

## Γεωγραφίες

Αρ. 27 (2016)

Γεωγραφίες, Τεύχος 27, 2016



**ΞΗΡΑΣΙΑ: ΕΝΑ ΥΠΟΥΛΟ ΚΑΙ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ  
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΜΕ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ  
ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ**

*Γεώργιος Μπαλούτσος, Αθανάσιος Μπουρλέτσικας,  
Κωνσταντίνος Καούκης*

# ΞΗΡΑΣΙΑ: ΕΝΑ ΥΠΟΥΛΟ ΚΑΙ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΜΕ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ

Γεώργιος Μπαλούτσος<sup>1</sup>, Αθανάσιος Μπουρλέτσικας<sup>2</sup>, Κωνσταντίνος Καούκης<sup>3</sup>

## Περίληψη

Η ξηρασία είναι ευρέως γνωστή ως ένας ύπουλος και διάχυτος φυσικός κίνδυνος, εξαιτίας του τρόπου προσέγγισης μιας περιοχής. Είναι επίσης το πιο πολυσύνθετο κλιματικό φαινόμενο από όλους τους φυσικούς κινδύνους. Ειδικότερα, στο πρώτο μέρος του άρθρου παρουσιάζονται και εξετάζονται συνοπτικά τα γνωρίσματα και οι ιδιαιτερότητες της ξηρασίας, οι τύποι αυτής, οι παράμετροι εκτίμησής της και οι οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές της επιπτώσεις. Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζεται και αναλύεται συνοπτικά η διαχείριση της ξηρασίας και ειδικότερα η διαχείριση της επικινδυνότητας αυτής (προληπτικά μέτρα) και η διαχείριση της κρίσης (κατασταλτικά μέτρα). Η διαχείριση στηρίζεται στην ανάλυση του κύκλου αδράνειας και δράσης της και για κάθε μια προσέγγιση διαχείρισης, περιγράφονται και αναλύονται περιληπτικά τα απαραίτητα και αναγκαία μέτρα και έργα. Τέλος γίνονται αναφορές στις ιδιαιτερότητες, στα γνωρίσματα και στη διαχείριση των ξηρασιών της Ελλάδας.

Drought: an insidious and dangerous climatic phenomenon with peculiarities and difficulties in its management

George Baloutsos<sup>1</sup>, Athanasios Bourletsikas<sup>2</sup>, Constantine Kaoukis<sup>3</sup>

## Abstract

Drought is widely known as an insidious and pervasive natural hazard due to the way it approaches an area. It is also the most complex and inadequately understood climate phenomenon of all natural hazards. Specifically, in the first part of the paper, the features and the peculiarities of drought, its types and estimation parameters and the economic, social and environmental impacts, are briefly presented and examined. In the second part of the paper, the drought management and particularly the risk management of drought (proactive measures) and the crisis management of it (reactive measures) are briefly presented and analyzed. Drought management is based on the analysis of the dormancy and activity cycle of it and for each approach of the two above categories of management, the required and necessary measures and actions are briefly described and analyzed. Finally it is added that references are made about the existing features and peculiarities and also about the management of droughts in Greece.

## Εισαγωγή

Η ξηρασία κατατάσσεται στους φυσικούς και ειδικότερα στους κλιματικούς κινδύνους ή στις εν δυνάμει κλιματικές απειλές για τον άνθρωπο και το φυσικό περιβάλλον. Είναι ακόμη το πιο πολυσύνθετο κλιματικό φαινόμενο

1 Δρ Δασολόγος-Υδρολόγος, Διατελέσας Τακτικός Ερευνητής του ΕΘΙΑΓΕ, email: balgeorg@otenet.gr

2 Δασολόγος-Υδρολόγος MSc, Υποψήφιος Διδάκτωρ, ΕΛ.Γ.Ο. «ΔΗΜΗΤΡΑ». Email: mpat@fria.gr

3 Δασοπόνος MSc, Διαχείριση Φυσικών και Ανθρωπογενών Καταστροφών, ΕΛ.Γ.Ο «ΔΗΜΗΤΡΑ». Email: kako@fria.gr

από όλους τους φυσικούς κινδύνους και επηρεάζει δυσμενώς το μεγαλύτερο αριθμό ανθρώπων (Hagman 1984, Bryant, 1991). Τονίζεται όμως πως η μη επαρκής κατανόηση των ιδιαιτεροτήτων της έννοιας της ξηρασίας από τους επιστήμονες και τους διαμορφωτές της πολιτικής και των σχεδίων διαχείρισης αυτής, μπορεί να έχει πολύ οδυνηρά αποτελέσματα τόσο για τους πολίτες όσο και για το φυσικό περιβάλλον. Η ξηρασία δεν πρέπει να συγχέεται με τη λειψυδρία, αφού η δεύτερη αναφέρεται στη μεγαλύτερη ζήτηση νερού από τους χρήστες μιας περιοχής σε σχέση με τους εκμεταλλεύσιμους υδατικούς της πόρους. Η διάκριση όμως μεταξύ ξηρασίας και λειψυδρίας δεν είναι πάντοτε εύκολη, επειδή τα δύο φαινόμενα συχνά εμφανίζονται συγχρόνως. Στην Ελλάδα, ως μεσογειακή χώρα, και συνεπώς επιρρεπή σε αυτό τον κίνδυνο, εκδηλώνονται συχνά ξηρασίες. Ειδικότερα οι τελευταίες και ιδιαίτερα ισχυρές από αυτές ήταν οι διετείς των υδρολογικών ετών 1988-89/1989-90 και 1991-92/1992-93, καθώς και οι μονοετείς 1999-2000 και 2009-2010. Οι ξηρασίες αυτές και κυρίως οι διετείς, μας υπενθυμίζουν ακόμα και σήμερα τις κάθε μορφής οδυνηρές επιπτώσεις που είχαν και την έλλειψη οργάνωσης και ετοιμότητας των αρμόδιων φορέων της πολιτείας να τις μετριάσουν βραχυπρόθεσμα. Οι ίδιοι φορείς επέδειξαν επίσης αδυναμία να μετριάσουν μεσοπρόθεσμα την τρωτότητα τόσο των συστημάτων ύδρευσης, άρδευσης και γεωργικών καλλιεργειών της χώρας όσο και των λοιπών κοινωνικοοικονομικών συστημάτων της. Βέβαια η τρωτότητα ανθρώπων και κοινωνιών στην ξηρασία, σύμφωνα με την πλειονότητα των ειδικών επιστημόνων, αυξάνεται συνεχώς για διάφορους λόγους. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι η συνεχής αύξηση του πληθυσμού σε περιφέρειες που πλήττονται από ξηρασία και η εξάρτησή τους από περιορισμένους υδατικούς και άλλους φυσικούς πόρους (Wilhite, 1993α), οι κοινωνικές και περιφερειακές ανισότητες στην πρόσβαση σε υδατικούς πόρους, τα υφιστάμενα μοντέλα σχέσεων ανάπτυξης-κατανάλωσης υδατικών πόρων κ.λπ.

Επισημαίνεται επίσης πως η ξηρασία είναι ένα κανονικό χαρακτηριστικό της φυσικής μεταβλητότητας του κλίματος. Επομένως ξηρασίες θα εκδηλωθούν και πάλι στην Ελλάδα κατά τους χρόνους που έρχονται. Το ανησυχητικό όμως είναι πως κάποιες από τις ξηρασίες του μέλλοντος στη χώρα μας πιθανόν να είναι πολύ ισχυρότερες και μεγαλύτερης διάρκειας από τις 32 που εκδηλώθηκαν στην Αττική και οι περισσότερες από αυτές και σε ολόκληρη την Ελλάδα, κατά την περίοδο

1859-2015 που γίνεται η καταμέτρηση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στο λόφο του Αστεροσκοπείου Αθηνών (λόφο των Νυμφών).

Η παραπάνω ανησυχία απορρέει, εκτός της πιθανής κλιματικής αλλαγής και από τα αποτελέσματα και συμπεράσματα δειγματοληπτικών μελετών τόσο ατόμων μαύρης πεύκης του Ταΰγετου πολύ μεγάλης ηλικίας (Brandes, 2009) όσο και δειγμάτων ξύλου αρχαιολογικών χώρων, παλαιών μοναστηριών, εκκλησιών κ.λπ. της Πελοποννήσου (Kuniholm, 1990), που προσδιόρισαν περιόδους ισχυρών ξηρασιών και διάρκειας όχι μόνο ενός ή δύο ετών, αλλά τριών, τεσσάρων ή και πέντε ετών της περιόδου 1538-1999 (441 ετών). Ειδικότερα επισημαίνεται πως η ξηρασία της περιόδου 1712-1714 χαρακτηρίστηκε για την κεντρική και νότια Ελλάδα, σύμφωνα με την Χορλακί et al. (2001), ως η περίοδος «της πολύ μεγάλης πείνας», λόγω της σοβαρής ανομβρίας σε ολόκληρη τη χώρα. Η συγκεκριμένη ξηρασία προσδιορίστηκε επίσης και από τις δειγματοληπτικές μελέτες της Πελοποννήσου (Brandes, 2009).

Η αξιοπιστία των παραπάνω δειγματοληπτικών αναλύσεων και μελετών ενισχύεται ακόμα και από τον προσδιορισμό ισχυρών ξηρασιών στην Πελοπόννησο κατά τις ίδιες χρονιές που εκδηλώθηκαν ισχυρές επίσης ξηρασίες και στην Αττική κατά τη χρονική περίοδο 1859-1999, όταν τα κατακρημνίσματα καταγράφονταν στο λόφο του Αστεροσκοπείου Αθηνών. Αυτό φανερώνει πως οι καταγραμμένες ισχυρές ξηρασίες της Αττικής την παραπάνω χρονική περίοδο, που είναι μέρος των δειγματοληπτικών αναλύσεων της Πελοποννήσου (1538-1999), επεκτείνονταν τουλάχιστον έως και τη νότια Ελλάδα. Άλλη πληροφορία που εξάγεται από τη σύγκριση των ξηρασιών της Πελοποννήσου και Αττικής των περιόδων 1538-1999 και 1859-2015 αντίστοιχα, είναι πως τα 156 χρόνια μετρήσεων των κατακρημνισμάτων στο λόφο του Αστεροσκοπείου Αθηνών, είναι πολύ λίγα ώστε να καλύψουν το εύρος της διακύμανσης της έντασης και διάρκειας των μελλοντικών ξηρασιών στην Ελλάδα.

Προστίθεται ακόμα πως όπως καταδεικνύεται από τη συσσώρευση πληθώρας πληροφοριών, τόσο η συχνότητα των ξηρασιών όσο και η έκταση των περιοχών που καλύπτουν έχουν αυξηθεί λόγω της υπερθέρμανσης του πλανήτη (Dai et al., 2004). Ειδικότερα το ποσοστό της έκτασης αυξήθηκε στη δεκαετία του '70 από 10 στο 15% και στις αρχές του 2000 ανήλθε στο 30%.

Όλα όσα αναφέρθηκαν δείχνουν πως όχι μόνο θα συνεχίσουν να εκδηλώνονται ξηρασίες στην Ελλάδα,

αλλά είναι πολύ πιθανόν κάποιες από αυτές να έχουν μεγαλύτερη ένταση και διάρκεια από εκείνες που εκδηλώθηκαν κατά την περίοδο 1859-2015. Επομένως η αντιμετώπιση των επιπτώσεών τους πρέπει να απασχολεί σοβαρά τους αρμόδιους φορείς της πολιτείας, αλλά και την κοινωνία γενικότερα.

Με αυτά τα δεδομένα σκοπός της παρούσας εργασίας είναι: 1) Η παρουσίαση των χαρακτηριστικών και ιδιομορφιών της ξηρασίας για την κατανόησή της ως φυσικού κινδύνου και των δυσκολιών αντιμετώπισής της, και 2) Η συνοπτική παρουσίαση και συζήτηση των απαραίτητων ενεργειών των κυριότερων σταδίων διαχείρισης της ξηρασίας με έμφαση στις φυσικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες της Ελλάδας.

