



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Α. ΤΣΑΛΑΦΟΥΤΑ

ΘΕΜΑ: Η ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΑ ΠΙΟ ΣΥΓΧΡΟΝΑ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ – IPCC 2021

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2023





ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Α. ΤΣΑΛΛΑΦΟΥΤΑ
Φοιτήτρια Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5858

Η ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΑ ΠΙΟ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ
– IPCC 2021

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας, Τομέα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας,

Επιβλέπων

Αναγνωστοπούλου Χριστίνα



© ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Α. ΤΣΑΛΑΦΟΥΤΑ, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας
Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, 2023

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Η ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΑ ΠΙΟ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΕΝΑΡΙΑ-IPCC 2021
– Διπλωματική Εργασία

© Evaggelia A. Tsalafouta, School of Geology, Dept. of Meteorology and
Climatology, 2023

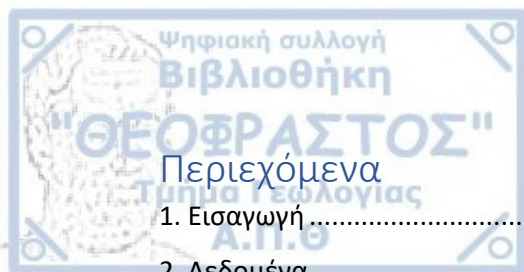
All rights reserved.

GLOBAL TEMPERATURE AND PRECIPITATION CHANGE UNDER THE
MOST MODERN CLIMATE SCENARIOS – IPCC 2021 – *Bachelor Thesis*

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

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

Εικόνα Εξωφύλλου:



Περιεχόμενα

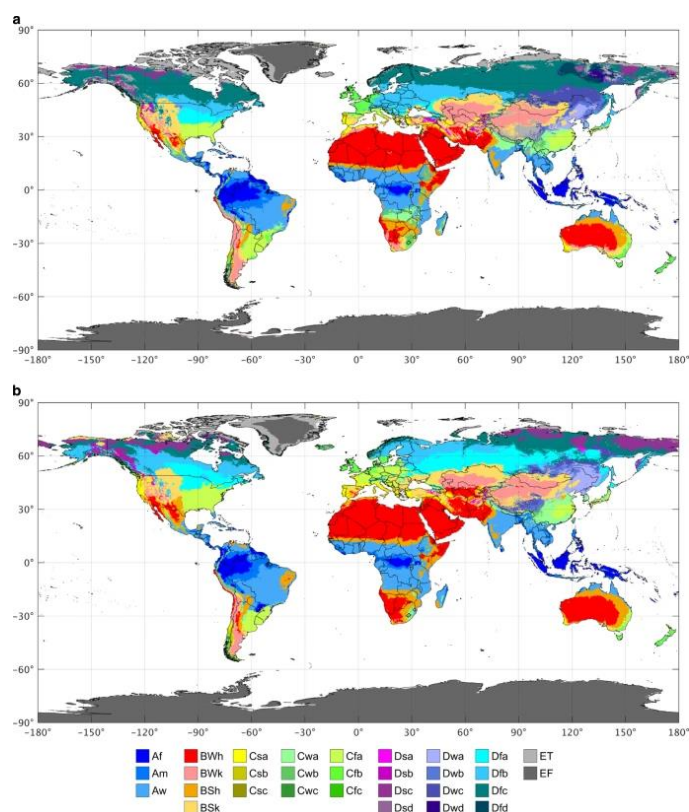
1. Εισαγωγή	6
2. Δεδομένα.....	13
3. Ανάλυση	17
3.1 Θερμοκρασία.....	17
3.2 Ετήσια Βροχόπτωση	25
4. Αποτελέσματα για τα Κλιματικά Σενάρια	27
4.1 Θερμοκρασία.....	27
4.2 Βροχόπτωση	39
4.3 Άλλες κλιματικές παράμετροι	43
4.3.1 Θερμοκρασία της Θάλασσας (SST)	43
4.3.2 Χιονόπτωση	47
4.3.3 Άνεμος	51
5. Κλιματικοί Δείκτες.....	55
5.1 Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C.....	55
5.2 Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C.....	58
5.3 Απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία.....	61
5.4 Ημέρες Παγετού	64
5.5 Απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία	67
5.6 Διαδοχικές ημέρες ξηρασίας.....	70
5.7 Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση.....	71
5.8 Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση 5 ημερών.	74
5.9 Δείκτης ξηρασίας Standardized Precipitation Index	77
6. Συμπεράσματα	80
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	83
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	85

1. Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα ζήτημα που απασχολεί σήμερα όχι μόνο την επιστημονική κοινότητα, αλλά και πολλούς ανθρώπους είναι το κλίμα και η επίδραση που μπορεί να έχει η μεταβολή του στην καθημερινότητα. Ως κλίμα αναφέρεται ο μέσος καιρός για μια περιοχή σε χρονικό παράθυρο περίπου 30 ετών, όπως έχει ορίσει ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO). Κάθε περιοχή δεδομένου και της γεωγραφικής θέσης της παρουσιάζει διαφορετικό κλιματικό τύπο. Το πιο γνωστό και διαδεδομένο παγκόσμιο σύστημα ταξινόμησης κλιμάτων, είναι το σύστημα Köppen. Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε πρώτη φορά στα τέλη του 19^{ου} αιώνα από τον Wladimir Köppen (Γερμανός βοτανολόγος και κλιματολόγος), και χωρίζει τον κόσμο σε 5 κλιματικές ζώνες βάσει κυρίως της θερμοκρασίας που επιτρέπει τη διαφορετική ανάπτυξη της βλάστησης ¹. Σύμφωνα με τον Köppen ² οι κλιματικές ζώνες είναι οι παρακάτω:

- Ζώνη Α: Παρουσιάζει την τροπική ή ισημερινή ζώνη (μπλε χρώματα)
- Ζώνη Β: Παρουσιάζει την άνυδρη ή ξηρή ζώνη (κόκκινο, ροζ και πορτοκαλί χρώματα)
- Ζώνη C: Παρουσιάζει τη ζεστή/ήπια εύκρατη ζώνη (πράσινα χρώματα)
- Ζώνη D: Παρουσιάζει την ηπειρωτική ζώνη (μωβ, βιολετί και γαλάζια χρώματα)
- Ζώνη E: Παρουσιάζει την πολική ζώνη (γκρι χρώματα)

Κάθε ζώνη υποδιαιρείται με βάση τη ξηρότητα ή τη θερμοκρασία και συνεπώς προκύπτει ο εκάστοτε τύπος κλίματος, όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.1 και πιο αναλυτικά ο εκάστοτε κλιματικός τύπος στον πίνακα 1.1



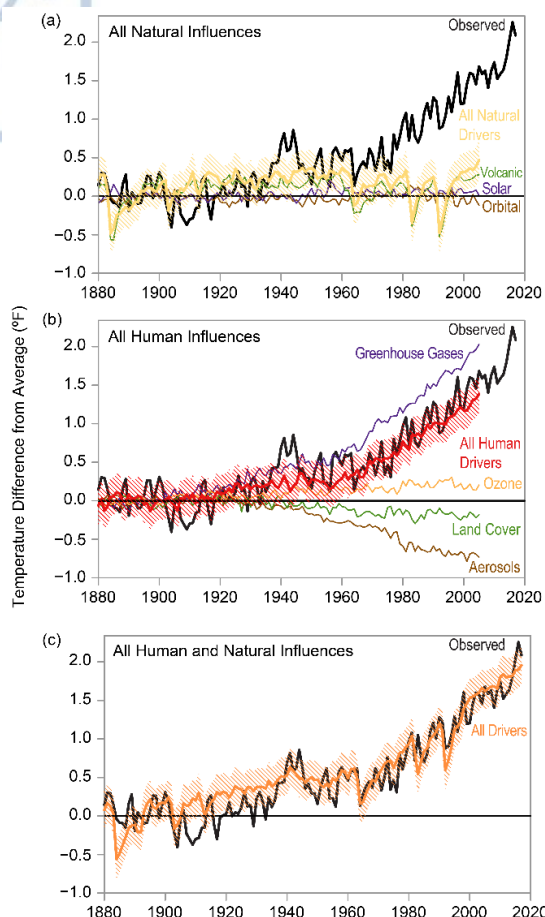
Εικόνα 1.1: Κλιματική κατάταξη κατά Köppen για το παρόν, 1980-2016 (a) και μέλλον, 2071-2100 (b) ³

Πίνακας 1.1: Κλιματικοί τύποι κατά Köppen ³

Zones	Type	Description
Zone A	Af	Κλίμα τροπικού δάσους, Tropical rainforest climate
	Am	Τροπικό κλίμα μουσώνων, Tropical monsoon climate
	Aw	Κλίμα τροπικής σαβάννας, Tropical savanna
Zone B	BWh	Ζεστό κλίμα ερήμου, Hot desert climate
	BWk	Ψυχρό κλίμα ερήμου, Cold desert climate
	BSh	Ζεστό ημιάνυδρο (στέπα) κλίμα, Hot semi-arid (steppe) climate
	BSk	Ψυχρό ημιάνυδρο (στέπα) κλίμα, Cold semi-arid (steppe) climate
Zone C	Cfa	Υγρό υποτροπικό κλίμα, Humid subtropical climate
	Cfb	Εύκρατο ωκεάνιο κλίμα, Temperate oceanic climate
	Cfc	Υποπολικό ωκεάνιο κλίμα, Subpolar oceanic climate
	Csa	Ζεστό-καλοκαιρινό μεσογειακό κλίμα, Hot-summer Mediterranean climate
	Csb	Θερμό-καλοκαιρινό μεσογειακό κλίμα, Warm-summer Mediterranean climate
	Csc	Δροσερό-καλοκαιρινό μεσογειακό κλίμα, Cool-summer Mediterranean climate
	Cwa	Υγρό υποτροπικό κλίμα επηρεασμένο από τους μουσώνες, Monsoon-influenced humid subtropical climate
	Cwb	Υποτροπικό ορεινό κλίμα ή εύκρατο ωκεάνιο κλίμα με ξηρούς χειμώνες, Subtropical highland climate or temperate oceanic climate with dry winters
	Cwc	Ψυχρό υποτροπικό ορεινό κλίμα ή υποπολικό ωκεάνιο κλίμα με ξηρούς χειμώνες, Cold subtropical highland climate or subpolar oceanic climate with dry winters
Zone D	Dfa	Ζεστό-καλοκαιρινό υγρό ηπειρωτικό κλίμα, Hot-summer humid continental climate
	Dfb	Θερμό-καλοκαιρινό υγρό ηπειρωτικό κλίμα, Warm-summer humid continental climate
	Dfc	Υποαρктиκό κλίμα, Subarctic climate
	Dfd	Εξαιρετικά ψυχρό υποαρктиκό κλίμα, Extremely cold subarctic climate
	Dsa	Ζεστό, ξηρό-καλοκαιρινό ηπειρωτικό κλίμα, Hot, dry-summer continental climate
	Dsb	Θερμό, ξηρό-καλοκαιρινό ηπειρωτικό κλίμα, Warm, dry-summer continental climate
	Dsc	Ξηρό-καλοκαιρινό υποαρктиκό κλίμα, Dry-summer subarctic climate
	Dwa	Υγρό ηπειρωτικό κλίμα που επηρεάζεται από τους μουσώνες το ζεστό καλοκαίρι, Monsoon-influenced hot-summer humid continental climate
	Dwb	Θερμό-καλοκαιρινό υγρό κλίμα που επηρεάζεται από τους μουσώνες, Monsoon-influenced warm-summer humid continental climate
	Dwc	Υποαρктиκό κλίμα επηρεασμένο από τους μουσώνες, Monsoon-influenced subarctic climate

	Dwd	Εξαιρετικά ψυχρό υποαρκτικό κλίμα επηρεασμένο από τους μουσώνες, Monsoon-influenced extremely cold subarctic climate
	EF	Κλίμα πάγου, Ice cap climate
Zone E	ET	Τούνδρα, Tundra

Οποιαδήποτε αλλαγή ή τροποποίηση στις υπάρχουσες κλιματικές συνθήκες, όπως μεταβολές στη βροχόπτωση, θερμοκρασία ή άνεμο για μεγάλο χρονικό διάστημα συνιστά την κλιματική αλλαγή. Η εμφάνιση της κλιματικής αλλαγής είναι πολυδιάστατη και μπορεί να οφείλεται τόσο σε φυσικά αίτια, όσο και σε ανθρωπογενή. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν οδηγήσει στην απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, γεγονός που έχει τροποποιήσει το κλίμα της γης⁴. Οι φυσικές διεργασίες, όπως οι αλλαγές στην ενέργεια του ήλιου και οι ηφαιστειακές εκρήξεις, επηρεάζουν επίσης το κλίμα της γης. Ωστόσο, οι επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής έχουν ήδη αρχίσει να γίνονται αισθητές σε παγκόσμια κλίμακα. Ακραία καιρικά φαινόμενα, λιώσιμο θαλάσσιων πάγων και παγετώνων, άνοδος της στάθμης της θάλασσας είναι μερικά από τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής. Τον περασμένο αιώνα οι αλλαγές στην ηλιακή παραγωγή, η φυσική μεταβλητότητα, καθώς και οι ηφαιστειακές εκπομπές συνέβαλλαν οριακά στις κλιματικές αλλαγές που έχουν παρατηρηθεί (Σχήμα 1.1)⁵. Σύμφωνα με το σχήμα 1.1 η μακροπρόθεσμη τάση υπερθέρμανσης του πλανήτη, που παρατηρήθηκε τον περασμένο αιώνα μπορεί να εξηγηθεί μόνο από την επίδραση του ανθρώπου στο κλίμα. Επίσης, οι αλλαγές στα αερολύματα και την κάλυψη γης έχουν αρνητική επίδραση, δηλαδή η θερμοκρασία μειώνεται τις τελευταίες δεκαετίες, σε αντίθεση με τις αλλαγές στα επίπεδα του όζοντος κοντά στην επιφάνεια, που έχουν θετική επίδραση.⁶



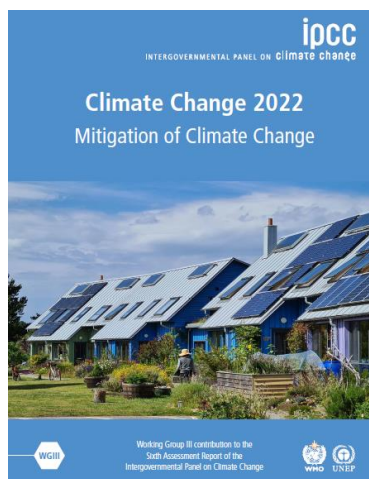
Σχήμα 1.1: Ανθρώπινοι και φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα. Η μαύρη γραμμή δείχνει την παρατηρούμενη ετήσια μέση παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία για την περίοδο 1880-2017 ως διαφορά από τη μέση τιμή για την περίοδο 1880-1910.

(a) Αλλαγές στη θερμοκρασία όταν λαμβάνονται υπόψη μόνο οι φυσικοί παράγοντες (κίτρινο χρώμα γραμμής), λόγω της μεταβολής στην τροχιά της Γης (καφέ χρώμα), την ποσότητα της εισερχόμενης ενέργειας από τον ήλιο (μωβ χρώμα) και τις αλλαγές στις εκπομπές από ηφαιστειακές εκρήξεις (πράσινο χρώμα) ⁷
(b) Αλλαγές στην παγκόσμια θερμοκρασία όταν εξετάζονται μόνο οι επιρροές του ανθρώπου (σκούρο κόκκινο χρώμα), συμπεριλαμβανομένων των συνεισφορών από τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (μωβ χρώμα) και μικρών σωματιδίων που αναφέρονται και ως αερολύματα (καφέ χρώμα), καθώς και τις αλλαγές στα επίπεδα του όζοντος (πορτοκαλί χρώμα) και τις αλλαγές στην κάλυψη γης – αποψίλωσης δασών (πράσινο χρώμα).
(c) Αλλαγή θερμοκρασίας (πορτοκαλί χρώμα) που προσομοιώνεται από ένα κλιματικό μοντέλο συμπεριλαμβανομένων τόσο των ανθρώπινων, όσο και των φυσικών επιδράσεων. Η πορτοκαλί γραμμοσκόπηση αντιπροσωπεύει ζώνες αβεβαιότητας σύμφωνα με αυτές τις προσομοιώσεις. Πηγή: NASA GISS <https://nca2018.globalchange.gov/chapter/2/>

Ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO) και το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (UNEP) ίδρυσαν το 1988 έναν οργανισμό με στόχο την ανάπτυξη αξιολογήσεων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Πρόκειται για τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή ή διαφορετικά IPCC. Η IPCC αριθμεί σήμερα 195 μέλη από το UNEP και τον WMO. Ωστόσο, χιλιάδες άνθρωποι από όλο τον κόσμο συμβάλλουν στο έργο της και πολλοί εμπειρογνώμονες αφιερώνουν εθελοντικά το χρόνο τους για να αξιολογήσουν τις χιλιάδες επιστημονικές εργασίες που δημοσιεύονται κάθε χρόνο ⁸. Η IPCC έχει έξι συνολικά εκθέσεις με την πιο πρόσφατη (έκτη έκθεση, AR6) να κυκλοφορεί στις 4 Απριλίου 2022. Οι υπόλοιπες εκθέσεις δημοσιεύτηκαν με χρονολογική σειρά το 1990

(AR1), το 1995 (AR2), το 2001 (AR3), το 2007 (AR4), το 2014 (AR5) και το 2022 (AR6). Εκτός από τις εκθέσεις, η IPCC δημοσιεύει τακτικά και ορισμένες ειδικές εκθέσεις, που παρουσιάζουν συγκεκριμένα θέματα εις βάθος και πιο αναλυτικά. Παράδειγμα αποτελούν οι τρεις πιο πρόσφατες ειδικές εκθέσεις, οι οποίες είναι οι εξής ⁹:

1. Η έκθεση της IPCC σχετικά με την υπερθέρμανση του πλανήτη κατά 1.5°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα και τις σχετικές παγκόσμιες πορείες εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στο πλαίσιο της ενίσχυσης της παγκόσμιας αντίδρασης στην απειλή της κλιματικής αλλαγής, της βιώσιμης ανάπτυξης και των προσπαθειών για την εξάλειψη της φτώχειας.
(The IPCC report regarding the impact of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty).
2. Η έκθεση της IPCC σχετικά με τους ωκεανούς και την κρυόσφαιρα σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα.
(Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate)
3. Η έκθεση της IPCC σχετικά με την κλιματική αλλαγή, την ερημοποίηση, την υποβάθμιση του εδάφους, τη βιώσιμη διαχείριση των εδαφών, την ασφάλεια των τροφίμων και τις ροές αερίων του θερμοκηπίου στα χερσαία οικοσυστήματα.
(The IPCC report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems)



Εικόνα 1.2

Το τρίτο μέρος της 6ης έκθεσης της ομάδας εργασίας 3 (Working Group III: Mitigation of Climate Change) περιλαμβάνει μια παγκόσμια αξιολόγηση για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και ερευνά την προέλευση των παγκόσμιων εκπομπών. Αξιολογεί το αντίκτυπο των εθνικών δεσμεύσεων για το κλίμα σε σχέση με τις μακροπρόθεσμες εκπομπές και εξηγεί τις εξελίξεις σχετικά με τις προσπάθειες που γίνονται για μείωση των εκπομπών αυτών ¹⁰.

Τα κοινωνικοοικονομικά σενάρια και τα σενάρια εκπομπών χρησιμοποιούνται στην έρευνα για το κλίμα για να παρέχουν μια λογική περιγραφή του τρόπου με τον οποίο μπορεί να αλλάξει το μέλλον σε σχέση με διάφορες μεταβλητές, όπως οι τεχνολογικές αλλαγές, η ενέργεια και η χρήση γης, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και οι ατμοσφαιρικοί ρύποι. Χρησιμοποιούνται ως δεδομένα για την εκτέλεση κλιματικών μοντέλων και ως βάση για την αξιολόγηση των πιθανών κλιματικών επιπτώσεων, των μέτρων μετριασμού και του σχετικού κόστους ¹¹. Για την καλύτερη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών μελετών και για τη διευκόλυνση της επικοινωνίας των αποτελεσμάτων της μοντελοποίησης, είναι προτιμότερο να

χρησιμοποιείται ένα κοινό σύνολο σεναρίων σε όλη την επιστημονική κοινότητα. Στο παρελθόν, πολλά σενάρια έχουν παίξει τέτοιο ρόλο, συμπεριλαμβανομένων των σεναρίων IS92 ¹² και, των σεναρίων από την Ειδική Έκθεση για τα Σενάρια Εκπομπών (SRES) ¹³.

Η κοινότητα της IPCC σχεδίασε μια διαδικασία τριών φάσεων ¹⁴:

1. Ανάπτυξη ενός συνόλου σεναρίων που περιέχει τροχιές εκπομπών, συγκέντρωσης και χρήσης γης, που αναφέρονται ως « αντιπροσωπευτικές οδοί συγκέντρωσης » (RCPs).
2. Παράλληλη φάση ανάπτυξης με κλιματικά μοντέλα και ανάπτυξη νέων κοινωνικοοικονομικών σεναρίων.
3. Μια τελική φάση ολοκλήρωσης και διάδοσης.

Ο κύριος σκοπός της πρώτης φάσης (ανάπτυξη των RCPs) είναι να παρέχει πληροφορίες σχετικά με πιθανές τροχιές ανάπτυξης για τους κύριους παράγοντες επιβολής της κλιματικής αλλαγής. Οι σχεδιαστές κλιματικών μοντέλων χρησιμοποιούσαν τη χρονοσειρά μελλοντικών συγκεντρώσεων και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και ατμοσφαιρικών ρύπων και την αλλαγή χρήσης γης από τα τέσσερα RCP προκειμένου να διεξάγουν νέα πειράματα κλιματικών μοντέλων και να παράγουν νέα κλιματικά σενάρια ως μέρος της παράλληλης φάσης ¹¹.

Τα RCPs ονομάζονται σύμφωνα με το επίπεδο στόχου επιβολής ακτινοβολίας για το 2100. Οι εκτιμήσεις επιβολής ακτινοβολίας βασίζονται στον εξαναγκασμό των αερίων του θερμοκηπίου και άλλων παραγόντων εξαναγκασμού. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα επίπεδα εξαναγκασμού σχετίζονται με τις προβιομηχανικές τιμές και δεν περιλαμβάνουν χρήση γης, λευκαύγεια (albedo), σκόνη ή νιτρικό αεροζόλ. Τα τέσσερα επιλεγμένα RCP θεωρήθηκαν αντιπροσωπευτικά και περιλάμβαναν ¹¹:

- Ένα σενάριο μετριασμού που οδηγεί σε πολύ χαμηλό επίπεδο εξαναγκασμού (RCP2.6),
- Δύο σενάρια μεσαίας σταθεροποίησης (RCP4.5/RCP6) και
- Ένα σενάριο πολύ υψηλών εκπομπών. (RCP8.5).

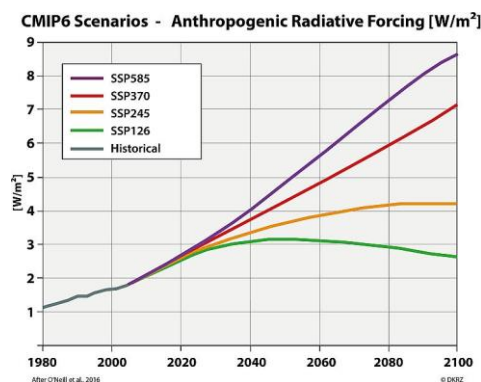
Το πρώτο σενάριο (RCP2.6) αναφέρεται επίσης ως RCP3PD, ένα όνομα που δίνει έμφαση στην τροχιά εξαναγκασμού της ακτινοβολίας, πρώτα πηγαίνοντας σε ένα επίπεδο αιχμής εξαναγκασμού 3 W/m^2 ακολουθούμενο από πτώση (PD = Peak–Decline).

Ένα νέο σύνολο κλιματικών σεναρίων, τα "κοινωνικοοικονομικά μονοπάτια" (SSPs), αναπτύχθηκε σε σχέση με την έκτη έκθεση αξιολόγησης της IPCC (IPCC AR6). Σε σύγκριση με τα RCP που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν, τα νέα σενάρια SSP είναι βελτιωμένα από διάφορες απόψεις. Τα νέα σενάρια αντιπροσωπεύουν διαφορετική κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη και διαφορετική πορεία των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου ^{11,15}.

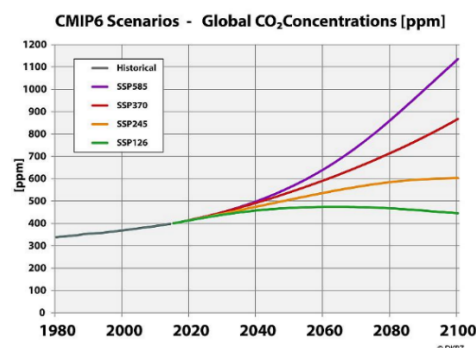
Οι κλάσεις κλιματικής επίδρασης (δυνάμεις ακτινοβολίας) που χρησιμοποιούνται αντιστοιχούν κατά προσέγγιση στα σενάρια RCP: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 και RCP8.5, που συμπληρώνονται από μερικές επιπλέον κατηγορίες. Η ονομασία των μεμονωμένων σεναρίων περιλαμβάνει το όνομα της βασικής διαδρομής ακολουθούμενη από δύο αριθμούς που υποδεικνύουν την πρόσθετη δύναμη ακτινοβολίας που επιτεύχθηκε έως το έτος 2100 σε μονάδες watt ¹⁵ :

- SSP5-8.5: Με πρόσθετη δύναμη ακτινοβολίας $8,5 \text{ W/m}^2$ έως το έτος 2100, αυτό το σενάριο αντιπροσωπεύει το ανώτερο όριο του εύρους των σεναρίων που περιγράφονται στη βιβλιογραφία. Μπορεί να γίνει κατανοητό ως ενημέρωση του σεναρίου CMIP5 RCP8.5, πλέον σε συνδυασμό με κοινωνικοοικονομικούς λόγους.
- SSP3-7.0: Με 7 W/m^2 έως το έτος 2100, αυτό το σενάριο βρίσκεται στο ανώτερο-μεσαίο τμήμα της πλήρους σειράς σεναρίων. Εισήχθη πρόσφατα μετά τα σενάρια RCP, κλείνοντας το χάσμα μεταξύ RCP6.0 και RCP8.5.
- SSP2-4.5: Ως ενημέρωση του σεναρίου RCP4.5, το SSP2-4.5 με πρόσθετη δύναμη ακτινοβολίας $4,5 \text{ W/m}^2$ έως το έτος 2100 αντιπροσωπεύει τη μέση οδό των μελλοντικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Αυτό το σενάριο προϋποθέτει ότι λαμβάνονται μέτρα προστασίας του κλίματος.
- SSP1-2.6: Αυτό το σενάριο με $2,6 \text{ W/m}^2$ έως το έτος 2100 είναι μια νέα έκδοση του αισιόδοξου σεναρίου RCP2.6. Αυτό το σενάριο προϋποθέτει επίσης τη λήψη μέτρων για την προστασία του κλίματος.

Η χρονική ανάπτυξη της πρόσθετης ανθρωπογενούς ακτινοβολίας που προκύπτει από τα επιλεγμένα σενάρια απεικονίζεται στο σχήμα 1.2. Σε σύγκριση με το προβιομηχανικό επίπεδο, η ισχύς της ακτινοβολίας σήμερα έχει αυξηθεί κατά $2,5 \text{ Watt}$. Οι αντίστοιχες τάσεις στις παγκόσμιες συγκεντρώσεις CO_2 που φαίνονται στο σχήμα 1.3 μοιάζουν πολύ.



Σχήμα 1.2: Ανθρωπογενής ακτινοβολία σύμφωνα με το κάθε σενάριο. Οι γραμμές απεικονίζουν την ανάπτυξη της πρόσθετης ακτινοβολίας που προκαλείται από τα αέρια θερμοκηπίου του παρελθόντος (γκρι) και για τα τέσσερα σενάρια SSP (πράσινο, πορτοκαλί, κόκκινο, μωβ) ¹⁵.



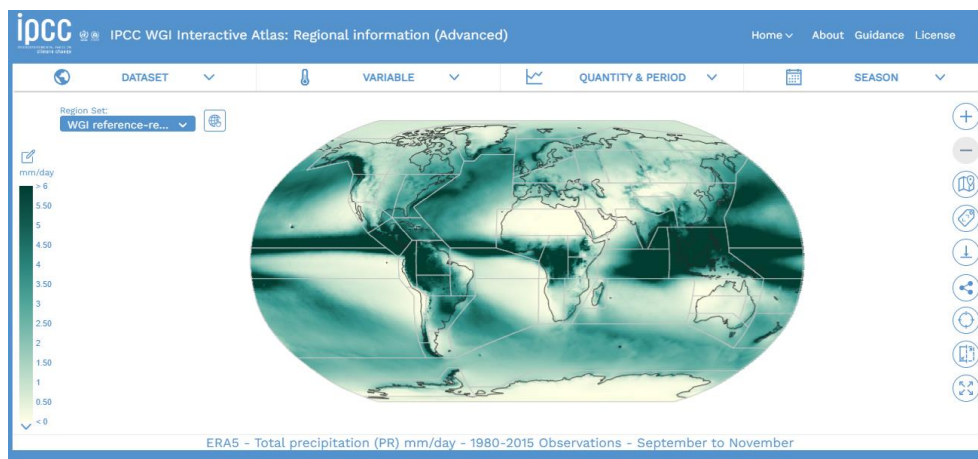
Σχήμα 1.3: Παγκόσμια συγκέντρωση CO_2 σύμφωνα με τα σενάρια. Η γκριζα γραμμή απεικονίζει την προηγούμενη (παρελθοντική) αύξηση στη μέση συγκέντρωση CO_2 . Οι έγχρωμες γραμμές (πράσινο, πορτοκαλί, κόκκινο, μωβ) δείχνουν την εξέλιξη της μέσης συγκέντρωσης CO_2 που αντιστοιχεί στα σενάρια SSP ¹⁵. Πηγή: <https://www.dkrz.de/en/communication/climate-simulations/cmip6-en/the-ssp-scenarios>

Εξαιτίας της εκτεταμένης μεταβολής του κλίματος, η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την παρουσίαση των πιο πρόσφατων αποτελεσμάτων σύμφωνα με τα σενάρια και δεδομένα της IPCC, που υπάρχουν για την κλιματική αλλαγή.

2. Δεδομένα

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιούνται τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 1981-2010, τα δεδομένα ERA5 και τα δεδομένα CMIP6 του μοντέλου προβολών (Projections). Τα ERA5 είναι reanalysis κλιματικά δεδομένα, τα οποία παρέχουν ωριαία δεδομένα για πολλές παραμέτρους της επιφάνειας, της θαλάσσιας και της ατμοσφαιρικής κατάστασης, υπολογίζοντας και την πιθανότητα σφαλμάτων¹⁶. Τα δεδομένα του κλιματικού μοντέλου αναφέρονται σε δύο περιόδους σε ετήσια και εποχιακά βάση. Οι δύο μελλοντικές περίοδοι είναι το διάστημα 2041-2060 και το διάστημα 2081-2100.

Όλα τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, προέρχονται από την πλατφόρμα της IPCC (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>) όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1, όπου με τις κατάλληλες επιλογές (σετ δεδομένων, είδος δεδομένων, περίοδος και εποχή) προέκυψε κάθε φορά το αντίστοιχο σχήμα για τη σύνταξη των παρακάτω κεφαλαίων.



Σχήμα 2.1: Πλατφόρμα IPCC

Οι εκτιμώμενες μελλοντικές μεταβολές της θερμοκρασίας, του υετού, της υπερθέρμανσης των ωκεανών και του επιφανειακού ανέμου κατασκευάζονται συνδυάζοντας προβολές πολλαπλών μοντέλων¹⁷. Αυτές οι μελλοντικές μεταβολές συνιστούν τα λεγόμενα κλιματικά σενάρια, τα αποτελέσματα των οποίων παρέχονται μεσοπρόθεσμα (περίοδος 2041-2060) και μακροπρόθεσμα (περίοδος 2081-2100). Στην παρούσα εργασία εξετάζονται 4 κλιματικά σενάρια (Πίνακας 2.1), για 7 κλιματικές μεταβλητές (Πίνακας 2.2) και για τις δύο χρονικές περιόδους:

Πίνακας 2.1: Κλιματικά σενάρια

Σενάριο 1 (SSP1-2.6): Σενάριο με πολύ χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου

Σενάριο 2 (SSP2-4.5): Σενάριο με ενδιάμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου

Σενάριο 3 (SSP3-7.0): Σενάριο με υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου
Σενάριο 4 (SSP5-8.5): Σενάριο με πολύ υψηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου

Πίνακας 2.2: Επιλεγμένες κλιματικές μεταβλητές (από πλατφόρμα ircc)

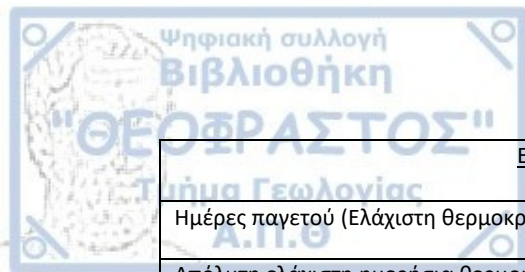
Μεταβλητές Σεναρίων

Μέγιστη Θερμοκρασία	Maximum Temperature
Ελάχιστη Θερμοκρασία	Minimum Temperature
Μέση Θερμοκρασία	Mean Temperature
Βροχόπτωση	Total Precipitation
Θερμοκρασία στο επίπεδο της θάλασσας	Annual Sea Surface Temperature
Χιονόπτωση	Annual Snowfall
Επιφανειακός άνεμος	Annual Surface wind

Σε συνέχεια της εργασίας (Κεφάλαιο 5) εξετάζονται ορισμένοι κλιματικοί δείκτες (Πίνακας 2.3) που μπορούν να επιδράσουν στην κλιματική αλλαγή και συγκρίνονται τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 1981-2010 με τα σενάρια που υπάρχουν, πάντα σε δύο χρονικές κλίμακες, μια μεσοπρόθεσμη (περίοδος 2041-2060) και μια μακροπρόθεσμη (περίοδος 2081-2100).

Πίνακας 2.3: Κλιματικοί δείκτες (από πλατφόρμα ircc)

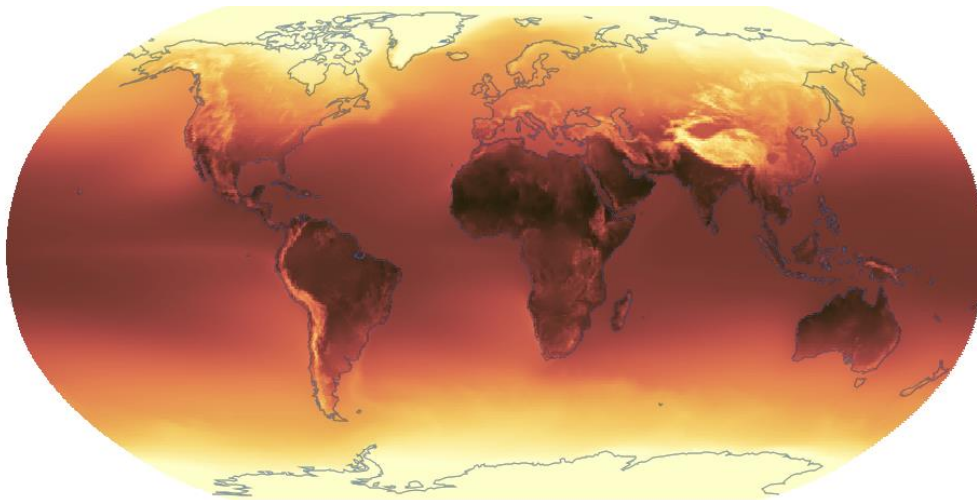
Δείκτες	
Μέγιστη Θερμοκρασία (Maximum Temperature)	
Αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 35°C	Days with Maximum Temperature above 35°C
Αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 40°C	Days with Maximum Temperature above 40°C
Απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία	Maximum of daily maximum temperature



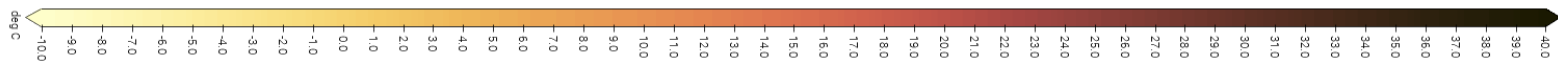
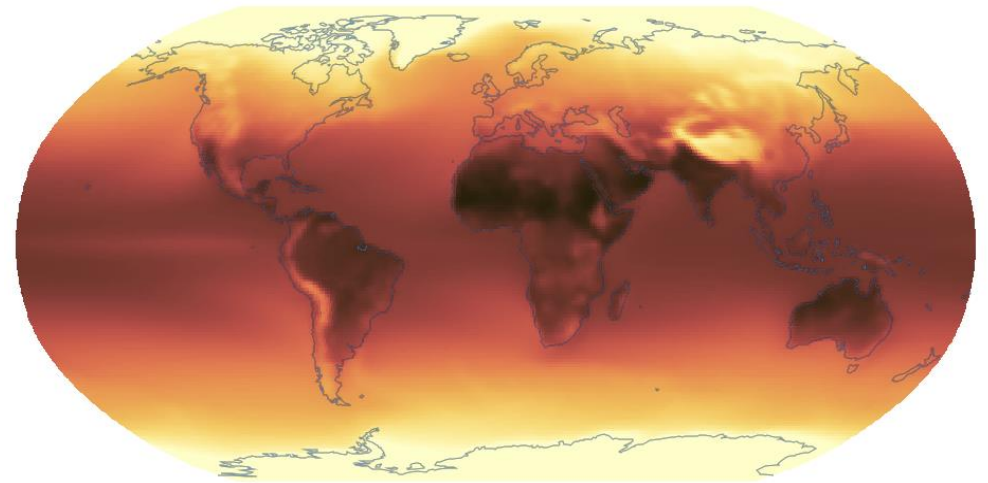
<u>Ελάχιστη Θερμοκρασία (Minimum Temperature)</u>	
Ημέρες παγετού (Ελάχιστη θερμοκρασία κάτω από 0°C)	Frost days (Minimum temperature below 0°C)
Απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία	Minimum of daily minimum temperature
<u>Βροχόπτωση (Total Precipitation)</u>	
Διαδοχικές ημέρες ξηρασίας (Μέγιστος αριθμός διαδοχικών ημερών ξηρασίας με Precip <1mm)	Consecutive Dry days (Maximum number of consecutive dry days, Precip <1mm)
Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση	Maximum 1day precipitation
Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση 5 ημερών	Maximum 5day precipitation
Δείκτης ξηρασίας (Δείκτης που συγκρίνει τη σωρευμένη βροχόπτωση για 6 μήνες με τη μακροπρόθεσμη κατανομή βροχοπτώσεων για την ίδια τοποθεσία και περίοδο σώρευσης)	Standardized Precipitation Index (Index that compares cumulated precipitation for 6 months with the long term precipitation distribution for the same location and cumulation period)

Maximum Annual Temperature

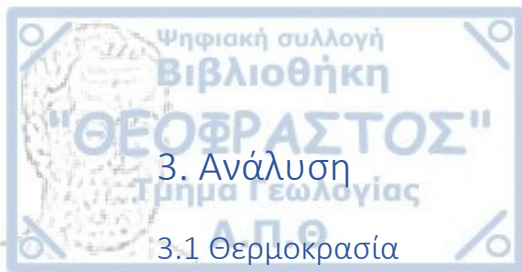
ERA5



HISTORICAL



Σχήμα 3.1.1: Μέγιστη ετήσια θερμοκρασία για τα δεδομένα αναφοράς (ERA5) και τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010)



3. Ανάλυση

3.1 Θερμοκρασία

Στο σχήμα 3.1.1 παρουσιάζονται οι μέγιστες μέσες ετήσιες θερμοκρασίες (Maximum Annual Temperature) για τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (Ιστορική περίοδος 1981-2010) αλλά και τα δεδομένα αναφοράς (ERA5) για την ίδια χρονική περίοδο. Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες σημειώνονται στην περιοχή του Ισημερινού και ειδικότερα στη Δυτική Αφρική, την Ινδική και Αραβική Χερσόνησο και είναι της τάξης των 30-32°C.

Σε μια πρώτη προσέγγιση παρατηρούμε πως δεν υπάρχουν εξαιρετικές διαφορές μεταξύ των δύο βάσεων δεδομένων και ότι οι βαθμοί των θερμοκρασιών συμπίπτουν. Ειδικότερα, στο Βόρειο και Νότιο ημισφαίριο, στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, υπάρχουν παρόμοιες θερμοκρασίες με τη μέγιστη να έχει εύρος 2 με 6°C σύμφωνα με το χάρτη. Επίσης, στην Ευρώπη οι θερμοκρασίες δεν ξεπερνούν τους 22 βαθμούς Κελσίου και δε διαφέρουν μεταξύ των δύο βάσεων δεδομένων. Αντίστοιχα στα μικρά γεωγραφικά πλάτη διαπιστώνεται πως οι θερμοκρασίες έχουν ένα εύρος τιμών 15-28 βαθμούς. Τέλος στα Ιμαλάια, και οι δυο βάσεις δεδομένων παρουσιάζουν ικανοποιητικά αποτελέσματα, αφού καταγράφουν χαμηλές θερμοκρασίες σε σχέση με τις γειτονικές περιοχές, εξαιτίας της ύπαρξης ορεινού όγκου. Η μέγιστη θερμοκρασία στην περιοχή των Ιμαλαΐων δεν ξεπερνάει τους 5°C.

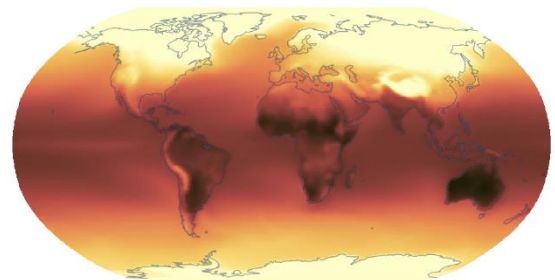
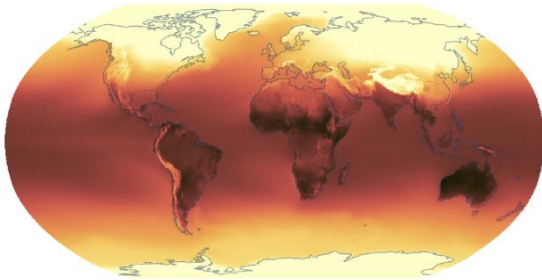
Στη συνέχεια προσδιορίζονται οι μέγιστες θερμοκρασίες εποχιακά (Σχήμα 3.1.2). Σε αυτό το σημείο συγκρίνονται οι μέγιστες τιμές των θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια της άνοιξης, του χειμώνα, του φθινοπώρου καθώς και του καλοκαιριού. Πραγματοποιείται δηλαδή σύγκριση ανάλογα με την κάθε εποχή. Κατά τους χειμερινούς μήνες του Βορείου ημισφαιρίου (Δεκέμβριος-Φεβρουάριος) επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και παρατηρούνται αρκετές ομοιότητες μεταξύ των δύο βάσεων δεδομένων. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες παρουσιάζονται στην περιοχή της Αυστραλίας, ενώ η ζώνη των υψηλών θερμοκρασιών στην περιοχή του Ισημερινού μειώνεται. Επιπρόσθετα, ο ψυχρός τομέας των Ιμαλαΐων ενοποιείται με τις γειτονικές περιοχές. Αντίθετα, τους καλοκαιρινούς μήνες του Βορείου Ημισφαιρίου, οι μέγιστες θερμοκρασίες αυξάνονται στην περιοχή του Ισημερινού. Υπάρχει μια μικρή διαφοροποίηση μεταξύ των δύο σετ δεδομένων (καλοκαίρι και χειμώνας), καθώς οι μέγιστες θερμοκρασίες του CMIP6 φαίνεται να έχουν υπερεκτιμηθεί συγκριτικά με τα ERA5. Ωστόσο, οι ενδιάμεσες εποχές παρουσιάζουν παρόμοια εικόνα.

