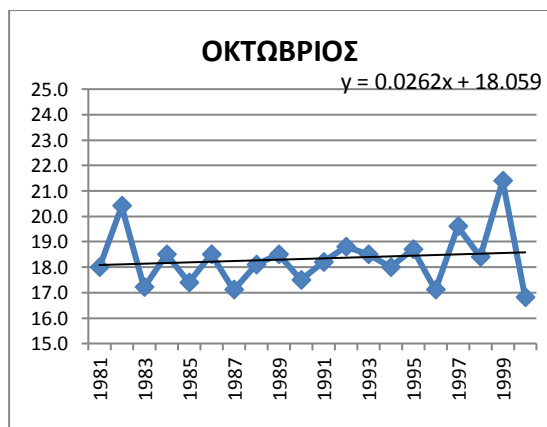
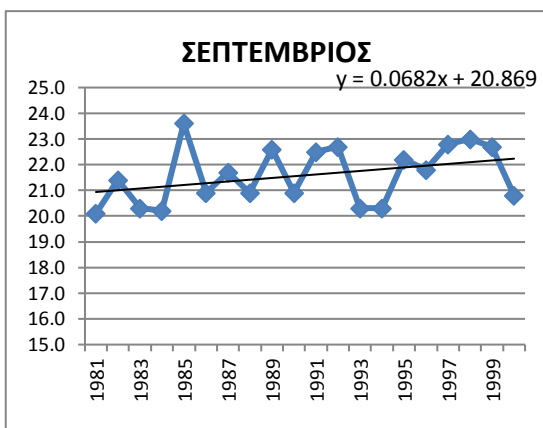
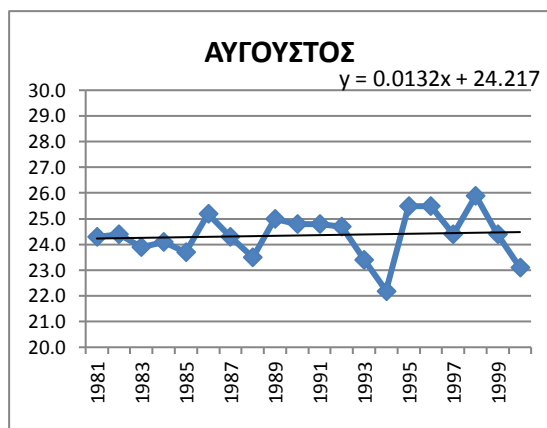
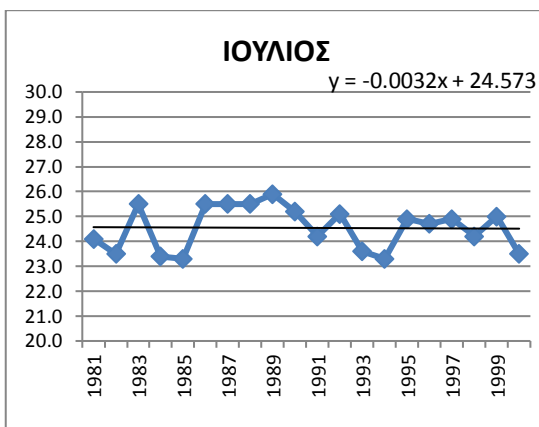
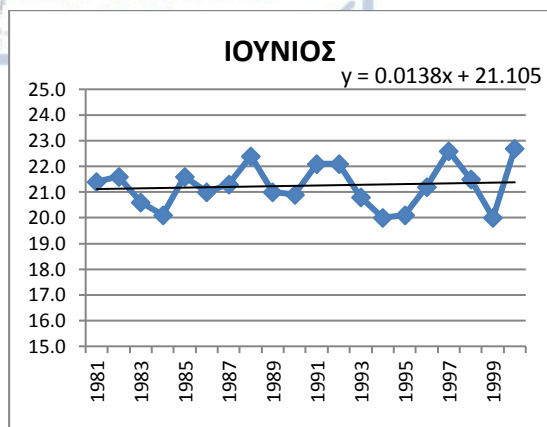
Πιο αναλυτικά στο Σχήμα 3.4.8 παρουσιάζεται σε διαγράμματα τάσεων η μηνιαία μεταβολή της θερμοκρασίας από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν (1981-2000). Ο μήνας που εμφανίζει την υψηλότερη τιμή ανοδικής τάσης είναι ο Σεπτέμβριος με $0,68^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια ενώ στα δεδομένα του σταθμού της Μυτιλήνης υψηλότερη τιμή εμφανίζουν ο



Ιούλιος και ο Αύγουστος. Μεγαλύτερη τιμή πτωτικής τάσης για το κλιματικό μοντέλο MPI παρουσιάζουν ο Ιανουάριος με $-0,59^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια, όπως συμβαίνει και στο σταθμό της Μυτιλήνης, και ο Νοέμβριος με $-0,54^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια. Για τους υπόλοιπους μήνες σημειώνεται πως δεν παρατηρείται αξιόλογη μεταβολή.



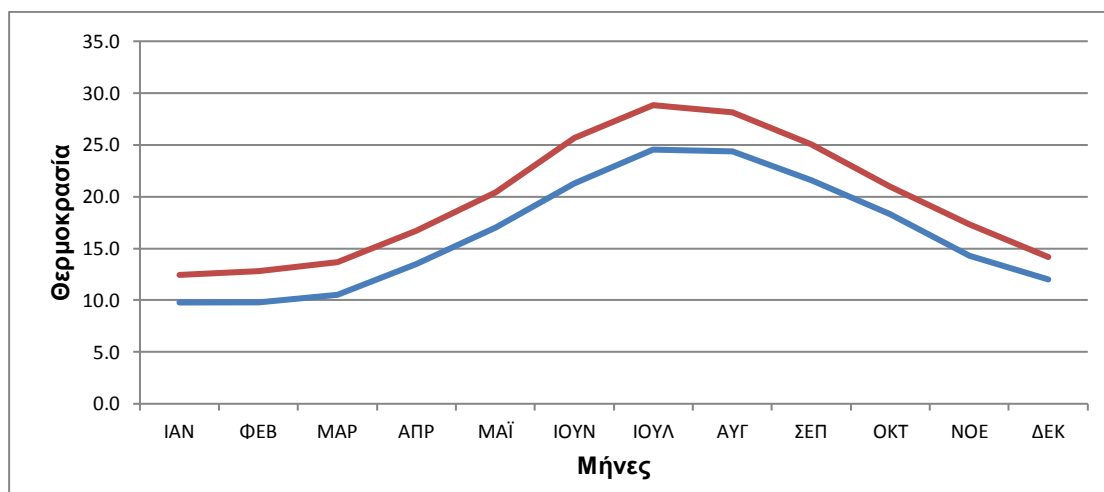
Σχήμα 3.4.8 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000, στην περιοχή της Κέρκυρας



Σχήμα 3.4.8 (συνέχεια) : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000, στην περιοχή της Κέρκυρας

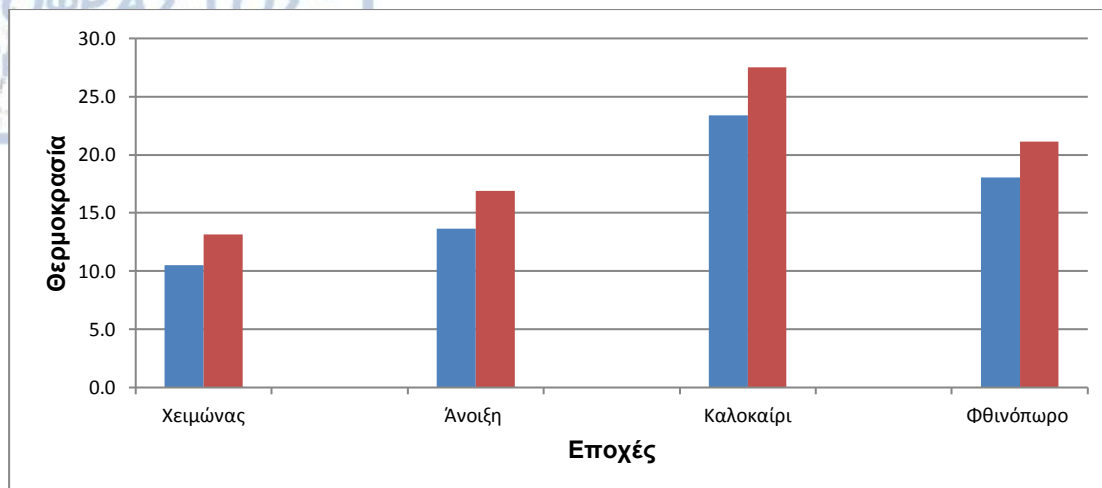
3.4.3. Ανάλυση δεδομένων Κλιματικού μοντέλου για το παρόν –μέλλον

Στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.4.9) πραγματοποιείται σύγκριση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών του κλιματικού μοντέλου MPI τόσο για το παρόν(1981-2000) όσο και για το μέλλον(2080-2099), στο σταθμό της Μυτιλήνης. Αρχικά από το Σχήμα 3.4.9 συμπεραίνεται πως η κατανομή των grid points για τη μελλοντική περίοδο 2080-2099 είναι κανονική, καθώς οι υψηλότερες μέσες μηνιαίες τιμές καταγράφονται τη θερμή περίοδο με μέγιστο τον Ιούλιο στους 28,8°C, ενώ οι χαμηλότερες τη ψυχρή, με ελάχιστο τον Ιανουάριο στους 12,4°C. Ωστόσο, το κλιματικό μοντέλο υπερεκτιμά τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες σε όλη τη διάρκεια του έτους με τη μέγιστη διαφορά τους να σημειώνεται τον Ιούνιο στους 4,4°C και την ελάχιστη το Δεκέμβριο στους 2,2°C.