#### *Χαρακτηριστικά γνωρίσματα και ιδιαιτερότητες της ξηρασίας*

Η ξηρασία, ως φυσικό φαινόμενο, εκδηλώνεται τόσο σε αναπτυσσόμενες όσο και αναπτυγμένες χώρες αλλά και σε περιοχές με μικρό ή μεγάλο ετήσιο ύψος ατμοσφαιρών κατακρημνισμάτων. Για παράδειγμα, η πολύ ισχυρή ξηρασία που πλήττει στις μέρες μας τη Βραζιλία έχει περίοδο επαναφοράς 100 ετών (Gutierrez et al., 2014) και η αντίστοιχη, επίσης πολύ ισχυρή της Καλιφόρνιας στην Αμερική, διανύει το 2015 τον τέταρτο χρόνο εκδήλωσής της. Ταυτόχρονα, σε άλλες χώρες εκδηλώνονται πολύ ισχυρές και καταστροφικές πλημμύρες, όπως συνέβη και στην Ελλάδα στα τέλη των μηνών Σεπτεμβρίου και Οκτωβρίου 2015. Υποστηρίζεται μάλιστα πως παραστατικά οι ξηρασίες ευρίσκονται στο ένα άκρο μιας τεράστιας νοητής «τραμπάλας» και οι πλημμύρες στο άλλο. Επομένως, όταν σε κάποιες περιοχές του πλανήτη εκδηλώνονται ξηρασίες, σε άλλες εκδηλώνονται πλημμύρες. Η εμφάνιση βέβαια του «διπόλου» ξηρασιών-πλημμυρών σε ετήσια ή διαφορετική χρονική κλίμακα είναι αναμενόμενη και φυσιολογική, αφού καμιά χρονιά δεν μπορεί να είναι πολύ ξηρή ή πολύ υγρή παντού στον πλανήτη. Και αυτό επειδή η ποσότητα του νερού που εξατμίζεται από την επιφάνεια της γης είναι σε ετήσια βάση αδρομερώς σταθερή. Επομένως όταν σε κάποιες περιοχές της αποφορτίζεται ελάχιστη ποσότητα νερού ή καθόλου, εκεί έχουμε ξηρασίες και σε άλλες όπου αποφορτίζεται με περίσσεια έχουμε πλημμύρες. Θα πρέπει να διευκρινιστεί ακόμα πως η ξηρασία δεν πρέπει να συγχέεται με την ξηρό-

τητα του κλίματος μιας περιοχής, η οποία είναι ένα μόνιμο χαρακτηριστικό του με πολύ λίγες ετήσιες βροχοπτώσεις που καθορίζονται από τις κανονικές κατευθύνσεις των αερίων μαζών σε ευρεία πλανητική κλίμακα. Για παράδειγμα, η Σαχάρα χαρακτηρίζεται από ξηρότητα του κλίματος και όχι από ξηρασία.

Προστίθεται ακόμα πως η ξηρασία, σε αντίθεση με την πλημμύρα, εκδηλώνεται σε μια περιοχή συρόμενη στην κυριολεξία δυσδιάκριτα, ύπουλα και αθόρυβα και δίνει την εντύπωση μη ύπαρξης ενός συγκεκριμένου συμβάντος –a non-event– (Hersfield et al., 1973). Για το λόγο αυτό η ξηρασία χαρακτηρίζεται και ως ένα φαινόμενο που, όπως αναφέρθηκε, διεισδύει ύπουλα και αθόρυβα (a creeping phenomenon, Gillette, 1950), ή ως κινητήρια δύναμη (prime mover), που έχει μόνο ιδιότητες ή συνέπειες (Beran and Rodier, 1985), ή ακόμα σαν σχετική και όχι απόλυτη έννοια (Drought Policy Review Task Force of Australia, 1990), αλλά και ως διάχυτος φυσικός κίνδυνος (Wilhite et al., 2014). Επομένως η ξηρασία, όπως αναφέρθηκε, είναι η πιο πολυσύνθετη από όλους τους φυσικούς κινδύνους (Wilhite et al., 2007). Τονίζεται επιπλέον πως οι κοινωνικές επιπτώσεις της ξηρασίας δεν είναι εύκολα προσδιορίσιμες και επεκτείνονται σε πολύ μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές από εκείνες άλλων φυσικών κινδύνων, όπως, π.χ., πλημμυρών, σεισμών κ.λπ. (Wilhite, 1993a). Επίσης η ξηρασία δεν προξενεί ζημιές σε οικοδομικές ή άλλες τεχνικές κατασκευές.

Όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά και οι ιδιομορφίες της καθιστούν δύσκολο τον ορισμό της ξηρασίας, τον προσδιορισμό της αρχής και της λήξης της, την ποσοτικοποίησή της και κυρίως το σχεδιασμό και τη σύνταξη σχεδίων διαχείρισης για το μετριασμό ή την εξάλειψη των επιπτώσεών της.

#### *Τύποι ξηρασίας και ορισμοί*

Δεν υπάρχει σαφής και με παγκόσμια αποδοχή ορισμός για την ξηρασία. Παρά τις προσπάθειες που έγιναν για την αποδοχή ενός κοινού ορισμού, οι ειδικοί δεν κατάφεραν να καταλήξουν σε συμφωνία. Μέχρι σήμερα έχουν διατυπωθεί περισσότεροι από 150 ορισμοί για τη συγκεκριμένη έννοια (Wilhite and Glantz 1985). Αυτές οι αποκλίσεις στην κατανόηση και τον ορισμό του φαινομένου έχουν οδηγήσει στην αδρανοποίηση της διαχείρισης, δηλαδή στη μη λήψη αποφάσεων και ανάληψη ενεργειών εκ μέρους των αρμόδιων φορέων



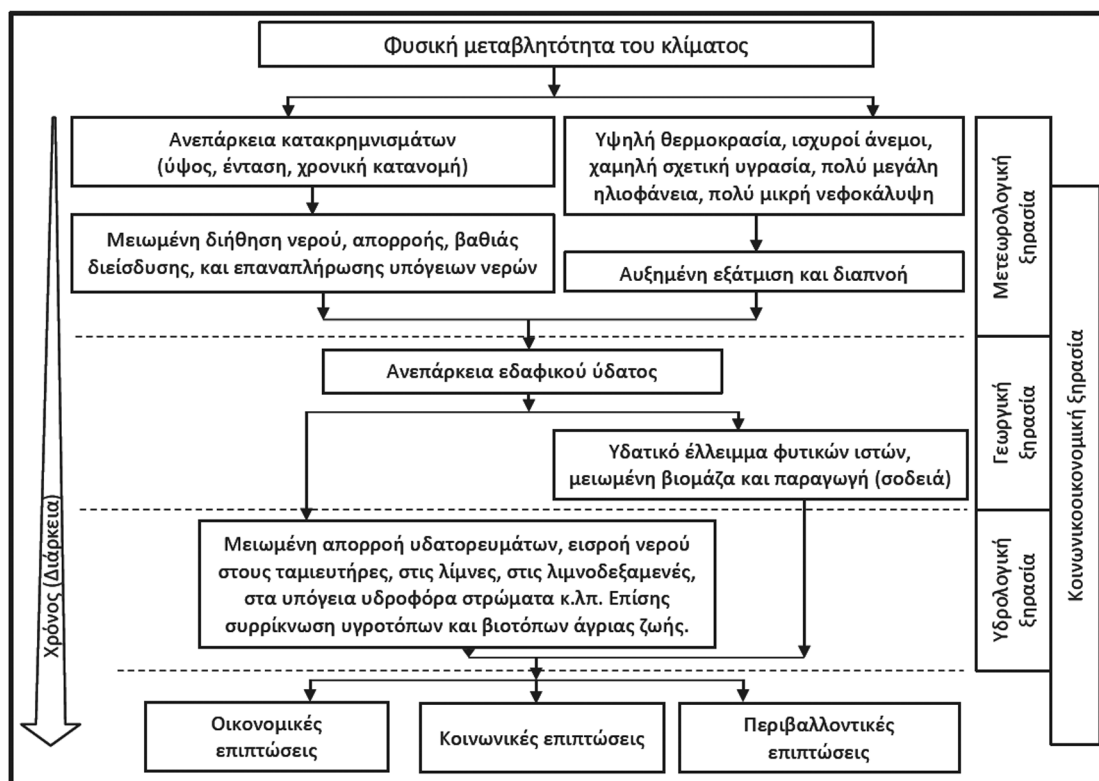
και των ειδικών για κρίσιμα θέματα των ξηρασιών (Wilhite et al., 1986).

Η αδυναμία διαμόρφωσης και κοινής αποδοχής ενός ορισμού για την ξηρασία έχει βέβαια τους λόγους της. Πιο συγκεκριμένα, η ξηρασία ξεκινάει κατά κανόνα από την έλλειψη ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, ενώ η έλλειψη υγρασίας στο έδαφος, απορροής στα υδατορεύματα, η πτώση της στάθμης των λιμνών, των ταμιευτήρων, των υπόγειων νερών κ.λπ. δεν συμπίπτουν με το χρόνο μείωσης των κατακρημνισμάτων. Αυτό οφείλεται προφανώς στις πολύπλοκες διεργασίες μετασχηματισμού των κατακρημνισμάτων σε απορροή της κοίτης των ρευμάτων διά της επιφανειακής και υπεδάφιας απορροής αυτών, αλλά και διά της βαθιάς διείσδυσής τους διαμέσου των πετρωμάτων.

Επιπρόσθετα, τα κατακρημνίσματα μελετώνται από τεχνικούς διαφόρων ειδικοτήτων και οι επιπτώσεις από τη μείωσή τους επηρεάζουν άμεσα την ύδρευση, την άρδευση, τη βιομηχανία, την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, το φυσικό περιβάλλον, αλλά και έμμεσα μια πληθώρα άλλων κοινωνικοοικονομικών παραγόντων. Ως αποτέλεσμα έχουν διατυπωθεί πολλοί και δια-

φορετικοί ορισμοί της ξηρασίας που αναφέρονται στην έλλειψη νερού ορισμένης κατηγορίας, όπου ο κάθε ορισμός εξυπηρετεί το συγκεκριμένο σκοπό για τον οποίο μελετάται η ξηρασία (Sen, 1982). Τελικά πάντως οι ορισμοί της ξηρασίας ομαδοποιούνται σε τέσσερις κυρίως τύπους που αφορούν στη μετεωρολογική (κλιματική), στη γεωργική, στην υδρολογική και στην κοινωνικοοικονομική ξηρασία (Heim, 2002). Η πρόοδος εξέλιξης της ξηρασίας και οι σχέσεις μεταξύ των τεσσάρων παραπάνω τύπων απεικονίζονται στο Σχήμα 1.

Η μετεωρολογική ξηρασία μιας περιοχής ορίζεται με βάση την απόκλιση των κατακρημνισμάτων της για μία ορισμένη χρονική περίοδο (εποχή, υδρολογικό έτος κ.λπ.) από τον υπερετήσιο «μέσο όρο» της ή κάτω από μια κρίσιμη τιμή τους που καθορίζει την έναρξη της ξηρασίας, δηλαδή την έναρξη των επιπτώσεων αυτής (Da Gruha, 1983). Κάθε μετεωρολογική ξηρασία πρέπει να αναφέρεται σε μια περιοχή με ορισμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες που συμβάλλουν στη μείωση των κατακρημνισμάτων της. Αφού οι ατμοσφαιρικές αυτές συνθήκες διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή, η σύγκριση δύο ή περισσότερων μετεωρολογικών ξηρα-



Σχήμα 1. Εξήγηση της προόδου εξέλιξης ξηρασίας και της σχέσης μεταξύ των τεσσάρων τύπων ξηρασιών. Οι τρεις κατηγορίες των επιπτώσεων στο κάτω μέρος του σχήματος είναι ανεξάρτητες από τη χρονική κλίμακα και μπορούν να εκδηλωθούν σε οποιοδήποτε στάδιο εξέλιξης μιας ξηρασίας (National Drought Mitigation Center, USA, 2008).

σιών μπορεί να γίνει με στατιστικούς δείκτες οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω.

