

ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Θεοφίλου Μάριος, Πασιαρδής Στέλιος

Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, Τομέας Κλιματολογίας και Εφαρμογών Μετεωρολογίας

Δρ. Σεργίδου Δέσποινα, Καταφιλιώτου Μάρθα

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τομέας Διαχείρισης Περιβάλλοντος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, το κλίμα της Κύπρου και ιδιαίτερα οι δύο βασικές παράμετροι (θερμοκρασία και βροχόπτωση) σημείωσαν σημαντικές διακυμάνσεις, όπως ακριβώς συμβαίνει και παγκόσμια. Συγκεκριμένα, η βροχόπτωση σημείωσε πτωτική τάση με μέσο ρυθμό περίπου 1 mm ανά έτος και η θερμοκρασία σημείωσε ανοδική τάση με μέσο ρυθμό 0,01°C ανά έτος.

Το άρθρο αυτό παρουσιάζει τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα. Η μείωση στη βροχόπτωση παρατηρείται κυρίως κατά το δεύτερο μισό του 20^{ου} αιώνα και η μέση ετήσια βροχόπτωση παρουσίασε μείωση περίπου κατά 17% από την πρώτη τριακονταετία του αιώνα μέχρι την τελευταία. Αντίστοιχα, η μέση ετήσια θερμοκρασία στην Κύπρο κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα (πόλεις και ύπαιθρος) σημείωσε ανοδική τάση. Στην πρωτεύουσα της Κύπρου, δηλαδή στη Λευκωσία, η μέση ετήσια θερμοκρασία αυξήθηκε περίπου κατά 0.8 °C από την πρώτη τριακονταετία του 20^{ου} αιώνα (1901-1930) μέχρι την τελευταία (1971 - 2000). Όμως, η ανάλυση των δεδομένων δείχνει ότι ο ρυθμός αύξησης της ημερήσιας μέγιστης θερμοκρασίας είναι μικρότερος από τον ρυθμό αύξησης της ημερήσιας ελάχιστης θερμοκρασίας.