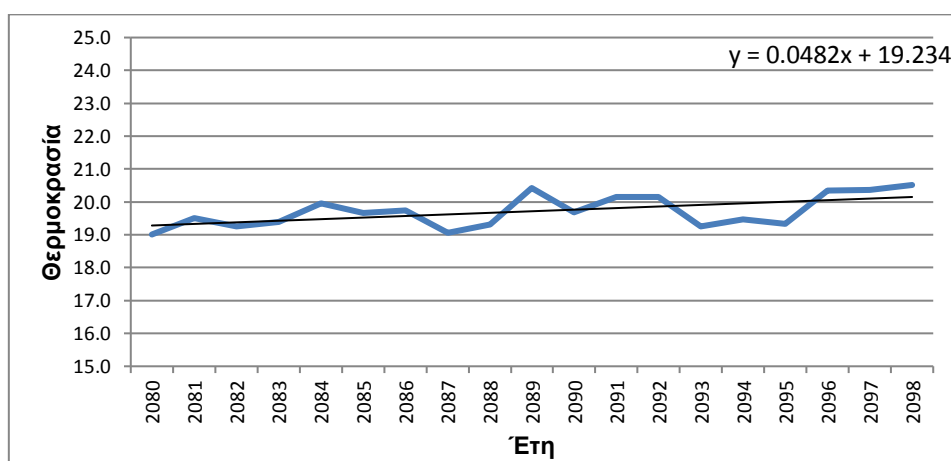
Σχήμα 3.4.9 : Μέσες Μηνιαίες θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου για το παρόν και το μέλλον για την περιοχή της Μυτιλήνης. Η μπλε καμπύλη αντιστοιχεί στις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της περιόδου αναφοράς (1981-2000) και η κόκκινη καμπύλη στις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της μελλοντικής περιόδου (2080-2099)

Στο Σχήμα 3.4.10 απεικονίζονται οι εποχιακές θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου για το grid της Μυτιλήνης για το παρόν(1981-2000) και το μέλλον(2080-2099).Εξάγονται όμοια συμπεράσματα με παραπάνω, καθώς οι τιμές των grid points του κλιματικού μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο είναι σε όλη τη διάρκεια του έτους μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες της περιόδου αναφοράς και συγκεκριμένα κατά 2,6°C το Χειμώνα, 3,2°C την Άνοιξη, 4,1°C το Καλοκαίρι και 3,1°C το Φθινόπωρο. Σημειώνεται πως η υψηλότερη μέση θερμοκρασία φτάνει στους 27,5°C το Καλοκαίρι.



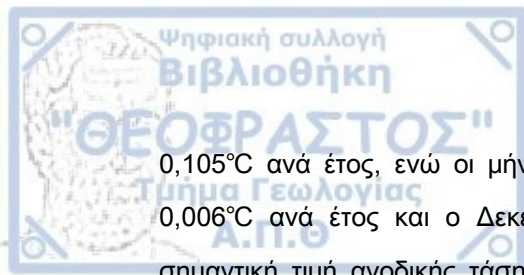
Σχήμα 3.410: Εποχιακές θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου MPI για το grid της Μυτιλήνης για την περίοδο αναφοράς 1981-2000 (μπλε ράβδος) και τη μελλοντική περίοδο (κόκκινη ράβδος)

Για την περιοχή της Μυτιλήνης δημιουργήθηκε διάγραμμα τάσεων (Σχήμα 3.4.11) στο οποίο αποτυπώνεται η μέση ετήσια θερμοκρασία του κλιματικού μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο (2080-2099). Παρατηρείται πως η μέση ετήσια θερμοκρασία παρουσιάζει διακυμάνσεις με την πάροδο των χρόνων και κυμαίνεται μεταξύ 19,1°C έως 20,2°C ενώ προς το τέλος του 21^{ου} αιώνα και συγκεκριμένα μετά το 2095 εμφανίζει σταδιακή αύξηση με τη μέγιστη μέση ετήσια τιμή να καταγράφεται στους 20,5 το 2098. Η ελάχιστη μέση τιμή σημειώνεται το 2080 με 19°C. Γενικότερα, η τάση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας του αέρα για το κλιματικό μοντέλο μελλοντικής περιόδου είναι ανοδική και ίση με 0,48°C ανά 10 χρόνια.

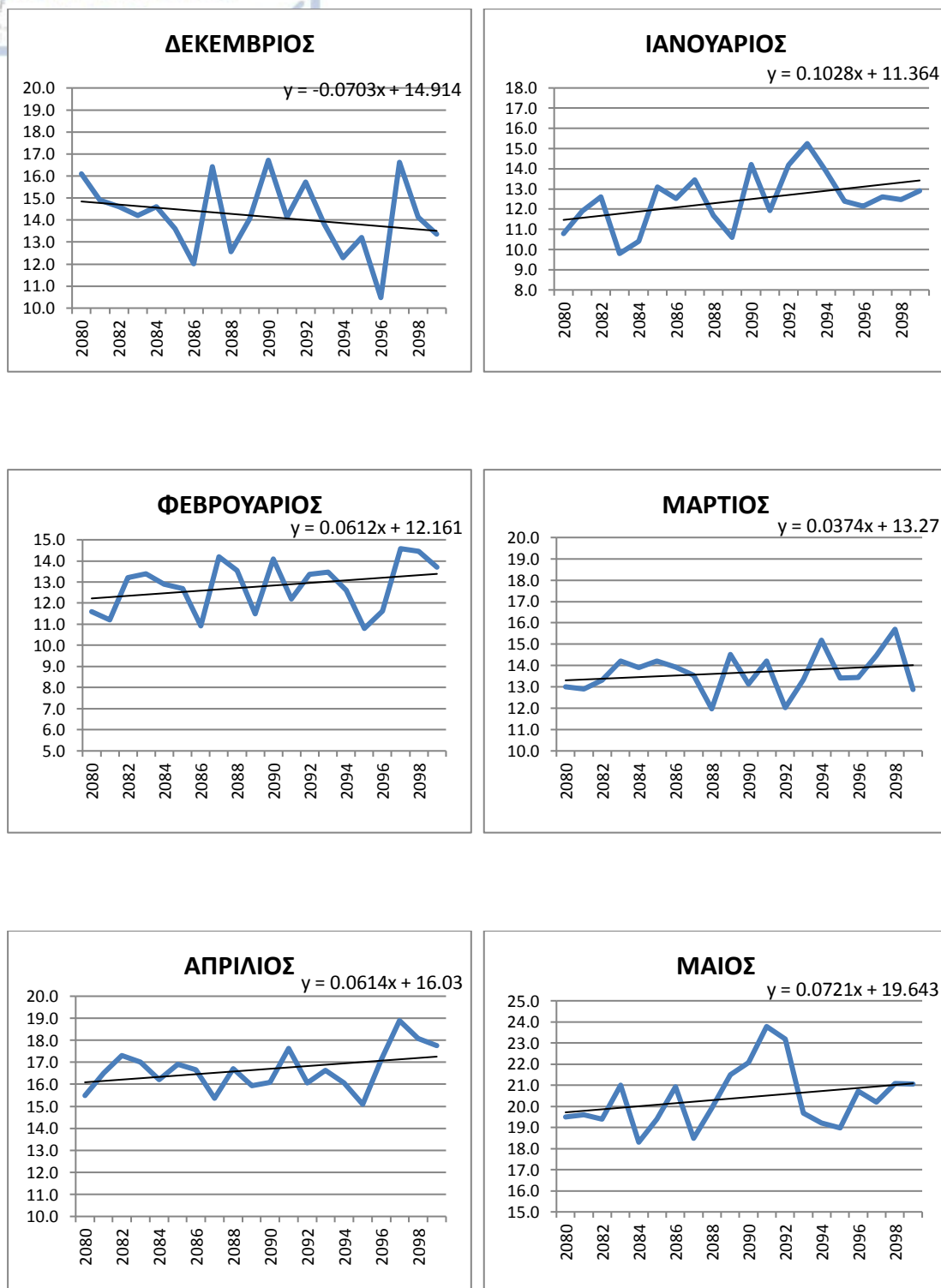


Σχήμα 3.4.11 : Ετήσιο διάγραμμα τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο (2080-2099), για την περιοχή της Μυτιλήνης

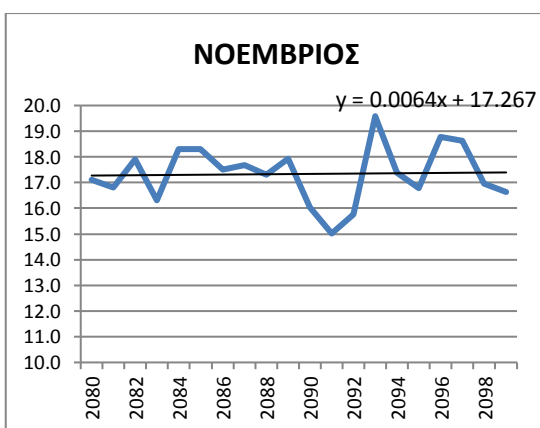
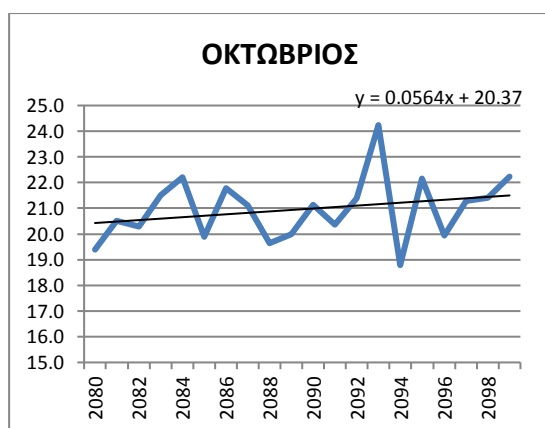
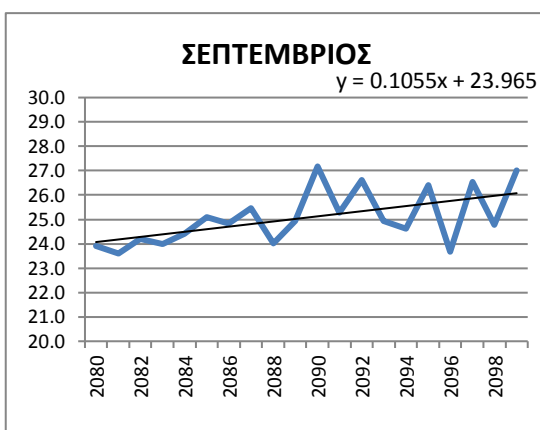
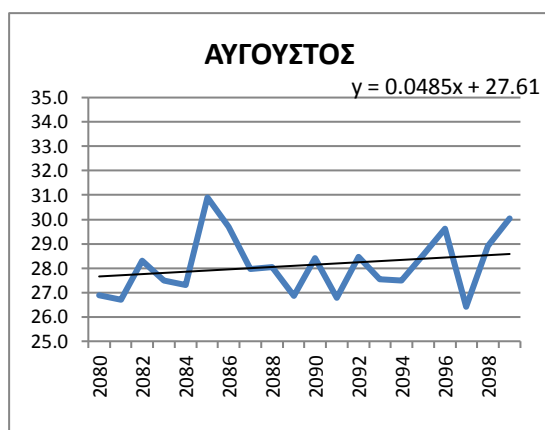
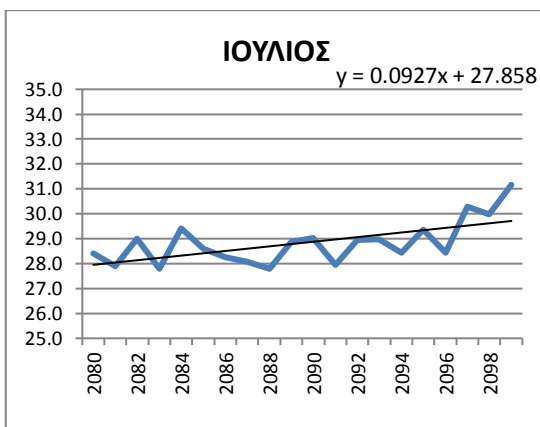
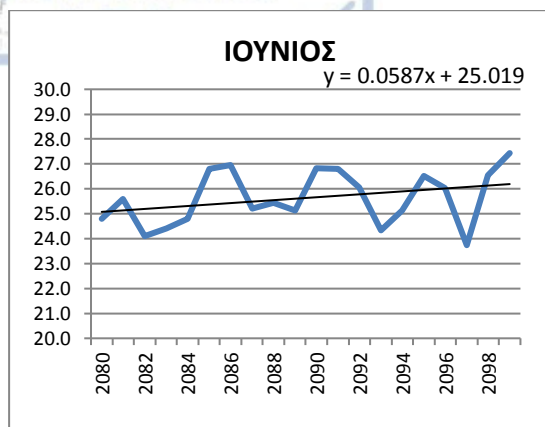
Αναλυτικότερα στο Σχήμα 3.4.12 παρουσιάζεται η μεταβολή των τάσεων σε μηνιαία βάση, από τα δεδομένα το κλιματικού μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο. Οι μήνες με τη μεγαλύτερη τιμή ανοδικής τάσης είναι ο Ιανουάριος με 0,102°C ανά έτος και ο Σεπτέμβριος με