Η γεωργική ξηρασία ορίζεται με βάση τις επιδράσεις που ασκεί η μετεωρολογική ξηρασία στις γεωργικές καλλιέργειες. Τέτοιες επιδράσεις είναι αρχικά η έλλειψη διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας για τα φυτά, στη συνέχεια το υδατικό έλλειμμα που παρουσιάζεται στους φυτικούς ιστούς τους και ακολουθεί η διαταραχή της φυσιολογικής τους λειτουργίας. Αν η έλλειψη εδαφικής υγρασίας συνεχιστεί, πιθανόν να επέλθει και νέκρωση (ξήρανση) των φυτών. Οι ανάγκες όμως των φυτών σε νερό εξαρτώνται από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες, τα βιολογικά τους χαρακτηριστικά, τα στάδια ανάπτυξής τους και τις φυσικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Επομένως ένας ικανοποιητικός προσδιορισμός της γεωργικής ξηρασίας θα μπορούσε να εξηγήσει τη μεταβαλλόμενη ευπάθεια των καλλιεργειών (τρωτότητα) σε σχέση με την έλλειψη εδαφικής υγρασίας σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους, από την πρώτη έκπτυξη έως την ωριμότητα.

Η υδρολογική ξηρασία έχει σχέση με τις επιπτώσεις των μειωμένων κατακρημνισμάτων στην επιφανειακή και υπόγεια απορροή του νερού και ειδικότερα με τη μείωση της απορροής των ρευμάτων και πηγών, των αποθεμάτων των υπόγειων νερών, με την πτώση της στάθμης των λιμνών, των ταμιευτήρων και των υδροτόπων γενικότερα (Dracup et al., 1980, Klemes, 1987). Η υδρολογική ξηρασία έχει χρονική υστέρηση σε σχέση με την εκδήλωση της μετεωρολογικής και γεωργικής. Και αυτό επειδή το έλλειμμα των κατακρημνισμάτων επιδρά βαθμιαία στη μείωση της εδαφικής υγρασίας και μετά στην παροχή των ρευμάτων, στη στάθμη των λιμνών, και σε όλες τις υπόλοιπες υδρολογικές παραμέτρους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Με την επανέναρξη όμως των κατακρημνισμάτων συμβαίνει επαναφόρτιση των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών σωμάτων σε χρόνους που κυμαίνονται από μερικές ώρες έως και πολλά χρόνια, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των κατακρημνισμάτων και με τα υδρολογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής εκδήλωσης της υδρολογικής ξηρασίας (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007).

Η κοινωνικοοικονομική ξηρασία εκδηλώνεται σε περιοχές όπου η ζήτηση είναι μεγαλύτερη της προσφοράς σε κάποια προϊόντα ή υπηρεσίες τα οποία είναι σε έλλειψη εξαιτίας των καιρικών συνθηκών και ειδικότερα των τύπων των ξηρασιών που επικρατούν. Τέτοια προϊόντα είναι το πόσιμο και αρδευτικό νερό, τα

γεωργικά και κτηνοτροφικά προϊόντα, η υδροηλεκτρική ενέργεια κ.λπ. Αυτά τα προϊόντα μπορούν να παρουσιάζουν έλλειψη και επομένως υψηλότερες τιμές όταν επικρατεί μετεωρολογική, γεωργική ή υδρολογική ξηρασία, ή και οι τρεις μαζί (Σχήμα 1). Αιτία της αυξημένης ζήτησης αυτών των προϊόντων μπορεί να είναι η αύξηση του πληθυσμού και επομένως και η συνολική αύξηση της κατανάλωσης και οι αλλαγές στα πρότυπα ζωής και κατανάλωσης. Κατά συνέπεια, η κοινωνικοοικονομική ξηρασία εκφράζει την τρωτότητα ανθρώπων, νοικοκυριών, κοινωνικών ομάδων και ευρύτερων κοινωνιών στην έλλειψη νερού και η εκδήλωσή της εξαρτάται από τις κοινωνικοοικονομικές διεργασίες προσφοράς και ζήτησης των παραπάνω προϊόντων. Προστίθεται ακόμα πως επιρρεπείς περιοχές στην εκδήλωση κοινωνικοοικονομικής ξηρασίας είναι εκείνες που παράγουν αγροτικά προϊόντα και πολλά από αυτά υπό μορφή ξερικών καλλιεργειών, εκείνες που μεταφέρουν πόσιμο νερό από άλλες περιοχές (όπως, π.χ., οι καλλιεργούμενες πεδιάδες της χώρας μας και τα νησιά του Αιγαίου πελάγους), εκείνες που παράγουν υδροηλεκτρική ενέργεια με τη χρήση της παροχής των ποταμών και όχι με τη χρήση του νερού των ταμιευτήρων κ.λπ.

Εδώ πρέπει να επισημανθεί ακόμα πως εκτός των τεσσάρων παραπάνω τύπων ξηρασίας που είναι διεθνώς αποδεκτές και αντιπροσωπεύουν την πλειονότητα των 150 περίπου ορισμών που διατυπώθηκαν για αυτό το φαινόμενο, τα τελευταία χρόνια ήταν επιτακτική ανάγκη να προστεθεί σε διάφορες χώρες και ο τύπος της οικολογικής ξηρασίας. Η ανάγκη αυτή προέκυψε από τη σοβαρή υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος για πολλούς και ποικίλους λόγους και μεταξύ αυτών και της προελαύνουσας αλλαγής του κλίματος. Με βάση αυτά τα δεδομένα η οικολογική ξηρασία προσδιορίζεται ως ένα παρατεταμένο και πολύ εκτεταμένο έλλειμμα των φυσικών διαθέσιμων υδατικών πόρων μιας περιοχής ή χώρας που δημιουργεί στις μέρες μας πολλαπλές καταπονήσεις και επιπτώσεις στη χλωρίδα και πανίδα των φυσικών οικοσυστημάτων.

Οι επιπτώσεις της οικολογικής ξηρασίας, όπως αναφέρθηκε, είναι ιδιαίτερα εμφανείς και σοβαρές αυτή την περίοδο σε πολλές χώρες και κυρίως στην Καλιφόρνια, όπου η ξηρασία «διανύει» το 2015 το τέταρτο συνεχόμενο έτος, στη Βραζιλία και αλλού. Βέβαια και στην Ελλάδα εκδηλώνεται οικολογική ξηρασία μαζί με την εκδήλωση της μετεωρολογικής και υδρολογικής και επηρεάζει σοβαρά κυρίως τη χλωρίδα και πανίδα των φυ-

σικών οικοσυστημάτων μας (π.χ., σοβαρές δασικές πυρκαγιές τη θερινή περίοδο, ξήρανση πολλών δασικών ειδών μας, (Εικόνες 1 και 2), μείωση του όγκου της ετήσιας αύξησης άλλων ειδών, επιπτώσεις στην πανίδα [Εικόνα 3], λόγω έλλειψης τροφής, νερού κ.λπ.). Για το μετριασμό αυτών των επιπτώσεων της οικολογικής ζηρασίας είναι απαραίτητη η έρευνα όλων των διεργασιών εξέλιξής της και ο σχεδιασμός διαχείρισής της.

#### *Αιτίες της ξηρασίας στο μεσογειακό και ελληνικό χώρο*

Στον ελληνικό χώρο εκδηλώνονται η εποχιακή ή περιοδική ξηρασία (η γνωστή μας καλοκαιρινή) και η τυχαία. Η κυριότερη αιτία της εποχιακής ξηρασίας σύμφωνα με τον Μαχαίρα (1992), είναι η ετήσια κύμανση των υποτροπικών αντικυκλώνων προς τα νότια κατά τη διάρκεια



Εικόνα 1 - Εκτεταμένες νεκρώσεις δέντρων στο ελατοδάσος της Πάρνηθας απο την ξηρασία του 1999-2000



Εικόνα 2 - Εκτεταμένες επίσης νεκρώσεις ελάτης στο Μαίναλο Αρκαδίας απο την ξηρασία του 2009-2010

του χειμώνα και προς τα βόρεια κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Ειδικότερα για τη Μεσόγειο η μετακίνηση του αντικυκλώνα του Ατλαντικού προς τα βόρεια κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού έχει ως αποτέλεσμα τη μετακίνηση επίσης προς τα βόρεια του Πολικού μετώπου και τη διάλυση του Μεσογειακού μετώπου, κατά μήκος του οποίου σχηματίζονται οι υφέσεις (τα χαμηλά βαρομετρικά) κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Οι μεταβολές αυτές των δύο μετώπων έχουν ως αποτέλεσμα την εκδήλωση της εποχιακής ξηρασίας στην Ελλάδα. Η ένταση και διάρκεια της εποχιακής ξηρασίας στη Μεσογειακή λεκάνη γενικότερα εξαρτώνται από το γεωγραφικό πλάτος και μήκος των περιοχών που βρίσκονται σε αυτή. Επιπλέον οι νοτιότερες και ανατολικότερες περιοχές της Μεσογείου παρουσιάζουν την εντονότερη και μεγαλύτερη διάρκεια της ξηρασίας που κυμαίνεται από 5-7 μήνες (Μαχαίρας, 1992).

Όσον αφορά στις αιτίες της τυχαίας ξηρασίας μιας περιοχής αυτές είναι απροσδιόριστες και ασαφείς μέχρι σήμερα. Αυτό οφείλεται στη μη κανονική συμπεριφορά της κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας όχι μόνο στην περιοχή που επικρατεί μία ξηρασία αλλά και σε άλλες περιοχές όπου το αποτέλεσμα μπορεί να εκφράζεται επίσης από επικράτηση ξηρασίας ή αντίθετα από επικράτηση έντονων βροχοπτώσεων, όπως αναφέρθηκε και στην υποενότητα 2. Βασικό ρόλο στην παραπάνω μη κανονική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας έχει βέβαια η φυσική μεταβλητότητα του κλίματος. Κατά συνέπεια, η τυχαία ξηρασία στην Ελλάδα μπορεί να εκδηλωθεί οποιαδήποτε χρονιά (Σχήμα 2) και οποιοδήποτε μήνα (Μπαλούτσος κ.ά., 1993), χωρίς καμία περιοδικότητα.



Εικόνα 3 - Ο αυδωώπητος αγόνας επιβίωσης της χλωρίδας και πανίδας σε περίοδο ξηρασίας

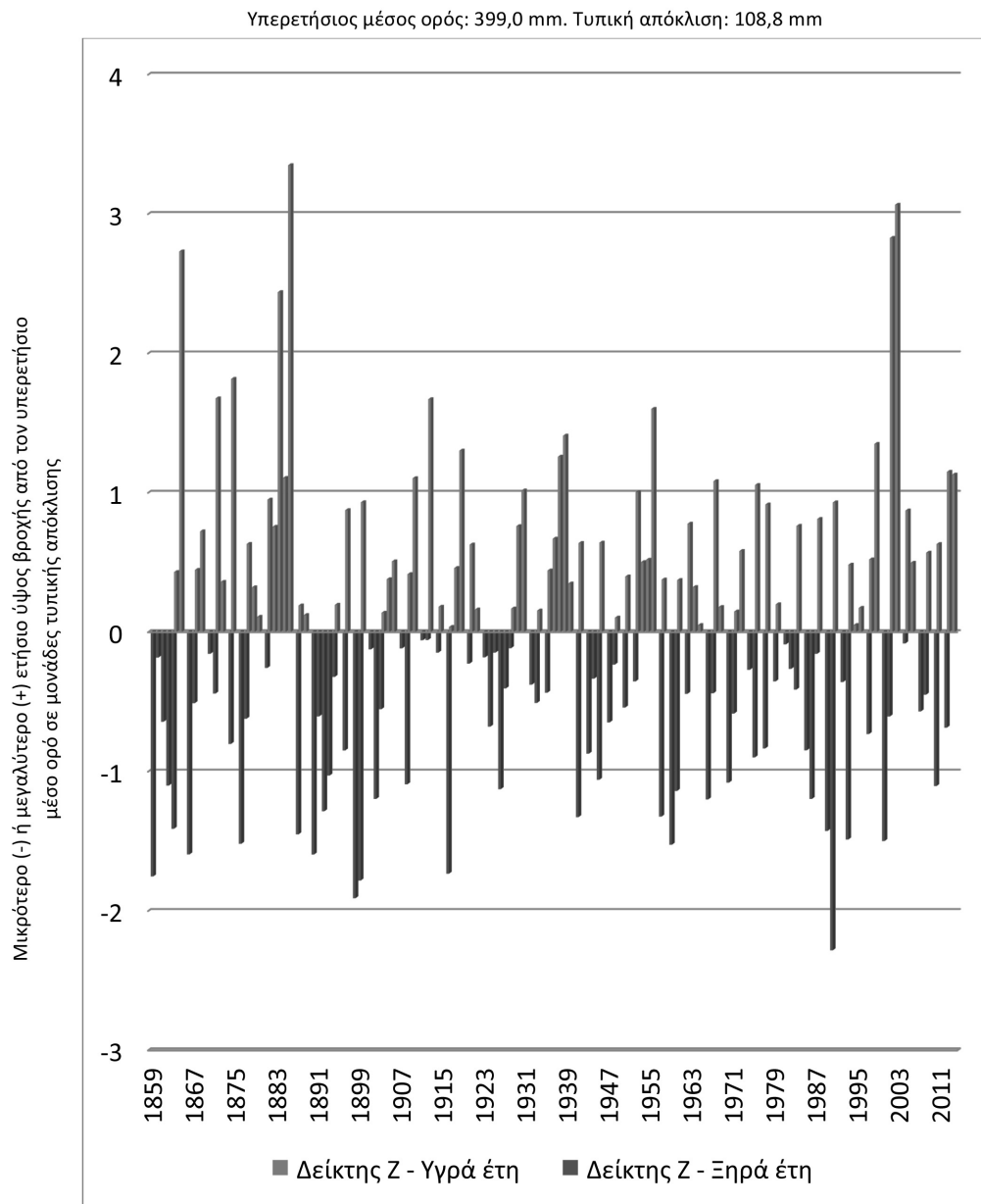


### Παράμετροι εκτίμησης της ξηρασίας

Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση του μεγέθους της ξηρασίας είναι η ένταση, η χρονική διάρκεια, η γεωγραφική έκταση και η καταστροφικότητα ή σφοδρότητά της.

