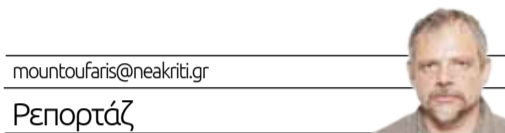


Μετρήσεις από το σταθμό του Πανεπιστημίου

# Η κρίση μείωσε τους ρύπους στην Κρήτη

Ατμόσφαιρα με λιγότερα επικίνδυνα σωματίδια και καθαρότερο νερό της βροχής από το 2008 δείχνουν τα στοιχεία από το Φινοκαλιά



mountoufaris@neakriti.gr

Ρεπορτάζ

Σταύρος Μουντουφάρης

Ο δείκτης της οικονομικής κρίσης δεν είναι μόνο εκείνος των χρηματαγορών και των ομολόγων, της ανεργίας και του χρέους, αλλά και εκείνος των... ρύπων! Και είναι ο μόνος που μας κάνει να νιώθουμε καλύτερα με την πτωτική του πορεία σταθερά από τότε που έσκασε η "φούσκα" της ελληνικής οικονομίας, μετρήσιμος με τα στοιχεία από τον ερευνητικό σταθμό του Πανεπιστημίου Κρήτης, στο Φινοκαλιά Λασιθίου.

Το κορυφαίο στην ανατολική Μεσόγειο εργαστήριο, που μετράει το "σφυγμό" της κρητικής ατμόσφαιρας, δείχνει μια ανάγλυφη εικόνα της κατάστασης στην περιοχή μας σε βάθος εικοσαετίας. Από τα πιο ενδιαφέροντα συμπεράσματα είναι ότι και λόγω της οικονομικής κρίσης οι ρύποι έχουν περιοριστεί και κατά συνέπεια το νερό της βροχής είναι λιγότερο όξινο και άρα πολύ πιο καθαρό σε σχέση με την περίοδο προ της έναρξης του εφιάλτη της κρίσης. Ο λόγος είναι μάλλον αυτονόητος.

Τα όλο και λιγότερα χρήματα στο πορτοφόλι μας έχουν αναγκάσει να αλλάξουμε τις ρυπογόνες συνήθειές μας, περιορίζοντας τις μετακινήσεις με τα αυτοκίνητά μας και άρα την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων.

Αν στην "εξίσωση" συνυπολογιστεί μια σειρά από "πράσινες" πολιτικές παρεμβάσεις, όπως η αποθέρωση των καυσίμων και η αλλαγή στην τεχνολογία των αυτοκινήτων, καθώς και η εφαρμογή φίλτρων στις βιομηχανίες, τότε η εικόνα που προκύπτει είναι πιο καθαρός αέρας στους κρητικούς ουρανοί και πιο καθαρή βροχή που φτάνει στη γη μας!

## Εντυπωσιακά στοιχεία

Τα στοιχεία που κατέγραψε η ερευνητική ομάδα υπό τον καθηγητή του Τμήματος Χημείας και επιστημονικό υπεύθυνο του σταθμού δρ. Νίκο Μιχαλόπουλο, μαζί με τη δρ. Μαρία Κανακίδου, πρόεδρο και καθηγήτρια του Τμήματος Χημείας, το δρ. Γιώργο Κουβαράκη, ΕΔΙΠ του Τμήματος Χημείας και το δρ. Νίκο Καλυβίτη, μεταδιδακτορικό ερευνητή του Τμήματος Χημείας, είναι εντυπωσιακά. Στο διάστημα από το 2008 ως τα σήμερα καταγράφεται μια πιο ποιοτική εικόνα του νερού της βροχής, που απομακρύνεται από το όξινο, βάσει του pH του, επιστρέφοντας σταδιακά στα φυσικά επίπεδα.

Όπως αναφέρει η επιστημονική ομάδα, η οποία πραγματοποιεί μετρήσεις από το 1993 μέχρι το 2008, το ποσοστό των βροχών που ήταν όξινες ήταν σχεδόν μοιρασμένο με τις αλκαλικές. Μετά τη χρονιά αυτή, το ποσοστό των όξινων βροχών έχει μειωθεί αρκετά.

Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ο διαχωρισμός σε όξινη και σε αλκαλική βροχή, καθώς η μεν πρώτη προκαλείται από τη μεταφορά αέριων μαζών με βόρειους ανέμους πάνω από την Κρήτη, που φέρνουν μαζί τους ρύπους από τη βιομηχανοποιημένη βόρεια Ευρώπη.

Ο δεύτερος τύπος βροχής, η αλκαλική, είναι συνέ-



Ο ερευνητικός σταθμός του Φινοκαλιά, λόγω της μοναδικότητας της τοποθεσίας αλλά και των βάσεων δεδομένων που διαθέτει μετά από 23 χρόνια συνεχούς λειτουργίας, από το 1993, θεωρείται αυτή τη στιγμή σταθμός αναφοράς για το ατμοσφαιρικό περιβάλλον στην Ανατολική Μεσόγειο.

## ■ ΟΣΑ ΦΕΡΝΕΙ Ο... ΑΝΕΜΟΣ

### Τι δείχνει η μελέτη της βροχής

Η μελέτη που γίνεται στο Φινοκαλιά είναι μεγάλης σημασίας, καθώς αποκαλύπτει τις τάσεις που σχετίζονται άμεσα με τις ανθρώπινες συνήθειες, τόσο μέσω της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα και του περιεχομένου του σε ρύπους, όσο και μέσω της ίδιας της βροχής, δείγματα της οποίας μελετούνται στο σταθμό του Πανεπιστημίου Κρήτης από το 1993, όταν και πρωτοξεκίνησε η λειτουργία του. Όπως αναφέρει η επιστημονική ομάδα, η βροχή ξεπλένει την ατμόσφαιρα και παρασύρει τους υδατοδιαλυτούς ρύπους και τα σωματίδια που βρίσκονται στην πορεία της.

Η μελέτη της χημικής σύστασης της βροχής επιτρέπει τον προσδιορισμό της εναπόθεσης στοιχείων και ενώσεων τόσο πάνω στη στεριά, όσο και πάνω στη θάλασσα και την επίδρασή της στις καλλιέργειες και στο θαλάσσιο οικοσύστημα, καθώς περιέχει στοιχεία που είναι θρεπτικά για το θαλάσσιο οικοσύστημα, όπως ο φώσφορος, ο σίδηρος και το άζωτο. Ταυτόχρονα όμως περιέχει και στοιχεία τα οποία είναι επιβλαβή για τα οικοσυστήματα και τον άνθρωπο, όπως ο μόλυβδος, διάφορες οργανικές ενώσεις και διάφορα οξέα.

#### Βοριάς και νότος

Από τις μετρήσεις στο σταθμό του Φινοκαλιά έχει γίνει γνωστό πως, όταν πέφτει βροχή κατά τη διάρκεια βόρειων ή βορειοδυτικών ανέμων, όπου οι αέριες μάζες έρχονται κυρίως από την Ευρώπη, το pH της βροχής είναι ελαφρά όξινο (περίπου 4,5 με 5), καθώς περιέχει σημαντικές ποσότητες θειικών ιόντων. Όταν έχουμε βροχή κατά τη διάρκεια νότιων ανέμων, το pH της βροχής είναι αλκαλικό (5,5 με 7), καθώς επηρεάζεται από αέριες μάζες από την Αφρική που μεταφέρουν σκόνη, η οποία είναι αλκαλική. Στα έντονα επεισόδια μεταφοράς σκόνης, το pH της βροχής γίνεται έντονα αλκαλικό, φτάνοντας σε τιμές κοντά στο 8,5.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, εκτός της περιόδου της οικονομικής κρίσης, από το 2008 και εξής από το Φινοκαλιά καταγράφηκε άλλη μια σημαντική τάση μείωσης των ρυπογόνων συγκεντρώσεων των θειικών ιόντων στο τέλος της δεκαετίας του '90, όταν από τα 10 μgr/m<sup>3</sup> (μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο) το 1994, έφτασαν τα 5 μgr/m<sup>3</sup> το 1997. Η τάση αυτή ερμηνεύτηκε σαν συνέπεια της αλλαγής στην τεχνολογία των οχημάτων σε καταλυτικά και στην αποθέρωση των καυσίμων.