0,105°C ανά έτος, ενώ οι μήνες με μηδενική έως και πτωτική τάση είναι ο Νοέμβριος με 0,006°C ανά έτος και ο Δεκέμβριος με -0,07°C, αντίστοιχα. Επίσης ο Ιούλιος εμφανίζει σημαντική τιμή ανοδικής τάσης ενώ οι υπόλοιποι μήνες παρουσιάζουν ομαλή διακύμανση χωρίς κάποια αξιόλογη μεταβολή.



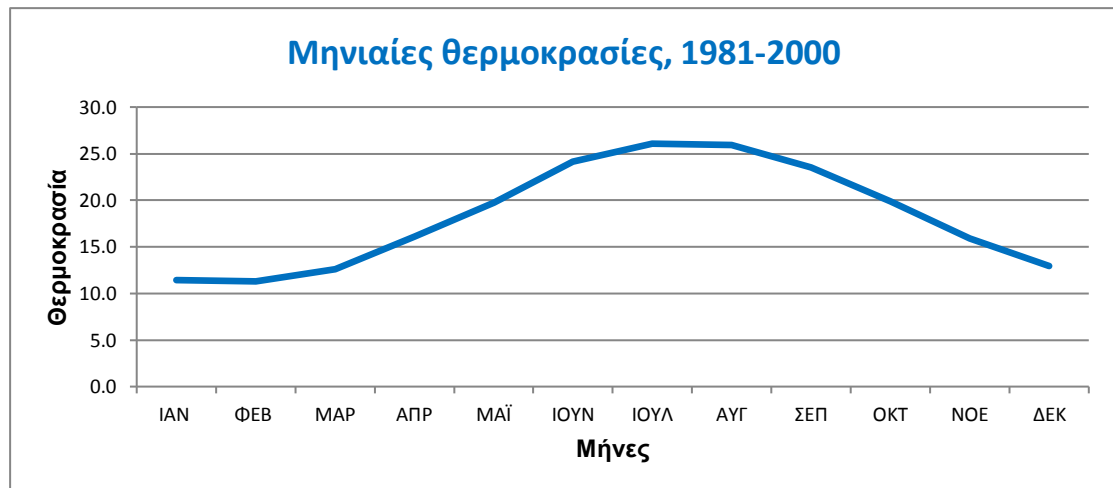
Σχήμα 3.4.12 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099, στην περιοχή της Μυτιλήνης.



Σχήμα 3.4.12 (συνέχεια) : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099, στην περιοχή της Μυτιλήνης.

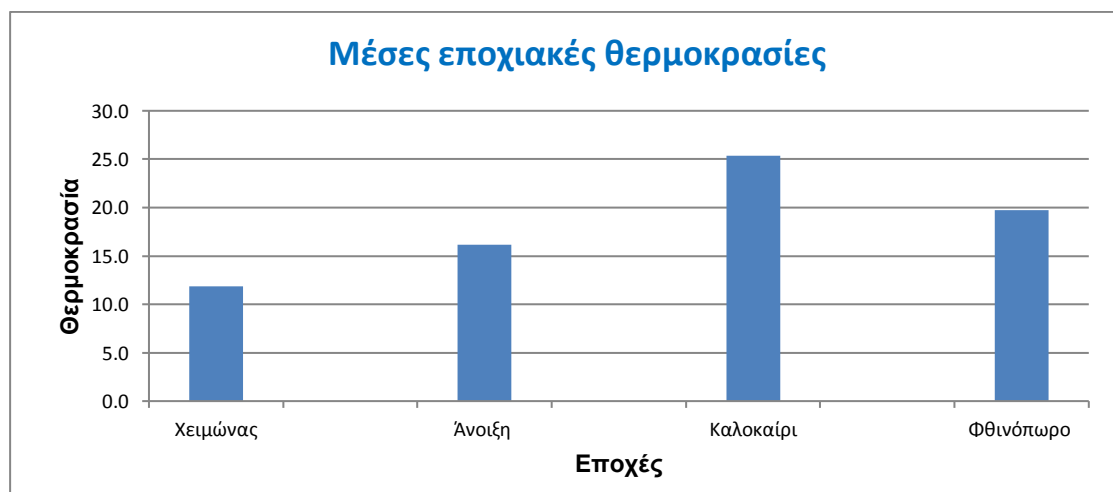
3.5 Αποτελέσματα για το σταθμό των Χανίων

Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της περιόδου 1981-2000 για το σταθμό των Χανίων προκύπτουν από το παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.5.1) από το οποίο διαπιστώνεται πως οι χαμηλότερες μέσες μηνιαίες τιμές καταγράφονται τη ψυχρή περίοδο του έτους με ελάχιστο το Φεβρουάριο (11,3°C), ενώ οι υψηλότερες τη θερμή με μέγιστο τον Ιούλιο (26,1°C).



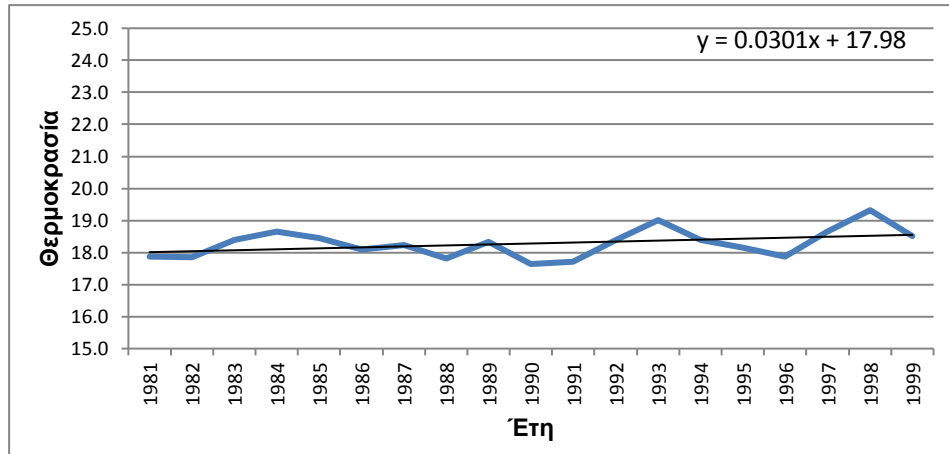
Σχήμα 3.5.1 : Διάγραμμα Μέσων Μηνιαίων τιμών για την περιοχή των Χανίων, για τη χρονική περίοδο 1981-2000

Από το διάγραμμα μέσων εποχιακών θερμοκρασιών που ακολουθεί (Σχήμα 3.5.2) προκύπτει ότι στο σταθμό των Χανίων, οι χαμηλότερες μέσες θερμοκρασίες για την περίοδο 1981-2000 καταγράφονται το Χειμώνα με 11,9°C ενώ οι υψηλότερες μέσες τιμές το Καλοκαίρι με 25,4°C



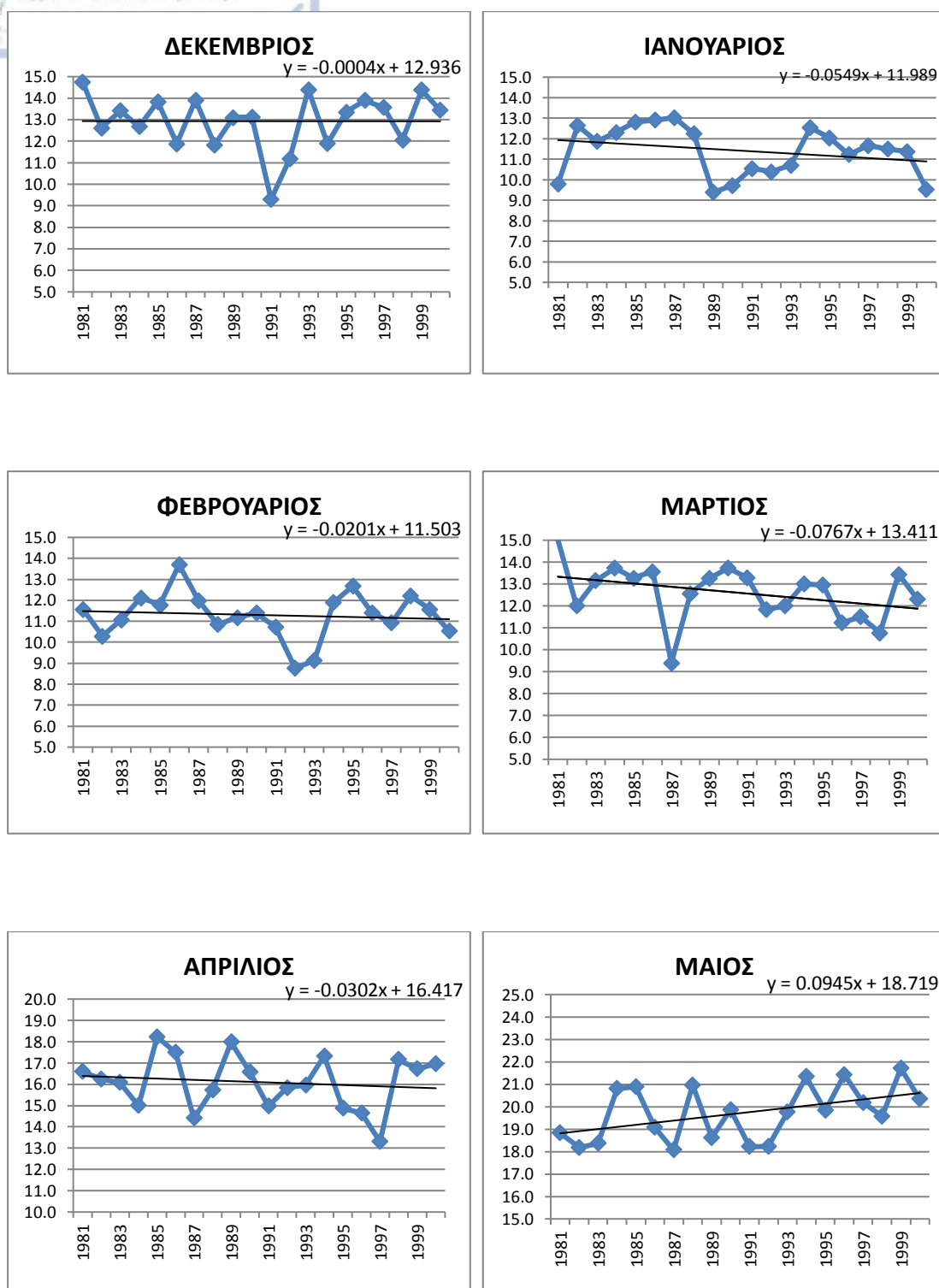
Σχήμα 3.5.2 : Μέσες εποχιακές θερμοκρασίες για την περιοχή των Χανίων, περίοδος 1981-2000

