

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ
ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ**

ΣΑΜΑΡΑ ΕΛΙΣΑΒΕΤ

ΑΕΜ: 4707

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2016

© Ελισάβετ Σαμαρά, Τομέας Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, 2016
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. **All right reserved.**

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

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.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1 Το κλίμα της Μεσογείου	4
1.2 Η θερμοκρασία της θάλασσας και πώς επηρεάζει το κλίμα.	4
1.3 Οι θερμοκρασίες στη θαλάσσια περιοχή της Μεσογείου.....	6
1.4 Κλιματικά Μοντέλα.....	6
1.5 Σκοπός της εργασίας.....	9
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	10
2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ	11
2.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	13
ΑΝΑΛΥΣΗ	15
ΧΕΙΜΩΝΑΣ.....	16
ΑΝΟΙΞΗ.....	25
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ.....	34
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ.....	43
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	52
ΓΕΝΙΚΑ.....	53
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΑΝΑ ΕΠΟΧΗ.....	53
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ.....	54
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΑΝΑ ΕΠΟΧΗ.....	55
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ.....	56
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Το κλίμα της Μεσογείου

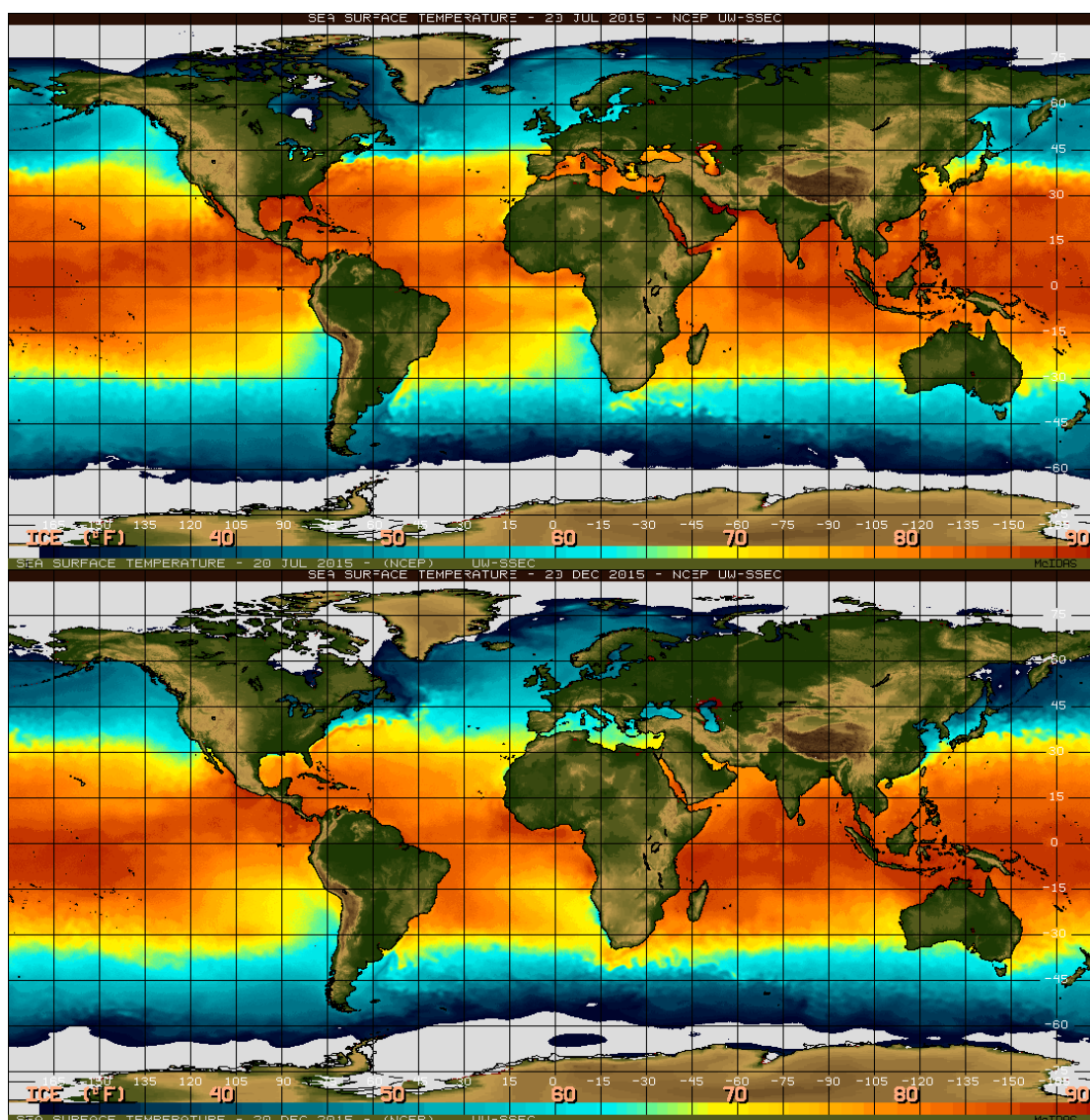
Η Μεσόγειος θάλασσα βρίσκεται ανάμεσα σε τρεις ηπείρους: την Ευρώπη, την Ασία και την Αφρική. Το κλίμα στη λεκάνη της Μεσογείου, απ' όπου πήρε και το όνομά του, είναι μεσογειακό και χαρακτηρίζεται από το ξηρό και θερμό θέρος και τους ήπιους και βροχερούς χειμώνες (Φλόκας , 1997) . Η μετατόπιση της υποτροπικής αντικυκλωνικής ράχης προς τα βόρεια, που καλύπτει τη Μεσόγειο καθ' ύψος, έχει ως αποτέλεσμα το θερινό ξηρό κλίμα, ενώ οι διαδοχικές εναλλαγές των αερίων μαζών (Πολικές και Τροπικές) κατά την περίοδο του θέρους, προκαλούν μεταβολές στον καιρό. Η ανατολική Μεσόγειος κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου επηρεάζεται από το χαμηλό του Πακιστάν, το οποίο εκτείνεται προς τα δυτικά και συντελεί στην εμφάνιση των ετησίων ανέμων (μελέτμια), οι οποίοι ελέγχουν το κλίμα του Αιγαίου κατά τους θερινούς μήνες. Κατά την περίοδο του χειμώνα η περιοχή επηρεάζεται από το πολικό μέτωπο, καθώς επικρατεί έντονη υφεσιακή δράση και πολικές αέριες μάζες ενώ η ατμοσφαιρική κυκλοφορία αλλάζει μεταξύ της ζωνικής (επικρατεί συνήθως καλοκαιρία) και της μεσημβρινής (προκαλούνται βροχοπτώσεις). Η άνοιξη αποτελεί μεταβατική περίοδο μεταξύ του χειμώνα και του θέρους με τα χαρακτηριστικά των ημερών να εναλλάσσονται, ενώ και το φθινόπωρο αποτελεί μεταβατική περίοδο του θέρους προς το χειμώνα, έχοντας μικρή διάρκεια (Φλόκας, 1997).

Το ετήσιο βροχομετρικό ύψος στη Μεσόγειο κυμαίνεται από 350-1000 mm ενώ η βροχόπτωση αυξάνεται από τα νότια προς τα βόρεια της Μεσογείου (Φλόκας, 1997).

1.2 Η θερμοκρασία της θάλασσας και πώς επηρεάζει το κλίμα.

Καλύπτοντας σχεδόν το 71% της επιφάνειας της Γης, οι ωκεανοί αποτελούν βασικό παράγοντα στη διαμόρφωση του κλίματος. Η αλληλεπίδραση ανάμεσα στην ταχέως εξελισσόμενη ατμόσφαιρα και στις αργά μεταβαλλόμενες ωκεάνιες λεκάνες είναι μία από τις βασικές αιτίες για τις μεταβολές του κλίματος. Η μεγάλη θερμοχωρητικότητα των ωκεανών συνεισφέρει στη μείωση των μεταβολών της θερμοκρασίας, οι οποίες

θα ήταν πολύ υψηλότερες, τόσο στις παράκτιες όσο και στις ηπειρωτικές περιοχές. Η παρουσία θαλάσσιων ρευμάτων επηρεάζει το κλίμα ανάλογα με την θερμοκρασία τους (ψυχρά ή θερμά) καθώς έχουμε ανταλλαγή της θερμότητας όταν αυτά έρχονται σε επαφή με τα επιφανειακά στρώματα της ατμόσφαιρας. Τα θερμά επιφανειακά ύδατα της τροπικής ζώνης κινούνται προς τους πόλους, ενώ τα ψυχρά πολικά ύδατα κινούνται προς τον ισημερινό συμβάλλοντας στην ανακατανομή και εξισορρόπηση της θερμικής ενέργειας του πλανήτη. Στο Βόρειο Ημισφαίριο η συμμετοχή των ωκεανών στη θερμική εξισορρόπηση αυτού φθάνει το 40% ενώ το υπόλοιπο 60% οφείλεται στις κινήσεις της ατμόσφαιρας (Φλόκας, 1997).



Σχήμα 1.1 Κατανομή της επιφανειακής θερμοκρασίας των ωκεανών κατά τον μήνα Ιούλιο και Δεκέμβριο του 2015 (Space Science and Engineering Center <http://www.ssec.wisc.edu/data/sst/>).

Η θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας παρατηρείται ότι αναπτύσσεται κατά ζώνες σύμφωνα με το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή. Όπως φαίνεται και στους παρακάτω χάρτες, τα θερμότερα νερά βρίσκονται στους τροπικούς, ενώ τα ψυχρότερα παρατηρούνται στις 40° βόρεια και νότια του ισημερινού.

1.3 Οι θερμοκρασίες στη θαλάσσια περιοχή της Μεσογείου

Η θερμοκρασία των επιφανειακών υδάτων στο θαλάσσιο χώρο της Μεσογείου αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη διαμόρφωση του κλίματος στην ευρύτερη περιοχή. Είναι χαρακτηριστικό ότι η θερμοκρασία των υδάτων της Μεσογείου είναι πολύ υψηλότερη από εκείνη που επικρατεί στη θαλάσσια περιοχή του Ατλαντικού, ακριβώς έξω από το Γιβραλτάρ, και της Μαύρης θάλασσας, με αποτέλεσμα τη δημιουργία υφέσεων τόσο μέσα στη λεκάνη της Μεσογείου όσο και στη προσέλκυση υφέσεων από τον Ατλαντικό (Αλμπανάκης, 2007).

Οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στη θάλασσα της Μεσογείου έχουν ως αποτέλεσμα, εκτός από τη δημιουργία υφέσεων, τη δημιουργία έντονης εξάτμισης και σχηματισμού υδρατμών στην ατμόσφαιρα. Κατά την περίοδο του θέρους, η θερμοκρασία των επιφανειακών υδάτων μπορεί να φτάσει και τους 20°C (κατά τον Αύγουστο), ενώ κατά την περίοδο του χειμώνα η θερμοκρασία δεν μειώνεται κάτω από τους 11°C. Η υψηλή αυτή θερμοκρασία, για την εποχή, οφείλεται στη μεγάλη θερμοχωρητικότητα της Μεσογείου και στην κατακόρυφη κίνηση των υδάτων (Αλμπανάκης, 2007).

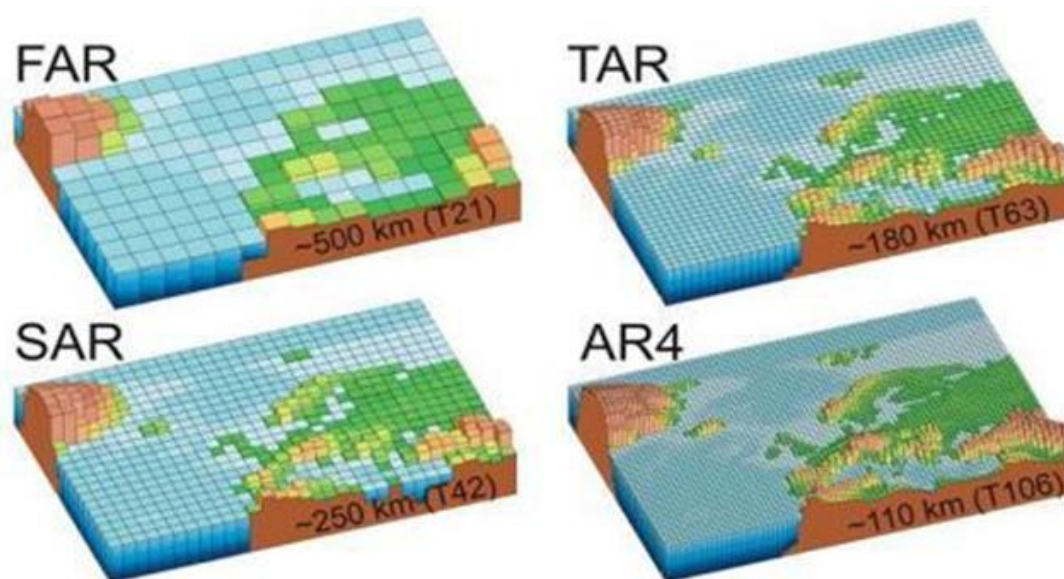
Η θερμοκρασία παρατηρείται ότι αυξάνεται από το βορρά προς το νότο και από τη δύση προς την ανατολή.

1.4 Κλιματικά Μοντέλα

Τα κλιματικά μοντέλα είναι πολυσύνθετα μοντέλα που τρέχουν σε υπολογιστές και χρησιμοποιούνται από τους κλιματολόγους και άλλους ερευνητές για την κατανόηση και πρόβλεψη των μεταβολών του κλίματος. Τα κλιματικά μοντέλα δέχονται δεδομένα για τη φύση και τη χημεία της ατμόσφαιρας και των ωκεανών, όπως και δεδομένα για το διοξείδιο του άνθρακα, την ηλιακή ακτινοβολία κ.α.. Ο σκοπός τους

είναι να απαντήσουν σε ερωτήματα όπως, τι επιπτώσεις θα έχει στο κλίμα εάν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ενταθεί ή και το πότε και με τι ένταση θα δημιουργηθεί το Ελ Νίνιο (World Meteorological Organization).

Η πρόκληση για τα κλιματικά μοντέλα είναι να προβλέψουν τις νέες κλιματικές συνθήκες που πιθανόν να προκύψουν από μελλοντικές μεταβολές σε μικρό χρονικό διάστημα. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει το μοντέλο να πραγματοποιήσει απλουστευμένες υποθέσεις και πολλαπλούς υπολογισμούς. Διαφόρων ειδών μοντέλα χρησιμοποιούνται για να αναλύσουν διαφορετικές παραμέτρους του κλίματος. Μπορεί να είναι σχετικά απλά και να εφαρμόζονται σε ένα στοιχείο του κλίματος ή μπορεί να είναι πιο σύνθετα και να εφαρμόζονται σε όλο το φάσμα του κλίματος περιλαμβάνοντας την ατμόσφαιρα, τους ωκεανούς και την ξηρά (World Meteorological Organization).



Σχήμα 1.2 (World Meteorological Organization

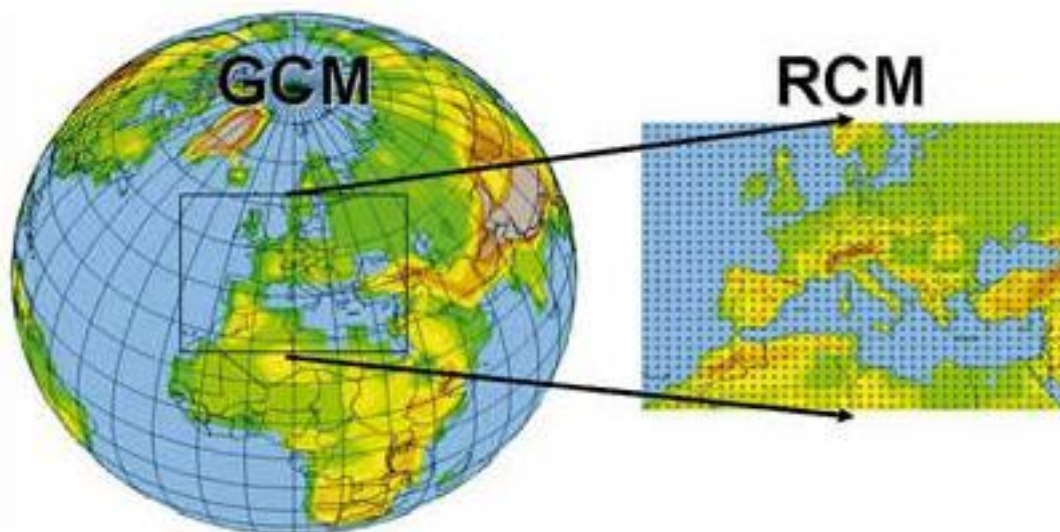
https://www.wmo.int/pages/themes/climate/climate_models.php)

➤ Global climate models (GCMs)

Τα κλιματικά μοντέλα είναι μαθηματική αναπαράσταση του κλίματος. Για να μπορέσουν να το κάνουν αυτό, τα μοντέλα χωρίζουν την γη, την ατμόσφαιρα και τους ωκεανούς σε ένα πλέγμα. Οι τιμές των προβλεπόμενων παραμέτρων, όπως η

επιφανειακή πίεση, ο άνεμος, η θερμοκρασία, η υγρασία και η βροχόπτωση, υπολογίζονται σε κάθε σημείο του πλέγματος ανά χρονική περίοδο, έτσι ώστε να προβλέψουν τις μελλοντικές τιμές. Το χρονικό βήμα (το διάστημα ανάμεσα σε μια ομάδα τιμών και στην επόμενη) του μοντέλου καθορίζεται από το μέγεθος του πλέγματος: όσο λεπτομερέστερη είναι η ανάλυση τόσο μικρότερο είναι το διάστημα ανάμεσα στους υπολογισμούς (World Meteorological Organization,).

Τα μοντέλα γενικής κυκλοφορίας GCMs, αναπαριστούν επαρκώς μεγάλης κλίμακας κλιματικές συνθήκες, έχουν όμως μικρή χωρική οριζόντια ανάλυση (250km) κι έτσι μειονεκτούν στην αναπαράσταση των κλιματικών συνθηκών σε τοπικό επίπεδο. Για το σκοπό αυτό έχουμε την ενσωμάτωση κλιματικών μοντέλων μικρότερης κλίμακας (RCM), τα οποία έχουν εφαρμογή σε τοπικό κι όχι σε παγκόσμιο επίπεδο, στο μοντέλο της γενικής κυκλοφορίας GCMs (Ρούση, 2014).



Σχήμα 1.3 (World Meteorological Organization

https://www.wmo.int/pages/themes/climate/climate_models.php)

➤ Regional Climate Models (RCMs)

Για να αποτραπεί πιθανή ραγδαία επιδείνωση του κλίματος σε παγκόσμιο επίπεδο και να παρθούν μέτρα τόσο κοινωνικά όσο και οικονομικά, θα πρέπει να αξιολογηθεί το αντίκτυπο που θα έχουν οι επιπτώσεις στις διάφορες χώρες. Για το σκοπό αυτό είναι

απαραίτητη η προσομοίωση του κλίματος σε τοπικό επίπεδο. Επιπλέον, η κατανόηση των διεργασιών που πραγματοποιούνται σε τοπική κλίμακα είναι κομβικής σημασίας για την κατανόηση αυτών σε παγκόσμιο επίπεδο. Διεργασίες που πραγματοποιούνται σε τοπική κλίμακα, όπως η εμπόδιση της ροής του αέρα λόγω της ύπαρξης οροσειράς ή τα σύννεφα σκόνης που αλληλεπιδρούν με την ακτινοβολία, θα έχουν αντίκτυπο και σε παγκόσμιο επίπεδο (World Meteorological Organization).

Για το σκοπό αυτό, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, διαφορετικής κλίμακας κλιματικά μοντέλα ενώνονται με ένα μοντέλο παγκόσμιας κλίμακας για να παρέχει αυξημένης ανάλυσης δεδομένα τοπικής κλίμακας, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ένα παγκόσμιο κλιματικό μοντέλο μεγαλύτερης ανάλυσης.

Regional climate models (RCMs) είναι μοντέλα που χρησιμοποιούνται ευρέως για τη δημιουργία υψηλής ανάλυσης προσομοίωσης του κλίματος σε τοπικό επίπεδο. Το ICTP REGCM περιοχικό κλιματικό μοντέλο, είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα RCMs παγκοσμίως, με τις εφαρμογές του να εκτείνονται σε τοπικής κλίμακας μελέτες για την παλαιοκλιματολογία, τις κλιματικές αλλαγές, τη χημεία του κλίματος και την αλληλεπίδραση της βιόσφαιρας με την ατμόσφαιρα. Το ICTP δημιουργήθηκε στην Ιταλία στο Διεθνές Κέντρο Θεωρητικής Φυσικής Abdus Salam (International Centre For Theoretical Physics, ICTP).

1.5 Σκοπός της εργασίας

Η συγκεκριμένη εργασία εξετάζει τη θερμοκρασία της θάλασσας της Μεσογείου σε μελλοντικές χρονικές περιόδους (1η 2021-50, 2η 2071-2100) έχοντας ως περίοδο αναφοράς την περίοδο 1961-90 με τη χρήση του μοντέλου ICTP. Στόχος της εργασίας είναι η μελέτη και η εξαγωγή συμπερασμάτων για τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε σχέση με την κλιματική αλλαγή που παρατηρείται.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα της θερμοκρασίας στο θαλάσσιο χώρο της Μεσογείου, σε βαθμούς Κέλβιν. Τα δεδομένα προήλθαν από το περιοχικό μοντέλο ICTP.

Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα του μοντέλου αποτελούνται από συντεταγμένες για κάθε σημείο πλέγματος που χρησιμοποιήθηκε στο οποίο αντιστοιχεί μια τιμή της θερμοκρασίας ανά έτος και για κάθε εποχή (για κάθε σημείο του πλέγματος αντιστοιχούν τέσσερις τιμές θερμοκρασιών για κάθε έτος). Τα δεδομένα ξεκινούν από το έτος 1951 και φτάνουν μέχρι το έτος 2100. Χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από το έτος 1961 έως το 2100 και χωρίστηκαν σε 3 περιόδους : η πρώτη περίοδος είναι 1961-1990 (περίοδος αναφοράς), η δεύτερη περίοδος είναι 2021-2050 (πρώτη μελλοντική περίοδος), η τρίτη περίοδος 2071-2100 (δεύτερη μελλοντική περίοδος).

thermokrasies - Excel (Product Activation Failed)

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Tell me what you want to do... Elisavet Samara Share

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing

Calibri 11 A A

B I U

General

Conditional Formatting Format as Table Cell Styles

Insert Delete Format

AutoSum Fill Clear Sort & Find & Filter Select

A1 5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	5	123	18,75	19,01	19,27	18,51	18,77	19,03	19,29	19,55	18	18,27	18,53	18,79	19,05	19,31	19,58	19,84	16,44	16,96	1
2			30,44	30,42	30,4	30,68	30,66	30,64	30,63	30,61	30,93	30,92	30,9	30,89	30,87	30,85	30,83	30,81	31,23	31,21	
3	1951	1	285,99	286,06	286,06	286,11	286,23	290,45	286,23	286,2	286,06	286,19	286,3	290,42	290,46	290,51	290,55	286,29	285,77	285,96	28
4	1951	2	291,65	291,73	291,75	291,49	291,56	290,69	291,59	291,58	291,25	291,32	291,38	290,68	290,7	290,71	290,73	291,38	291,04	291,03	29
5	1951	3	295,79	295,9	295,94	295,72	295,72	296,13	295,8	295,81	295,7	295,7	295,67	296,1	296,1	296,1	296,1	295,66	296,2	295,89	29
6	1951	4	292,56	292,64	292,65	292,63	292,71	295,9	292,73	292,7	292,6	292,69	292,75	295,85	295,86	295,86	295,87	292,72	292,58	292,59	29
7	1952	1	286,03	286,1	286,1	286,17	286,31	290,46	286,29	286,26	286,11	286,26	286,38	290,43	290,46	290,5	290,53	286,36	285,75	285,97	28
8	1952	2	291,42	291,54	291,58	291,31	291,4	290,21	291,47	291,48	291,13	291,21	291,27	290,21	290,22	290,23	290,24	291,35	290,99	290,99	29
9	1952	3	296,31	296,45	296,52	296,15	296,19	296,11	296,33	296,38	296,07	296,09	296,09	296,08	296,08	296,09	296,09	296,22	296,39	296,16	29
10	1952	4	294,16	294,25	294,25	294,24	294,29	296,66	294,31	294,3	294,24	294,3	294,33	296,64	296,63	296,62	296,6	294,3	294,38	294,32	29
11	1953	1	286,3	286,37	286,36	286,46	286,6	291,29	286,58	286,55	286,44	286,58	286,7	291,27	291,29	291,31	291,32	286,67	286,11	286,37	28
12	1953	2	291,98	292,06	292,06	291,88	291,92	290,85	291,92	291,9	291,74	291,79	291,81	290,85	290,85	290,86	290,87	291,7	291,78	291,71	29
13	1953	3	296,28	296,39	296,43	296,17	296,15	296,39	296,24	296,26	296,16	296,13	296,08	296,37	296,37	296,37	296,37	296,07	296,7	296,41	29
14	1953	4	293,54	293,61	293,6	293,63	293,7	296,69	293,69	293,67	293,63	293,71	293,76	296,67	296,66	296,64	296,63	293,69	293,67	293,69	29
15	1954	1	286,41	286,44	286,41	286,61	286,73	291,29	286,65	286,58	286,61	286,74	286,84	291,26	291,29	291,32	291,35	286,68	286,3	286,53	28
16	1954	2	291,33	291,44	291,47	291,15	291,25	290,64	291,32	291,33	290,86	290,97	291,05	290,63	290,65	290,67	290,69	291,15	290,53	290,56	29
17	1954	3	294,63	294,75	294,79	294,63	294,62	295,94	294,69	294,7	294,73	294,71	294,66	295,93	295,92	295,91	295,9	294,6	295,35	295,07	29
18	1954	4	293,84	293,88	293,86	293,93	293,97	296,65	293,92	293,87	293,94	293,99	294,02	296,64	296,63	296,62	296,62	293,83	294,02	294,02	29
19	1955	1	286,21	286,27	286,25	286,36	286,5	291,36	286,45	286,4	286,33	286,47	286,59	291,32	291,37	291,41	291,45	286,49	285,95	286,22	28
20	1955	2	291,16	291,21	291,19	291,17	291,25	290,53	291,19	291,14	291,08	291,16	291,21	290,53	290,55	290,57	290,6	291,03	290,98	290,99	29
21	1955	3	295,86	296	296,07	295,76	295,76	296,06	295,9	295,95	295,75	295,75	295,72	296,04	296,04	296,04	296,05	295,81	296,28	295,99	29
22	1955	4	294,62	294,69	294,68	294,64	294,71	296,92	294,71	294,68	294,55	294,63	294,69	296,89	296,89	296,89	296,89	294,64	294,42	294,47	29
23	1956	1	286,78	286,85	286,84	286,91	287,05	291,37	287,03	286,99	286,83	286,99	287,11	291,33	291,38	291,43	291,48	287,09	286,4	286,65	28

ICTP_seasonal_styles 1-K 2-K 3-K 4-K 1-C 2-C 3-C 4-C Sheet1 Sheet2 S ...

Ready 100%

Σχήμα 2.1 Παράδειγμα φύλλου δεδομένων της θερμοκρασίας της θάλασσας.

2.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

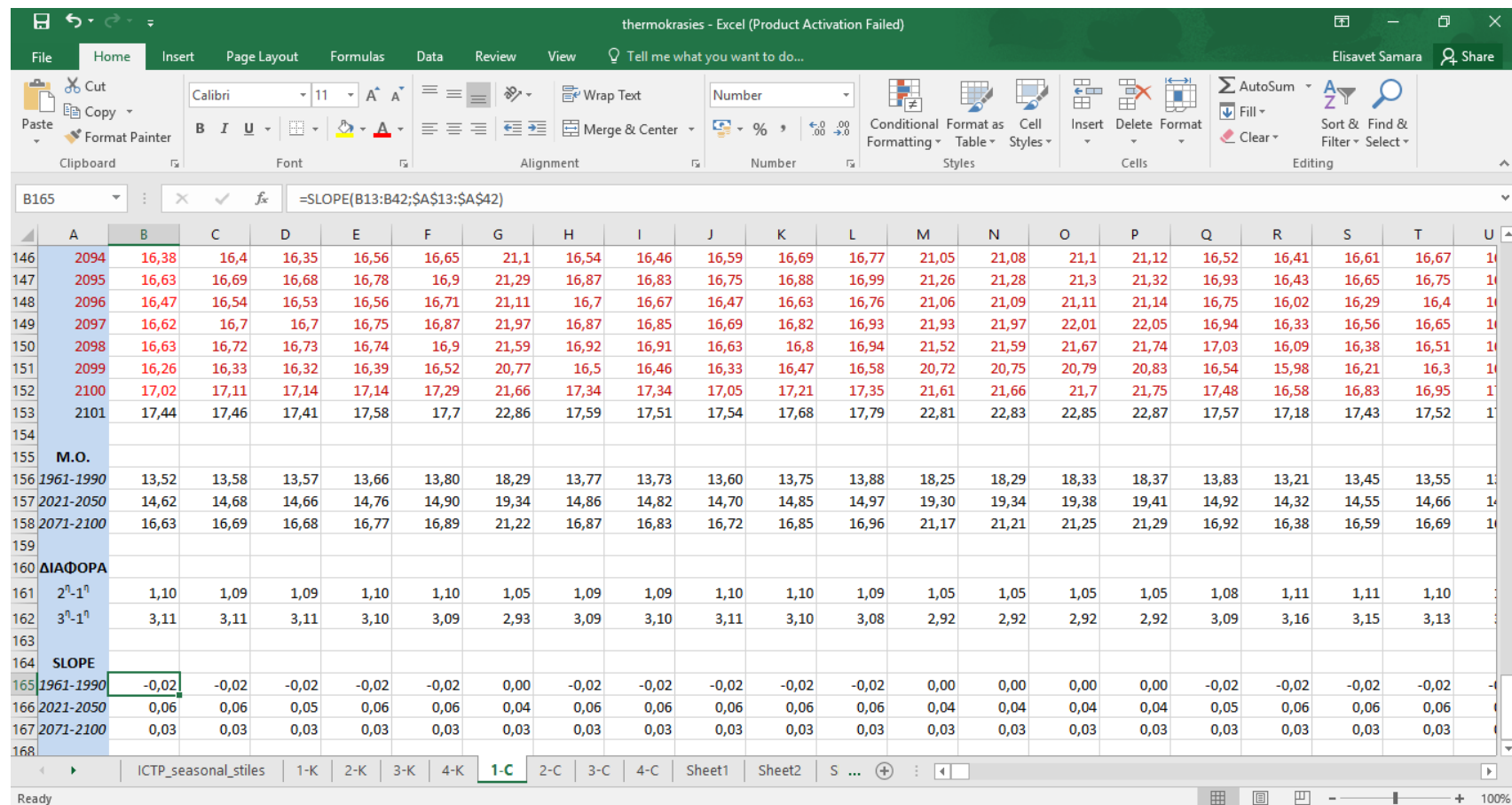
Η επεξεργασία των δεδομένων ξεκίνησε αρχικά με το διαχωρισμό των θερμοκρασιών ανά εποχή, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν τέσσερα (ένα για κάθε εποχή) υπολογιστικά φύλλα (Excel) με τις τιμές των θερμοκρασιών ανά έτος και σημείο του πλέγματος. Στη συνέχεια έγινε η μετατροπή των θερμοκρασιών από βαθμούς Κέλβιν, που ήταν αρχικά, σε βαθμούς Κελσίου.

Μετά την μετατροπή των θερμοκρασιών, έγινε υπολογισμός των μέσων όρων των θερμοκρασιών στην κάθε περίοδο (για την περίοδο αναφοράς 1961-90, την πρώτη μελλοντική περίοδο 2021-50, για την τρίτη μελλοντική περίοδο 2071-2100) για κάθε σημείο. Οι μέσοι όροι χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για την δημιουργία των χαρτών με τις μέσες επικρατούσες θερμοκρασίες κάθε σημείου.

Στη συνέχεια έγινε ο υπολογισμός των διαφορών ανάμεσα στους μέσους όρους θερμοκρασιών της περιόδου αναφοράς από την πρώτη και την δεύτερη μελλοντική περίοδο που εξετάζουμε. Έτσι προέκυψε η διαφορά της θερμοκρασίας σε σχέση με την περίοδο αναφοράς για κάθε σημείο και η δημιουργία χαρτών που παρουσιάζει τη μεταβολή της θερμοκρασίας στη λεκάνη της Μεσογείου στις δύο μελλοντικές περιόδους που εξετάζουμε.

Τέλος έγινε υπολογισμός της τάσης της θερμοκρασίας σε σχέση με το χρόνο, διαιρώντας τις θερμοκρασίες κάθε περιόδου για κάθε σημείο με την κάθε χρονική περίοδο και προέκυψαν οι τάσεις για κάθε σημείο ανά χρονική περίοδο. Από τα αποτελέσματα αυτά δημιουργήθηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες των τάσεων των θερμοκρασιών για κάθε περίοδο.

Η διαδικασία αυτή έγινε και για τις τέσσερις εποχές, όπως επίσης και οι χάρτες των μέσων τιμών, των μεταβολών της θερμοκρασίας και της τάσης.

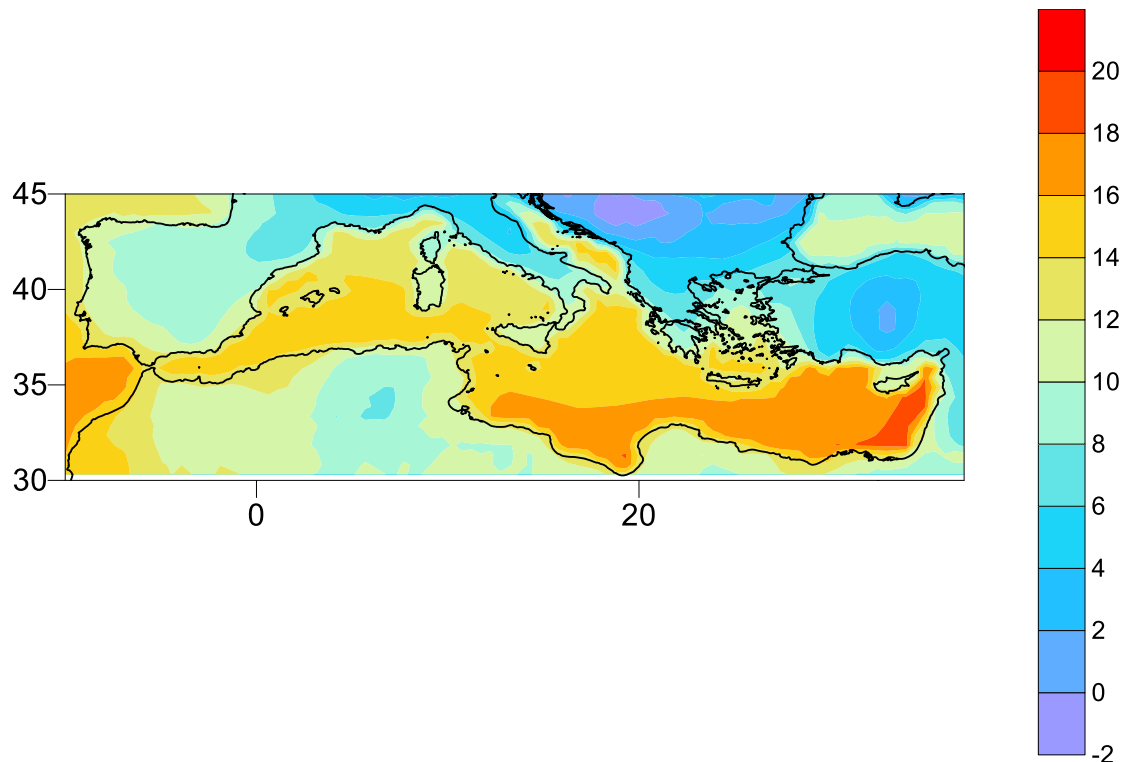


Σχήμα 2.2 Παράδειγμα φύλλου επεξεργασίας της θερμοκρασίας της θάλασσας.

ΑΝΑΛΥΣΗ

ΧΕΙΜΩΝΑΣ

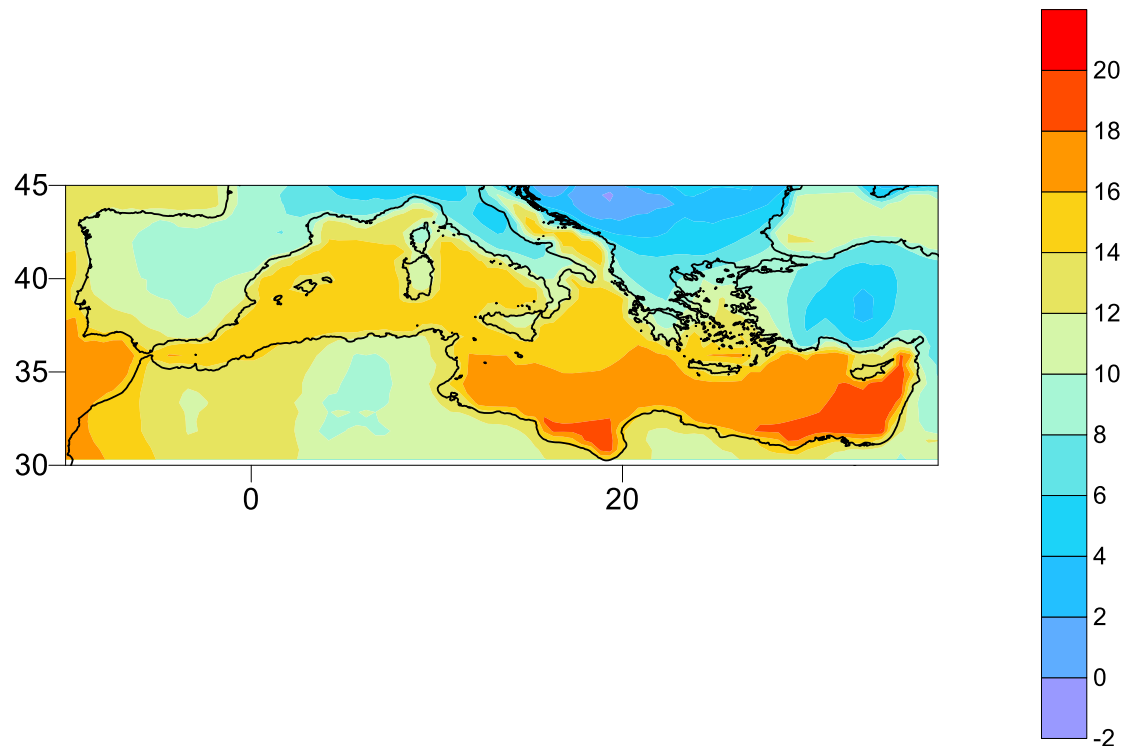
Χειμώνας περιόδου 1961-90



Σχήμα 1. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας της θάλασσας (SST) του χειμώνα για την περίοδο αναφοράς 1961-1990.

Σύμφωνα με τον χάρτη που σχηματίζεται από τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου ICTP για τη χρονική περίοδο 1961-1990, κατά την περίοδο του χειμώνα, στη θαλάσσια περιοχή της Μεσογείου επικρατούν θερμοκρασίες από 10°C έως 18°C. Οι χαμηλότερες τιμές εμφανίζονται στις θαλάσσιες περιοχές γύρω από τις ηπείρους, με τις πιο χαμηλές να παρατηρούνται στη περιοχή του Αιγαίου πελάγους, όπου η θερμοκρασία φτάνει τους 6-8°C (κυρίως στο βόρειο Αιγαίο). Οι υψηλότερες θερμοκρασίες εμφανίζονται στην ΝΑ Μεσόγειο και κυρίως στη θαλάσσια περιοχή κοντά στις χώρες του Λιβάνου και Ισραήλ, όπου φθάνουν τους 18°C.

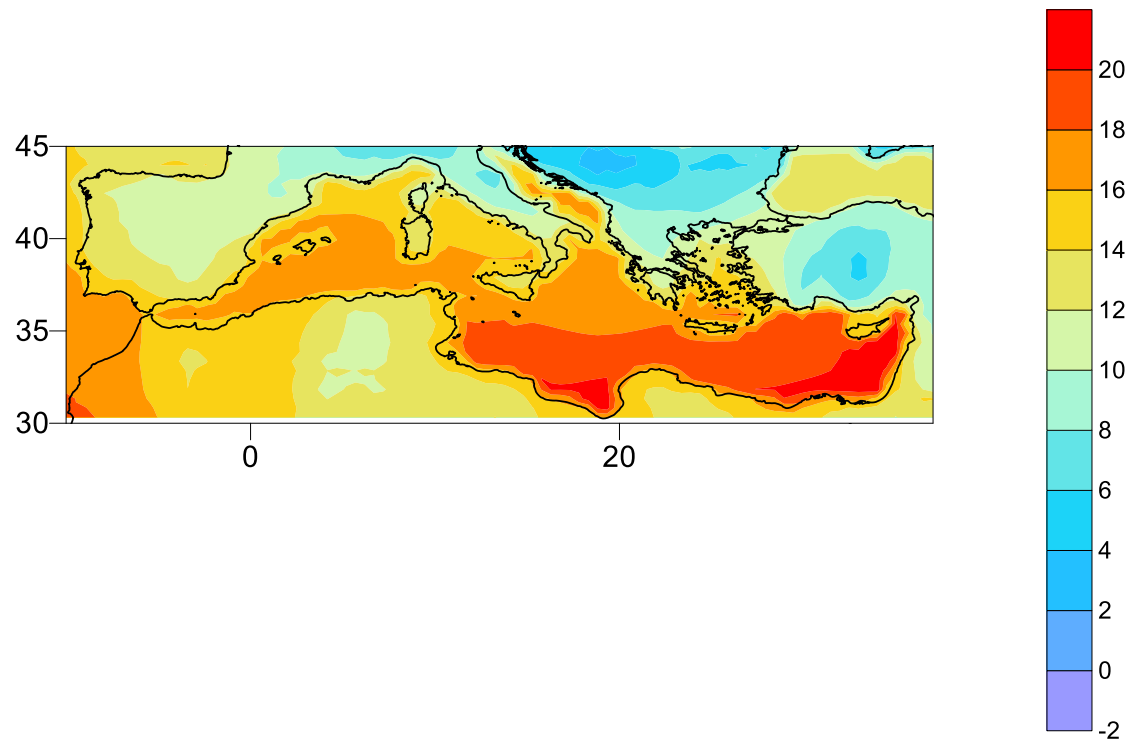
Χειμώνας περιόδου 2021-50



Σχήμα 2. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας της θάλασσας (SST) του χειμώνα για την πρώτη μελλοντική περίοδο 2021-2050.

Για τη χρονική περίοδο 2021-2050, στην ευρύτερη θαλάσσια περιοχή της Μεσογείου, επικρατούν θερμοκρασίες από 12-18°C. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται κατά μήκος της ακτογραμμής που περικλείει τη λεκάνη της Μεσογείου και κυρίως στο βόρειο Αιγαίο, στη βόρειο Αδριατική και στη νότια Γαλλία, όπου οι τιμές της θερμοκρασίας φθάνουν τους 8-10°C. Αντίθετα οι τιμές στις βόρειες ακτές της Αφρικής είναι σχετικά υψηλότερες. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες, κατά την περίοδο αυτή, εμφανίζονται στην ΝΑ Μεσόγειο και κυρίως στα παράλια της Λυβυής, Αιγύπτου, Ισραήλ και Λιβάνου, με τη θερμοκρασία να φθάνει τους 18°C.