Maximum Temperature (Seasonal)

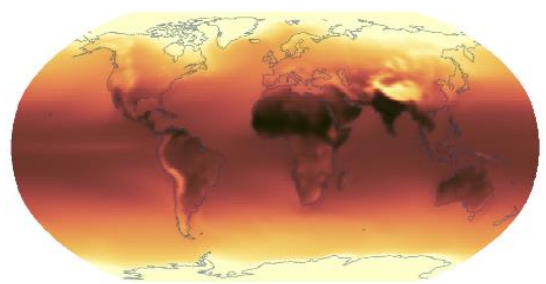
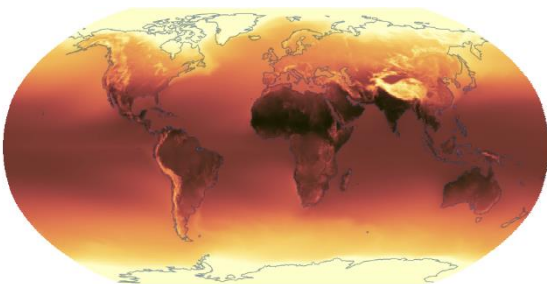
ERA5

HISTORICAL

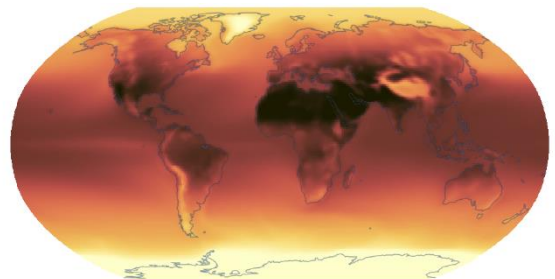
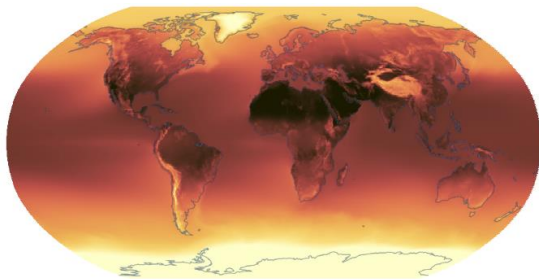
DECEMBER – FEBRUARY



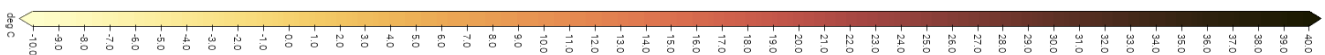
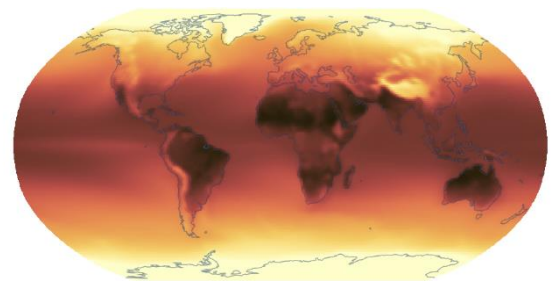
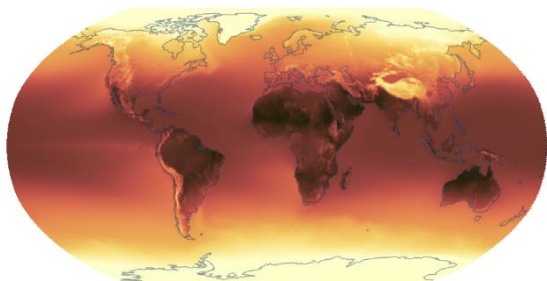
MARCH - MAY



JUNE - AUGUST



SEPTEMBER - NOVEMBER

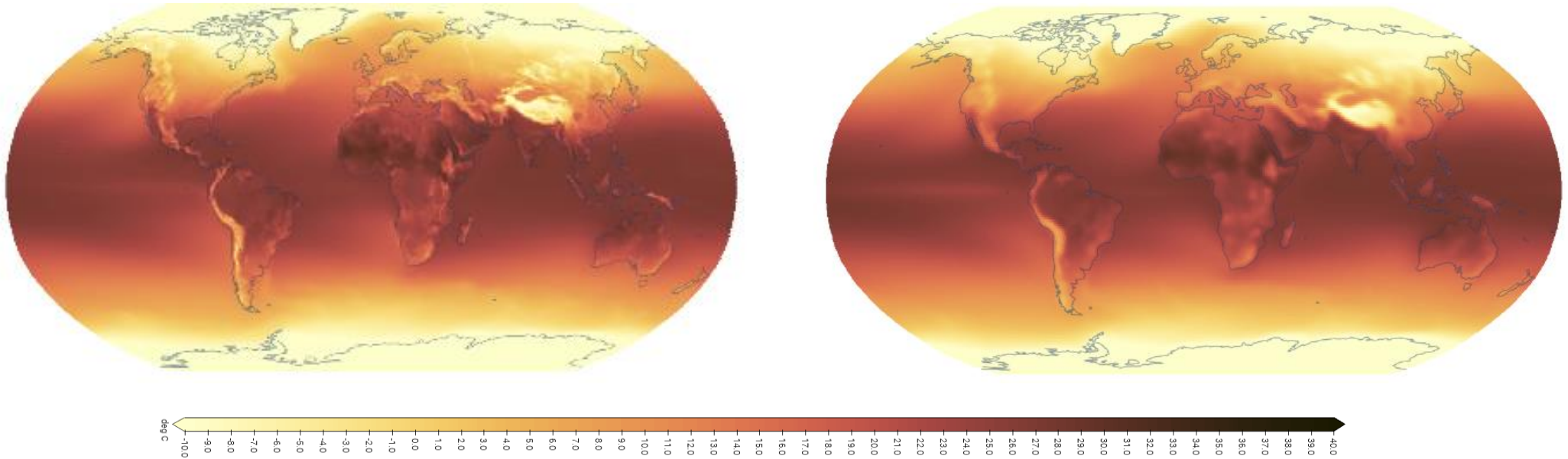


Σχήμα 3.1.2: Μέγιστη θερμοκρασία ανά εποχή για τα δεδομένα αναφοράς (ERA5) και τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010)

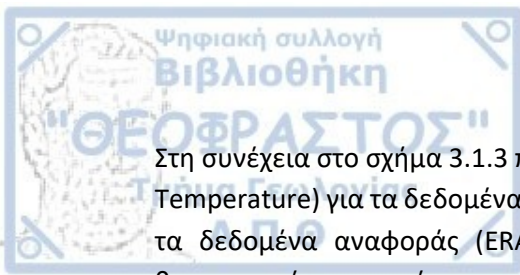
Mean Annual Temperature

ERA5

HISTORICAL



Σχήμα 3.1.3: Μέση ετήσια θερμοκρασία για τα δεδομένα αναφοράς (ERA5) και τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010)



Στη συνέχεια στο σχήμα 3.1.3 παρουσιάζονται οι μέσες ετήσιες θερμοκρασίες (Mean Annual Temperature) για τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (ιστορική περίοδος 1981-2010) αλλά και τα δεδομένα αναφοράς (ERA5) για την ίδια χρονική περίοδο. Οι μεγαλύτερες μέσες θερμοκρασίες σημειώνονται κοντά στον Ισημερινό στα μικρά γεωγραφικά πλάτη και συγκεκριμένα στη Δυτική Αφρική και την Αραβική Χερσόνησο. Οι δύο βάσεις δεδομένων και οι τιμές των θερμοκρασιών έχουν αρκετές ομοιότητες και σε ικανοποιητικό βαθμό συμπίπτουν.

Στη συνέχεια (σχήμα 3.1.4) προσδιορίζονται οι μέσες τιμές θερμοκρασίας ανά εποχή για τις ίδιες βάσεις δεδομένων (CMIP6 και ERA5). Παρατηρούνται αρκετές ομοιότητες μεταξύ των βάσεων δεδομένων και για τις τέσσερις εποχές. Οι υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες σημειώνονται στη Δυτική Αφρική, τη Σαουδική Αραβία και την Αίγυπτο, την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου και καλύπτουν ένα εύρος τιμών 27-33°C. Αντίθετα, η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα δε ξεπερνά τους 10 βαθμούς Κελσίου στην περιοχή της Μεσογείου.

Ομοίως, στο σχήμα 3.1.5 διαφαίνονται οι ελάχιστες ετήσιες θερμοκρασίες (Minimum Annual Temperature) για τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 και τα δεδομένα αναφοράς, δηλαδή τα ERA5 για την ίδια χρονική περίοδο. Στην Ευρώπη και στα Δυτικά του Μεξικού οι ελάχιστες τιμές του CMIP6 φαίνεται να έχουν υποεκτιμηθεί συγκριτικά με τα ERA5. Στην Ευρώπη οι ελάχιστες θερμοκρασίες δε ξεπερνούν τους 5 με 10 βαθμούς Κελσίου, ενώ στην Βραζιλία, οι ελάχιστες θερμοκρασίες αποκτούν ένα εύρος τιμών 14-18 βαθμούς Κελσίου.

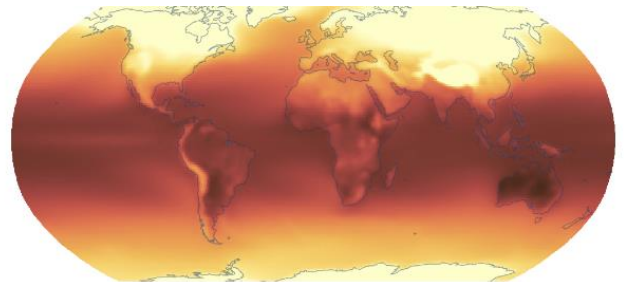
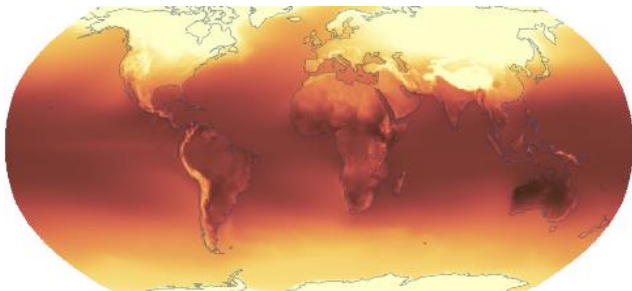
Στη συνέχεια (σχήμα 3.1.6) προσδιορίζονται οι ελάχιστες τιμές της θερμοκρασίας στη διάρκεια της άνοιξης, του χειμώνα, του φθινοπώρου και του καλοκαιριού. Τα δυο μοντέλα δεν παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους. Ωστόσο, τους μήνες Ιούνιο-Αύγουστο η ελάχιστη θερμοκρασία έχει ένα εύρος 8 με 9 βαθμούς Κελσίου στη Βόρεια Ευρώπη, τη στιγμή που για την ίδια περίοδο η κεντρική Ευρώπη παρουσιάζει ελάχιστες θερμοκρασίες της τάξης των 14°C και η Μεσόγειος ελάχιστη θερμοκρασία μόλις 20°C. Επίσης, στα Ιμαλάια οι υψηλότερες ελάχιστες θερμοκρασίες σημειώνονται την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου και έχουν ένα εύρος 3-4 βαθμούς Κελσίου.

Mean Temperature (Seasonal)

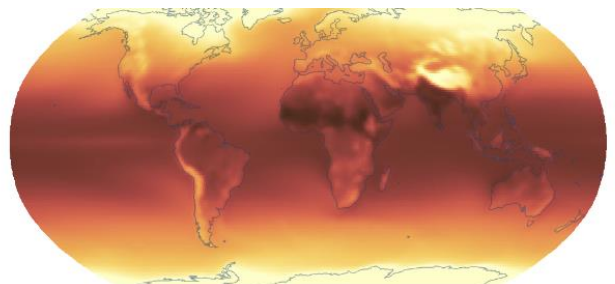
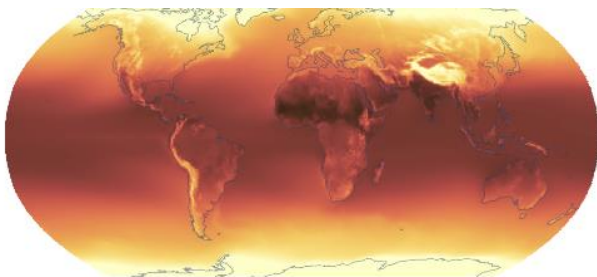
ERA5

HISTORICAL

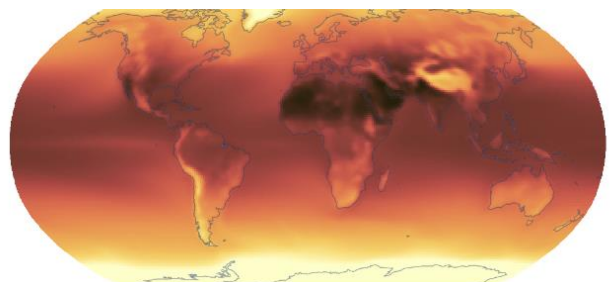
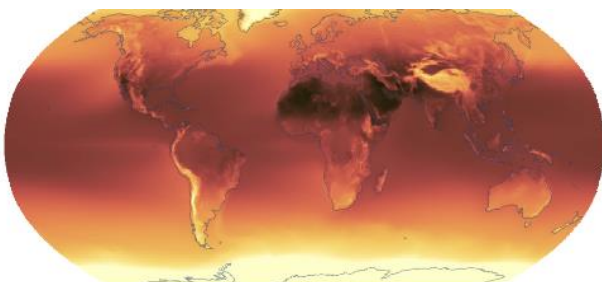
DECEMBER - FEBRUARY



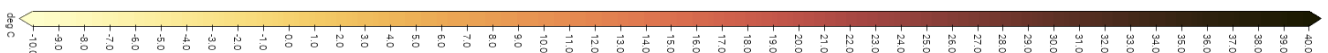
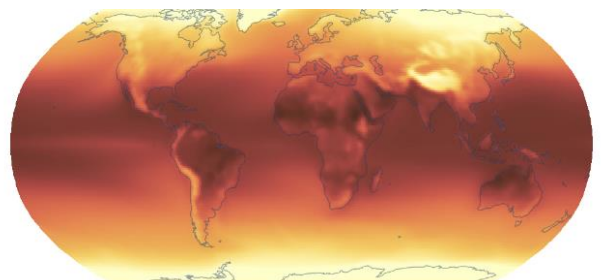
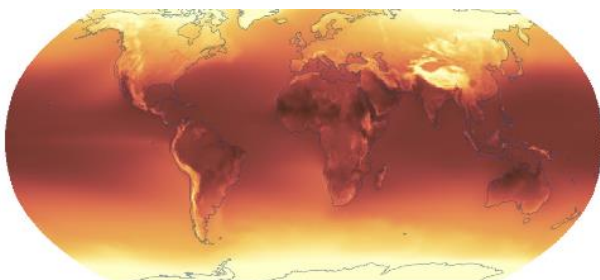
MARCH - MAY



JUNE - AUGUST



SEPTEMBER - NOVEMBER

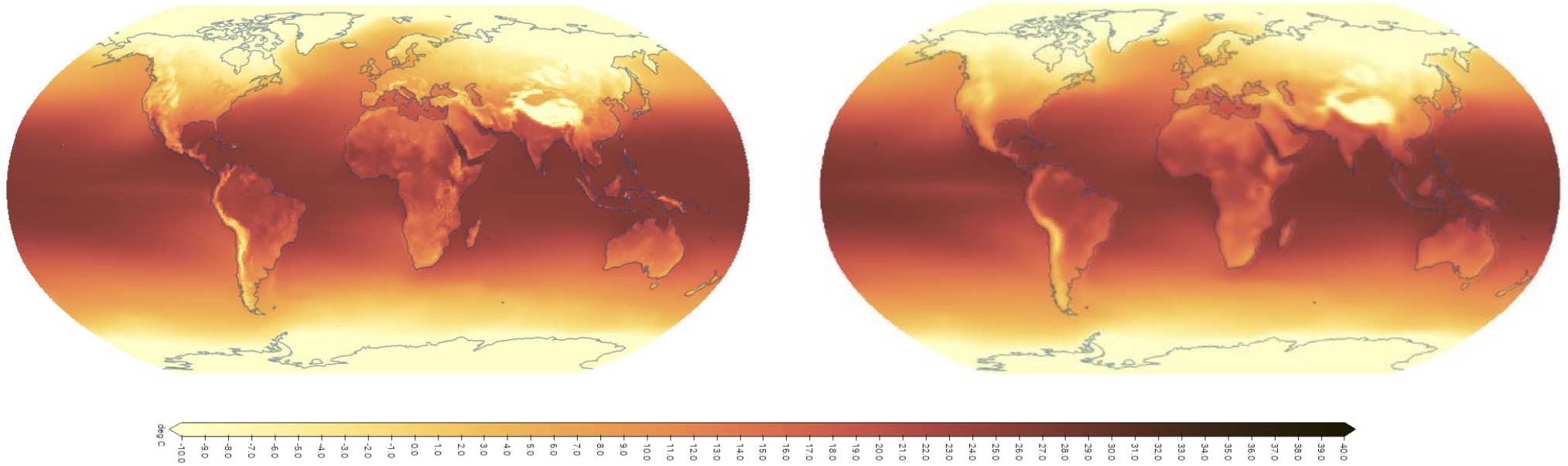


Σχήμα 3.1.4: Μέση θερμοκρασία ανά εποχή για τα δεδομένα αναφοράς (ERA5) και τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010)

Minimum Annual Temperature

ERA5

HISTORICAL

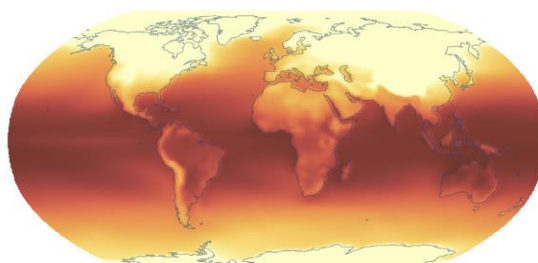
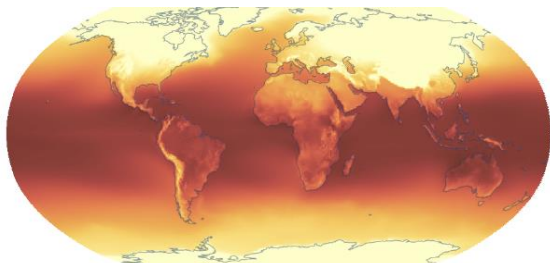


Σχήμα 3.1.5: Ελάχιστη ετήσια θερμοκρασία για τα δεδομένα αναφοράς (ERA5) και τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010)

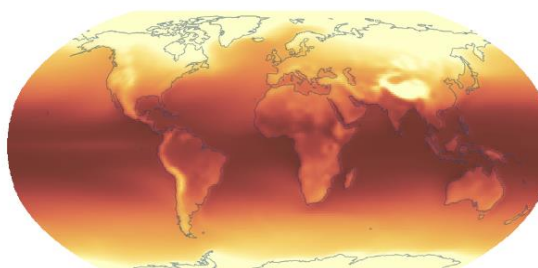
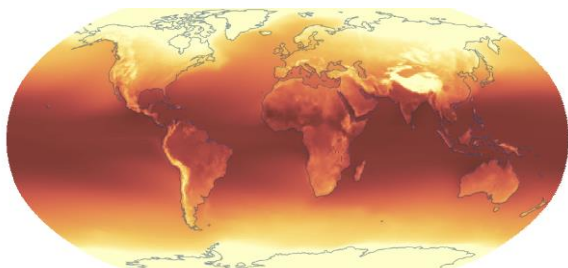
Minimum Temperature (Seasonal)

HISTORICAL

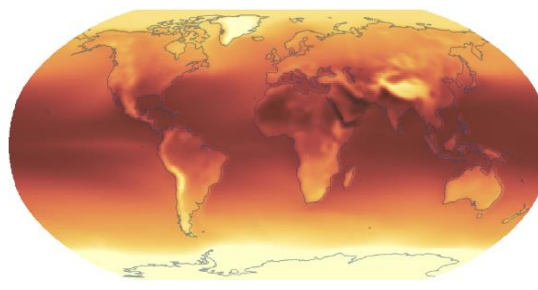
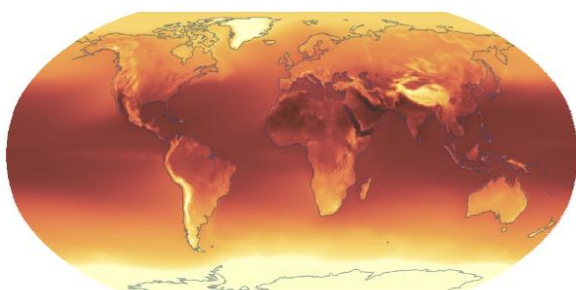
DECEMBER - FEBRUARY



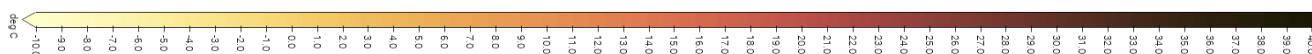
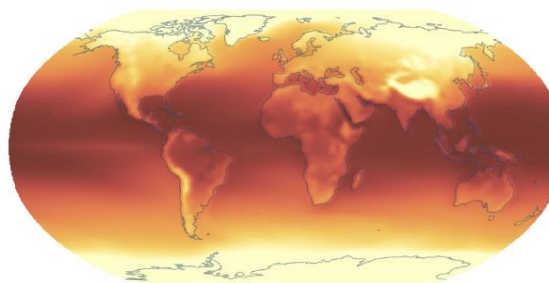
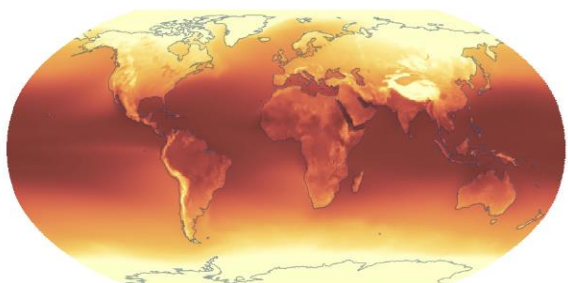
MARCH - MAY



JUNE - AUGUST



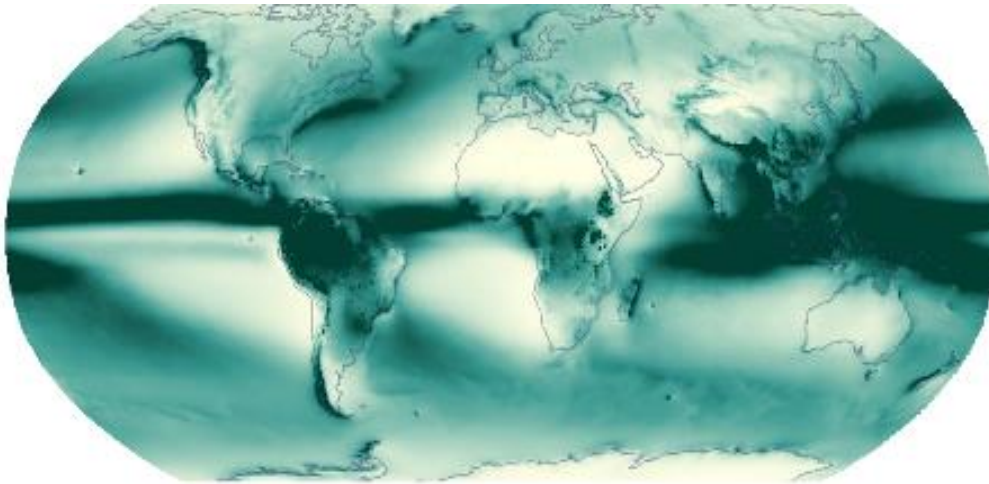
SEPTEMBER - NOVEMBER



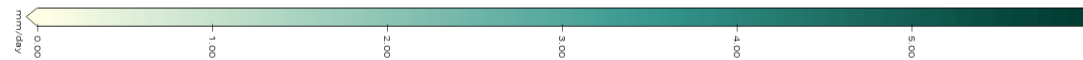
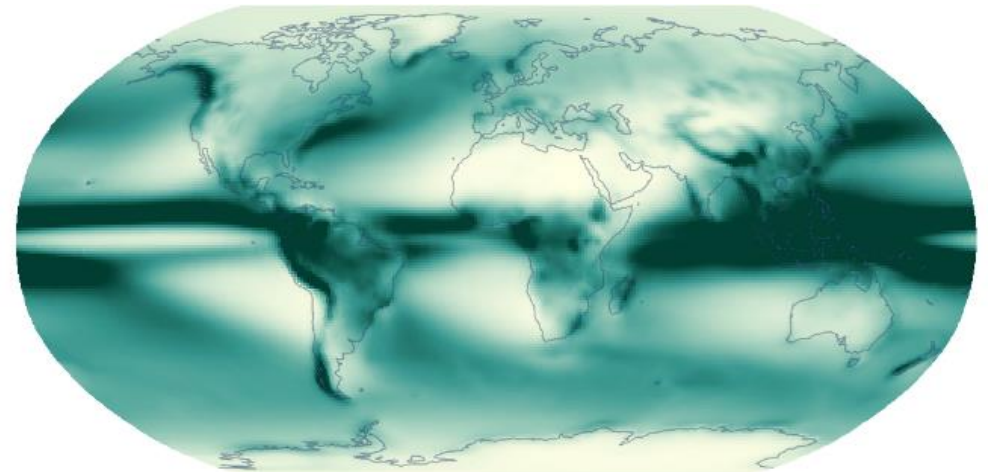
Σχήμα 3.1.6: Ελάχιστη θερμοκρασία ανά εποχή για τα δεδομένα αναφοράς (ERA5) και τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010)

Total Annual Precipitation

ERA5



HISTORICAL



Σχήμα 3.2.1: Ετήσια ολική βροχόπτωση για τα δεδομένα αναφοράς (ERA5) και τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010)

3.2 Ετήσια Βροχόπτωση

Στο σχήμα 3.2.1 διαφαίνεται η μέση ημερήσια βροχόπτωση σε ετήσια βάση (Total Annual Precipitation) για τα δεδομένα του μοντέλου (Ιστορική περίοδος 1981-2010) αλλά και τα δεδομένα αναφοράς (ERA5). Και στην περίπτωση της βροχόπτωσης τα δύο σετ δεδομένων παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες.

Γενικά, οι βροχοπτώσεις στο ετήσιο χρονικό παράθυρο παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές τους στην περιοχή της ισημερινής ζώνης. Αυτό οφείλεται στην επικράτηση της ενδοτροπικής ζώνης σύγκλισης στην συγκεκριμένη περιοχή. Αντίθετα, όπως φαίνεται στο χάρτη, Βόρεια της Αφρικής οι βροχοπτώσεις είναι σχεδόν ανύπαρκτες, δηλαδή της τάξης των 0 χιλιοστών/ημερησίως, γεγονός που αποδεικνύεται αφού πρόκειται για την έρημο Σαχάρα, δηλαδή για ερημικό κλίμα. Επιπρόσθετα, στην Ανταρκτική, τον Αρκτικό ωκεανό και τη Σιβηρία οι βροχοπτώσεις είναι επίσης ελάχιστες, καθώς επικρατούν αντικυκλωνικές συνθήκες στις περιοχές. Τέλος, στα Ιμαλάια εξαιτίας της ύπαρξης του ορεινού όγκου και της συγκέντρωσης της αέριας μάζας στην προσήνεμη πλευρά, εκδηλώνονται έντονα φαινόμενα βροχοπτώσεων - μουσωνικό κλίμα, βροχοπτώσεις που φτάνουν και τη μέγιστη τιμή περίπου 2.5 mm/day. (Σχ. 3.2.1)

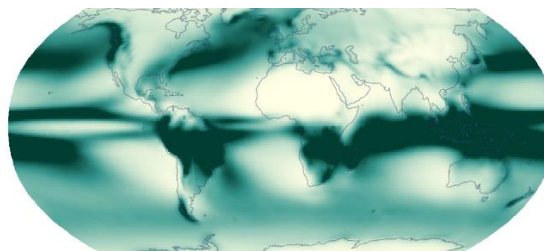
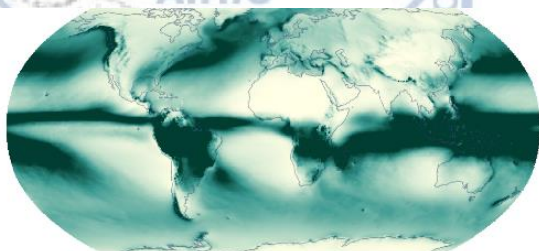
Στη συνέχεια (Σχήμα 3.2.2) προσδιορίζονται οι μέγιστες τιμές των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια της άνοιξης, του χειμώνα, του φθινοπώρου καθώς και του καλοκαιριού.

Γενικά διαπιστώνονται ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιος-Αύγουστος) οι βροχοπτώσεις είναι πιο έντονες, τείνουν δε να φτάσουν τη μέγιστη τιμή τους στην ισημερινή ζώνη (κύριο χαρακτηριστικό των τροπικών κλιμάτων). Επίσης, στην Ασία την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου, υπάρχει το χαμηλό του Πακιστάν (κέντρο χαμηλών πιέσεων), και τροφοδοτεί την περιοχή με αρκετές βροχοπτώσεις που έχουν ένα εύρος 1 - 3 mm/day. Τέλος, όπως φαίνεται και στο χάρτη στην Ινδονησία και γενικά στη Νοτιοανατολική Ασία οι βροχοπτώσεις είναι έντονες με εύρος που φτάνει και τη μέγιστη τιμή, δηλαδή τα 8 mm/day. Οι βροχοπτώσεις αυτές είναι αποτέλεσμα της δράσης των Μουσώνων, που είναι χαρακτηριστικοί τη συγκεκριμένη εποχή του χρόνου. Μπορούμε επομένως να πούμε ότι για την εποχή του καλοκαιριού, στη Νοτιοανατολική Ασία οι βροχοπτώσεις που σημειώθηκαν ήταν 720 mm/season. Αντίστοιχα, κατά την περίοδο Δεκεμβρίου-Φεβρουαρίου η γεωγραφική κατανομή των βροχοπτώσεων εκτείνεται στο Βόρειο Ειρηνικό ωκεανό, καθώς και στον Βόρειο Ατλαντικό, όπως φαίνεται και στο χάρτη. Σε αυτές τις περιοχές βρίσκονται τα μόνιμα κέντρα δράσης και πιο συγκεκριμένα από τις προαναφερόμενες περιοχές περνάνε το βαρομετρικό χαμηλό των Αλεούτιων και το βαρομετρικό χαμηλό της Ισλανδίας. Αντίστοιχα για τις μεταβατικές εποχές της άνοιξης και του φθινοπώρου, η άνοιξη παρουσιάζει μία πιο κοντινή εικόνα με αυτή του καλοκαιριού και το φθινόπωρο φαίνεται να είναι πιο κοντά στην εικόνα του χειμώνα.

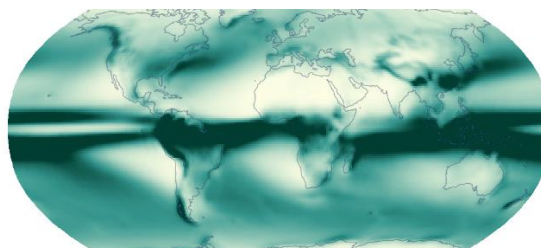
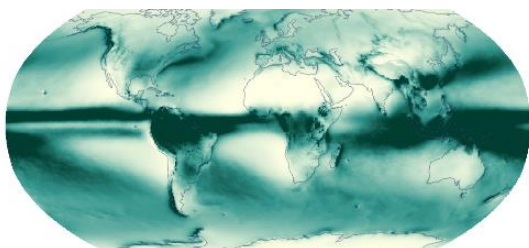
Total Precipitation (Seasonal)

HISTORICAL

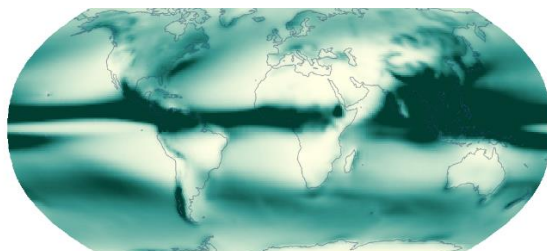
DECEMBER - FEBRUARY



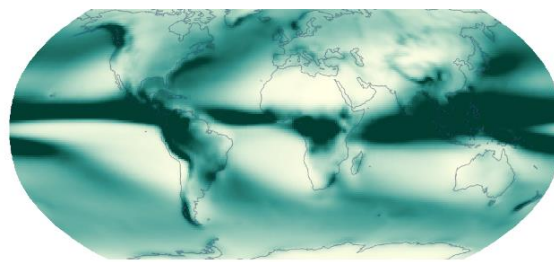
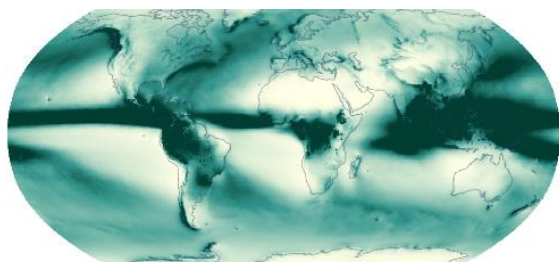
MARCH - MAY



JUNE - AUGUST



SEPTEMBER - NOVEMBER



Σχήμα 3.2.2: Ολική βροχόπτωση ανά εποχή για τα δεδομένα αναφοράς (ERA5) και τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010)

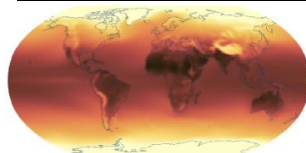
4. Αποτελέσματα για τα Κλιματικά Σενάρια

4.1 Θερμοκρασίες

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των κλιματικών σεναρίων για τις κλιματικές παραμέτρους της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης τα οποία συγκρίνονται με τα αντίστοιχα ιστορικά δεδομένα (περίοδος 1981-2010). Οι συγκρίσεις πραγματοποιούνται για δύο χρονικές περιόδους, για τα έτη 2041-2060 και για τα έτη 2081-2100. Επίσης, η ανάλυση πραγματοποιείται αρχικά σε ετήσια και έπειτα σε εποχιακή βάση. Στο σχήμα 4.1.1 φαίνεται η μέγιστη ετήσια θερμοκρασία (Maximum Annual Temperature) της περιόδου 2041-2060. Στο Βορειοδυτικό τμήμα της Αμερικής οι μέγιστες θερμοκρασίες αυξάνονται σταδιακά ανά σενάριο. Όταν για τα ιστορικά δεδομένα η θερμοκρασία είναι κάτω από 0°C, τα σενάρια για την ίδια περιοχή είναι πάνω από 0°C και συγκεκριμένα για το σενάριο 4, η διαφορά αγγίζει τους 2°C. Έπειτα, στη δυτική και κεντρική Ευρώπη η διαφορά στις μέγιστες θερμοκρασίες είναι της τάξης των 3°C στο σενάριο 1, τη στιγμή που τα ιστορικά δεν ξεπερνούν τους 12°C. Τέλος, η μέγιστη θερμοκρασία που παρουσιάζει ο Αρκτικός ωκεανός στα ιστορικά δεδομένα είναι της τάξης των -12°C, ενώ το σενάριο 4 δίνει περίπου 6 βαθμούς αύξηση με μέγιστη θερμοκρασία τους -6.8°C.

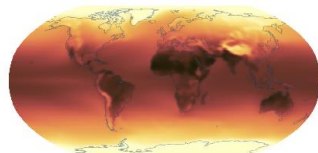
Maximum Annual Temperature

HISTORICAL (1981-2010)

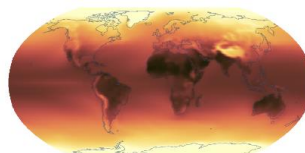


MEDIUM TERM (2041-2060)

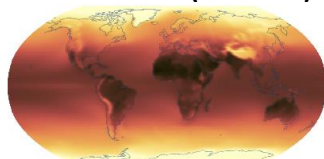
SCENARIO 1 (SSP1-2.6)



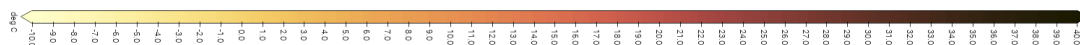
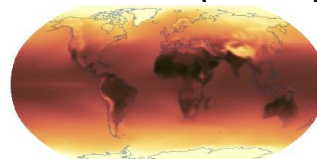
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 3 (SSP3-7.0)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

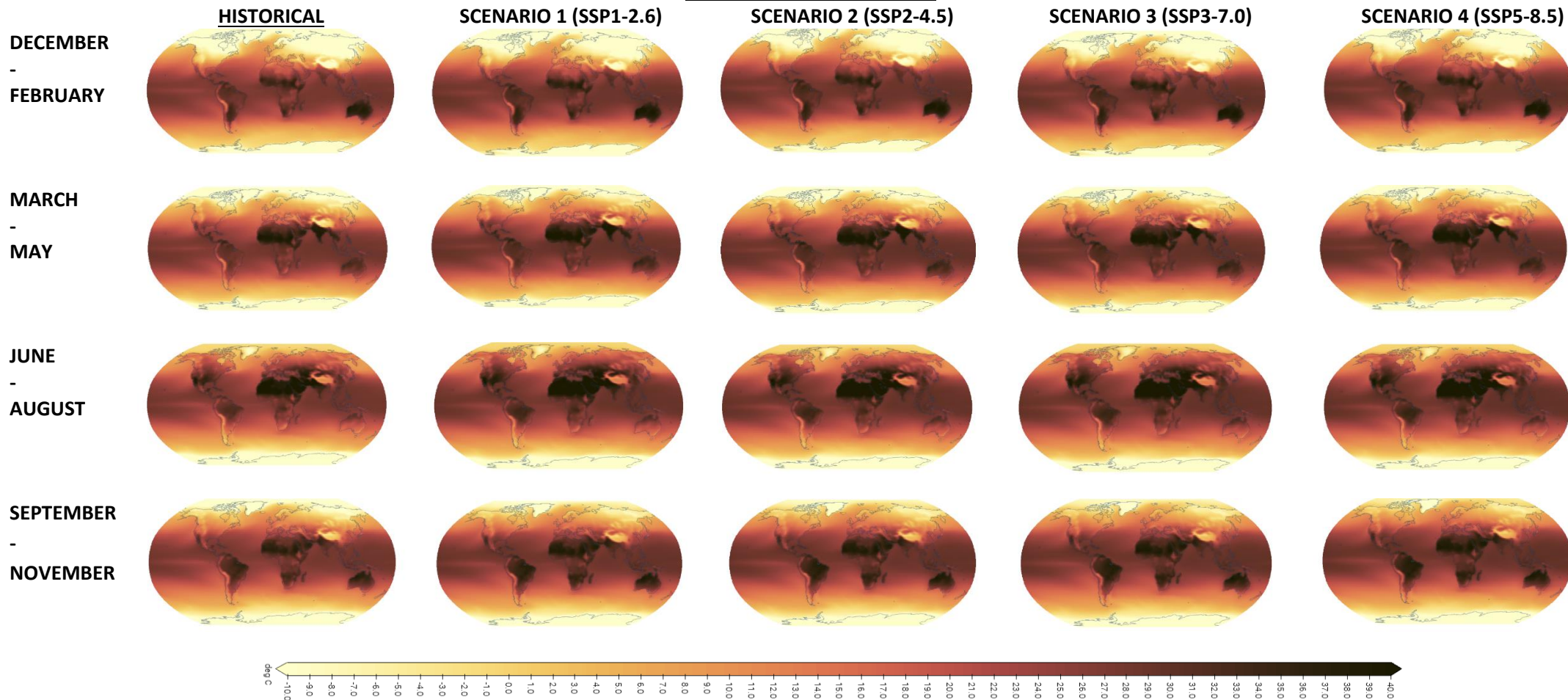


Σχήμα 4.1.1: Μέγιστη ετήσια θερμοκρασία για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Αντίστοιχα, στο σχήμα 4.1.2 φαίνεται η μέγιστη θερμοκρασία ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα και τα δεδομένα της περιόδου 2041-2060. Ελάχιστες διαφορές παρατηρούνται, με τη μεγαλύτερη να σημειώνεται στον Αρκτικό ωκεανό το φθινόπωρο με τη μέγιστη θερμοκρασία στο σενάριο 3 να φτάνει τους -3.8°C, όταν για την ίδια περιοχή στα ιστορικά δεδομένα η μέγιστη θερμοκρασία είναι -11°C. Επίσης στην Ανατολική Ευρώπη το χειμώνα η μέγιστη θερμοκρασία για την ιστορική περίοδο 1981-2010 είναι περίπου -7°C, ενώ στο σενάριο 4 η μέγιστη θερμοκρασία αυξάνεται και ανέρχεται στους -3.7°C.

Maximum Temperature (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

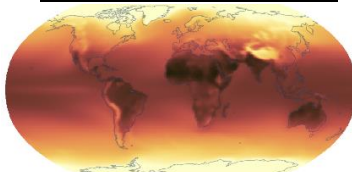


Σχήμα 4.1.2: Μέγιστη θερμοκρασία ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Στη συνέχεια, (Σχήμα 4.1.3) φαίνονται τα σενάρια για τη μακροπρόθεσμη περίοδο (2081-2100) αρχικά σε ετήσια βάση και ακολούθως ανά εποχή. Στην περιοχή της Νότιας Ασίας υπάρχει μια διαφορά περίπου 4 βαθμών, καθώς το σενάριο 4 παρουσιάζει μέγιστη ετήσια θερμοκρασία 34°C, τη στιγμή που τα ιστορικά δεδομένα δε ξεπερνούν τους 30°C. Επίσης, για τον Αρκτικό ωκεανό, το σενάριο 4 δίνει θερμοκρασίες της τάξης των -0.8 με -0.9°C, ενώ στα ιστορικά δεδομένα η μέγιστη θερμοκρασία είναι πολύ μικρότερη περίπου -13°C. Τέλος, στη Δυτική και Κεντρική Ευρώπη η διαφορά στις μέγιστες θερμοκρασίες φτάνει περίπου τους 6 βαθμούς Κελσίου, αφού το σενάριο 4 παρουσιάζει μέγιστη ετήσια 17.4°C και τα ιστορικά δεδομένα 11.7°C.

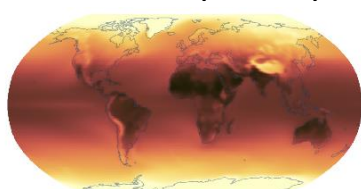
Maximum Annual Temperature

HISTORICAL (1981-2010)

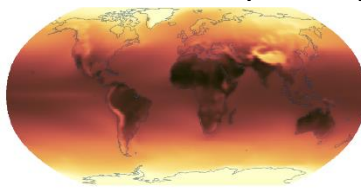


LONG TERM (2081-2100)

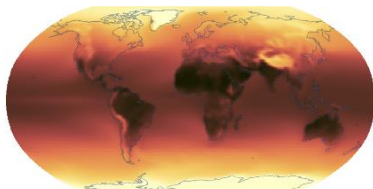
SCENARIO 1 (SSP1-2.6)



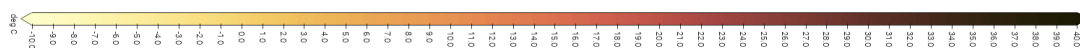
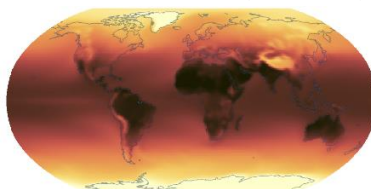
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 3 (SSP3-7.0)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

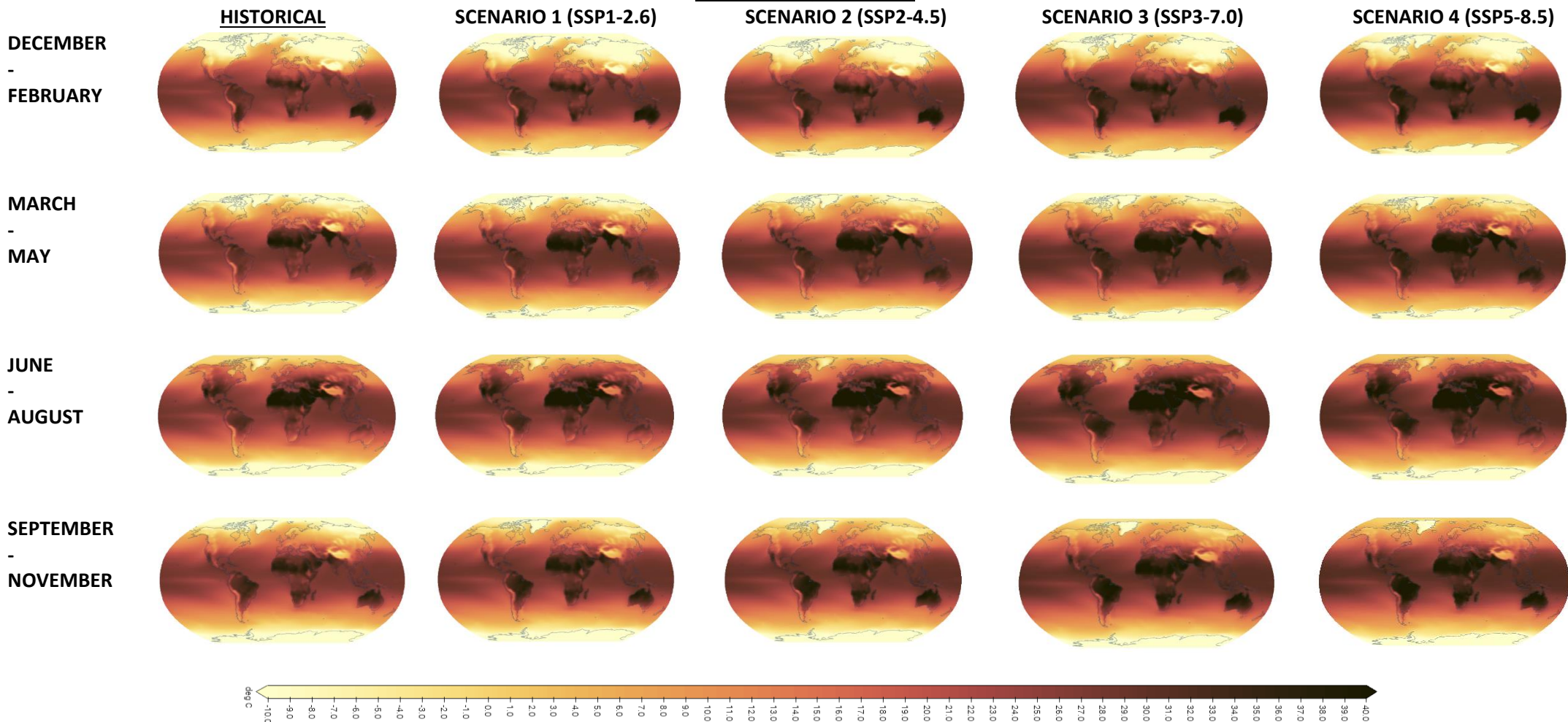


Σχήμα 4.1.3: Μέγιστη ετήσια θερμοκρασία για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Τέλος, στο σχήμα 4.1.4 παρουσιάζεται η μέγιστη θερμοκρασία ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Συλλογικά δεν παρατηρούνται μεγάλες διαφορές μεταξύ των ιστορικών και των μελλοντικών δεδομένων. Ωστόσο, σε μερικές περιοχές η μέγιστη θερμοκρασία μεταβάλλεται σε μεγάλο βαθμό. Μεγάλη διαφορά της τάξης των 12°C παρουσιάζει ο Αρκτικός ωκεανός το φθινόπωρο, καθώς η μέγιστη θερμοκρασία της ιστορικής περιόδου (-11°C) αυξάνεται και ειδικά για το σενάριο 3, στο οποίο σημειώνεται θερμοκρασία πάνω από 0°C. Τέλος, στη Κεντρική και Βόρεια Αμερική για τους μήνες Μάρτιο-Μάιο το σενάριο 4 παρουσιάζει μέγιστη θερμοκρασία περίπου 30°C, τη στιγμή που για τα ιστορικά δεδομένα η μέγιστη θερμοκρασία δε ξεπερνάει τους 25°C.

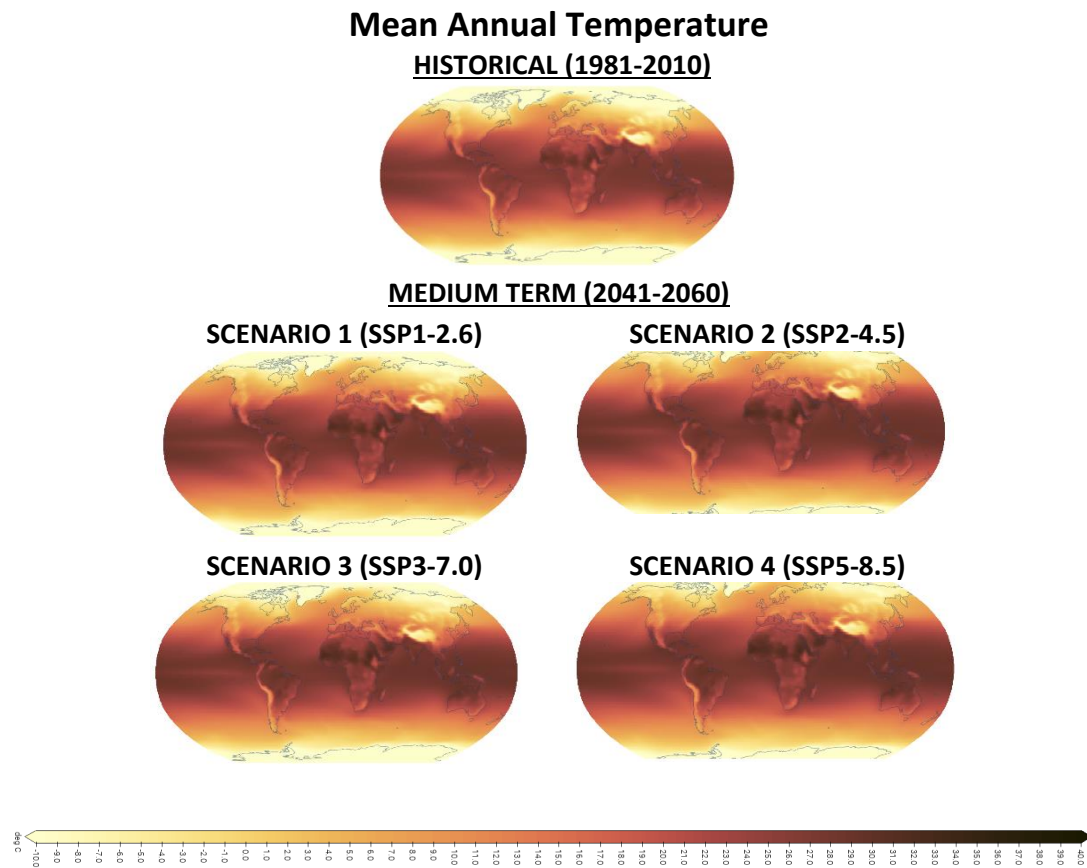
Maximum Temperature (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)



Σχήμα 4.1.4: Μέγιστη θερμοκρασία ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Η επόμενη παράμετρος που εξετάζεται είναι η μέση θερμοκρασία (Mean Annual Temperature). Στο σχήμα 4.1.5 φαίνεται η μέση ετήσια θερμοκρασία για την περίοδο 2041-2060 και η οποία συγκρίνεται με τα ιστορικά δεδομένα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία στη Μεσόγειο για την περίοδο 2041-2060 παρουσιάζει αύξηση περίπου 2 βαθμούς Κελσίου για το σενάριο 1. Ακόμα στη Κεντρική και Βόρεια Αμερική το σενάριο 3 παρουσιάζει μια μικρή διαφορά της τάξης των 3°C.