Για το σταθμό των Χανίων δημιουργήθηκε ετήσιο διάγραμμα τάσεων το απεικονίζεται παρακάτω (Σχήμα 3.5.3) και από το οποίο προκύπτει πως για την περίοδο 1981-2000 η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 17,8°C έως 19°C από έτος σε έτος. Η μέγιστη μέση τιμή σημειώνεται το 1998 στους 19,3°C ενώ η μέση ελάχιστη το 1990 στους 17,6°C. Γενικότερα, η τάση της θερμοκρασίας του αέρα είναι ανοδική και ίση με 0,3°C ανά 10 χρόνια.

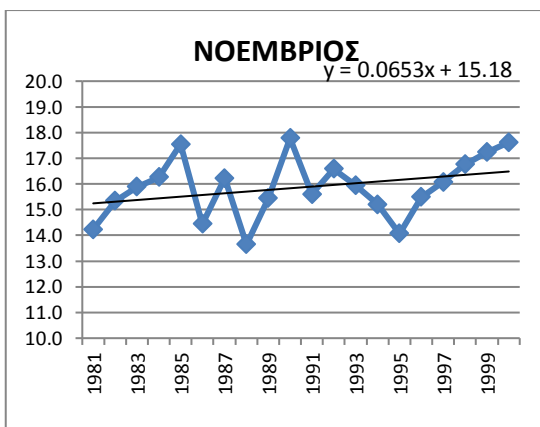
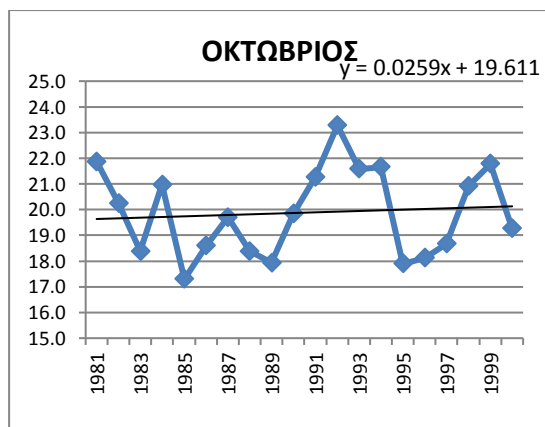
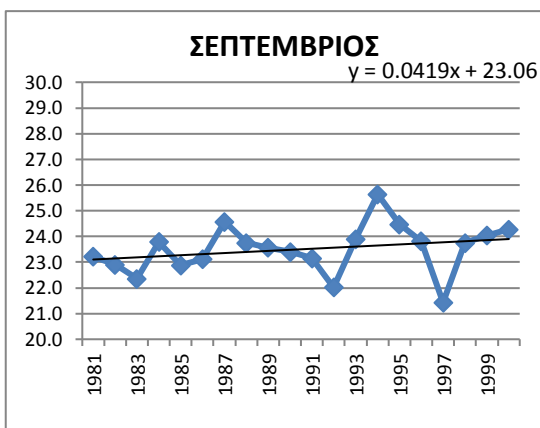
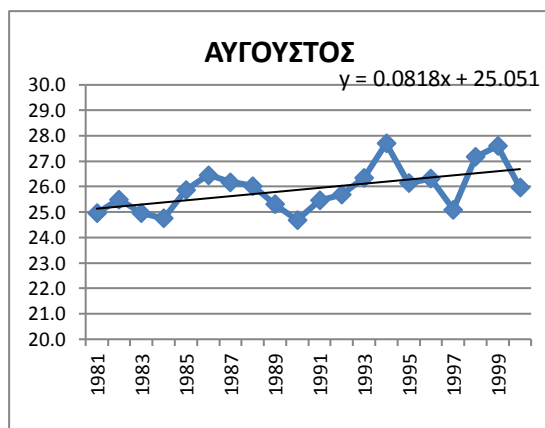
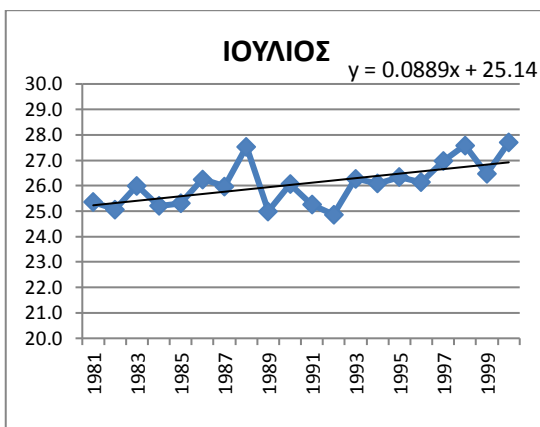
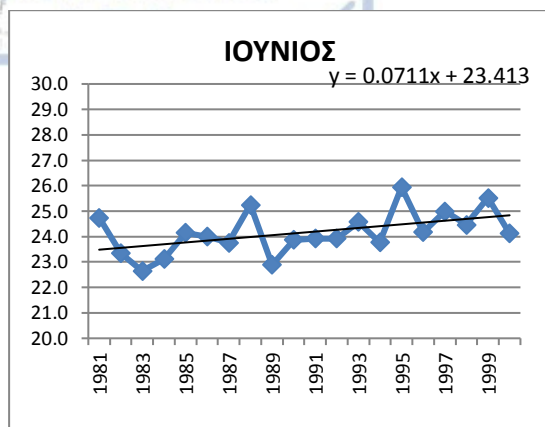


Σχήμα 3.5.3 : Ετήσιο διάγραμμα τάσεων των μέσων θερμοκρασιών για το σταθμό των Χανίων, 1981-2000

Στο Σχήμα 3.5.4 αποτυπώνεται πιο αναλυτικά με διαγράμματα τάσεων η μεταβολή της τάσης της θερμοκρασίας για κάθε μήνα. Ο μήνας με τη μεγαλύτερη τιμή πτωτικής τάσης είναι ο Ιανουάριος με -0,054°C ανά έτος, ενώ τη μεγαλύτερη τιμή ανοδικής τάσης εμφανίζει ο Μάιος με 0,094°C ανά έτος. Σημαντική ανοδική τάση εμφανίζουν και ο Ιούλιος με 0,088°C ανά έτος και ο Αύγουστος με 0,081°C σε σχέση με του υπόλοιπους μήνες που δεν παρουσιάζουν σημαντική μεταβολή.



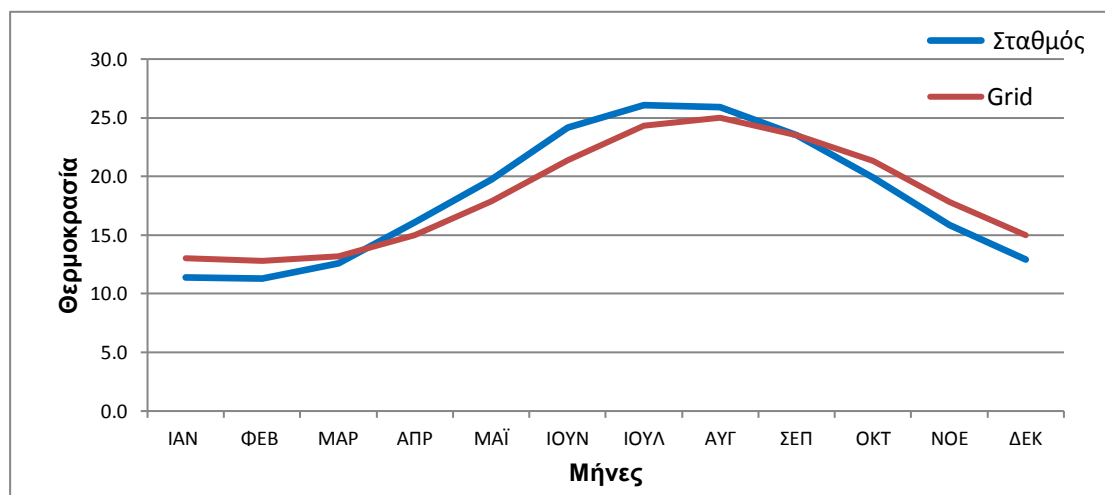
Σχήμα 3.5.4 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων για το σταθμό των Χανίων , 1981-2000



Σχήμα 3.5.4 (συνέχεια) : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων για το σταθμό των Χανίων , 1981-2000

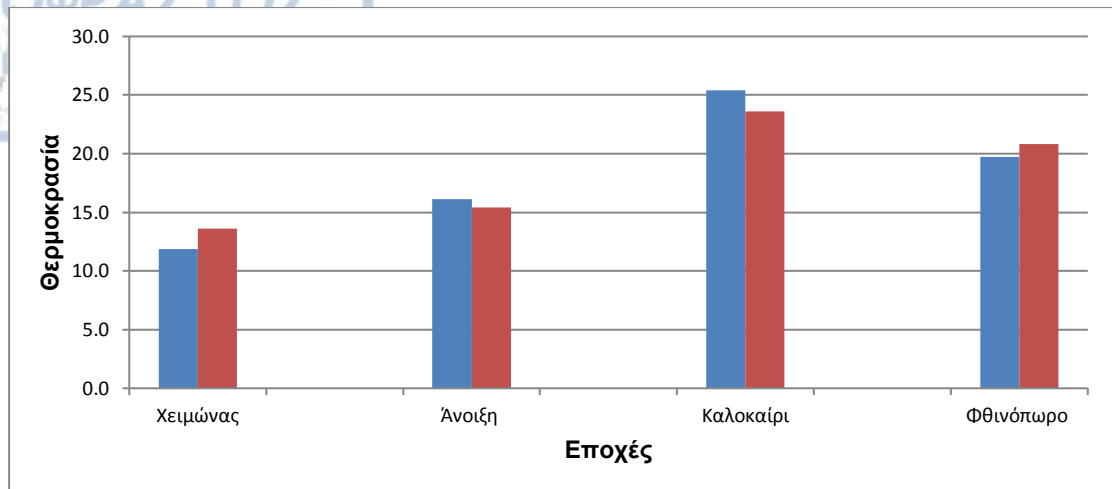
3.5.2. Ανάλυση δεδομένων Σταθμού-Κλιματικού μοντέλου για το παρόν