Χειμώνας περιόδου 2071-2100



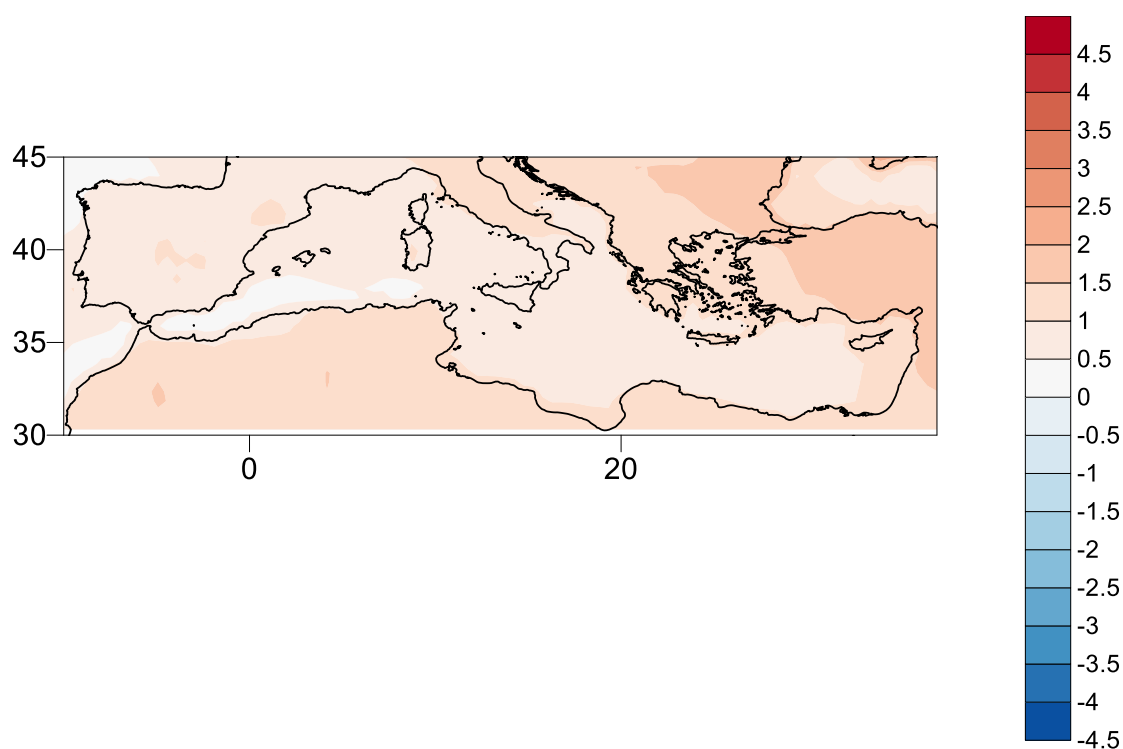
Σχήμα 3. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας της θάλασσας (SST) του χειμώνα για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100.

Σύμφωνα με τα δεδομένα μας από το μοντέλο ICTP, η θερμοκρασία την περίοδο του χειμώνα για το διάστημα 2071-2100, για τη λεκάνη της Μεσογείου, θα κυμανθεί από 12°C έως 20°C. Οι χαμηλότερες τιμές προβλέπονται στα παράλια της Ευρώπης με 12°C και κυρίως στη λεκάνη του Αιγαίου με 10°C. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες αναμένονται στη ΝΑ Μεσόγειο, με τις μέγιστες θερμοκρασίες να βρίσκονται στις χώρες της Λυβυής, Αιγύπτου, Ισραήλ και Λιβάνου, όπου η θερμοκρασία αναμένεται να φθάσει τους 20°C.

Σύγκριση των τριών περιόδων

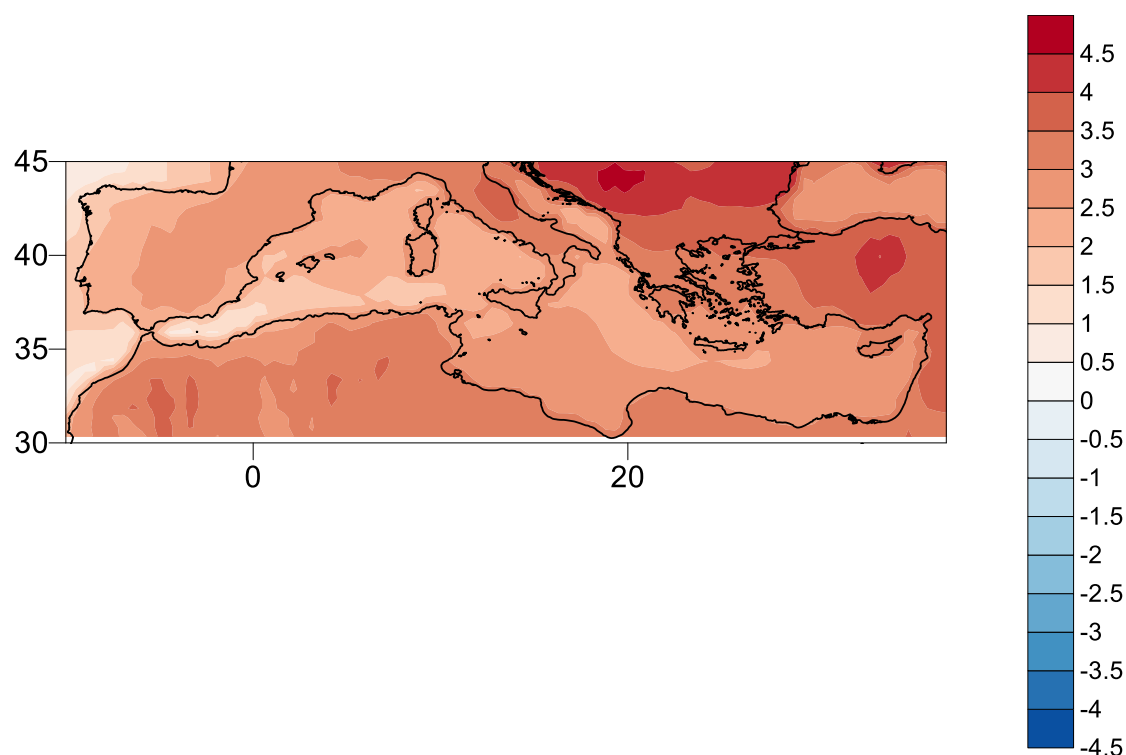
Σύμφωνα με τους παραπάνω χάρτες που σχηματίστηκαν από τα δεδομένα του μοντέλου ICTP, και έχοντας ως χρονική περίοδο αναφοράς το διάστημα 1961-1990, παρατηρούμε ότι υπάρχει μια σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας, κατά την περίοδο του χειμώνα, σε όλη την θαλάσσια έκταση της λεκάνης της Μεσογείου. Τόσο οι ελάχιστες όσο και οι μέγιστες τιμές της θερμοκρασίας παρατηρούνται στα ίδια περίπου σημεία της λεκάνης και στις τρεις χρονικές περιόδους.

Στους επόμενους χάρτες φαίνεται η θερμοκρασιακή διαφορά που αναμένεται, με χρονική περίοδο αναφοράς το 1961-1990.



Σχήμα 4. Χάρτης της διαφοράς θερμοκρασίας της περιόδου 1961-90 με την περίοδο 2021-50.

Όπως φαίνεται και από τον χάρτη στο Σχήμα 4, παρατηρούμε ότι προβλέπεται μια αύξηση της θερμοκρασίας από 0,5°C έως 1°C σε όλη την έκταση της Μεσογείου με τη μεγαλύτερη αύξηση να παρατηρείται στο Αιγαίο, ενώ σταθερή φαίνεται να διατηρείται η θερμοκρασία στη θαλάσσια περιοχή ανάμεσα στην Ισπανία και την Αλγερία.

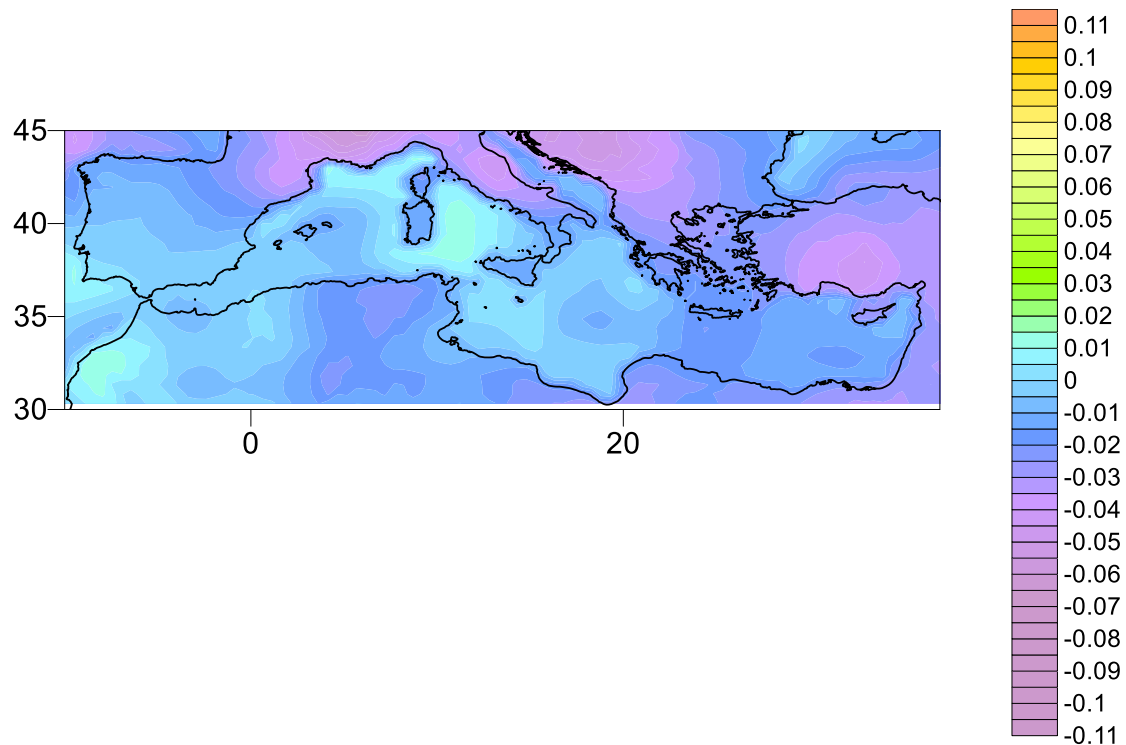


Σχήμα 5. Χάρτης της διαφοράς θερμοκρασίας της περιόδου 1961-90 με την περίοδο 2071-2100,.

Με βάση τον παραπάνω χάρτη, παρατηρούμαι ότι προβλέπεται αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C με 2,5°C στη λεκάνη της Μεσογείου, για το διάστημα 2071-2100 σε σχέση με το διάστημα 1961-1990, για την εποχή του χειμώνα. Η μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας προβλέπεται να είναι στο Αιγαίο κατά 2,5°C με 3°C, ενώ η μικρότερη διαφορά θερμοκρασίας αναμένεται να παρατηρηθεί στη περιοχή ανάμεσα στην Ισπανία και το Μαρόκο με την Αλγερία με 0,5°C έως 1°C. Η περιοχή της ανατολικής Μεσογείου παρουσιάζει μία αύξηση της τάξης των 1° με 2°C.

Η τάση της θερμοκρασίας

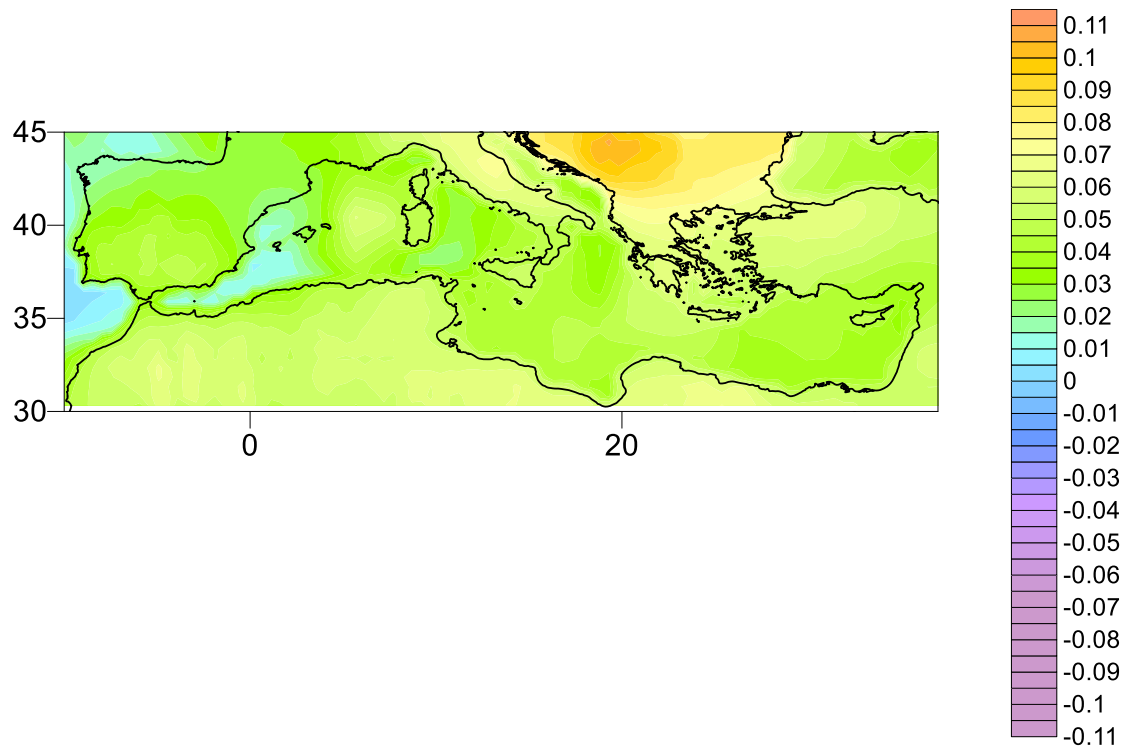
➤ Περίοδος 1961-90



Σχήμα 6. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας της περιόδου 1961-90.

Από τον χάρτη της τάσης της θερμοκρασίας για την περίοδο 1961-90, φαίνεται ότι στην κεντρική Μεσόγειο, κυρίως στην περιοχή κοντά στην Ιταλία, δεν εμφανίζεται κάποια σημαντική τάση. Στην Ανατολική Μεσόγειο και κυρίως στην περιοχή του Αιγαίου Πελάγους, διακρίνεται μία αρνητική τάση της θερμοκρασίας από $-0,02^{\circ}\text{C}$ έως $-0,03^{\circ}\text{C}$. Αρνητική τάση παρατηρούμε ότι εμφανίζεται και στη Δυτική Μεσόγειο αλλά είναι της τάξης των $-0,01^{\circ}\text{C}$.

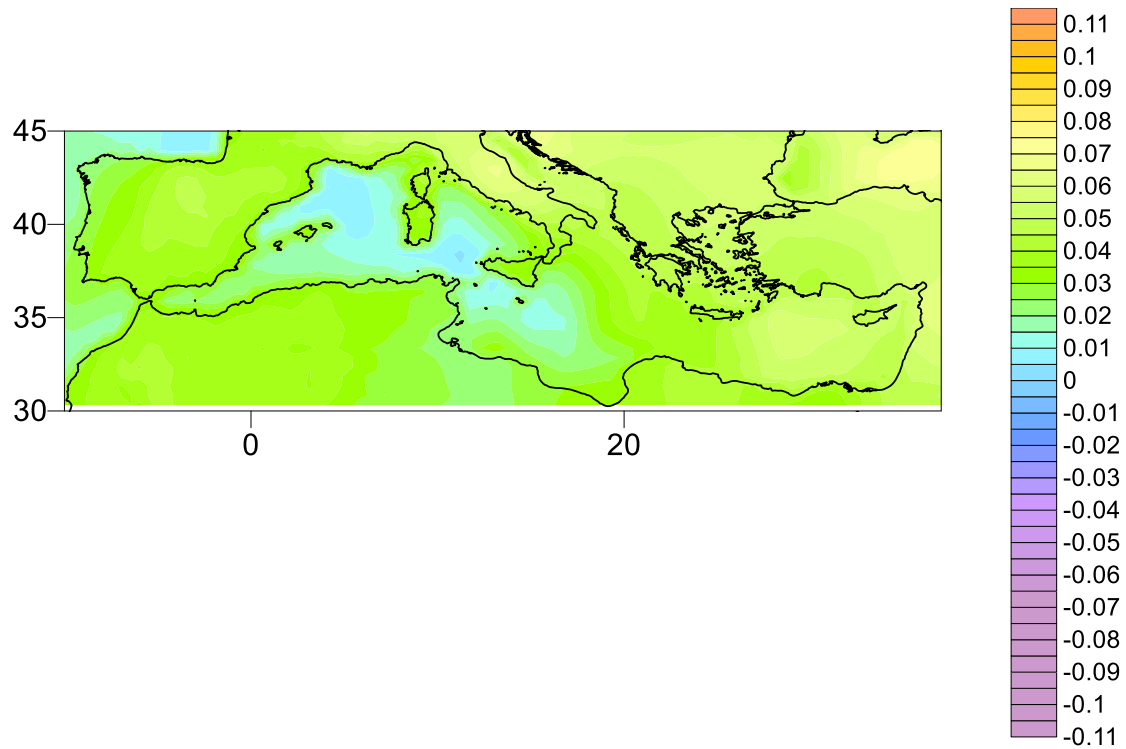
➤ Περίοδος 2021-50



Σχήμα 7. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας της περιόδου 2021-50.

Σύμφωνα με τον χάρτη του σχήματος 7, παρατηρούμε ότι στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου υπάρχει μια αυξητική τάση της θερμοκρασίας. Συγκεκριμένα στις περιοχές της Ανατολικής και Κεντρικής Μεσογείου παρατηρείται αυξητική τάση της θερμοκρασίας από 0,03°C έως 0,05°C, ενώ στη περιοχή πίσω από την Σαρδηνία και στο βόρειο Αιγαίο παρατηρείται αυξητική τάση κατά 0,07°C. Στη Δυτική Μεσόγειο και συγκεκριμένα στη θαλάσσια περιοχή ανάμεσα στην Ισπανία και στο Μαρόκο, αλλά και σε ένα μικρό κομμάτι στη περιοχή ανάμεσα στην Ιταλία και στην Τυνησία, η τάση της θερμοκρασίας παραμένει σταθερή.

➤ **Περίοδος 2071-100**

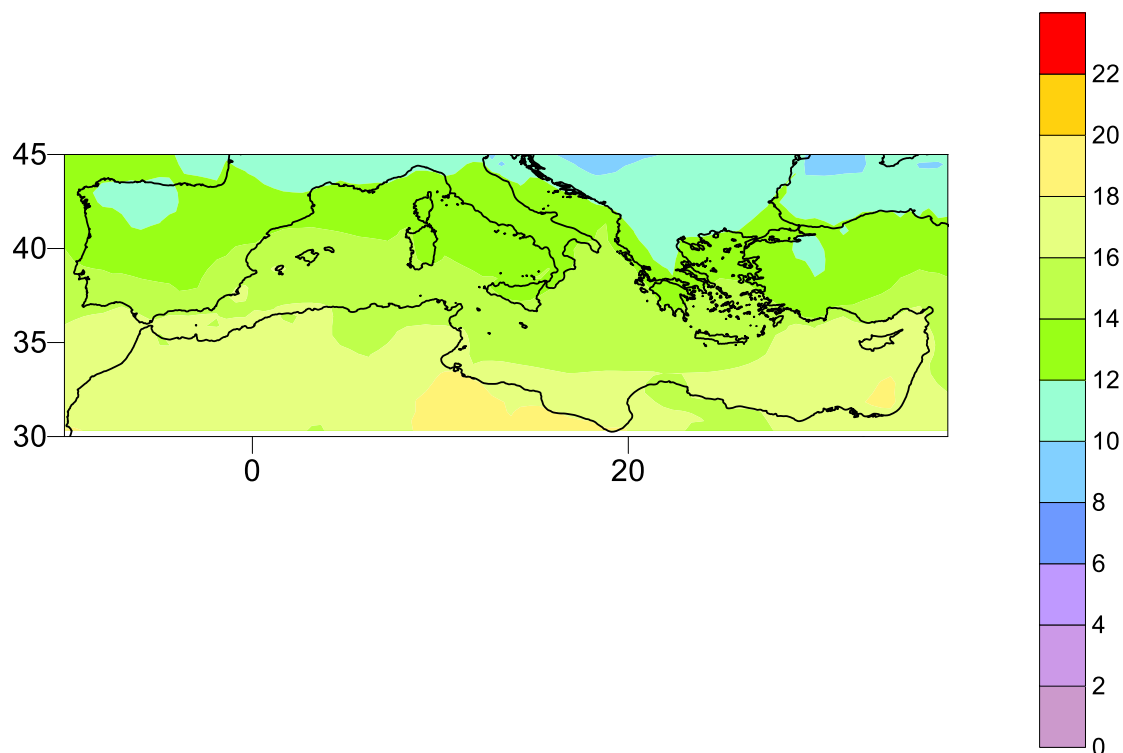


Σχήμα 8. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας της περιόδου 2071-2100.