Σχήμα 4.1.5: Μέση ετήσια θερμοκρασία για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Σε επόμενο σχήμα (Σχήμα 4.1.6) φαίνεται η μέση θερμοκρασία ανά εποχή. Τα σενάρια έχουν αρκετές ομοιότητες με τα δεδομένα της ιστορικής περιόδου 1981-2060 για κάθε εποχή του χρόνου. Ωστόσο, σε μερικές περιοχές η διαφορά στις μέσες θερμοκρασίες είναι αισθητή. Αρχικά στην Ανατολική Ευρώπη το καλοκαίρι, το σενάριο 2 παρουσιάζει μέση θερμοκρασία 21.7°C τη στιγμή που για τα ιστορικά δεδομένα η μέση θερμοκρασία δε ξεπερνάει τους 20°C. Επίσης, βόρεια της Ρωσίας μεταξύ ιστορικών δεδομένων και σεναρίου 3 υπάρχει για την εποχή Σεπτεμβρίου-Νοεμβρίου αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά περίπου 5°C, αφού στα ιστορικά δεδομένα η θερμοκρασία είναι -9.1°C και στο σενάριο 3 -3.9°C.

Mean Temperature (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

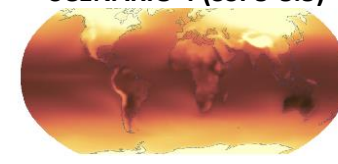
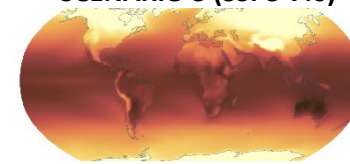
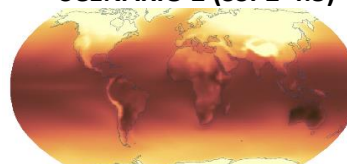
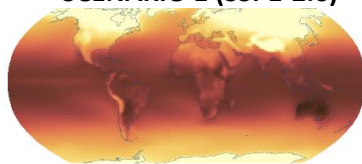
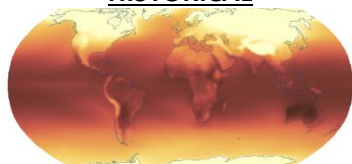
SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

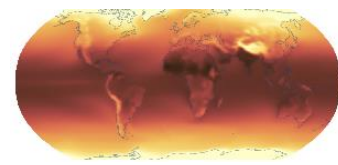
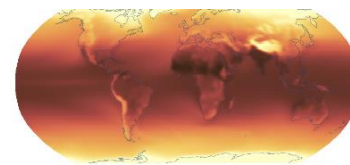
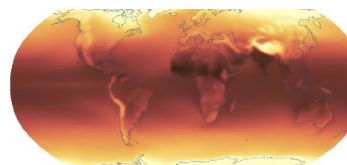
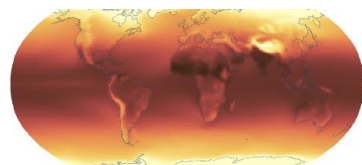
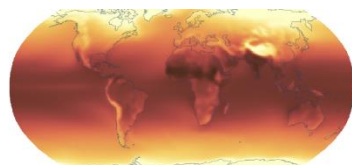
SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

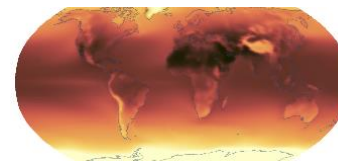
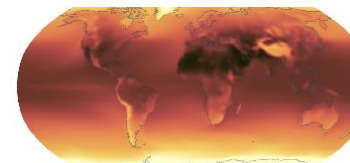
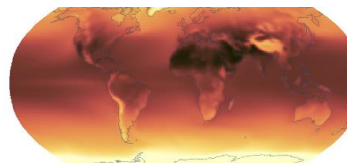
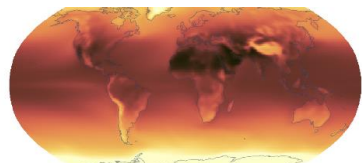
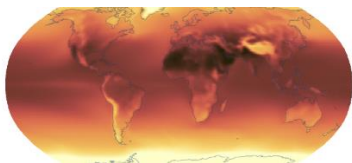
DECEMBER
-
FEBRUARY



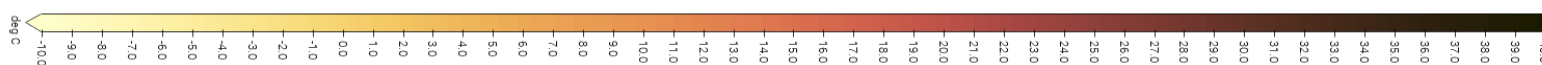
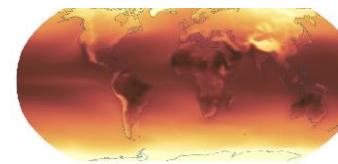
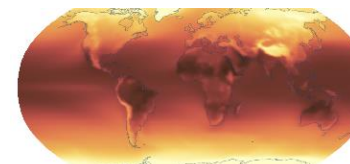
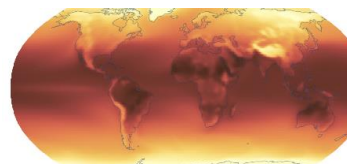
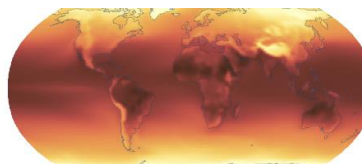
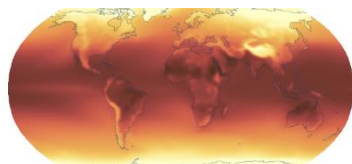
MARCH
-
MAY



JUNE
-
AUGUST

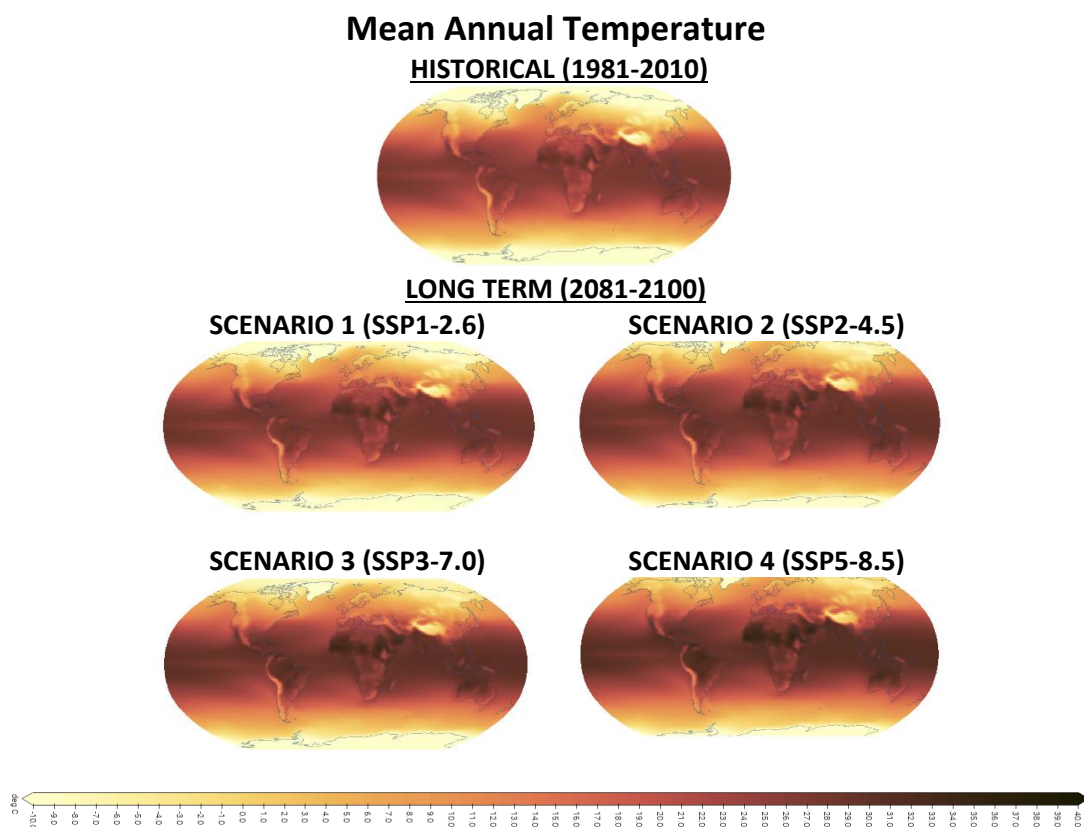


SEPTEMBER
-
NOVEMBER



Σχήμα 4.1.6 :Μέση θερμοκρασία ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Με αντίστοιχο τρόπο παρουσιάζονται στο σχήμα 4.1.7 και 4.1.8 η μέση ετήσια θερμοκρασία για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100 και η μέση θερμοκρασία για τις 4 εποχές του έτους. Πρώτα παρατηρείται (Σχήμα 4.1.7) στη Μεσόγειο σταδιακή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας όσο περνάμε από το ένα σενάριο στο επόμενο, συγκριτικά πάντα με τα δεδομένα της ιστορικής περιόδου. Πιο συγκεκριμένα, η θερμοκρασία από 16.6°C φτάνει στο σενάριο 4 τους 21.6°C. Άλλη μια περιοχή που εμφανίζει αισθητή διαφορά είναι η Κεντρική Αφρική στην οποία το σενάριο 4 παρουσιάζει μέση θερμοκρασία περίπου 30°C, ενώ η μέση θερμοκρασία των ιστορικών δεδομένων ήταν 25°C.

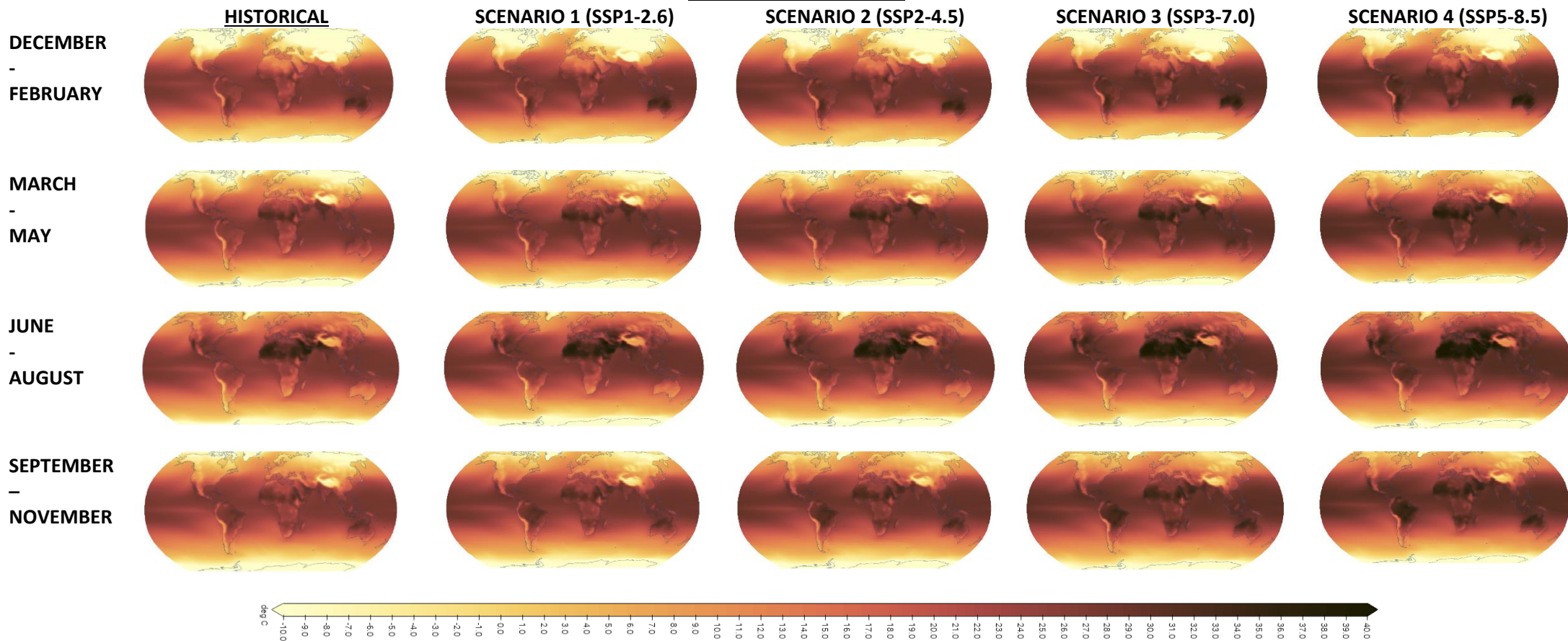


Σχήμα 4.1.7: Μέση ετήσια θερμοκρασία για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Ακολουθώντας (Σχήμα 4.1.8) παρατηρείται η μέση θερμοκρασία ανά εποχή με χαρακτηριστική διαφορά μεταξύ των ιστορικών και μελλοντικών δεδομένων στην περιοχή της Σαχάρας. Την περίοδο Σεπτεμβρίου-Νοεμβρίου τα δεδομένα για την ιστορική περίοδο παρουσιάζουν μέση θερμοκρασία της τάξης των 25°C και το σενάριο 4 δίνει για την ίδια περίοδο μέση θερμοκρασία περίπου 6°C περισσότερο. Επίσης, στη Βόρεια Ρωσία τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου την περίοδο Σεπτεμβρίου-Νοεμβρίου έχουν μέση θερμοκρασία περίπου -9°C, ενώ για το σενάριο 4 η μέση θερμοκρασία ξεπερνάει τους 0°C και ανέρχεται στους 1.2°C. Τέλος, η Ανατολική Ευρώπη εμφανίζει διαφορά με το σενάριο 4 την περίοδο του καλοκαιριού και είναι της τάξης των 7°C, αφού τα ιστορικά δεδομένα παρουσιάζουν μέση θερμοκρασία 19.2°C και το σενάριο 4 μέση θερμοκρασία 26.2°C.

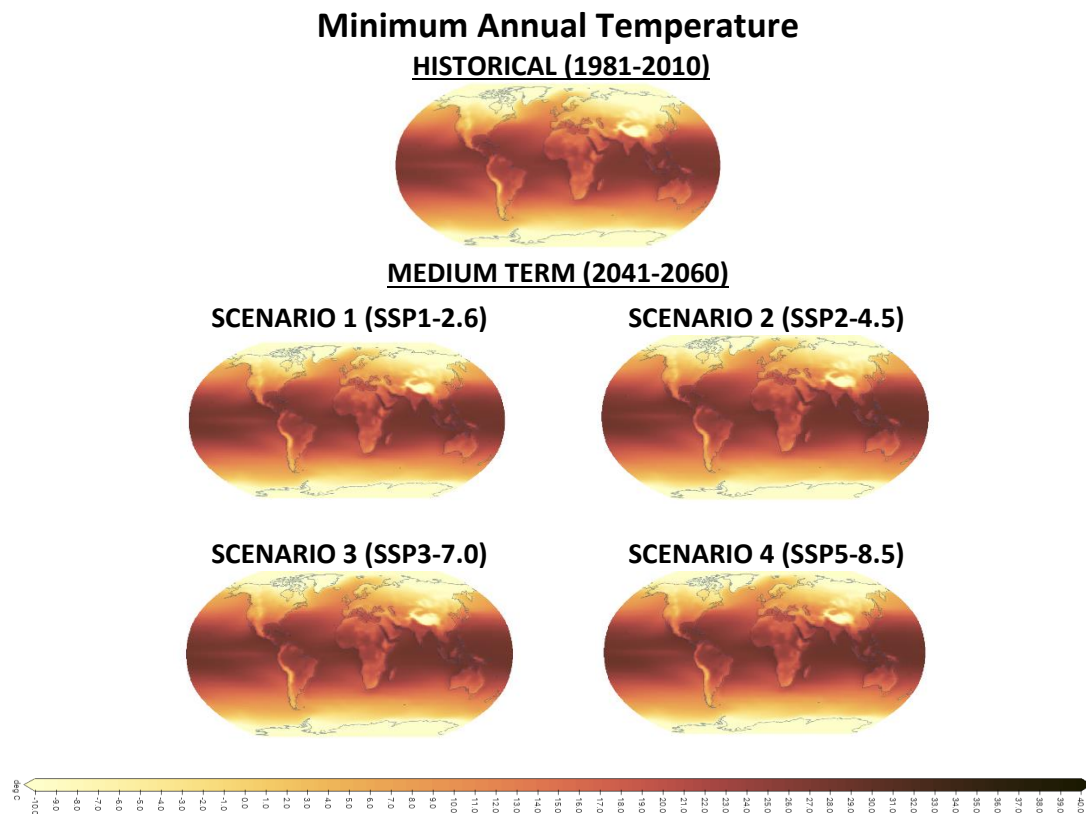
Mean Temperature (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)



Σχήμα 4.1.8: Μέση θερμοκρασία ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Τελευταία παράμετρος θερμοκρασίας που εξετάζεται είναι η ελάχιστη θερμοκρασία (Minimum Annual Temperature). Στο σχήμα 4.1.9 παρουσιάζεται η ελάχιστη ετήσια θερμοκρασία για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Στον Καναδά τα ιστορικά δεδομένα παρουσιάζουν ελάχιστη θερμοκρασία της τάξης των -9.7°C , ενώ στο σενάριο 2 φαίνεται πως η ελάχιστη θερμοκρασία είναι αρκετά διαφορετική και φτάνει τους -6.2°C . Επίσης, νότια της Ασίας το σενάριο 1 δίνει μια διαφορά περίπου 2 βαθμούς Κελσίου παραπάνω από την ελάχιστη θερμοκρασία που φαίνεται να καταγράφεται για τα ιστορικά δεδομένα.



Σχήμα 4.1.9: Ελάχιστη ετήσια θερμοκρασία για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Στη συνέχεια (Σχήμα 4.1.10) παρατηρείται για το ίδιο σετ δεδομένων η ελάχιστη θερμοκρασία, αλλά ανά εποχή αυτή τη φορά. Στη Μεσόγειο παρατηρείται αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας της τάξης των 3 βαθμών περίπου για τους μήνες Σεπτέμβριο-Νοέμβριο, αφού για τα ιστορικά δεδομένα η ελάχιστη θερμοκρασία φτάνει τους 14.6°C , ενώ στο σενάριο 4 η θερμοκρασία αυτή είναι 17.1°C . Στην Κεντρική Αφρική το σενάριο 1 για τους μήνες Μάρτιο-Μάιο παρουσιάζει ελάχιστη θερμοκρασία 24.2°C και στα ιστορικά δεδομένα για την ίδια χρονική περίοδο η θερμοκρασία δεν ξεπερνάει τους 23°C . Τέλος, η Κεντρική Αμερική το χειμώνα παρουσιάζει ελάχιστη θερμοκρασία της τάξης των -4.2°C για την ιστορική περίοδο 1981-2010, ενώ το σενάριο 3 δείχνει αύξηση της ελάχιστης αυτής θερμοκρασίας την περίοδο 2041-2060 (-1.6°C).

Minimum Temperature (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

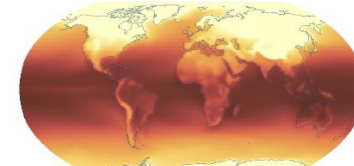
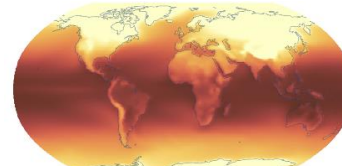
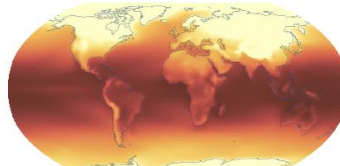
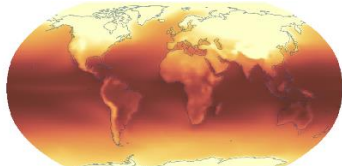
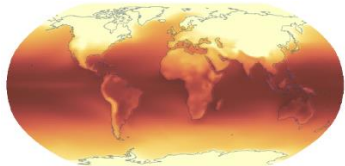
SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

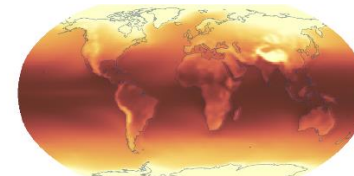
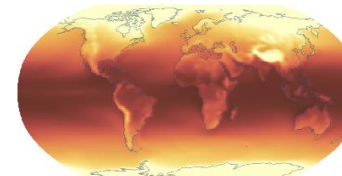
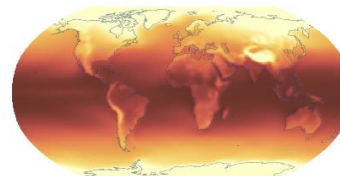
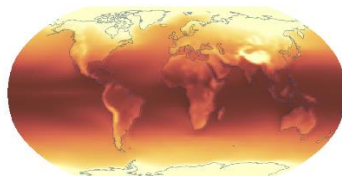
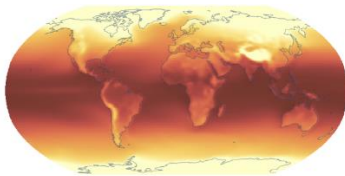
SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

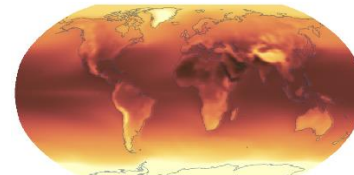
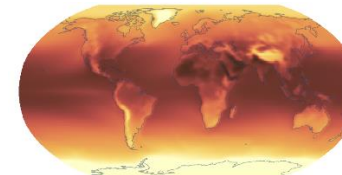
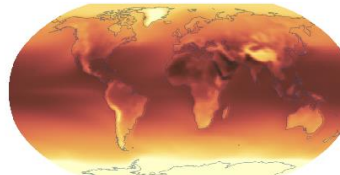
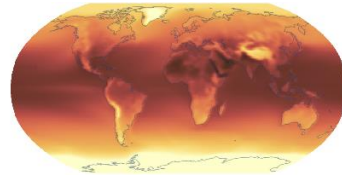
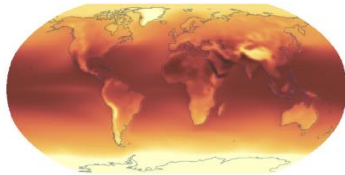
DECEMBER
-
FEBRUARY



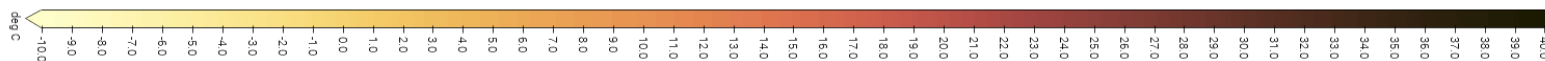
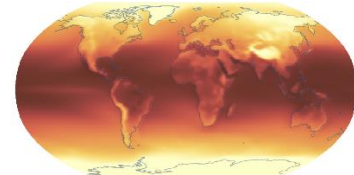
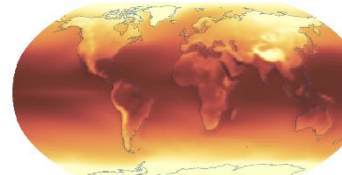
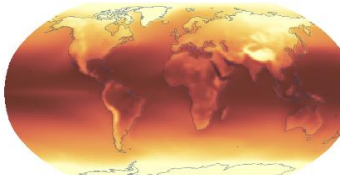
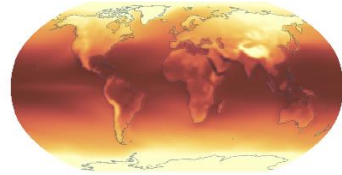
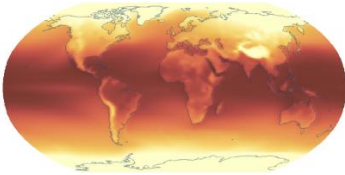
MARCH
-
MAY



JUNE
-
AUGUST



SEPTEMBER
-
NOVEMBER

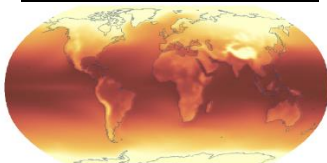


Σχήμα 4.1.10: Ελάχιστη θερμοκρασία ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Ακολουθώντας στο σχήμα 4.1.11 φαίνεται η ελάχιστη ετήσια θερμοκρασία για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δύο σετ δεδομένων με την επικρατέστερη να είναι αυτή στον Καναδά, στην οποία το σενάριο 4 δείχνει μια αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας της τάξης των 9°C (Ιστορικά δεδομένα, -9.7°C - Σενάριο 4, -0.4°C). Τέλος, στη Νότια Ασία παρατηρείται μια διαφορά μικρότερου εύρους από αυτή του Καναδά και είναι της τάξης των 4°C, με τα ιστορικά δεδομένα της χρονικής περιόδου 1981-2010 να καταγράφουν ελάχιστη θερμοκρασία 19.8°C, σε αντίθεση με το σενάριο 3, που καταγράφει 23.7°C.

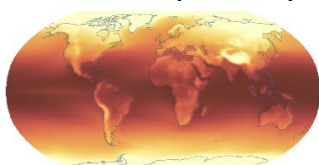
Minimum Annual Temperature

HISTORICAL (1981-2010)

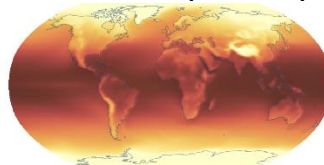


LONG TERM (2081-2100)

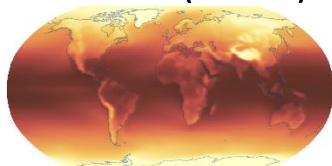
SCENARIO 1 (SSP1-2.6)



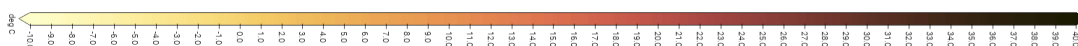
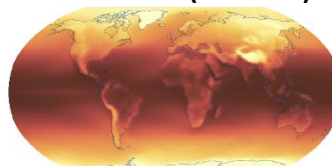
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 3 (SSP3-7.0)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

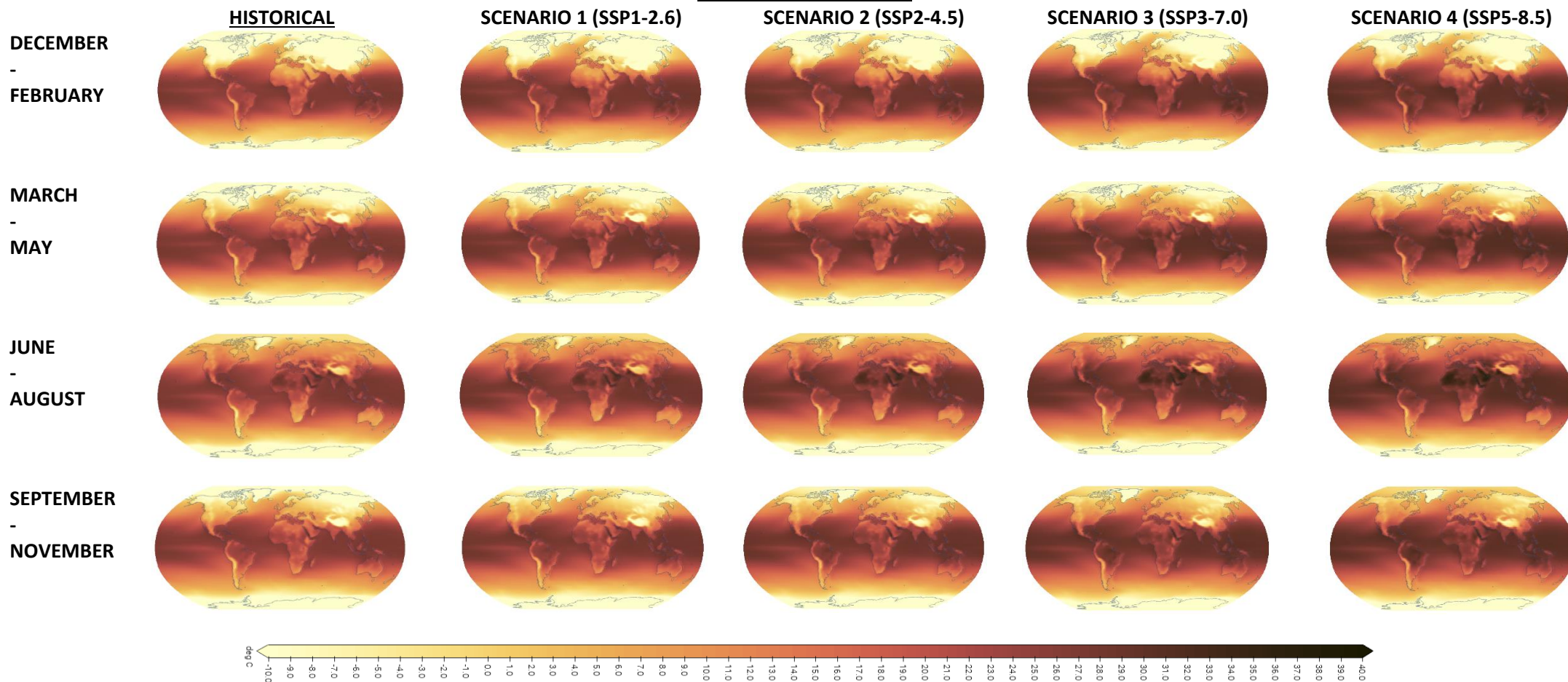


Σχήμα 4.1.11: Ελάχιστη ετήσια θερμοκρασία για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Τέλος, στο σχήμα 4.1.12 φαίνονται οι διαφορές μεταξύ της ελάχιστης θερμοκρασίας ανά την εποχή και των δεδομένων του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Αρχικά, το χειμώνα η Κεντρική Αμερική στο σενάριο 4 παρουσιάζει ελάχιστη θερμοκρασία περίπου 2°C, τη στιγμή που τα ιστορικά δεδομένα έχουν ελάχιστη θερμοκρασία κάτω από 0 βαθμούς και πιο συγκεκριμένα -4.2°C. Επίσης, στη Δυτική Ευρώπη παρατηρείται μια διαφορά παρόμοιας τάξης μεγέθους με την Κεντρική Αμερική για την εποχή του χειμώνα (Σενάριο 4, ελάχιστη θερμοκρασία 2.3°C, Ιστορικά δεδομένα, ελάχιστη θερμοκρασία -3.8°C). Άλλη μια αντίθεση που παρατηρείται είναι στον Βόρειο Ειρηνικό ωκεανό την θερινή περίοδο (Ιούνιος-Αύγουστος), με την ελάχιστη θερμοκρασία να παρουσιάζει αύξηση περίπου 3°C, με το σενάριο 3 να καταγράφει ελάχιστη θερμοκρασία 24.5°C.

Minimum Temperature (Seasonal)

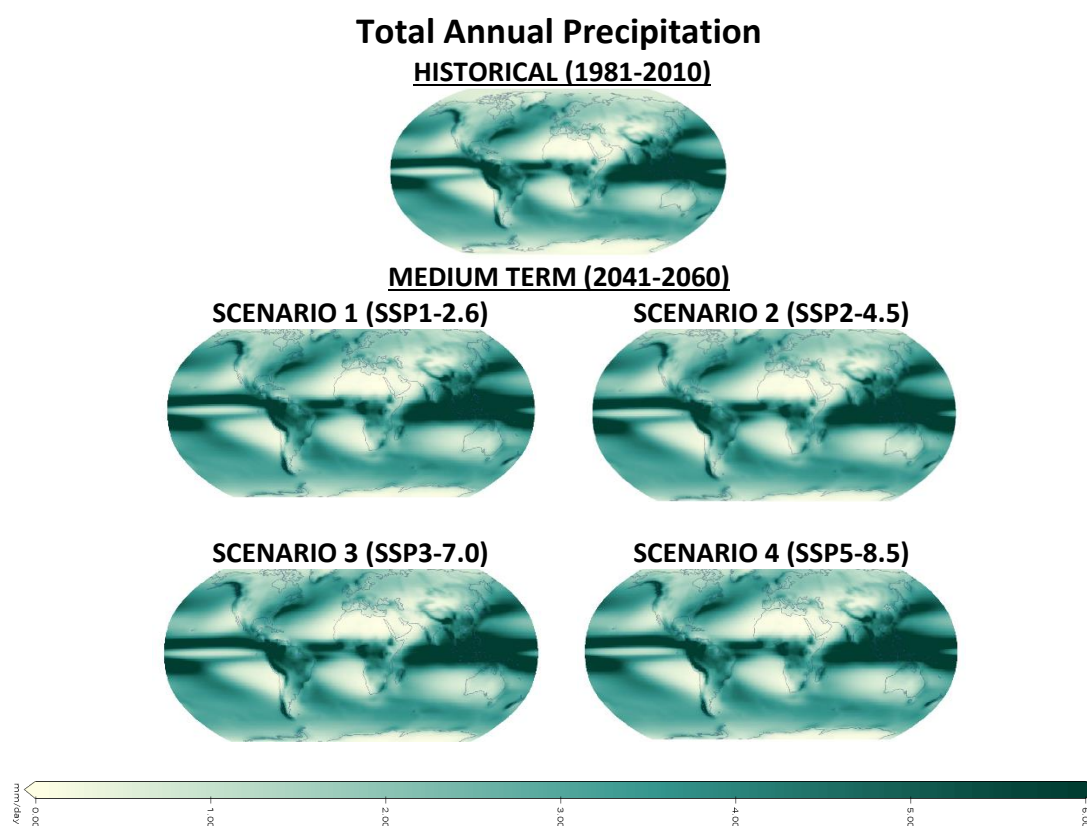
LONG TERM(2081-2100)



Σχήμα 4.1.12: Ελάχιστη θερμοκρασία ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

4.2 Βροχόπτωση

Στη συνέχεια, μελετήθηκε και η μεταβολή της ετήσιας ολικής βροχόπτωσης (Total Annual Precipitation) για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Οι μέγιστες βροχοπτώσεις εμφανίζονται στην ενδοτροπική ζώνη σύγκλισης και σε περιοχές με μουσωνικά κλίματα. Ειδικότερα ο Ειρηνικός ωκεανός κοντά στην περιοχή του Ισημερινού παρουσιάζει για το σενάριο 4 βροχόπτωση περίπου 5.3 mm/day, ενώ στα ιστορικά δεδομένα η ολική βροχόπτωση έφτανε μόλις τα 4.8 mm/day. Ακόμα, στον Ινδικό ωκεανό όπου έχουμε μουσωνική κυκλοφορία η βροχόπτωση είναι σχεδόν η ίδια στα ιστορικά δεδομένα (5.9 mm/day) και τα σενάρια (σε όλα έχει τιμή 6 mm/day), αφού αγγίζει τη μέγιστη τιμή 6 mm/day.

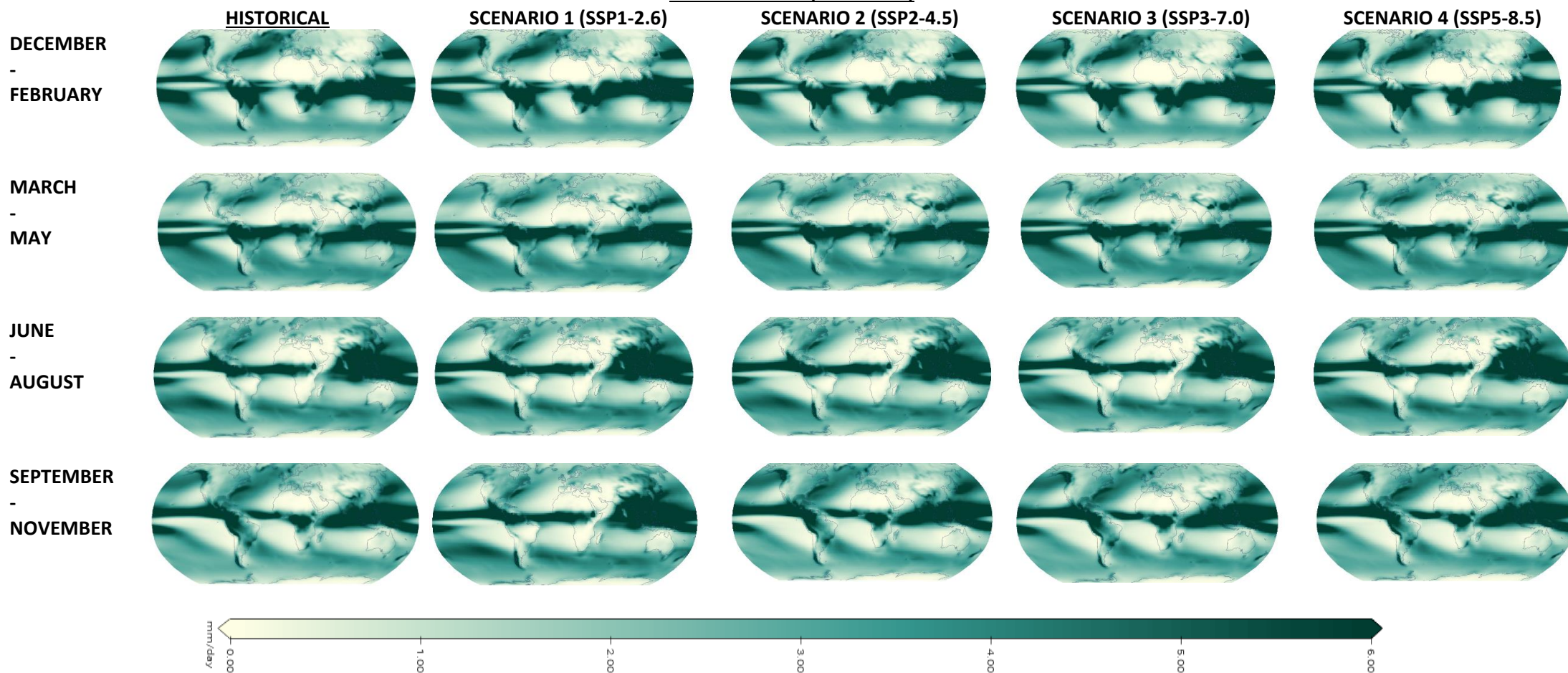


Σχήμα 4.2.1: Ετήσια ολική βροχόπτωση για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Στη συνέχεια (Σχήμα 4.2.2) παρουσιάζεται η ολική βροχόπτωση ανά εποχή για το ίδιο κλιματικό σενάριο. Δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μεταξύ σεναρίων και ιστορικών δεδομένων για την εκάστοτε εποχή. Στη Μεσόγειο φαίνεται οι μέγιστες βροχοπτώσεις να εμφανίζονται την περίοδο του χειμώνα και οι ελάχιστες βροχοπτώσεις το καλοκαίρι, γεγονός που υποστηρίζεται από το κλίμα που επικρατεί στη συγκεκριμένη περιοχή και το οποίο φέρει και το αντίστοιχο όνομα. Τέλος, στη Βραζιλία την περίοδο του καλοκαιριού του Βορείου ημισφαιρίου οι βροχοπτώσεις έχουν τη μέγιστη τιμή (χειμώνας Νοτίου ημισφαιρίου) από τις άλλες εποχές και φτάνουν περίπου τα 5 mm/day και για τα ιστορικά δεδομένα και για τα 4 σενάρια της περιόδου 2041-2060. Η εποχιακή βροχόπτωση δηλαδή την καλοκαιρινή περίοδο φτάνει τα 450 mm.

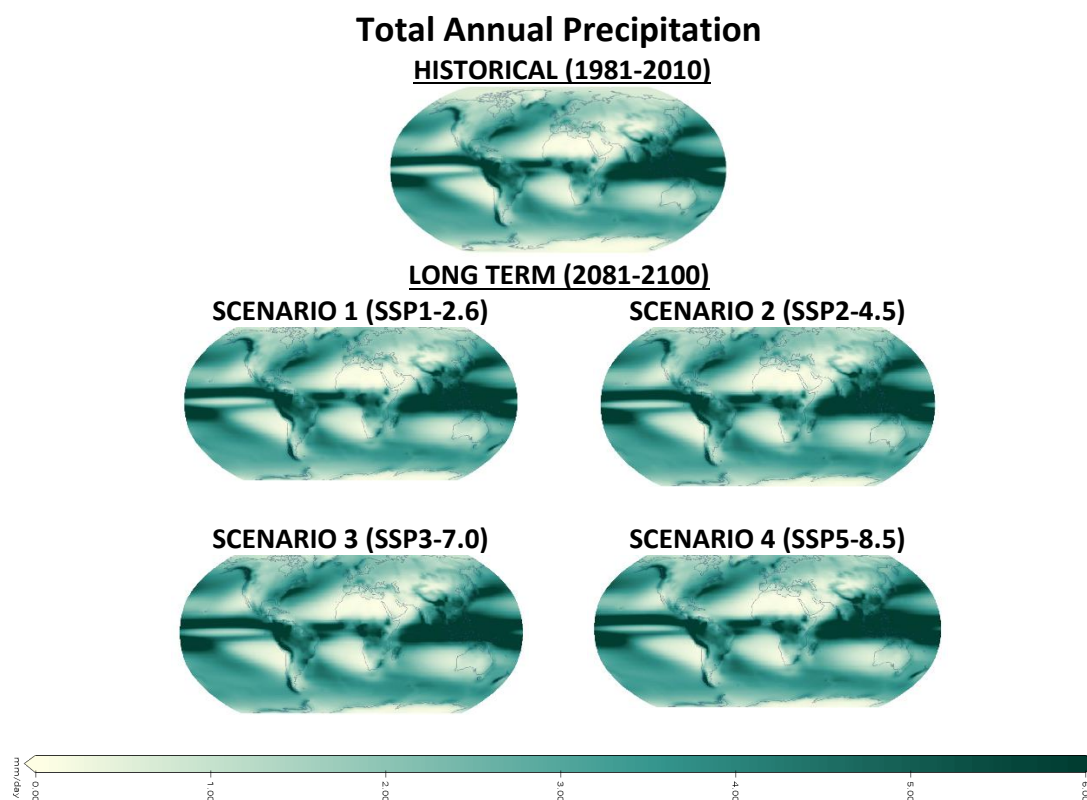
Total Precipitation (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)



Σχήμα 4.2.2: Ολική βροχόπτωση ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 4.2.3) παρατηρείται η ετήσια ολική βροχόπτωση για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Στον ορεινό όγκο των Ιμαλαΐων υπάρχει αύξηση της βροχόπτωσης, αφού το σενάριο 4 δίνει βροχόπτωση της τάξης των 4 mm/day και τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου μόλις βροχόπτωση 2.4 mm/day. Ωστόσο, στη Νότια Ευρώπη υπάρχει μια μικρή εξασθένηση των βροχοπτώσεων της τάξης των 0.3 mm/day (περίπου 100mm το χρόνο) γεγονός που υποδηλώνει ότι στη δεύτερη μελλοντική περίοδο τα μοντέλα προβλέπουν ελάττωση της βροχόπτωσης στην περιοχή. Τα ιστορικά δεδομένα δίνουν μία μέση βροχόπτωση της τάξης των 1.3 mm/day, ενώ το σενάριο 4 μόλις 1 mm/day.

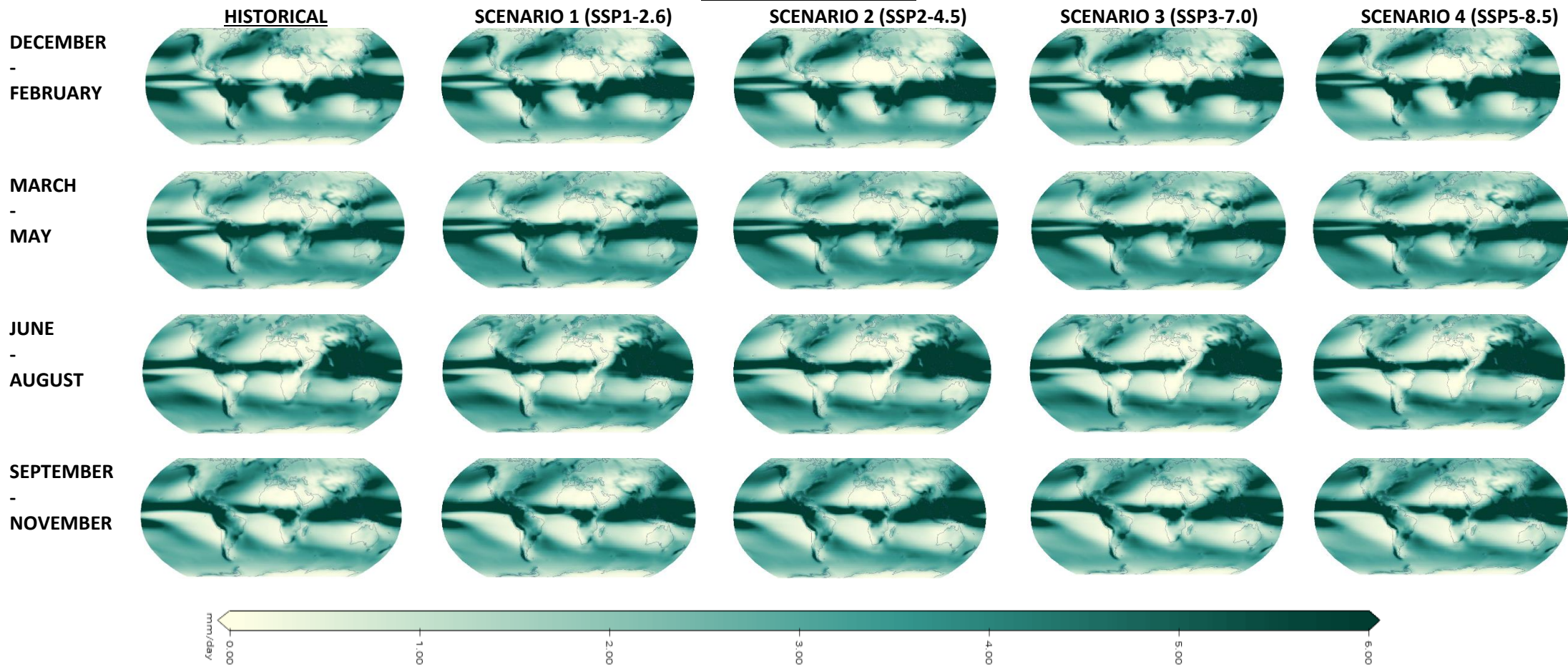


Σχήμα 4.2.3: Ετήσια ολική βροχόπτωση για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Τέλος, στο σχήμα 4.2.4 τα αντίστοιχα αποτελέσματα για τις βροχοπτώσεις ανά εποχή. Στην περιοχή της Νότιας Ευρώπης αναμένουμε ξηρά έως και άνομβρα καλοκαίρια. Πράγματι, την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου για το σενάριο 3 οι βροχοπτώσεις είναι της τάξης των 0.4 mm/day, ενώ για τα ιστορικά δεδομένα την ίδια περίοδο οι βροχοπτώσεις δεν ξεπερνούν τα 0.5 mm/day. Οι μειώσεις για το σενάριο 4 είναι πιο σημαντικές. Επίσης, στον Ειρηνικό ωκεανό στην περιοχή του Ισημερινού οι βροχοπτώσεις παρουσιάζουν για την περίοδο Δεκεμβρίου-Φεβρουαρίου αύξηση μεταξύ σεναρίου 3 (6.1 mm/day) και ιστορικών δεδομένων (5.3 mm/day).