Στο Σχήμα 3.5.5 που ακολουθεί, γίνεται σύγκριση των δεδομένων του σταθμού των Χανίων και των grid points του κλιματικού μοντέλου MPI για την περίοδο 1981-2000. Από το διάγραμμα αυτό, διαπιστώνεται πως το κλιματικό μοντέλο υπερεκτιμά τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του σταθμού, για ένα διάστημα της θερμής περιόδου κα συγκεκριμένα από τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο με τη μέγιστη διαφορά τους να σημειώνεται τον Ιούνιο στους 2,6°C. Το Μάρτιο και το Σεπτέμβριο οι μέσες μηνιαίες τιμές του σταθμού και των grid points παρουσιάζουν πολύ μικρή έως και μηδενική απόκλιση αντίστοιχα. Τέλος, τη ψυχρή περίοδο το κλιματικό μοντέλο υποεκτιμά τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του σταθμού και ειδικότερα από τον Οκτώβριο μέχρι το Φεβρουάριο με τη μέγιστη διαφορά τους να καταγράφεται το Δεκέμβριο στους 2,1°C



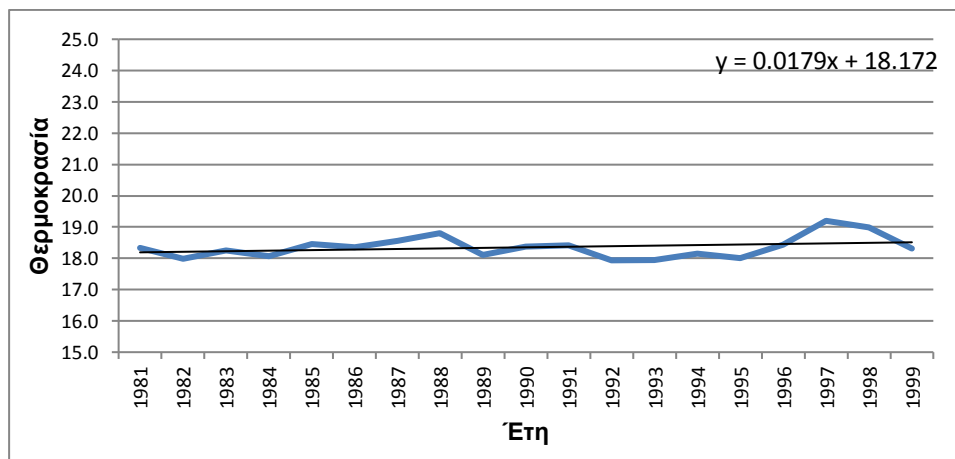
Σχήμα 3.5.5 : Μέσες Μηνιαίες θερμοκρασίες του σταθμού των Χανίων και των grid points του κλιματικού μοντέλου για τη χρονική περίοδο 1981-2000

Παρακάτω από το εποχιακό διάγραμμα θερμοκρασιών του σταθμού των Χανίων και των grid points του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000 προκύπτει ότι μόνο το Χειμώνα και το Φθινόπωρο οι τιμές μέσης θερμοκρασίας του κλιματικού μοντέλου είναι μεγαλύτερες από του σταθμού κατά 1,7°C και 1,1°C αντίστοιχα. Την Άνοιξη και το Καλοκαίρι τα grid points εμφανίζουν μικρότερες τιμές κατά 0,7°C και 1,8°C αντίστοιχα.



Σχήμα 3.5.6 : Εποχιακές θερμοκρασίες του σταθμού των Χανίων και των grid points του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000. Η μπλε ράβδος αντιστοιχεί στα δεδομένα του σταθμού και η κόκκινη στα δεδομένα του grid

Η μεταβολή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου MPI για την περίοδο 1981-2000 απεικονίζεται στο Σχήμα 3.5.7 με διάγραμμα τάσεων. Η μέση ετήσια θερμοκρασία των grid points παρουσιάζει μικρή μεταβολή και κυμαίνεται από 18°C έως 19°C με τη μέγιστη μέση τιμή να φτάνει στους 19,2°C το 1992, ενώ μέση ελάχιστη στους 17,9°C τα έτη 1992 και 1993. Η τάση της θερμοκρασίας του κλιματικού μοντέλου είναι θετική και ίση με 0,17°C ανά 10 χρόνια, παρουσιάζοντας μικρή απόκλιση από την αντίστοιχη του σταθμού.

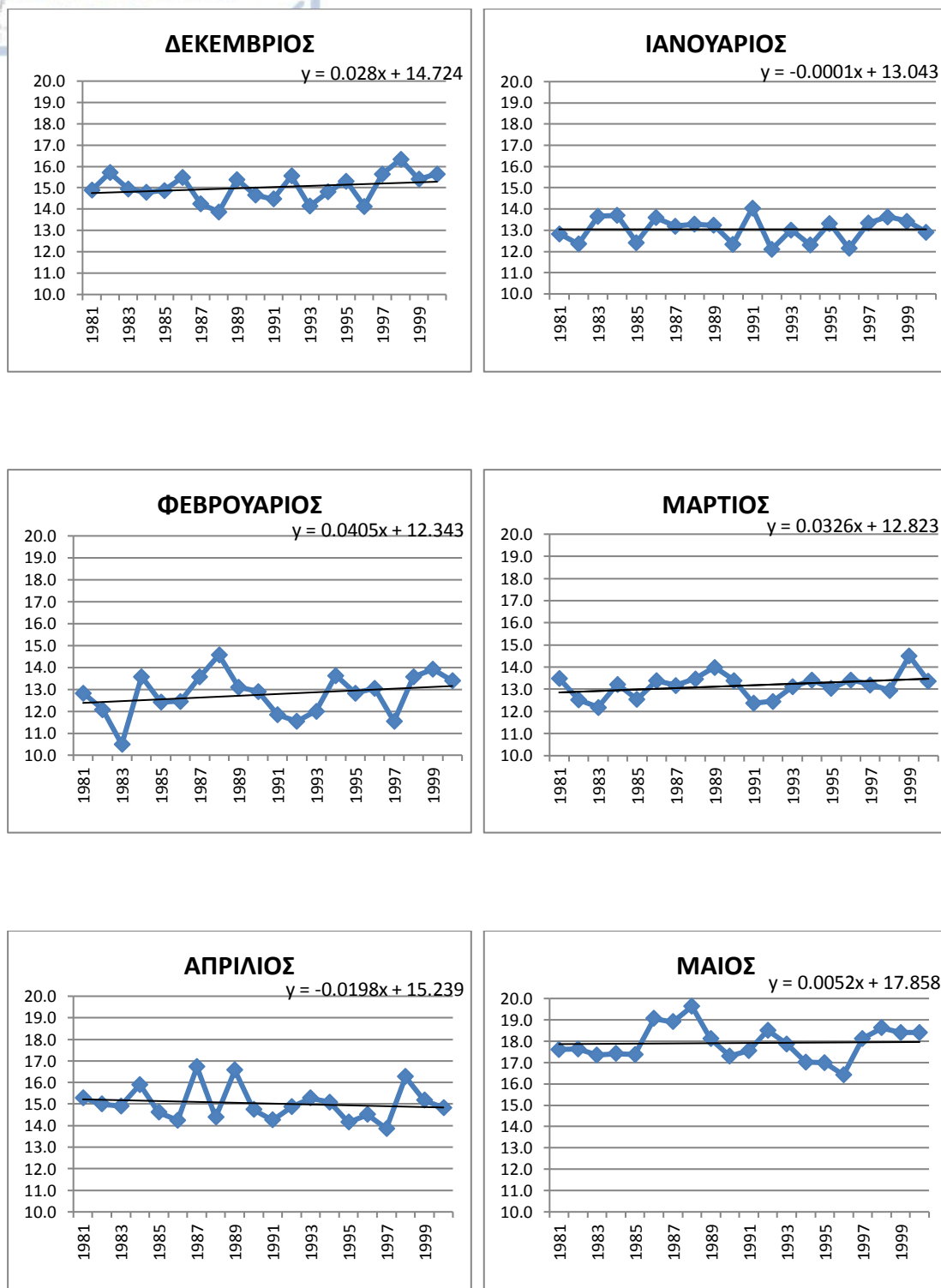


Σχήμα 3.5.7 : Ετήσιο διάγραμμα τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για το παρόν, για την περιοχή των Χανίων.