Η τάση της θερμοκρασίας κατά την περίοδο 2071-100 αναμένεται να είναι σταθερή στην κεντρική και Δυτική Μεσόγειο, με κάποιες περιοχές της Δυτικής Μεσογείου (κυρίως στην περιοχή της Ισπανίας) να παρουσιάζουν μια αυξητική τάση κατά 0,02°C. Στην Ανατολική Μεσόγειο αναμένεται αυξητική τάση της θερμοκρασίας από 0,03°C έως 0,04°C, ενώ στη περιοχή κοντά στην Αίγυπτο η αυξητική τάση μπορεί να φτάσει τους 0,06°C.

ΑΝΟΙΞΗ

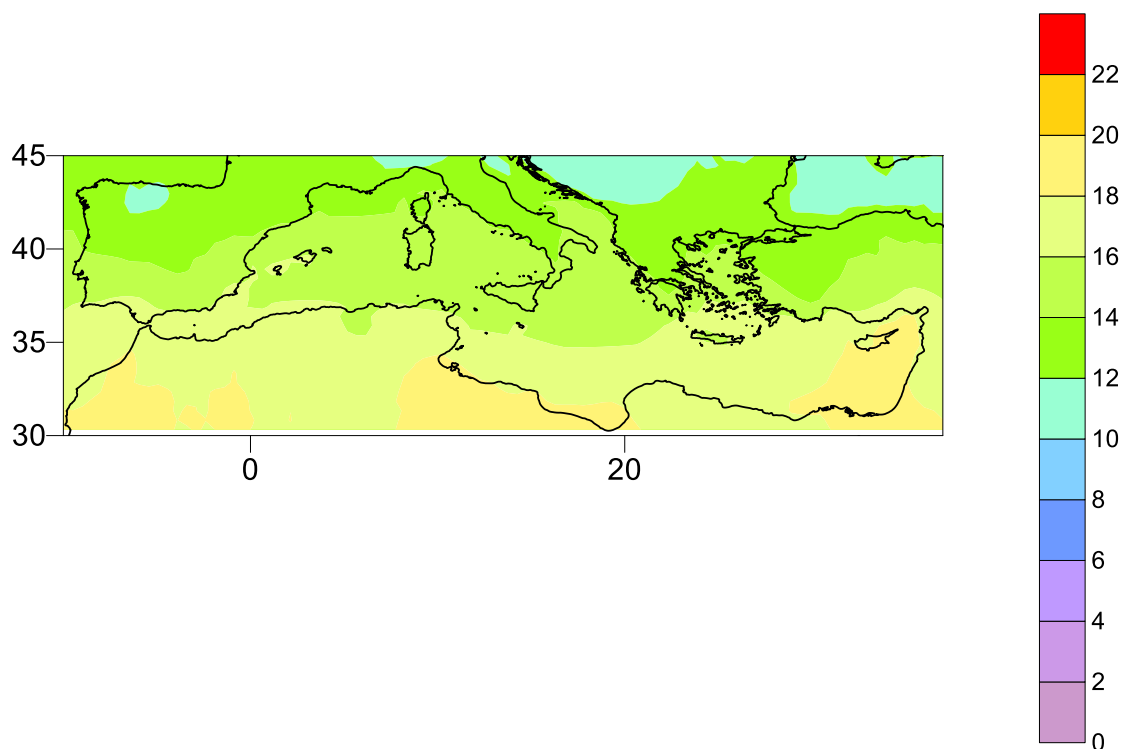
Άνοιξη περιόδου 1961-90



Σχήμα 9. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας της θάλασσας (SST) της άνοιξης για τη περίοδο αναφοράς 1961-1990.

Σύμφωνα με τον χάρτη του κλιματικού μοντέλου ICTP για την περίοδο της άνοιξης κατά το διάστημα 1961-1990, στην περιοχή της Μεσογείου παρατηρούνται θερμοκρασίες από 12°C έως 18°C. Συγκεκριμένα οι μέγιστες τιμές της θερμοκρασίας παρατηρούνται στη θαλάσσια περιοχή κοντά στην Αίγυπτο και τη Συρία αλλά και σε περιοχές κοντά στην Ισπανία και τη Λιβύη, όπου η θερμοκρασία φτάνει τους 16°C, ενώ σε περιοχή κοντά στο Ισραήλ η θερμοκρασία έφτασε μέχρι τους 18°C. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες για την περίοδο αυτή, παρατηρούνται στη Βόρεια Μεσόγειο και συγκεκριμένα στα παράλια της Γαλλίας, της Ιταλίας αλλά και στο Βόρειο Αιγαίο, με την θερμοκρασία να είναι στους 12°C.

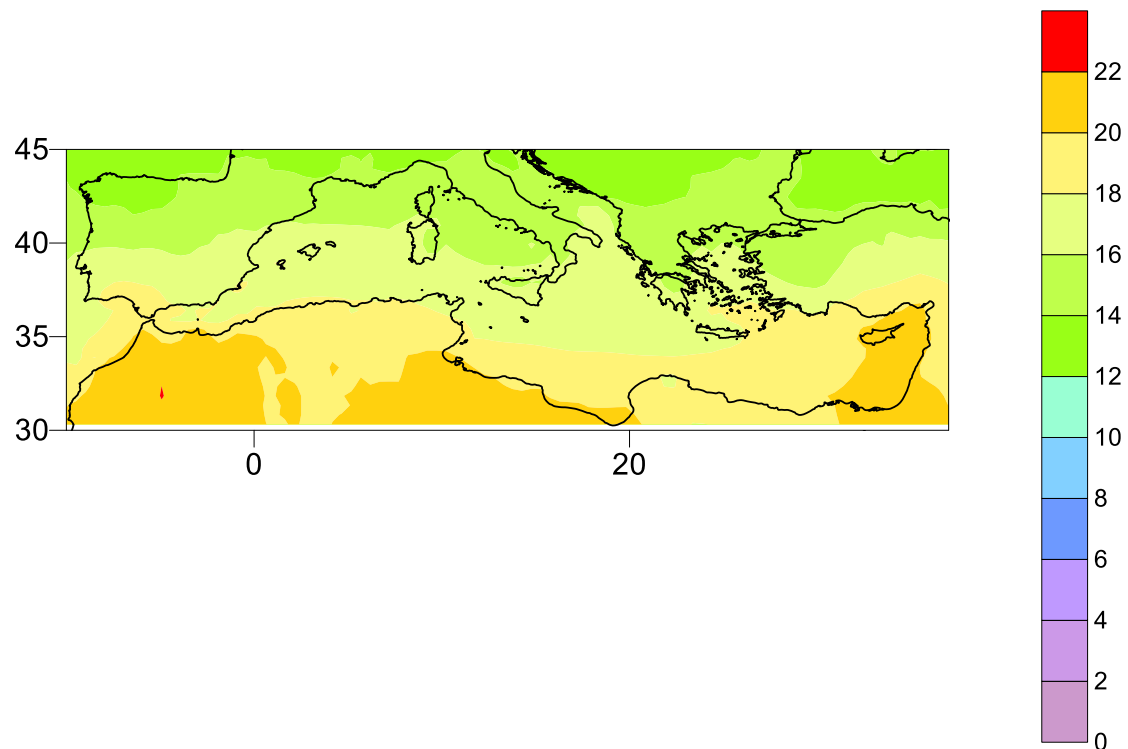
Άνοιξη περιόδου 2021-50



Σχήμα 10. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας της θάλασσας (SST) της άνοιξης για την πρώτη μελλοντική περίοδο 2021-2050.

Για την άνοιξη της περιόδου 2021-50, σύμφωνα με το κλιματικό μοντέλο ICTP, αναμένεται στη θαλάσσια περιοχή της Μεσογείου, να επικρατούν θερμοκρασίες από 14°C έως 16°C. Οι μέγιστες τιμές της θερμοκρασίας αναμένονται στη θαλάσσια περιοχή της Νοτίου Μεσογείου, ανάμεσα στην Ισπανία και το Μαρόκο και στις περιοχές κοντά στην Τυνησία και την Λιβύη, όπου η θερμοκρασία θα φτάσει τους 16°C, ενώ στη περιοχή κοντά στην Αίγυπτο με τη Συρία η θερμοκρασία αναμένεται μέχρι και στους 18°C. Η ελάχιστη τιμή της θερμοκρασίας αναμένεται να παρατηρηθεί σε σχετικά μικρή απόσταση από τα παράλια της Γαλλίας και της Ιταλίας και θα φτάνει τους 12°C.

Άνοιξη περιόδου 2071-2100



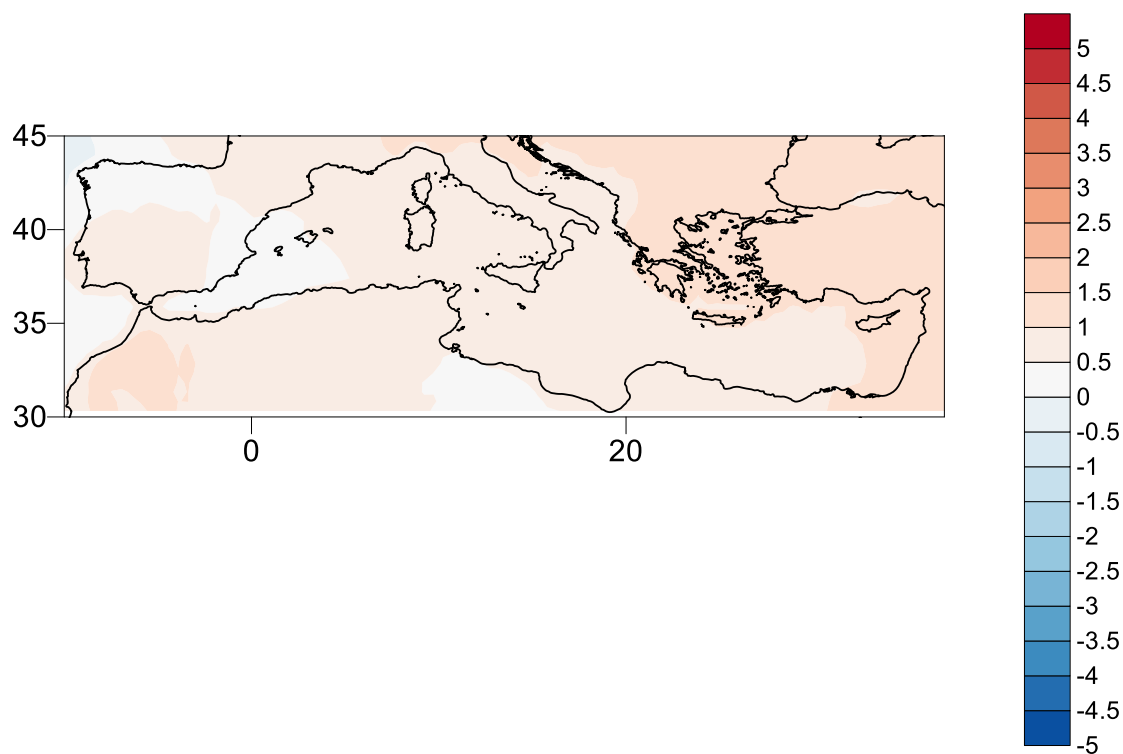
Σχήμα 11. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας της θάλασσας (SST) της άνοιξης για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100.

Για την μελλοντική περίοδο 2071-2100 κατά την εποχή της άνοιξης, με βάση το κλιματικό μοντέλο ICTP, η θερμοκρασία για την περιοχή της Μεσογείου θα κυμαίνεται από 14°C έως 20°C. Οι μέγιστες θερμοκρασίες θα παρατηρηθούν στην περιοχή της Λιβύης και της Αιγύπτου, όπου θα φτάνουν τους 18°C, ενώ η θερμοκρασία αναμένεται να φτάσει στους 20°C στη θαλάσσια περιοχή της Συρίας με το Ισραήλ. Στις περιοχές κοντά στα παράλια της Γαλλίας και της Ιταλίας αναμένεται να παρατηρηθεί η χαμηλότερη θερμοκρασία για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, όπου θα είναι στους 14°C.

Σύγκριση των τριών περιόδων

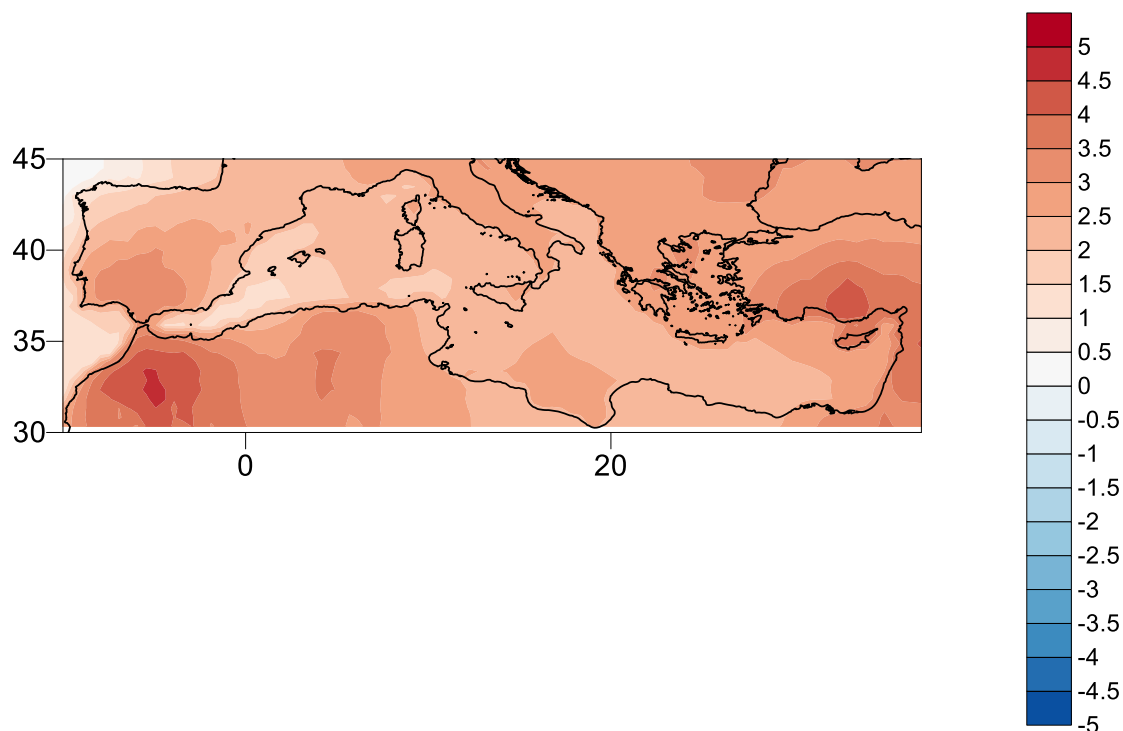
Με βάση την παρατήρηση των προηγούμενων τριών χαρτών που προέκυψαν από το κλιματικό μοντέλο ICTP για την περίοδο της άνοιξης και έχοντας ως περίοδο αναφοράς το χρονικό διάστημα 1961-1990, αναμένεται να υπάρξει άνοδος της θερμοκρασίας στο μεγαλύτερο μέρος της Μεσογείου. Τόσο οι μέγιστες τιμές της θερμοκρασίας όσο και οι ελάχιστες τιμές, παρατηρούνται στις ίδιες περιοχές της Μεσογείου και για τις δύο μελλοντικές περιόδους (2021-50 και 2071-2100).

Στους επόμενους χάρτες φαίνεται η θερμοκρασιακή διαφορά που αναμένεται, με χρονική περίοδο αναφοράς το 1961-1990.



Σχήμα 12. Χάρτης της διαφοράς θερμοκρασίας της περιόδου 1961-90 με την περίοδο 2021-50.

Από το σχήμα 12, στο οποίο απεικονίζεται η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στην περίοδο 1961-90 και 2021-50 για την εποχή της άνοιξης, παρατηρούμε ότι σε όλη την έκταση της λεκάνης της Μεσογείου η μεταβολή της θερμοκρασίας, που προβλέπεται από το κλιματικό μοντέλο είναι 0,5°C, ενώ στη Δυτική Μεσόγειο και συγκεκριμένα στη θαλάσσια περιοχή ανάμεσα στην Ισπανία και το Μαρόκο, η μεταβολή της θερμοκρασίας είναι σχεδόν 0°C. Η μέγιστη αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να συμβεί στη περιοχή του Αιγαίου όπου μπορεί να φτάσει τον 1°C.

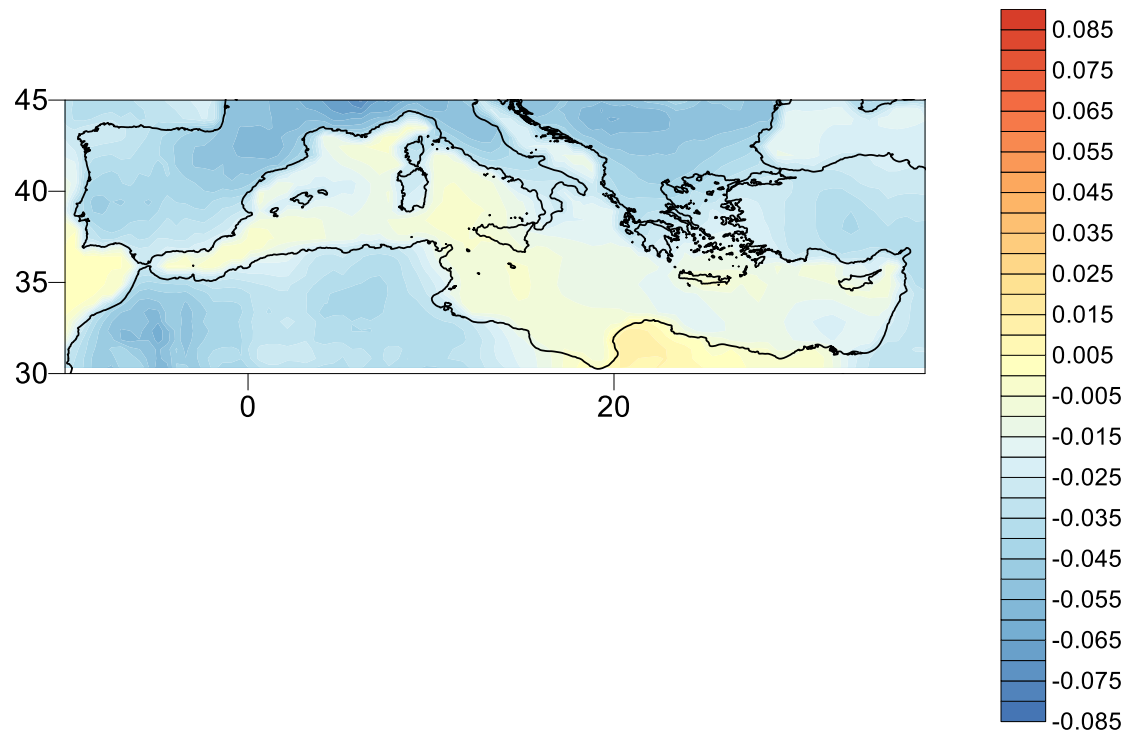


Σχήμα 13. Χάρτης της διαφοράς θερμοκρασίας της περιόδου 1961-90 με την περίοδο 2071-2100.

Από τον παραπάνω χάρτη της διαφοράς θερμοκρασίας των περιόδων 1961-90 και 2017-2100, αναμένεται η θερμοκρασία να αυξηθεί κατά 2°C. Συγκεκριμένα, η θερμοκρασία προβλέπεται να παραμείνει σταθερή στη περιοχή ανάμεσα στην Ισπανία και το Μαρόκο, ενώ η μέγιστη μεταβολή της αναμένεται να παρατηρηθεί στη θαλάσσια περιοχή της Λιβύης αλλά και στη περιοχή ανάμεσα στη Συρία και το Ισραήλ, όπου θα έχουμε αύξηση 2,5°C. Στο Βόρειο Αιγαίο, προβλέπεται από το κλιματικό μοντέλο ότι η αύξηση μπορεί να φτάσει τους 3°C.

Η τάση της θερμοκρασίας

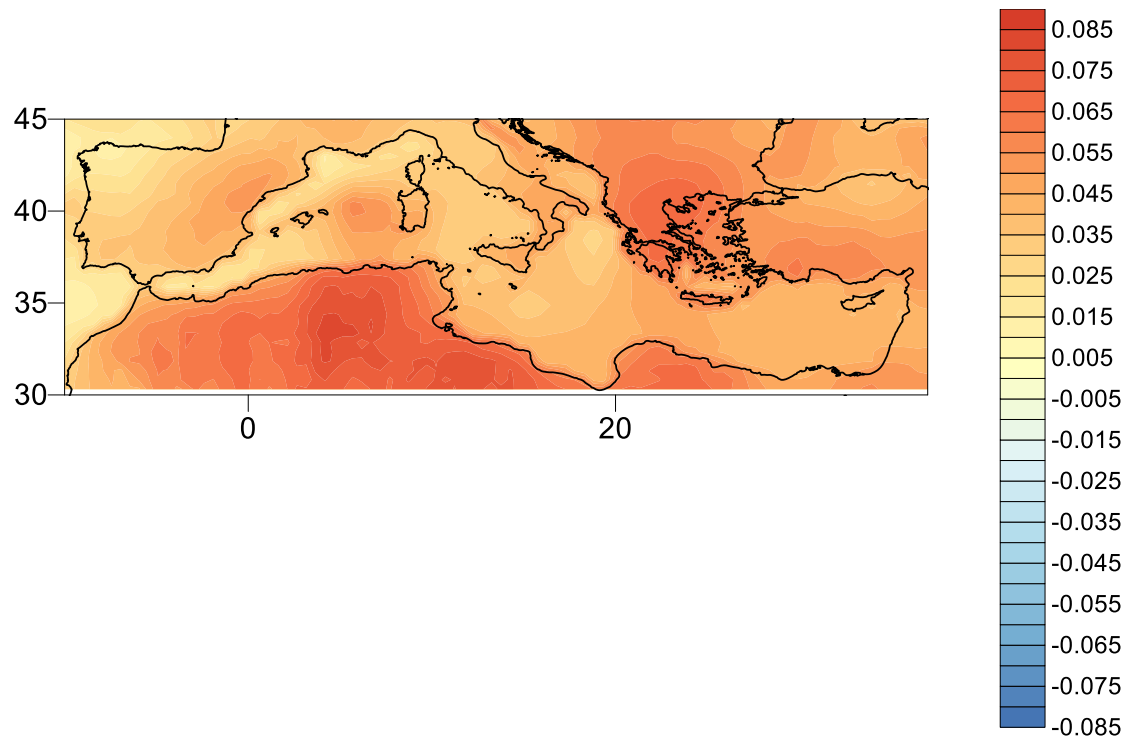
➤ Περίοδος 1961-90



Σχήμα 14. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας της περιόδου 1961-90.