Total Precipitation (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)



Σχήμα 4.2.4: Ολική βροχόπτωση ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

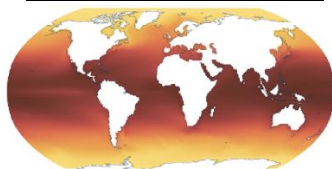
4.3 Άλλες κλιματικές παράμετροι

4.3.1 Θερμοκρασία της Θάλασσας (SST)

Στο σχήμα 4.3.1.1 παρατηρείται η θερμοκρασία στο επίπεδο της θάλασσας σε ετήσια βάση (Annual Sea Surface Temperature) για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Οι μεγαλύτερες τιμές όπως είναι αναμενόμενο εμφανίζονται στην περιοχή του Ισημερινού, ακολουθώντας το μοτίβο της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας. Ειδικότερα, σε σχέση με τη πρώτη μελλοντική περίοδο, στον Ισημερινό Ειρηνικό ωκεανό υπάρχει μια μικρή αύξηση της θερμοκρασίας από 27.4 βαθμούς Κελσίου σε 28.8 βαθμούς για το σενάριο 3. Επίσης, στη Μεσόγειο τα ύδατα παρουσιάζουν αύξηση της τάξης των 2 περίπου βαθμών Κελσίου (Ιστορική περίοδος, 18.8°C - Σενάριο 1, 20.2°C), γεγονός που είναι πολύ σημαντικό, γιατί τα επόμενα σενάρια παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές θερμοκρασίας της θάλασσας για την περιοχή.

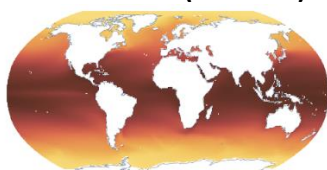
Annual Sea Surface Temperature

HISTORICAL (1981-2010)

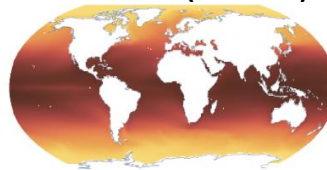


MEDIUM TERM (2041-2060)

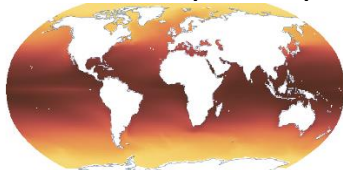
SCENARIO 1 (SSP1-2.6)



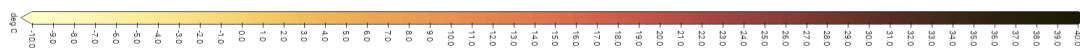
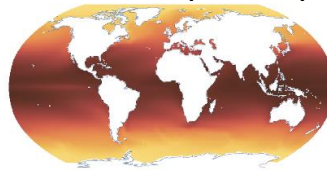
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 3 (SSP3-7.0)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



Σχήμα 4.3.1.1: Ετήσια θερμοκρασία επιφάνειας της θάλασσας για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Ακολουθεί το σχήμα 4.3.1.2 με τη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου στο Νότιο Ινδικό ωκεανό παρουσιάζεται αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτων από 21.6°C σε 22.7°C για το σενάριο 4. Τέλος, η θερμοκρασία στις ακτές της Νοτιοανατολικής Ασίας αυξάνεται το χειμώνα για το σενάριο 3 από 27.9°C της ιστορικής περιόδου σε 29.1°C.

Sea Surface Temperature (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

DECEMBER

- FEBRUARY

MARCH

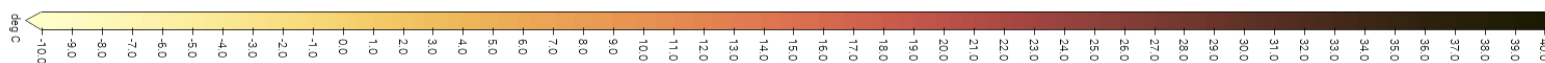
- MAY

JUNE

- AUGUST

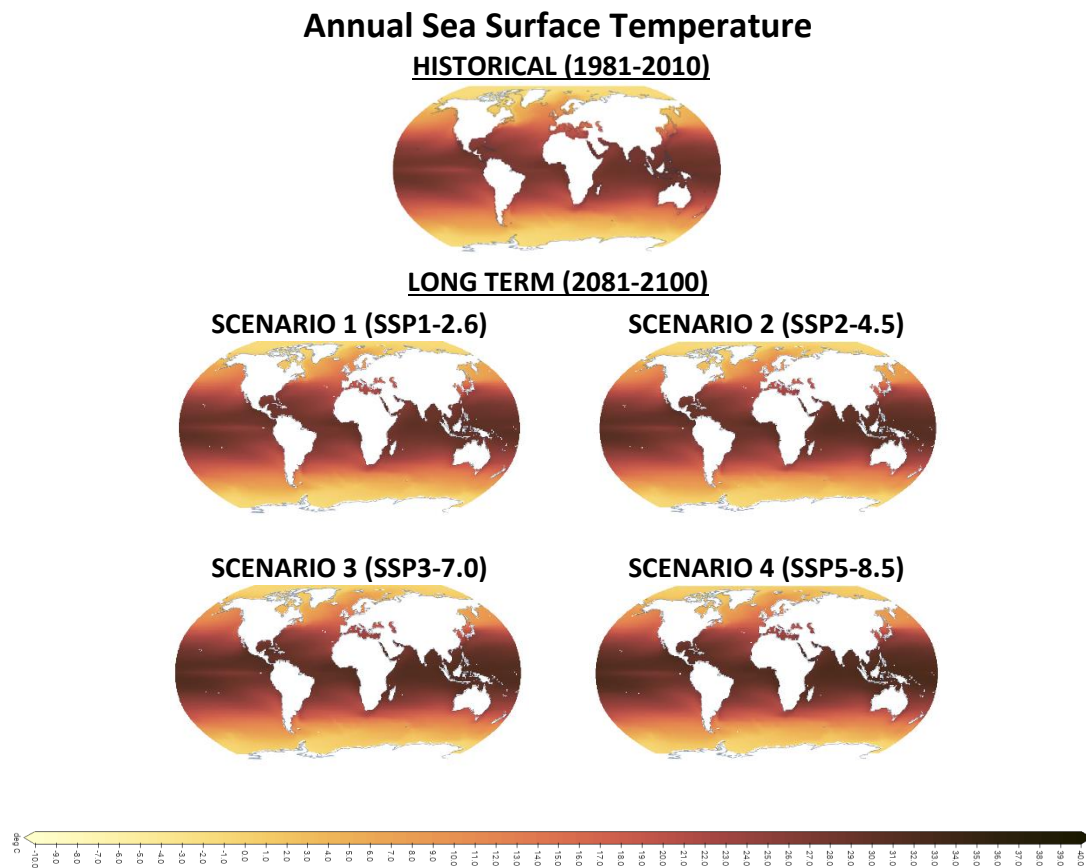
SEPTEMBER

- NOVEMBER



Σχήμα 4.3.1.2: Θερμοκρασία επιφάνειας της θάλασσας ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Επίσης, στο σχήμα 4.3.1.3 φαίνεται η ετήσια θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Σε γενικές γραμμές η θερμοκρασία παρουσιάζει αύξηση. Για παράδειγμα, στο Βόρειο Ατλαντικό ωκεανό η θερμοκρασία των υδάτων αυξάνεται μεταξύ ιστορικών δεδομένων και σεναρίων από 19.8°C σε 22.7°C για το σενάριο 4. Επίσης στον Ισημερινό Ειρηνικό ωκεανό η θερμοκρασία στα ιστορικά δεδομένα είναι περίπου 27°C, ενώ για το σενάριο 3 της περιόδου 2081-2100 η τιμή της αυξάνεται και φτάνει τους 30.2°C.

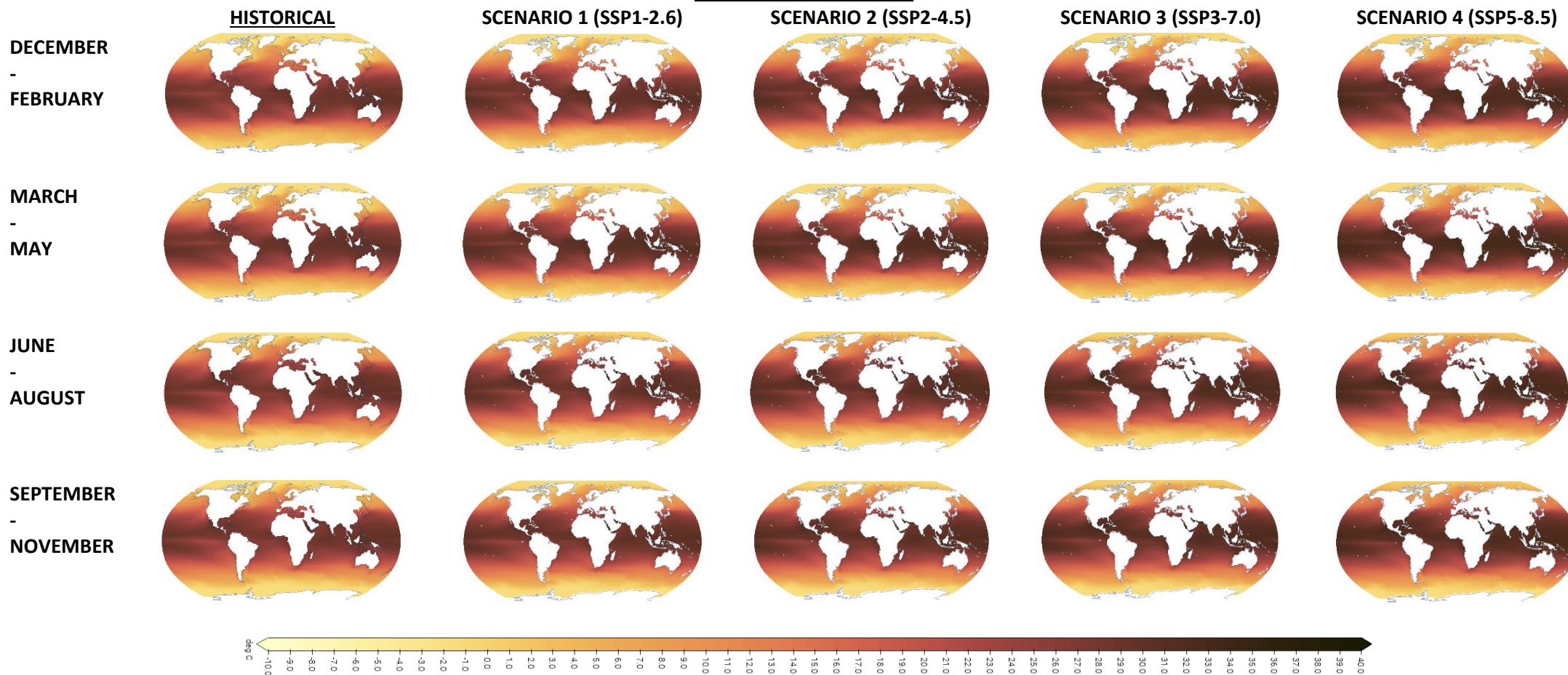


Σχήμα 4.3.1.3: Ετήσια θερμοκρασία επιφάνειας της θάλασσας για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Τέλος, στο σχήμα 4.3.1.4 παρατηρείται η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου ο Αρκτικός ωκεανός παρουσιάζει αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτων του. Πιο συγκεκριμένα, από -0.7°C για τα ιστορικά δεδομένα, μεταβάλλεται σε 4°C για το σενάριο 4. Άλλη μια σημαντική αύξηση είναι εκείνη στην περιοχή του Βόρειου Ειρηνικού ωκεανού την περίοδο Μαρτίου-Μαΐου για το σενάριο 3 και είναι της τάξης των 3 βαθμών περίπου. (Ιστορική περίοδος, 18.8°C - Σενάριο 3, 21.5°C).

Sea Surface Temperature (Seasonal)

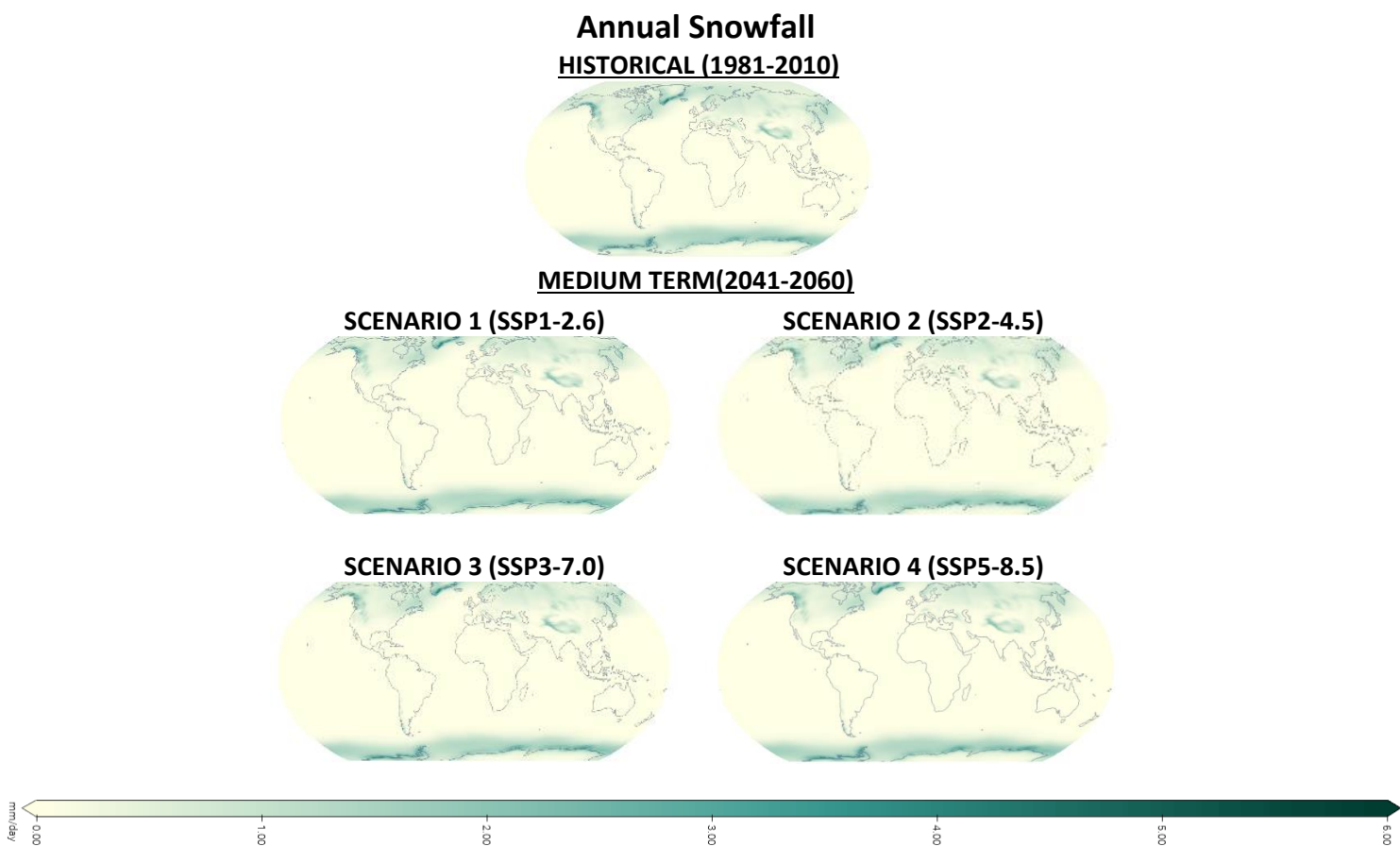
LONG TERM (2081-2100)



Σχήμα 4.3.1.4: Θερμοκρασία επιφάνειας της θάλασσας ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

4.3.2 Χιονόπτωση

Το επόμενο σχήμα (Σχήμα 4.3.2.1) παρουσιάζει πως μεταβάλλεται η ετήσια χιονόπτωση (Annual Snowfall) για τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (ιστορική περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Τα μεγαλύτερα ποσά χιονόπτωσης εμφανίζονται στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και στις μεγαλύτερες οροσειρές ανεξάρτητα από τη γεωγραφική τους θέση. Σημαντική μείωση στη χιονόπτωση παρουσιάζει η Βόρεια Ευρώπη για το σενάριο 3 και είναι της τάξης περίπου 4.5 mm/day. Για τα ιστορικά δεδομένα η χιονόπτωση στη Βόρεια Ευρώπη έχει ένα εύρος 15.2 mm/day, ενώ για το σενάριο 3 στην ίδια περιοχή η χιονόπτωση παρουσιάζει τιμή 10.8 mm/day. Επίσης, στη Μεσόγειο τα ιστορικά δεδομένα δίνουν χιονόπτωση 1.7 mm/day, τη στιγμή που για το σενάριο 2 η χιονόπτωση φτάνει μόλις τα 1.1 mm/day.

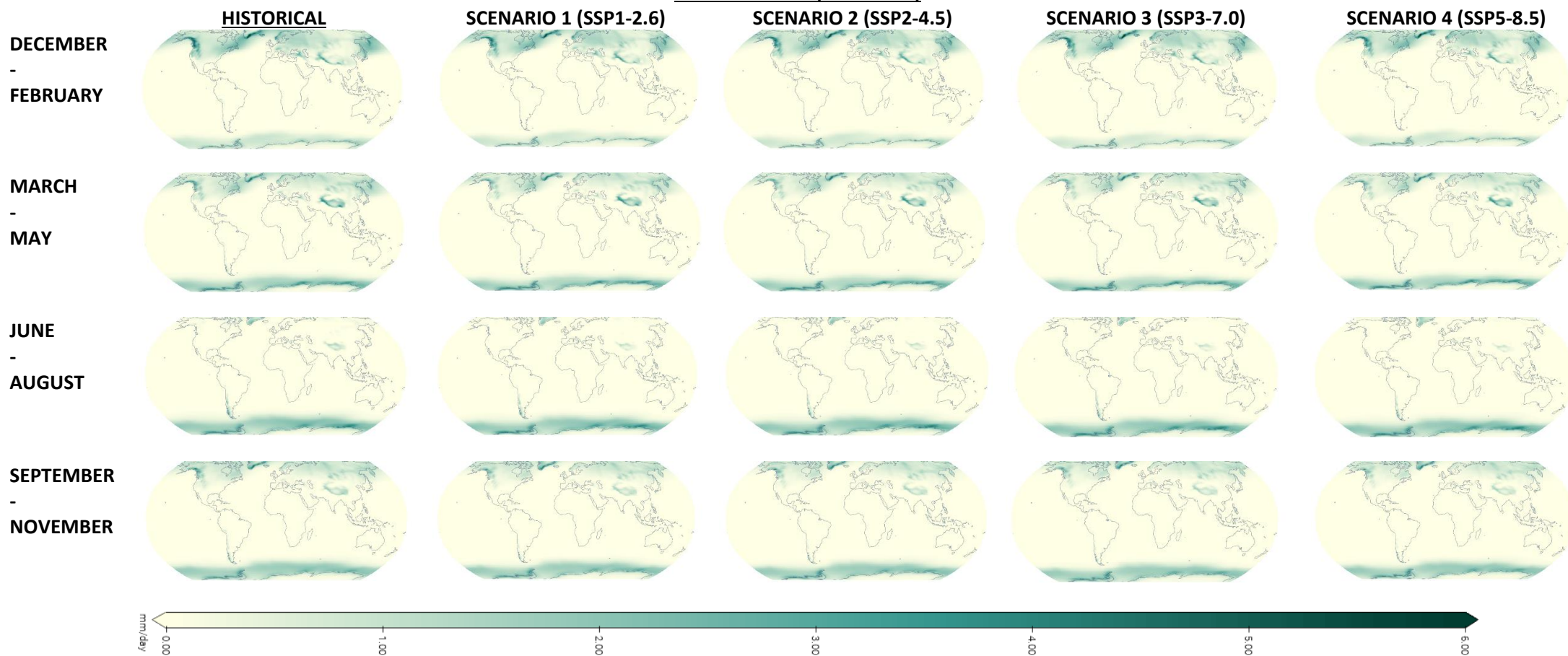


Σχήμα 4.3.2.1: Ετήσια χιονόπτωση για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 επίσης περιόδου 2041-2060

Στο σχήμα 4.3.2.2 παρουσιάζεται η χιονόπτωση ανά εποχή. Ο χειμώνας στη Δυτική Σιβηρία είναι έντονος με τη χιονόπτωση να παρουσιάζει αρκετά υψηλές τιμές, οι οποίες δικαιολογούνται και από το πολικό κλίμα που επικρατεί στη Σιβηρία. Πιο συγκεκριμένα, για τα ιστορικά δεδομένα η χιονόπτωση φτάνει τα 25.9 mm/day τους μήνες Δεκέμβριο-Φεβρουάριο, ενώ για το σενάριο 4 έχει τιμή 29.4 mm/day. Τέλος, ο ορεινός όγκος των Ιμαλαΐων το καλοκαίρι παρουσιάζει μείωση της χιονόπτωσης από 18.4 mm/day (Ιστορικά δεδομένα) σε 10.1 mm/day (Σενάριο 3).

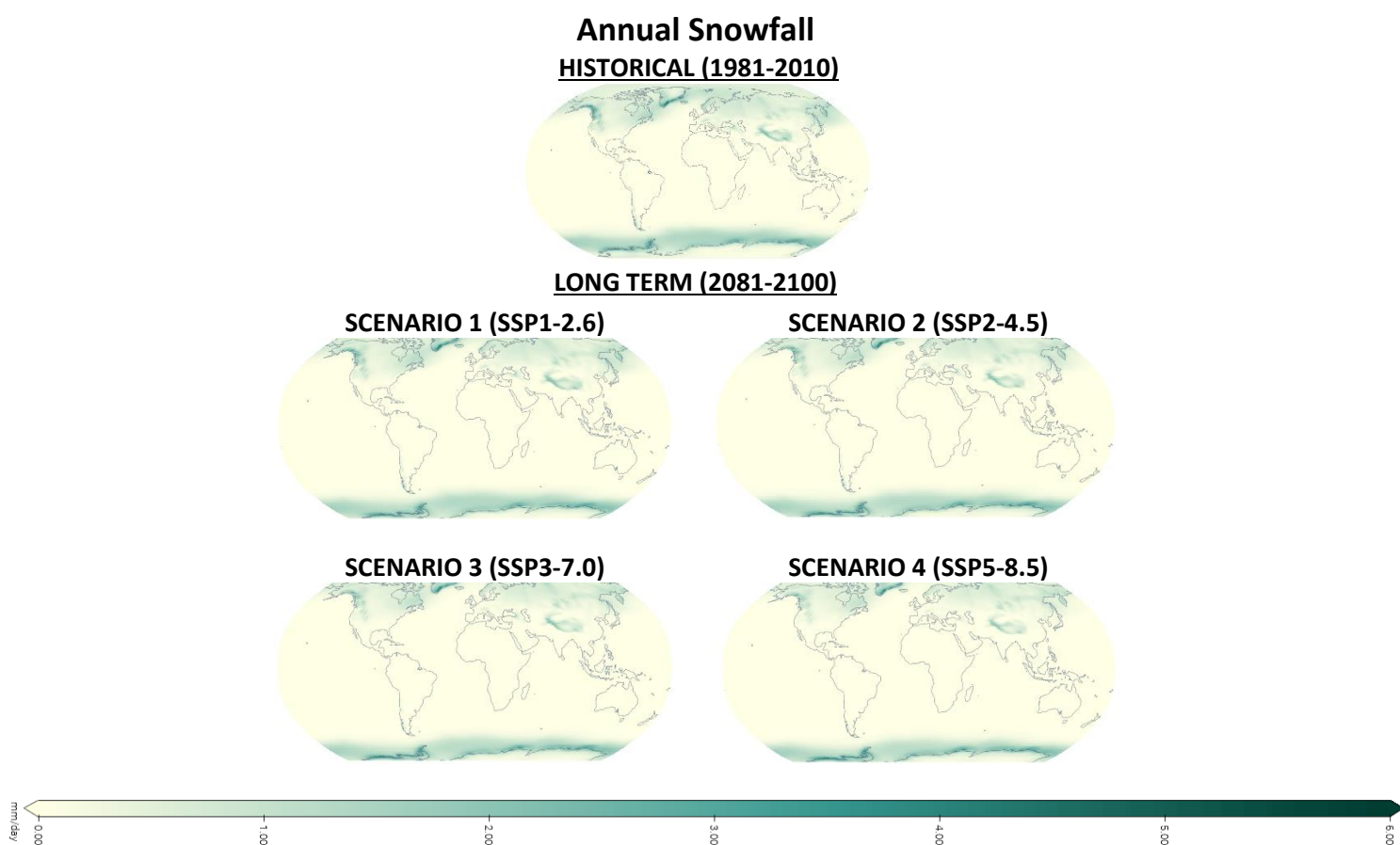
Snowfall (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)



Σχήμα 4.3.2.2: Χιονόπτωση ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

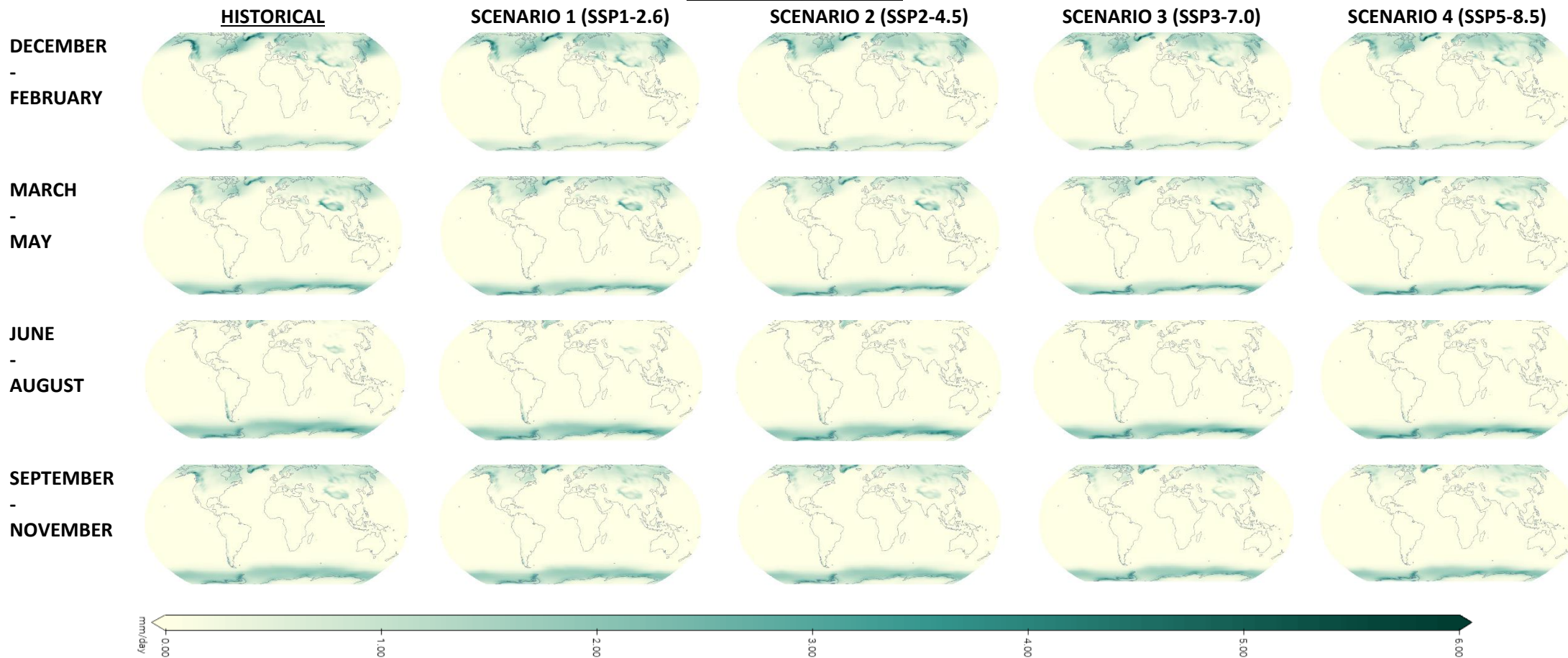
Επιπρόσθετα, στο σχήμα 4.3.2.3 διαφαίνεται η ετήσια χιονόπτωση για τα ιστορικά δεδομένα (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα της περιόδου 2081-2100. Για αυτή τη χρονική περίοδο, η Βόρεια Ευρώπη αναμένεται να παρουσιάσει μεγαλύτερη μείωση της χιονόπτωσης, από εκείνη που παρουσιάζει στο σχήμα 4.3.2.1. Ειδικότερα, το σενάριο 4 δίνει χιονόπτωση 6.5 mm/day, ενώ η χιονόπτωση για τα δεδομένα της ιστορικής περιόδου 1981-2010 είναι 15.2 mm/day. Ακόμα, για το ίδιο σενάριο (Σενάριο 4), ο Αρκτικός ωκεανός παρουσιάζει χιονόπτωση 14.2 mm/day, ενώ τα δεδομένα της ιστορικής περιόδου εμφανίζουν χιονόπτωση 18.4 mm/day. Η σημαντική αυτή μείωση της χιονόπτωσης φαίνεται ότι θα επηρεάσει σημαντικά και την ποσότητα τόσο των υπόγειων όσο και των επιφανειακών υδάτων.



Σχήμα 4.3.2.3: Ετήσια χιονόπτωση για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Τέλος, στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 4.3.2.4) παρουσιάζεται η χιονόπτωση ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Η χιονόπτωση στο Νότιο ωκεανό τους μήνες Μάρτιο-Μάιο εμφανίζει μείωση της τάξης των 4 περίπου mm/day. (Ιστορική περίοδος, 13.9 mm/day - Σενάριο 2, 9.7 mm/day). Επίσης, η χιονόπτωση στον ορεινό όγκο των Ιμαλαΐων, το καλοκαίρι, μειώνεται από 18.4 mm/day (Ιστορική περίοδος) σε 4.2 mm/day (Σενάριο 4).

Snowfall (Seasonal) LONG TERM (2081-2100)



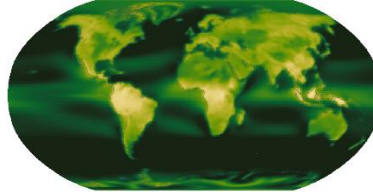
Σχήμα 4.3.2.4: Χιονόπτωση ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

4.3.3 Άνεμος

Ακολουθώντας, στο σχήμα 4.3.3.1, ο επιφανειακός άνεμος (Annual Surface wind) παρουσιάζει ενδιαφέρον και για τις δυο περιόδους είτε ετήσια, είτε εποχιακά. Ειδικότερα, στην Βόρεια Ευρώπη ο επιφανειακός άνεμος στα ιστορικά δεδομένα ανέρχεται στα 6 m/s, τη στιγμή που για όλα τα σενάρια την περίοδο 1981-2010 αυτή η τιμή του ανέμου πέφτει ελάχιστα στα 5.9 m/s.

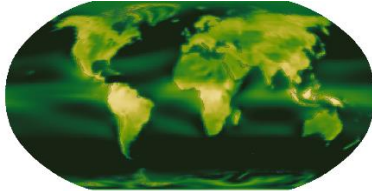
Annual Surface wind

HISTORICAL (1981-2010)

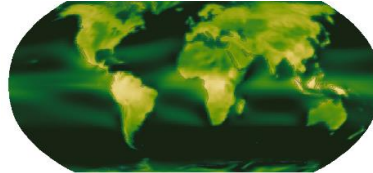


MEDIUM TERM (2041-2060)

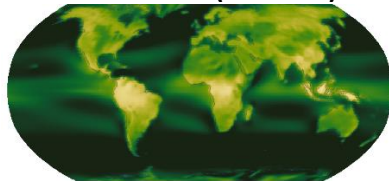
SCENARIO 1 (SSP1-2.6)



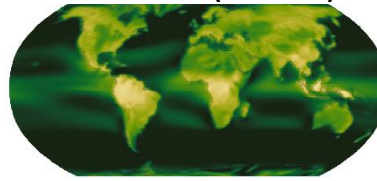
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 3 (SSP3-7.0)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



Σχήμα 4.3.3.1: Ετήσιος άνεμος στην επιφάνεια για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Στο σχήμα 4.3.3.2 παρουσιάζεται ο επιφανειακός άνεμος ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Γενικά, δεν παρατηρούνται μεγάλες διαφορές για τη πρώτη μελλοντική περίοδο. Ωστόσο, στον Αρκτικό ωκεανό ο επιφανειακός άνεμος τους μήνες Δεκέμβριο με Φεβρουάριο παρουσιάζει αύξηση 0.2 m/s. (Ιστορική περίοδος, 6.2 m/s - Σενάριο 3, 6.4 m/s). Επίσης, στον Αρκτικό ωκεανό τους μήνες Σεπτέμβριο με Νοέμβριο ο επιφανειακός άνεμος παρουσιάζει μεγαλύτερη αύξηση για το σενάριο 4. (Ιστορική περίοδος, 6 m/s - Σενάριο 4, 6.6 m/s). Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει ο Βόρειος Ατλαντικός ωκεανός, στον οποίο ο επιφανειακός άνεμος τους μήνες Μάρτιο με Μάιο παρουσιάζει μια μικρή μείωση κατά 0.1 m/s από 7.8 m/s σε 7.7 m/s για όλα τα σενάρια.

Surface wind (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

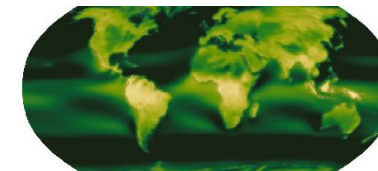
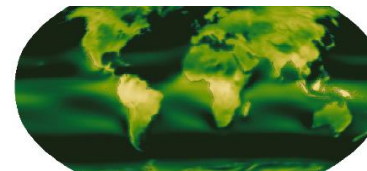
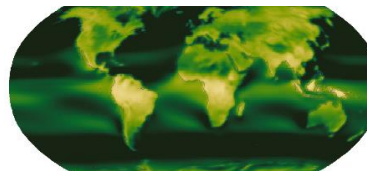
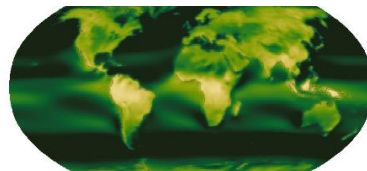
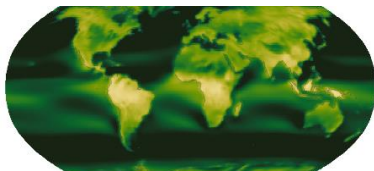
SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

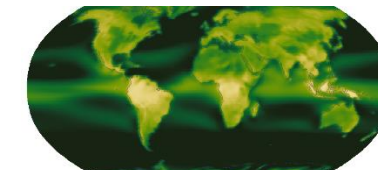
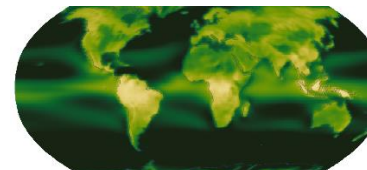
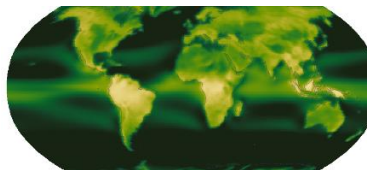
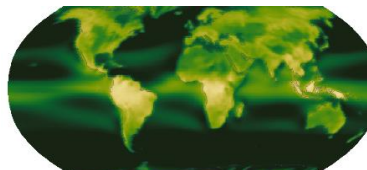
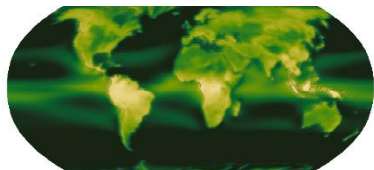
SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

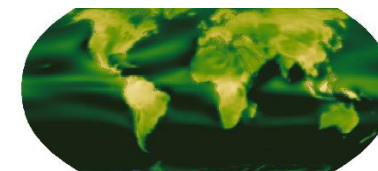
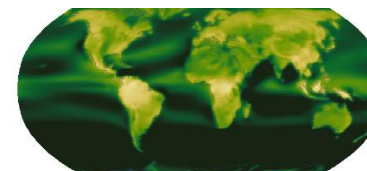
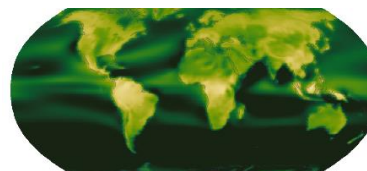
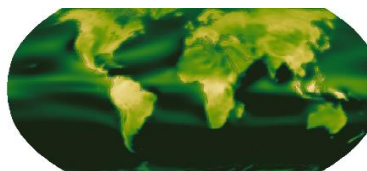
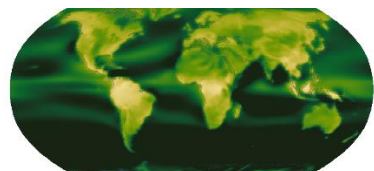
DECEMBER
-
FEBRUARY



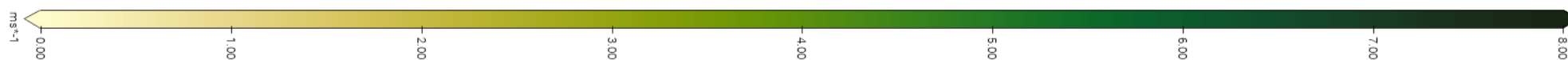
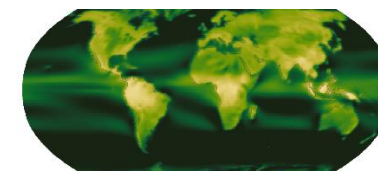
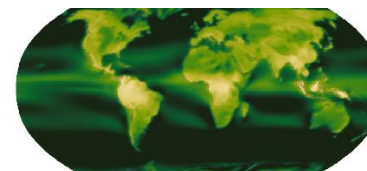
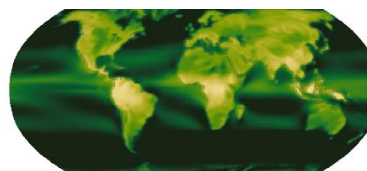
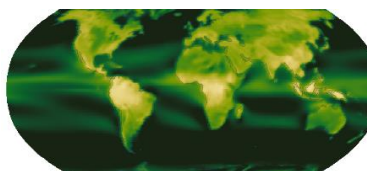
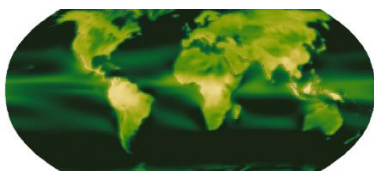
MARCH
-
MAY



JUNE
-
AUGUST



SEPTEMBER
-
NOVEMBER

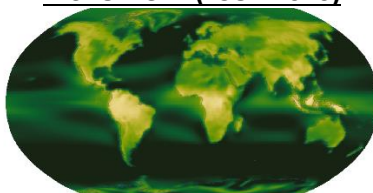


Σχήμα 4.3.3.2: Άνεμος στην επιφάνεια ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 4.3.3.3) παρουσιάζεται ο ετήσιος επιφανειακός άνεμος για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Όπως στην προηγούμενη περίοδο (2041-2060), έτσι κι εδώ (περίοδος 2081-2100) ο επιφανειακός άνεμος στη Βόρεια Ευρώπη παρουσιάζει μια μικρή μείωση κατά 0.2 m/s σε όλα τα σενάρια.

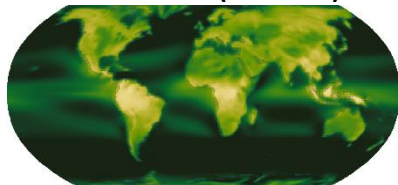
Annual Surface wind

HISTORICAL (1981-2010)

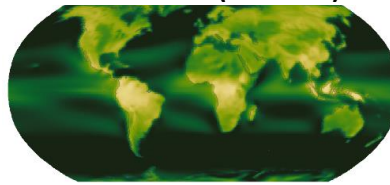


LONG TERM (2081-2100)

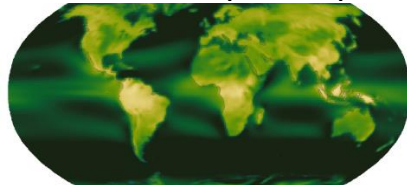
SCENARIO 1 (SSP1-2.6)



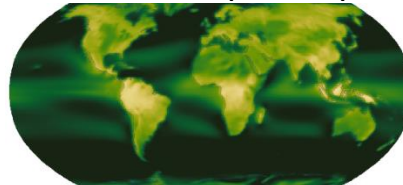
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 3 (SSP3-7.0)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

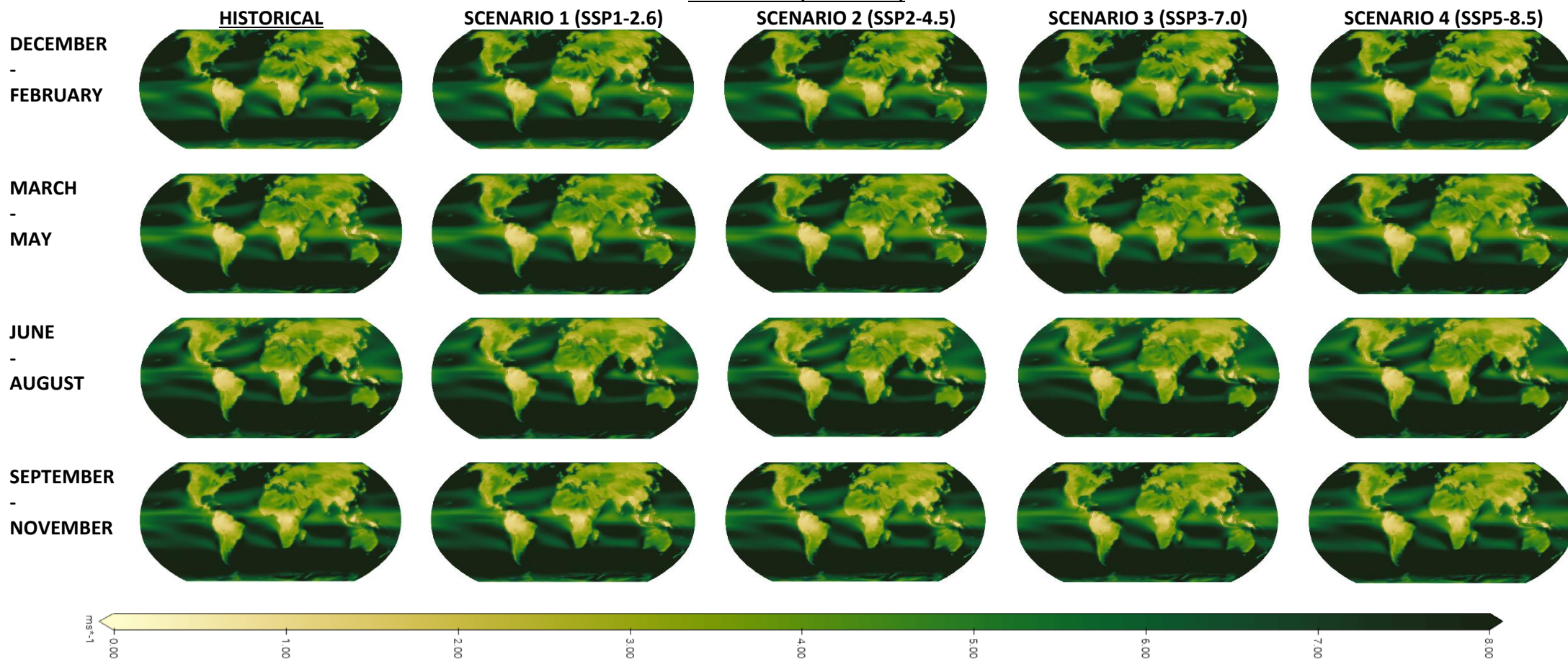


Σχήμα 4.3.3.3: Ετήσιος άνεμος στην επιφάνεια για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Τέλος, στο σχήμα 4.3.3.4 παρουσιάζεται ο επιφανειακός άνεμος ανά εποχή μεταξύ ιστορικών δεδομένων (1981-2010) και σεναρίων της περιόδου 2081-2100. Γενικά παρατηρείται μια ομαλότητα και αρκετές ομοιότητες στα δυο σετ δεδομένων. Στην Σαχάρα για παράδειγμα, τους μήνες Ιούνιο με Αύγουστο, μόνο το σενάριο 3 παρουσιάζει αύξηση του επιφανειακού ανέμου από 4.5 m/s (Ιστορική περίοδος) σε 4.6 m/s. Επίσης, ο επιφανειακός άνεμος στον Αρκτικό ωκεανό παρουσιάζει αύξηση για το σενάριο 4 την περίοδο Σεπτέμβριο με Νοέμβριο. (Ιστορική περίοδος, 6 m/s - Σενάριο 4, 6.9 m/s).

Surface wind (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)



Σχήμα 4.3.3.4: Άνεμος στην επιφάνεια ανά εποχή για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

5. Κλιματικοί Δείκτες

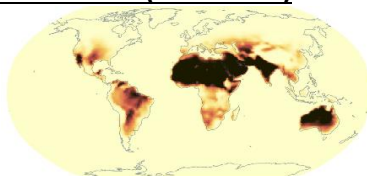
Στον παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι κλιματικοί δείκτες αρχικά της θερμοκρασίας και έπειτα της βροχόπτωσης. Όλη η μεθοδολογία έχει εφαρμοστεί για όλα τα σενάρια του κάθε δείκτη, ωστόσο επιλέχθηκαν να παρουσιαστούν στο κείμενο τα πιο αντιπροσωπευτικά σενάρια. Τα υπόλοιπα σενάρια βρίσκονται στο Παράρτημα, στο τέλος της εργασίας.

5.1 Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C

Παρακάτω, στο σχήμα 5.1.1 διαφαίνεται ο αριθμός των ημερών με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C (Days with Maximum Temperature above 35°C) ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα της περιόδου 2081-2100. Από το σχήμα φαίνεται καθαρά ότι οι ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία μεγαλύτερη από 35 θα αυξηθούν σε πολλές περιοχές του πλανήτη, με την Αφρική και τη Νότια Αμερική να εμφανίζουν τις μεγαλύτερες αυξήσεις. Ειδικότερα, για την περίοδο 2081-2100 παρατηρείται στη Νότια Αμερική, στην περιοχή της Βραζιλίας αύξηση του αριθμού των ημερών. Πιο συγκεκριμένα, αριθμός των ημερών με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 35°C είναι 45.6 ημέρες, ενώ για το σενάριο 2 της περιόδου 2081-2100 φτάνει τις 101.2 ημέρες.