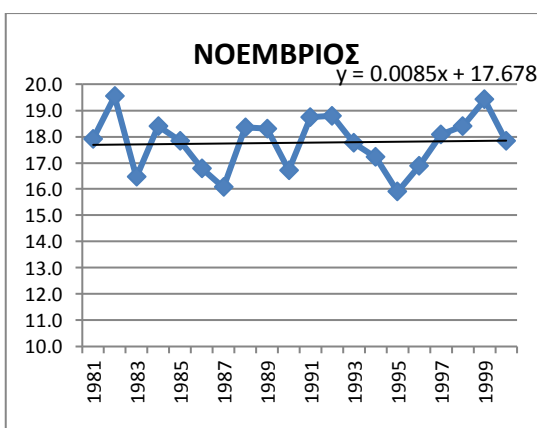
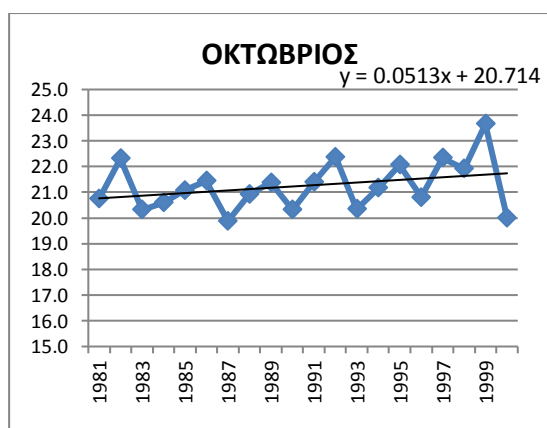
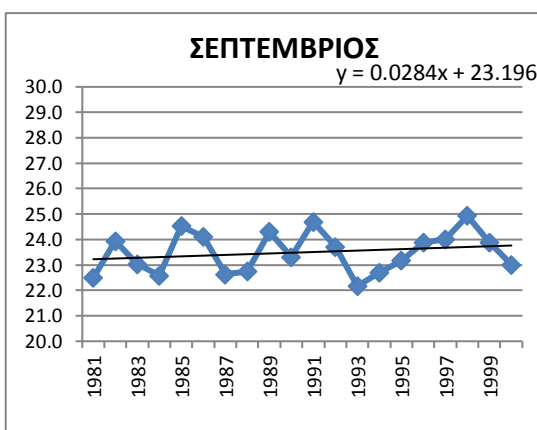
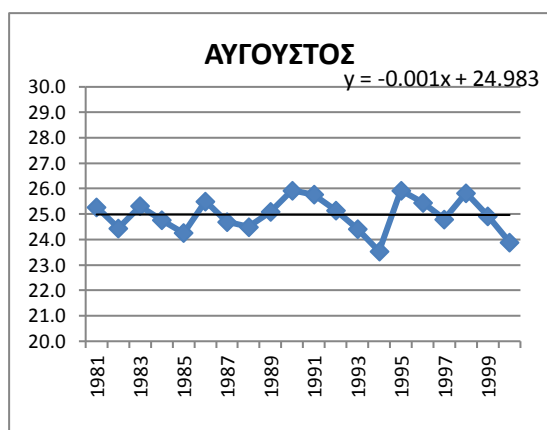
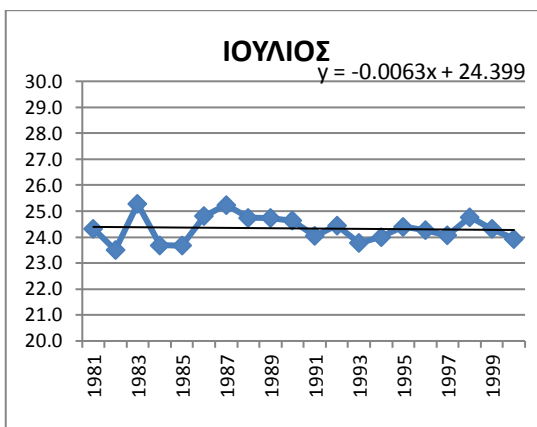
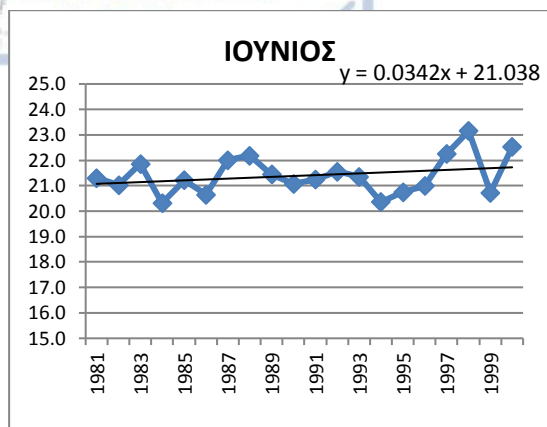
Πιο αναλυτικά στο Σχήμα 3.5.8 απεικονίζεται η μηνιαία μεταβολή των τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000 για την περιοχή των Χανίων. Ο μήνας με τη μεγαλύτερη τιμή ανοδικής τάσης είναι ο Οκτώβριος, ενώ στα δεδομένα του σταθμού μεγαλύτερη πτωτική τάση εμφανίζει ο Ιανουάριος, και ο μήνας με τη μεγαλύτερη τιμή



πρωτικής τάσης είναι ο Απρίλιος σε αντίθεση με του σταθμού που είναι ο Μάιος. Για τους υπόλοιπους μήνες δε σημειώνεται κάποια μεταβολή.



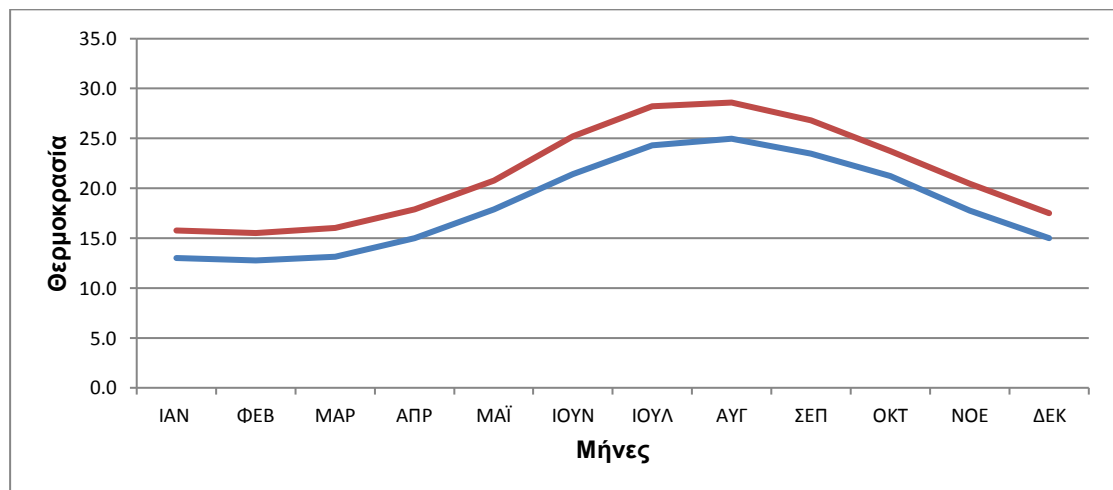
Σχήμα 3.5.8 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000, στην περιοχή των Χανίων



Σχήμα 3.5.8 (συνέχεια) : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 1981-2000, στην περιοχή των Χανίων

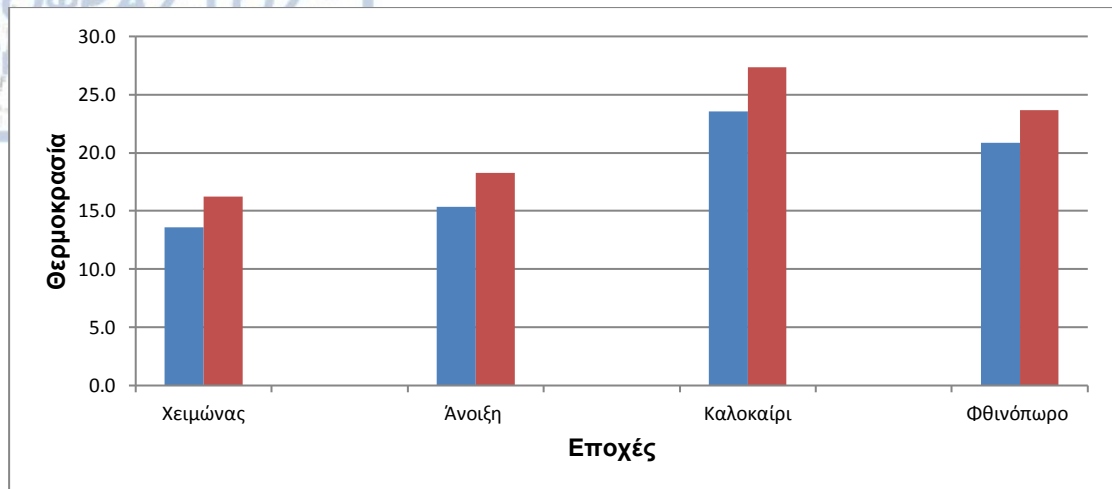
3.5.3. Ανάλυση δεδομένων Κλιματικού μοντέλου για το παρόν –μέλλον

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών του κλιματικού μοντέλου για το παρόν και το μέλλον στην περιοχή των Χανίων, απεικονίζονται στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.5.9). Τα συμπεράσματα τα οποία εξάγονται από το διάγραμμα είναι ότι οι τιμές της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του κλιματικού μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο εμφανίζουν ομαλή κατανομή καθώς οι υψηλότερες μέσες τιμές καταγράφονται τη θερμή περίοδο με μέγιστο τον Αύγουστο στους 28,6°C και οι χαμηλότερες τη ψυχρή περίοδο με ελάχιστο το Φεβρουάριο στους 15,5°C. Ωστόσο, οι τιμές των grid points για την περίοδο 2080-2099 είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες της περιόδου αναφοράς με τη μέγιστη διαφορά να καταγράφεται τον Ιούλιο στους 3,9°C και την ελάχιστη τον Οκτώβριο και το Δεκέμβριο στους 2,5°C



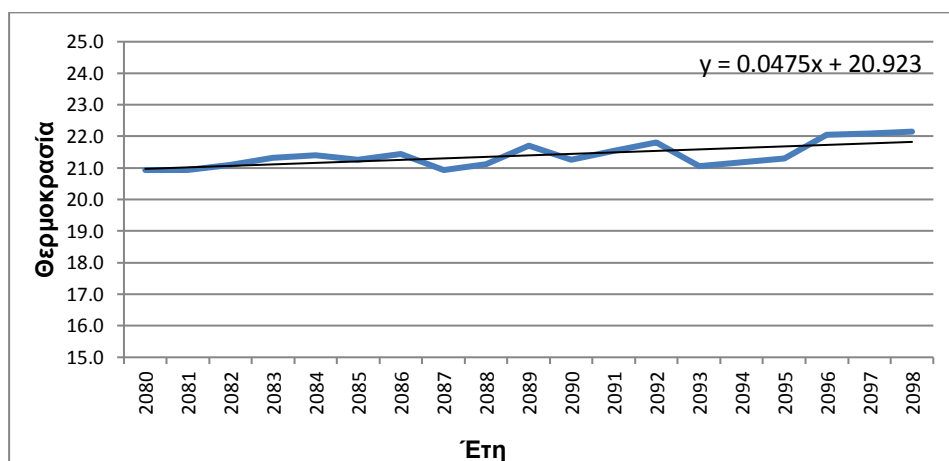
Σχήμα 3.5.9 : Μέσες Μηνιαίες θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου για το παρόν και το μέλλον για την περιοχή των Χανίων. Η μπλε καμπύλη αντιστοιχεί στις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της περιόδου αναφοράς (1981-2000) και η κόκκινη καμπύλη στις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της μελλοντικής περιόδου (2080-2099)

Αντίστοιχα συμπεράσματα για την περιοχή των Χανίων εξάγονται και από το εποχιακό διάγραμμα που απεικονίζεται στο Σχήμα 3.5.10 από το οποίο προκύπτει πως το κλιματικό μοντέλο MPI για τη μελλοντική περίοδο υπερεκτιμά τις αντίστοιχες μέσες τιμές θερμοκρασίας της περιόδου αναφοράς(1981-2000) κατά 2,6°C το Χειμώνα, 2,9°C την Άνοιξη, 3,8°C το Καλοκαίρι και 2,8°C το Φθινόπωρο.