Σύμφωνα με το χάρτη, η τάση της θερμοκρασίας για την περίοδο 1961-90, είναι αρνητική στο μεγαλύτερο μέρος της Μεσογείου κατά $0,015^{\circ}\text{C}$, με τη μεγαλύτερη αρνητική τάση να παρατηρείται στο Βόρειο Αιγαίο με $0,035^{\circ}\text{C}$. Χωρίς κάποια σημαντική τάση της θερμοκρασίας παρατηρείται στην περιοχή της Δυτικής Μεσογείου, όπου η τάση είναι 0°C .

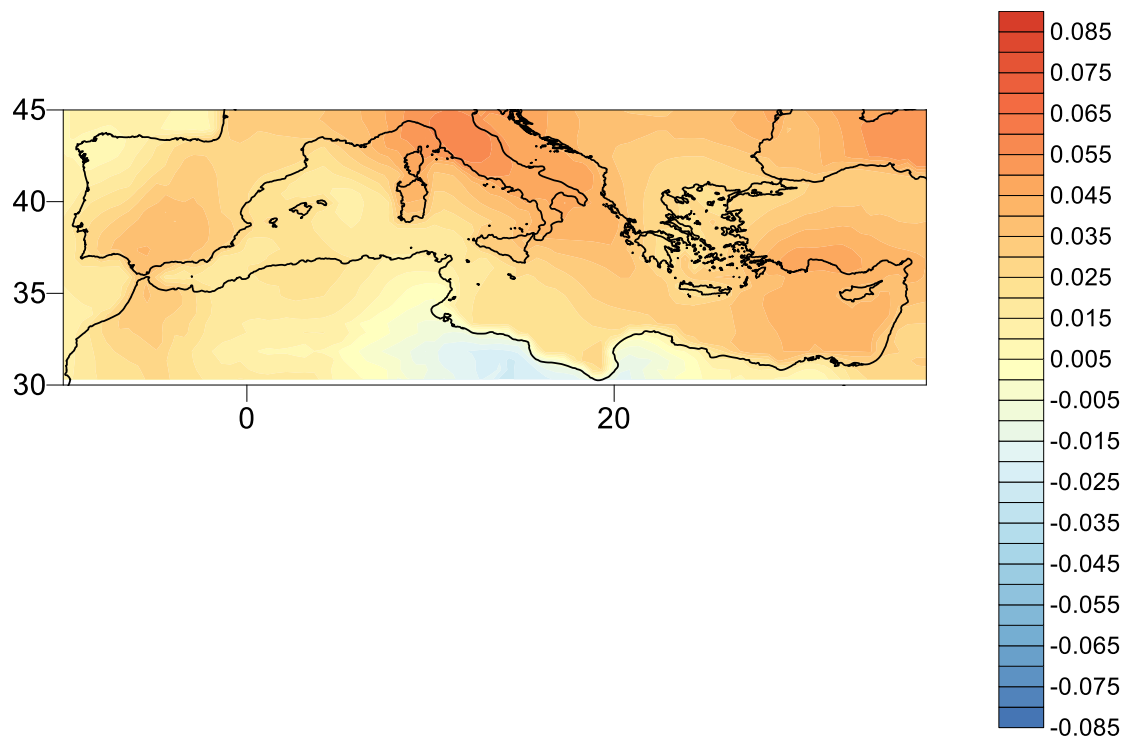
➤ Περίοδος 2021-50



Σχήμα 15. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας της περιόδου 2021-50.

Για τη μελλοντική περίοδο 2021-50 αναμένεται να έχουμε γενικά αυξητική τάση στη λεκάνη της Μεσογείου. Πιο συγκεκριμένα αναμένεται να έχουμε τη μέγιστη αυξητική τάση στη περιοχή του Αιγαίου αλλά και στην περιοχή πίσω από τη Σαρδηνία, όπου θα φτάσει τους 0,06°C. Η ελάχιστη αυξητική τάση αναμένεται να παρατηρηθεί στην περιοχή ανάμεσα σε Ισπανία και Μαρόκο, όπου θα είναι στους 0,015°C. Στην κεντρική και Ανατολική Μεσόγειο η τάση της θερμοκρασίας θα είναι από 0,025°C έως 0,045°C.

➤ **Περίοδος 2071-2100**

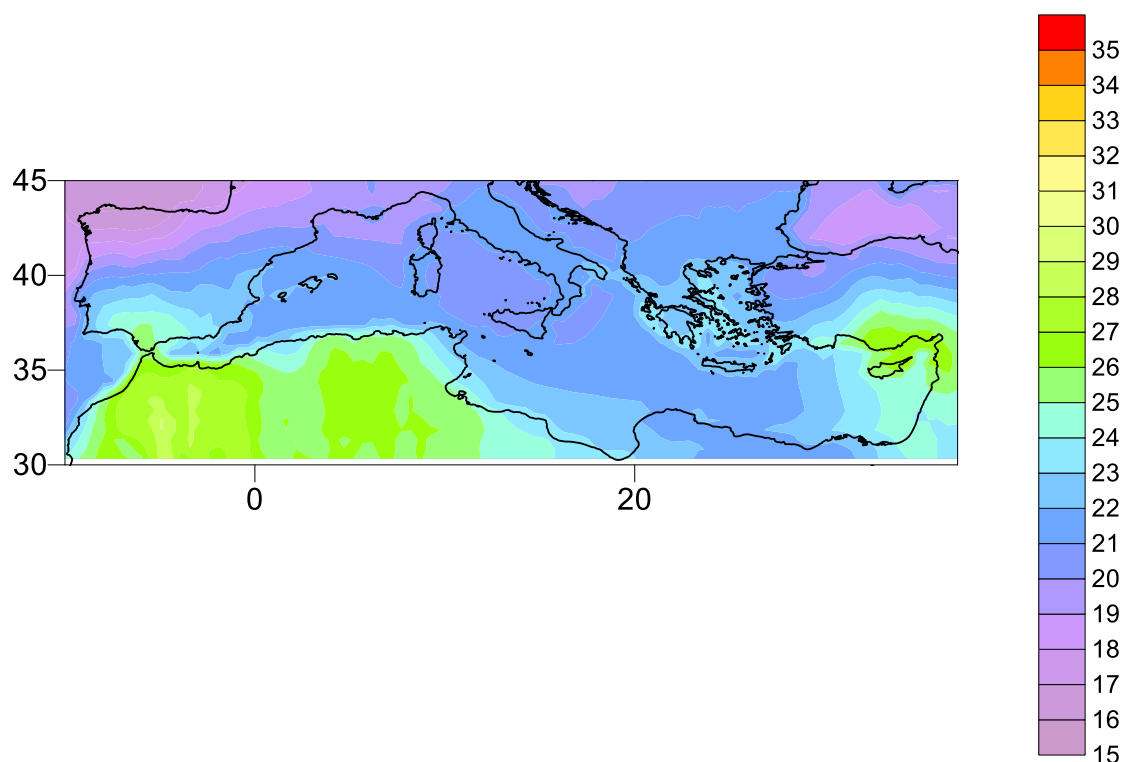


Σχήμα 16. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας της περιόδου 2071-2100.

Για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100 στη λεκάνη της Μεσογείου η τάση της θερμοκρασίας προβλέπεται να είναι αυξητική από 0,015°C έως 0,03°C. Η μέγιστη αυξητική τάση προβλέπεται να παρατηρηθεί στη θαλάσσια περιοχή ανάμεσα σε Συρία και Ισραήλ όπου θα φτάσει τους 0,045°C.

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ

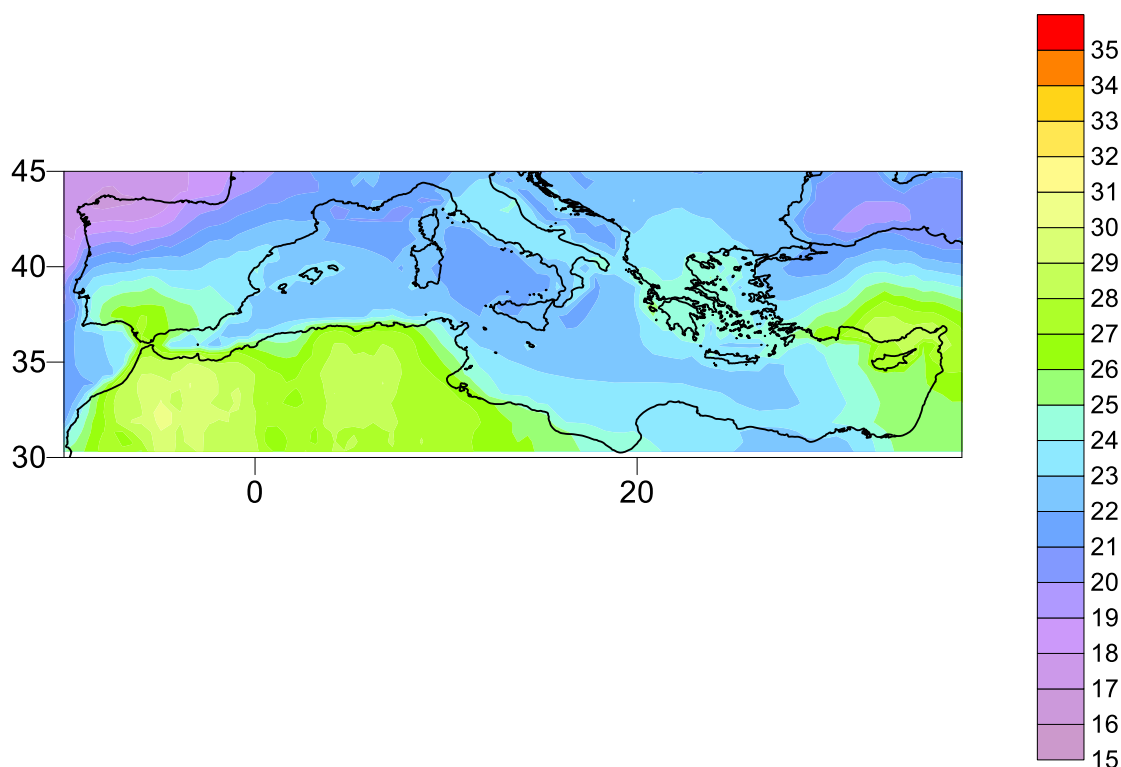
Καλοκαίρι περιόδου 1961-1990



Σχήμα 17. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας θάλασσας (SST) της θάλασσας (SST) του καλοκαιριού για τη περίοδο αναφοράς 1961-1990.

Το καλοκαίρι της περιόδου αναφοράς 1961-1990, οι θερμοκρασίες που επικρατούσαν στη λεκάνη της Μεσογείου κυμαίνονταν από 18°C έως 24°C. Στο μεγαλύτερο μέρος της Μεσογείου η θερμοκρασία είναι στους 21°C. Η υψηλότερη θερμοκρασία παρατηρήθηκε και πάλι στην Ανατολική Μεσόγειο και συγκεκριμένα στο χώρο ανάμεσα στη Συρία και το Ισραήλ, όπου η θερμοκρασία έφτασε τους 24°C. Οι μικρότερες θερμοκρασίες παρατηρήθηκαν στο θαλάσσιο χώρο γύρω της Ιταλίας ενώ η μικρότερη θερμοκρασία για την περίοδο αυτή, διαπιστώθηκε στην περιοχή κοντά στα παράλια της Γαλλίας όπου η θερμοκρασία ήταν στους 18°C.

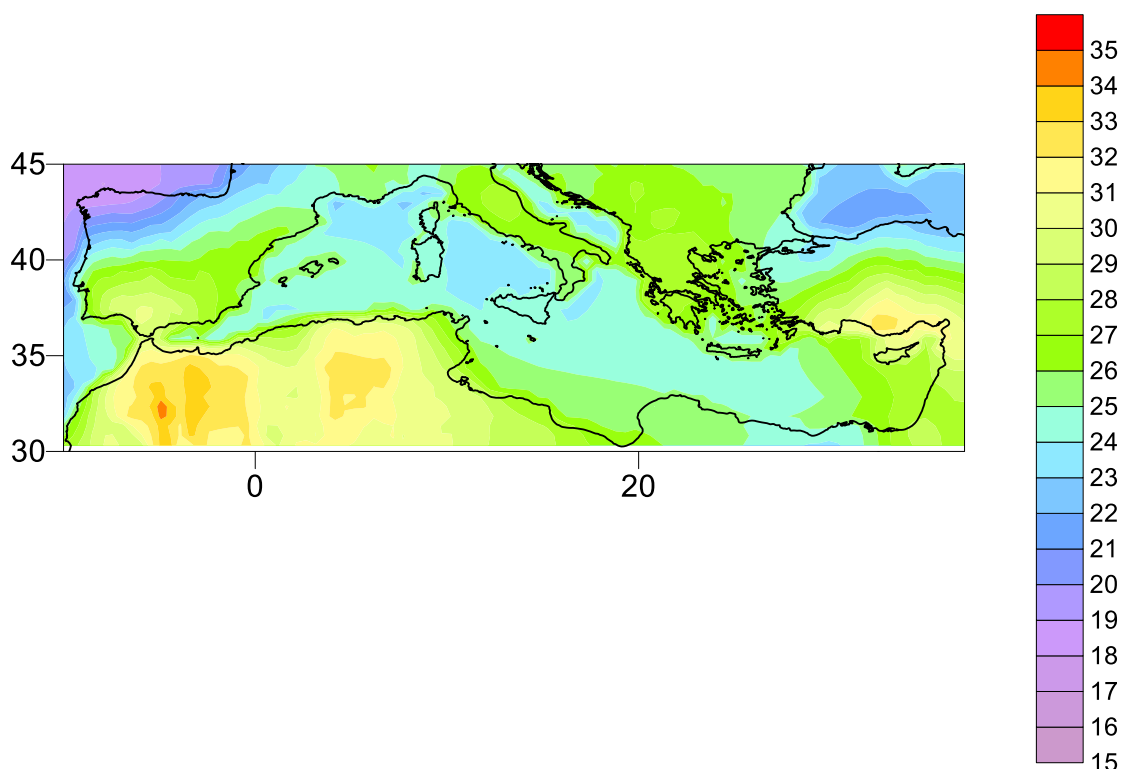
Καλοκαίρι περιόδου 2021-2050



Σχήμα 18. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας της θάλασσας (SST) του καλοκαιριού για την πρώτη μελλοντική περίοδο 2021-2050.

Το καλοκαίρι της πρώτης μελλοντικής περιόδου 2021-50, το κλιματικό μοντέλο ICTP, προβλέπει θερμοκρασίες από 20°C έως 25°C. Στη μεγαλύτερη έκταση της λεκάνης της Μεσογείου αναμένεται να επικρατούν κυρίως θερμοκρασίες 22-23°C. Η μέγιστη τιμή της θερμοκρασίας προβλέπεται να φτάσει στους 25-26°C στην περιοχή ανάμεσα σε Συρία, Ισραήλ και Κύπρο. Οι μικρότερες θερμοκρασίες αναμένονται στα παράλια της Ιταλίας και της Γαλλίας, με τη μικρότερη τιμή της να είναι στους 19°C κοντά στα παράλια της Γαλλίας.

Καλοκαίρι περιόδου 2071-2100



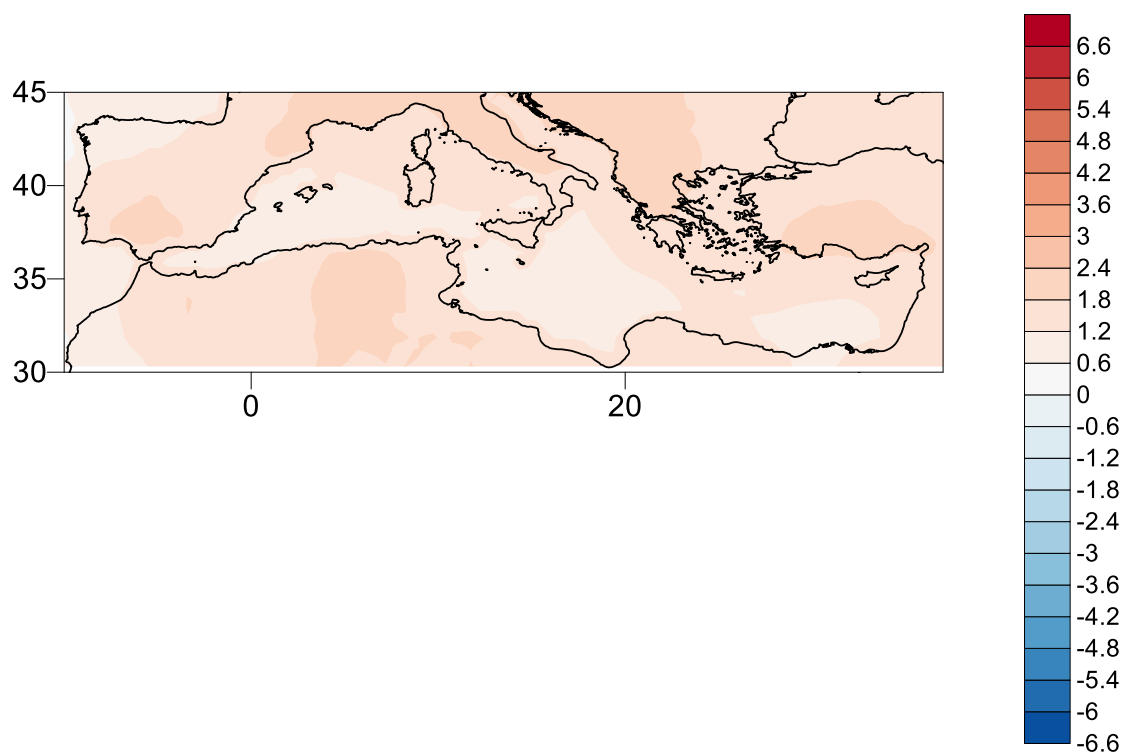
Σχήμα 19. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας της θάλασσας (SST) του καλοκαιριού για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100.

Κατά το καλοκαίρι της δεύτερης μελλοντικής περιόδου 2071-2100, αναμένεται να επικρατούν θερμοκρασίες από 23°C έως 28°C. Στο μεγαλύτερο μέρος της Μεσογείου η θερμοκρασία αναμένεται να είναι στους 24°C. Στο θαλάσσιο χώρο γύρω από την Κύπρο (παράλια Τουρκίας, Συρίας και Ισραήλ) αναμένεται να σημειωθεί η υψηλότερη θερμοκρασία, που θα φτάσει τους 28°C. Η ελάχιστη τιμή της θερμοκρασίας αναμένεται να παρατηρηθεί στη Βόρειο Κεντρική Μεσόγειο (παράλια Γαλλίας και Ιταλίας), όπου θα φτάσει στους 23°C.

Σύγκριση των τριών περιόδων

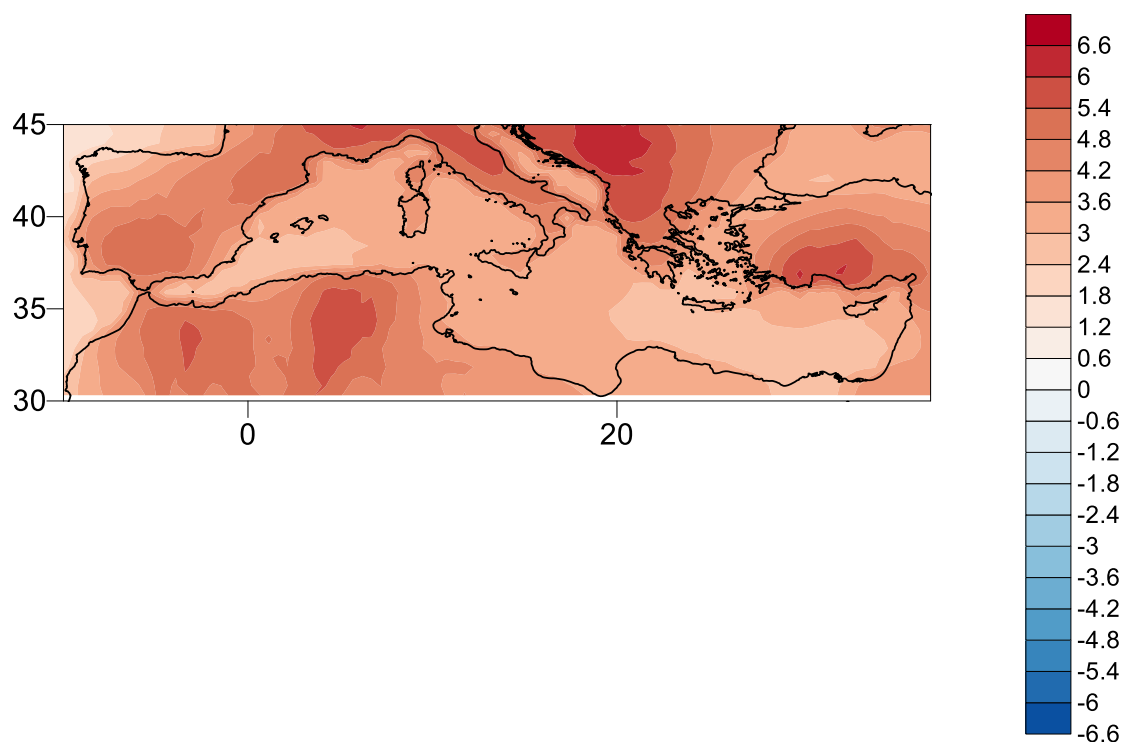
Σύμφωνα με τους προηγούμενους τρεις χάρτες για την εποχή του καλοκαιριού, η θερμοκρασία παρατηρείται να έχει αύξηση τόσο κατά την πρώτη μελλοντική περίοδο 2021-50 όσο και κατά τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100. Η αύξηση αναμένεται να είναι τόσο στις μέγιστες τιμές της θερμοκρασίας όσο και στις ελάχιστες, ενώ και οι περιοχές όπου παρατηρούνται οι ακραίες τιμές της θερμοκρασίας παραμένουν ίδιες και στις τρεις περιόδους.