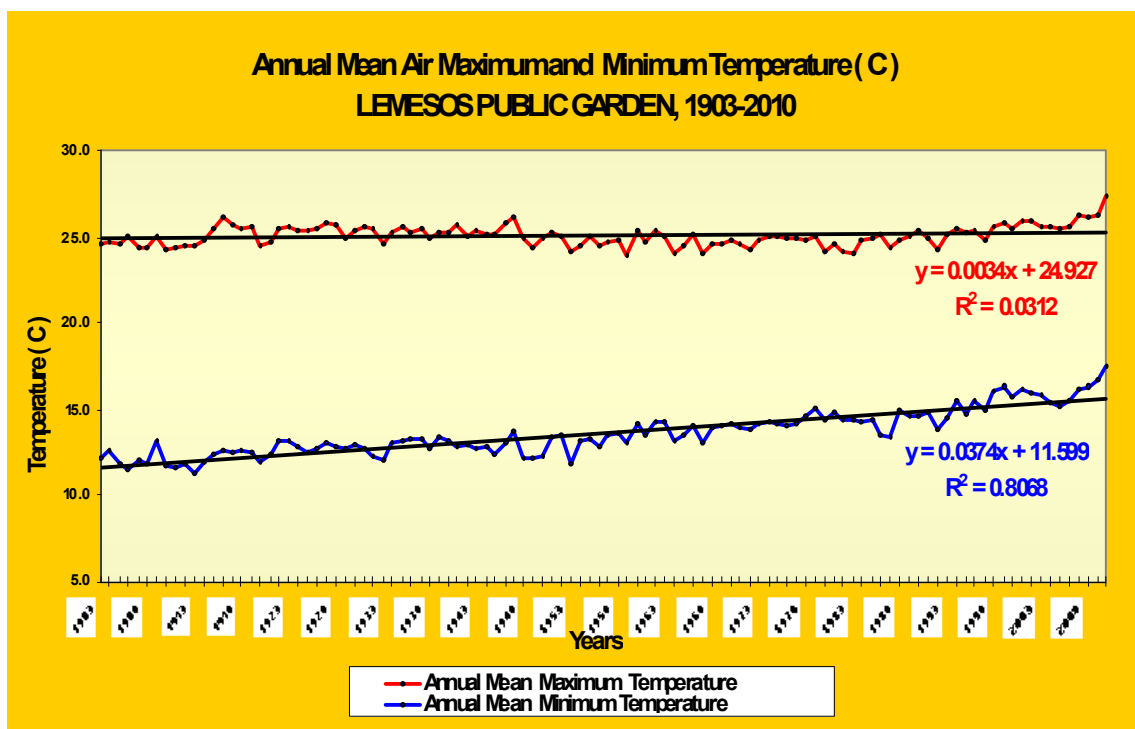
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κλίμα της γης δεν ήταν ποτέ στατικό αλλά συνεχώς μεταβαλλόμενο καθόλη τη διάρκεια των 4.5 δισεκατομμυρίων ετών της ιστορίας της γης, με μεταβολές που είχαν χρονικές περιόδους δεκαετιών και χιλιάδων ετών. Οι κλιματικές αλλαγές ήταν αρχικά αποτέλεσμα φυσικών παραγόντων όπως είναι η αλλαγή στην κλίση του άξονα περιστροφής της γης, η αλλαγή στην τροχιά της γης, αλλαγές στα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας και αλλαγές στις ποσότητες αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα π.χ. λόγω μιας ηφαιστειακής έκρηξης. Δυστυχώς όμως από την περίοδο της βιομηχανικής επανάστασης οι μεταβολές του κλίματος είναι επιταχυνόμενες, δηλαδή σε μικρότερο χρονικό διάστημα παρατηρούνται αλλαγές στο κλίμα που παλαιότερα συνέβαιναν σε μεγαλύτερες χρονικές περιόδους. Η Κύπρος δεν θα μπορούσε να αποτελεί εξαίρεση και έτσι οι κλιματικές αλλαγές είναι πλέον γεγονός και στην Κύπρο ιδιαίτερα τα τελευταία έτη. Στο άρθρο αυτό γίνεται ανάλυση κυρίως των πρωτογενών δεδομένων της Μετεωρολογικής Υπηρεσίας Κύπρου για να εξαχθούν διάφορα συμπεράσματα σε σχέση με τις κλιματικές αλλαγές κατά τη διάρκεια του 20^{ου} και 21^{ου} αιώνα.

ΚΥΡΙΩΣ ΚΕΙΜΕΙΝΟ

Για την εξαγωγή των πρωτογενών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η SQL βάση δεδομένων της Μετεωρολογικής Υπηρεσίας Κύπρου-ENVIS. Τα ψηφιοποιημένα δεδομένα της βροχόπτωσης αρχίζουν από τον Οκτώβριο του 1916 ενώ τα δεδομένα της θερμοκρασίας κυρίως από το 1960. Ένα πρόγραμμα διάσωσης των δεδομένων για την ψηφιοποίηση των δεδομένων από διάφορες μετεωρολογικές φόρμες είναι σε εξέλιξη για δεδομένα που αρχίζουν από το 1866 (Pashiardis, 2008).

Στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου, διάφορες μελέτες κατέδειξαν σημαντική μείωση στο ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος που οφείλεται κυρίως στην αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας. Η ανάλυση μιας μεγάλης χρονοσειράς θερμοκρασίας για δύο σταθμούς στην Κύπρο – για ένα παραθαλάσσιο και ένα σταθμό στην ενδοχώρα – έδειξαν μια αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας με μέσο ρυθμό 1 °C/100 έτη (Price et al., 1999) με την ελάχιστη θερμοκρασία να αυξάνει με μεγαλύτερο ρυθμό σε σχέση με την αύξηση της μέγιστης θερμοκρασίας. Αυτό, οδηγεί φυσικά στην μείωση του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους (Σχήμα 1).



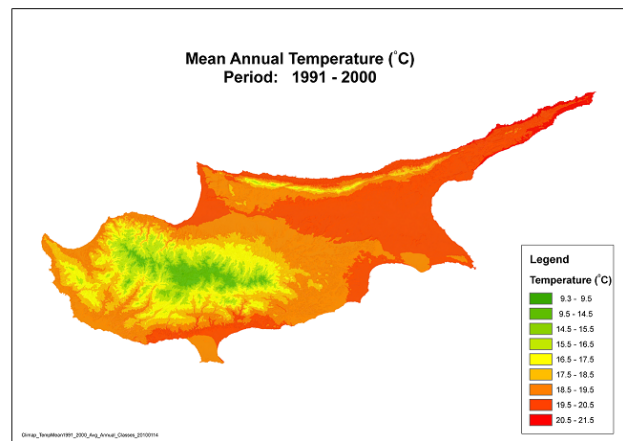
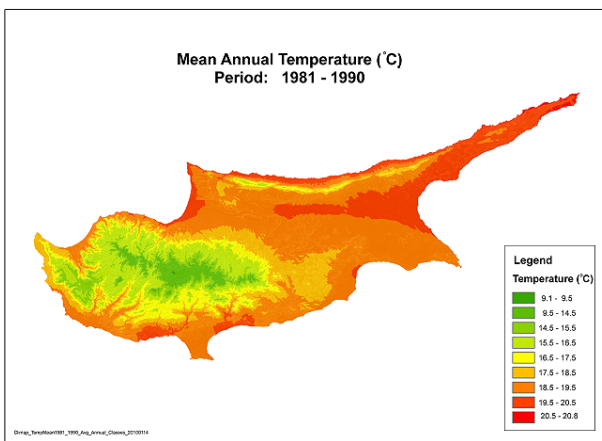
Σχήμα 1: Μείωση του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους για το σταθμό στη Λεμεσό (no. 394)

Επίσης, μια σύγκριση των μέσων ετήσιων θερμοκρασιών στην Κύπρο μέσω του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών-GIS, καταδεικνύει μια αύξηση στην μέση θερμοκρασία της τάξεως των 0,87 °C (Πίνακας 1, Σχήμα 2)

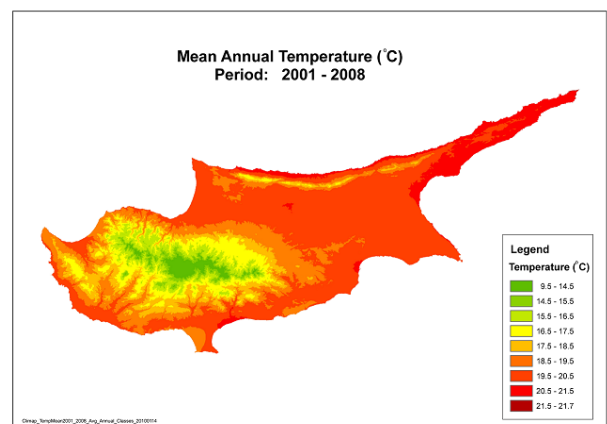
Mean Air Temperature (°C) over Cyprus

Statistics	Periods		
	1981-1990	1991-2000	2001-2008
Minimum Temp.	9.05	9.30	9.92
Average Temp.	18.15	18.63	19.02
Maximum Temp.	20.84	21.04	21.57
St. Deviation	1.65	1.57	1.60

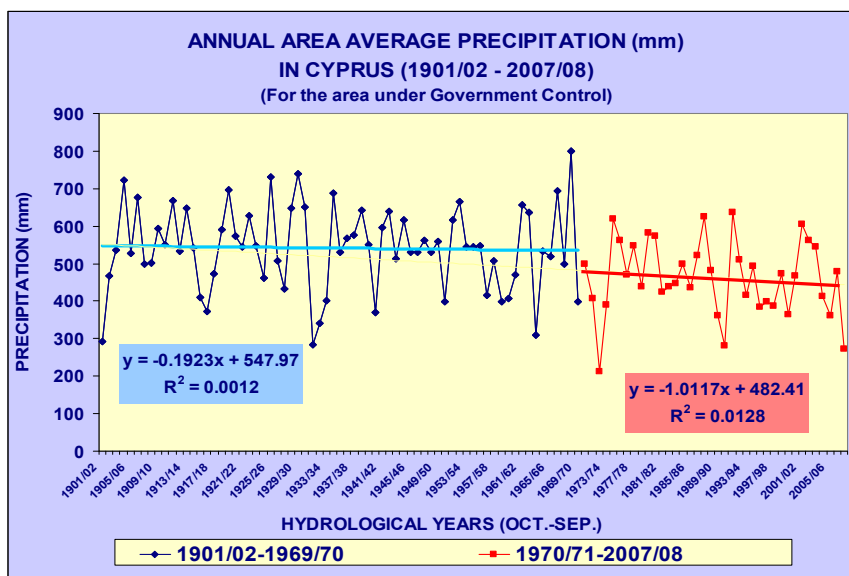
Πίνακας 1: Αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας για την Κύπρο



Σχήμα 2: Μέση ετήσια θερμοκρασία για την Κύπρο μέσω GIS



Η μείωση στη βροχόπτωση παρατηρείται σε πολλά μέρη της Μεσογείου και αυτή είναι και η περίπτωση για την Κύπρο με το ρυθμό μείωσης να είναι περίπου στο 1mm/έτος (Σχήμα 3). Συγκεκριμένα, η μέση ετήσια βροχόπτωση για την τριακονταετία 1901-1930 είναι 559 mm ενώ για την τριακονταετία 1971-2000 είναι 462 mm, μείωση δηλαδή κατά περίπου 100 mm (ποσοστό 17%).

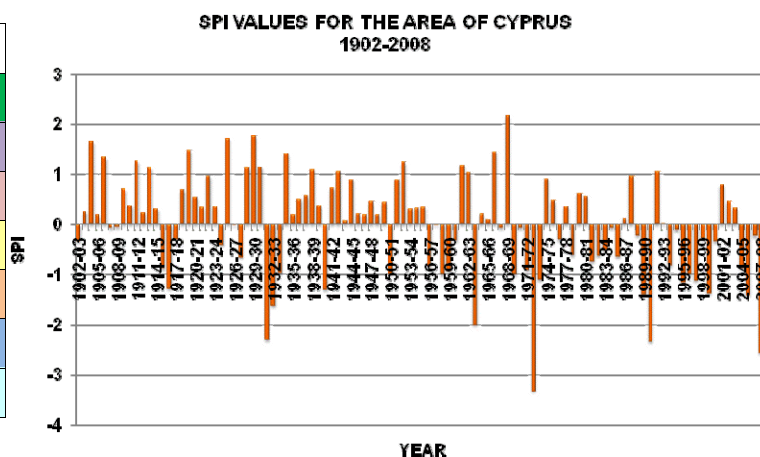


Σχήμα 3: Μείωση μέσης ετήσιας βροχόπτωσης για την Κύπρο

Επίσης, από το 1970 και μετά, παρατηρούνται πιο μεγάλα και πιο έντονα φαινόμενα ξηρασίας στην Κύπρο. Χρησιμοποιώντας το δείκτη SPI (Standardized Precipitation Index) που πρότειναν οι MacKee et al. το 1993, μπορούμε να χαρακτηρίσουμε ένα έτος χρησιμοποιώντας μια κλίμακα με διαβαθμίσεις από εξαιρετικά βροχερό μέχρι και εξαιρετικά άνομβρο έτος. Ο δείκτης SPI περιγράφει τη συμπεριφορά μίας μόνο παραμέτρου, της βροχόπτωσης και η ερμηνεία του, σαν πιθανοτική έννοια, είναι εύκολη (Nathaniel G., 1998). Στον Πίνακα 2 και Σχήμα 4 φαίνονται ακριβώς οι διαβαθμίσεις του δείκτη καθώς και τα αποτελέσματα για την περίπτωση της Κύπρου.

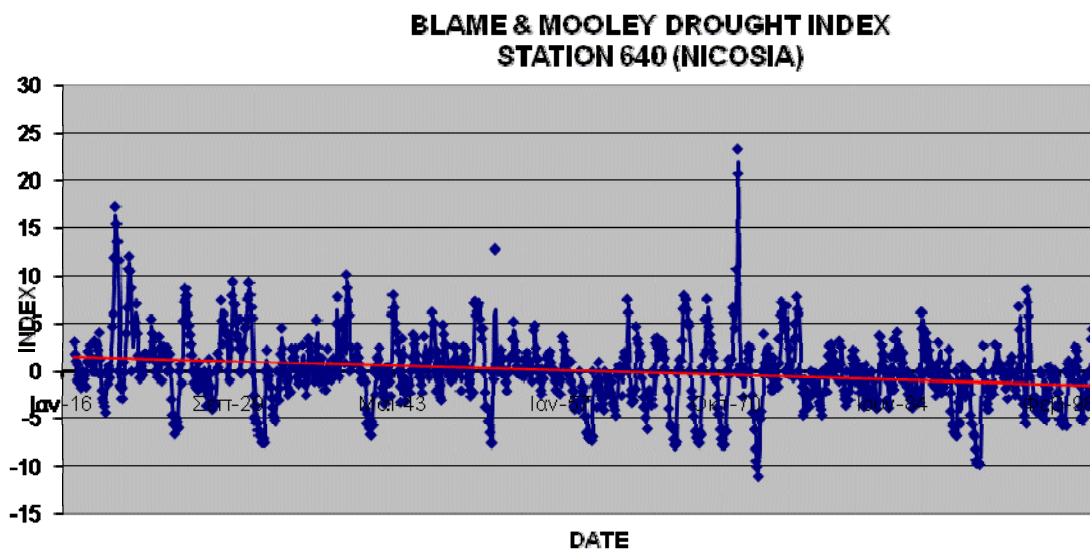
Χαρακτηρισμός Έτους	Δείκτης SPI
Εξαιρετικά Βροχερό	2_↑
Πολύ Βροχερό	1.5_1.99
Μέτρια Βροχερό	1.0_1.49
Κανονικό	0.99_-0.99
Μέτρια Άνομβρο	-1.0_-1.49
Πολύ Άνομβρο	-1.5_-1.99
Εξαιρετικά Άνομβρο	-2.0_↓

Πίνακας 2: Διαβαθμίσεις SPI δείκτη



Σχήμα 4: Αποτελέσματα SPI δείκτη

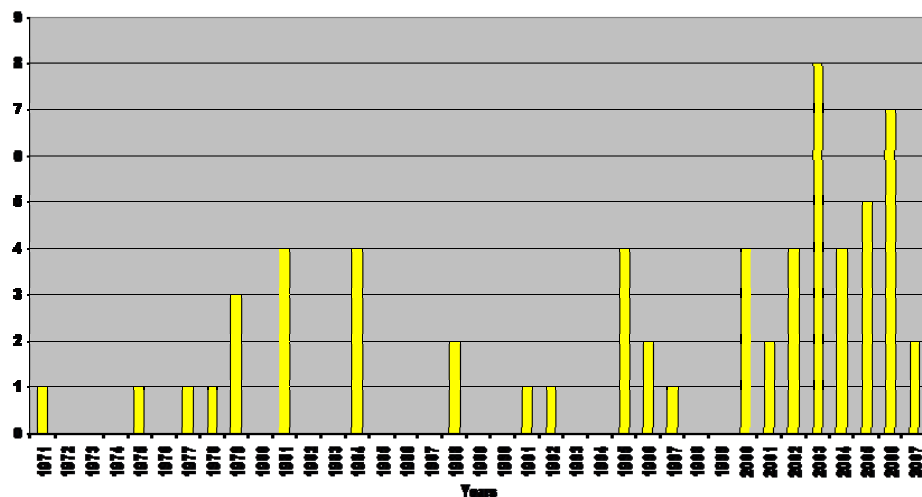
Για την ανίχνευση της ξηρασίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο δείκτης ξηρασίας Bhalme & Mooley-BMDI (Bhalme & Mooley, 1980), που είναι ένας απλός και λιγότερο σύνθετος δείκτης από άλλους (Levada et al., 2007). Από τους υπολογισμούς προέκυψε ότι ο δείκτης BMDI έχει τη δυνατότητα απεικόνισης της ξηρασίας στην Κύπρο και αυτό οφείλεται κυρίως στη μεγάλη χρονοσειρά των δεδομένων και το πυκνό δίκτυο των σταθμών που καλύπτουν χωρικά σχεδόν όλη την Κύπρο (Theophilou K. et.al, 2004). Τα αποτελέσματα του δείκτη δείχνουν για όλες τις περιοχές μια τάση για ξηρασία, σε άλλες περισσότερο και σε άλλες λιγότερο – Σχήμα 5.