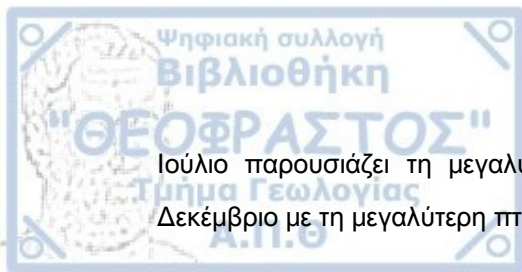
Σχήμα 3.5.10: Εποχιακές θερμοκρασίες του κλιματικού μοντέλου MPI για το grid των Χανίων για την περίοδο αναφοράς 1981-2000 (μπλε ράβδος) και τη μελλοντική περίοδο (κόκκινη ράβδος)

Παρακάτω στο Σχήμα 3.5.11 παρουσιάζεται σε διάγραμμα τάσεων για το σταθμό των Χανίων η μέση ετήσια θερμοκρασία του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099. Γενικότερα η τάση της θερμοκρασίας του αέρα για το σταθμό των Χανίων τη μελλοντική περίοδο είναι ανοδική και ίση με $0,47^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια. Παρατηρείται πως η μέση ετήσια θερμοκρασία εμφανίζει διακυμάνσεις από έτος σε έτος και κυμαίνεται μεταξύ $21,1^{\circ}\text{C}$ και 22°C . Προς το τέλος του 21^{ου} αιώνα και συγκεκριμένα από το 2095 και μετά η μέση ετήσια τιμή αυξάνεται βαθμιαία και φτάνει στη μέγιστη μέση θερμοκρασία, $22,2^{\circ}\text{C}$ το 2098. Η ελάχιστη μέση τιμή σημειώνεται στους $20,9^{\circ}\text{C}$ τα έτη 2080, 2081 και 2087.

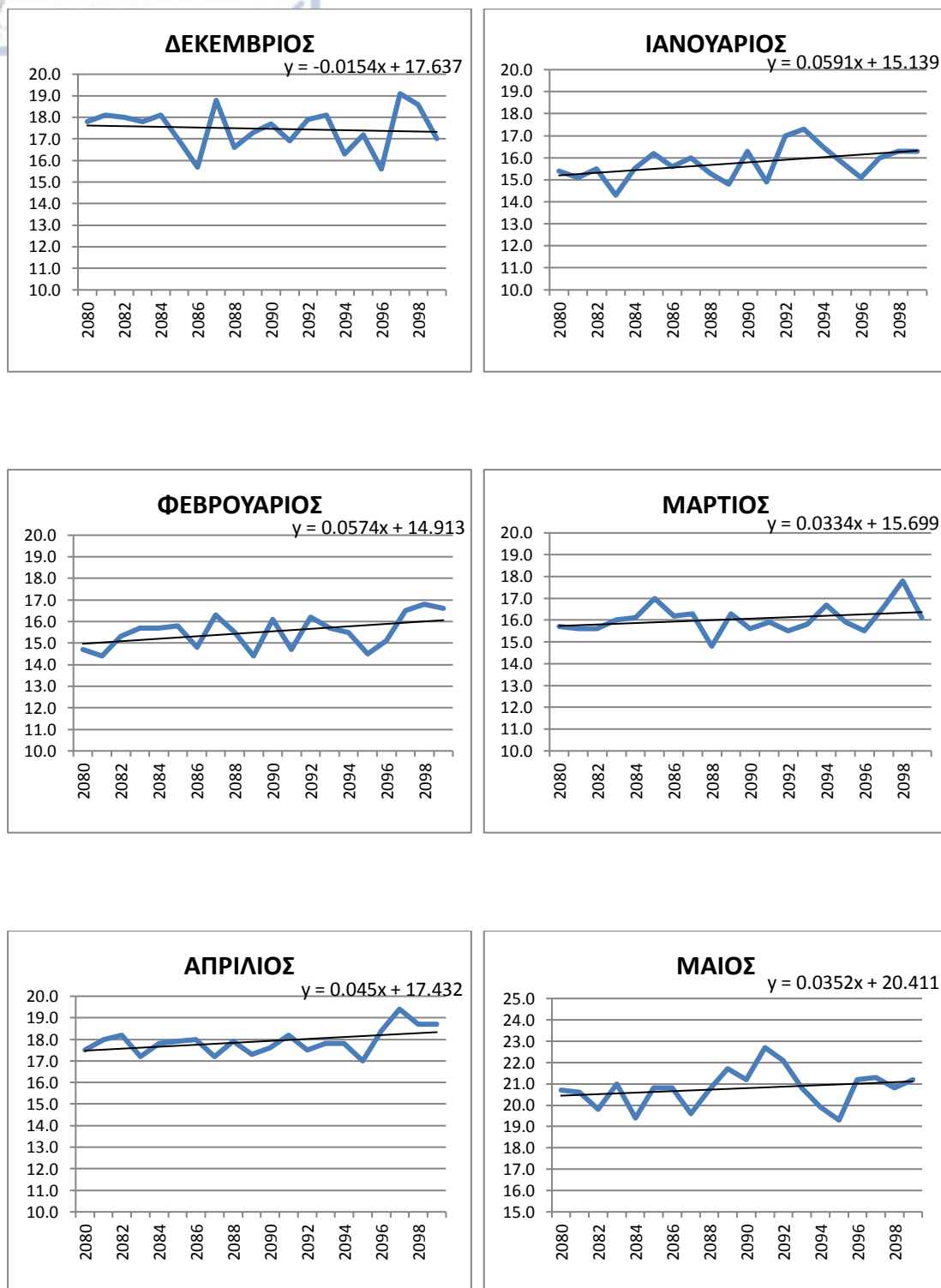


Σχήμα 3.5.11 : Ετήσιο διάγραμμα τάσεων από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τη μελλοντική περίοδο (2080-2099), για την περιοχή των Χανίων

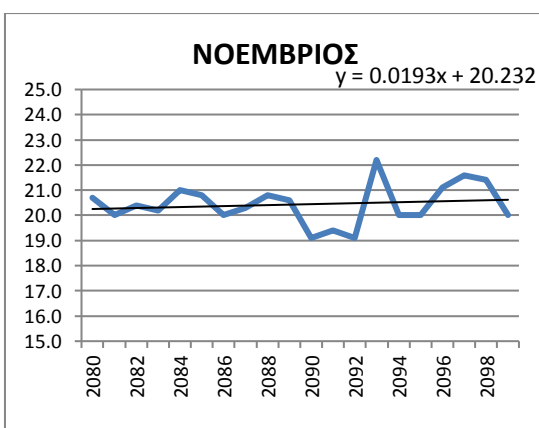
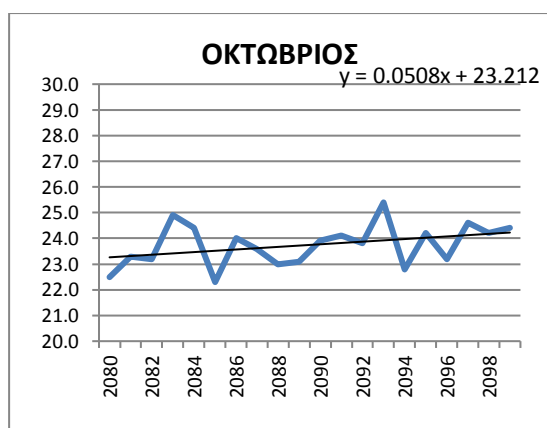
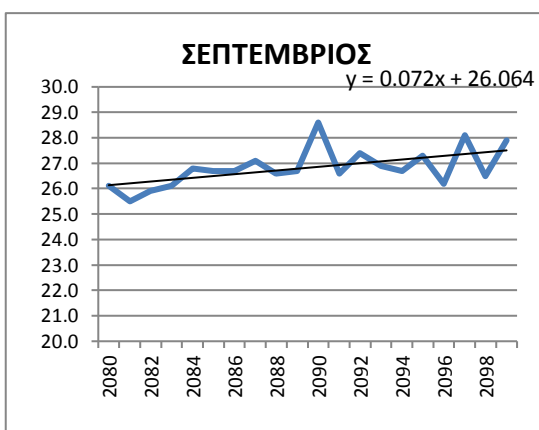
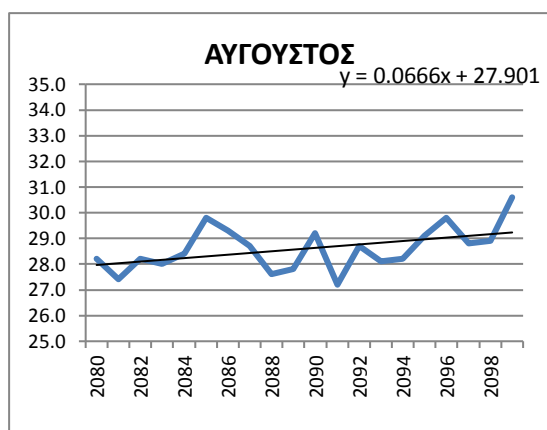
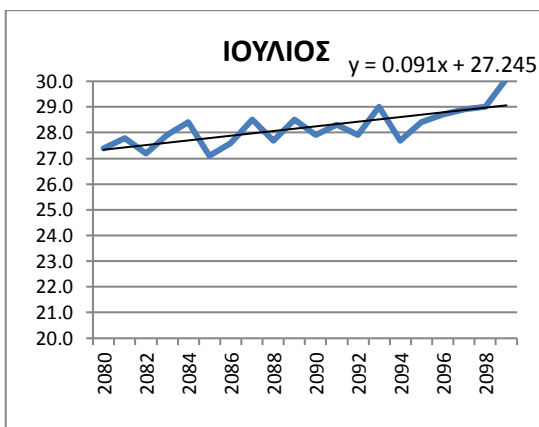
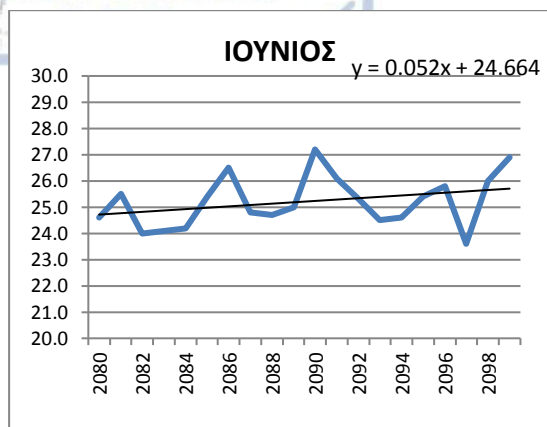
Αναλυτικότερα η μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου, για το σταθμό των Χανίων, την περίοδο 2080-2099, απεικονίζεται στο Σχήμα 3.5.12 από όπου προκύπτει πως όλοι οι μήνες κατά τη διάρκεια του έτους εμφανίζουν ομαλή διακύμανση με εξαίρεση τον



Ιούλιο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή ανοδικής τάσης ($0,91^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια) και το Δεκέμβριο με τη μεγαλύτερη πτωτική τάση ($-0,15^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια).