Η ένταση της ξηρασίας εκφράζεται με την απόκλιση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και άλλων παραμέτρων που συνδέονται με την εξάτμιση (θερμοκρασίας, ανέμου, υγρασίας) από τις αναμενόμενες κλιματικές τιμές. Η ποσοτικοποίηση της έντασης

μπορεί να επιτευχθεί τόσο με στατιστικές μεθόδους, με τις οποίες εκτιμάται η πιθανότητα εμφάνισης των συγκεκριμένων τιμών των μετεωρολογικών μεταβλητών όσο και με τη χρήση διαφόρων δεικτών οι οποίοι ενσωματώνουν τις κλιματικές παραμέτρους (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007). Τέτοιοι δείκτες είναι ο τυποποιημένος δείκτης ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (SPI), ο δείκτης δριμύτητας ξηρασίας του Palmer (PDSI), ο δείκτης υγρασίας των καλλιεργειών (CMI), ο δείκτης παροχής επιφανειακών υδάτων (SWSI), ο δείκτης τρωτότητας της ξηρασίας (DVI) –Karavitis et al.,



Σχήμα 2. διαδοχή ξηρών (-) και υγρών (+) υδρολογικών ετών στο λόφο του Αστεροσκοπείου Αθηνών την περίοδο 1859/60 έως 2013/14 (155 έτη.)



2014– και άλλοι. Η ένταση της ξηρασίας αυξανόμενη κατατάσσεται στα τέσσερα παρακάτω επίπεδα: 1) μέτρια, 2) ισχυρή, 3) ακραία και 4) εξαιρετικά ακραία (National Drought Mitigation Center, 2008).

Η χρονική διάρκεια της ξηρασίας καθορίζεται δύσκολα αφού οι χρονικές στιγμές έναρξης και λήξης της είναι ασαφείς. Και αυτό επειδή η έναρξη συμπίπτει με κάποιο χρονικό διάστημα από την έλλειψη κατακρημνισμάτων στην περιοχή εκδήλωσης της ξηρασίας και πιο συγκεκριμένα με εκείνο της εμφάνισης των πρώτων επιπτώσεων της, ενώ το τέλος της μπορεί να επεκτείνεται για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την επανέναρξη των κατακρημνισμάτων. Ως ελάχιστη χρονική διάρκεια θεωρείται συνήθως το τρίμηνο το οποίο μπορεί να επεκτείνεται από ένα έως αρκετά έτη, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής εκδήλωσης. Για την Ελλάδα η τρίμηνη θερινή διάρκεια της ξηρασίας είναι πολύ συχνή και αυτή η διάρκεια, σύμφωνα με τις μεγάλους μήκους χρονοσειρές βροχομετρικών στοιχείων που υπάρχουν (1859-2015), μπορεί να επεκτείνεται έως και δύο έτη. Οι δένδροχρονολογικές μελέτες μακράς διάρκειας όμως στη χώρα μας, όπως τoνίσθηκε και στην εισαγωγή, κατέδειξαν πως η διάρκεια των ξηρασιών μεγαλύτερων περιόδων επαναφοράς μπορεί να είναι και 3-5 έτη.

Η γεωγραφική έκταση εκδήλωσης μιας ξηρασίας εξαρτάται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες οι οποίες επηρεάζουν τα αντίστοιχα κατακρημνίσματα. Επομένως μια ξηρασία στην Ελλάδα μπορεί να καλύπτει είτε μόνο κάποια εκτεταμένη περιοχή της (π.χ., ανατολική, νότια, δυτική κ.λπ.), ή ολόκληρη τη χώρα ή και να επεκτείνεται σε ολόκληρη τη ΝΑ Μεσόγειο. Ακόμα η γεωγραφική έκταση μιας ξηρασίας συνδέεται και με τη διάρκειά της και ειδικότερα όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκειά της τόσο μεγαλύτερη είναι και η γεωγραφική της έκταση (Great Lakes Commission, 1990). Η συσχέτιση αυτή εξηγεί και τη μεγάλη γεωγραφική έκταση (ολόκληρη τη ΝΑ Μεσόγειο) που είχε η ακραία διετής ξηρασία στη χώρα μας κατά τα υδρολογικά έτη 1988-89 και 1989-90.

Η καταστροφικότητα ή σφοδρότητα της ξηρασίας εκφράζει τις επιδράσεις της στις κοινωνικοοικονομικές δραστηριότητες αλλά και στο φυσικό περιβάλλον. Το μέγεθος αυτής της παραμέτρου εξαρτάται από την ένταση, τη διάρκεια, την έκταση της ξηρασίας, τη χρονική κατανομή των κατακρημνισμάτων, αλλά και την τρωτότητα των υδατικών, οικολογικών και κοινωνικοοικονομικών συστημάτων. Με αυτά τα δεδομένα

υπόψη, όταν μια χώρα έχει σχεδιάσει εκ των προτέρων τη διαχείριση της επικινδυνότητας της ξηρασίας, δηλαδή τη λήψη προληπτικών μέτρων, τότε, όσο μεγάλη και αν είναι η ένταση μιας μελλοντικής ξηρασίας, η καταστροφικότητά της θα είναι περιορισμένη και ελεγχόμενη. Στην αντίθετη περίπτωση, αν δεν υπάρχει το παραπάνω σχέδιο διαχείρισης της ξηρασίας και επιχειρηθεί η διαχείριση της κρίσης της, τότε η καταστροφικότητά της θα είναι μεγάλη και πιθανόν ανεξέλεγκτη.

### *Επιπτώσεις της ξηρασίας*

Οι επιπτώσεις της ξηρασίας είναι πολλές και ποικίλες και δημιουργούν ένα πολυσύνθετο ιστό ο οποίος αναδύεται διά μέσου των πολλών τομέων της οικονομίας (Wilhite et al., 2007). Η πολυπλοκότητα των επιπτώσεων δημιουργείται από την εξάρτηση πολλών τομέων και δραστηριοτήτων με το νερό από το οποίο παράγεται μια πληθώρα προϊόντων και υπηρεσιών. Γενικά οι επιπτώσεις κατατάσσονται σε άμεσες και έμμεσες ή προσδιορίζονται ως πρώτης, δεύτερης ή τρίτης τάξης. Από εννοιολογικής άποψης όσο οι επιπτώσεις της ξηρασίας απομακρύνονται από την αρχική τους αιτία τόσο περιπλοκότερη γίνεται η σύνδεσή τους με αυτή. Για παράδειγμα, η απώλεια της γεωργικής παραγωγής εξαιτίας της ξηρασίας είναι άμεση ή πρώτης τάξης επίπτωση. Όμως οι συνέπειες της επίπτωσης αυτής και ειδικότερα η απώλεια του εισοδήματος, το κλείσιμο των αγροκτημάτων, η μετανάστευση του κόσμου, τα κυβερνητικά προγράμματα ανακούφισης των πληγέντων κ.λπ., είναι δεύτερης ή τρίτης τάξης επιπτώσεις (Wiltite, 1993α).

Βασικά οι επιπτώσεις της ξηρασίας, ανάλογα με τον τομέα που προσβάλλουν, κατατάσσονται σε τρεις κύριες κατηγορίες και ειδικότερα στις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές: Οι οικονομικές επιπτώσεις είναι οι μεγαλύτερες και κυμαίνονται αρχικά από τις άμεσες απώλειες του ευρέως γεωργικού τομέα μέχρι των συναφών με αυτόν κτηνοτροφικού, δασικού και αλιευτικού τομέα. Άλλες οικονομικές επιπτώσεις είναι εκείνες των υδροδοτικών και αρδευτικών συστημάτων, της αναψυχής και του τουρισμού, των μεταφορών, των τραπεζικών δραστηριοτήτων, της παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας, της ανόδου των τιμών των προϊόντων και υπηρεσιών και πολλών άλλων.

Οι κοινωνικές επιπτώσεις επεκτείνονται στη δημόσια ασφάλεια από τις δασικές πυρκαγιές, στην υγεία,

στις συγκρούσεις μεταξύ των διαφόρων χρηστών νερού, στις αδικίες και μεροληψίες των προγραμμάτων ανακούφισης των πολιτών από τη φυσική καταστροφή, την απώλεια ζώων, τις κοινωνικές ανησυχίες και διαμαρτυρίες, τη μείωση του πληθυσμού των γεωργικών περιοχών λόγω μετανάστευσης, την υποβάθμιση της ποιότητας της ζωής γενικότερα κ.λπ.

Όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αυτές περιλαμβάνουν την ξήρανση και απώλεια πολλών φυτικών και ζωικών ειδών, αντίστοιχα, την καταστροφή των βιοτόπων, την υποβάθμιση του νερού και του αέρα, την εκδήλωση δασικών πυρκαγιών, την υποβάθμιση των τοπίων, τη διάβρωση του εδάφους από τον αέρα μετά την ξήρανση της βλάστησης κ.λπ. Τονίζεται όμως εδώ πως παλαιότερες δυσκολίες ποσοτικοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της ξηρασίας, που υπήρχαν εδώ και τουλάχιστον μια δεκαετία, δεν υπάρχουν στις μέρες μας, αφού το εμπόδιο αυτό έχει παρακαμφθεί εξαιτίας της κοινωνικής πίεσης προς τις αρμόδιες αρχές αλλά και της πρόσφατης αξιοποίησης προηγμένης τεχνολογίας για το θέμα αυτό.

## *Διαχείριση της ξηρασίας*

### *7.1 Γενικά*

Είναι γεγονός αναμφισβήτητο πως η ξηρασία ως μέρος της φυσικής μεταβλητότητας του κλίματος, θα πλήξει αργά ή γρήγορα όλες τις χώρες και κυρίως εκείνες που είναι επιρρεπείς σε αυτόν τον κλιματικό κίνδυνο. Στην κατηγορία αυτή υπάγεται βέβαια και η Ελλάδα. Κάθε χώρα λοιπόν πρέπει να έχει τη δική της πολιτική για την ξηρασία, αλλά και σχέδιο διαχείρισής της. Η υποχρέωση αυτή γίνεται όλο πιο επιτακτική και αναγκαία καθώς εκδηλώνεται αυξανόμενη ανησυχία τα τελευταία χρόνια σε παγκόσμια κλίμακα εξαιτίας της πολύ πιθανής αύξησης της έντασης, συχνότητας και διάρκειας των ξηρασιών ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, αλλά και της παρόμοιας συμπεριφοράς άλλων κλιματικών φαινομένων των τελευταίων ετών (Sivakumar, 2012).

Η κατάληξη όμως στην ανάγκη ύπαρξης πολιτικής και σχεδίου αντιμετώπισης της ξηρασίας από κάθε χώρα πέρασε από πολλά στάδια και αυτά παρουσιάζονται παρακάτω πολύ συνοπτικά. Αναλυτικότερα, κατά τη διάρκεια ολόκληρου σχεδόν του 20ού αιώνα οι κυβερνήσεις και οι αντίστοιχοι φορείς στις διάφορες χώρες που επλήγησαν από ξηρασίες, επιχείρησαν να μετριάσουν τις επι-

πτώσεις τους με τη διαχείριση της κρίσης αυτών των κλιματικών φαινομένων, δηλαδή με οικονομικές κυρίως ενισχύσεις στους πληγέντες και με πληθώρα άλλων πολύ δαπανηρών κατασταλτικών και βραχυπρόθεσμων μέτρων που είναι περιορισμένης αποτελεσματικότητας.

Για τους παραπάνω λόγους η διαχείριση της κρίσης της ξηρασίας από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 και μετά δέχθηκε έντονη κριτική από τους ειδικούς στο θέμα επιστήμονες, τους κυβερνητικούς φορείς, αλλά και από πληγέντες από αυτές, ως ακατάλληλη και αναποτελεσματική διαδικασία μετριασμού των επιπτώσεων και γενικά αντιμετώπισης της ξηρασίας (Wilhite, 1991). Το γεγονός αυτό αλλά και οι πολλές και ισχυρές ξηρασίες που εκδηλώθηκαν σε πληθώρα χωρών, συμπεριλαμβανόμενης βέβαια και της Ελλάδας, ήταν το έναυσμα να δοθεί έμφαση στην ανάγκη σχεδιασμού αντιμετώπισης της ξηρασίας με τη λήψη μέτρων πριν την εκδήλωσή της. Πιο συγκεκριμένα, δόθηκε έμφαση κυρίως στη διαχείριση της επικινδυνότητας της ξηρασίας και πολύ λιγότερη στη διαχείριση της κρίσης αυτής. Έτσι, η σύνταξη σχεδίων και γενικότερα η χάραξη εθνικής πολιτικής και στρατηγικής αντιμετώπισης των ξηρασιών από κάθε χώρα επιρρεπή σε αυτές θεωρήθηκε ως ενέργεια άμεσης προτεραιότητας (Wilhite, 1993b).

Η ανάγκη αλλαγής πορείας στη διαχείριση της ξηρασίας επισημάνθηκε από τον υφυπουργό Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών Lyons James το Μάιο του 1994 (Knutson et al., 1998), όταν σε σχετικό συνέδριο τόνισε μεταξύ άλλων: «Δυστυχώς έχουμε την τάση να επικεντρώνουμε την προσοχή μας στην ξηρασία όταν αυτή είναι ήδη σε εξέλιξη. Τότε πιεζόμαστε να δράσουμε, να ανταποκριθούμε σε άμεσες ανάγκες των πολιτών μας και επιπλέον να εφαρμόζουμε τις πιο πολυδάπανες συνταγές ανακούφισης. Επίσης τότε επιχειρούμε να ισορροπήσουμε ανταγωνιστικά συμφέροντα σε μια φορτισμένη ατμόσφαιρα. Οι ενέργειες αυτές δεν είναι καλή πολιτική, αλλά ούτε και καλή διαχείριση των πόρων μας. Έτσι εμψυεύουμε στην αντίληψη του κοινού την ιδέα πως η κυβέρνηση δεν κάνει καλά τη δουλειά της και αντιδρά τότε, όταν ξεσπάει η κρίση της ξηρασίας. Αντίθετα πρέπει να επιδιώξουμε μια προληπτική προσέγγιση διαχείρισης της επικινδυνότητας της ξηρασίας για την αποτελεσματική αντιμετώπισή της. Πρέπει να αναμένουμε το αναπόφευκτο –η ξηρασία θα έρθει και θα φύγει– και για το λόγο αυτό πρέπει να ακολουθήσουμε μια προσέγγιση η οποία αποσκοπεί σε μετριασμένες επιπτώσεις της, όταν αυτή αναπόφευκτα εκδηλωθεί».

Εξαιτίας των παραπάνω πιέσεων, ενώ μόνο τρεις πολιτείες στις ΗΠΑ είχαν σχέδιο διαχείρισης επικινδυνότητας της ξηρασίας από το 1982, αυτές ανήλθαν στις 29 το 2000 όταν είχε ήδη ψηφιστεί ο νόμος για την πολιτική αντιμετώπισης και διαχείρισης της ξηρασίας το 1998 (Wilhite, 2000). Σήμερα βέβαια όλες οι πολιτείες της Αμερικής έχουν συντάξει σχέδιο διαχείρισης αυτού του κλιματικού κινδύνου. Παρόμοια σχέδια έχουν επίσης η Αυστραλία, η Ινδία, η Νότιος Αφρική, η Βραζιλία, η Κύπρος από το 2011 και πάρα πολλές άλλες χώρες επιρρεπείς στην ξηρασία. Επισημαίνεται όμως πως τα σχέδια αυτά διαφέρουν μεταξύ των διαφόρων χωρών ή και μεταξύ πολύ μεγάλων περιοχών της ίδιας χώρας, επειδή ανταποκρίνονται στα φυσικά, περιβαλλοντικά, κοινωνικοοικονομικά και πολιτικά χαρακτηριστικά τους. Επομένως μόνο καθοδηγητικά μπορούν να ληφθούν υπόψη από μία χώρα για τη σύνταξη των δικών της σχεδίων.

Στις χώρες βέβαια που έχουν σχέδια ξηρασίας υπάγεται και η Ελλάδα. Πιο συγκεκριμένα, η Ειδική Γραμματεία Υδάτων του ΥΠΕΝ στο πλαίσιο εναρμόνισης της χώρας με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ, συνέταξε σχέδια διαχείρισης της ξηρασίας για 12 από τα 14 Υδατικά Διαμερίσματα της χώρας (Ειδική Γραμματεία Υδάτων, προσωπική επικοινωνία). Επιπλέον συντάχθηκαν και σχέδια διαχείρισης της ξηρασίας και των υδατικών πόρων γενικότερα για ορισμένα υδατικά συστήματα της χώρας. Στην κατηγορία αυτή υπάγεται, π.χ., το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας και των προαστίων της (Nalbantis et. al., 1992, Karavitis, 1999, Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007). Σημαντικό είναι ακόμα να αναφερθεί πως το 2007 αποπερατώθηκε ερευνητικό πρόγραμμα της ΕΕ για την ξηρασία σε πέντε μεσογειακές χώρες (Ελλάδα, Κύπρος, Ισπανία, Μαρόκο και Τυνησία) με τίτλο «Μεσογειακή Ετοιμότητα και Σχεδιασμός Περιορισμού της Ξηρασίας» (Mediterranean Drought Preparedness and Mitigation Planning—MEDROPLAN Project 2007) και με συμμετέχοντα φορέα από την Ελλάδα το ΕΜΠ (Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων). Από τα δημοσιευθέντα ευρήματα αυτού του προγράμματος είναι και οι «Οδηγίες Διαχείρισης της Ξηρασίας» από τις οποίες μπορούμε να εξαγάγουμε πολλές πληροφορίες για τη γενική πορεία σύνταξης, βελτίωσης ή συμπλήρωσης ενός σχεδίου διαχείρισης της επικινδυνότητας της ξηρασίας. Χρήσιμες πληροφορίες για το ίδιο θέμα είναι επίσης διαθέσιμες σε εργασίες που αναφέρονται στα σχέδια διαχείρισης της ξηρασίας στις ΗΠΑ (Wilhite et al., 2000).

Στις παραγράφους που ακολουθούν γίνεται μια συνοπτική αναφορά στην ορολογία του κύκλου διαχείρισης της επικινδυνότητας και κρίσης της ξηρασίας, επειδή η συζήτηση αυτών δεν μπορεί να γίνει χωρίς ένα ξεκάθαρο τοπίο για τις έννοιες και σημασίες των χρησιμοποιούμενων όρων. Σύμφωνα με τους Knutson et.al., 1998, τα Ηνωμένα Έθνη, 2006 και τους Wilhite et al., 2007, αυτοί οι όροι είναι:

**Κίνδυνος ξηρασίας (Drought hazard):** Είναι η απειλή εκδήλωσης ξηρασίας η οποία μπορεί να καταστήσει ανεπαρκή την προσφορά νερού για να καλύψει τη ζήτηση αυτού από τα διάφορα συστήματα.

**Επικινδυνότητα ξηρασίας (Drought risk):** Είναι η πιθανότητα εκδήλωσης επιζήμιων συνεπειών ή αναμενόμενων απωλειών που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση μεταξύ του κλιματικού κινδύνου της ξηρασίας και τρωτών συνθηκών. Τέτοιες συνέπειες ή απώλειες είναι η πιθανότητα έλλειψης υδατικών και αγροτικών πόρων, η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, η ανεργία, η μετανάστευση, η χειροτέρευση της υγείας των πολιτών κ.λπ.

**Τρωτότητα (Vulnerability) της κοινωνίας στην ξηρασία:** Είναι το σύνολο των συνθηκών και διεργασιών που προκύπτουν από τα φυσικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής εκδήλωσης της ξηρασίας και οι οποίες αυξάνουν την ευπάθεια της κοινωνίας στην επίδραση αυτού του κλιματικού κινδύνου.

**Εκτίμηση της τρωτότητας της κοινωνίας στην ξηρασία:** Είναι το πλαίσιο προσδιορισμού ή πρόβλεψης των αιτιών που υποκρύπτονται στις επιπτώσεις της ξηρασίας. Ο βαθμός τρωτότητας μετράται με την ικανότητα της κοινωνίας να προβλέπει την ξηρασία και να αντεπεξέρχεται, να ανθίσταται και να ανακάμπτει από αυτή.

**Ετοιμότητα (Preparedness) στην ξηρασία:** Είναι οι δραστηριότητες που σχεδιάζονται πριν την εκδήλωση της ξηρασίας για να βελτιώσουν ή να αυξήσουν το επίπεδο των επιχειρησιακών δυνατοτήτων ατόμων και κοινοτήτων για απόκριση στην έκτακτη ανάγκη μιας ξηρασίας. Η ετοιμότητα αναφέρεται και στα διάφορα υδατικά, αγροτικά, περιβαλλοντικά και λοιπά συστήματα και είναι μια ενέργεια μετριασμού των επιπτώσεων της ξηρασίας.

**Μετριασμός των επιπτώσεων της ξηρασίας (Mitigation of drought impacts):** Είναι οι βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες ενέργειες, τα διάφορα προγράμματα, οι πολιτικές που υλοποιούνται κ.λπ., πριν από την εκδήλωση της ξηρασίας ή κατά τα πρώτα στάδια

αυτής, με σκοπό τη μείωση του βαθμού της επικινδυνότητάς της αλλά και της έκθεσης και τρωτότητας ατόμων, κοινοτήτων και παραγωγικών δραστηριοτήτων, των οποίων πλήττονται οι περιουσίες, το εισόδημα και η παραγωγικότητα.

Προσαρμοστικότητα (Resilience) στην ξηρασία: Είναι η ικανότητα της κοινωνίας να αποτρέπει, να ανταποκρίνεται και να προσαρμόζεται με διάφορες δράσεις στις επιπτώσεις της ξηρασίας.

### 7.2 Διαχείριση της επικινδυνότητας και κρίσης της ξηρασίας

Επισημαίνεται από την αρχή πως διαχείριση της επικινδυνότητας της ξηρασίας είναι μια προσέγγιση που ενεργοποιείται πολύ πριν από την εκδήλωσή της. Επομένως τα μέτρα που προτείνονται μπορούν να μετριάσουν το βαθμό σοβαρότητας των επιπτώσεων της επόμενης ξηρασίας. Αντίθετα η διαχείριση της κρίσης της ξηρασίας είναι μια προσέγγιση κατά την οποία η απόκριση και οι ενέργειες των αρμόδιων φορέων και των κοινωνικών ομάδων υλοποιούνται όταν έχει ήδη εκδηλωθεί το φαινόμενο και χωρίς να υπάρχει κανένας σχεδιασμός εκ των προτέρων (Knutson et al., 1998). Διευκρινίζεται όμως πως οι δύο παραπάνω προσεγγίσεις διαχείρισης της ξηρασίας είναι επικουρικές και συμπληρωματικές και όχι ανταγωνιστικές.