Σχήμα 5: Δείκτης ξηρασίας BMDI για τη Λευκωσία

Επίσης, κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, παρατηρείται μια αύξηση στη συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων όπως είναι τα επεισόδια αιωρούμενης σκόνης, οι πλημμύρες, οι έντονες βροχοπτώσεις και οι ακραίες θερμοκρασίες.

No. of flooding events per year



Σχήμα 6: Αύξηση στη συχνότητα πλημμύρων

Τέλος, οι μελλοντικές προβλέψεις δεν είναι καθόλου ευοίωνες, αφού για τις επόμενες δύο δεκαετίες, η διακυβερνητική ομάδα IPCC προβλέπει μια θέρμανση κατά περίπου 0.2 °C λαμβάνοντας υπόψη διάφορα σενάρια εκπομπών. Ακόμη και αν οι συγκεντρώσεις των θερμοκηπιακών αερίων και αερολυμάτων παραμείνουν σταθερές σε σχέση με τα επίπεδα του 2000, προβλέπεται μια επιπρόσθετη θέρμανση κατά περίπου 0.1 °C ανά δεκαετία.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετρήσεις στην Κύπρο δείχνουν μια αύξηση στη μέση θερμοκρασία κατά περίπου 0.8 °C, όπως συμβαίνει και παγκόσμια, μια μείωση στη βροχόπτωση με μέσο ρυθμό περίπου 1 mm ανά έτος και μια αύξηση στη συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων. Η αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη από την αύξηση της μέγιστης θερμοκρασίας, γεγονός που οδηγεί στη μείωση του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους.

Επίσης, ο δείκτης SPI και ο δείκτης ξηρασίας BMDI δείχνουν ότι η ξηρασία μπορεί να απεικονισθεί με ακρίβεια στην Κύπρο και γενικά όλες οι περιοχές στην Κύπρο παρουσιάζουν μια τάση για ξηρασία, άλλες λιγότερο και άλλες περισσότερο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

IPCC, 2007. Climate Change 2007. The Physical Science Basis, Summary for Policymakers, Technical Summary, Frequently Asked Questions

Pashiardis, S., 2008. Rescue and Digitization of Climate Data in Cyprus
MEDARE Proceedings of the International Workshop on rescue and digitization of Climate Records in the Mediterranean Basin, Pp 185-192. Ed. M. Brunet and F. Kuglitsch

C. Price, S. Michaelides, S. Pashiardis, P. Alpert, 1999. Long Term Changes in Diurnal Temperature Range in Cyprus
Atmospheric Research 51, 85-98

K. Theophilou, C.P. Jacovides, M. Theophilou, 2004. Drought Indices for Cyprus
Proceedings of the 7th Panhellenic International Conference of Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics, Volume A, 124-128. Pp Dr. Silas Chr. Michaelides

I. Livada, V. D. Assimakopoulos, 2007. Spatial and Temporal Analysis of Drought in Greece Using the Standardized Precipitation Index (SPI)

Nathaniel B. Guttman, 1998. Comparing the Palmer Drought Index and the Standardized Precipitation Index
Journal of the American Water Resources Association, Vol. 34, No.1