Σχήμα 3.5.12 : Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099, στην περιοχή των Χανίων



Σχήμα 3.5.12 (συνέχεια): Μηνιαία μεταβολή των τάσεων του κλιματικού μοντέλου για την περίοδο 2080-2099, στην περιοχή των Χανίων

4. Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν να αξιολογηθεί η ικανότητα του κλιματικού μοντέλου MPI να περιγράψει το θερμοκρασιακό καθεστώς σε πέντε Ελληνικούς σταθμούς καθώς και να εκτιμηθεί η αλλαγή της θερμοκρασίας σύμφωνα με το ακραίο κλιματικό σενάριο RCPs 8.5. Στην παρούσα εργασία, ύστερα από την ανάλυση που προηγήθηκε για τη μέση θερμοκρασία των σταθμών Αθήνας, Θεσσαλονίκης, Κέρκυρας, Μυτιλήνης και Χανίων, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα. Αρχικά, παρατηρείται πως και οι πέντε σταθμοί βρίσκονται σε παραθαλάσσια περιοχή, γεγονός που συνδέεται με την επίδραση της θαλάσσιας αύρας στην ημερήσια πορεία της θερμοκρασίας του αέρα, εμποδίζοντας την ανύψωση της.

Από την ανάλυση των δεδομένων των σταθμών προκύπτει ότι όλοι οι σταθμοί εμφανίζουν κανονική κατανομή θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του έτους, δηλαδή οι χαμηλότερες τιμές καταγράφονται τη ψυχρή περίοδο ενώ οι υψηλότερες τη θερμή. Συγκεκριμένα οι χαμηλότερες μέσες θερμοκρασίες για τον σταθμό της Θεσσαλονίκης και της Κέρκυρας καταγράφονται το μήνα Ιανουάριο, για τους σταθμούς της Μυτιλήνης και των Χανίων το Φεβρουάριο ενώ στο σταθμό της Αθήνας οι χαμηλότερες μέσες θερμοκρασίες σημειώνονται τόσο τον Ιανουάριο όσο και το Φεβρουάριο. Οι υψηλότερες μέσες τιμές κατά τη διάρκεια του έτους για όλους τους σταθμούς καταγράφονται τον Ιούλιο, με εξαίρεση τον σταθμό της Κέρκυρας που οι υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες σημειώνονται τον Αύγουστο.

Ο σταθμός με τη μεγαλύτερη τιμή μέσης θερμοκρασίας για την περίοδο 1981-2000 είναι η Αθήνα με $28,1^{\circ}\text{C}$. Το γεγονός ότι το μεγαλύτερο αστικό κέντρο της Ελλάδας εμφανίζει την υψηλότερη τιμή θερμοκρασίας οφείλεται τόσο στο γεωγραφικό πλάτος όσο και στο φαινόμενο της αστικοποίησης, στη μεγάλη δομημένη έκταση, στη συγκέντρωση και χρήση μεγάλου αριθμού οχημάτων καθώς και στην εκβιομηχάνιση της περιοχής αυτής σε συνδυασμό με την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος. Αντιθέτως ο ψυχρότερος από τους πέντε σταθμούς είναι η Θεσσαλονίκη με $6,4^{\circ}\text{C}$ καθώς βρίσκεται στο μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος από τις υπόλοιπες περιοχές. Σημειώνεται πως η Θεσσαλονίκη θα εμφάνιζε πιθανά χαμηλότερες θερμοκρασίες αν δεν είχε μεγάλη επίδραση το φαινόμενο της αστικοποίησης.

Τέλος, όσον αφορά τις τάσεις της μέσης θερμοκρασίας από τα δεδομένα των σταθμών, παρατηρείται πως ο σταθμός με τη μεγαλύτερη τιμή ανοδικής τάσης είναι η Αθήνα με αύξηση $0,8^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια ενώ ο σταθμός με μικρότερη τιμή τάσης είναι της Κέρκυρας και των Χανίων με άνοδο της μέσης θερμοκρασίας $0,3^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια.

Από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου MPI για την περίοδο αναφοράς (1981-2000) προκύπτει πως για το Χειμώνα, η μεγαλύτερη θερμοκρασιακή απόκλιση σημειώνεται για την περιοχή της Αθήνας με διαφορά $2,2^{\circ}\text{C}$ από τα δεδομένα του σταθμού, ενώ η μικρότερη για το σταθμό της Θεσσαλονίκης με απόκλιση 1°C . Την Άνοιξη και το Καλοκαίρι, η μικρότερη θερμοκρασιακή διαφορά παρατηρείται για το σταθμό των Χανίων με διαφορά $0,7^{\circ}\text{C}$ και $1,8^{\circ}\text{C}$ αντίστοιχα, ενώ η μεγαλύτερη απόκλιση θερμοκρασίας εμφανίζεται την Άνοιξη για το σταθμό της Θεσσαλονίκης με $2,6^{\circ}\text{C}$ και το Καλοκαίρι στην περιοχή της Αθήνας με $3,3^{\circ}\text{C}$. Το Φθινόπωρο, σε γενικές γραμμές, καταγράφονται μικρότερες τιμές θερμοκρασιακών διαφορών σε σχέση με τις υπόλοιπες εποχές, με τη μεγαλύτερη διαφορά μέσης θερμοκρασίας να σημειώνεται για την περιοχή των Χανίων με $1,1^{\circ}\text{C}$ ενώ μηδενική απόκλιση παρουσιάζει η Κέρκυρα.

Συμπερασματικά προκύπτει ότι το κλιματικό μοντέλο για την περίοδο αναφοράς περιγραφεί ικανοποιητικά το θερμοκρασιακό καθεστώς των πέντε πόλεων. Ειδικότερα, το κλιματικό μοντέλο, παρουσιάζει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα το Χειμώνα για το σταθμό της Θεσσαλονίκης, την Άνοιξη και το Καλοκαίρι για τα Χανιά και το Φθινόπωρο για την Κέρκυρα καθώς τα αποτελέσματα του μοντέλου συμπίπτουν με τα αντίστοιχα του σταθμού.

Με βάση τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου για τη μεταβολή των θερμοκρασιακών τάσεων της περιόδου 1981-2000, προκύπτει ότι η Θεσσαλονίκη, η Κέρκυρα και η Μυτιλήνη έχουν μηδενική τάση ενώ η Αθήνα και τα Χανιά εμφανίζουν μια σχετική αύξηση της τάξης $0,1^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια και $0,2^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια αντίστοιχα. Συγκρίνοντας τις τιμές αυτές με τις αντίστοιχες των σταθμών διαπιστώνεται πως η Αθήνα παρουσιάζει τη μεγαλύτερη θερμοκρασιακή διαφορά των τιμών των τάσεων ενώ τη μικρότερη την εμφανίζουν τα Χανιά.

Από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου MPI για τη μελλοντική περίοδο (2080-2099) σύμφωνα με το ακραίο κλιματικό σενάριο RCPs 8.5, προκύπτει ότι το Χειμώνα η μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας της τάξης των $2,8^{\circ}\text{C}$ σημειώνεται για το σταθμό της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης ενώ τη μικρότερη θερμοκρασιακή μεταβολή παρουσιάζει η Κέρκυρα με $2,5^{\circ}\text{C}$. Την Άνοιξη η Θεσσαλονίκη εμφανίζει τη μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας κατά $3,4^{\circ}\text{C}$ ενώ τη μικρότερη παρουσιάζουν τα Χανιά με $2,9^{\circ}\text{C}$. Για το Καλοκαίρι, ο σταθμός της Κέρκυρας εμφανίζει τη μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας κατά $4,3^{\circ}\text{C}$ και τα Χανιά τη μικρότερη κατά $3,8^{\circ}\text{C}$ ενώ το Φθινόπωρο, μεγαλύτερη θερμοκρασιακή αύξηση της τάξης $3,1^{\circ}\text{C}$ παρουσιάζουν οι σταθμοί της Αθήνας και της Μυτιλήνης σε αντίθεση με τα Χανιά που εμφανίζουν τη μικρότερη κατά $2,8^{\circ}\text{C}$. Τέλος, το κλιματικό μοντέλο για τη μελλοντική περίοδο, με βάση τα



αποτελέσματα της μεταβολής των θερμοκρασιακών τάσεων εμφανίζουν αύξηση της θερμοκρασίας της τάξης $0,5^{\circ}\text{C}$ ανά 10 χρόνια σε όλους τους σταθμούς.



- IPCC5, 2013. In: Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V, Midgley PM (Eds.), Climate Change 2013: The Physical Science Basis. In Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Jacob D (2001): A note to the simulation of the annual and inter-annual variability of the water budget over the Baltic Sea drainage basin. Meteorology and Atmospheric Physics 77: 61-73.
- Λογοθέτης Ι., 2014, Οι Ετησίες Άνεμοι κατά τον 21^ο αιώνα στο Αιγαίο σύμφωνα με προσομοιώσεις των Μοντέλων Γήινου Συστήματος (ESM) της 5^{ης} φάσης του προγράμματος CMIP5, Μεταπτυχιακή διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Φυσικής, Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
- Μουρούζη Μ., 2010, Μελέτη της θερμοκρασίας με τη χρήση στοιχείων ενός περιοχικού μοντέλου κυκλοφορίας, Πτυχιακή εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τομέας Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
- Μπούζια Γ., 2016, Η συμβολή των ενεργειακών πηγών στην έκλυση των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου και η συμμετοχή τους στην κλιματική αλλαγή, Μεταπτυχιακή διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Φυσικής, Φυσική του Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
- Παυλίδης Βασίλειος, 2015, Αξιολόγηση κλιματικών προσομοιώσεων κλιματικών μοντέλων για την περιοχή της Ευρώπης για την περίοδο 1990-2008, Μεταπτυχιακή διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
- Φλόκας Α., 1997, Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

Ιστοσελίδες

- http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_html



- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CF%83%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C_%CE%BA%CE%BB%CE%AF%CE%BC%CE%B1
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%BB%CE%AF%CE%BC%CE%B1_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1%CF%82

Ιστοσελίδες για εικόνες

- <https://www.google.com/intl/el/earth/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Mediterranean_climate
- https://www.google.gr/search?biw=1600&bih=769&tbm=isch&sa=1&q=%CF%87%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%82+%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CE%B9+%CE%BC%CE%B5%CF%83%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%BF%CF%85+&oq=%CF%87%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%82+%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CE%B9+%CE%BC%CE%B5%CF%83%CE%BF%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%BF%CF%85+&gs_l=psy-ab.3...27917.33061.0.33917.8.8.0.0.0.129.932.0j8.8.0.dummy_maps_web_fallback..0...1.1.64.psy-ab..0.0.0....0.N8XbDpHRC8Y#imgsrc=u-N2ZM1YQHxBoM:
- <https://climateactiontool.org/content/learning-about-climate-change>
- https://www.google.gr/search?q=rcps&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwidnpS10MzWAhWJQZoKHdUHC7UQ_AUICigB&biw=1600&bih=769#imgsrc=AX3vZeilkzKUjM: