

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ
ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΜΑΚΡΑΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ
ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΞΗΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ

Εμμανουέλα Ιακωβίδου

Επιβλέπων καθηγητής: Δημήτρης Κουτσογιάννης

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2010

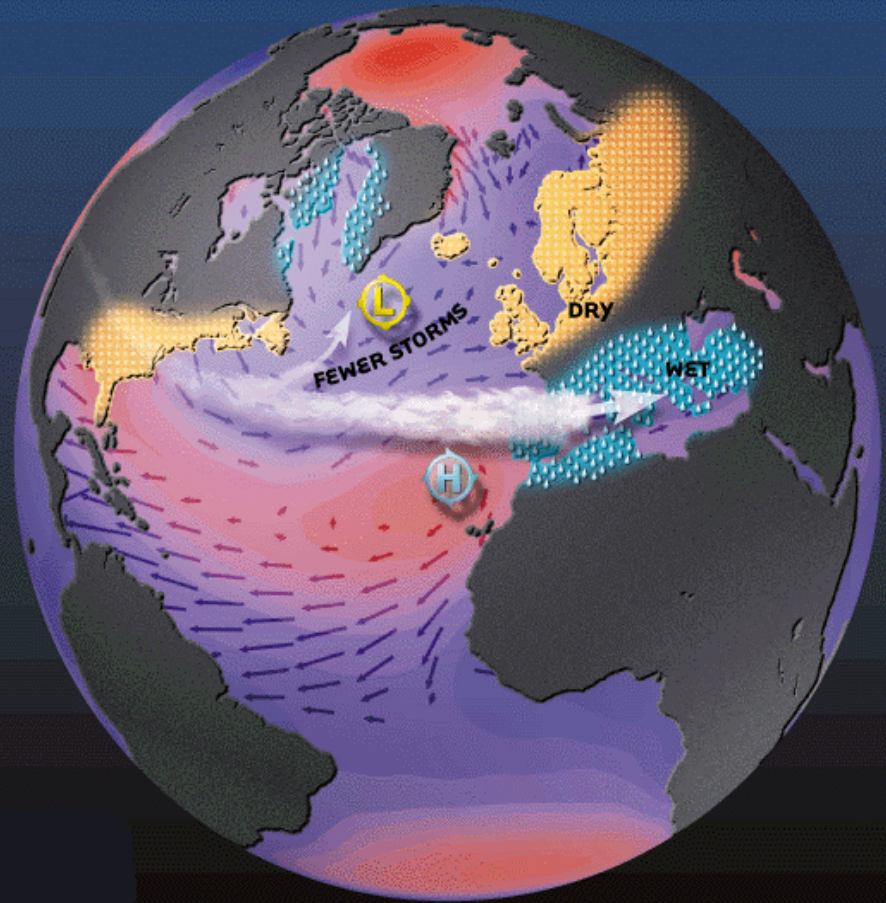
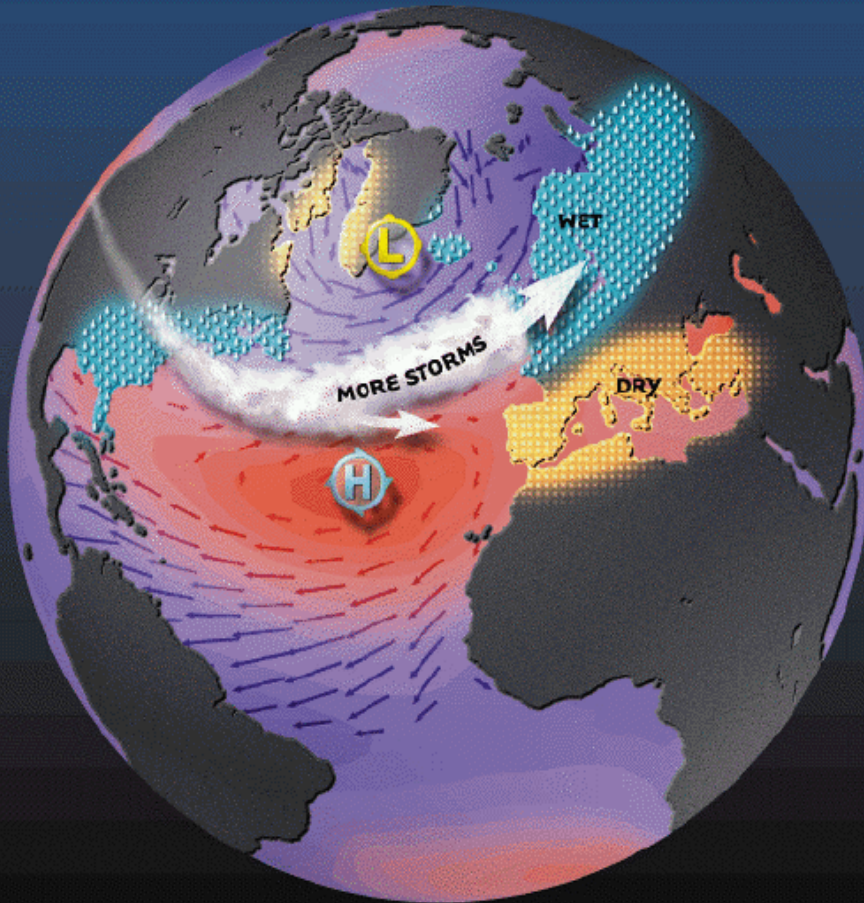
Σύνοψη παρουσίασης

- Κλιματικός δείκτης NAO
- Κλιματικός δείκτης ENSO34
- Σκοπός και περιοχή μελέτης
- Μεθοδολογία
- Πίνακες, διαγράμματα & παρατηρήσεις
- Συμπεράσματα

Κλιματικός δείκτης NAO (Northern Atlantic Oscillation)

- Ο δείκτης NAO μετριέται σε hPa και καταγράφει τη διαφορά πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας (SLP) ανάμεσα στο σύστημα υψηλής πίεσης στις Αζόρες και στο σύστημα χαμηλής πίεσης στην Ισλανδία. Η διαφορά πίεσης ανάμεσα σε αυτές τις δύο περιοχές αποτελεί το φαινόμενο της Βόρειας Ταλάντωσης.
- Η Βόρεια Ταλάντωση εκδηλώνεται πιο έντονα κατά τους χειμερινούς μήνες του Β. ημισφαιρίου και πρόκειται για φυσικό φαινόμενο.
- Ο θετικός NAO υποδηλώνει μεγαλύτερη από το σύνηθες πίεση στις Αζόρες και χαμηλότερη στην Ισλανδία και συνδέεται με ενισχυμένους δυτικούς ανέμους στα μεσαία γεωγραφικά πλάτη, υγρότερες συνθήκες στη Β. Ευρώπη και ξηρότερες στη Νότια.
- Αντίστροφα, ο αρνητικός NAO συνδέεται με ασθενέστερους δυτικούς ανέμους, κρύα αλλά ξηρά ρεύματα στη Β. Ευρώπη και υγρά ρεύματα στη Μεσόγειο.

Θετικός & αρνητικός ΝΑΟ αντίστοιχα



Κλιματικός δείκτης ENSO34 (El Niño Southern Oscillation)

- Ο δείκτης ENSO34 μετριέται σε °C και καταγράφει την απόκλιση της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας (SSTA) από τα κανονικά επίπεδα στην περιοχή 5°N-5°S, 170°E-120°W του τροπικού Ειρηνικού ωκεανού.
- Ο ENSO είναι θετικός κατά τη διάρκεια του φαινομένου El Niño και συνδέεται με ασθενέστερους ανατολικούς ανέμους, υψηλότερη από το σύνηθες SST στην ανατολική πλευρά του Ειρηνικού και χαμηλότερη στη δυτική.
- Ο ENSO είναι αρνητικός κατά τη διάρκεια του φαινομένου La Niña και συνδέεται με ισχυρότερους ανατολικούς ανέμους, χαμηλότερη από το σύνηθες SST στη ανατολική πλευρά του Ειρηνικού και υψηλότερη στη δυτική.
- Το El Niño συνδέεται με υγρότερες συνθήκες στη Νότια Αμερική, ειδικά στο Περού και τον Ισημερινό, και με ξηρότερες στη Νοτιοανατολική Ασία και τη Β. Αυστραλία. Το αντίστροφο ισχύει για το La Niña.
- Στο Ν. Ημισφαίριο οι επιπτώσεις των δύο αυτών φαινομένων είναι άμεσες και έντονες, ενώ στο Βόρειο έμμεσες και ασθενείς.