Οι προληπτικές και κατασταλτικές ενέργειες των δύο προσεγγίσεων αντίστοιχα, είναι πολλές και ποικίλες και έχουν ταξινομηθεί σε οκτώ κατηγορίες οι οποίες καταλαμβάνουν ολόκληρο το φάσμα του κύκλου αδράνειας και δράσης της ξηρασίας (Σχήμα 3). Παρακάτω παρουσιάζονται και συζητούνται συνοπτικά καθεμία από τις οκτώ κατηγορίες ενεργειών του Σχήματος που αναφέρθηκε για τις δύο προσεγγίσεις διαχείρισης της ξηρασίας.

#### 7.2.1 Ετοιμότητα στην εκδήλωση ξηρασίας

Η ετοιμότητα της κοινωνίας στην εκδήλωση ξηρασίας είναι ένα από τα σημαντικότερα προληπτικά μέτρα μετριασμού των επιπτώσεών της. Η ανάγκη μετριασμού των επιπτώσεων απορρέει από την αύξηση του κόστους αντιμετώπισής τους, από την πολυπλοκότητά τους, από την έντονη κοινωνική ανησυχία για αύξηση της συχνότητας, έντασης και διάρκειας των ξηρασιών στο μέλλον λόγω της κλιματικής αλλαγής κ.λπ. (Wilhite et al., 2007).

Η έννοια της ετοιμότητας (βλέπε ενότητα 7.1) κτιζείται κυρίως με την εφαρμογή τόσο της θεσμοθετημένης πολιτικής για την ξηρασία μιας χώρας όσο και των σχεδίων διαχείρισής της. Η ετοιμότητα στην ξηρασία μπορεί να οριοθετηθεί κυρίως από τις τρεις παρακάτω κατηγορίες προληπτικών μέτρων (Engle, 2013):

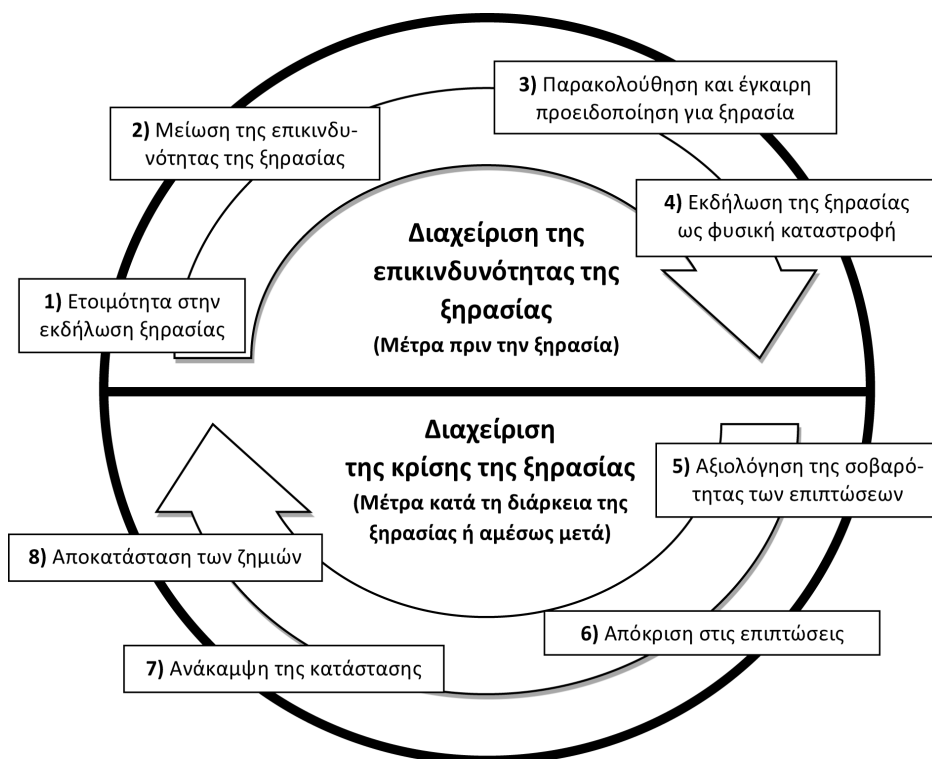
1. Την εκτίμηση των επιπτώσεων αλλά και της επικινδυνότητας της ξηρασίας.
2. Το μετριασμό των επιπτώσεων και την απόκριση σε αυτές.
3. Την παρακολούθηση και έγκαιρη προειδοποίηση για ξηρασία.

Τα μέτρα αυτά περικλείονται στον κύκλο αδράνειας και δράσης της ξηρασίας και αναπτύσσονται συνοπτικά στις επόμενες ενότητες.

Άλλο σημαντικό μέτρο ετοιμότητας στην ξηρασία είναι η σχεδίαση της ορθολογικής διαχείρισης των υδροδοτικών συστημάτων σε τοπικό επίπεδο. Με το μέτρο αυτό είναι δυνατό να παρέχεται στους καταναλωτές αποδεκτή ποσότητα νερού ακόμη και σε περίοδο ξηρασίας, αλλά και να εξασφαλίζονται τα αγαθά και οι υπηρεσίες από τα οικοσυστήματα. Η συμμετοχή των πολιτών στην «εκστρατεία» για ενδυνάμωση της ετοιμότητας στην ξηρασία είναι πολύ σημαντική. Η συμμετοχή αυτή προϋποθέτει την ενημέρωση και εκπαίδευση των πολιτών για τις επιπτώσεις της ξηρασίας και τις στοχευμένες δράσεις πριν και έπειτα από αυτή, για τα μέτρα εξοικονόμησης νερού, για τη σημασία της δασικής βλάστησης και των έργων των βουνών στην εξασφάλιση ροής των ρευμάτων ακόμα και το καλοκαίρι και για πληθώρα άλλων δραστηριοτήτων.

Η ετοιμότητα στην ξηρασία που κτιζεται με τα παραπάνω προληπτικά μέτρα, όπως υποστηρίζεται από πολλούς ερευνητές (Engle, 2013), επηρεάζει θετικά την προσαρμοστική ικανότητα της κοινωνίας και συνεπώς συμβάλλει στην προσαρμοστικότητά της, δηλαδή στην ανάκαμψη από τις αρνητικές επιπτώσεις της ξηρασίας. Παρά τα πλεονεκτήματα αυτά, η Ελλάδα υστερεί στη λήψη πολλών από τα παραπάνω μέτρα. Βέβαια υπάρχουν φορείς και στη χώρα μας που συμβάλλουν στο κτίσιμο της ετοιμότητας στην ξηρασία και τέτοιοι είναι, π.χ., η ΔΕΗ και η ΕΥΔΑΠ, που διατηρούν στους ταμειυτήρες τους αποθέματα νερού ασφαλείας τουλάχιστον για δύο συνεχή έτη ξηρασίας.





Σχήμα 3: Ενέργειες διαχείρισης του κύκλου αδράνειας και δράσης της ξηρασίας. (Παραλλαγή του Σχήματος του Wilhite and Knutson, 2007).

### 7.2.2 Μείωση της επικινδυνότητας της ξηρασίας

Η μείωση της επικινδυνότητας της ξηρασίας είναι απαραίτητη αλλά δύσκολη διαδικασία. Οι ενέργειες μείωσης της επικινδυνότητας της ξηρασίας πρέπει να αρχίζουν από τις επιπτώσεις της ξηρασίας και να κατευθύνονται προς τις άλλες παραμέτρους που επηρεάζονται από αυτές. Η μέθοδος αυτή προτείνεται από το Εθνικό Κέντρο Μετριασμού των Επιπτώσεων της Ξηρασίας που εδρεύει στη πολιτεία Nebraska των ΗΠΑ (Knutson et. al., 1998). Αναλυτικότερα οι ενέργειες που προτείνονται περικλείουν τα παρακάτω στάδια:

1. Τον προσδιορισμό των επιπτώσεων της ξηρασίας τόσο στην κοινωνία όσο και στα υδροδοτικά, αρδευτικά, γεωργικά και περιβαλλοντικά συστήματα της περιοχής εκδήλωσης μιας προηγούμενης ξηρασίας. Η ενέργεια αυτή απαιτεί τη συμμετοχή μιας διεπιστημονικής και έμπειρης ομάδας τεχνικών, οικονομολόγων, νομικών κ.λπ. και εφοδιασμένης με κάθε είδους πληροφορία από την προηγούμενη ξηρασία, ώστε να προσδιοριστούν όσο το δυνατόν καλύτερα όλες οι επιπτώσεις της ξηρασίας για καθένα από τα παραπάνω συστήματα. Οι επιπτώσεις προσδιορίζονται και ταξινομούνται κατά φθί-

νουςα τάξη βαθμού σοβαρότητας, ώστε να αντιμετωπιστούν πρώτα οι πιο σοβαρές από αυτές.

2. Την αναζήτηση των υποκρυπτόμενων κοινωνικοοικονομικών, υδατικών και περιβαλλοντικών αιτιών των παραπάνω επιπτώσεων της ξηρασίας. Και αυτό επειδή οι αιτίες εκδήλωσης των επιπτώσεων ανάγονται στην τρωτότητα των κοινωνικών και λοιπών συστημάτων. Οι επιπτώσεις δεν έχουν τη ρίζα τους στο φυσικό φαινόμενο της ξηρασίας, αλλά είναι συμπτώματά του.

3. Την αναζήτηση όλων των ενεργειών, δηλαδή όλων των δράσεων και μέτρων που θα πρέπει να εφαρμοστούν σε κάθε ιδιαίτερη περίπτωση και οι οποίες μπορούν με την υλοποίησή τους να συμβάλλουν στη μείωση της τρωτότητας.

Η εφαρμογή των παραπάνω σημαντικών και αναγκαίων σταδίων, με τη σειρά που αναφέρθηκαν, θα συμβάλει σημαντικά στο μετριασμό των επιπτώσεων και συνεπώς στη μείωση της τρωτότητας των συστημάτων και άρα της επικινδυνότητας της ξηρασίας.

Οι προτάσεις μείωσης της επικινδυνότητας της ξηρασίας που παρουσιάστηκαν είναι ρεαλιστικές και μπορούν να εφαρμοστούν ευρύτερα και σε άλλες περιφέρειες και χώρες, προφανώς και στην Ελλάδα. Και αυτό

επειδή από το παραπάνω Κέντρο της Nebraska που αναφέρθηκε, έχουν συνταχθεί Πίνακες για κάθε πιθανή επιπτώση της ξηρασίας ανά σύστημα, για κάθε υποκρυπτόμενη αιτία, αλλά και για κάθε πιθανή και στοχευμένη ενέργεια που μπορεί να μειώσει σημαντικά ή να εξαλείψει τις αιτίες που δημιουργούν τις σοβαρές επιπτώσεις στα διάφορα συστήματα μιας περιοχής. Από τους Πίνακες αυτούς οι διαχειριστές των ξηρασιών στην πράξη μπορούν να επιλέγουν εκείνες από τις παραπάνω τρεις κατηγορίες παραμέτρων που ανταποκρίνονται καλύτερα στα κοινωνικοοικονομικά, φυσικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης τους.

### 7.2.3 Παρακολούθηση και έγκαιρη προειδοποίηση για ξηρασία

Η λήψη προληπτικών μέτρων προκειμένου να εντοπιστούν τα «ίχνη» μιας επερχόμενης ξηρασίας είναι αναγκαία και επιτακτική. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να υιοθετηθεί από την πολιτεία ένα ολοκληρωμένο σύστημα παρακολούθησης και έγκαιρης προειδοποίησης για ξηρασία.

Σε ένα τέτοιο σύστημα η παρακολούθηση περιλαμβάνει τη μέτρηση και καταγραφή μετεωρολογικών, υδρολογικών, κοινωνικών και λοιπών παραμέτρων που σχετίζονται με την εκδήλωση μιας ξηρασίας. Τέτοιους παράμετροι είναι η υγρασία της ατμόσφαιρας, το ύψος βροχής και χιονιού σε διάφορους σταθμούς, η εξατμισοδιαπνοή, η παροχή των υδατορευμάτων και των πηγών, η στάθμη νερού των φυσικών λιμνών και των ταμιευτήρων, η υγρασία του εδάφους, η στάθμη των υπόγειων νερών, η αύξηση του πληθυσμού σε κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο (π.χ., το καλοκαίρι στα νησιά) κ.λπ. Από τις τιμές των παραπάνω παραμέτρων γίνεται η εκτίμηση ενός συστήματος δεικτών ξηρασίας, οι οποίοι αποσκοπούν στο να συνοψίσουν τα αποτελέσματα πολύπλοκων αναλύσεων μεγάλου αριθμού στοιχείων σε απλές και κατανοητές τιμές που δίνουν σημαντικές πληροφορίες για την ύπαρξη ή μη, την ένταση, το γεωγραφικό εύρος της ξηρασίας μιας περιοχής αλλά και τη χρονική περίοδο που αυτή αναμένεται να εκδηλωθεί.

Στη συνέχεια ενημερώνονται έγκαιρα οι διαχειριστές των υδατικών πόρων και οι διαχειριστές λήψης αποφάσεων, προκειμένου να αξιολογήσουν τα επεξεργασμένα δεδομένα (τιμές των δεικτών ξηρασίας) και να επιλέξουν κατάλληλα άμεσα μέτρα και δράσεις για την αντιμετώπιση των δυσμενών επιπτώσεων της ξηρασίας.

Στην Ελλάδα, από όσα γνωρίζουμε, δεν υπάρχει στην πράξη ένα τέτοιο σύστημα παρακολούθησης και έγκαιρης προειδοποίησης για ξηρασία.

### 7.2.4 Η εκδήλωση της ξηρασίας ως φυσική καταστροφή

Οι διάφορες κατηγορίες των προληπτικών μέτρων που περιλαμβάνονται στη διαχείριση της επικινδυνότητας της ξηρασίας και αναφέρθηκαν προηγούμενα, όσο τέλεια και αν σχεδιαστούν και όσο επιμελημένα και αν υλοποιηθούν, ποτέ δε θα εξαλείψουν εντελώς τις επιπτώσεις της επόμενης ξηρασίας σε μία περιοχή. Άλλωστε αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο γίνεται αναφορά στο μετριασμό των επιπτώσεων και όχι στην εξάλειψή τους. Κατά συνέπεια, η εκδήλωση της επόμενης ξηρασίας θα συνοδεύεται μεν από επιπτώσεις, αλλά λογικά ηπιότερου βαθμού σε σχέση με εκείνες αν δεν είχαν ληφθεί προληπτικά μέτρα. Βέβαια η επόμενη ξηρασία θα είναι προφανώς η υλοποίηση της απειλής εκδήλωσης του κλιματικού κινδύνου αυτής και η μετατροπή της σε μία φυσική καταστροφή. Μετά την εκδήλωσή της, ο περαιτέρω μετριασμός ή η εξάλειψη των μετριασμένων επιπτώσεων είναι στόχος πλέον της διαχείρισης της κρίσης της ξηρασίας. Κατά συνέπεια, τα τέσσερα παρακάτω μέτρα του κύκλου αδράνειας και δράσης της ξηρασίας (5,6,7 και 8, Σχήμα 3) που παρουσιάζονται συνοπτικά, είναι κατασταλτικά και όχι προληπτικά.

### 7.2.5 Αξιολόγηση της σοβαρότητας των επιπτώσεων

Το παρόν μέτρο είναι το πρώτο κατασταλτικό και σκοπό έχει την αξιολόγηση της σοβαρότητας των επιπτώσεων της ξηρασίας κατά την προσέγγιση της διαχείρισης της κρίσης της. Η αξιολόγηση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί δίνει απάντηση όχι μόνο στη σοβαρότητα των επιπτώσεων στο συγκεκριμένο στάδιο αλλά και για το πόσο αποτελεσματικά ήταν τα προληπτικά μέτρα κατά τη διαχείριση της επικινδυνότητας της ξηρασίας. Επομένως, αν διαπιστωθεί πως οι επιπτώσεις είναι ιδιαίτερα σοβαρές, τότε πρέπει να δοθεί απάντηση αρχικά στο «γιατί» δεν απέδωσαν τα προληπτικά μέτρα και στη συνέχεια να γίνουν διορθωτικές κινήσεις για βελτίωση, ή αλλαγή κάποιων από αυτά. Άλλωστε δεν πρέπει να παραγνωρίζεται το γεγονός πως και οι δύο προσεγγίσεις διαχείρισης της ξηρασίας βρίσκονται σε μια δυναμική και όχι στατική κα-

τάσταση και σχέση, και επομένως μπορούν να δεχθούν βελτιώσεις ή αλλαγές σε όλα τα στάδια τους.

Η αξιολόγηση των επιπτώσεων στο παρόν στάδιο γίνεται με τη σύγκριση του βαθμού σοβαρότητάς τους με εκείνο των αντίστοιχων επιπτώσεων άλλων ξηρασιών του παρελθόντος που είχαν ίδιες ή διαφορετικές εντάσεις. Αν βέβαια για κάποιες από τις ξηρασίες αυτές δεν είχαν ληφθεί προληπτικά μέτρα, τότε το γεγονός αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο τελικό αποτέλεσμα της αξιολόγησης. Προστίθεται ακόμα πως αν στις υπό εξέταση ξηρασίες του παρελθόντος περικλείονται η μέση και η μέγιστη της συγκεκριμένης περιοχής ως προς την ένταση και διάρκεια, τότε οι συγκρίσεις του βαθμού σοβαρότητας των επιπτώσεων μεταξύ της παρούσας και εκείνων του παρελθόντος, είναι πιο ενδιαφέρουσες. Όσον αφορά την Ελλάδα, τέτοιες αξιολογήσεις, από όσα γνωρίζουμε, δεν υλοποιούνται λόγω έλλειψης σχετικών πληροφοριών από ξηρασίες του παρελθόντος.

#### 7.2.6 Απόκριση στις επιπτώσεις της ξηρασίας

Εκτός της αξιολόγησης της σοβαρότητας των επιπτώσεων, σημαντικότερο στάδιο δράσης των αρμόδιων φορέων και των εκτεθειμένων κοινωνιών είναι η απόκριση στις επιπτώσεις της ξηρασίας κατά τη διαχείριση της κρίσης της. Οι πρώτες δράσεις επικεντρώνονται προφανώς στη διαχείριση του νερού εξαιτίας της έλλειψής του. Η διαχείριση αυτού του πόρου, σύμφωνα με τους Turton και Ohlsson (1999), περιλαμβάνει τρία κύρια στάδια τα οποία σχετίζονται με το ισοζύγιο της φυσικής προσφοράς και ζήτησης του νερού. Τα στάδια αυτά είναι:

1. Η φυσική προσφορά, παρά τη δράση της ξηρασίας, είναι μεγαλύτερη της ζήτησης. Στην περίπτωση αυτή οι ενέργειες επικεντρώνονται στη διαχείριση του νερού ώστε να επιτευχθεί ορθολογική διανομή του στους διάφορους χρήστες του.

2. Η φυσική προσφορά είναι μικρότερη της ζήτησης και το έλλειμμα μπορεί να καλυφθεί με την κατασκευή συμβατικών τεχνικών έργων. Τέτοια έργα είναι η άντληση υπόγειων νερών, η μεταφορά νερού από κοντινές περιοχές, η αφαλάτωση θαλασσινού και υφάλμυρου νερού κ.λπ.

3. Η φυσική προσφορά παραμένει μικρότερη της ζήτησης παρά την κατασκευή συμβατικών τεχνικών έργων. Στην περίπτωση αυτή οι δράσεις επικεντρώνονται στη μείωση της ζήτησης και η έμφαση δίνεται πρώτα στα συστήματα μεγάλης κατανάλωσης νερού, όπως είναι εκείνα της άρδευσης των καλλιεργειών και

της ύδρευσης. Όσον αφορά στο πρώτο σύστημα, οι δράσεις επικεντρώνονται στην εφαρμογή πιο οικονομικών σε νερό αρδευτικών δικτύων, στη συντήρηση των έργων μεταφοράς και διανομής νερού, στην ανακατανομή των καλλιεργειών, στη χρήση του διαθέσιμου νερού στα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης των φυτών, στην καταπολέμηση των ζιζανίων, στην αναστολή χρήσης λιπασμάτων που αυξάνουν τη ζήτηση νερού και σε άλλες δράσεις σχετικές με τη μείωση της κατανάλωσης νερού από τις καλλιεργείες. Όσον αφορά τη μείωση της κατανάλωσης νερού για ύδρευση, οι κυριότερες δράσεις επικεντρώνονται: Στη μείωση των απωλειών των δικτύων μεταφοράς νερού στα διυλιστήρια και εκείνων της διανομής νερού στις οικιστικές περιοχές, στις ποικίλες τεχνικές μείωσης της μεγάλης και άσκοπης ποσότητας νερού που καταναλώνεται στις οικίες, στις αυλές, στα πάρκα, στις δημόσιες υπηρεσίες, στην αύξηση της τιμής του κ.λπ. Εδώ πρέπει να τονιστεί όμως πως το θέμα μείωσης της κατανάλωσης του πόσιμου νερού γίνεται στη χώρα μας ιδιαίτερα κρίσιμο σε περίοδο ξηρασίας το καλοκαίρι, λόγω του αριθμού των τουριστών, των προσφύγων, των μεταναστών κ.λπ.

#### 7.2.7. Ανάκαμψη της κατάστασης

Αποτέλεσμα όλων των προηγούμενων προληπτικών και κατασταλτικών μέτρων και δράσεων που αναφέρθηκαν είναι η έναρξη και εμφάνιση της ανάκαμψης των διαφόρων συστημάτων της περιοχής που επλήγη από ξηρασία. Η ανάκαμψη αυτή προϋποθέτει βέβαια τον επιτυχή σχεδιασμό και την αποτελεσματική υλοποίηση των μέτρων και ενεργειών του κύκλου αδράνειας και δράσης της ξηρασίας.

Με τις προϋποθέσεις αυτές, όπως αναφέρθηκε, επιτυγχάνεται πρώτα ο μετριασμός των επιπτώσεων των κοινωνικών και λοιπών συστημάτων και κατά συνέπεια η μείωση της τρωτότητάς τους, αλλά και της επικινδυνότητας της ξηρασίας, δηλαδή των πιθανοτήτων εκδήλωσης αρνητικών επιπτώσεων. Η ανάκαμψη ενισχύεται και από το κτίσιμο της ετοιμότητας της κοινωνίας στην ξηρασία η οποία επιδρά θετικά στην προσαρμοστικότητα της, δηλαδή στην ανάκαμψη της κοινωνίας από τις αρνητικές επιπτώσεις.

#### 7.2.8 Αποκατάσταση των ζημιών

Το στάδιο αποκατάστασης των ζημιών (reconstruction) έχει ιδιαίτερη σημασία κυρίως για άλλους φυσικούς

κινδύνους όπως είναι π.χ. οι πλημμύρες, οι σεισμοί, οι τυφώνες κ.λπ. και όχι τόσο για την ξηρασία. Και αυτό επειδή η ξηρασία, ως φυσική καταστροφή, πλήττει ύπουλα «τα θύματά» της και δεν προξενεί τεχνικές καταστροφές. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η αποκατάσταση των ζημιών θα μπορούσε να επικεντρωθεί στο αγροτικό και κτηνοτροφικό κεφάλαιο, στη μείωση της ανεργίας, στην αποκατάσταση των ζημιών στα φυσικά συστήματα κ.λπ.

Σημαντικό όμως είναι να προστεθεί και στη συγκεκριμένη υποενοότητα η μεγάλη σημασία που έχει για την αντιμετώπιση του κλιματικού κινδύνου της ξηρασίας η διαχείριση τόσο της επικινδυνότητας όσο και της κρίσης της. Συχνά όμως η διαχείριση της επικινδυνότητας παραγκωνίζεται μόλις αρχίσουν οι βροχές και επομένως τα έργα που έχουν προταθεί για τη διαχείριση του νερού από τις κυβερνήσεις ξεχνιούνται μέχρι να εκδηλωθεί η επόμενη ξηρασία. Αυτές οι όχι και τόσο οργανωτικές και λογικές ενέργειες διαχείρισης της κρίσης της ξηρασίας απεικονίζονται παρακάτω ως «ο υδρο-παράλογος κύκλος» της ξηρασίας στην παραλλαγή του σκίτσου του Σχήματος 4 (Drought Policy Review Task Force of Australia, 1990). Η ανάγκη και λογική επιβάλλει όμως τη διάσπαση «του υδρο-παράλογου κύκλου» της ξηρασίας και την εφαρμογή του χρυσού κανόνα που προτρέπει: «Σχεδιάσε τώρα για τις ξηρασίες του μέλλοντος και ενέργησε αποφασιστικά και αποτελεσματικά όταν αυτές εκδηλωθούν».