Στους επόμενους χάρτες φαίνεται η θερμοκρασιακή διαφορά που αναμένεται, με χρονική περίοδο αναφοράς το 1961-1990.



Σχήμα 20. Χάρτης της διαφοράς θερμοκρασίας θάλασσας (SST) της περιόδου 1961-90 με την περίοδο 2021-50.

Από το χάρτη με τη διαφορά θερμοκρασίας της περιόδου 1961-90 με την περίοδο 2021-50, διαπιστώνεται ότι η θερμοκρασία στη περιοχή της Νοτίου Μεσογείου θα έχει άνοδο κατά 0,6°C. Άνοδος της θερμοκρασίας αναμένεται και στην περιοχή της Βόρειας Μεσογείου όπως και στο Αιγαίο αλλά και στη θαλάσσια περιοχή γύρω από την Κύπρο. Στις περιοχές αυτές η άνοδος αναμένεται να φτάσει τους 1,2°C.

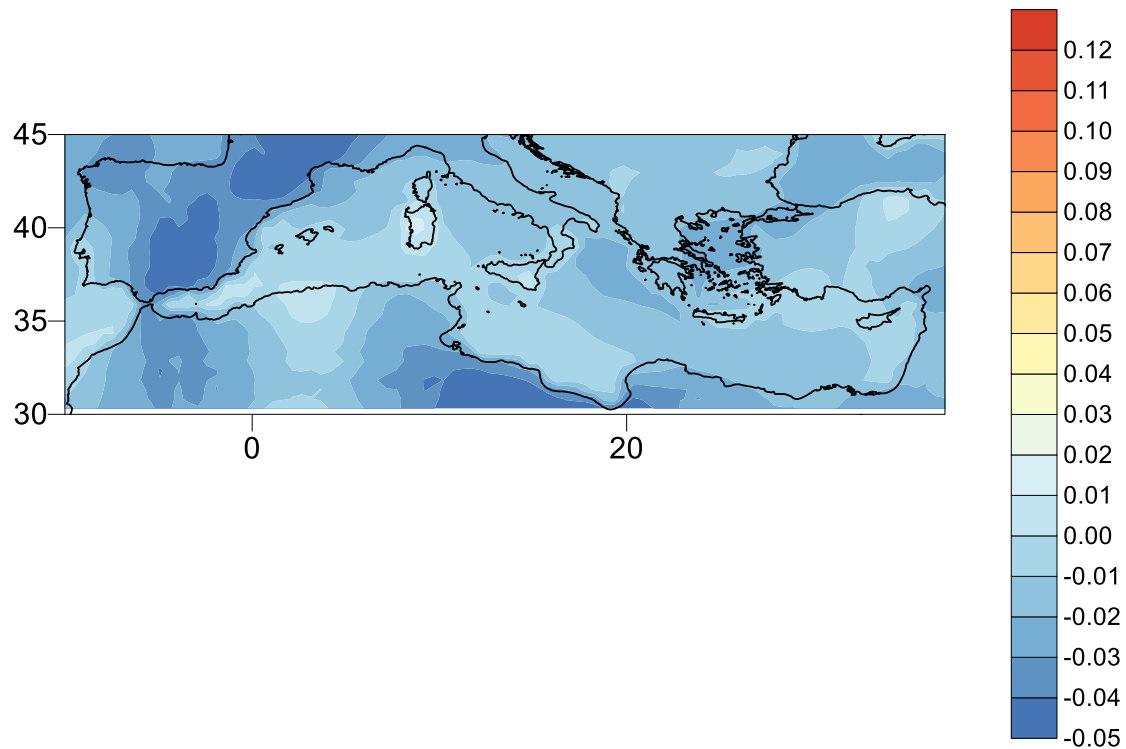


Σχήμα 21. Χάρτης της διαφοράς θερμοκρασίας θάλασσας (SST) της περιόδου 1961-90 με την περίοδο 2071-2100.

Σύμφωνα με το χάρτη της διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στην περίοδο 1961-1990 και 2071-2100, η άνοδος της θερμοκρασίας στη Κεντρική Μεσόγειο θα φτάσει τους 3°C. Η μέγιστη άνοδος της θερμοκρασίας αναμένεται να υπάρξει στο Βόρειο Αιγαίο, όπου η άνοδος θα είναι έως 3,6°C. Αντίθετα, η μικρότερη άνοδος αναμένεται στη Δυτική Μεσόγειο (στην περιοχή ανάμεσα σε Ισπανία και Μαρόκο) και στη Νοτιο-Ανατολική Μεσόγειο, όπου η άνοδος της θερμοκρασίας θα φτάσει τους 2,4°C.

Η τάση της θερμοκρασίας (SST)

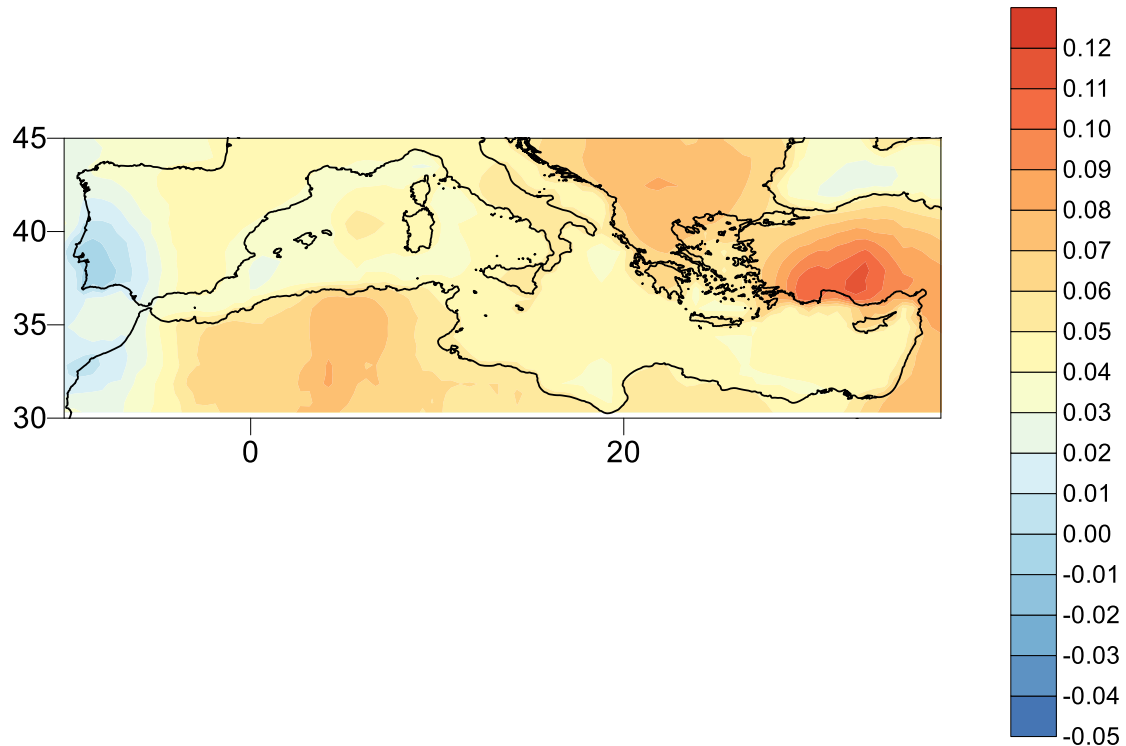
➤ Περίοδος 1961-90



Σχήμα 22. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας θάλασσας (SST) της περιόδου 1961-90.

Αρνητική τάση της θερμοκρασίας επικρατούσε σε όλο το εύρος της λεκάνης της Μεσογείου κατά την περίοδο 1961-90 για την εποχή του καλοκαιριού. Η μέγιστη αρνητική τάση παρατηρήθηκε στην περιοχή του Ιονίου πελάγους με την τιμή να είναι στους $-0,03^{\circ}\text{C}$. Οι τιμές στη μεγαλύτερη έκταση της Μεσογείου κυμαίνονται από $-0,01^{\circ}\text{C}$ έως $-0,02^{\circ}\text{C}$. Μηδενική τάση (0°C) της θερμοκρασίας παρατηρήθηκε στην περιοχή κοντά στην Ισπανία με το Μαρόκο.

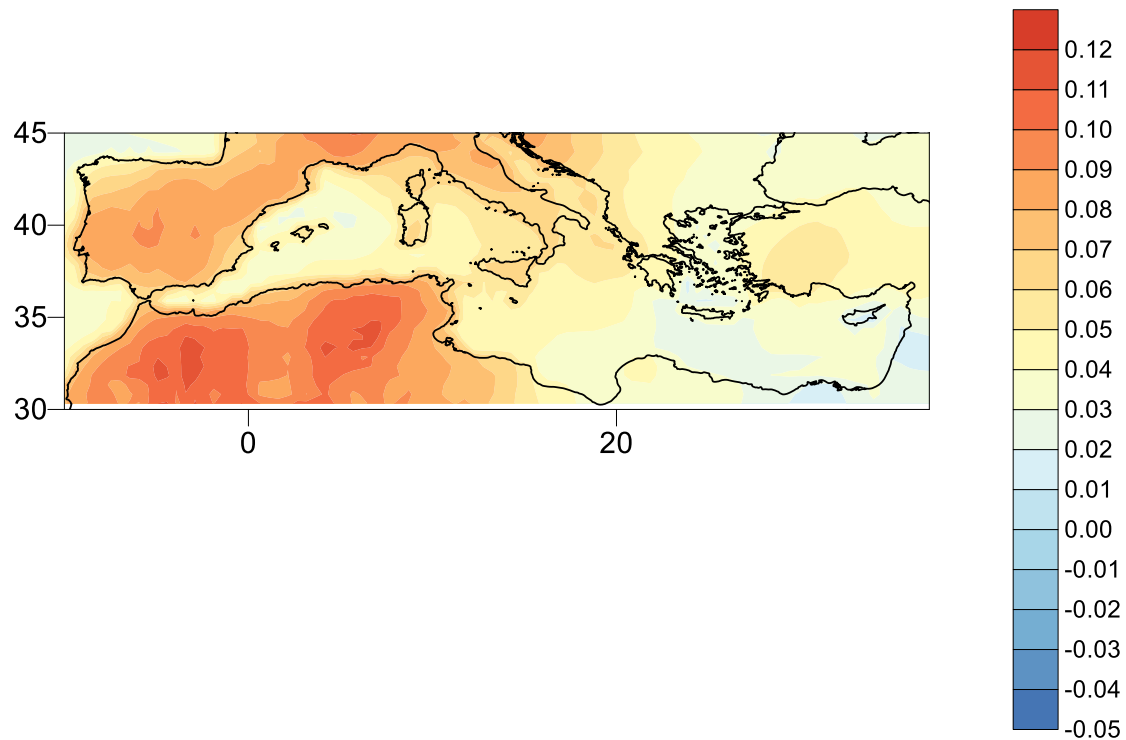
➤ Περίοδος 2021-50



Σχήμα 23. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας θάλασσας (SST) της περιόδου 2021-50.

Για την πρώτη μελλοντική περίοδο 2021-50, η τάση της θερμοκρασίας στο μεγαλύτερο μέρος είναι αυξητική κατά $0,04^{\circ}\text{C}$. Συγκεκριμένα στη Δυτική Μεσόγειο, σε περιοχή κοντά στη Λιβύη και σε ένα μικρό μέρος του Ιονίου αναμένεται η μικρότερη αυξητική τάση της θερμοκρασίας θάλασσας (SST), με τιμή να φτάνει στους $0,03^{\circ}\text{C}$, ενώ σε ένα περιορισμένο σημείο κοντά στη Ισπανία η αύξηση είναι κατά $0,02^{\circ}\text{C}$. Η μεγαλύτερη αύξηση της τάσης αναμένεται να παρουσιαστεί σε περιοχή Δυτικά της Σαρδηνίας και στο Αιγαίο πέλαγος, όπου θα φτάσει τους $0,05^{\circ}\text{C}$.

➤ **Περίοδος 2071-2100**

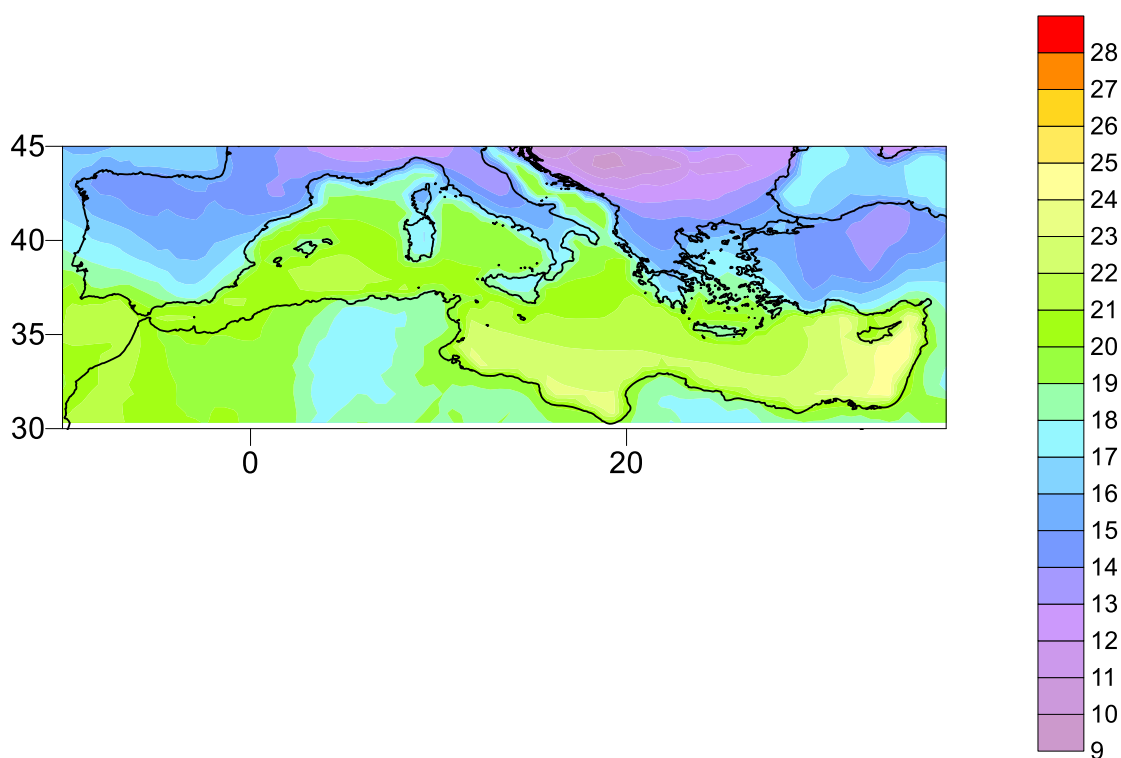


Σχήμα 24. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας θάλασσας (SST) της περιόδου 2071-2100.

Κατά την δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100 για την εποχή του καλοκαιριού, η θερμοκρασία αναμένεται να έχει ανοδική τάση που στο μεγαλύτερο μέρος της Μεσογείου θα φτάσει τους 0,03°C-0,04°C. Η μέγιστη ανοδική τάση αναμένεται να εμφανιστεί στη θαλάσσια περιοχή της Ιταλίας όπου θα φτάσει τους 0,05°C. Η ελάχιστη ανοδική τάση της θερμοκρασίας για τη συγκεκριμένη περίοδο, αναμένεται στη Νοτιοανατολική Μεσόγειο (κοντά σε Αίγυπτο και Κρήτη), όπου θα φτάσει τους 0,02°C.

ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ

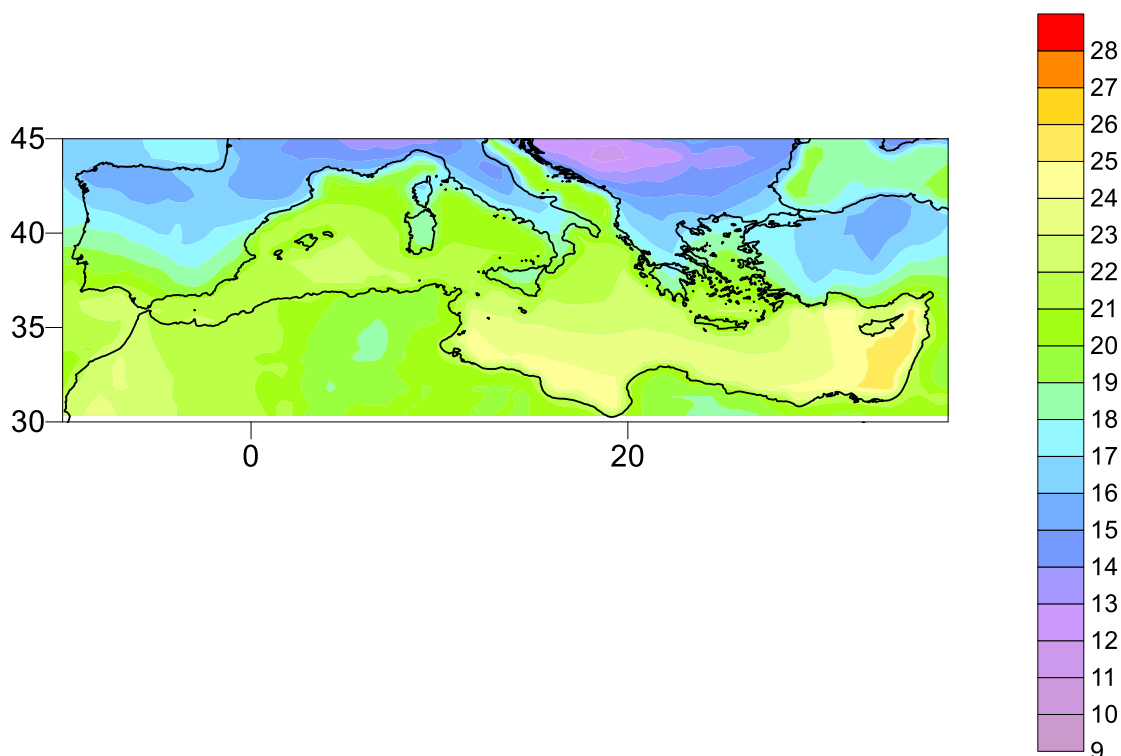
Φθινόπωρο περιόδου 1961-90



Σχήμα 25. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας της θάλασσας (SST) του φθινοπώρου για την περίοδο αναφοράς 1961-1990.

Το φθινόπωρο της περιόδου αναφοράς 1961-1990, με βάση το κλιματικό μοντέλο ICTP, στη λεκάνη της Μεσογείου παρατηρήθηκαν τιμές θερμοκρασίας 20°C με 22°C. Η μέγιστη θερμοκρασία την περίοδο αυτή παρουσιάστηκε στην περιοχή κοντά σε Συρία και Ισραήλ, όπου η τιμή της φτάνει τους 24°C. Η ελάχιστη θερμοκρασία καταγράφηκε στην περιοχή του Βόρειου Αιγαίου, με την τιμή της να φτάνει στους 17°C.

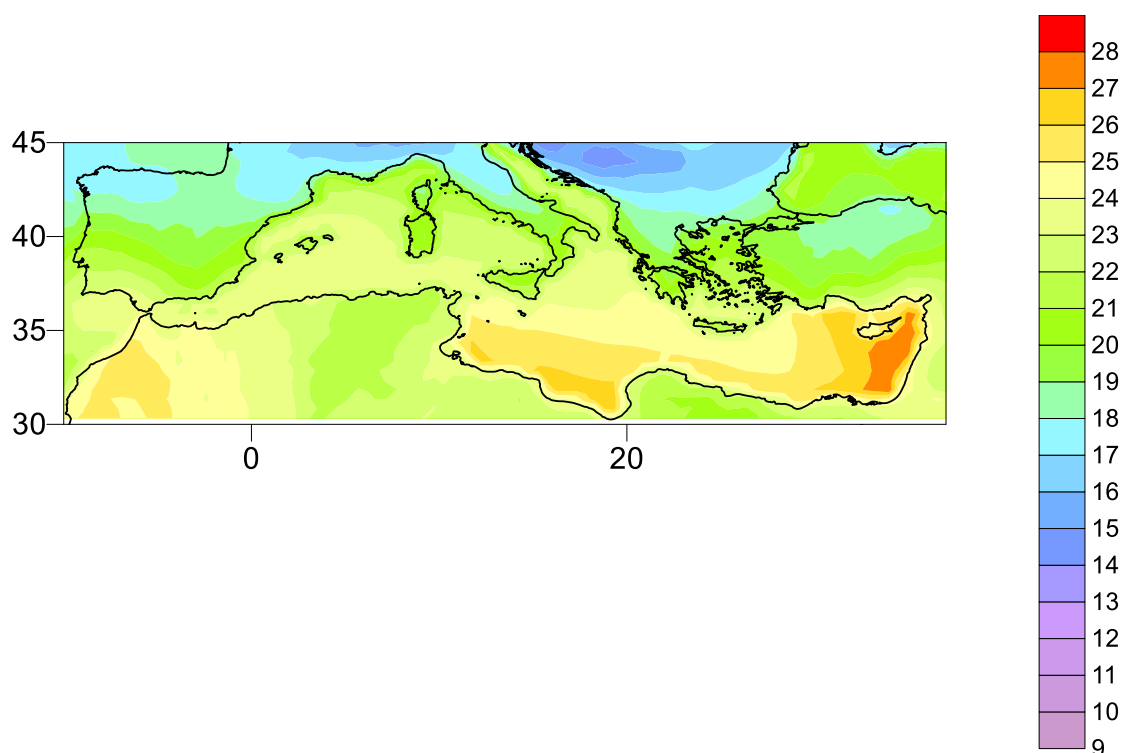
Φθινόπωρο περιόδου 2021-2050



Σχήμα 26. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας της θάλασσας (SST) του φθινοπώρου για την πρώτη μελλοντική περίοδο 2021-2050.