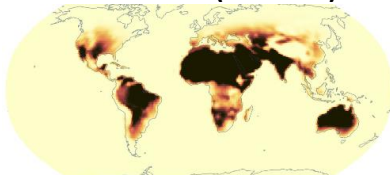
Days with Maximum Temperature above 35°C (Annual)

HISTORICAL (1981-2010)

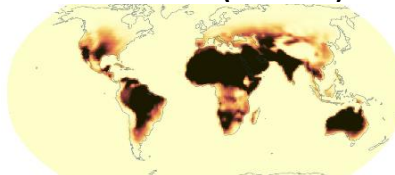


MEDIUM TERM (2041-2060)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

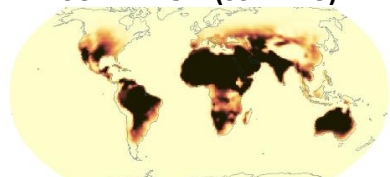


SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

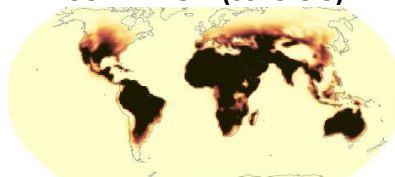


LONG TERM (2081-2100)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



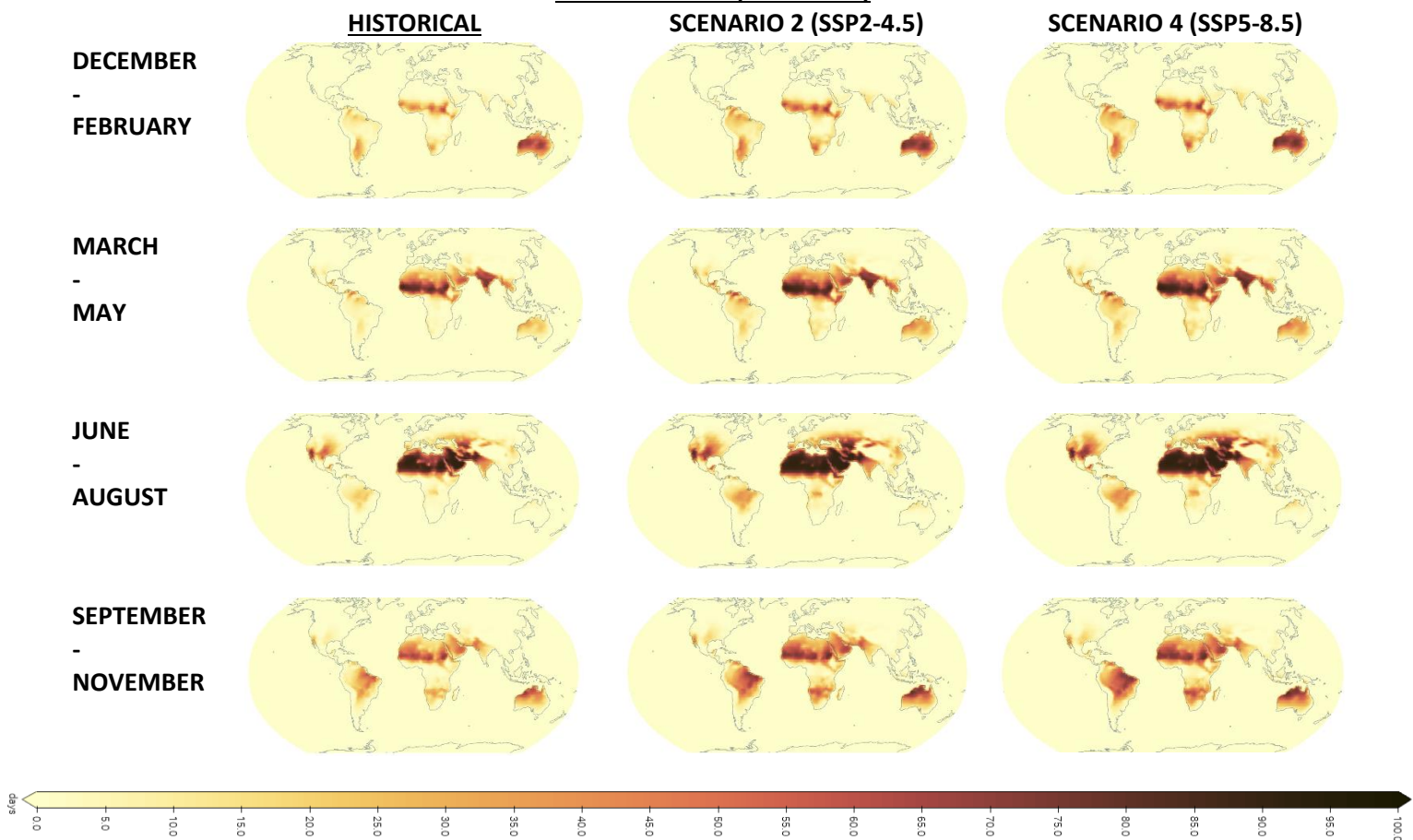
Σχήμα 5.1.1: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Επίσης, αισθητή είναι η διαφορά στη Νότια Αφρική όπου τα ιστορικά δεδομένα δίνουν κατά μέσο όρο 21.2 ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 35°C και το σενάριο 4 για την περίοδο 2041-2060 δίνει 47 ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 35°C. Αύξηση δηλαδή κατά περίπου 26 ημέρες.

Στο σχήμα 5.1.2 διαφαίνονται οι ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Η Μεσόγειος παρουσιάζει αύξηση των ημέρων με θερμοκρασίες >35°C στη πρώτη μελλοντική περίοδο, αφού οι ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 35 βαθμούς Κελσίου στα ιστορικά δεδομένα το καλοκαίρι (Ιούνιος-Αύγουστος) είναι 18.4 και στο σενάριο 4, 30.2. Ακόμα, διαφορά περίπου 8 ημέρες παρουσιάζει η Αυστραλία το χειμώνα για το σενάριο 2. (Ιστορική περίοδος 1981-2010, 51.7 ημέρες - Σενάριο 2 της περιόδου 2041-2060, 59.6 ημέρες)

Days with Maximum Temperature above 35°C (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)



Σχήμα 5.1.2: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Αντίστοιχα, στο σχήμα 5.1.3 διαφαίνονται όπως και προηγουμένως οι ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα της περιόδου 2081-2100. Εδώ, εύκολα διακρίνεται η διαφορά στη Σαχάρα για τους μήνες Μάρτιο με Μάιο, όπου τα ιστορικά δεδομένα εμφανίζουν 35.6 ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C, σε αντίθεση με το σενάριο 2 των δεδομένων της περιόδου 2081-2100, το οποίο δίνει 49 ημέρες. Τη θερινή περίοδο φαίνεται ότι και για τα δύο σενάρια τόσο η Μεσόγειος, όσο και η Νότια Ευρώπη θα έχουν σημαντική αύξηση των ημερών με μέγιστες θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 35°C. Τέλος, στη Μαδαγασκάρη τους μήνες Σεπτέμβριο με Νοέμβριο το σενάριο 4 δίνει 8.7 ημέρες, έναντι 1.8 ημερών της ιστορικής περιόδου.

Days with Maximum Temperature above 35°C (Seasonal)

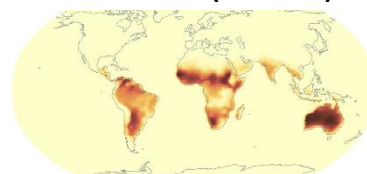
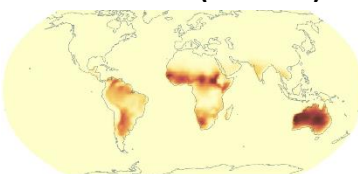
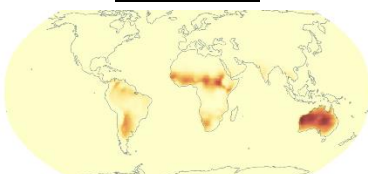
LONG TERM (2081-2100)

HISTORICAL

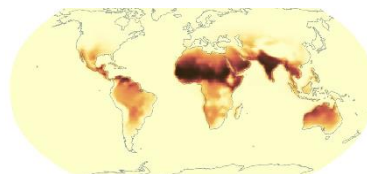
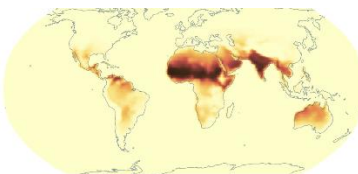
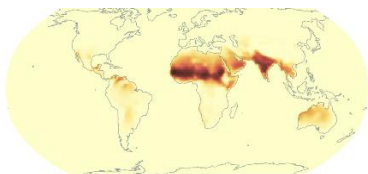
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

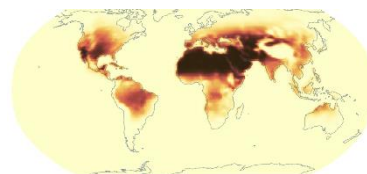
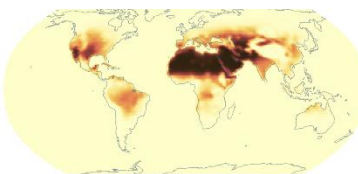
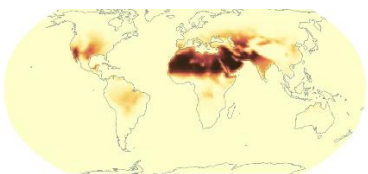
DECEMBER
-
FEBRUARY



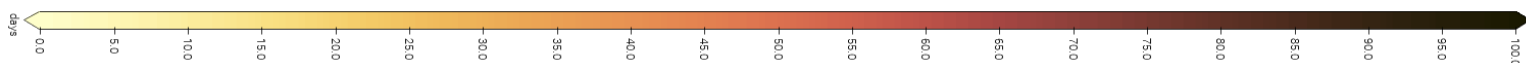
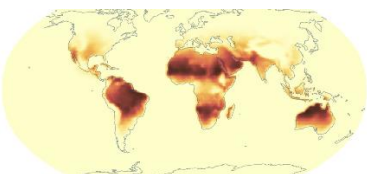
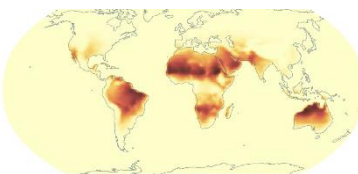
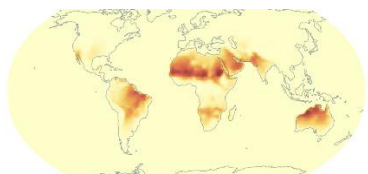
MARCH
-
MAY



JUNE
-
AUGUST



SEPTEMBER
-
NOVEMBER



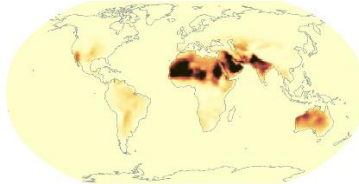
Σχήμα 5.1.3: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

5.2 Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C

Παρακάτω, στο σχήμα 5.2.1 παρουσιάζονται οι ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40 βαθμών Κελσίου (Days with Maximum Temperature above 40°C) σε ετήσια βάση για τα έτη 2041 με 2060 και για τα έτη 2081 με 2100. Υπάρχουν διαφορές και για τις δυο περιόδους. Αρχικά για την περίοδο 2041-2060, παρατηρείται στην Ινδία, αύξηση των ημερών με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C. Πιο συγκεκριμένα, οι ημέρες αυτές στα ιστορικά δεδομένα είναι 36.3, ενώ για το σενάριο 4 της περιόδου 2041-2060 φτάνουν μόλις τις 52,6 ημέρες. Άλλη μια διαφορά και ειδικότερα αύξηση, παρατηρείται στη Μεσόγειο την περίοδο 2081-2100. Τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου δίνουν 7.6 ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C, ενώ σταδιακά για την ίδια περίοδο (2081-2100) αυτές οι ημέρες αυξάνονται με το σενάριο 2 να δίνει 19.3 ημέρες και το σενάριο 4 32.9 ημέρες.

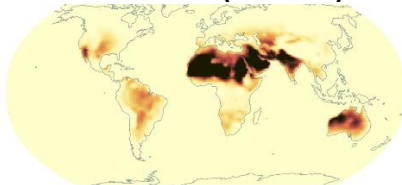
Days with Maximum Temperature above 40°C (Annual)

HISTORICAL (1981-2010)

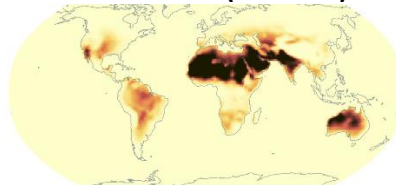


MEDIUM TERM (2041-2060)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

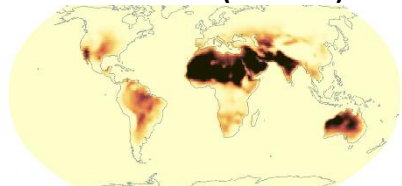


SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

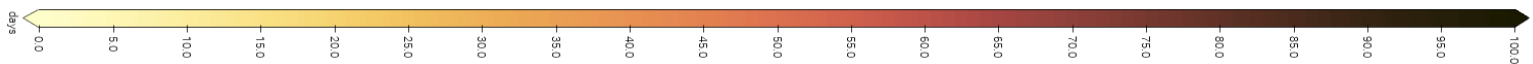
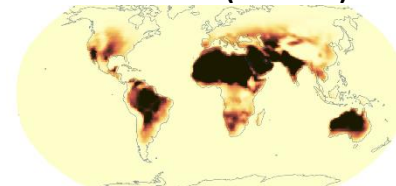


LONG TERM (2081-2100)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



Σχήμα 5.2.1: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Έπειτα, στο σχήμα 5.2.2 παρουσιάζονται οι ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Στην Αραβική Χερσόνησο τους μήνες Σεπτέμβριο-Νοέμβριο παρατηρείται αύξηση περίπου 8 ημέρες μεταξύ ιστορικής περιόδου και σεναρίων της περιόδου 2041-2060. (Ιστορική περίοδος, 11.7 ημέρες - Σενάριο 2, 19.3 ημέρες). Τέλος, στην Κεντρική Ασία το καλοκαίρι παρατηρείται αλλαγή στις ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C και συγκεκριμένα αύξηση από 22 ημέρες (Ιστορική περίοδος) σε 36,2 ημέρες (Σενάριο 4).

Days with Maximum Temperature above 40°C (Seasonal)

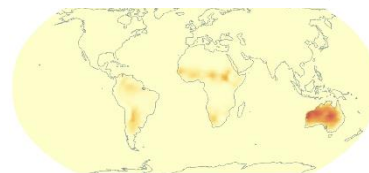
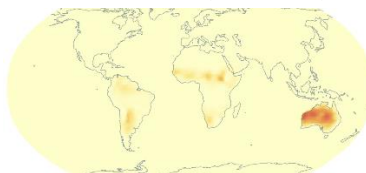
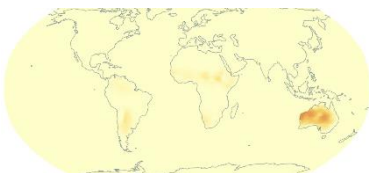
MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

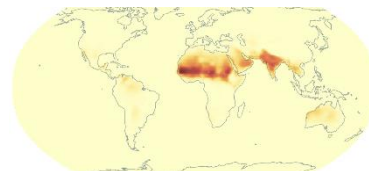
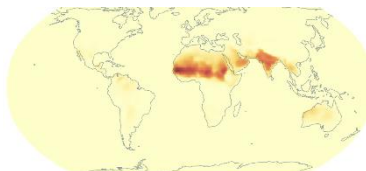
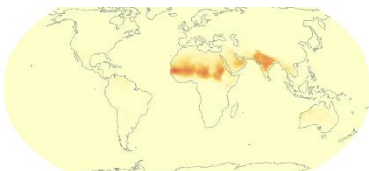
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

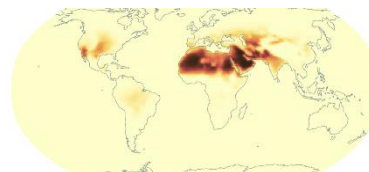
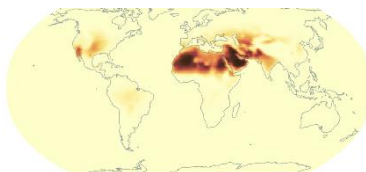
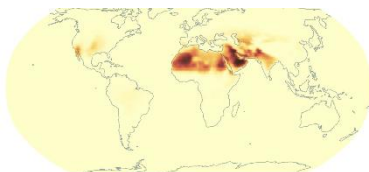
DECEMBER
-
FEBRUARY



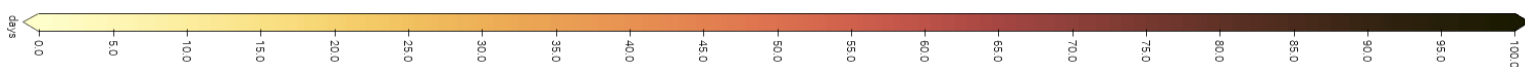
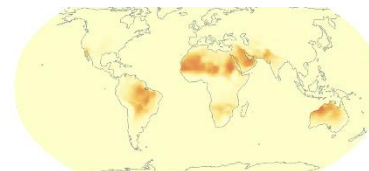
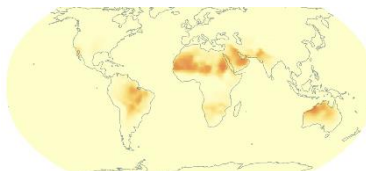
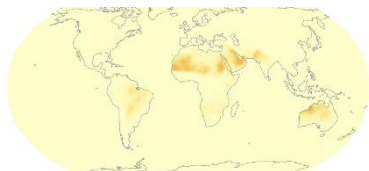
MARCH
-
MAY



JUNE
-
AUGUST



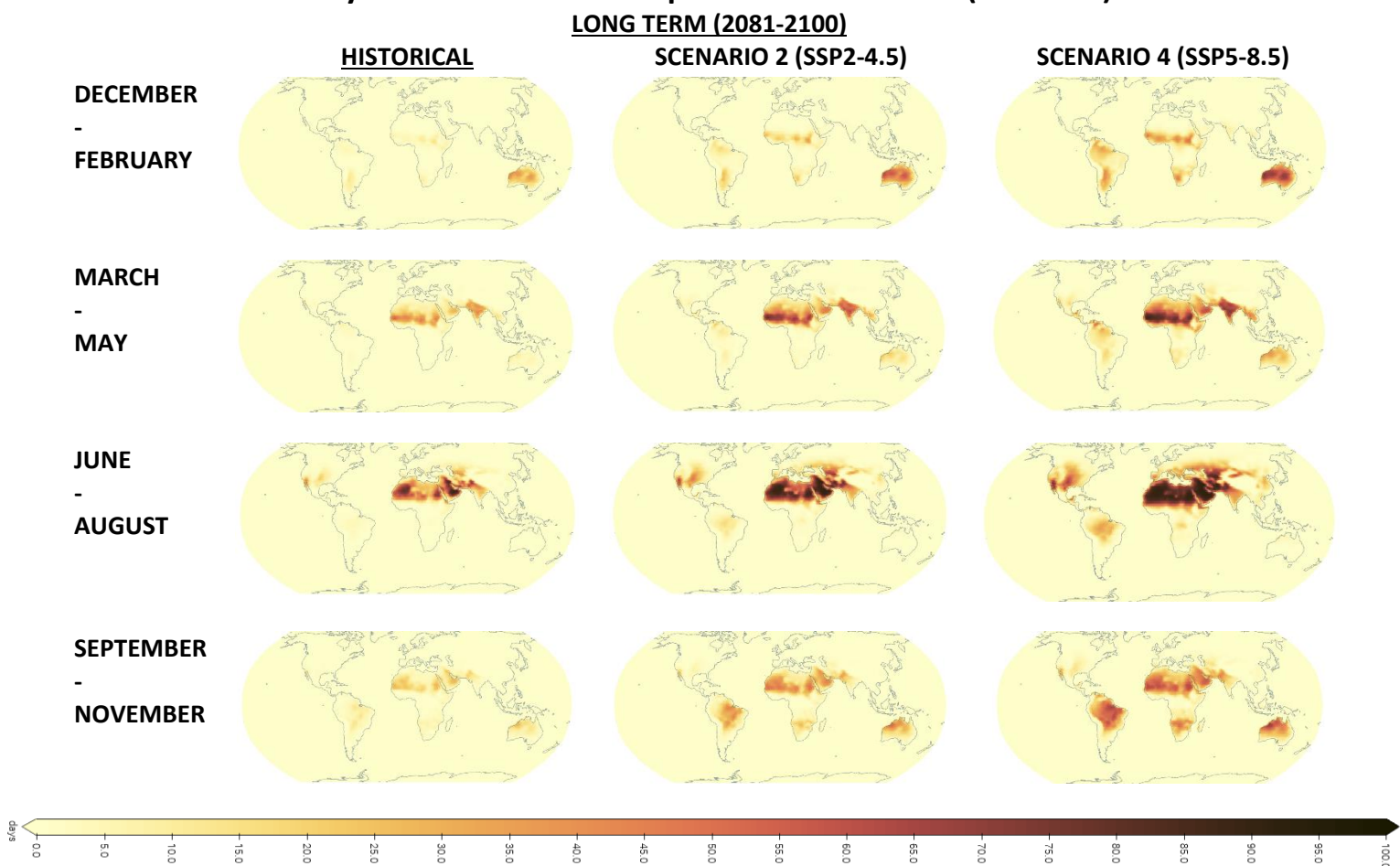
SEPTEMBER
-
NOVEMBER



Σχήμα 5.2.2: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Τέλος, στο επόμενο σχήμα (Σχήμα 5.2.3) παρουσιάζονται οι ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C για κάθε εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Εύκολα παρατηρούνται οι διαφορές για τις δύο μελλοντικές περιόδους. Μια εξ αυτών αποτελεί η Νότια Αφρική, όπου το χειμώνα τα ιστορικά δεδομένα δίνουν 1.5 μέρα με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C και το σενάριο 4 9.3 ημέρες. Ακόμα, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο παρατηρείται μεταξύ ιστορικών δεδομένων και σεναρίου 2, αύξηση της τάξης των 13 ημερών. (Ιστορική περίοδος, 6.8 ημέρες - Σενάριο 2, 20.1 ημέρες).

Days with Maximum Temperature above 40°C (Seasonal)



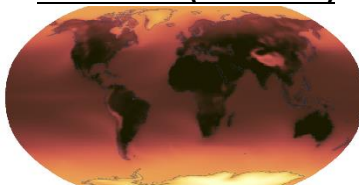
Σχήμα 5.2.3: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

5.3 Απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία

Επόμενος δείκτης (Σχήμα 5.3.1) είναι η απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία (Maximum of Maximum Temperatures) ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), πρώτα συγκριτικά με τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και έπειτα με τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Στην Ανατολική Σιβηρία παρατηρείται μια μικρή αύξηση της τάξης των 3 βαθμών Κελσίου για το σενάριο 4 της περιόδου 2041-2060. (Ιστορική περίοδος, 30°C - Σενάριο 4, 33.4°C). Επίσης, παρατηρείται αύξηση της απόλυτης μέγιστης θερμοκρασίας στην περιοχή της Μεσογείου από 35.1°C που δίνουν τα ιστορικά δεδομένα σε 41.5°C που δίνει το σενάριο 4 της περιόδου 2081-2100.

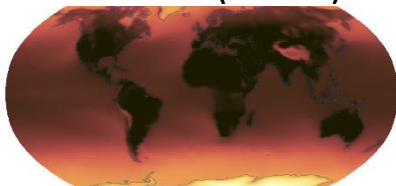
Maximum of Maximum Temperatures (Annual)

HISTORICAL (1981-2010)

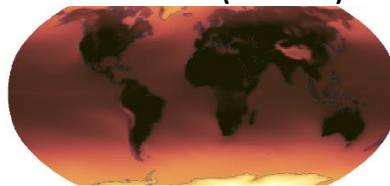


MEDIUM TERM (2041-2060)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

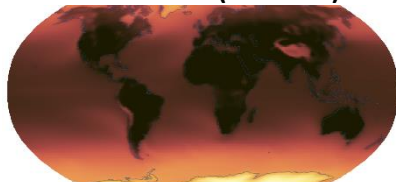


SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

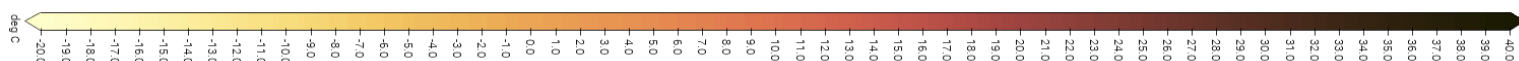
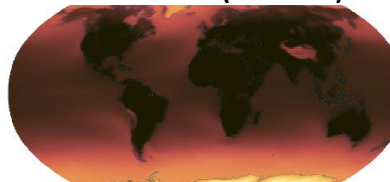


LONG TERM (2081-2100)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



Σχήμα 5.3.1: Απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Στη συνέχεια, (Σχήμα 5.3.2) παρατηρείται η απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Στον Αρκτικό ωκεανό η μέγιστη αυτή θερμοκρασία έχει αυξητική τάση τους μήνες Δεκέμβριο-Φεβρουάριο για το σενάριο 4. Πιο συγκεκριμένα, τα ιστορικά δεδομένα της περιόδου 1981-2010 δίνουν -7.7°C , ενώ για τους ίδιους μήνες το σενάριο 4 δίνει -2.8°C . Επίσης, το χωρικό παράθυρο Γροιλανδίας και Ισλανδίας, παρουσιάζει αύξηση της απόλυτης μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας τους μήνες Σεπτέμβριο-Νοέμβριο από 1.5°C (Ιστορική περίοδος) σε 3.3°C για το σενάριο 2 της περιόδου 2041-2060.

Maximum of Maximum Temperatures (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

DECEMBER

-
FEBRUARY

MARCH

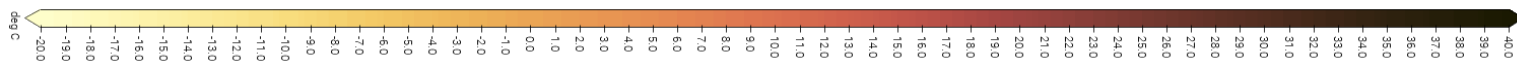
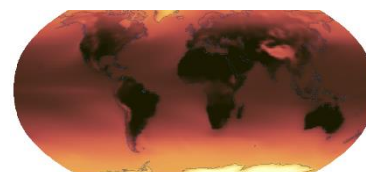
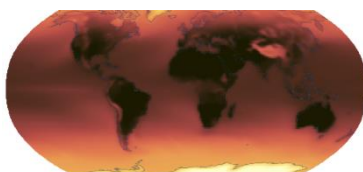
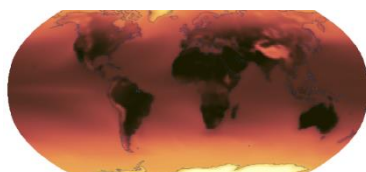
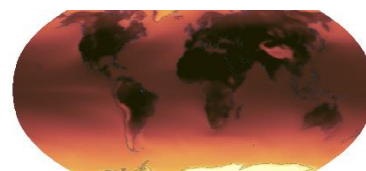
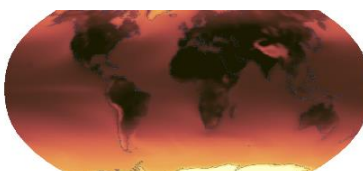
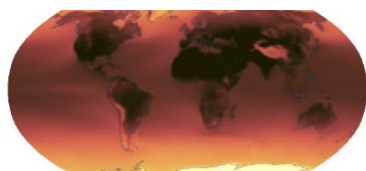
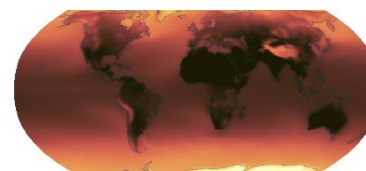
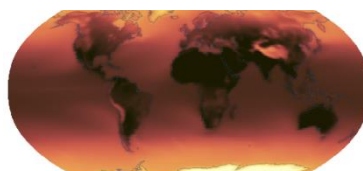
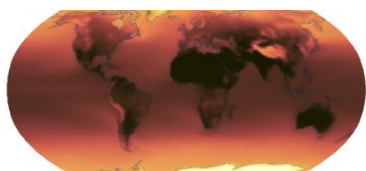
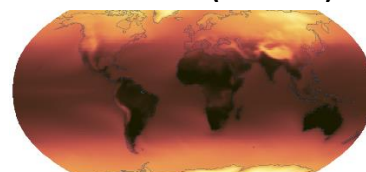
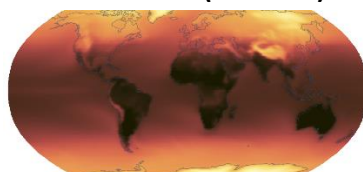
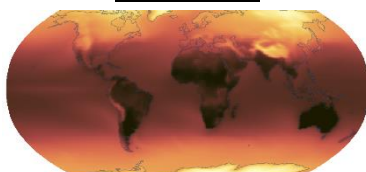
-
MAY

JUNE

-
AUGUST

SEPTEMBER

-
NOVEMBER



Σχήμα 5.3.2: Απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Τέλος, στο σχήμα 5.3.3 παρουσιάζεται η απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή για το σετ: ιστορικών δεδομένων της περιόδου 1981-2010 και των δεδομένων του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Στην Αλάσκα, τους μήνες Μάρτιο-Μάιο παρατηρείται αύξηση στη μέγιστη αυτού είδους θερμοκρασίας από 11.9°C που δίνει η ιστορική περίοδος σε 18°C που δίνει το σενάριο 4. Επίσης αύξηση στη θερμοκρασία παρουσιάζει η Αλάσκα το καλοκαίρι για το σενάριο 4. (Ιστορική περίοδος, 20.2°C - Σενάριο 4, 26.8°C). Τέλος, στο Βόρειο Ατλαντικό ωκεανό η απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία έχει αυξητική τάση για το σενάριο 2, της τάξης των 2 περίπου βαθμών Κελσίου το καλοκαίρι. Ειδικότερα, τα δεδομένα της ιστορικής περιόδου δίνουν 23.5°C, ενώ για τους ίδιους μήνες (Ιούνιος-Αύγουστος) το σενάριο 2 δίνει 25.6°C.

Maximum of Maximum Temperatures (Seasonal)

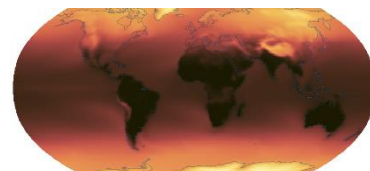
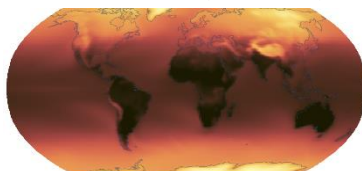
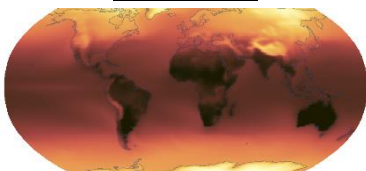
LONG TERM (2081-2100)

HISTORICAL

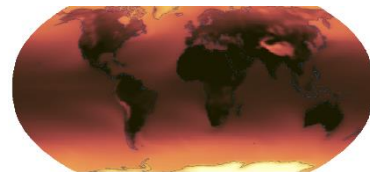
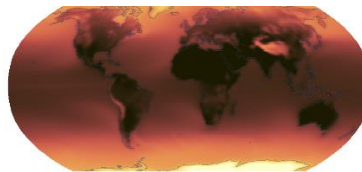
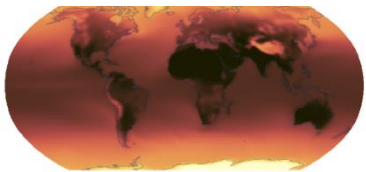
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

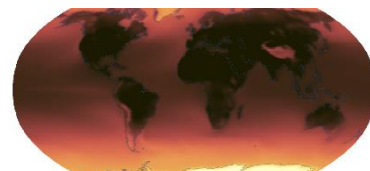
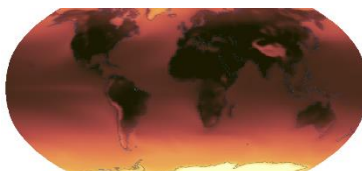
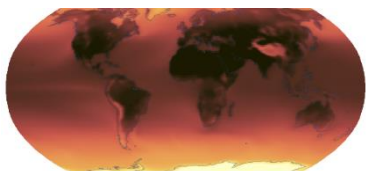
DECEMBER
-
FEBRUARY



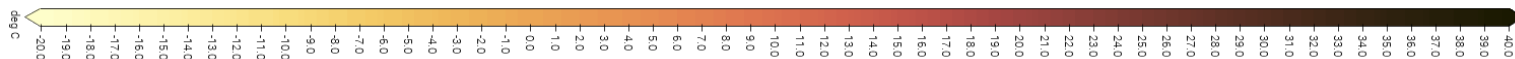
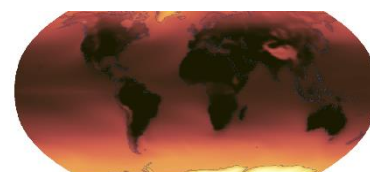
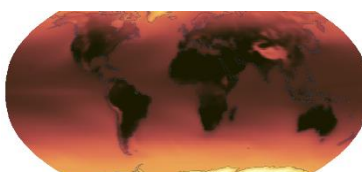
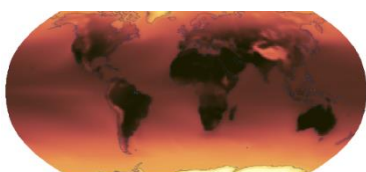
MARCH
-
MAY



JUNE
-
AUGUST



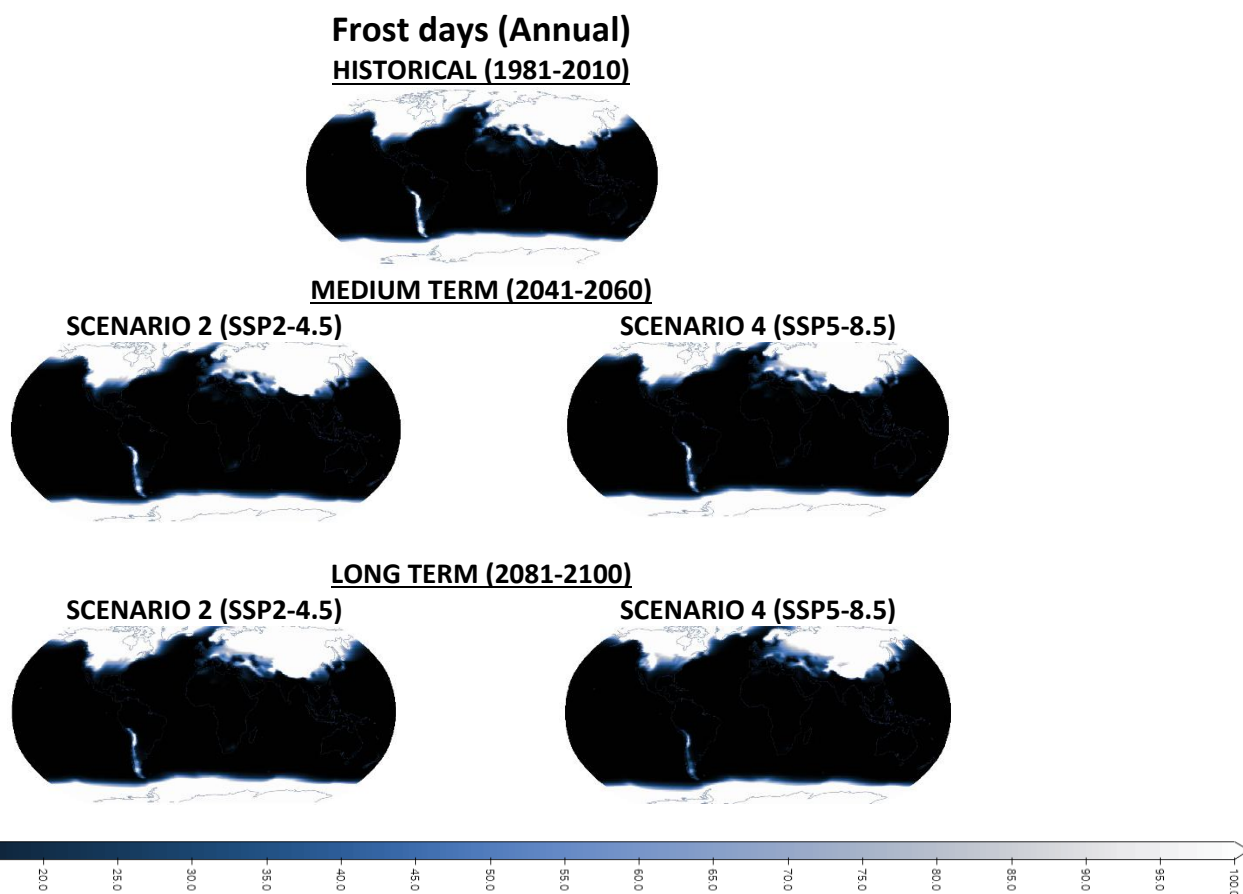
SEPTEMBER
-
NOVEMBER



Σχήμα 5.3.3: Απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

5.4 Ημέρες Παγετού

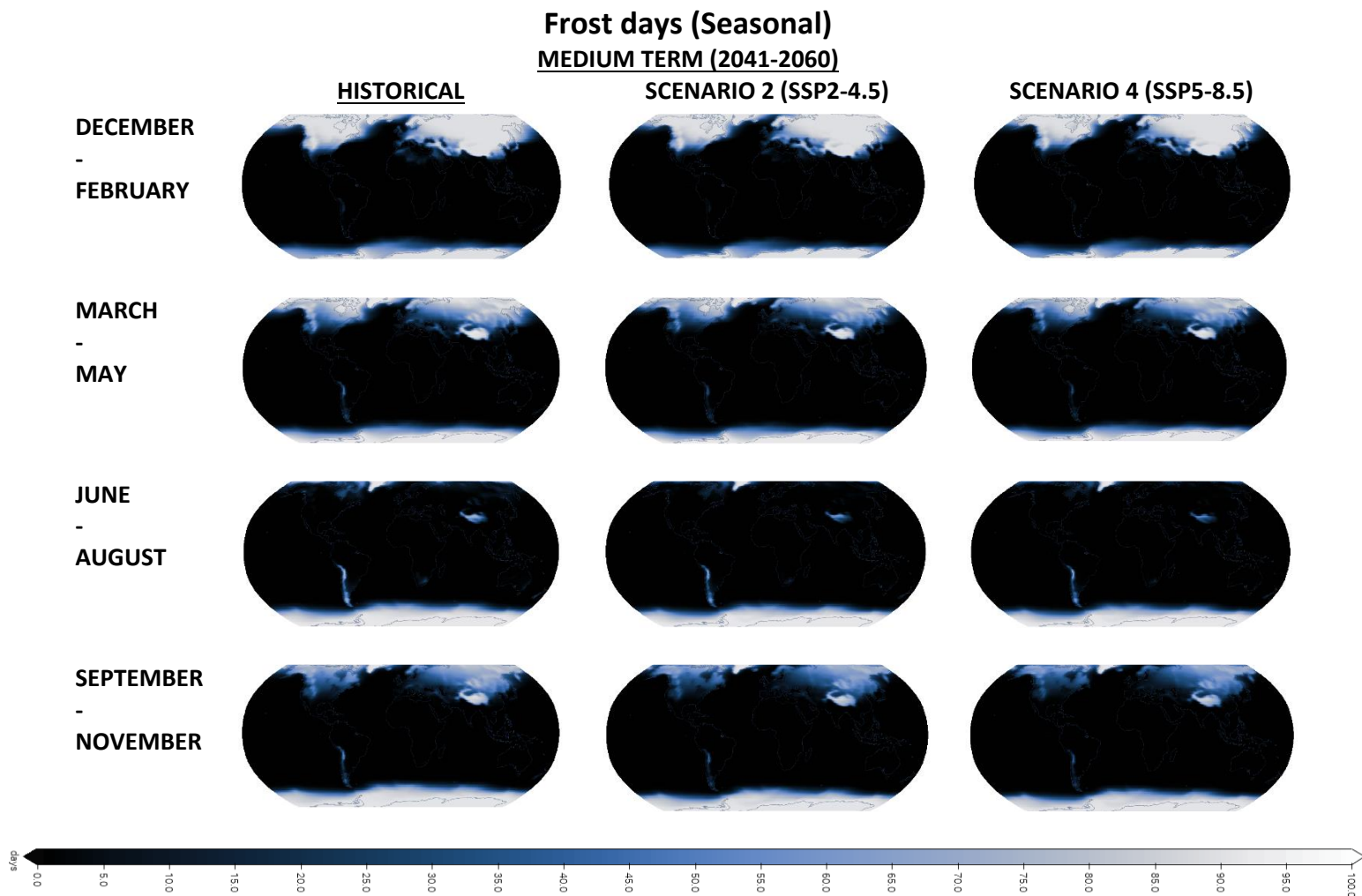
Οι ημέρες παγετού (Frost days) ετήσια είναι ένας ακόμη δείκτης που παρουσιάζεται στο σχήμα 5.4.1 για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Αρχικά, στη Δυτική-Κεντρική Ευρώπη τα ιστορικά δεδομένα δίνουν 99.6 ημέρες παγετού, ενώ το σενάριο 4 της περιόδου 2041-2060 δίνει λιγότερες ημέρες και συγκεκριμένα 73 ημέρες.



Σχήμα 5.4.1: Ημέρες παγετού ετήσια για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

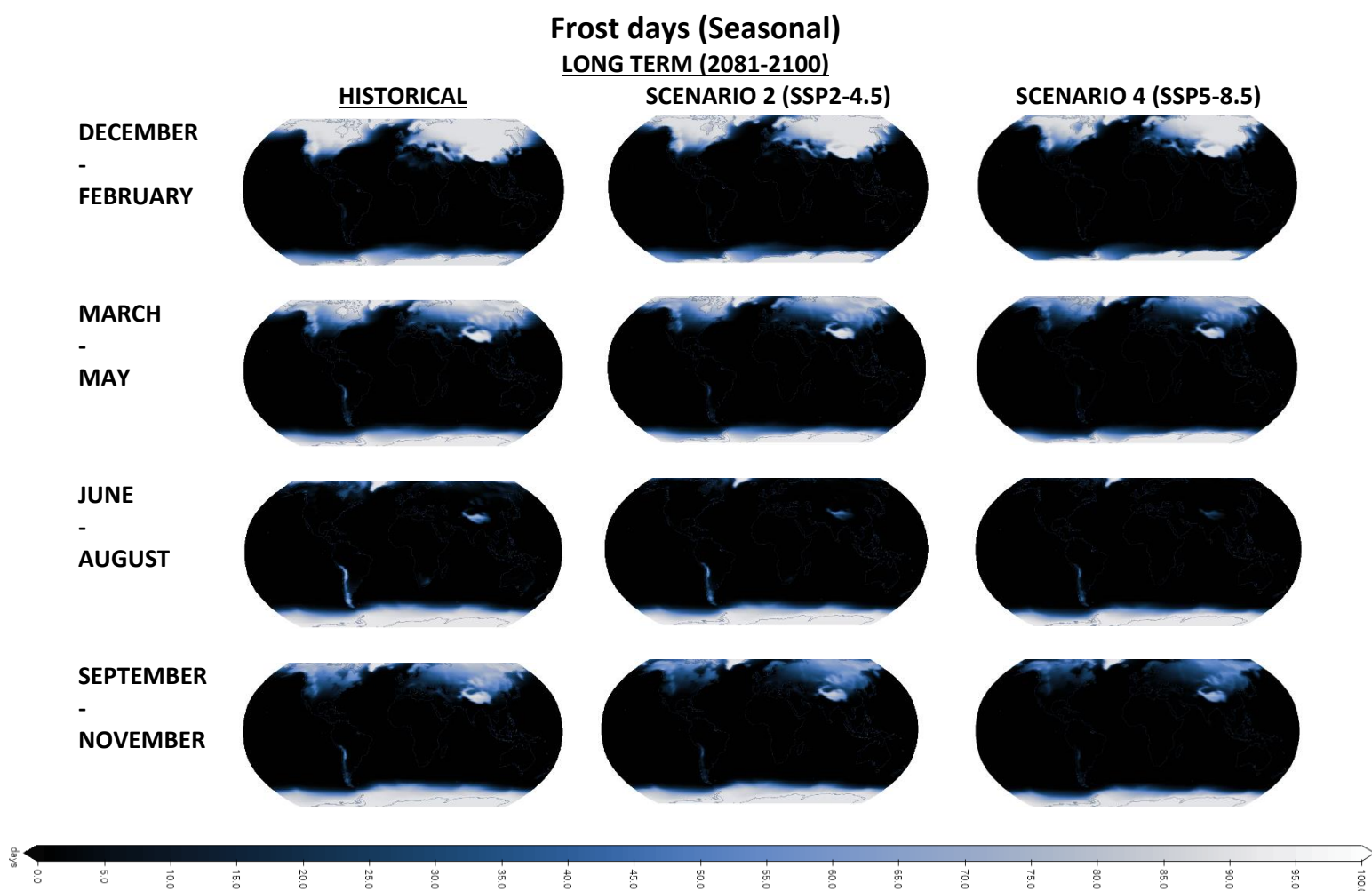
Επίσης, στη Δυτική-Κεντρική Ασία παρατηρείται μείωση των ημερών παγετού με τα ιστορικά δεδομένα να δίνουν 83.3 ημέρες και το σενάριο 2 της περιόδου 2081-2100, 51.6 ημέρες. Τέλος, η Βόρεια Ευρώπη παρουσιάζει μια από τις μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ ιστορικών δεδομένων και δεδομένων της περιόδου 2081-2100. Ειδικότερα, όταν τα ιστορικά δεδομένα δίνουν 109.9 ημέρες παγετού, το σενάριο 4 της περιόδου 2081-2100 δίνει 47.4 ημέρες.

Στη συνέχεια στο σχήμα 5.4.2 παρουσιάζονται οι ημέρες παγετού ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Γενικά παρατηρείται μείωση των ημερών παγετού ανά εποχή, όπως συνέβη και ετήσια. Πρώτο παράδειγμα αποτελεί ο Νότιος ωκεανός, όπου το χειμώνα το σενάριο 4 δίνει 7.5 ημέρες παγετού, τη στιγμή που για τα ιστορικά δεδομένα οι ημέρες παγετού είναι μόλις 10.9. Στη Δυτική και Κεντρική Ευρώπη τους μήνες Μάρτιο-Μάιο παρατηρείται μείωση στις ημέρες παγετού, της τάξης των 8 ημερών για το σενάριο 2 της περιόδου 2041-2060. (Ιστορική περίοδος, 24.1 ημέρες - Σενάριο 2, 15.7 ημέρες). Επίσης, ο Αρκτικός ωκεανός, τους μήνες Σεπτέμβριο με Νοέμβριο παρουσιάζει μείωση από 84.1 ημέρες (Ιστορική περίοδος) σε 70.5 ημέρες (Σενάριο 2).



Σχήμα 5.4.2: Ημέρες παγετού ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Ακολουθώντας, στο σχήμα 5.4.3 παρουσιάζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο για τις ημέρες παγετού ανά εποχή. Σημαντική μείωση στις ημέρες παγετού παρουσιάζει ο ορεινός όγκος των Ιμαλαΐων το καλοκαίρι από 36.1 ημέρες (Ιστορική περίοδος) σε 19 ημέρες για το σενάριο 2. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο Αρκτικός ωκεανός με τις ημέρες παγετού να μειώνονται όλο και περισσότερο με τη μεγαλύτερη μείωση να παρουσιάζεται το καλοκαίρι. Πιο συγκεκριμένα τους μήνες Ιούνιο-Αύγουστο τα ιστορικά δεδομένα δίνουν 75.5 ημέρες παγετού για τον Αρκτικό ωκεανό, ενώ το σενάριο 4 δίνει 26.4 ημέρες (49.1 ημέρες διαφορά). Επίσης, για την ίδια περιοχή (Αρκτικός ωκεανός) τους μήνες Σεπτέμβριο με Νοέμβριο τα ιστορικά δεδομένα δίνουν 84.1 ημέρες παγετού, ενώ το σενάριο 2 56.4 ημέρες (27.7 ημέρες διαφορά). Τέλος, στην Κεντρική και Βόρεια Αμερική οι ημέρες παγετού μειώνονται για το σενάριο 4 το χειμώνα. (Ιστορική περίοδος, 60 ημέρες - Σενάριο 4, 35.5 ημέρες).



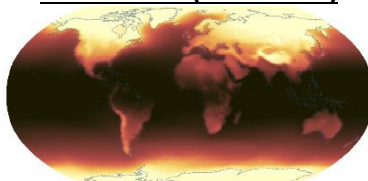
Σχήμα 5.4.3: Ημέρες παγετού ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

5.5 Απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία

Στο σχήμα 5.5.1 παρουσιάζεται η απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία (Minimum of Minimum Temperatures) ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και συγκρίνεται με τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και έπειτα με τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Αύξηση περίπου 6°C παρουσιάζει η Αλάσκα για τα δεδομένα της περιόδου 2041-2060. Πιο συγκεκριμένα, για την Αλάσκα, τα ιστορικά δεδομένα δίνουν απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία -37.5°C, ενώ το σενάριο 4 της περιόδου 2041-2060 δίνει -31.2°C. Επίσης, σχεδόν τη διπλάσια αύξηση παρουσιάζει η περιοχή του Αρκτικού ωκεανού με τα ιστορικά δεδομένα να εμφανίζουν -41°C και το σενάριο 2 της περιόδου 2081-2100 -28.7°C.

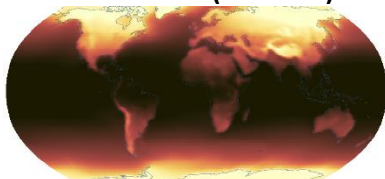
Minimum of Minimum Temperatures (Annual)

HISTORICAL (1981-2010)

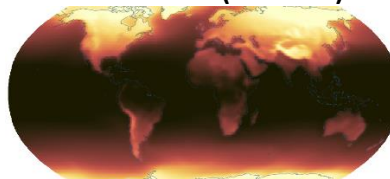


MEDIUM TERM (2041-2060)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

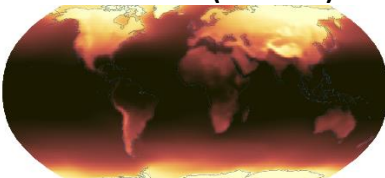


SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

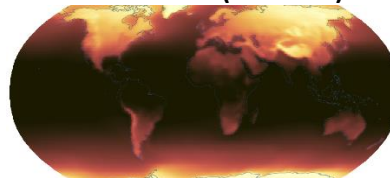


LONG TERM (2081-2100)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



Σχήμα 5.5.1: Απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Στη συνέχεια, στο σχήμα 5.5.2 παρουσιάζεται η ελάχιστη απόλυτη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα της περιόδου 2041-2060. Στη Νότια Ασία η ελάχιστη θερμοκρασία το χειμώνα παρουσιάζει αύξηση, αφού τα ιστορικά δεδομένα της περιόδου 1981-2010 δίνουν 7.4°C και το σενάριο 4 της περιόδου 2041-2060 δίνει 9.8°C. Επιπρόσθετα, στην περιοχή της Βόρειας Ρωσίας (Ρωσική Αρκτική) τους μήνες Μάρτιο με Μάιο η θερμοκρασιακή διαφορά (αύξηση) φτάνει περίπου τους 5°C. Ειδικότερα, για αυτούς τους μήνες, τα ιστορικά δεδομένα δίνουν -38°C και το σενάριο 2 της περιόδου 2081-2100 δίνει -32.9°C.

Minimum of Minimum Temperatures (Seasonal)

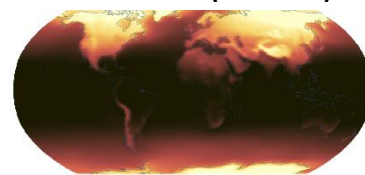
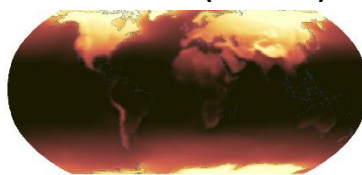
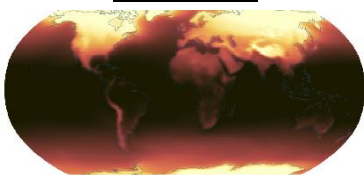
MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

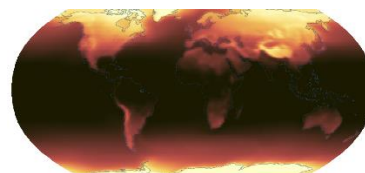
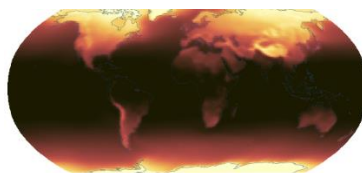
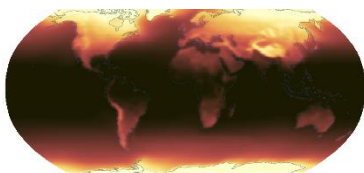
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

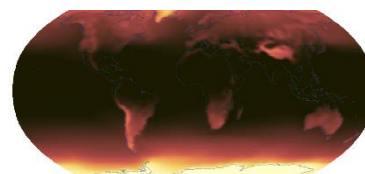
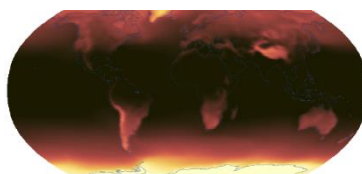
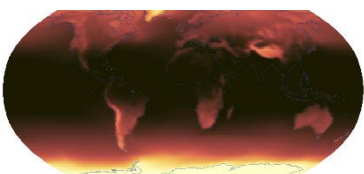
DECEMBER
-
FEBRUARY



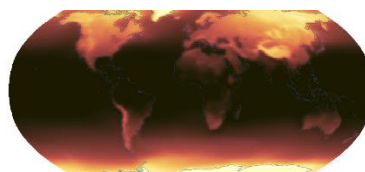
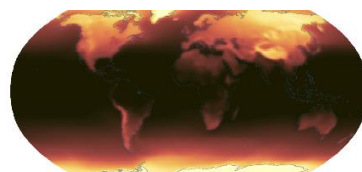
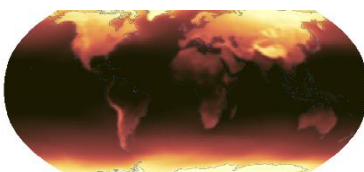
MARCH
-
MAY



JUNE
-
AUGUST



SEPTEMBER
-
NOVEMBER

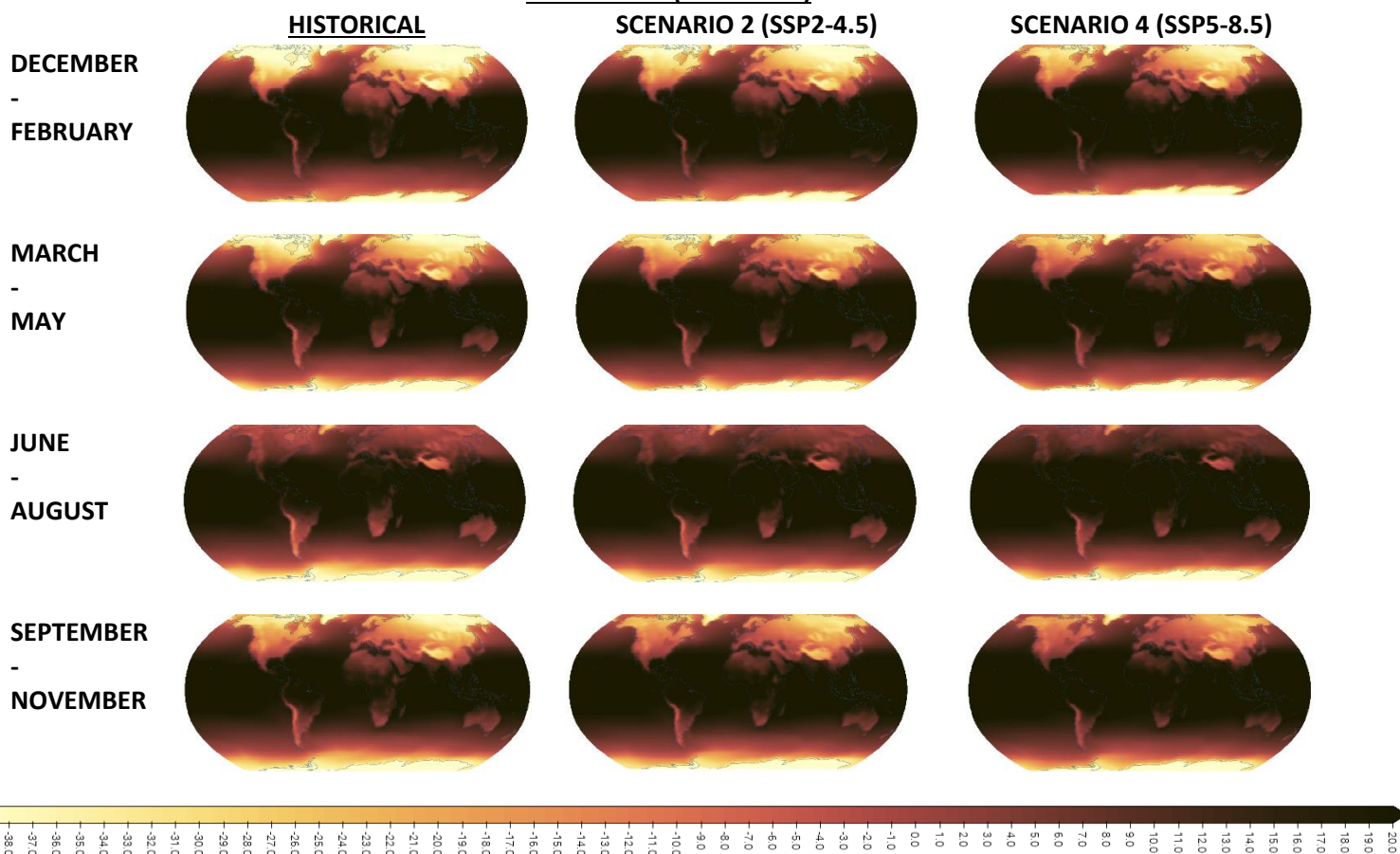


Σχήμα 5.5.2: Απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Τέλος, στο σχήμα 5.5.3 παρουσιάζεται όπως και προηγουμένως η απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή, αλλά αυτή τη φορά για μια πιο μακροπρόθεσμη περίοδο. Το σετ δεδομένων είναι τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Υψηλή μεταβολή στη θερμοκρασία παρουσιάζει ο Αρκτικός ωκεανός με περίπου 26°C διαφορά (αύξηση) τους μήνες Σεπτέμβριο με Νοέμβριο μεταξύ ιστορικών δεδομένων και δεδομένων της περιόδου 2081-2100. Ειδικότερα, το σενάριο 4 παρουσιάζει τέτοια μεταβολή με τη θερμοκρασία να φτάνει τους -4.3°C, όταν για τα ιστορικά δεδομένα η θερμοκρασία είναι -30.6°C. Επίσης, στη Σαχάρα το χειμώνα η απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία για τα ιστορικά δεδομένα φτάνει τους 4.7°C, ενώ για το σενάριο 4 της περιόδου 2081-2100 φτάνει τους 10.1°C. Τέλος, στη Δυτική Σιβηρία για τους μήνες Σεπτέμβριο με Νοέμβριο τα ιστορικά δεδομένα δίνουν θερμοκρασία -22.1°C και το σενάριο 2 δίνει θερμοκρασία -15.1°C.

Minimum of Minimum Temperatures (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)



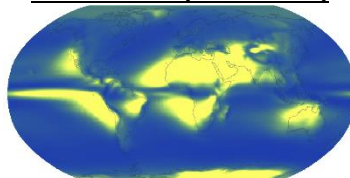
Σχήμα 5.5.3: Απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

5.6 Διαδοχικές ημέρες ξηρασίας

Οι ακόλουθοι 4 δείκτες σχετίζονται με τη βροχόπτωση και είναι οι τελευταίοι του κεφαλαίου. Αρχικά, στο σχήμα 5.6.1 παρουσιάζεται ο αριθμός των διαδοχικών ξηρών ημερών (με βροχόπτωση μικρότερη του 1mm) σε ετήσια βάση (Consecutive Dry days), για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Ανατολικά της Βραζιλίας όπου επικρατεί το κλίμα Σαβάννα, τα ιστορικά δεδομένα δίνουν 76.9 διαδοχικές ημέρες ξηρασίας, ενώ το σενάριο 4 της περιόδου 2081-2100 δίνει 95.2 ημέρες. Επίσης, η Ινδονησία λόγω του Μουσωνικού κλίματος παρουσιάζει 27.5 διαδοχικές ξηρές ημέρες την ιστορική περίοδο και 29.3 ημέρες για το σενάριο 4 της περιόδου 2041-2060. Τέλος, μικρότερη μεταβολή στις ξηρές ημέρες παρουσιάζει η Κεντρική Αφρική, λόγω του ξηρού-τροπικού κλίματός της,. Πιο συγκεκριμένα, τα ιστορικά δεδομένα για την Κεντρική Αφρική δίνουν 63.2 διαδοχικές ξηρές ημέρες, ενώ το σενάριο 2 της περιόδου 2041-2060 παρουσιάζει μία μικρή αύξηση, στις 64.3 ημέρες.

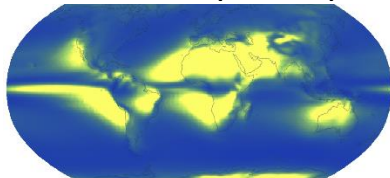
Consecutive Dry days (Annual)

HISTORICAL (1981-2010)

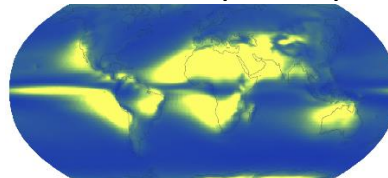


MEDIUM TERM (2041-2060)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

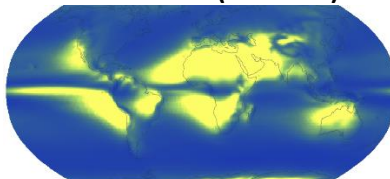


SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

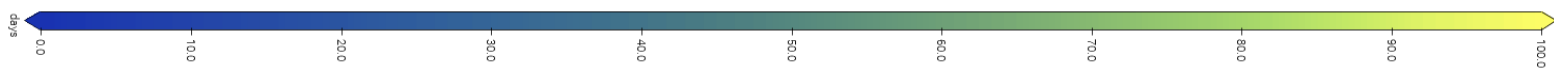
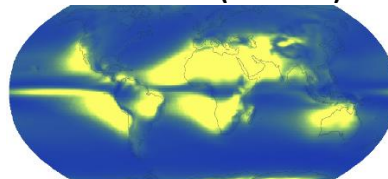


LONG TERM (2081-2100)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



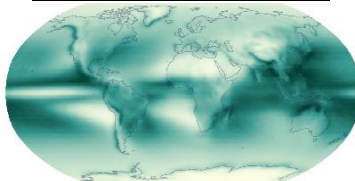
Σχήμα 5.6.1: Διαδοχικές ξηρές ημέρες σε ετήσια βάση, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

5.7 Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση

Στη συνέχεια στο σχήμα 5.7.1 παρουσιάζεται η μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση (Maximum 1day precipitation) σε ετήσια βάση, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Σε μια πρώτη προσέγγιση παρατηρείται ότι οι μεγαλύτερες διαφορές στη βροχόπτωση παρουσιάζονται κοντά στη ζώνη του Ισημερινού, γεγονός που επαληθεύεται και από το βροχερό τροπικό κλίμα που επικρατεί στην ισημερινή ζώνη. Για παράδειγμα, ο Ειρηνικός ωκεανός κοντά στον Ισημερινό παρουσιάζει αύξηση περίπου 27 mm για το σενάριο 4 της περιόδου 2081-2100. Πιο συγκεκριμένα, τα ιστορικά δεδομένα δίνουν για αυτή την περιοχή 53.8 mm ως μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση, ενώ το σενάριο 4 της περιόδου 2081-2100 δίνει 80.6 mm. Επίσης, στην Ινδονησία τα ιστορικά δεδομένα δίνουν μέγιστη βροχόπτωση 76.5 mm και το σενάριο 2 της περιόδου 2041-2060 δίνει 82.4 mm. Τέλος, μικρή αύξηση στη μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση παρουσιάζει η Μεσόγειος με τα ιστορικά δεδομένα να δίνουν μέση μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση ίση με 25.5 mm και το σενάριο 4 της περιόδου 2041-2060 26.8 mm.

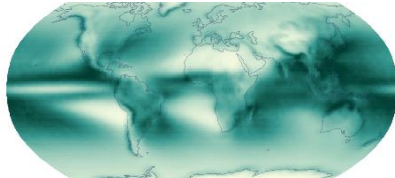
Maximum 1day precipitation (Annual)

HISTORICAL (1981-2010)

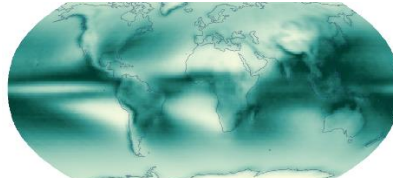


MEDIUM TERM (2041-2060)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

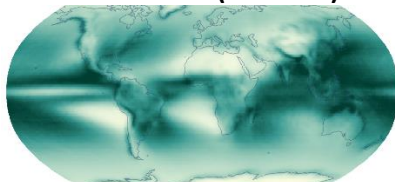


SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

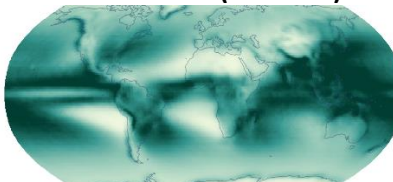


LONG TERM (2081-2100)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

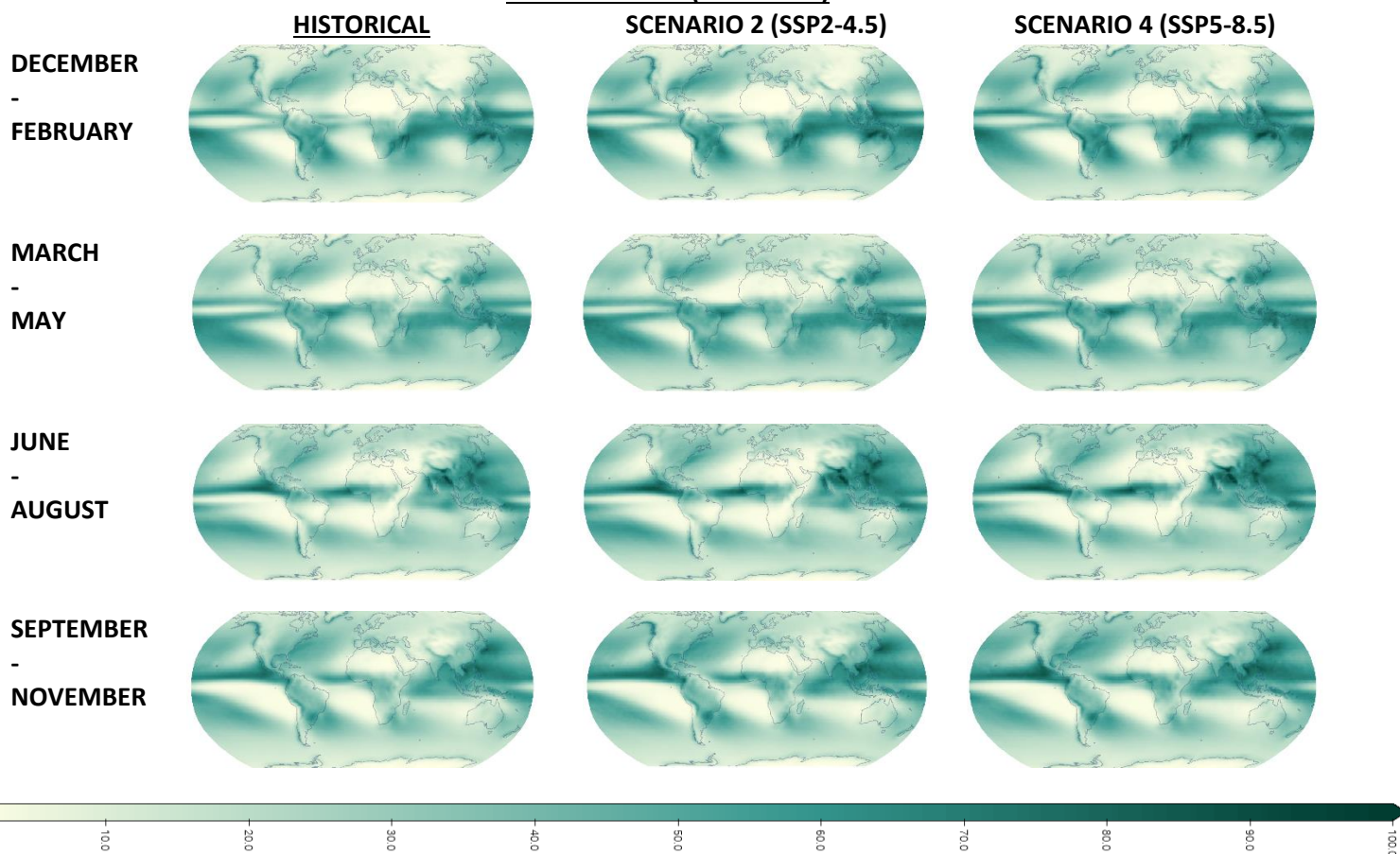


Σχήμα 5.7.1: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση σε ετήσια βάση, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Το επόμενο σχήμα (Σχήμα 5.7.2) δείχνει τη μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Στη Δυτική Αφρική το καλοκαίρι η βροχόπτωση για τα ιστορικά δεδομένα φτάνει τα 48 mm, ενώ για το σενάριο 2 τα 54.7 mm. Επίσης, στην περιοχή του Βόρειου Ειρηνικού ωκεανού παρατηρείται αύξηση (Σενάριο 4) της τάξης των 5 mm για τους μήνες Σεπτέμβριο με Νοέμβριο. (Ιστορική περίοδος, 45.2 mm - Σενάριο 4, 50.1 mm). Τέλος, στην Ανατολική Ασία οι μέγιστες βροχοπτώσεις παρουσιάζονται το καλοκαίρι, εξαιτίας του υγρού ηπειρωτικού κλίματος, το οποίο δίνει αρκετές υφέσεις και υψηλές βροχοπτώσεις κυρίως αρχές καλοκαιριού. Πράγματι, όταν τα ιστορικά δεδομένα δίνουν 58.8 mm βροχόπτωσης το καλοκαίρι, 26.7 mm το χειμώνα, 42 mm την άνοιξη και 45.2 mm το φθινόπωρο, το σενάριο 4 δίνει 66 mm το καλοκαίρι, 29 mm το χειμώνα, 46.6 mm την άνοιξη και 50.3 mm το φθινόπωρο.

Maximum 1day precipitation (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

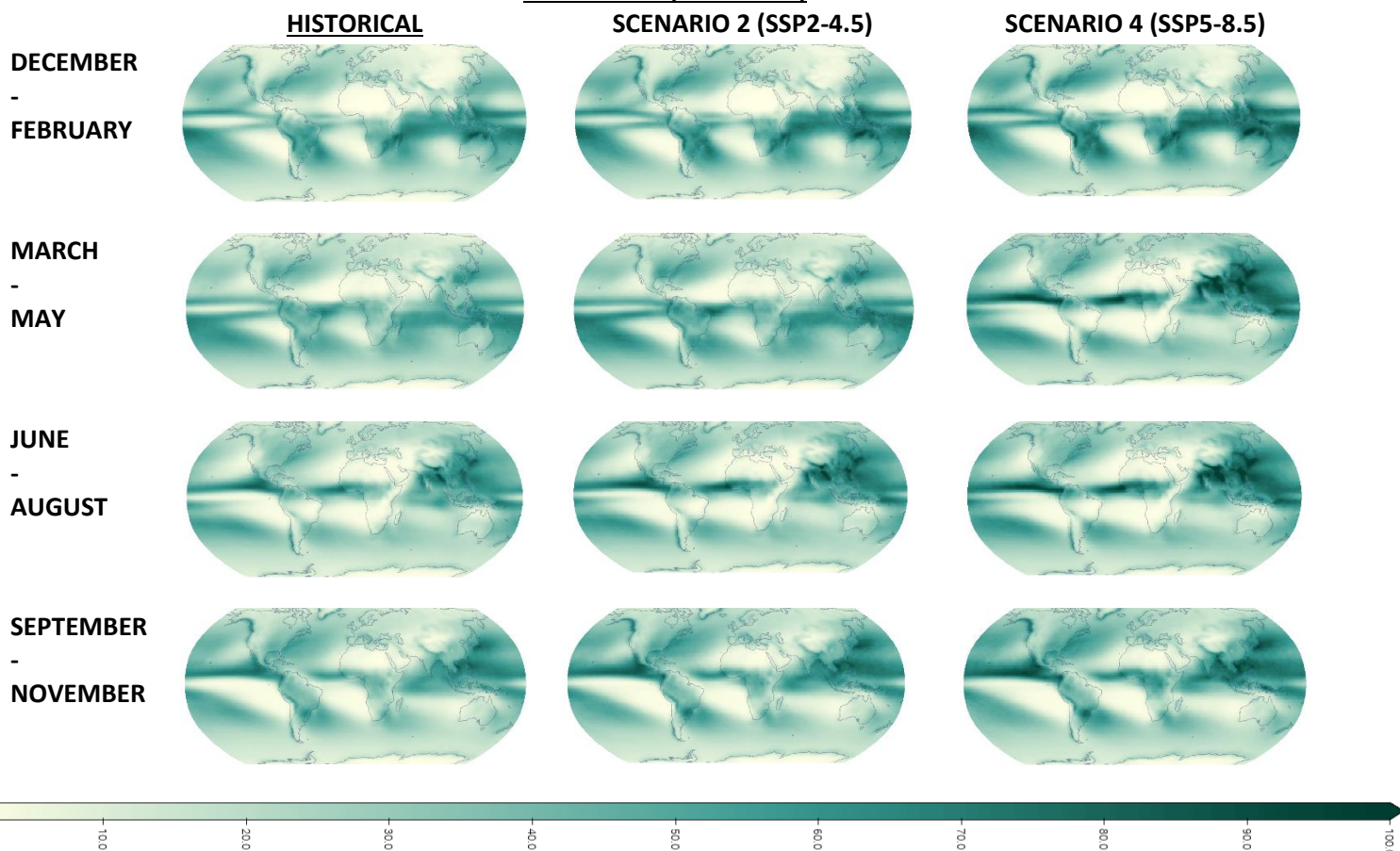


Σχήμα 5.7.2: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Τα αποτελέσματα για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο για το συγκεκριμένο δείκτη παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 5.7.3). Πρόκειται για τη μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Ο ορεινός όγκος των Ιμαλαΐων παρουσιάζει αύξηση βροχόπτωσης της τάξης των 12 περίπου mm το καλοκαίρι. Η αύξηση αυτή παρατηρείται μεταξύ ιστορικών δεδομένων με 29.2 mm βροχόπτωσης και σεναρίου 4 με 41,1 mm βροχόπτωσης. Τα Ιμαλάια χαρακτηρίζονται στο Νότιο τμήμα τους από το μουσωνικό κλίμα, όπου δικαιολογούνται τα μεγάλα ημερήσια ποσά βροχόπτωσης κατά την διάρκεια του υγρού μουσώνα . Επίσης, στον Ινδικό ωκεανό τα ιστορικά δεδομένα δίνουν για το χειμώνα ως μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση 55.4 mm και το σενάριο 2 της περιόδου 2081-2100 δίνει 62.8 mm βροχόπτωση. Τέλος, μικρή αύξηση (3.3 mm) στη μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση παρουσιάζει η Ανατολική Ευρώπη τους μήνες Σεπτέμβριο με Νοέμβριο με τα ιστορικά δεδομένα να δίνουν βροχόπτωση 15.2 mm και το σενάριο 4 βροχόπτωση 18.5 mm.

Maximum 1day precipitation (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)



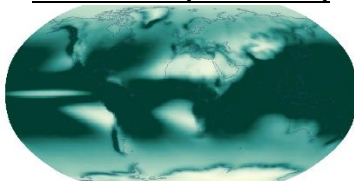
Σχήμα 5.7.3: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

5.8. Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση 5 ημερών.

Στο σχήμα 5.8.1 παρουσιάζεται η μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση 5 ημερών (Maximum 5day precipitation) σε ετήσια βάση, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Εκ πρώτης όψεως δεν παρατηρούνται διαφορές μεταξύ των δεδομένων. Πιο αναλυτικά όμως διαπιστώνονται μερικές ανομοιοότητες. Αρχικά, στον Ειρηνικό ωκεανό κοντά στην ισημερινή ζώνη τα ιστορικά δεδομένα δίνουν ως μέγιστη βροχόπτωση 5 ημερών 130.7 mm και το σενάριο 4 της περιόδου 2041-2060 δίνει 152.4 mm βροχόπτωσης, τιμές πολύ μεγαλύτερες από την οριοθετημένη κλίμακα του σχήματος. Επίσης, ο ορεινός όγκος των Ιμαλαΐων παρουσιάζει αύξηση για όλα τα σενάρια. Ειδικότερα, στα Ιμαλάια τα ιστορικά δεδομένα της περιόδου 1981-2010 δίνουν μέγιστη βροχόπτωση 84.9 mm, ενώ το σενάριο 4 της περιόδου 2081-2100 δίνει 114.4 mm βροχόπτωσης. Τέλος, στην περιοχή της Βόρειας Ευρώπης, στην οποία κυριαρχεί η τάιγκα, τα ιστορικά δεδομένα δίνουν ως μέγιστη βροχόπτωση 5 ημερών 52.1 mm, ενώ το σενάριο 2 της περιόδου 2081-2100 δίνει βροχόπτωση 57.2 mm.

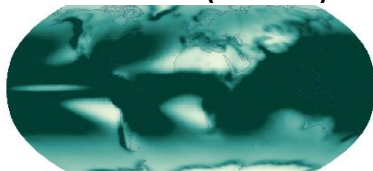
Maximum 5day precipitation (Annual)

HISTORICAL (1981-2010)

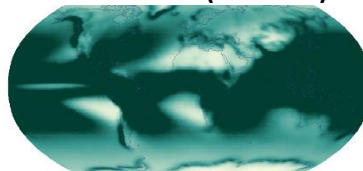


MEDIUM TERM (2041-2060)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

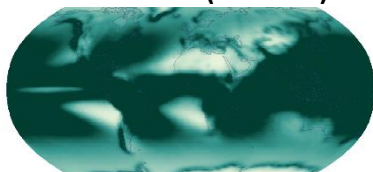


SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

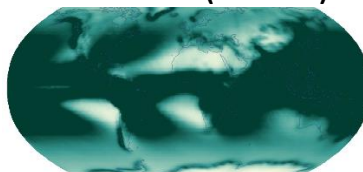


LONG TERM (2081-2100)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)



SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



Σχήμα 5.8.1: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση 5 ημερών σε ετήσια βάση, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Στη συνέχεια στο σχήμα 5.8.2 παρουσιάζεται η μέγιστη βροχόπτωση 5 ημερών ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Οι περιοχές Κολομβία και Περού τους μήνες Μάρτιο με Μάιο παρουσιάζουν αύξηση στη μέγιστη βροχόπτωση (5 ημερών) για το σενάριο 2 της περιόδου 2041-2060, το οποίο δίνει 108.6 mm βροχόπτωσης, όταν τα ιστορικά δεδομένα δίνουν βροχόπτωση 101.2 mm. Επίσης, διαφορές μεταξύ σεναρίων και ιστορικών δεδομένων παρουσιάζονται στην Κεντρική Αφρική. Το χειμώνα στην Κεντρική Αφρική, τα ιστορικά δεδομένα δίνουν 42.2 mm βροχόπτωσης, ενώ το σενάριο 4 50.1 mm, δηλαδή μία αύξηση της τάξης των 7.9 mm βροχόπτωσης. Επίσης, τους μήνες Σεπτέμβριο με Νοέμβριο στην Κεντρική Αφρική τα ιστορικά δεδομένα δίνουν 73.1 mm βροχόπτωσης, ενώ το σενάριο 4 δίνει για τους ίδιους μήνες 84.8 mm βροχόπτωσης, 11.7 mm βροχόπτωσης παραπάνω.

Maximum 5day precipitation (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

DECEMBER

FEBRUARY

MARCH

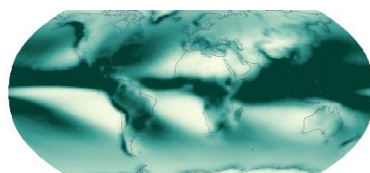
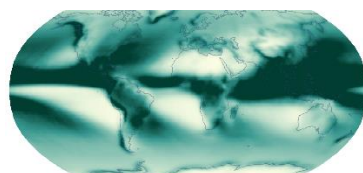
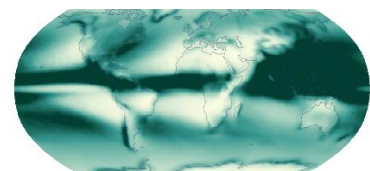
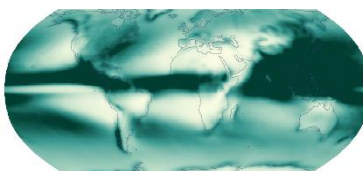
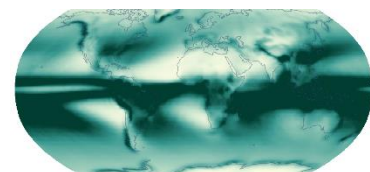
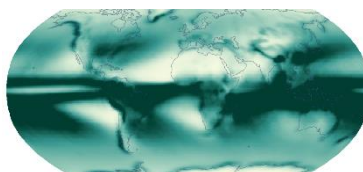
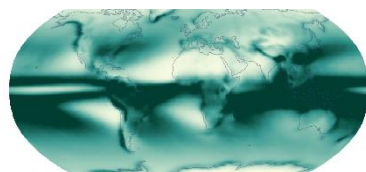
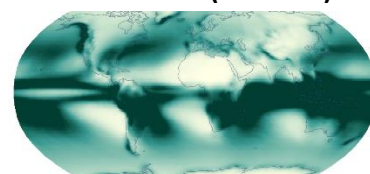
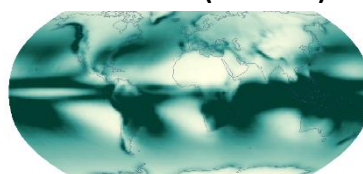
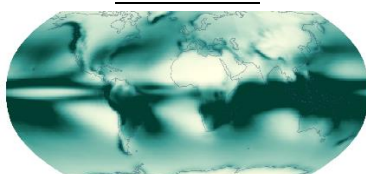
MAY

JUNE

AUGUST

SEPTEMBER

NOVEMBER



Σχήμα 5.8.2: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση 5 ημερών ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Τέλος, στο σχήμα 5.8.3 παρουσιάζεται για κάθε εποχή η μέγιστη βροχόπτωση 5 ημερών μεταξύ ιστορικών δεδομένων του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και των δεδομένων της περιόδου 2081-2100. Αύξηση της τάξης των 15 mm εμφανίζει η Ανατολική Αμερική το χειμώνα, αφού τα ιστορικά δεδομένα δίνουν βροχόπτωση 65.4 mm και το σενάριο 4 80.3 mm βροχόπτωσης. Επίσης, η Ανατολική Σιβηρία παρουσιάζει διαφορές μεταξύ του συγκεκριμένου σετ δεδομένων για το καλοκαίρι. Συγκεκριμένα το σενάριο 4 δίνει το καλοκαίρι 64 mm βροχόπτωσης, 11.4 mm παραπάνω από εκείνα των ιστορικών δεδομένων (52.6 mm). Τέλος, στη Νοτιοανατολική Αφρική, στην περιοχή της Τανζανίας, για τους μήνες Μάρτιο με Μάιο, η μέγιστη βροχόπτωση 5 ημερών των ιστορικών δεδομένων φτάνει τα 79.7 mm, ενώ για το σενάριο 2 η βροχόπτωση που σημειώνεται αγγίζει σχεδόν το μέγιστο της κλίμακας με 87.8 mm.

Maximum 5day precipitation (Seasonal)

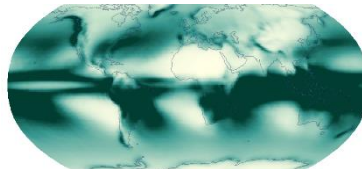
LONG TERM (2081-2100)

HISTORICAL

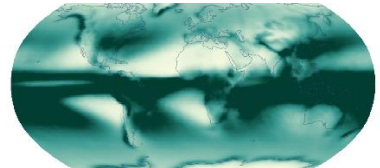
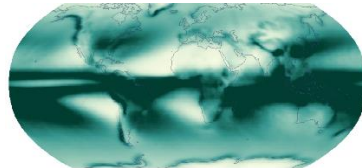
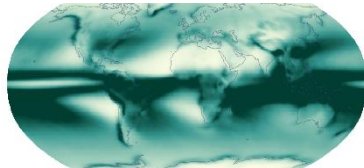
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

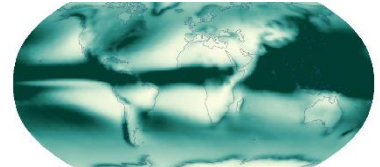
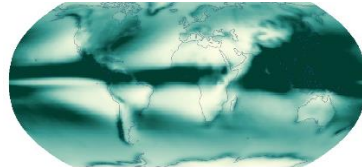
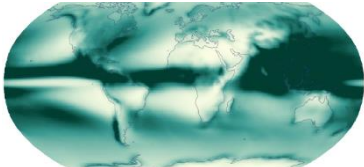
DECEMBER
-
FEBRUARY



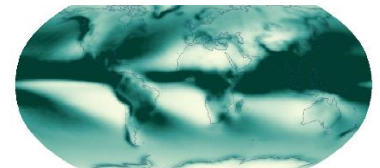
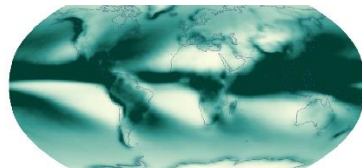
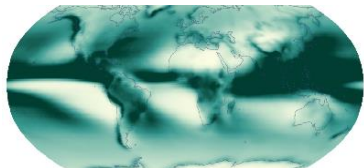
MARCH
-
MAY



JUNE
-
AUGUST



SEPTEMBER
-
NOVEMBER



Σχήμα 5.8.3: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση 5 ημερών ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

5.9 Δείκτης ξηρασίας Standardized Precipitation Index

Επόμενος και τελευταίος δείκτης (Standardized Precipitation Index) είναι ένας δείκτης που συγκρίνει την αθροιστική βροχόπτωση 6 μηνών με την μακροπρόθεσμη κατανομή των βροχοπτώσεων για την ίδια τοποθεσία και την ίδια χρονική περίοδο. Θεωρώντας τα ιστορικά δεδομένα ως η περίοδος αναφοράς παρουσιάζεται παρακάτω (Σχήμα 5.9.1) η μεταβολή αυτού του δείκτη ξηρασίας σε ποσοστό επί τοις 100. Όταν το ποσοστό έχει αρνητική τιμή η περίοδος χαρακτηρίζεται ξηρή, ενώ το θετικό ποσοστό χαρακτηρίζει την υγρή περίοδο. Η Μεσόγειος την περίοδο 2081-2100 εμφανίζει -0.7% δείκτη για το σενάριο 4. Επίσης, Βόρεια της Βραζιλίας ο δείκτης είναι -0.4% για το σενάριο 4 της περιόδου 2041-2060. Τέλος, τα Ιμαλάια εμφανίζουν θετικό δείκτη με τιμή 0.4% για το σενάριο 2 της περιόδου 2041-2060.

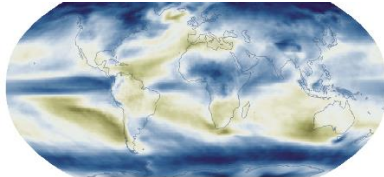
Standardized Precipitation Index (Annual)

HISTORICAL (1981-2010)

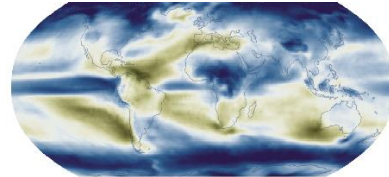


MEDIUM TERM (2041-2060)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

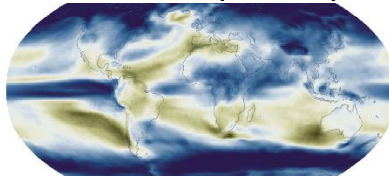


SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

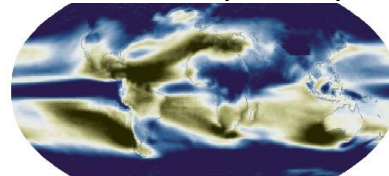


LONG TERM (2081-2100)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

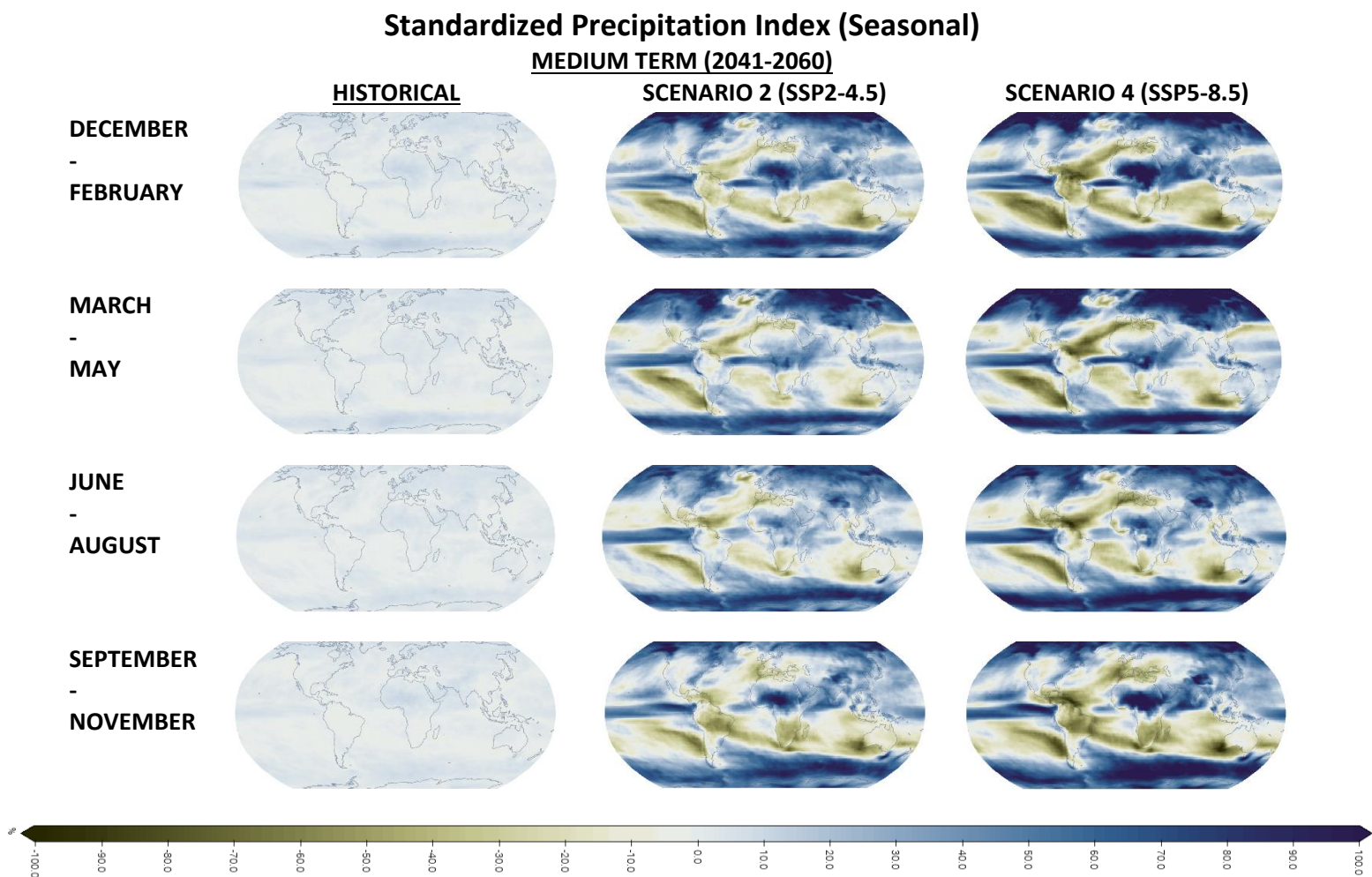


SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



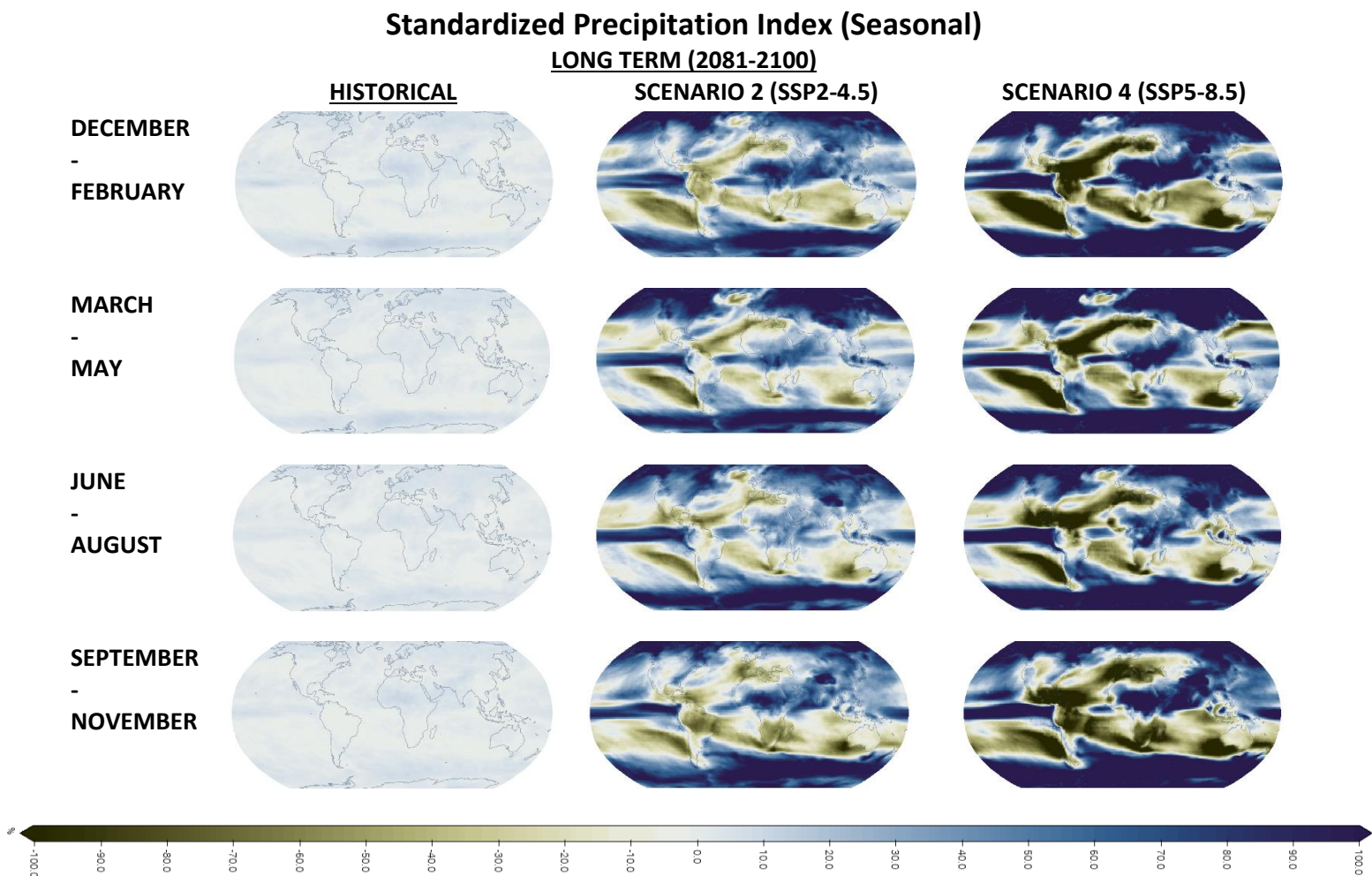
Σχήμα 5.9.1: Δείκτης ξηρασίας σε ετήσια βάση, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Στη συνέχεια (σχήμα 5.9.2) εμφανίζεται η μεταβολή του δείκτη βροχόπτωσης σε ποσοστό επί τοις 100 ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060. Θεωρώντας τα ιστορικά δεδομένα ως η περίοδος αναφοράς, αυτή ορίζεται ως μηδενική. Για το σενάριο 2 της περιόδου 2041-2060 η περιοχή του Νότιου Ειρηνικού ωκεανού εμφανίζει για όλες τις εποχές του χρόνου μεταβολή -0.1% του δείκτη βροχόπτωσης. Επίσης, τους μήνες Σεπτέμβριο με Νοέμβριο ο Νότιος ωκεανός εμφανίζει μεταβολή 0.6% του δείκτη για το σενάριο 4. Τέλος, για τη Μεσόγειο η περίοδος του χειμώνα (Δεκέμβριος-Φεβρουάριος) χαρακτηρίζεται ως ξηρή για το σενάριο 2, αφού η μεταβολή του δείκτη βροχόπτωσης φτάνει το -0.2%.



Σχήμα 5.9.2: Δείκτης ξηρασίας ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Τέλος, στο σχήμα 5.9.3 παρουσιάζεται ο ίδιος δείκτης με παραπάνω και πιο συγκεκριμένα η μεταβολή αυτού του δείκτη βροχόπτωσης σε ποσοστό επί τοις 100 ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100. Η Αλάσκα εμφανίζει μεταβολή 1.7% για το σενάριο 4 των μηνών Μαρτίου-Μαΐου. Επίσης, ο ορεινός όγκος των Ιμαλαΐων εμφανίζει θετική μεταβολή του δείκτη βροχόπτωσης για όλες τις εποχές των σεναρίων 2 και 4. Πιο συγκεκριμένα, για το σενάριο 4 τα Ιμαλαία εμφανίζουν μεταβολή 1% για το χειμώνα, 0.8% για την άνοιξη, 1.3% για το καλοκαίρι και 1.4% για το φθινόπωρο.



Σχήμα 5.9.3: Δείκτης ξηρασίας ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

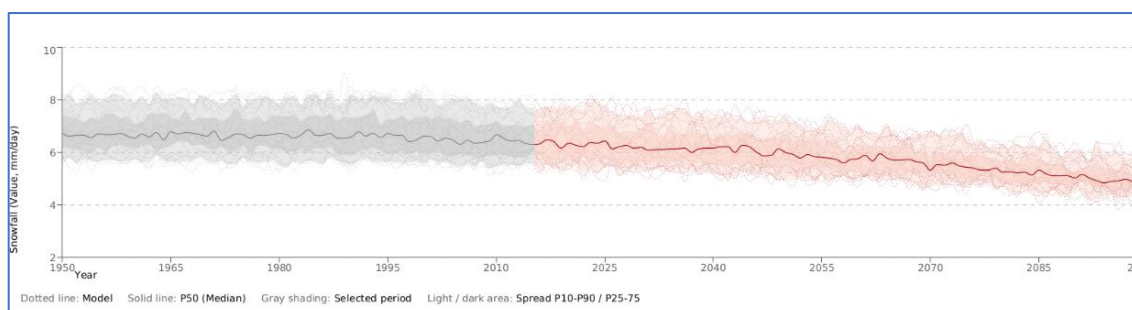
6. Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή επικεντρώθηκε να παρουσιάσει τα τελικά και πιο πρόσφατα αποτελέσματα για την κλιματική αλλαγή, σύμφωνα με την IPCC. Τα συμπεράσματα κατηγοριοποιούνται ανά εποχή για κάθε μεταβλητή σε παγκόσμια κλίμακα. Γενικά, οι περισσότερες μεταβλητές δίνουν αλλαγή (άλλοτε αύξηση, άλλοτε μείωση), οι οποίες επηρεάζονται και από το κλίμα που επικρατεί στην εκάστοτε περιοχή, την εκάστοτε εποχή.

ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Το χειμώνα παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές των κλιματικών παραμέτρων. Πιο συγκεκριμένα, σε παγκόσμια βάση η μέγιστη θερμοκρασία παρουσιάζει αύξηση και όπως φαίνεται στο μέλλον θα συνεχίσει αυτή η αυξητική τάση, ιδιαίτερα στο Βόρειο ημισφαίριο (Αρκτικός ωκεανός, Αλάσκα). Επίσης, ίδια αυξητική πορεία παρουσιάζει και η μέση θερμοκρασία. Στις ελάχιστες θερμοκρασίες παρατηρείται αύξηση, πλην των περιοχών του Μεξικού και ΗΠΑ, όπου τα μοντέλα δίνουν μείωση των ελάχιστων θερμοκρασιών. Στο μέλλον, παραμένει το ίδιο μοτίβο με κυρίως αύξηση της ελάχιστης, αλλά σποραδικά κατά τόπους με ελάττωση της ελάχιστης θερμοκρασίας. Στην περίπτωση της βροχόπτωσης οι αλλαγές δεν είναι ομοιόμορφες σε όλο το πλανήτη. Υπάρχουν περιοχές όπως η Μεσόγειος που θα εμφανίσει ελάττωση της βροχόπτωσης, ενώ άλλες περιοχές θα εμφανίσουν αύξηση. Στη περιοχή του Ισημερινού, η ολική βροχόπτωση, η μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση καθώς και η μέγιστη βροχόπτωση 5 ημερών φαίνεται ότι δίνουν αύξηση, όπως επίσης και ο δείκτης βροχόπτωσης. Επιπρόσθετα, ο αριθμός των ημερών με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 35°C και ο αριθμός των ημερών με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 40°C, ακολουθούν αυξητική πορεία, ειδικότερα για τις περιοχές της Αυστραλίας, Αφρικής και Βραζιλίας. Αντίστοιχα, τα μοντέλα δίνουν για την απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία και για την απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία αυξητική τάση. Χαρακτηριστική είναι επίσης η μείωση των ημερών χιονόπτωσης και ημερών παγετού (Ελάχιστη θερμοκρασία κάτω από 0°C). Τέλος, στα ίδια επίπεδα κυμαίνεται ο επιφανειακός άνεμος με τη θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας θα παρουσιάζει μικρή αύξηση.

Ενδεικτικά, παρουσιάζονται σε σχεδιάγραμμα (Σχήμα 6.1) οι μελλοντικές εκτιμήσεις για την πορεία της χιονόπτωσης σε παγκόσμια κλίμακα, το χειμώνα για την περίοδο 2081-2100, σύμφωνα με το σενάριο 4 των μοντέλων της IPCC.



Σχήμα 6.1: Εκτίμηση χιονόπτωσης για τη χειμερινή περίοδο - Σενάριο 4 (από πλατφόρμα ipcc)

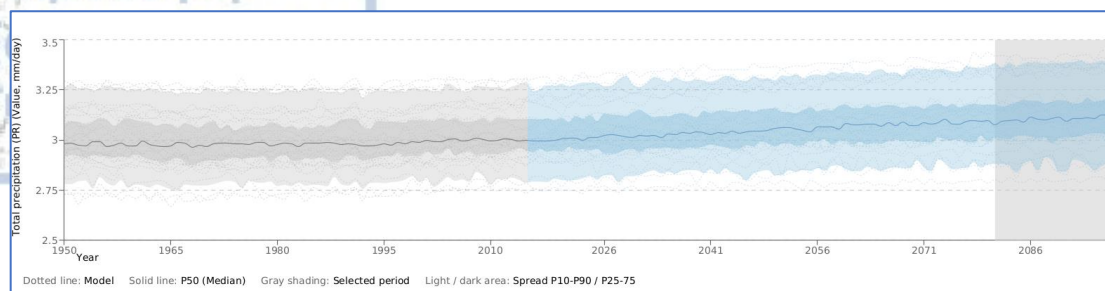
ΑΝΟΙΞΗ

Την άνοιξη, ως μία μεταβατική εποχή, όλες σχεδόν οι κλιματικές μεταβλητές εμφανίζουν αύξηση, πλην της χιονόπτωσης και των ημερών παγετού. Ειδικότερα, η μέγιστη και η μέση θερμοκρασία έχουν αυξητική τάση και η ελάχιστη θερμοκρασία αυξάνεται και αναμένεται να αυξηθεί σταδιακά και στο μέλλον. Επίσης, η ολική βροχόπτωση εμφανίζει αύξηση ανά τα σενάρια μικρής όμως μεταβολής, που επιβεβαιώνεται και από το δείκτη ξηρασίας, ο οποίος έχει θετική τιμή, δηλαδή χαρακτηρίζει την περίοδο υγρή. Η θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας εμφανίζει ομοίως αύξηση, όπως και ο αριθμός των ημερών με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 35°C και ο αριθμός των ημερών με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 40°C ακολουθούν αυξητική πορεία. Αύξηση δίνουν τα μοντέλα και για την απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία και για την απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία, καθώς και για τη μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση και τη μέγιστη βροχόπτωση 5 ημερών. Αντίθετα, η χιονόπτωση έχει πτωτική τάση, η οποία εξακολουθεί να έχει ίδια πορεία (πτωτική) και στο μέλλον. Επίσης, την άνοιξη, τα μοντέλα δίνουν για τις ημέρες παγετού πτωτική τάση. Τέλος, ο άνεμος στην επιφάνεια δεν παρουσιάζει κάποια σημαντική αλλαγή σε παγκόσμια κλίμακα, ενώ στο μέλλον τα μοντέλα δίνουν ανά τα σενάρια μια μικρή μείωση του επιφανειακού ανέμου (της τάξης 0.1 m/s).

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ

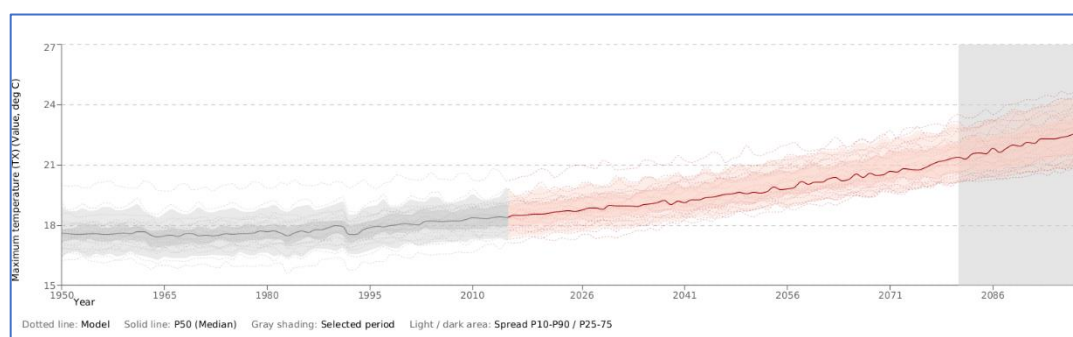
Ομολογουμένως, το καλοκαίρι η θερμοκρασία είτε μέγιστη, είτε ελάχιστη, είτε μέση αυξάνεται. Πράγματι, τα μοντέλα δίνουν αυξητική τάση για όλες τις θερμοκρασίες. Ειδικότερα, τα μοντέλα εκτιμούν ότι σε μακροπρόθεσμες περιόδους, η μέγιστη θερμοκρασία θα αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό κυρίως στη Μεσόγειο και την Ευρώπη, τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, τη Βραζιλία καθώς και στην Ανατολική Αφρική. Αύξηση επίσης εμφανίζει η θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους, ο αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 35°C και πάνω από 40°C και η απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία. Επιπρόσθετα, τα μοντέλα δίνουν αύξηση ακόμα και για την απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία. Σχετικά με τον επιφανειακό άνεμο, τα μοντέλα δε δίνουν αλλαγή, εκτός του σεναρίου 3, το οποίο δίνει για μακροπρόθεσμες περιόδους αύξηση 0.1 m/s του επιφανειακού ανέμου. Η βροχόπτωση σε παγκόσμιο επίπεδο και ιδιαίτερα σε περιοχές κοντά στον Ισημερινό εμφανίζει μικρή αύξηση, όπως επίσης αυξητική τάση εμφανίζουν η μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση και η μέγιστη βροχόπτωση 5 ημερών. Τα μοντέλα δίνουν για τον δείκτη ξηρασίας θετικό ποσοστό, δηλαδή αύξηση και κατ' επέκταση δηλώνεται ύπαρξη υγρής περιόδου. Ωστόσο, όπως είναι φυσικό δεδομένης της εποχής, μείωση εμφανίζουν οι ημέρες παγετού και η χιονόπτωση ειδικά στην περιοχή του Αρκτικού ωκεανού.

Ενδεικτικά, παρουσιάζονται σε σχεδιάγραμμα (Σχήμα 6.2) οι μελλοντικές εκτιμήσεις για την πορεία της βροχόπτωσης σε παγκόσμια κλίμακα, το καλοκαίρι για την περίοδο 2081-2100, σύμφωνα με το σενάριο 2 των μοντέλων της IPCC. Πράγματι, η βροχόπτωση παρουσιάζει μεν αύξηση, μικρού όμως βαθμού.



Σχήμα 6.2: Εκτίμηση βροχόπτωσης για τη θερινή περίοδο των ετών 2081-2100 – Σενάριο 2 (από πλατφόρμα ipcc)

Επίσης, στο σχήμα 6.3 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις των μοντέλων για την μέγιστη θερμοκρασία σε παγκόσμια κλίμακα, το καλοκαίρι για την περίοδο 2081-2100, σύμφωνα με το σενάριο 4 την IPCC. Όπως προκύπτει, όντως η μέγιστη θερμοκρασία αυξάνεται ολοένα και περισσότερο με το πέρασμα των ετών.



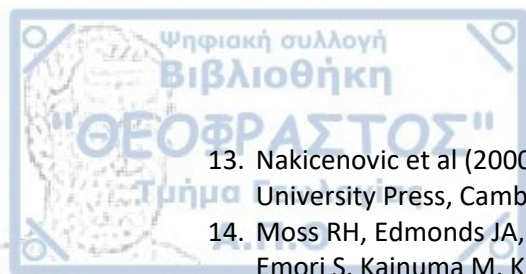
Σχήμα 6.3: Εκτίμηση μέγιστης θερμοκρασίας για τη θερινή περίοδο - Σενάριο 4 (από πλατφόρμα ipcc)

ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ

Τέλος, το φθινόπωρο η μέγιστη, η μέση και η ελάχιστη θερμοκρασία αυξάνονται και οι εκτιμήσεις που προκύπτουν από τα μοντέλα για το μέλλον και για τους 3 προαναφερόμενους δείκτες ακολουθούν αυξητική τάση. Επίσης, αύξηση εμφανίζει και η μέση βροχόπτωση σε παγκόσμια βάση, όπως και μελλοντικά, δεδομένης και της αύξησης του δείκτη ξηρασίας, καθώς και η θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας. Στα ίδια επίπεδα κυμαίνεται και θα κυμαίνεται τις μελλοντικές περιόδους ο επιφανειακός άνεμος, σύμφωνα με τις τελευταίες εκτιμήσεις των μοντέλων. Ακόμα, ο αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 35°C αυξάνεται, όπως αυξάνεται και ο αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία πάνω από 40°C. Συγκριτικά όμως, μεγαλύτερη αύξηση εμφανίζει ο αριθμός των ημερών με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C. Επιπρόσθετα, οι δείκτες της απόλυτης μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας και της απόλυτης ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας εμφανίζουν και οι δυο αυξητική τάση, με τον δεύτερο (Απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία) να εμφανίζει μεγαλύτερη αύξηση από τον πρώτο (Απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία). Αυξητική τάση εμφανίζουν και η μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση και η μέγιστη βροχόπτωση 5 ημερών, με την τελευταία να είναι μεγαλύτερου βαθμού. Τέλος, τους μήνες Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Νοέμβριο οι μοναδικοί δείκτες που εμφανίζουν πτωτική τάση είναι ο δείκτης της χιονόπτωσης και ο δείκτης των ημερών παγετού.



1. Hylke E. Beck, Niklaus E. Zimmermann, Tim R. McVicar, Noemi Vergopolan, Alexis Berg & Eric F. Wood, Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution, Scientific Data, Article number: 180214 (2018)
2. Köppen, W. (1936) : Das geographische System der Klimate, in: Handbuch der Klimatologie, edited by: Köppen, W. and Geiger, G., 1. C. "Gebr, Borntraeger, 1–44, 1936
3. Peel, M. C., Finlayson, B. L. & McMahon, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences 11, 1633–1644 (2007).
4. National Academy of Sciences. (2020). Climate change: Evidence and causes: Update 2020. The National Academies Press, Washington, DC, p. 5. doi: 10.17226/25733
5. Bindoff, N. L., P. A. Stott, K. M. AchutaRao, M. R. Allen, N. Gillett, D. Gutzler, K. Hansingo, G. Hegerl, Y. Hu, S. Jain, I. I. Mokhov, J. Overland, J. Perlwitz, R. Sebbari, and X. Zhang, 2013: Detection and attribution of climate change: From global to regional. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 867–952.
- G. Myhre, D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestad, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura, and H. Zhang, 2013: Anthropogenic and natural radiative forcing. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 659–740.
6. Fahey, D. W., S. Doherty, K. A. Hibbard, A. Romanou, and P. C. Taylor, 2017: Physical Drivers of Climate Change. Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I. Wuebbles, D. J., D. W. Fahey, K. A. Hibbard, D. J. Dokken, B. C. Stewart, and T. K. Maycock, Eds., U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, 73–113. doi:10.7930/J0513WCR.
7. Wuebbles, D. J., D. R. Easterling, K. Hayhoe, T. Knutson, R. E. Kopp, J. P. Kossin, K. E. Kunkel, A. N. LeGrande, C. Mears, W. V. Sweet, P. C. Taylor, R. S. Vose, and M. F. Wehner, 2017: Our Globally Changing Climate. Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I. Wuebbles, D. J., D. W. Fahey, K. A. Hibbard, D. J. Dokken, B. C. Stewart, and T. K. Maycock, Eds., U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, 35–72. doi:10.7930/J08S4N35.
8. About the IPCC, overview_, <https://www.ipcc.ch/about/>
9. ipcc reports, special and methodology reports
10. ipcc reports, sixth assessment report
11. Van Vuuren et al., 2011: The representative concentration pathways: an overview, Climatic Change volume 109, Article number: 5 (2011), doi:10.1007/s10584-011-0148-z
12. Leggett J, Pepper W, Swart RJ (1992) Emissions Scenarios for the IPCC: an Update. In: Houghton JT, Callander BA, Varney SK (eds) Climate change 1992. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, pp 71–95



13. Nakicenovic et al (2000) Special Report on Emissions Scenarios (SRES). Cambridge University Press, Cambridge
14. Moss RH, Edmonds JA, Hibbard KA, Manning MR, Rose SK, van Vuuren DP, Carter TR, Emori S, Kainuma M, Kram T et al (2010) The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature* 463:747–756
15. O'Neill et al. 2016: The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6, *Geosci. Model Dev.*, 9, 3461–3482, 2016, doi:10.5194/gmd-9-3461-2016
- Riahi et al. 2017: The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview, *Global Environmental Change* 42 (2017) 153–168, doi:10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009
- Kriegler et al., 2014: A new scenario framework for climate change research: the concept of shared climate policy assumptions, *Climatic Change* (2014) 122:401–414, doi:10.1007/s10584-013-0971-5
- Van Vuuren et al., 2013: A new scenario framework for Climate Change Research: scenario matrix architecture, *Climatic Change*, volume 122, pages373–386(2014), doi:10.1007/s10584-013-0906-1
16. Copernicus, Climate reanalysis <https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>
17. Anna Pirani, Sarah L. Connors, Clotilde Péan, Yang Chen, *Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Summary of Policymakers*

ΔΕΙΚΤΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

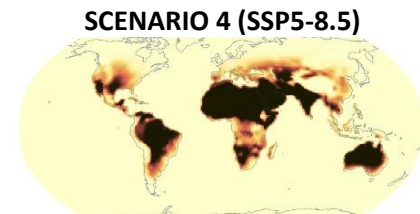
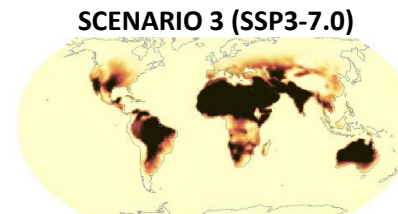
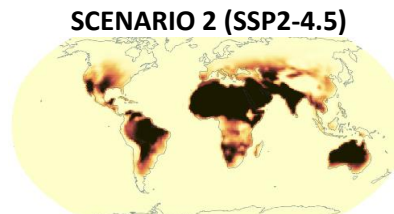
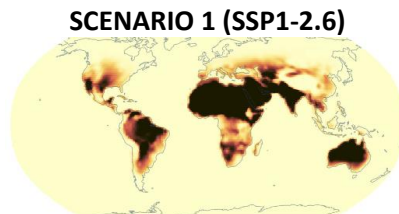
Days with Maximum Temperature above 35°C (Annual)

MEDIUM TERM (2041-2060)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

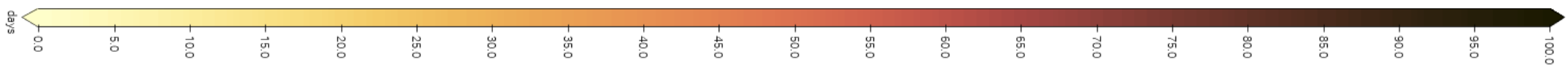
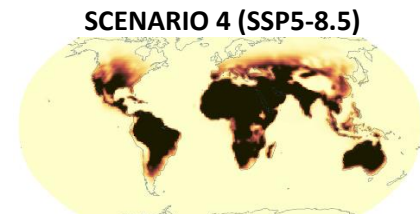
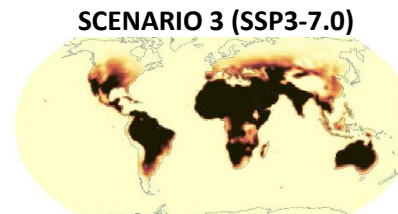
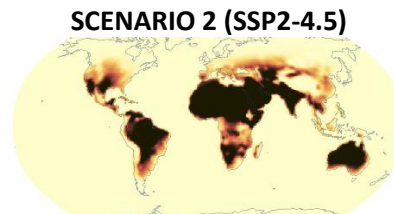
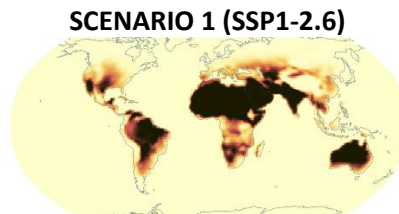


LONG TERM (2081-2100)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

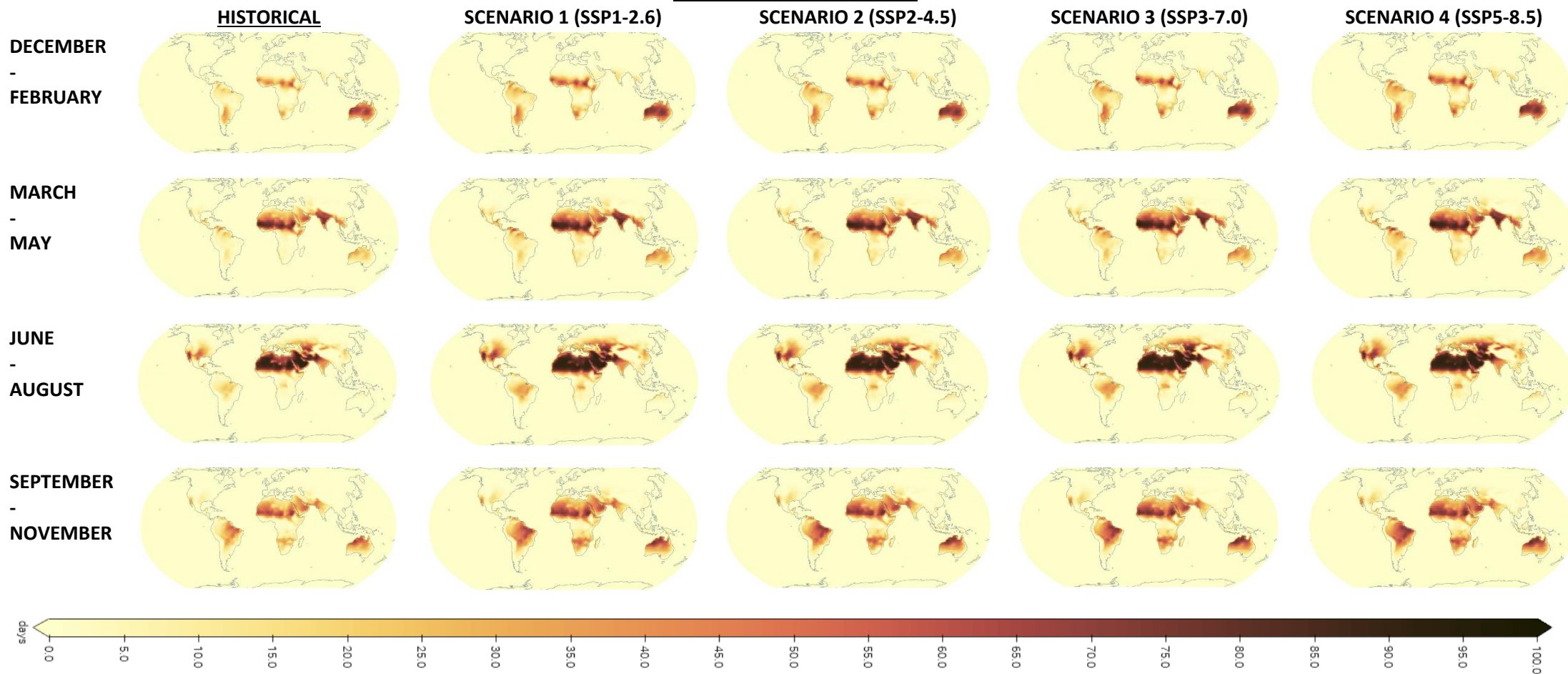
SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



Σχήμα 1: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

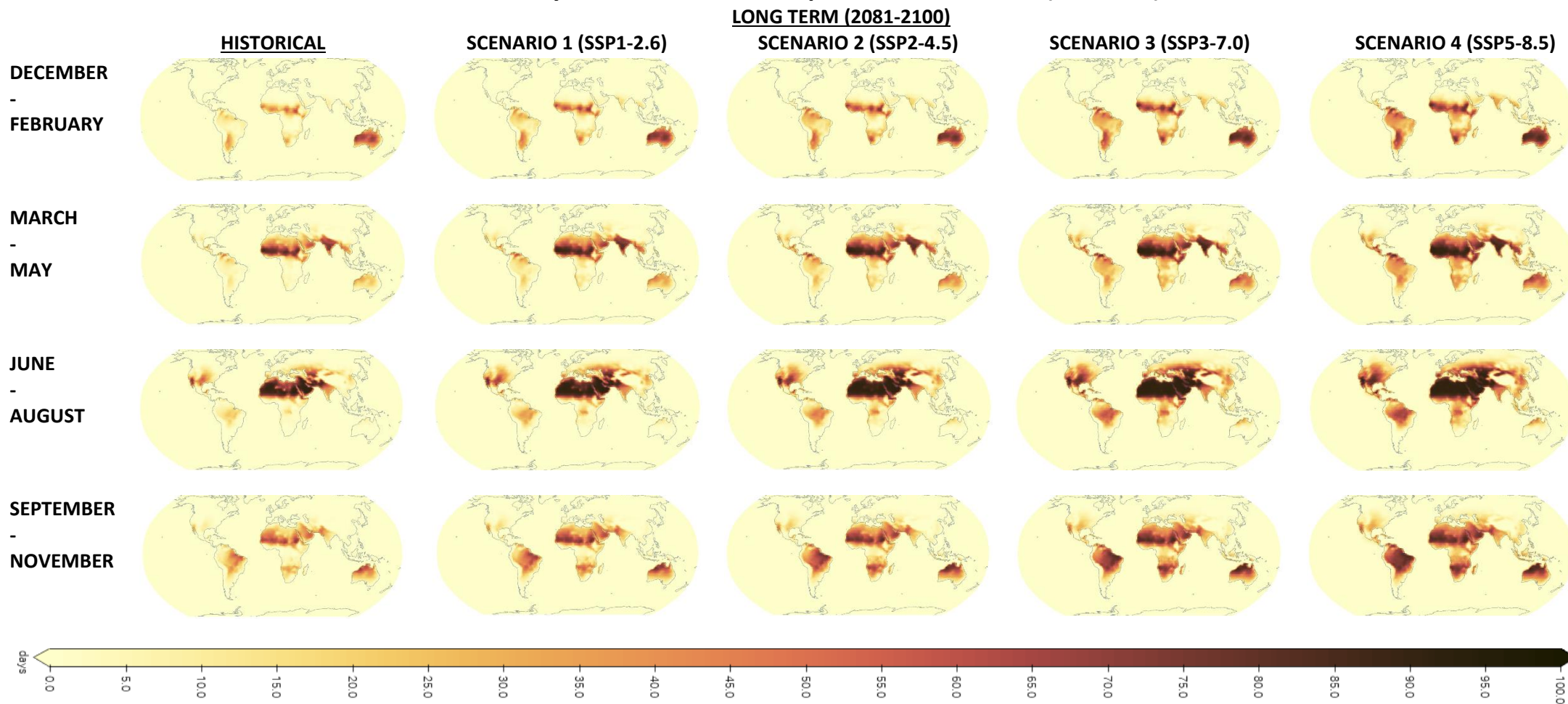
Days with Maximum Temperature above 35°C (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)



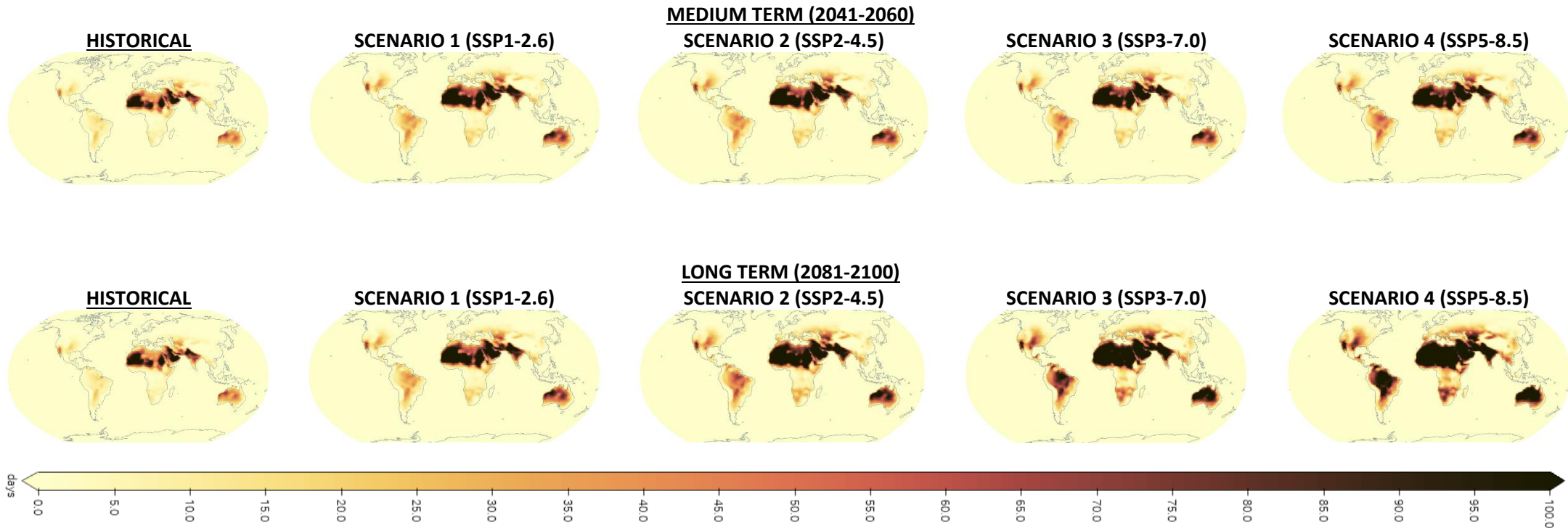
Σχήμα 2: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Days with Maximum Temperature above 35°C (Seasonal)



Σχήμα 3: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 35°C ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Days with Maximum Temperature above 40°C (Annual)



Σχήμα 4: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Days with Maximum Temperature above 40°C (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

DECEMBER

**-
FEBRUARY**

MARCH

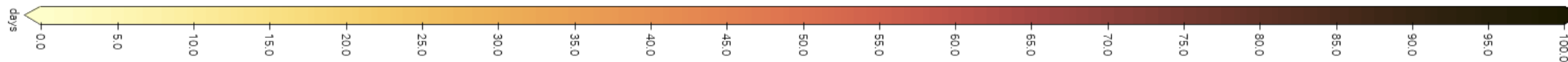
**-
MAY**

JUNE

**-
AUGUST**

SEPTEMBER

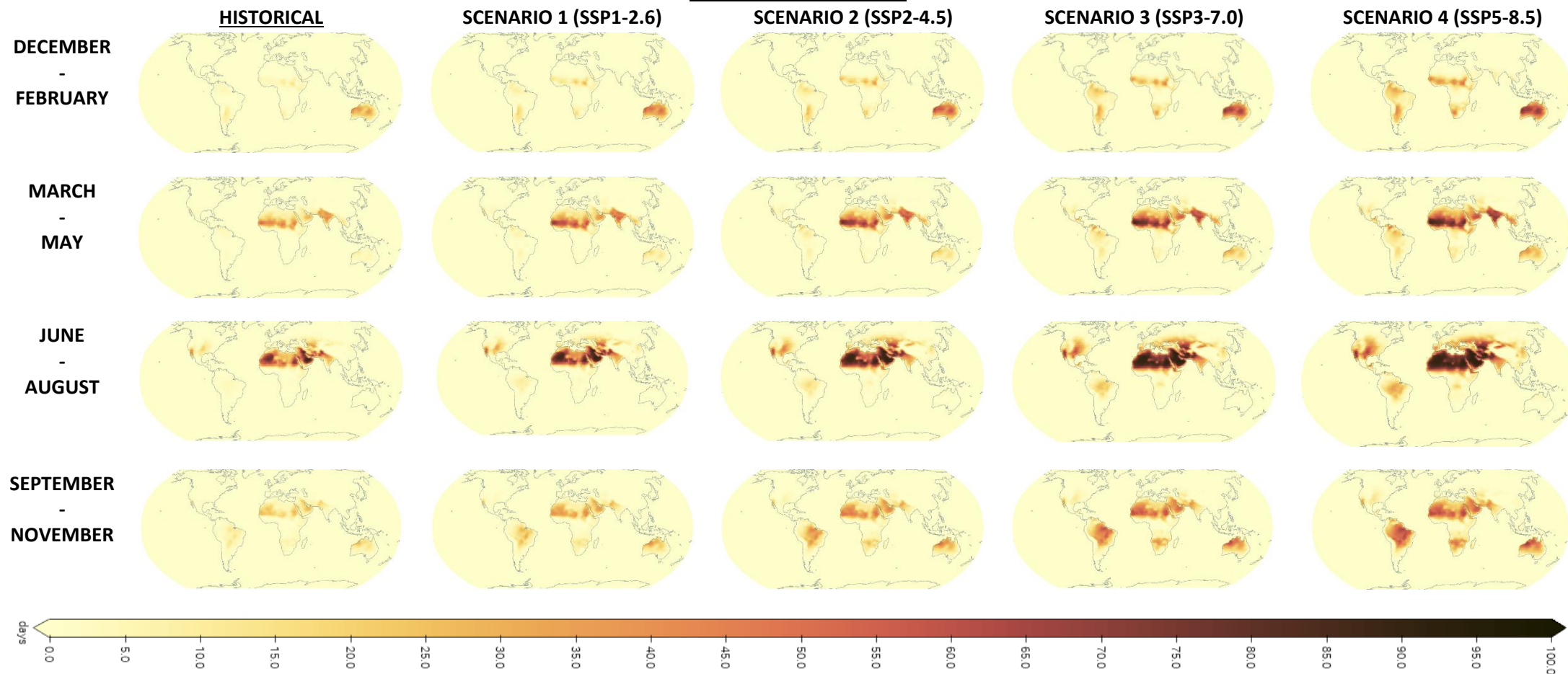
**-
NOVEMBER**



Σχήμα 5: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Days with Maximum Temperature above 40°C (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)



Σχήμα 6: Ημέρες με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 40°C ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Maximum of Maximum Temperatures (Annual)

MEDIUM TERM (2041-2060)

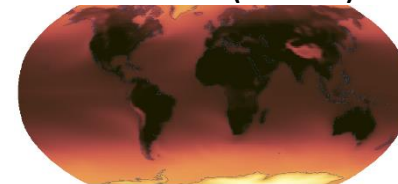
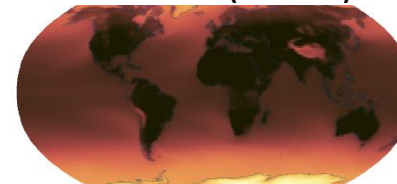
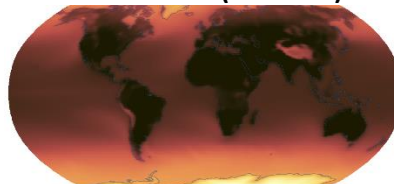
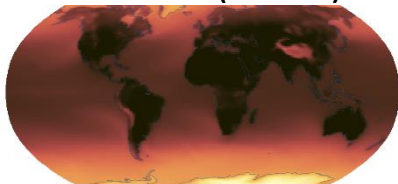
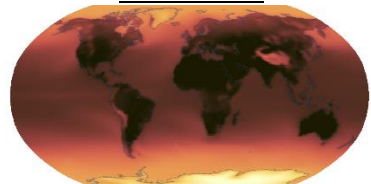
HISTORICAL

SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



LONG TERM (2081-2100)

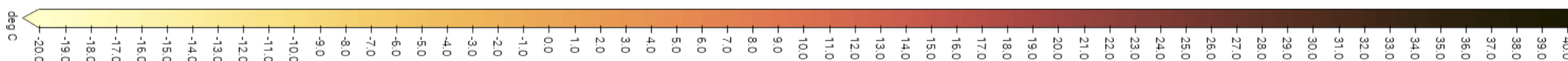
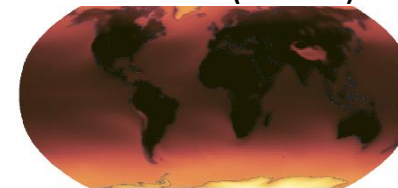
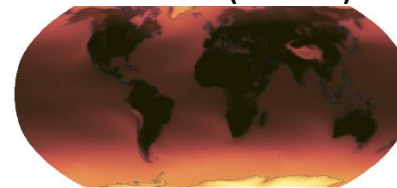
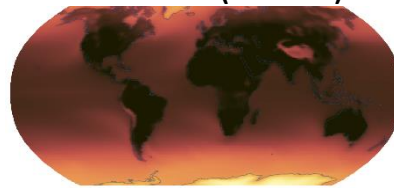
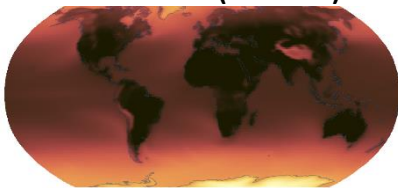
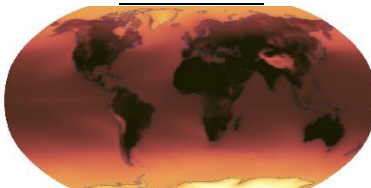
HISTORICAL

SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

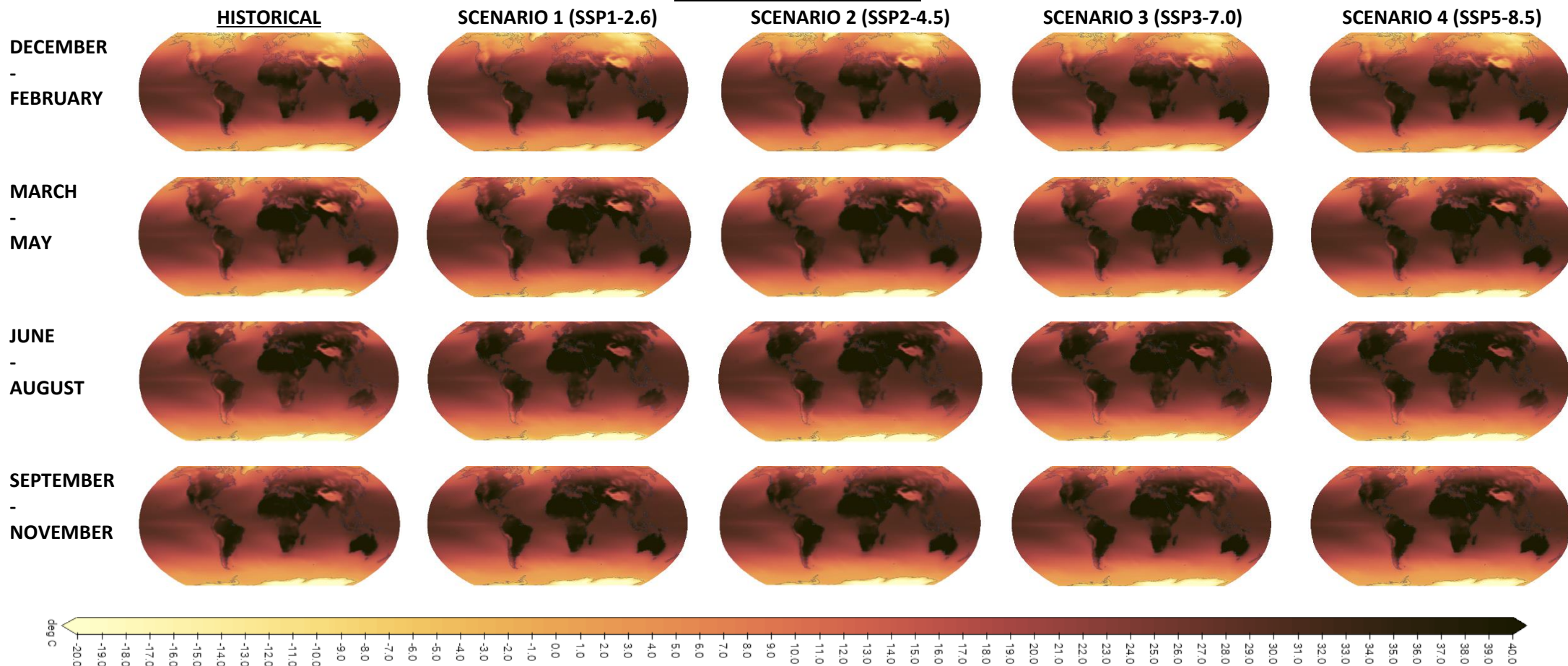
SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



Σχήμα 7: Απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Maximum of Maximum Temperatures (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)



Σχήμα 8: Απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Maximum of Maximum Temperatures (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)

HISTORICAL

SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

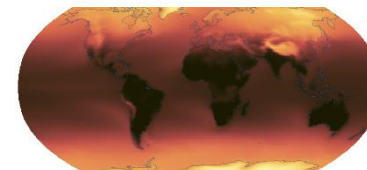
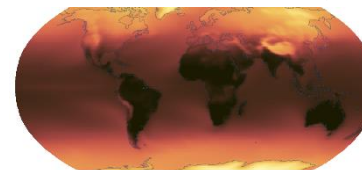
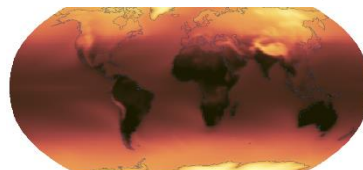
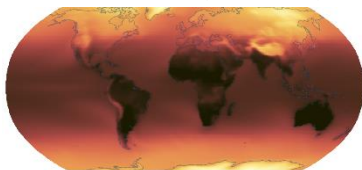
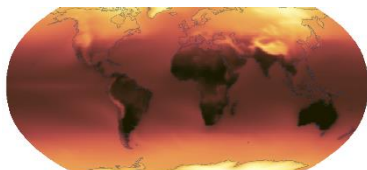
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

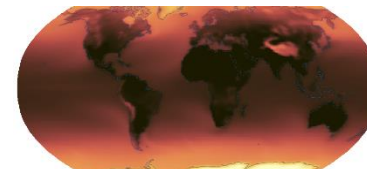
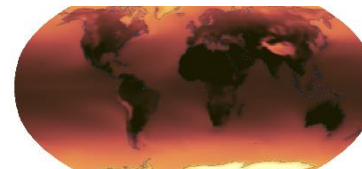
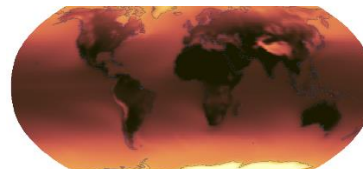
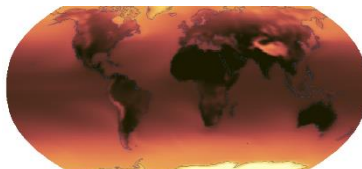
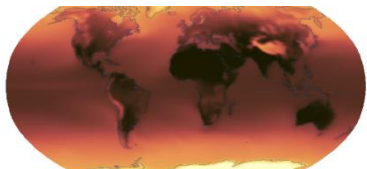
DECEMBER

-
FEBRUARY



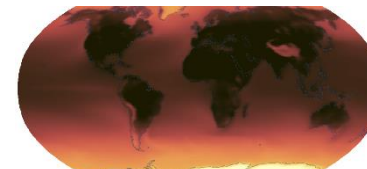
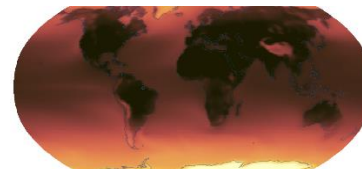
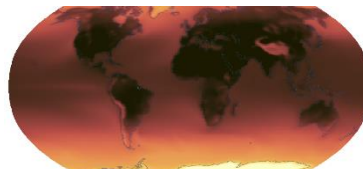
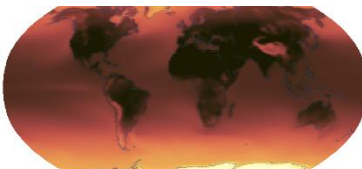
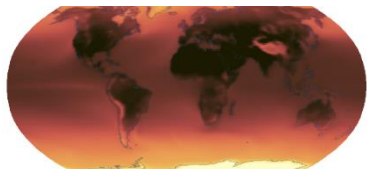
MARCH

-
MAY



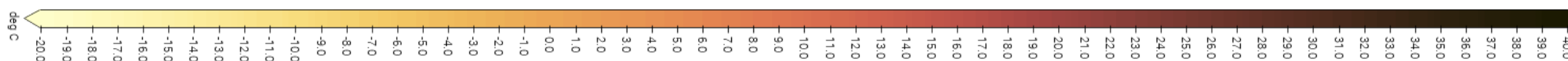
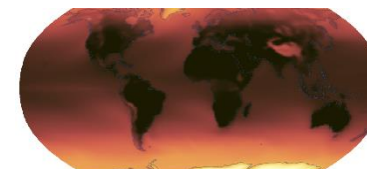
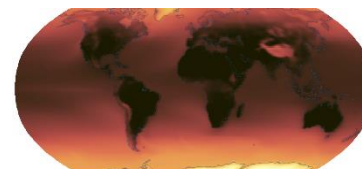
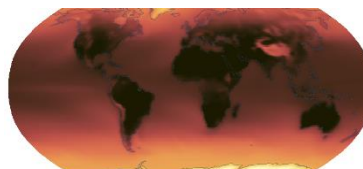
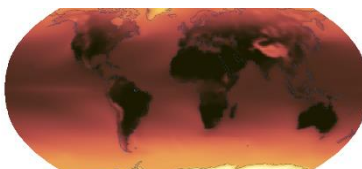
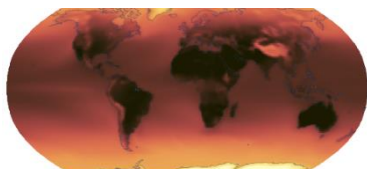
JUNE