### 7.3 Συμπερασματική ανασκόπηση

1. Η ανθρώπινη κοινωνία ποτέ δε θα μπορέσει να αποφύγει την ξηρασία αφού αυτή είναι ένα κανονικό χαρακτηριστικό του κλίματος. Οι πολλές και πολύπλοκες όμως επιπτώσεις της ξηρασίας στους διάφορους τομείς, προξενούν κατά την εκδήλωσή της προβλήματα και καταστροφικές υποβαθμίσεις του φυσικού περιβάλλοντος.

2. Επί δεκαετίες οι διάφορες χώρες αντιμετώπιζαν την ξηρασία με τη διαχείριση της κρίσης αυτής, δηλαδή με τη λήψη κατασταλτικών μέτρων όταν εκδηλώνονταν αυτό το φαινόμενο. Η προσέγγιση όμως αυτής της μορφής διαχείρισης, οδηγούσε, εκτός των άλλων μειονεκτημάτων, σε περαιτέρω επιδείνωση των επιπτώσεων στα διάφορα συστήματα.

3. Για τον παραπάνω λόγο τις δύο τελευταίες δεκαετίες πολλές χώρες συνέταξαν σχέδια διαχείρισης της επικινδυνότητας της ξηρασίας τα οποία αναφέρονται

στη λήψη πολλών και ποικίλων προληπτικών μέτρων. Τα μέτρα αυτά αποβλέπουν στο μετριασμό των επιπτώσεων της επόμενης ξηρασίας και συνεπώς στη μείωση της τρωτότητας των κοινωνικών και φυσικών συστημάτων και επιπλέον στη μείωση της επικινδυνότητας της ξηρασίας.

4. Μια ενδιάμεση προσέγγιση διαχείρισης της ξηρασίας, η οποία υποστηρίζεται από πολλούς ερευνητές, είναι ο συνδυασμός διαχείρισης της επικινδυνότητας και της κρίσης της. Η προσέγγιση αυτή στηρίζεται στην αδυναμία επιτυχίας σημαντικού μετριασμού των επιπτώσεων της ξηρασίας μόνο με προληπτικά μέτρα. Επιδιώκεται λοιπόν ο περαιτέρω μετριασμός αυτών με κατασταλτικά μέτρα κατά τη διαχείριση της κρίσης της ξηρασίας, όταν αυτή εκδηλωθεί. Βασική αρχή αυτής της προσέγγισης είναι η υλοποίηση όλων των αναγκαίων και απαραίτητων προληπτικών και κατασταλτικών μέτρων του κύκλου αδράνειας και δράσης της ξηρασίας.

5. Η Ελλάδα ως μεσογειακή χώρα είναι επιρρεπής στις ξηρασίες και πλήττεται ανέκαθεν από αυτές. Η αντιμετώπιση των ξηρασιών στη χώρα μας, εκτός κάποιων εξαιρέσεων (π.χ., υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας, ΔΕΗ κ.λπ.), γίνεται μέχρι σήμερα με τη διαχείριση της κρίσης τους. Το γεγονός όμως πως τελευταία συντάχθηκαν από το ΥΠΕΝ σχέδια διαχείρισης της ξηρασίας για 12 από τα 14 Υδατικά Διαμερίσματα της χώρας, είναι μια σημαντική εξέλιξη. Επιπλέον υπάρχουν και λεπτομερείς Οδηγίες Διαχείρισης της Ξηρασίας για την Ελλάδα και άλλες Μεσογειακές χώρες. Κατά συνέπεια, επείγει για τη χώρα μας η έναρξη εφαρμογής των παραπάνω σχεδίων, αφού όλο και περισσότερες χώρες πλήττονται τα τελευταία χρόνια από ισχυρές και πολυετείς ξηρασίες οι οποίες δύσκολα αντιμετωπίζονται χωρίς την εφαρμογή σχεδίων με προληπτικά και κατασταλτικά μέτρα.

### Βιβλιογραφικές αναφορές

- Beran M.A. and Rodier J.A., 1985. "Hydrological aspects of drought. UNESCO – WMO", *Studies and Reports in Hydrology*, n. 39, pp.149.
- Brandes R., 2009. "Dendrochronology on Pinus nigra in the Taygetos mountains, Southern Peloponnisos". In *Tree rings, Kings and old World Archaeology and Environment*. Ed. by Manning S.W. and Bruce M.J., Oxbow Books, Oxford and Oakville, pp. 81-95.
- Bryant E.A., 1991. *Natural Hazards*. Cambridge University Press, Cambridge, England.



- Da Cunha L.V., Vlachos E. and Yevjevich V., 1983. "Coping with droughts", pp. 3-11. Water Resources Publications, Colorado, U.S.A.
- Dai A., Trenberth K.E. and Qian T., 2004. "A global set of Palmer Drought Severity Index for 1870-2002: relationship with soil moisture and effects of surface warming". *J. Hydrometeorol.*, 5: 1117-1130.
- Dracup J.A., Lee K.S. and Paulson G., Jr., 1980. "On the definition of droughts". *Water Resources Research*, 16(2): 297-302.
- Drought Policy Review Task Force of Australia, 1990. *National Drought Policy*, Vol. 1, pp. 1-30, Australia Government Publishing Service, Canberra, Australia.
- Engle N.L. 2013. "The role of drought preparedness in building and mobilizing adaptive capacity in states and their community water systems". *Climate Change*, vol.118: 291-306.
- Gillette H.P. 1950. *A creeping drought under way. Water and Sewage Works*, (March), pp. 104-105.
- Great Lakes Commission 1990. *A guide book to drought planning, management and water level changes in the Great Lakes*, Michigan, U.S.A. pp. 61.
- Gutierrez A.P.A., Engle N.L., De Nys E., Molejon C. and Martins E.S. 2014. "Drought preparedness in Brazil". *Weather and Climate Extremes*, vol.3: 95-106.
- Hagman G., 1984. "Prevention better than cure. Report on Human and Natural Disasters in the Third World". *Swedish Red Cross*, Stockholm.
- Heim Jr. R.R. 2002. "A review of twentieth century drought indices used in the United States". *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83(8): 1149-1165.
- Hersfield D.M., Brakensiek D.L. and Comer G.H., 1973. *Floods and Droughts*, pp. 491-502. Water Resources Publications, Colorado, U.S.A.
- Ηνωμένα Έθνη 2006. *Διεθνής Στρατηγική για τη Μείωση των καταστροφών των Ηνωμένων Εθνών* (UNISDR, 2006).
- Karavitis Ch. A. 1999. "Decision support systems for drought management strategies in Metropolitan Athens". *Water International*, vol.24(1): 10-21.
- Karavitis C.A., Tsemmelis D.E., Skondras N.A., Stamatakos D., Alexandris S., et al., 2014. "Linking drought characteristics to impacts on a spatial and temporal scale". *Water Policy*, 16: 1172-1197.
- Klemes V. 1987. "Drought predictions: A hydrological perspective". In Wilhite D.A. and Easterling W.E., Eds. *Planning for Drought: Toward a Reduction of Societal Vulnerability*, chapter 7, pp: 81-94. Westview Press, Boulder, Colorado, U.S.A.
- Knutson C., Hayes M. and Phillips T. 1998. "How to reduce drought risk". A guide prepared by the Preparedness and Mitigation Working Group of the Western Drought Coordination Council, National Drought Mitigation Center, Lincoln, Nebraska, U.S.A., pp: 43.
- Kuniholm P.I., 1990. "Archaeological evidence and non-evidence for climate change". *Phil. Trans. R. Soc. London. A* 330: 645-655.
- Μαμάσης Ν. και Κουτσογιάννης Δ., 2007. «Φυσικές, κοινωνικές και τεχνολογικές πτυχές της ξηρασίας: Το παράδειγμα της Αθήνας». Στο *Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές στην Ευρώπη και στην Ελλάδα*, Επιμέλεια Κ. Σαπουντζάκη, pp. 61-88, Gutenberg, Αθήνα.
- Μαχαίρας Π., 1992. «Αίτια και μετεωρολογικά χαρακτηριστικά της ξηρασίας στον Ελληνικό χώρο». Πρακτικά Συμποσίου ΓΕ-ΩΤΕΕ, Θεσσαλονίκη, 17-18 Μαρτίου 1992, σελ: 159-169.
- MEDROPLAN Project 2007. Mediterranean Drought Preparedness and Mitigation Planning. Euro-Mediterranean Regional Programme for Local Water Management of the European Commission.
- Μπαλούτσος Γ., Γκουντούφας Ε. και Καϊμάκη Σ., 1993. «Χαρακτηριστικά μετεωρολογικών ξηρασιών στο Λεκανοπέδιο Αττικής τα τελευταία 132 χρόνια». *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, τόμος 4(2): 5-12.
- Nalbantis I., Koutsoyiannis D. and Xanthopoulos Th., 1992. "Modelling the Athens water supply system". *Water Resources Management*, 6: 57-67
- National Drought Mitigation Center, 2007. Drought Preparedness Planning: The 10 Step Process. University of Nebraska, Lincoln, pp: 2.
- National Drought Mitigation Center, 2008. Drought National Weather Service, Public Fact Sheet, May, pp. 3.
- Sen Z. 1982. *Statistical analysis of rainfall and runoff*, pp. 637-650. Water Resources Publications, Colorado, U.S.A.
- Sivakumar M.V.K., 2012. "High-Level Meeting on National Drought Policy". CSA News, December. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Turton A.R. and Ohlsson L. 1999. "Water scarcity and social stability: towards a deeper understanding of the key concepts needed to manage water scarcity in developing countries". In Proceedings of the ninth Stockholm conference, pp.24. Stockholm, Sweden.
- Wilhite D.A. and Glantz M.H., 1985. "Understanding the drought phenomenon: The role of definition". *Water Inter.*, 10: 111-120.
- Wilhite D.A., Rosenberg N.J. and Glantz M.H., 1986. Improving federal response to drought, *J. of Climate and Applied Meteorology*, 25: 332-342.
- Wilhite D.A. 1991. "Drought planning: A process of state government". *Water Resour. Bul.*, 27(1): 29-38.
- Wilhite D.A., 1993a. "The enigma of drought". In *Drought Assessment, Management and Planning: Theory and Case Studies*, Ed. by Wilhite D.A., 1993, pp. 3-15, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.
- Wilhite D.A. 1993b. "Planning for drought: A methodology". In *Drought Assessment, Management and Planning: Theory and Case Studies*, ed. By Wilhite D.A., pp: 87-108, Kluwer Academy Publishers, Boston, Dorsrecht, London.
- Wilhite D.A. 2000. "Drought as a natural hazard: Concepts and definitions". In: *Drought: A Global Assessment*, Vol.1, Ed. by Wilhite D.A., Routledge, New York, pp. 1-18.
- Wilhite D.A., Hayes M.J., Knutson C. and Smith K.H., 2000. "Planning for drought: Moving from crisis to risk management". *J. American Water Resources Association*, 36(4): 697-710.
- Wilhite D.A. and Knutson C.L., 2007. "Drought management planning: Conditions for success". *Options Mediterraneanness*, Series A., n. 80, pp. 141-148.
- Wilhite D.A., Svoboda M.D. and Hayes M.J., 2007. "Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness". *Water Resour. Management*, 21: 763-774.
- Wilhite D.A., Sivakumar M.V.K. and Pulwarty R. 2014. "Managing drought risk in a changing climate: The role of national drought policy". *Weather and Climate Extremes*, 3: 4-13.
- Xoplaki E., Maheras P. and Luterbacher J., 2001. "Variability of climate in Meridional Balkans during and periods 1675-1715 and 1780-1830 and its impact on human life". *Climatic Change*, 48: 581-615.