Σκοπός της εργασίας και περιοχή μελέτης

- Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η αναζήτηση συσχέτισης μεταξύ των παραπάνω κλιματικών δεικτών και της μετεωρολογικής ξηρασίας και γενικότερα συνθηκών ξηρότητας στην Ελλάδα.
- Γι' αυτό το λόγο μελετήθηκε η σχέση της βροχόπτωσης:
σε 7 ελληνικές πόλεις και του δείκτη NAO και
σε 2 ελληνικές πόλεις και του δείκτη ENSO34.
- Πόλεις μελέτης σε σχέση με το NAO:
Αθήνα, Αλίαρτος, Ηράκλειο, Πάτρα, Κέρκυρα, Θεσσαλονίκη και Λάρισα
- Πόλεις μελέτης σε σχέση με τον ENSO34:
Αθήνα και Ηράκλειο

Μεθοδολογία

Υπολογίστηκαν

οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των ακραία χαμηλών τιμών της βροχόπτωσης σε διάφορες χρονικές κλίμακες {ετήσια (SPI), εποχιακή και μηνιαία (SPA)}

και

μέσων τιμών των δεικτών σε περιόδους (μήνας, εποχή) που προηγούνται της εμφάνισης των τιμών αυτών, καθώς και για το σύνολο όλων των ετών της χρονοσειράς.

Επιπλέον,

μέσω διαγραμμάτων σημείων στα οποία απεικονίζονται με άλλο χρώμα οι ξηρές περίοδοι σε διάφορες χρονικές κλίμακες (έτους, εποχής, μήνα) και με άλλο το σύνολο,

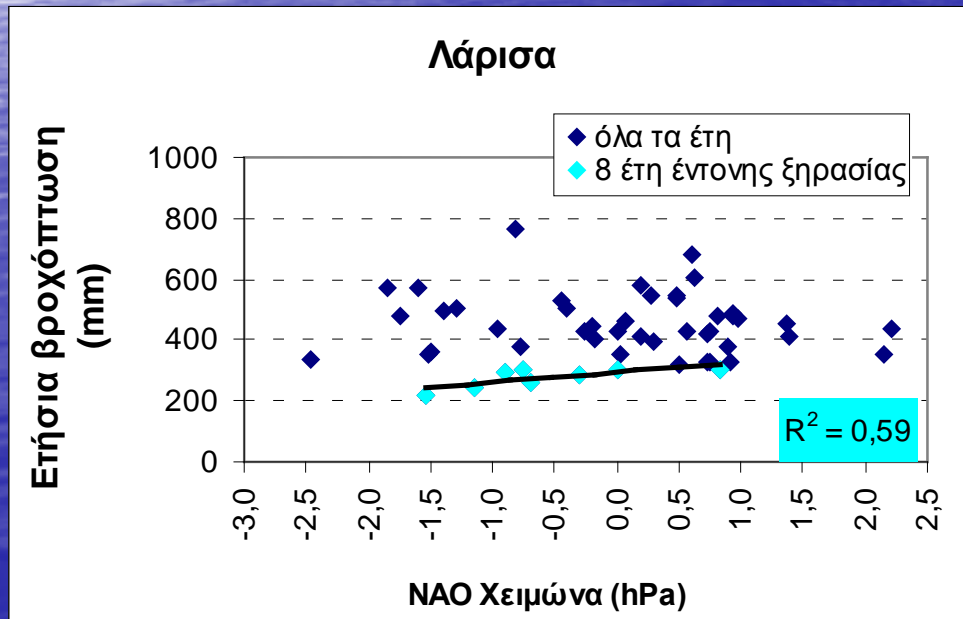
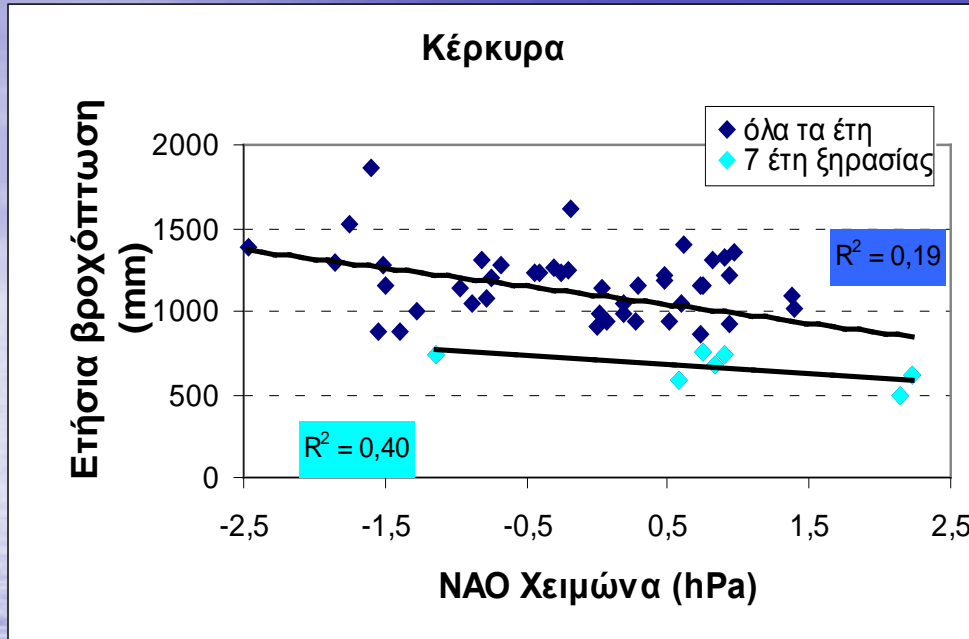
καθώς και

πινάκων πιθανοτήτων 3x3, έγινε σύγκριση της πιθανότητας εμφάνισης ξηρασίας στις 3 αυτές χρονικές κλίμακες μεταξύ περιοχής χαμηλών και περιοχής υψηλών τιμών των δεικτών.

ΝΑΟ-Ετήσια βροχόπτωση

		Πλήθος ετών	ΝΑΟ έτους	ΝΑΟ φθινοπώρου	ΝΑΟ χειμώνα	ΝΑΟ άνοιξης	r critical
Αθήνα	έτη ξηρασίας	26	-0,10	0,35	-0,32	-0,07	0,39
	όλα τα έτη	137	0,07	0,04	0,00	0,13	0,17
Αλιάρτος	έτη ξηρασίας	16	0,06	-0,11	0,11	0,03	0,50
	όλα τα έτη	95	0,06	0,02	-0,10	0,27	0,21
Ηράκλειο	έτη ξηρασίας	13	0,21	0,11	-0,43	0,37	0,55
	όλα τα έτη	88	-0,23	0,06	-0,05	-0,18	0,21
Θεσ/νίκη	έτη ξηρασίας	9	0,32	-0,36	0,58	0,42	0,67
	όλα τα έτη	71	-0,23	-0,03	-0,21	0,04	0,24
Πάτρα	έτη ξηρασίας	13	0,08	0,37	-0,15	-0,25	0,55
	όλα τα έτη	89	-0,17	0,01	-0,21	-0,04	0,21
Κέρκυρα	έτη ξηρασίας	7	-0,20	0,90	-0,63	-0,07	0,76
	όλα τα έτη	51	-0,21	0,10	-0,44	0,19	0,28
Λάρισα	έτη ξηρασίας	8	0,70	0,16	0,77	-0,16	0,71
	όλα τα έτη	51	0,14	0,02	0,05	0,19	0,28

Παρατηρήσεις

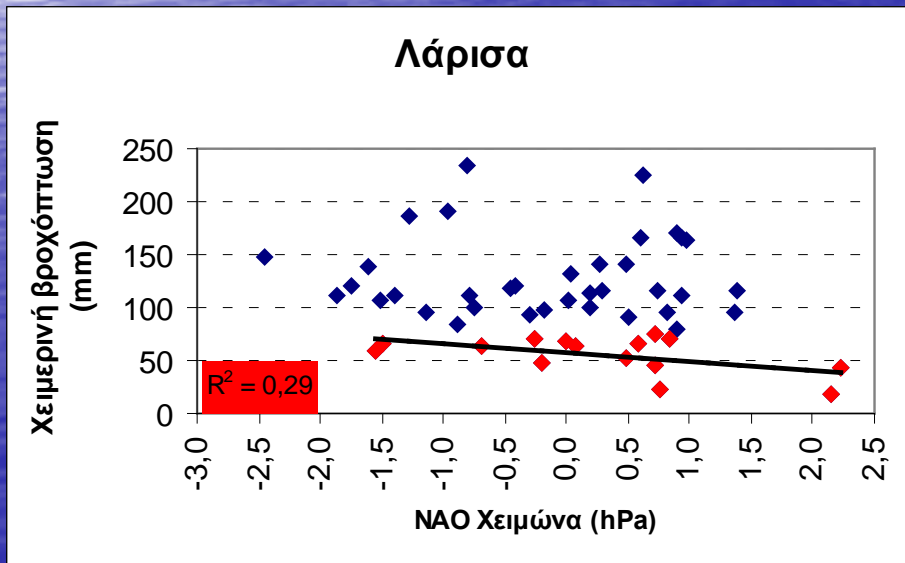
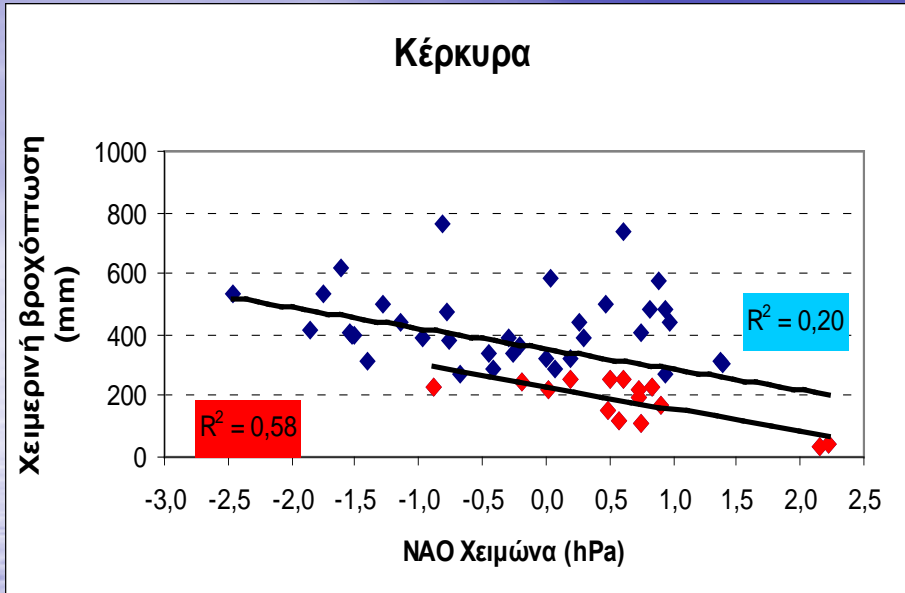


- Κέρκυρα: πολύ **μικρότερη** πιθανότητα ξηρασίας όταν ο χειμερινός NAO < -0.5.
- Λάρισα: **μεγαλύτερη** πιθανότητα ξηρασίας όταν ο χειμερινός NAO < -0.5.
- Στις υπόλοιπες πόλεις καμία σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στην περιοχή υψηλών και στην περιοχή χαμηλών τιμών.

ΝΑΟ-Χειμερινή βροχόπτωση

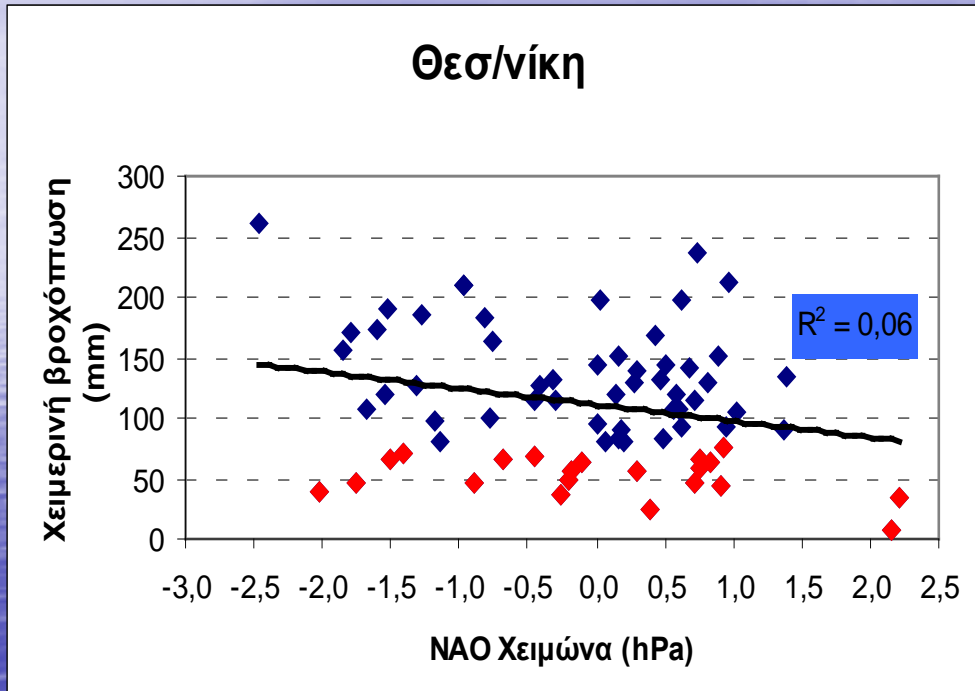
		Πλήθος ετών	ΝΑΟ άνοιξης ⁻	ΝΑΟ καλοκαιριού ⁻	ΝΑΟ φθινοπ.	ΝΑΟ χειμώνα	r crit.
Αθήνα	ξηρός χειμώνας	43	-0,19	0,13	0,03	-0,15	0,30
	όλα τα έτη	137	-0,06	0,09	-0,01	-0,04	0,17
Αλιάρτος	ξηρός χειμώνας	28	-0,32	-0,08	0,00	0,00	0,38
	όλα τα έτη	95	-0,13	-0,08	-0,06	0,05	0,21
Ηράκλειο	ξηρός χειμώνας	28	-0,18	-0,32	-0,30	-0,03	0,38
	όλα τα έτη	92	0,05	-0,08	-0,21	-0,11	0,21
Θεσ/νίκη	ξηρός χειμώνας	21	-0,33	-0,05	0,33	-0,33	0,44
	όλα τα έτη	71	-0,19	-0,02	-0,13	-0,25	0,24
Πάτρα	ξηρός χειμώνας	27	0,02	0,06	0,12	-0,12	0,38
	όλα τα έτη	89	0,10	0,15	0,02	-0,25	0,21
Κέρκυρα	ξηρός χειμώνας	15	-0,33	-0,05	0,38	-0,76	0,52
	όλα τα έτη	51	0,09	0,14	0,05	-0,45	0,28
Λάρισα	ξηρός χειμώνας	15	-0,01	-0,26	0,32	-0,54	0,52
	όλα τα έτη	51	-0,11	0,09	-0,03	-0,22	0,28

Παρατηρήσεις



- Στην Κέρκυρα, με μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης 1100 mm, παρατηρούμε ότι η πιθανότητα ξηρού χειμώνα είναι αρκετά **μικρότερη** όταν NAO του ίδιου < -0.5
- Το ίδιο παρατηρήθηκε για τη Λάρισα, με μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης 430 mm.

Παρατηρήσεις



- Σε μικρότερο βαθμό παρατηρήθηκε το ίδιο για τη Θεσσαλονίκη, με μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης 440 mm.
- Για τις υπόλοιπες πόλεις δεν παρατηρήθηκε κάποια αξιοσημείωτη διαφορά.

ΝΑΟ-Φθινοπωρινή βροχόπτωση

		Πλήθος ετών	ΝΑΟ χειμώνα ⁻	ΝΑΟ άνοιξης ⁻	ΝΑΟ καλοκαιρ. ⁻	ΝΑΟ φθινοπ.	r crit.
Αθήνα	ξηρό φθινόπ.	41	-0,12	0,06	0,17	0,09	0,31
	όλα τα έτη	137	-0,06	-0,06	-0,08	0,00	0,17
Αλιάρτος	ξηρό φθινόπ.	26	-0,51	-0,46	-0,29	0,01	0,39
	όλα τα έτη	95	0,06	-0,24	0,00	-0,37	0,21
Ηράκλειο	ξηρό φθινόπ.	25	-0,03	-0,15	-0,17	-0,07	0,40
	όλα τα έτη	92	-0,04	-0,02	0,01	-0,04	0,21
Θεσ/νίκη	ξηρό φθινόπ.	21	0,24	0,02	-0,17	0,09	0,44
	όλα τα έτη	71	-0,03	-0,16	0,18	-0,11	0,24
Πάτρα	ξηρό φθινόπ.	28	-0,10	-0,07	-0,21	-0,06	0,38
	όλα τα έτη	89	-0,11	-0,03	-0,05	-0,04	0,21
Κέρκυρα	ξηρό φθινόπ.	15	-0,23	0,03	0,18	-0,08	0,52
	όλα τα έτη	51	-0,14	-0,15	-0,07	0,21	0,28
Λάρισα	ξηρό φθινόπ.	15	0,34	-0,10	-0,28	0,18	0,52
	όλα τα έτη	51	0,04	-0,18	0,31	0,01	0,28

ΝΑΟ-Βροχόπτωση Δεκεμβρίου

		Πλήθος ετών	ΝΑΟ Ιουνίου ⁻	ΝΑΟ Ιουλίου ⁻	ΝΑΟ Αυγ. ⁻	ΝΑΟ Σεπτ. ⁻	ΝΑΟ Οκτ	ΝΑΟ Νοε	ΝΑΟ Δεκ	<i>r</i> critical
Αθήνα	πλήθος ετών με ξηρό Δεκ.	44	0,03	-0,10	0,00	0,17	0,04	0,08	0,18	0,30
	όλα τα έτη	137	-0,03	0,06	-0,06	0,07	-0,06	0,09	0,01	0,17
Αλιάρτος	πλήθος ετών με ξηρό Δεκ.	34	0,01	-0,04	-0,08	-0,10	0,17	-0,12	-0,12	0,34
	όλα τα έτη	95	0,13	0,06	0,02	0,03	-0,19	-0,02	-0,10	0,21
Ηράκλειο	πλήθος ετών με ξηρό Δεκ.	26	-0,15	0,15	-0,20	-0,06	-0,25	-0,20	0,34	0,39
	όλα τα έτη	85	0,02	-0,10	0,00	0,02	0,17	0,20	0,15	0,22
Θεσ/νίκη	πλήθος ετών με ξηρό Δεκ.	20	-0,39	0,22	0,38	0,21	-0,02	0,19	0,24	0,45
	όλα τα έτη	71	0,22	0,16	-0,04	0,17	-0,07	-0,21	-0,04	0,24
Πάτρα	πλήθος ετών με ξηρό Δεκ.	28	0,10	-0,38	-0,29	0,02	0,19	0,10	-0,09	0,38
	όλα τα έτη	89	0,04	0,15	-0,11	0,06	-0,14	0,05	-0,08	0,21
Κέρκυρα	πλήθος ετών με ξηρό Δεκ.	18	0,07	-0,60	-0,20	-0,28	0,17	0,30	-0,15	0,47
	όλα τα έτη	50	0,22	0,07	-0,14	0,01	-0,02	0,00	0,17	0,28
Λάρισα	πλήθος ετών με ξηρό Δεκ.	14	-0,32	0,04	0,27	0,33	0,00	0,00	0,30	0,53
	όλα τα έτη	51	0,08	0,21	-0,06	0,17	-0,12	-0,38	-0,05	0,28

Παρατηρήσεις για τη βροχόπτωση του φθινοπώρου και

ΝΑΟ-Βροχόπτωση Νοεμβρίου

		Πλήθος ετών	ΝΑΟ Μαΐου	ΝΑΟ Ιουνίου	ΝΑΟ Ιουλίου	ΝΑΟ Αυγ.	ΝΑΟ Σεπτ.	ΝΑΟ Οκτ.	ΝΑΟ Νοε.	r cr.
Αθήνα	πλήθος ετών με ξηρό Νοέ.	48	-0,09	0,08	0,03	-0,10	-0,08	0,11	0,04	0,29
	όλα τα έτη	137	0,09	0,23	-0,36	0,33	0,05	0,21	-0,09	0,17
Θεσ/νίκη	πλήθος ετών με ξηρό Νοέ.	22	-0,22	-0,17	0,21	0,23	0,27	-0,10	-0,24	0,43
	όλα τα έτη	71	-0,02	-0,13	0,05	-0,11	0,01	-0,12	-0,13	0,24
Πάτρα	πλήθος ετών με ξηρό Νοέ.	26	-0,13	-0,10	0,37	0,01	0,27	0,22	-0,19	0,39
	όλα τα έτη	89	-0,06	-0,09	-0,02	0,00	-0,06	-0,07	-0,22	0,21
Κέρκυρα	πλήθος ετών με ξηρό Νοέ.	15	-0,13	-0,24	0,01	-0,05	0,31	0,44	-0,24	0,52
	όλα τα έτη	51	-0,15	-0,07	-0,15	-0,02	-0,08	0,23	-0,01	0,28
Λάρισα	πλήθος ετών με ξηρό Νοέ.	14	-0,51	-0,25	0,09	-0,24	0,27	0,53	-0,12	0,53
	όλα τα έτη	51	-0,15	-0,05	0,16	0,17	-0,01	-0,07	0,09	0,28

Παρατηρήσεις

- ΝΑΟ Σεπτεμβρίου που προηγείται <-0.5 ,τότε αυξημένη πιθανότητα ξηρού Νοεμβρίου στους σταθμούς Πάτρας, Λάρισας και Θεσσαλονίκης. Ωστόσο, ασήμαντη η διαφορά στο σύνολο.
- Καμία ιδιαίτερη παρατήρηση για τον Ιανουάριο.

			ΝΑΟ Ιουλίου	ΝΑΟ Αυγ.	ΝΑΟ Σεπτ.	ΝΑΟ Οκτ.	ΝΑΟ Νοε.	ΝΑΟ Δεκ.	ΝΑΟ Ιαν.	r crit.
Αλίαρτος	πλήθος ετών με ξηρό Ιαν.	24	0,33	-0,28	-0,14	0,11	0,26	0,07	-0,19	0,41
	όλα τα έτη	95	0,07	0,16	0,09	-0,15	-0,09	-0,02	0,08	0,21
Ηράκλειο	πλήθος ετών με ξηρό Ιανουάριο	29	-0,19	0,06	0,06	-0,17	0,30	0,22	-0,01	0,37
	όλα τα έτη	88	-0,09	-0,12	0,09	-0,02	-0,15	0,04	0,04	0,21

ENSO-Ετήσια βροχόπτωση

			Πλήθος ετών	ENSO έτους	ENSO φθινοπώρου	ENSO χειμώνα	ENSO άνοιξης	r crit.
ENSO	Αθήνα	έτη ξηρασίας	26	0,01	0,11	0,00	-0,06	0,39
		όλα τα έτη	139	0,12	0,16	0,14	0,01	0,17
	Ηράκλειο	έτη ξηρασίας	13	-0,01	0,08	0,03	-0,02	0,55
		όλα τα έτη	99	0,13	0,09	0,06	0,04	0,20

- Κανένας στατιστικά σημαντικός συντελεστής.
- ENSO χειμώνα ή φθινοπώρου < -0.5 , τότε αυξημένη πιθανότητα εμφάνισης ξηρού έτους και στους δύο σταθμούς, αλλά κυρίως στην Αθήνα.
- Αθήνα: φθινόπωρο 31.11% έναντι 8.57%
χειμώνας 24.39% έναντι 6.90%

ENSO-Χειμερινή & φθινοπωρινή βροχόπτωση

- ENSO καλοκαιριού < -0.5 , αυξημένη πιθανότητα ξηρού χειμώνα και στις δύο πόλεις.
- ENSO φθινοπώρου < -0.5 , τότε αυξημένη πιθανότητα ξηρού φθινοπώρου και στις δύο πόλεις.

ENSO	ΧΕΙΜΩΝΑΣ			ENSO καλοκ.	r_c	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ		ENSO φθινοπ.	r_c
	Αθήνα	πλήθος ετών με ξηρό χειμώνα	42	0,27	0,31	πλήθος ετών με ξηρό φθινόπωρο	41	0,05	0,31
όλα τα έτη		139	0,07	0,17	Όλα τα έτη	139	0,06	0,17	
Ηράκλειο	πλήθος ετών με ξηρό χειμώνα	29	0,30	0,37	πλήθος ετών με ξηρό φθινόπωρο	27	-0,19	0,38	
	όλα τα έτη	99	0,04	0,20	Όλα τα έτη	99	0,09	0,20	

ENSO-Μηνιαία βροχόπτωση

- Δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση και κάποια διαφοροποίηση μεταξύ χαμηλού και υψηλού ENSO για τη βροχόπτωση των μηνών Νοεμβρίου, Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου για τους 2 σταθμούς.

Συμπεράσματα για το ΝΑΟ

- Η Κέρκυρα παρουσίασε την υψηλότερη συσχέτιση με το ΝΑΟ χειμώνα, γεγονός που ενδεχομένως να συνδυάζεται με το αρκετά διαφορετικό βροχομετρικό καθεστώς της σε σχέση με περιοχές της ανατολικής Ελλάδας, λόγω της οροσειράς της Πίνδου.
- Από την άλλη, η ομοιότητα που παρατηρήθηκε με τη Λάρισα δε συνάδει με την παραπάνω υπόθεση και πιθανόν η σύνδεση που παρουσιάστηκε να είναι τυχαία.
- Επίσης δεν παρουσιάστηκαν σταθερά ομοιότητες μεταξύ περιοχών με παρόμοιο βροχομετρικό καθεστώς ή έντονες διαφορές μεταξύ περιοχών με διαφορετική ατμοσφαιρική κυκλοφορία.
- Τα παραπάνω ενισχύουν την άποψη ότι η σχέση του φαινομένου της Βόρειας Ταλάντωσης με τη βροχόπτωση στην Ελλάδα είναι ισχνή και αβέβαιη και ο συγκεκριμένος δείκτης δεν είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για σκοπούς πρόβλεψης της ξηρασίας στη χώρα μας.
- Πιθανόν μια παρόμοια έρευνα να είχε πλουσιότερα ευρήματα, αν μετακινείτο πιο δυτικά, π.χ. στην Ιταλία.

Συμπεράσματα για τον ENSO

- Οι περιοχές που εξετάστηκαν παρουσίασαν αρκετές ομοιότητες όσον αφορά στη σχέση τους με το δείκτη.
- Οι ασθενείς όμως συντελεστές συσχέτισης για όλες τις χρονικές κλίμακες, καθιστούν το σενάριο της διασποράς του φαινομένου μέχρι την Ελλάδα εξαιρετικά αμφίβολο.
- Αν και ο ENSO είναι ο σημαντικότερος κλιματικός δείκτης σε παγκόσμια κλίμακα, κατά πάσα πιθανότητα δεν είναι χρήσιμος για σκοπούς πρόβλεψης της ξηρασίας στην Ελλάδα.

Ευχαριστώ