-
AUGUST

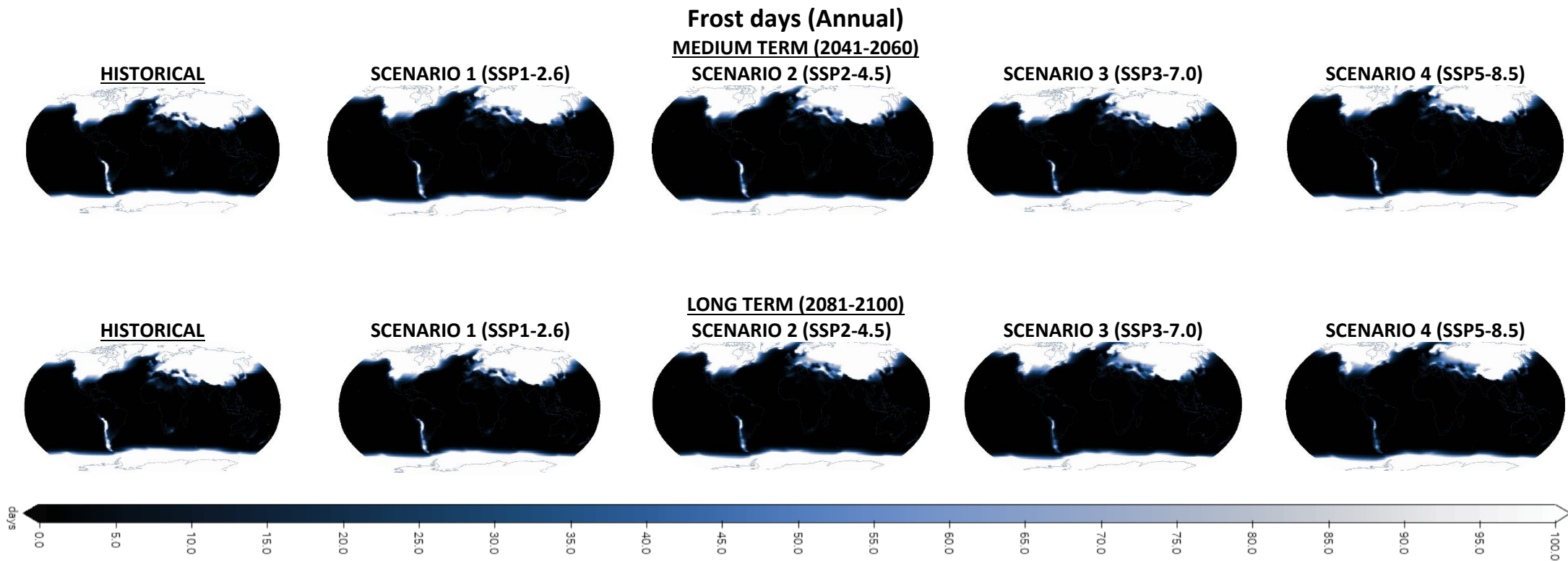


SEPTEMBER

-
NOVEMBER



Σχήμα 9: Απόλυτη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100



Σχήμα 10: Ημέρες παγετού ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Frost days (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

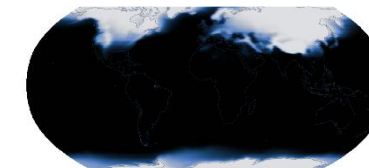
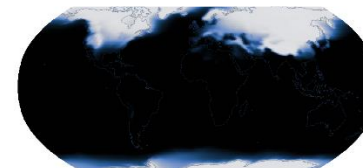
SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

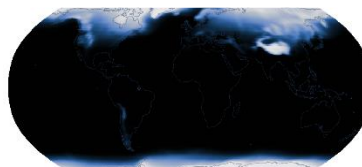
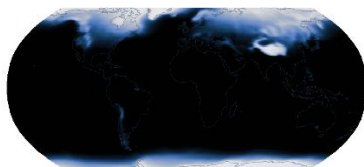
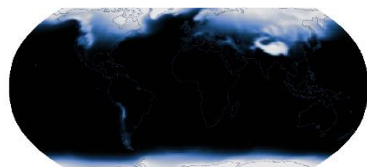
DECEMBER

-
FEBRUARY



MARCH

-
MAY



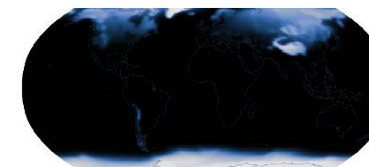
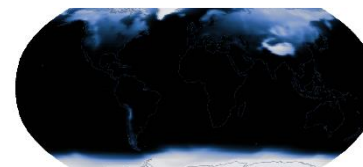
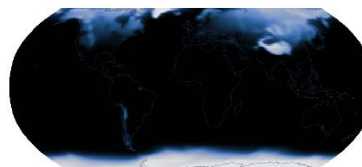
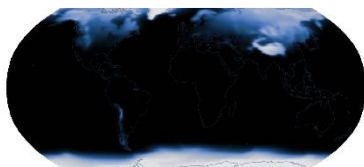
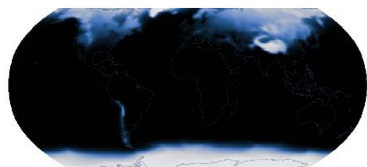
JUNE

-
AUGUST

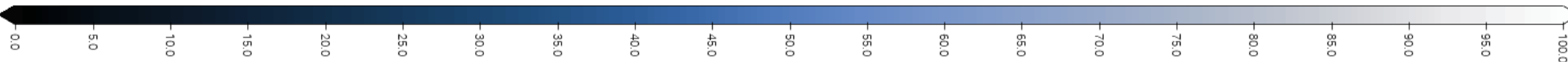


SEPTEMBER

-
NOVEMBER



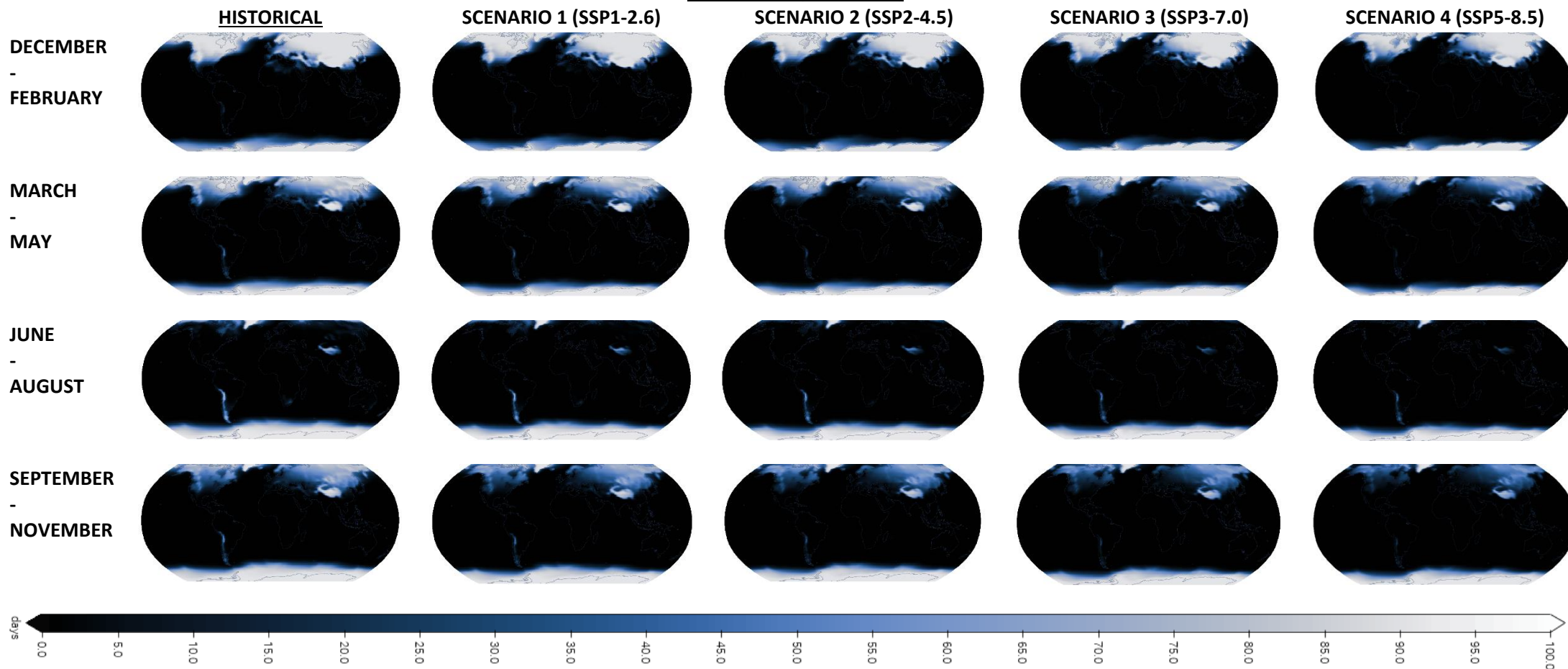
days



Σχήμα 11: Ημέρες παγετού ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

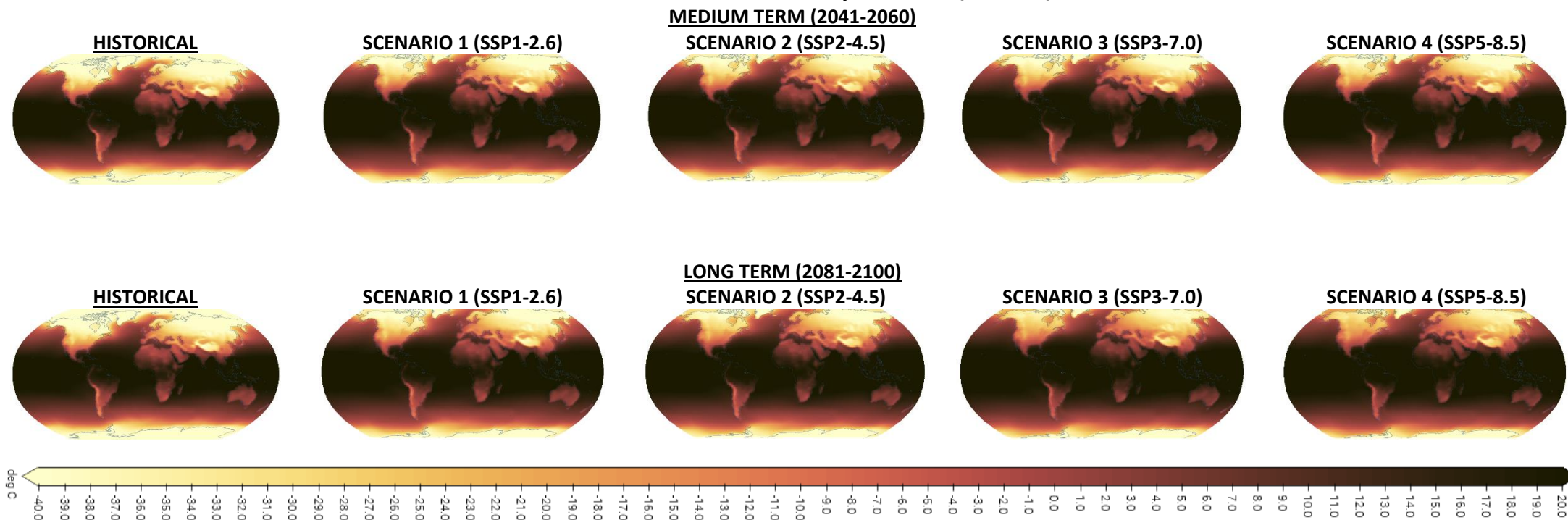
Frost days (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)



Σχήμα 12: Ημέρες παγετού ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Minimum of Minimum Temperatures (Annual)



Σχήμα 13: Απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία ετήσια, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Minimum of Minimum Temperatures (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

DECEMBER

-
FEBRUARY

MARCH

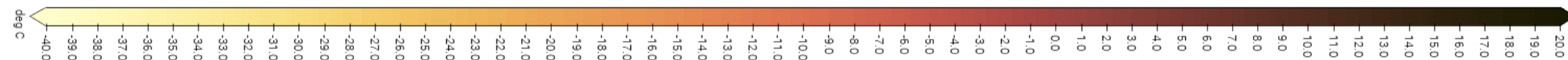
-
MAY

JUNE

-
AUGUST

SEPTEMBER

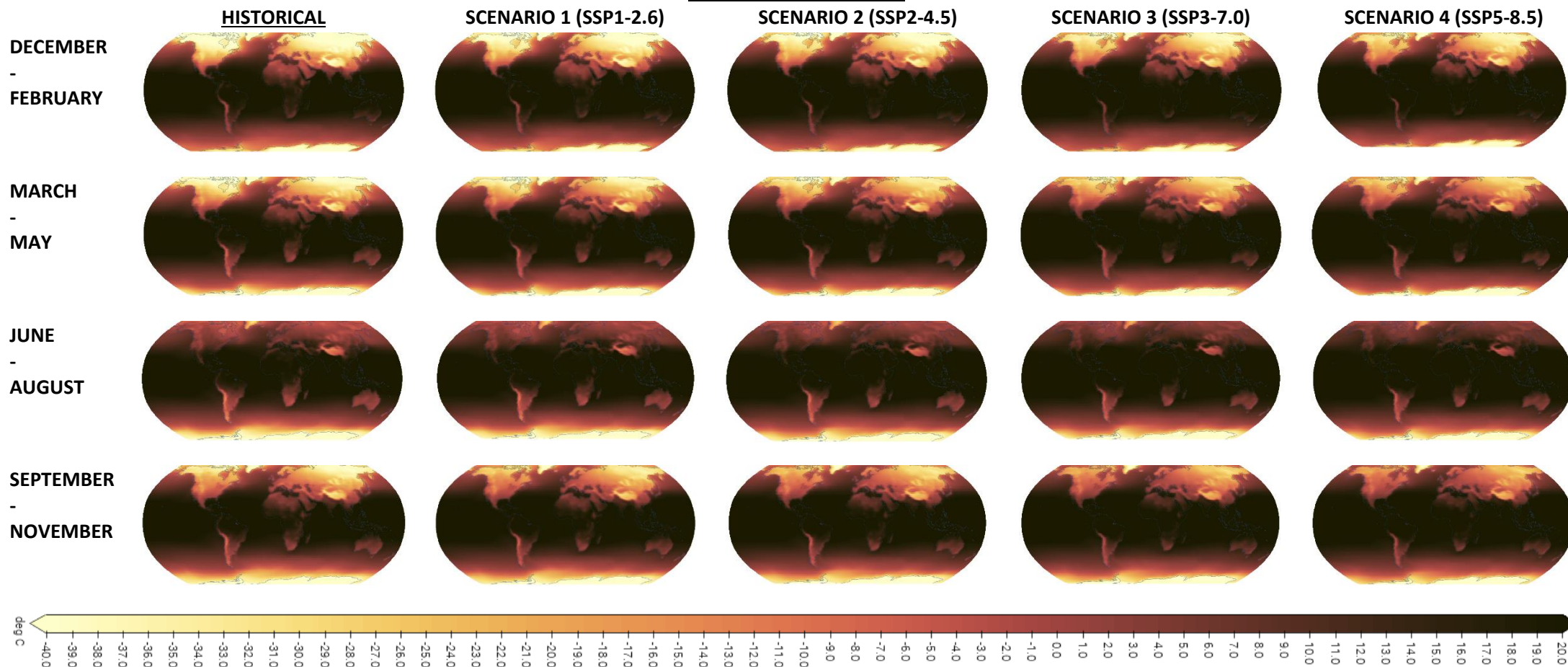
-
NOVEMBER



Σχήμα 14: Απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Minimum of Minimum Temperatures (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)

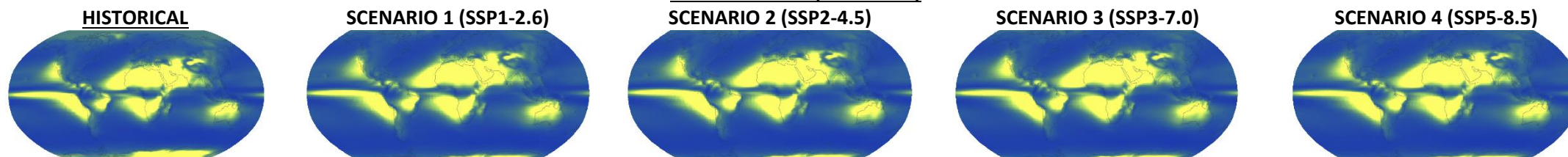


Σχήμα 15: Απόλυτη ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

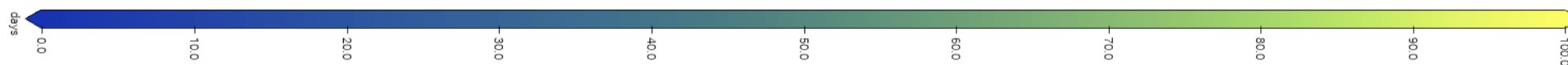
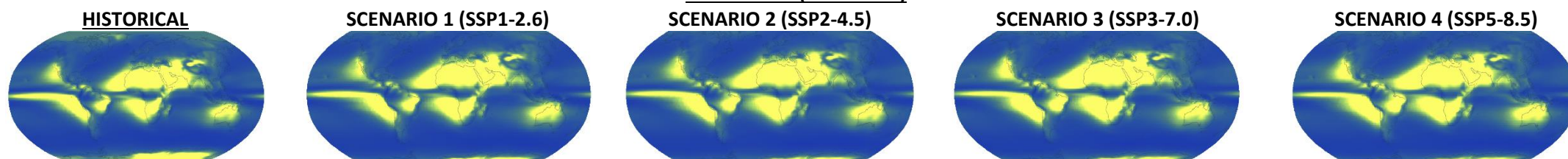
ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

Consecutive Dry days (Annual)

MEDIUM TERM (2041-2060)



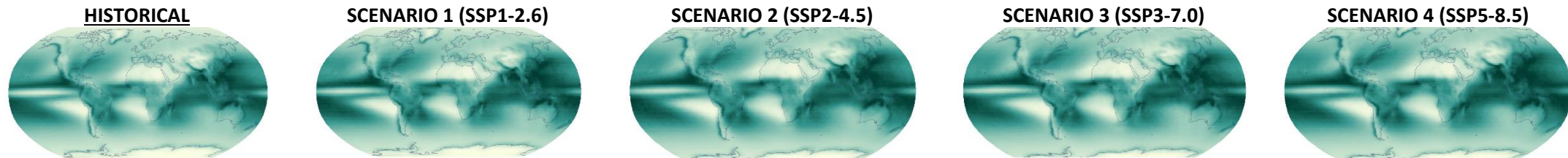
LONG TERM (2081-2100)



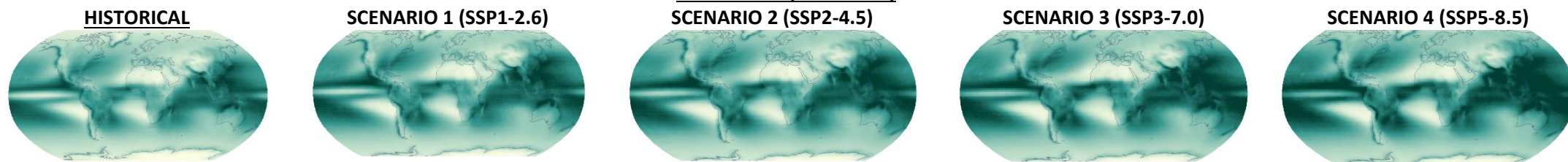
Σχήμα 16: Διαδοχικές ξηρές ημέρες σε ετήσια βάση, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Maximum 1day precipitation (Annual)

MEDIUM TERM (2041-2060)



LONG TERM (2081-2100)



Σχήμα 17: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση σε ετήσια βάση, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Maximum 1day precipitation (Seasonal)

MEDIUM TERM (2041-2060)

HISTORICAL

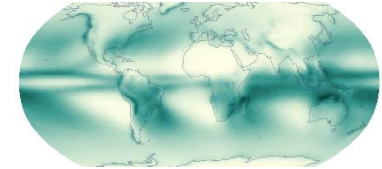
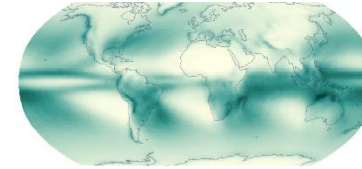
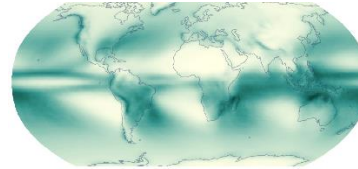
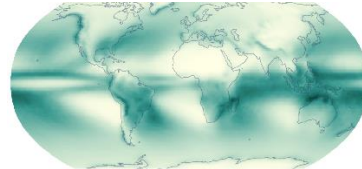
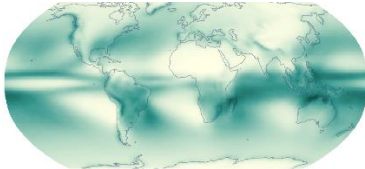
SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

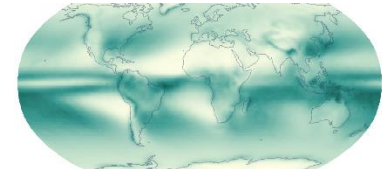
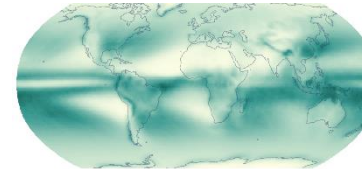
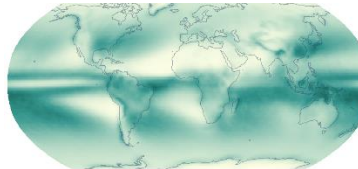
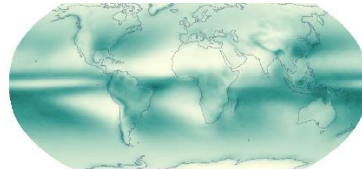
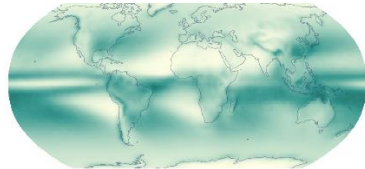
SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)

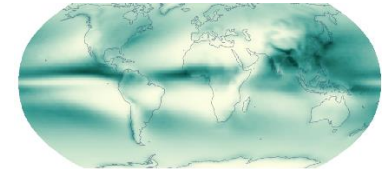
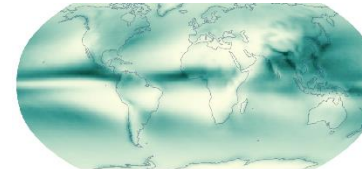
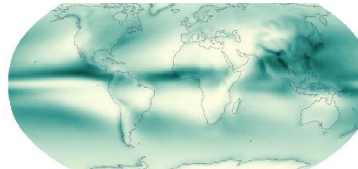
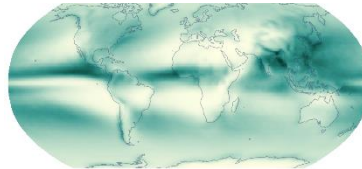
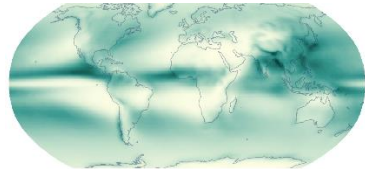
DECEMBER
-
FEBRUARY



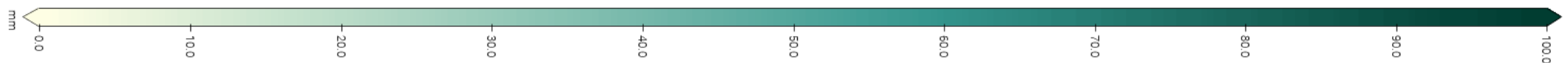
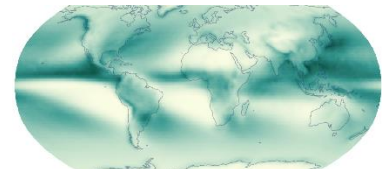
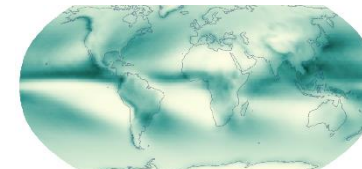
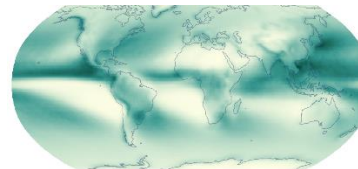
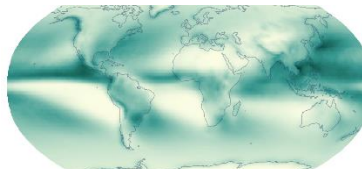
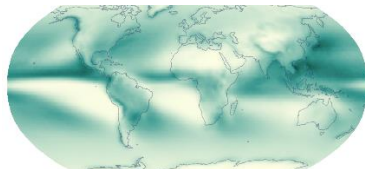
MARCH
-
MAY



JUNE
-
AUGUST



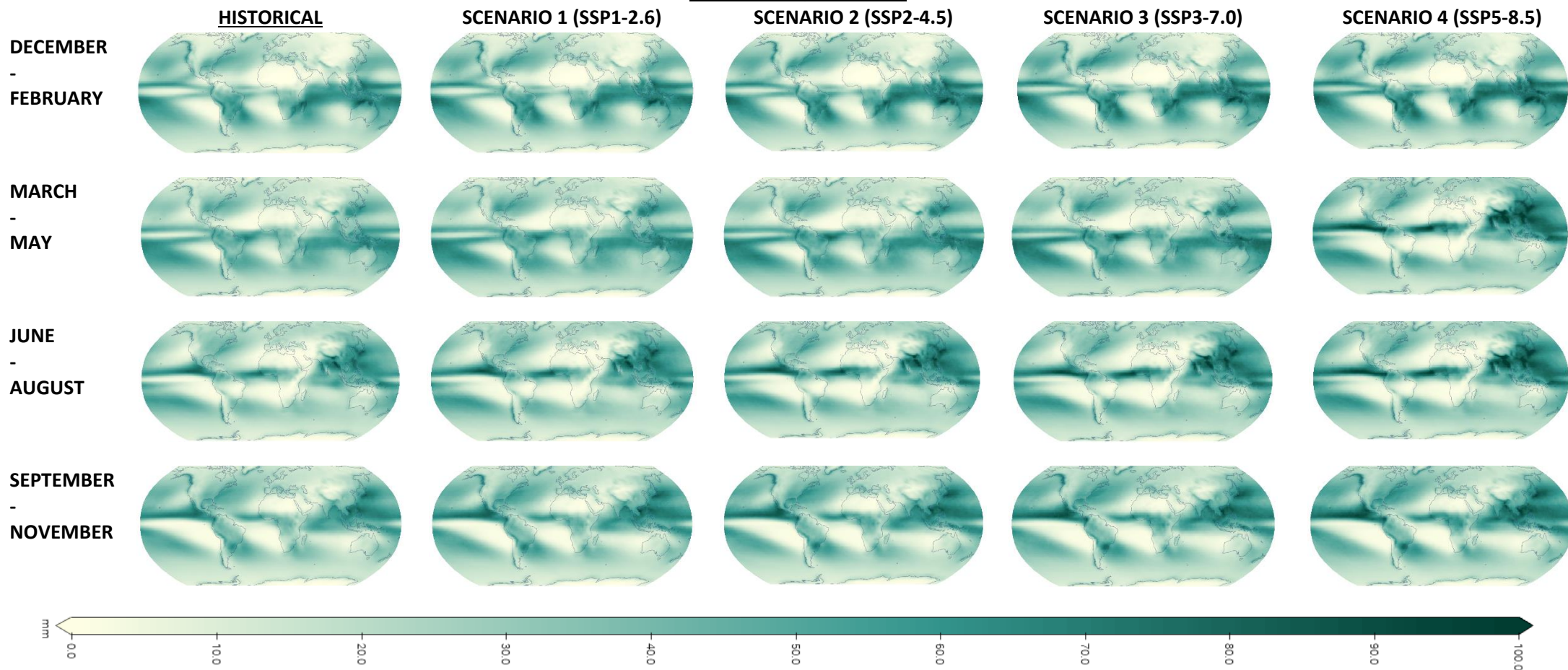
SEPTEMBER
-
NOVEMBER



Σχήμα 18: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

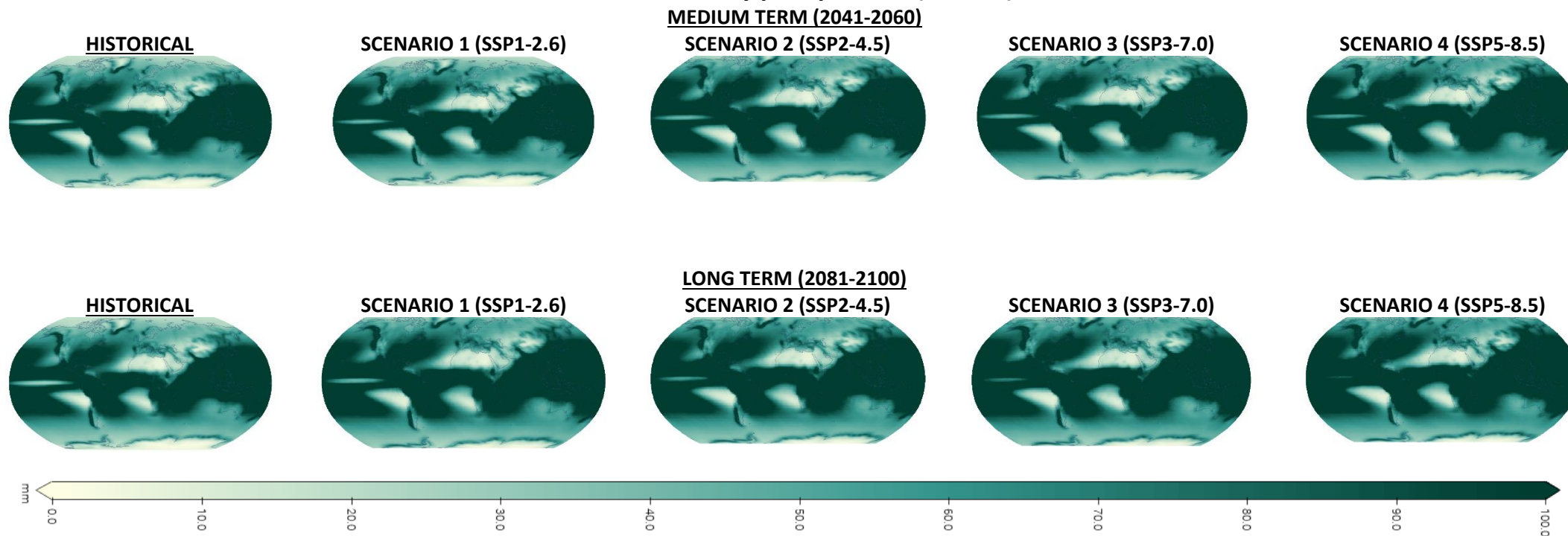
Maximum 1day precipitation (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)



Σχήμα 19: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

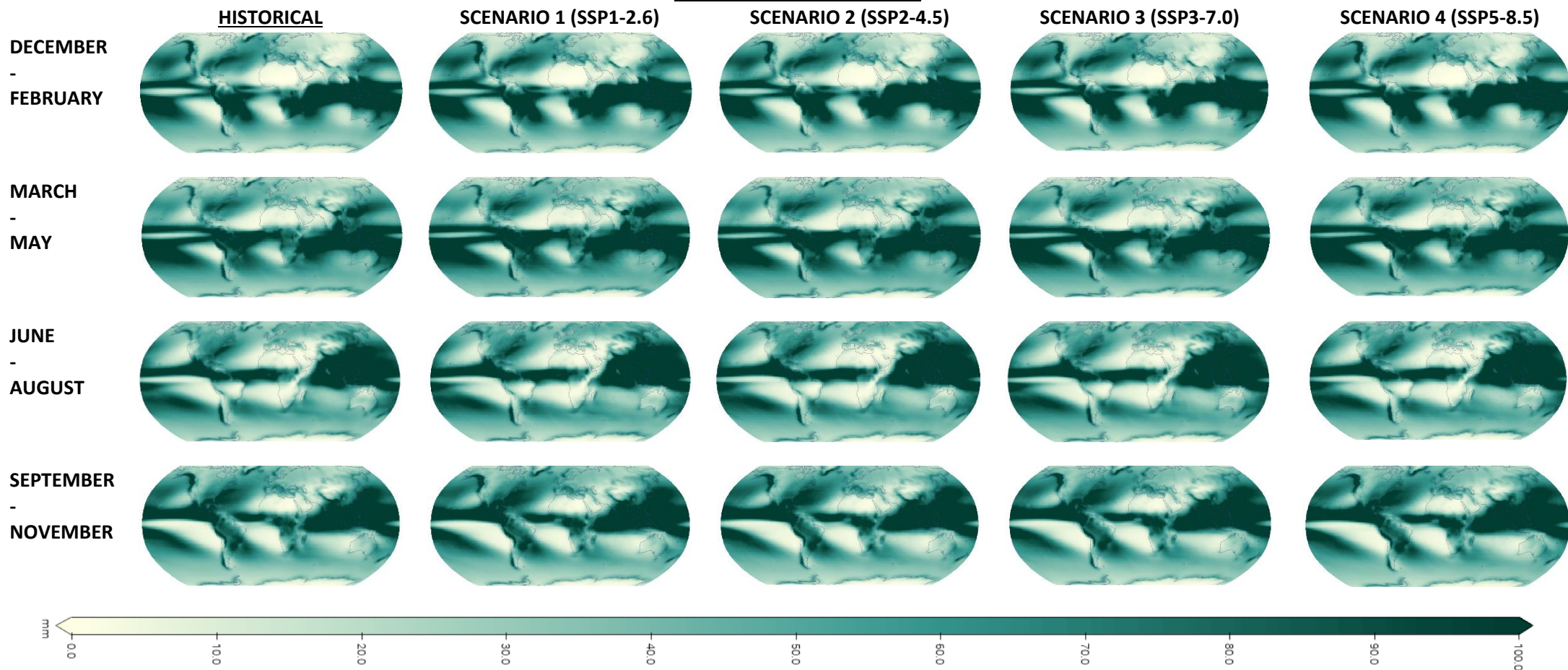
Maximum 5day precipitation (Annual)



Σχήμα 20: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση 5 ημερών σε ετήσια βάση, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Maximum 5day precipitation (Seasonal)

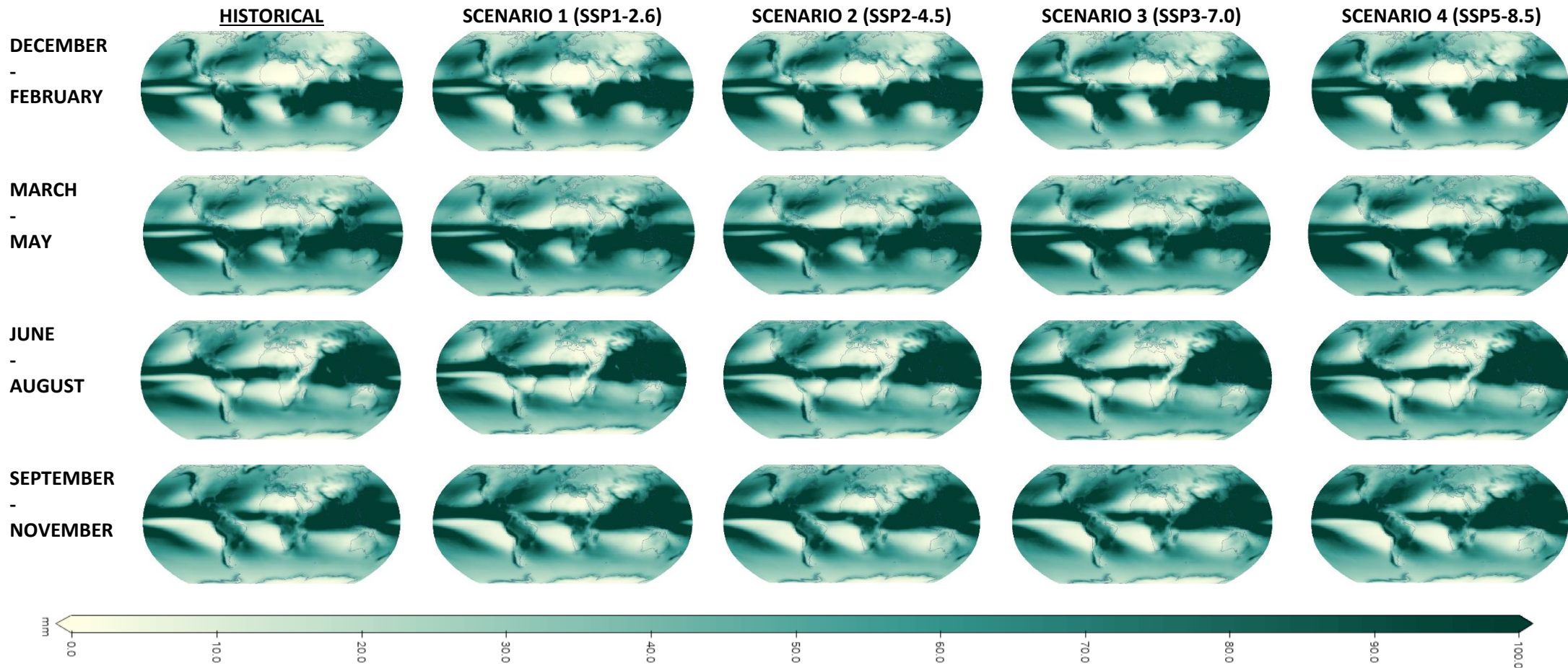
MEDIUM TERM (2041-2060)



Σχήμα 21: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση 5 ημερών ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Maximum 5day precipitation (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)



Σχήμα 22: Μέγιστη ημερήσια βροχόπτωση 5 ημερών ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Standardized Precipitation Index (Annual)

MEDIUM TERM (2041-2060)

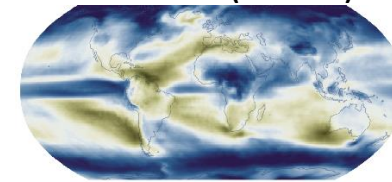
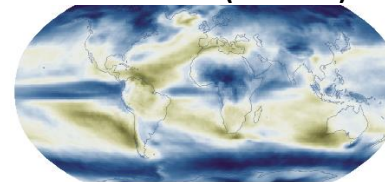
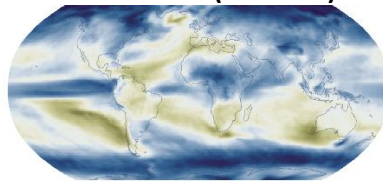
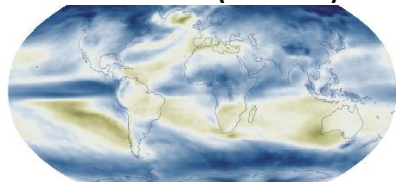
HISTORICAL

SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



LONG TERM (2081-2100)

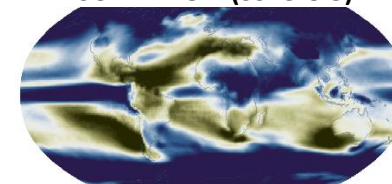
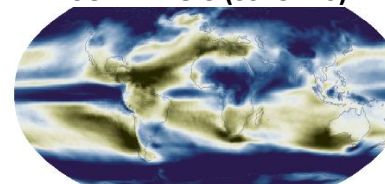
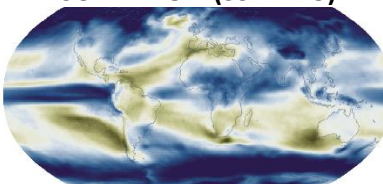
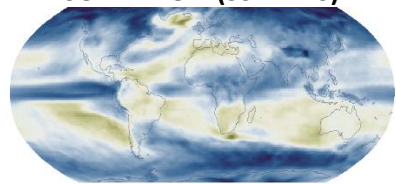
HISTORICAL

SCENARIO 1 (SSP1-2.6)

SCENARIO 2 (SSP2-4.5)

SCENARIO 3 (SSP3-7.0)

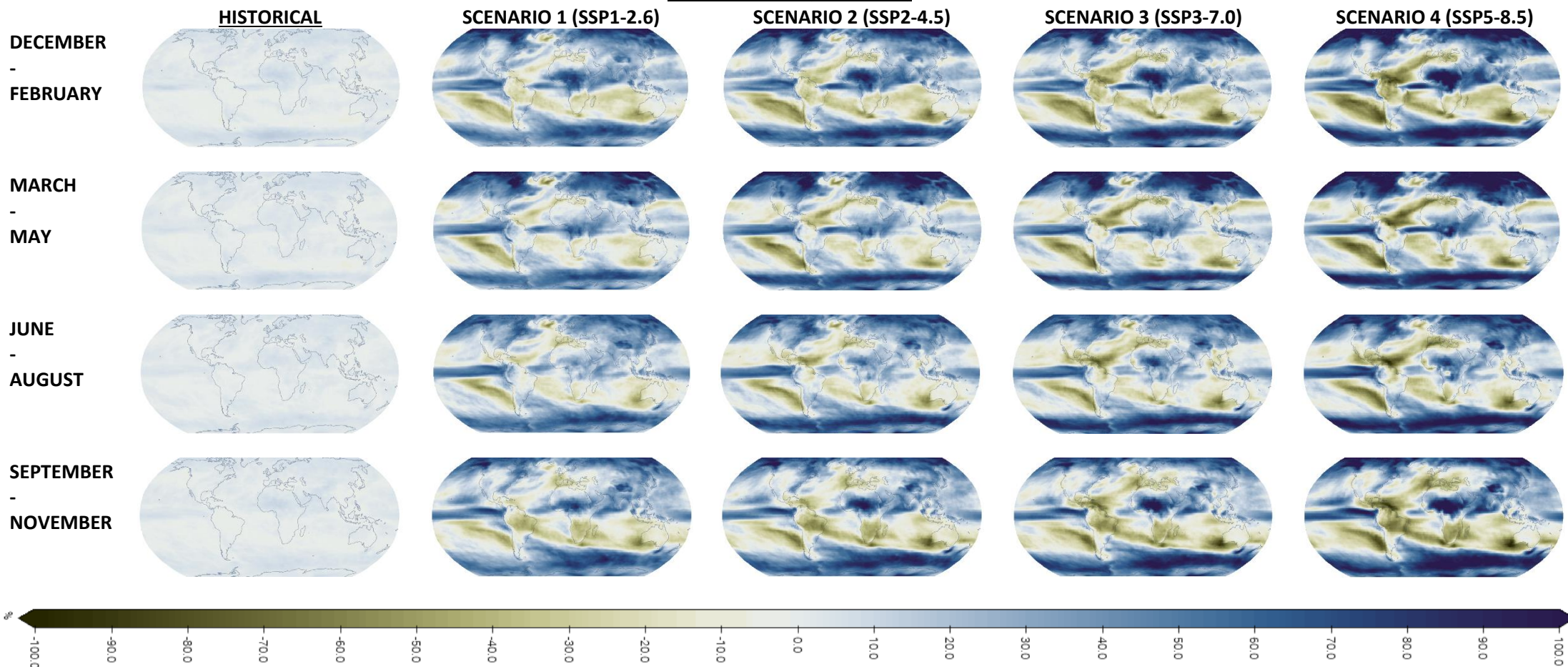
SCENARIO 4 (SSP5-8.5)



Σχήμα 23: Δείκτης ξηρασίας σε ετήσια βάση, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010), τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060 και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100

Standardized Precipitation Index (Seasonal)

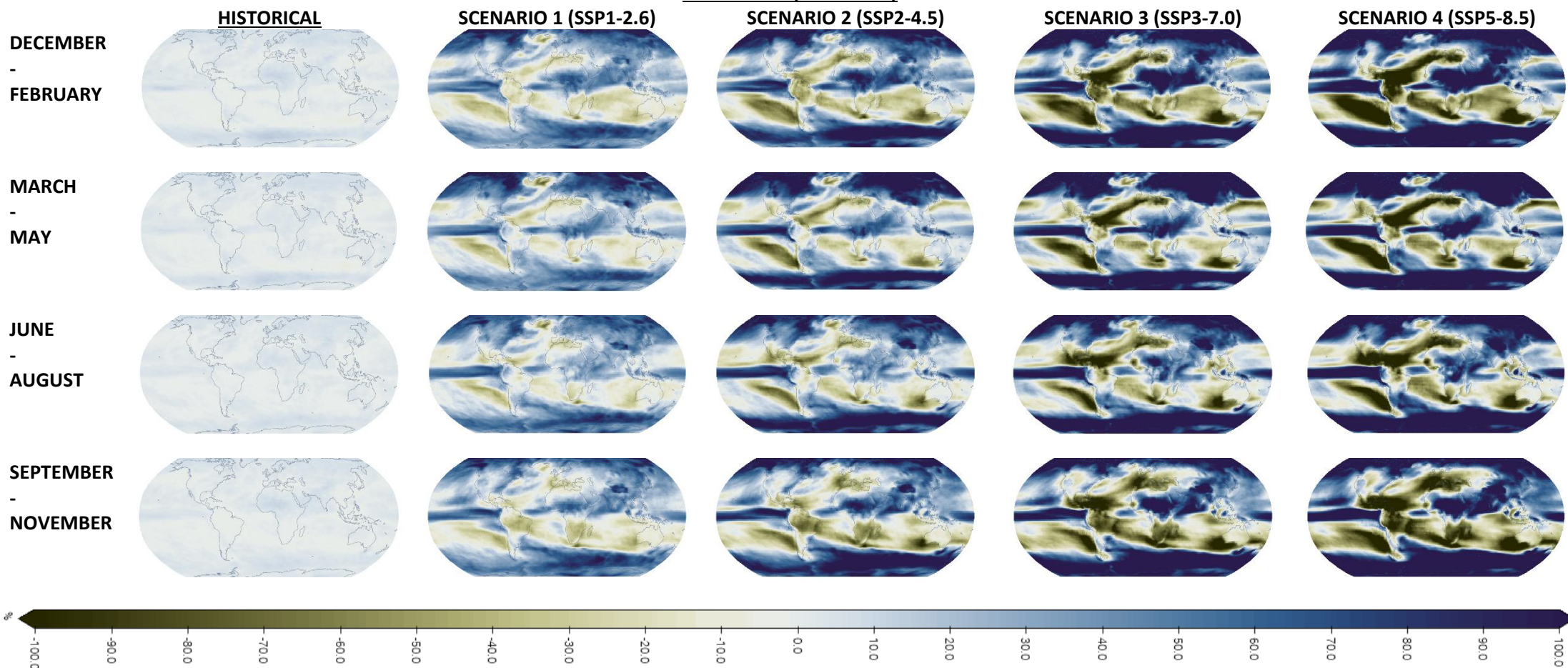
MEDIUM TERM (2041-2060)



Σχήμα 24: Δείκτης ξηρασίας ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2041-2060

Standardized Precipitation Index (Seasonal)

LONG TERM (2081-2100)



Σχήμα 25: Δείκτης ξηρασίας ανά εποχή, για τα ιστορικά δεδομένα του μοντέλου CMIP6 (περίοδος 1981-2010) και τα δεδομένα του μοντέλου CMIP6 της περιόδου 2081-2100