Από τότε οι συγκεντρώσεις των ρύπων παρέμειναν σταθερές, με μικρές εποχικές διακυμάνσεις, έως το 2008, οπότε και η οικονομική κρίση συνέβαλε καθοριστικά στη συνεχή μείωση των συγκεντρώσεων που έφτασαν στα 2 μgr/m<sup>3</sup> το 2015, τάση που συνεχίζεται ως τα σήμερα.

Τα συμπεράσματα έχουν μια επιπλέον σημασία, καθώς προέρχονται από μετρήσεις αρκετών χρόνων, κάτι που αποτελεί κανόνα για την ασφαλή επιστημονική εξαγωγή στοιχείων. Όσον αφορά στις εποχικές διακυμάνσεις, αυτές είναι συνέπεια κυρίως του καιρού. Το χειμώνα, για παράδειγμα, οι ρύποι ήταν μικρότεροι (πριν εμφανιστεί το φαινόμενο της αιθαλομίχλης με τα τζάκια), καθώς οι βροχές ξεπλέναν και καθάριζαν την ατμόσφαιρα, σε αντίθεση με τους καλοκαιρινούς μήνες. Επιπλέον, το χειμώνα έχουμε λιγότερη φωτοχημεία και έτσι έχουμε μικρότερη παραγωγή φωτοχημικών ρύπων.

Στο διάστημα από το 2008 ως τα σήμερα καταγράφεται μια πιο ποιοτική εικόνα του νερού της βροχής που απομακρύνεται από το όξινο, βάσει του pH του, επιστρέφοντας σταδιακά στα φυσικά επίπεδα.

πια νότιων ανέμων που μεταφέρουν τη γνωστή σκόνη από τη Σαχάρα. Μάλιστα, σε έντονα επεισόδια μεταφοράς σκόνης από την Αφρική, το pH της βροχής γίνεται τόσο αλκαλικό που φτάνει κοντά στο 8,5.

#### Το pH

Για να γίνει αντιληπτό τι σημαίνουν οι τιμές αυτές, έχει μεγάλο ενδιαφέρον η επιστημονική εξήγηση της ερευνητικής ομάδας στο Φινοκαλιά. Από τη Χημεία είναι γνωστό ότι το pH έχει κλίμακα από το 0 έως το 14. Το ουδέτερο pH στο νερό έχει την τιμή 7, με συνέπεια διάλυμα με pH κάτω από το 7 να θεωρείται όξινο και πάνω από 7 βασικό.

Στο καθαρό νερό της βροχής όμως το ουδέτερο pH έχει τιμή 5,5 και όχι τιμή 7. Αυτό οφείλεται στο ότι στο νερό της βροχής διαλύεται το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που υπάρχει στην ατμόσφαιρα, δίνοντας ανθρακικό οξύ, κάνοντας έτσι το pH ελαφρά όξινο. Έτσι, ουδέτερη βροχή θεωρείται αυτή που εμφανίζει pH 5,5. Για pH κάτω από αυτήν την τιμή η βροχή θεωρείται όξινη και πάνω από αυτή βασική. Η όξινη βροχή έχει τιμές συνήθως 4 με 4,5, αν και στη βόρεια Ευ-



ρώπη έχουν παρατηρηθεί τιμές 3 με 3,5. Τιμές τόσο χαμηλές επηρεάζουν τα φυτά, τις καλλιέργειες, τους υγροβιότοπους κ.λπ., καθώς μεταβολές στο pH επηρεάζουν όλο το οικοσύστημά τους. Επιπλέον, επηρεάζονται υλικά κατασκευών, όπως τα μάρμαρα, που ασβεστοποιούνται, με τις γνωστές σε όλους μας επιπτώσεις στα αρχαία μνημεία.

**Μείωση θειικών σωματιδίων**

Η μείωση της όξινης βροχής αποτελεί συνέπεια της βασικής αιτίας που την προκαλεί, δηλαδή της μείωσης των κύριων ρύπων με ανθρωπογενή προέλευση, των λεγόμενων θειικών σωματιδίων που προέρχονται από τη μετατροπή του διοξειδίου του θείου σε θειικό οξύ, κύριο συστατικό της οξύτητας

της ατμόσφαιρας. Το θειικό οξύ είναι, άλλωστε, το κύριο οξύ στο οποίο οφείλεται η όξινη βροχή, η οποία παρατηρείται μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση σε περιοχές που επηρεάζονται από την αστική ρύπανση.

Τα σωματίδια αυτά προέρχονται από τη συμπύκνωση ατμών, δημιουργώντας πυρήνες που έχουν πολύ μικρές διαμέτρους, οι οποίες σταδιακά μεγαλώνουν. Έχουν την ικανότητα να σκεδάζουν το φως αποτελεσματικά, συμβάλλοντας έτσι στην κλιματική αλλαγή, αλλά ταυτόχρονα, λόγω ακριβώς του μικρού τους μεγέθους, με διάμετρο η οποία είναι μικρότερη από 2,5 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο (m3) μπορούν να εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της αναπνοής και άρα να είναι επιβλαβή.



Ο δρ. Γιώργος Κουβαράκης, ΕΔΙΠ του τμήματος Χημείας.



Ο δρ. Νίκος Καλιβίτης, μεταδιδακτορικός ερευνητής του Τμήματος Χημείας.



Η δρ. Μαρία Κανακίδου, πρόεδρος του τμήματος Χημείας, καθηγήτρια Τμήματος Χημείας του Π.Κ.

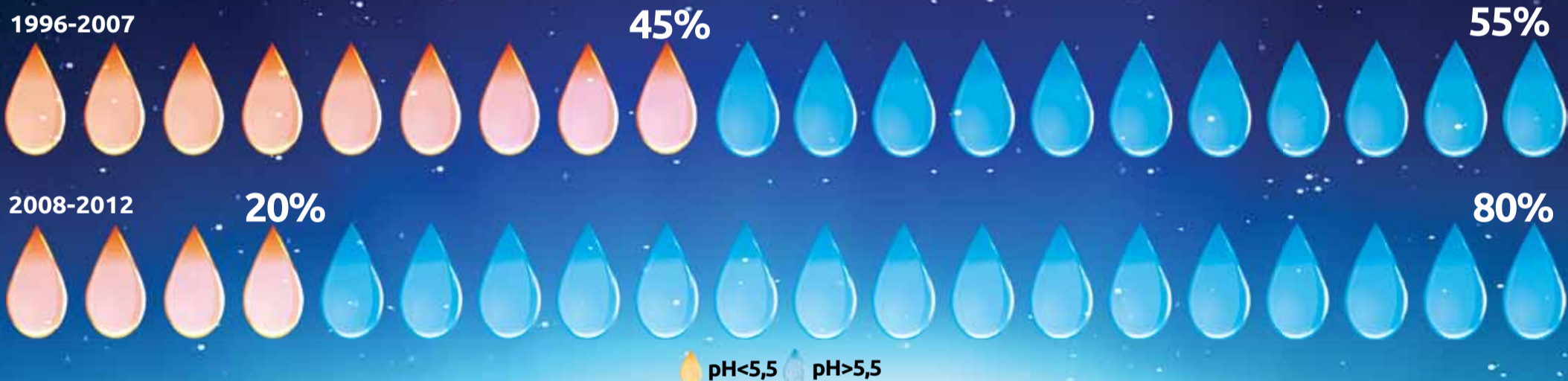


Ο δρ. Νίκος Μιχαλόπουλος, επιστημονικός υπεύθυνος του σταθμού, καθηγητής Τμήματος Χημείας.

# Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι στην Κρήτη



## Η ποσοστιαία μεταβολή της όξινης - αλκαλικής βροχής τα τελευταία 5 χρόνια σε σχέση με τη δεκαετία 1996 - 2007



## Προέλευση αερίων μαζών αλκαλικής βροχής και όξινης βροχής στην περιοχή της Κρήτης

Αλκαλική βροχή pH=8,07

Όξινη βροχή pH=4,43