Στη λεκάνη της Μεσογείου κατά την πρώτη μελλοντική περίοδο 2021-2050, οι τιμές της θερμοκρασίας της θάλασσας που αναμένεται να επικρατούν είναι από 21°C μέχρι 24°C. Στη Νοτιοανατολική Μεσόγειο και συγκεκριμένα στο χώρο της Συρίας με το Ισραήλ προβλέπεται να σημειωθεί η υψηλότερη θερμοκρασία, που θα φτάσει στους 25°C. Στη Βόρεια Μεσόγειο (Αιγαίο πέλαγος και παράλια Γαλλίας και Ιταλίας), προβλέπεται να καταγραφεί η ελάχιστη θερμοκρασία με την τιμή της να φτάνει στους 20°C.

Φθινόπωρο περιόδου 2071-2100



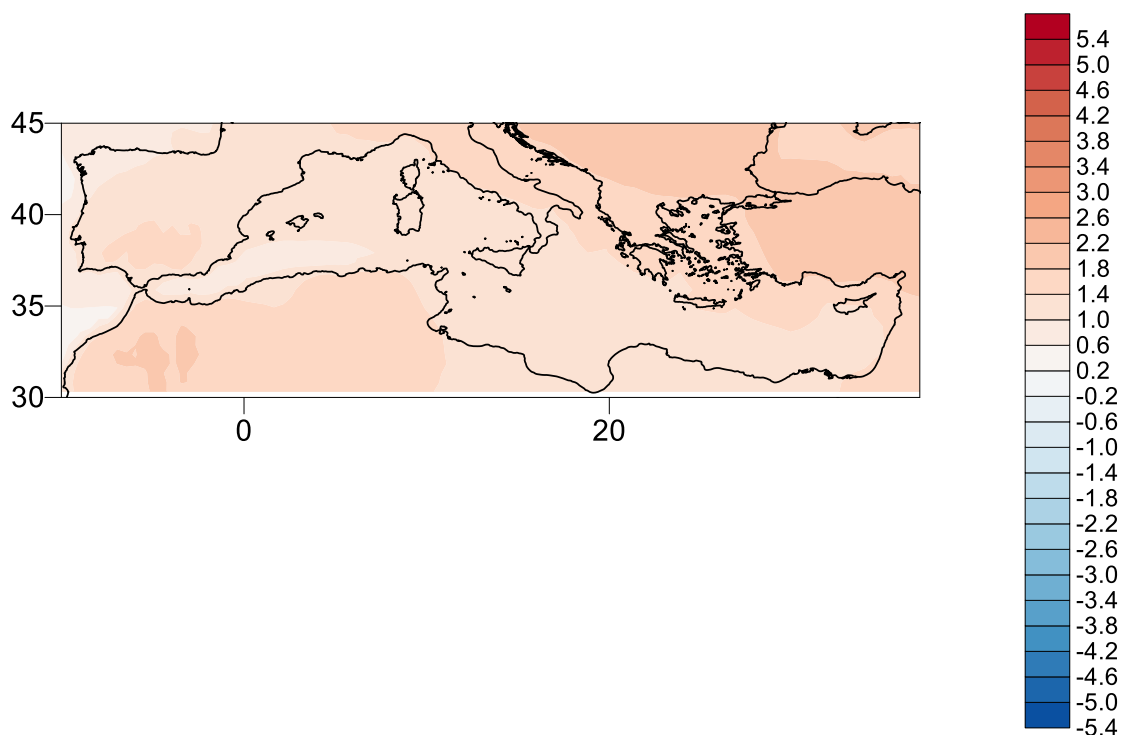
Σχήμα 27. Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας της θάλασσας (SST) του φθινοπώρου για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100.

Για την εποχή του φθινοπώρου κατά τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100, οι θερμοκρασίες που αναμένεται να επικρατούν στη λεκάνη της Μεσογείου είναι από 22°C έως 25°C. Υψηλές θερμοκρασίες αναμένονται και στις περιοχές κοντά σε Λιβύη και Αίγυπτο, με τη θερμοκρασία να φτάνει τους 26°C, αλλά η μέγιστη αναμένεται στην περιοχή ανάμεσα σε Συρία και Ισραήλ, όπου θα φτάσει μέχρι και τους 27°C. Η ελάχιστη θερμοκρασία προβλέπεται να καταγραφεί στη περιοχή του Βόρειου Αιγαίου και να φτάσει τους 20°C.

Σύγκριση των τριών περιόδων

Με βάση την παρατήρηση των προηγούμενων τριών χαρτών, γίνεται αντιληπτό ότι έχοντας ως περίοδο αναφοράς το 1961-1990, υπάρχει άνοδος της θερμοκρασίας κατά την πρώτη και τη δεύτερη μελλοντική περίοδο. Επίσης μπορεί να παρατηρηθεί ότι η μέγιστη και η ελάχιστη θερμοκρασία εμφανίζεται και στις τρεις περιόδους, στις ίδιες περιοχές της Μεσογείου.

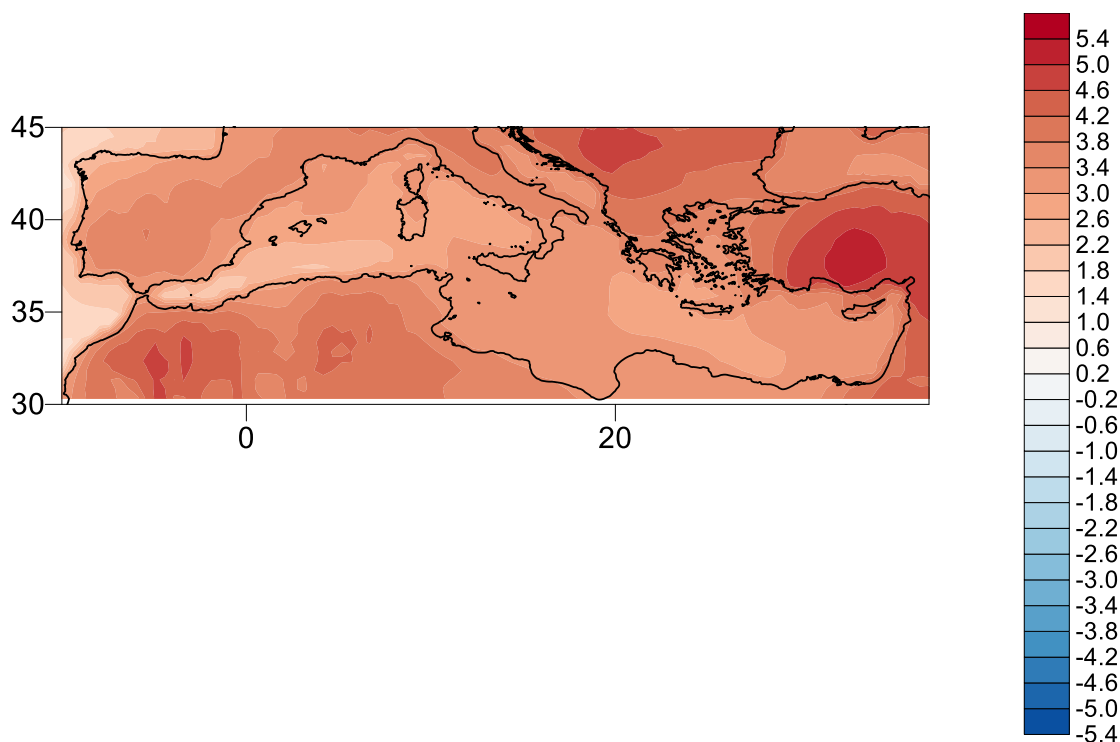
Στους επόμενους χάρτες φαίνεται η θερμοκρασιακή διαφορά που αναμένεται, με χρονική περίοδο αναφοράς το 1961-1990.



Σχήμα 28. Χάρτης της διαφοράς θερμοκρασίας της περιόδου 1961-90 με την περίοδο 2021-50.

Η διαφορά θερμοκρασίας που προβλέπεται από το κλιματικό μοντέλο ICTP, για το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης της Μεσογείου είναι στους +1°C. Η μέγιστη άνοδος

που προβλέπει το μοντέλο φτάνει στους 1,4°C στην περιοχή του Αιγαίου πελάγους και στην Αδριατική θάλασσα. Η ελάχιστη άνοδος της θερμοκρασίας προβλέπεται να φτάσει τους 0,6°C, στην περιοχή ανάμεσα σε Ισπανία, Μαρόκο και Αλγερία.

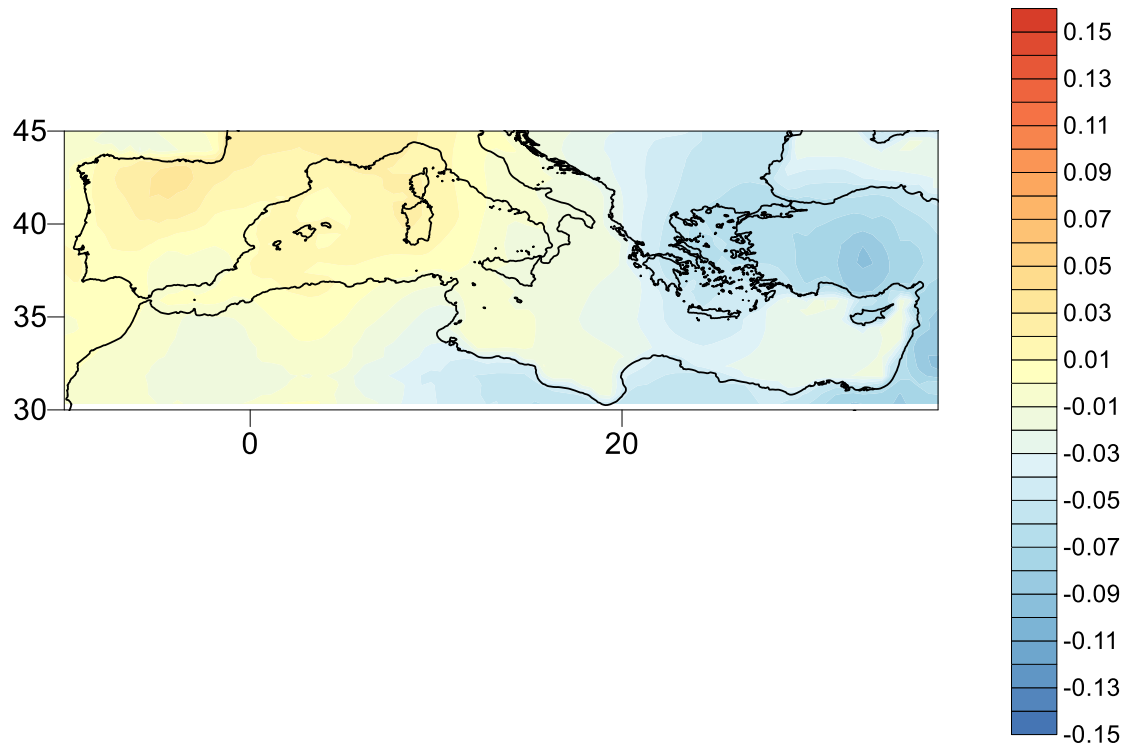


Σχήμα 29. Χάρτης της διαφοράς θερμοκρασίας θάλασσας (SST) της περιόδου 1961-90 με την περίοδο 2071-2100.

Σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη, για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο και με περίοδο αναφοράς το 1961-90, η άνοδος της θερμοκρασίας της θάλασσας θα είναι 2,6°C με 3°C για το μεγαλύτερο μέρος της Μεσογείου. Η μεγαλύτερη άνοδος αναμένεται στο Βόρειο Αιγαίο όπου φτάνει τους 3,6°C. Η ελάχιστη άνοδος προβλέπεται για την περιοχή ανάμεσα σε Ισπανία, Μαρόκο και Αλγερία, όπου θα φτάσει τους +2,2°C.

Η τάση της θερμοκρασίας

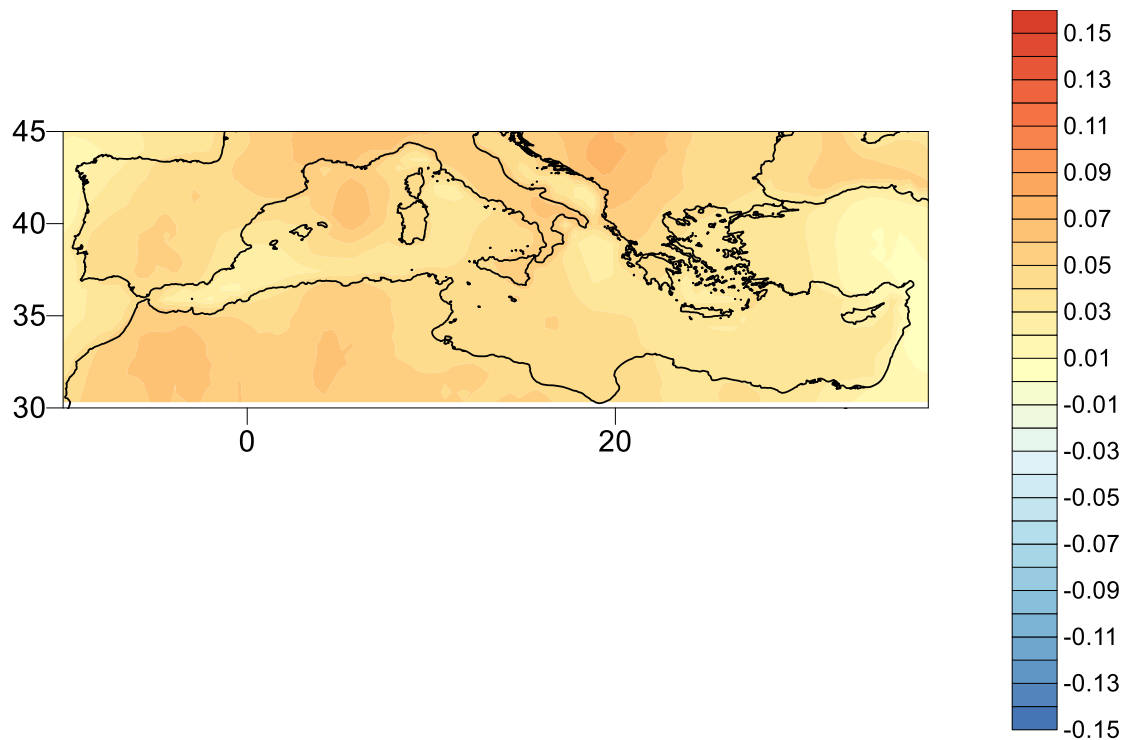
➤ Περίοδος 1961-90



Σχήμα 30. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας θάλασσας (SST) της περιόδου 1961-90.

Από το χάρτη παρατηρείται ότι στη Δυτική Μεσόγειο η τάση της θερμοκρασίας είναι θετική, ενώ στην Ανατολική Μεσόγειο η τάση της θερμοκρασίας είναι αρνητική. Στη Δυτική Μεσόγειο η αυξητική τάση είναι στους 0,01°C. Αντίθετα στην Ανατολική Μεσόγειο η τάση μειώνεται κατά 0,02°C με 0,04 °C, ενώ η μέγιστη αρνητική τάση παρατηρήθηκε στο Αιγαίο πέλαγος με τιμή -0,05 °C.

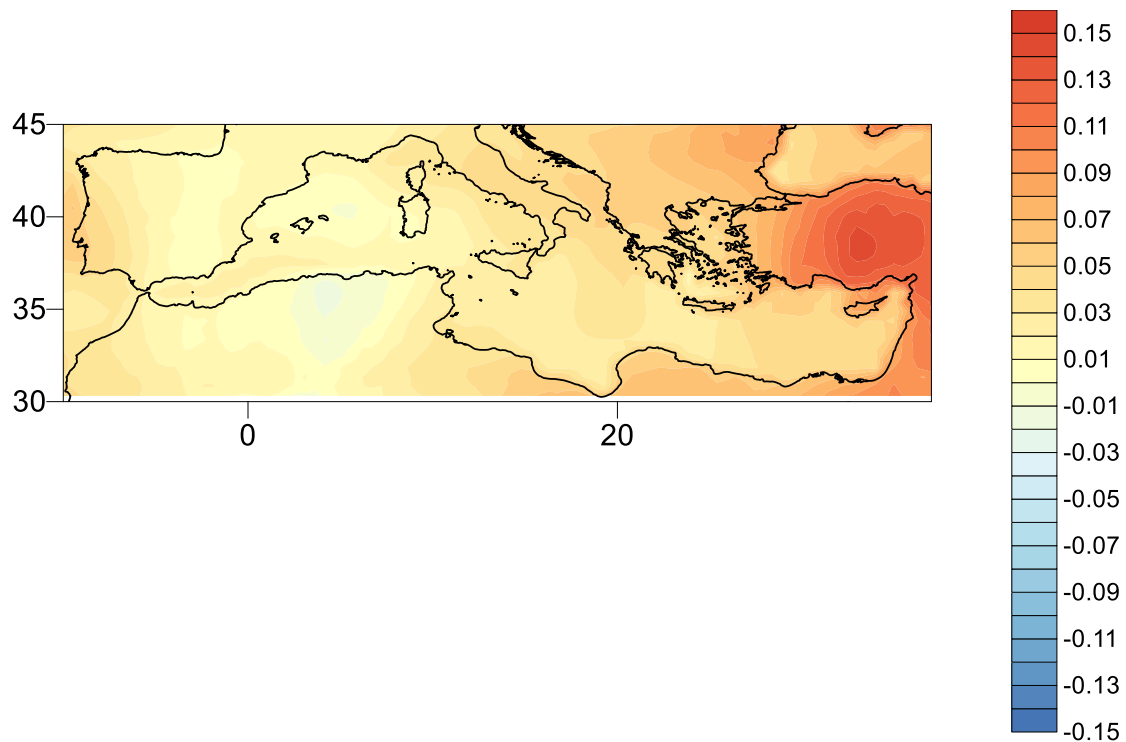
➤ **Περίοδος 2021-50**



Σχήμα 31. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας θάλασσας (SST) της περιόδου 2021-50.

Η τάση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας για την πρώτη μελλοντική περίοδο 2021-2050 είναι ανοδική κατά $0,03^{\circ}\text{C}$ με $0,04^{\circ}\text{C}$. Προβλέπεται να σημειωθεί η μέγιστη ανοδική τάση της θερμοκρασίας στην περιοχή Δυτικά της Σαρδηνίας, όπου η τιμή της θα φτάσει τους $0,06^{\circ}\text{C}$.

➤ **Περίοδος 2071-2100**



Σχήμα 31. Χάρτης της τάσης της θερμοκρασίας θάλασσας (SST) της περιόδου 2071-2100.

Για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100 η τάση της θερμοκρασίας αναμένεται ανοδική σε όλη την έκταση της Μεσογείου με τις τιμές να είναι από 0,01 °C έως 0,04°C. Μηδενική τάση προβλέπεται να παρατηρηθεί στην περιοχή Δυτικά της Σαρδηνίας. Η μέγιστη ανοδική τάση αναμένεται στην Αδριατική θάλασσα, το Αιγαίο πέλαγος και στη περιοχή ανάμεσα σε Συρία και Ισραήλ, όπου θα είναι στους +0,04 °C.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

➤ Γενικά

Με βάση τη μελέτη των αποτελεσμάτων των χαρτών που αναλύθηκαν ήδη, διαπιστώνεται, ότι η γενική αύξηση της θερμοκρασίας λόγω της κλιματικής αλλαγής που παρατηρείται στο χώρο της Μεσογείου, επηρεάζει σημαντικά και τη θερμοκρασία της θάλασσας. Στη μελλοντική περίοδο 2021-50 αναμένεται, σύμφωνα με το μοντέλο ICTP, αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας από 0,5°C έως 1,5°C κατά μέσο όρο σε όλες τις εποχές, ενώ ακόμα μεγαλύτερη αναμένεται να είναι η αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας κατά την μελλοντική περίοδο 2071-2100, όπου προβλέπεται στους 2°C έως 3°C κατά μέσο όρο, έχοντας πάντα ως περίοδο αναφοράς την περίοδο 1961-90.

Ακολουθεί σύγκριση των αποτελεσμάτων των διαφορών της θερμοκρασίας ανά εποχή και ανά περιοχή, όπως επίσης και σύγκριση της τάσης της θερμοκρασίας αντίστοιχα.

➤ Σύγκριση των αποτελεσμάτων των διαφορών ανά εποχή.

Μελετώντας αρχικά την πρώτη μελλοντική περίοδο 2021-50, για την εποχή του χειμώνα αναμένεται μια αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας κατά 0,5°C με 1°C ενώ για την εποχή της άνοιξης αναμένεται αύξηση της θερμοκρασίας στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου κατά 0,5°C. Την εποχή του καλοκαιριού προβλέπεται αύξηση της θερμοκρασίας κατά 0,6°C και κατά τόπους να φτάνει έως και 1,2°C, ενώ το φθινόπωρο η αύξηση της θερμοκρασίας προσδιορίζεται από 0,6°C έως 1,4°C. Από τα παραπάνω αντιλαμβανόμαστε ότι η μέγιστη άνοδος της θερμοκρασίας για τη μελλοντική περίοδο 2021-50 αναμένεται να εμφανιστεί κατά την περίοδο του φθινοπώρου, όπου θα έχουμε μέση άνοδο της θερμοκρασίας κατά 1°C.

Για την περίοδο 2021-50 και συγκεκριμένα για την εποχή της άνοιξης παρατηρούμε ότι η μεταβολή της θερμοκρασίας είναι η χαμηλότερη, καθώς σε μεγάλο τμήμα της θαλάσσιας περιοχής της Μεσογείου δεν προβλέπεται μεταβολή της θερμοκρασίας σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1961-90, σε αντίθεση με την εποχή του φθινοπώρου, όπου αναμένεται κατά τόπους η μεγαλύτερη άνοδος της θερμοκρασίας της θάλασσας (1,4°C).

Για τη μελλοντική περίοδο 2071-2100 και την εποχή του χειμώνα, το μοντέλο ICTP προβλέπει θερμοκρασίες από 2°C έως 2,5°C, ενώ για την εποχή της άνοιξης η άνοδος αναμένεται να είναι στους 2°C στο μεγαλύτερο τμήμα της Μεσογείου. Στους 3°C προβλέπεται να είναι η θερμοκρασία της θάλασσας κατά την εποχή του καλοκαιριού, ενώ για το φθινόπωρο αναμένεται κοντά στους 3°C. Οπότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι για την περίοδο 2071-2100 αναμένουμε τη μέγιστη άνοδο της θερμοκρασίας της θάλασσας κατά την εποχή του καλοκαιριού και του φθινοπώρου, αφού προβλέπεται να έχουν αύξηση, που φτάνει μέχρι και τους 3,6°C.

Όπως παρατηρήθηκε για τη μελλοντική περίοδο 2021-50, έτσι και για την μελλοντική περίοδο 2071-2100, η εποχή της άνοιξης θα έχει τη μικρότερη άνοδο της θερμοκρασίας της θάλασσας σε σχέση με τις άλλες εποχές, αν και σε αυτή την περίπτωση οι διαφορές της με τις θερμοκρασίες του χειμώνα, δεν είναι μεγάλες.

Συμπερασματικά μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι και στις δύο μελλοντικές περιόδους τη μεγαλύτερη άνοδο της θερμοκρασίας της θάλασσας την αναμένουμε την εποχή του φθινοπώρου, ενώ τη μικρότερη, την εποχή της άνοιξης. Επίσης κατά την δεύτερη μελλοντική περίοδο παρατηρείται αρκετά μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας σε σχέση με την πρώτη μελλοντική περίοδο, γεγονός που φανερώνει την ενίσχυση της κλιματικής αλλαγής σε βάθος χρόνου και τη συνεχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας παράλληλα με αυτή, έχοντας ως άμεση συνέπεια και την αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας.

➤ Σύγκριση των αποτελεσμάτων των διαφορών ανά περιοχή.

Σύμφωνα με τους χάρτες διαφοράς της θερμοκρασίας, διαπιστώνεται ότι η μεγαλύτερη άνοδος της θερμοκρασίας της θάλασσας για την πρώτη μελλοντική περίοδο 2021-50 αναμένεται, με βάση το μοντέλο ICTP, στο χώρο της Ανατολικής Μεσογείου και κυρίως στην περιοχή του Αιγαίου Πελάγους αλλά και κοντά στο θαλάσσιο χώρο της Κύπρου, ενώ η μικρότερη μεταβολή της θερμοκρασίας παρατηρείται στη Δυτική Μεσόγειο και συγκεκριμένα στο θαλάσσιο χώρο ανάμεσα σε Ισπανία, Μαρόκο και Αλγερία.

Πιο συγκεκριμένα, για το χειμώνα όπως και για την άνοιξη, η μέγιστη άνοδος της θερμοκρασίας προβλέπεται στο Αιγαίο Πέλαγος ($+1^{\circ}\text{C}$), ενώ σταθερή σε σχέση με την περίοδο αναφοράς (1961-90), θα παραμείνει στο χώρο ανάμεσα σε Ισπανία και Αλγερία. Για το καλοκαίρι η μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας αναμένεται και πάλι στο Αιγαίο Πέλαγος, όπως και στην Κύπρο, με τη μεταβολή να φτάνει τους $+1,2^{\circ}\text{C}$, ενώ η μικρότερη μεταβολή αναμένεται στη Δυτική Μεσόγειο (ανάμεσα σε Ισπανία και Αλγερία). Ανάλογη αναμένεται να είναι και η κατανομή της μεταβολής της θερμοκρασίας και για την εποχή του φθινοπώρου, όπου η μέγιστη άνοδος πιθανόν να φτάσει τους $1,4^{\circ}\text{C}$ στο Αιγαίο και την Αδριατική θάλασσα, ενώ η μικρότερη άνοδος θα σημειωθεί στην περιοχή ανάμεσα σε Ισπανία, Μαρόκο και Αλγερία.

Ανάλογες ως προς την κατανομή στο χώρο της Μεσογείου, αναμένονται να είναι και οι μεταβολές της θερμοκρασίας και για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100, καθώς και πάλι οι μέγιστες μεταβολές προβλέπονται στην Ανατολική Μεσόγειο και οι μικρότερες στη Δυτική.

Το χειμώνα της περιόδου 2071-2100, η ανώτερη αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι στο Αιγαίο Πέλαγος ($+3^{\circ}\text{C}$), ενώ η μικρότερη μεταβολή της πιθανόν να παρατηρηθεί στην Ισπανία, την Αλγερία και το Μαρόκο ($+0,5^{\circ}\text{C}$ με $+1^{\circ}\text{C}$). Την άνοιξη η μέγιστη μεταβολή της θερμοκρασίας της θάλασσας θα παρατηρηθεί στη Λιβύη, στη περιοχή ανάμεσα σε Συρία και Ισραήλ, και στο Βόρειο Αιγαίο φτάνοντας τους $2,5^{\circ}\text{C}$ με 3°C , ενώ αμετάβλητη αναμένεται να είναι η θερμοκρασία στην περιοχή ανάμεσα σε Ισπανία και Μαρόκο. Ανάλογα αναμένονται τα δεδομένα και για το καλοκαίρι και το

φθινόπωρο, όπου στο Βόρειο Αιγαίο θα έχουμε $+3,6^{\circ}\text{C}$ (μέγιστη μεταβολή της θερμοκρασίας), ενώ σε Ισπανία με Μαρόκο, αλλά και στη Νοτιοανατολική Μεσόγειο θα έχουμε $2,4^{\circ}\text{C}$ (ελάχιστη μεταβολή της θερμοκρασίας).

➤ Σύγκριση των αποτελεσμάτων των τάσεων ανά εποχή.

Αναλύοντας αρχικά την περίοδο αναφοράς 1961-90, παρατηρούμε ότι για την εποχή του χειμώνα η θερμοκρασία δεν παρουσιάζει κάποια σημαντική τάση, σημειώνοντας αρνητική τάση από $-0,02^{\circ}\text{C}$ έως $-0,03^{\circ}\text{C}$ στην Ανατολική Μεσόγειο, ενώ την άνοιξη καταγράφεται είτε μηδενική τάση της θερμοκρασίας, είτε αρνητική τάση κατά $0,015^{\circ}\text{C}$ στο μεγαλύτερο μέρος της Μεσογείου. Αρνητική τάση καταγράφεται επίσης και για το καλοκαίρι της ίδιας περιόδου, που η τιμή της κυμαίνεται από $-0,01^{\circ}\text{C}$ έως $-0,02^{\circ}\text{C}$. Για το φθινόπωρο καταγράφηκε θετική τάση στη Δυτική Μεσόγειο ($+0,01^{\circ}\text{C}$), ενώ αρνητική είναι η τάση στην Ανατολική Μεσόγειο ($-0,02^{\circ}\text{C}$ με $-0,04^{\circ}\text{C}$).

Για την περίοδο 2021-50 και την εποχή του χειμώνα η τάση παρουσιάζει γενικά αυξητική τάση κατά $0,03^{\circ}\text{C}$ έως $0,05^{\circ}\text{C}$ (η μέγιστη $+0,07^{\circ}\text{C}$ στο Βόρειο Αιγαίο και την Σαρδηνία), ενώ στην περιοχή της Δυτικής Μεσογείου (ανάμεσα σε Ισπανία - Μαρόκο και Ιταλία - Τυνησία) η τάση της θερμοκρασίας παραμένει σταθερή. Αντίστοιχη είναι και η κατανομή της τάσης της θερμοκρασίας και για την εποχή της άνοιξης και του καλοκαιριού, καθώς αναμένεται αυξητική τάση κατά μέσο όρο $0,035^{\circ}\text{C}$. Για το φθινόπωρο η τάση της θερμοκρασίας της θάλασσας προβλέπεται να είναι ανοδική κατά $0,03^{\circ}\text{C}$ με $0,04^{\circ}\text{C}$ (η μέγιστη τάση στους $+0,06^{\circ}\text{C}$, Δυτικά της Σαρδηνίας).

Τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100, για την εποχή του χειμώνα η τάση της θερμοκρασίας αναμένεται να είναι θετική από $0,02^{\circ}\text{C}$ έως $0,06^{\circ}\text{C}$, με εξαίρεση την περιοχή της Δυτικής και Κεντρικής Μεσογείου, όπου η τάση της θερμοκρασίας θα είναι μηδενική. Την άνοιξη της ίδιας περιόδου προβλέπεται να έχουμε ανοδική τάση σε όλη τη λεκάνη της Μεσογείου, που θα κυμαίνεται από $0,015^{\circ}\text{C}$ έως $0,045^{\circ}\text{C}$. Ανάλογη είναι και η τάση της θερμοκρασίας για την εποχή του καλοκαιριού, που θα κυμαίνεται ανάμεσα στους $+0,02^{\circ}\text{C}$ και τους $+0,05^{\circ}\text{C}$. Αντίστοιχα και για το φθινόπωρο προβλέπεται ανοδική τάση της θερμοκρασίας της θάλασσας σε όλη τη Μεσόγειο, που θα κυμανθεί από $0,01^{\circ}\text{C}$ έως $0,04^{\circ}\text{C}$.

Με βάση τα παραπάνω, παρατηρείται ότι η θερμοκρασία και για τις τέσσερις εποχές παρουσίασε είτε αρνητική είτε μηδενική τάση (με μόνη εξαίρεση τη Δυτική Μεσόγειο κατά την εποχή του φθινοπώρου, όπου είχαμε $+0,01^{\circ}\text{C}$) για την περίοδο αναφοράς 1961-90. Αντίθετα, για την πρώτη μελλοντική περίοδο (2021-2050) και κυρίως για την δεύτερη μελλοντική περίοδο (2071-2100), η θερμοκρασία της θάλασσας της Μεσογείου εμφανίζει ανοδική τάση σε όλες τις εποχές του έτους, με την αύξηση για την περίοδο 2071-2100 να αναμένεται σχετικά μεγαλύτερη σε σχέση με την περίοδο 2021-50.

➤ Σύγκριση των αποτελεσμάτων των τάσεων ανά περιοχή.

Η τάση της θερμοκρασίας της θάλασσας στην περιοχή της Κεντρικής Μεσογείου για την εποχή του χειμώνα εμφανίζεται μηδενική για την περίοδο αναφοράς 1961-90, αλλά και για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100 (με εξαίρεση ένα κομμάτι ανατολικά της Ιταλίας με ανοδική τάση $0,02^{\circ}\text{C}$), ενώ για τη μελλοντική περίοδο 2021-50 αναμένεται ανοδική τάση από $0,03^{\circ}\text{C}$ έως $0,05^{\circ}\text{C}$. Για την εποχή της άνοιξης, παρατηρούμε ότι η τάση είναι αρνητική, για την περίοδο 1961-90 κατά $0,015^{\circ}\text{C}$, ενώ ανοδική είναι η τάση της θερμοκρασίας και για τις δυο μελλοντικές περιόδους (κατά $0,025^{\circ}\text{C}$). Το καλοκαίρι η τάση για την περίοδο 1961-90 είναι αρνητική (κατά $0,01^{\circ}\text{C}$ έως $0,03^{\circ}\text{C}$), ενώ αντίθετα για τις περιόδους 2021-50 και 2071-2100 η τάση αναμένεται ανοδική κατά $0,03^{\circ}\text{C}$ και $0,05^{\circ}\text{C}$ αντίστοιχα. Για το φθινόπωρο της περιόδου 1961-90 η τάση παρουσιάζει μια διακύμανση από $-0,02^{\circ}\text{C}$ έως $+0,01^{\circ}\text{C}$ (δυτικό και ανατολικό μέρος αντίστοιχα της κεντρικής Μεσογείου), ενώ για τις δύο μελλοντικές περιόδους προβλέπεται ανοδική τάση κατά $0,04^{\circ}\text{C}$ στην Κεντρική Μεσόγειο.

Η Ανατολική Μεσόγειος εμφανίζει αρνητική τάση για το χειμώνα της περιόδου αναφοράς κατά $0,025^{\circ}\text{C}$, ενώ για τις μελλοντικές περιόδους που εξετάζουμε, η τάση της θερμοκρασίας της θάλασσας είναι θετική κατά $0,04^{\circ}\text{C}$ (με το μέγιστο να φτάνει τους $0,07^{\circ}\text{C}$ για το Βόρειο Αιγαίο της περιόδου 2021-50). Την άνοιξη της περιόδου 1961-90 η Ανατολική Μεσόγειος εμφάνισε αρνητική τάση κατά $0,02^{\circ}\text{C}$ σε αντίθεση με τις άλλες δύο μελλοντικές περιόδους, που η τάση είναι θετική κατά $0,03^{\circ}\text{C}$ και $0,02^{\circ}\text{C}$, αντίστοιχα. Αρνητική θα είναι η τάση για το καλοκαίρι της περιόδου αναφοράς (κατά $0,01^{\circ}\text{C}$ έως $0,02^{\circ}\text{C}$), αλλά εμφανίζει θετική τάση για τις περιόδους 2021-50 και 2071-2100 με $0,04^{\circ}\text{C}$ και $0,03^{\circ}\text{C}$ αντίστοιχα. Αρνητική τάση για την περίοδο αναφοράς στην Ανατολική Μεσόγειο και συγκεκριμένα για την εποχή του φθινοπώρου, καθώς εμφάνισε μείωση $0,04^{\circ}\text{C}$, ενώ ανοδική αναμένεται για τις άλλες δύο περιόδους με την τάση να είναι από $0,03^{\circ}\text{C}$ έως $0,04^{\circ}\text{C}$.

Για την περιοχή της Δυτικής Μεσογείου και συγκεκριμένα για το χειμώνα, η τάση της θερμοκρασίας της θάλασσας είναι μηδενική τόσο για την περίοδο αναφοράς 1961-90 (εμφανίζει σε κάποιες περιοχές τάση $-0,01^{\circ}\text{C}$), όσο και για τις δύο μελλοντικές περιόδους (στην περίοδο 2071-2100 αναμένεται κατά τόπους η τάση να είναι $+0,02^{\circ}\text{C}$). Ανάλογη είναι και η κατανομή της τάσης για την εποχή της άνοιξης για την Δυτική Μεσόγειο, όπου η τάση της θερμοκρασίας είναι μηδενική για την περίοδο 1961-90 και ανοδική κατά $0,015^{\circ}\text{C}$ για τις άλλες δύο περιόδους (παρουσιάζει τη μικρότερη ανοδική τάση σε σχέση με την υπόλοιπη Μεσόγειο). Για την εποχή του καλοκαιριού στη Δυτική Μεσόγειο κατά την περίοδο αναφοράς έχουμε την τάση της θερμοκρασίας να είναι στους 0°C , ενώ τόσο για την περίοδο 2021-50, όσο και για την περίοδο 2071-2100 η τάση της θερμοκρασίας θα είναι $+0,03^{\circ}\text{C}$. Ανοδική αναμένεται να είναι η τάση τόσο για τις δύο μελλοντικές περιόδους, όσο και για την περίοδο αναφοράς, καθώς η τάση της θάλασσας παρατηρείται στους $+0,01^{\circ}\text{C}$ για την περίοδο 1961-90, ενώ για την περίοδο 2021-50 αναμένεται να είναι από $+0,03^{\circ}\text{C}$ έως $+0,04^{\circ}\text{C}$ και για την περίοδο 2071-2100 προβλέπεται από το μοντέλο ICTP από $+0,01^{\circ}\text{C}$ έως $+0,03^{\circ}\text{C}$.

Ως συμπέρασμα από τα παραπάνω μπορούμε να αναφέρουμε ότι για την περίοδο αναφοράς 1961-90 και για όλες τις εποχές του έτους, η τάση της θερμοκρασίας της θάλασσας σε όλο το εύρος της Μεσογείου είναι είτε μηδενική, είτε αρνητική. Αντίθετα, για τις δύο μελλοντικές περιόδους (2021-50 και 2071-2100) η τάση της θερμοκρασίας είναι είτε μηδενική είτε θετική και για τις τέσσερις εποχές του έτους. Μηδενική τάση ή και ελάχιστα ανοδική, αναμένεται κυρίως στην περιοχή της Δυτικής Μεσογείου. Ανοδική τάση προβλέπεται για την Κεντρική και Ανατολική Μεσόγειο με το εύρος των τιμών της να είναι παρόμοιο και για τις δύο περιόδους στις τέσσερις εποχές του έτους.

➤ Κλιματική αλλαγή και επιπτώσεις

Η κλιματική αλλαγή που πραγματοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο έχει ως αποτέλεσμα μια σειρά σημαντικών επιπτώσεων σε πολλούς τομείς της φύσης. Από τις πιο σημαντικές επιπτώσεις της ανόδου της θερμοκρασίας είναι η αύξηση της θερμοκρασίας των επιφανειακών υδάτων (όπως μελετήθηκε και στη συγκεκριμένη εργασία για την Μεσόγειο), αλλά και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας λόγω της τήξης των πάγων. Οι αλλαγές στις συνθήκες που επικρατούν στην θάλασσα έχει ως άμεσο αποτέλεσμα πολύ σημαντικές αλλαγές στη βιοποικιλότητα της, όπως το φαινόμενο του ευτροφισμού και οι μετακίνηση ειδών λόγω της αλλαγής του περιβάλλοντός τους (Αργυρού, 2011).

Για τη Μεσόγειο η πιθανή αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας σύμφωνα με το κλιματικό μοντέλο ICTP, μπορεί να οδηγήσει σε μετακινήσεις των θαλάσσιων ειδών, όπως αναφέρονται από τους GIANGRANDE et al (2010), οι οποίοι στη μελέτη τους υποστηρίζουν ότι κάποια είδη θαλάσσιων σκουληκιών μετανάστευσαν μέσα στη Μεσόγειο εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής. Ακόμα, η μετακίνηση νοτιότερων ειδών (southern species) και πληθυσμών που ζούσαν σε νοτιότερες ακτές (π.χ. *Sparisoma cretense*) με θερμό και εύκρατο περιβάλλον, έχουν μετακινηθεί βορειότερα στη Μεσόγειο. Στη Δυτική Μεσόγειο έχουν παρατηρηθεί θερμόφιλα είδη που ανήκουν στο χώρο της Ανατολικής Μεσογείου (Αργυρού, 2011).

Γενικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας έχει πολλαπλές επιπτώσεις σε όλο το φάσμα της φύσης. Τόσο στη μορφή του φυσικού περιβάλλοντος, όσο και στους ζωντανούς οργανισμούς που κατοικούν σε αυτό. Η κλιματική αλλαγή οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας των επιφανειακών υδάτων σε παγκοσμία κλίμακα και προφανώς και στη λεκάνη της Μεσογείου, ενώ παράλληλα συντελείται μεγάλη αλλαγή στη βιοποικιλότητα της θάλασσας, καθώς πολλά είδη είτε μεταναστεύουν από την περιοχή τους, είτε απειλούνται με εξαφάνιση λόγω της αλλαγής των συνθηκών διαβίωσης τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αργυρού, Μ. (2011), *Κλιματικές Αλλαγές Και Θαλάσσια Βιοποικιλότητα Στη Μεσόγειο*, από το εργαστήριο για την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος, Λευκωσία, 2-3 Νοεμβρίου 2011
- Αλμπανάκης, Κ. (1999), *Μαθήματα Ωκεανογραφίας*, Εκδόσεις: University Studio Press
- Ρούση, Ε. (2014), *Εκτιμήσεις Των Μελλοντικών Κλιματικών Αλλαγών Στη Μεσόγειο Με Τη Χρήση Περιοχικών Κλιματικών Μοντέλων*, Διδακτορική Διατριβή ΑΠΘ
- Φλόκας, Α. (1997), *Μαθήματα Μετεωρολογίας Και Κλιματολογίας*, Εκδόσεις: Ζήτη
- Giangrande A., Licciano M., Musco L. and Stabili L., (2010), *Shift In Sabella Spallanzanii (Polychaeta, Sabellidae) Spawning Period In The Central Mediterranean Sea: A Consequence Of Climate Change?*, Mediterranean Marine Science

ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

World Meteorological Organization

https://www.wmo.int/pages/themes/climate/climate_models.php

Space Science And Engineering Center (SSEC), University Of Wisconsin - Madison

<http://www.ssec.wisc.edu/data/sst/>

The Abdus Salam International Centre For Theoretical Physics (ICTP)

<https://www.ictp.it/research/esp/models/regcm4.aspx>

<http://indico.ictp.it/event/a13197/overview>

National Oceanic And Atmospheric Administration (NOAA), U.S. Department Of Commerce, Office Of Satellite And Product Operations (OSPO)

<http://www.ospo.noaa.gov/Products/ocean/sst/contour/>