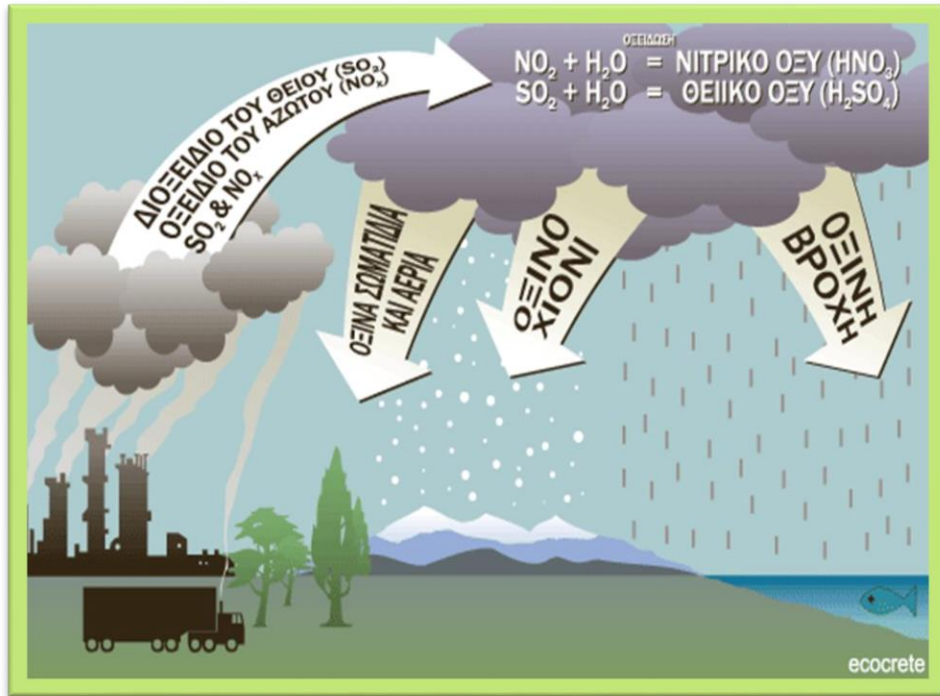


Οι επιπτώσεις της όξινης βροχής

- ▶ Η όξινη βροχή έχει έντονες επιπτώσεις στα φυσικά οικοσυστήματα (δάση, υδροβιότοπος, έδαφος) σκοτώνοντας άμεσα ή έμμεσα διάφορες μορφές ζωής αλλά και στα οικιστικά οικοσυστήματα διαβρώνοντας ιστορικά μνημεία, προκαλώντας ζημιές σε κτίρια και οχήματα, αλλά και βλάπτοντας άμεσα την ανθρώπινη υγεία. Για να δούμε όμως, ποιες είναι οι επιπτώσεις της ;



Επιπτώσεις της όξινης βροχής στα μνημεία

Προσβάλλει τα μαρμάρινα μνημεία, μια και το μάρμαρο αποτελείται από ανθρακικό ασβέστιο και τα διαβρώνει. Από την αντίδραση του ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) με την όξινη βροχή προκύπτει θειικό ασβέστιο (CaSO_4), δηλαδή γύψος, ο οποίος αποσαθρώνεται πολύ εύκολα.

Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως γυψοποίηση των μαρμάρων και είναι μια σημαντική απειλή της πολιτιστικής κληρονομιάς της Ελλάδας, που το παρελθόν της την πλούτισε με χιλιάδες μαρμάρινα μνημεία. Είναι αξιοσημείωτο ότι το 1964 παρατηρήθηκε στις Β.Α. Ηνωμένες Πολιτείες "βροχή" όξινη όσο ο χυμός του λεμονιού ($\text{pH} = 2,1$), ενώ το 1974 στο Pitlochry της Σκωτίας ήταν όξινη όσο το ξίδι ($\text{pH} = 2,4$).



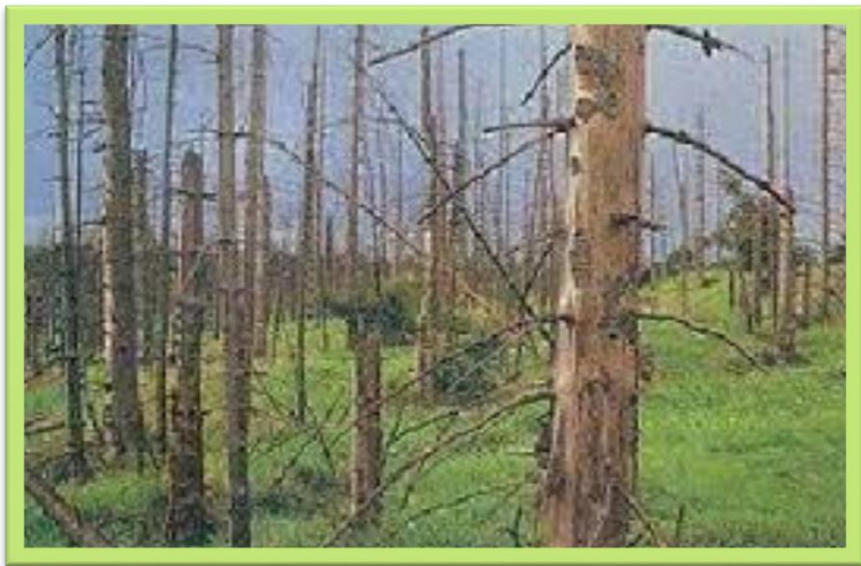
- ▶ Υπάρχουν βέβαια και άλλα σημαντικά μνημεία που έχουν υποστεί διάβρωση όπως ο Παρθενώνας στην Ελλάδα, το Taj Mahal στην Ινδία και το Chitcen Itza στο Μεξικό.





Επιπτώσεις της όξινης βροχής στα δάση και στο έδαφος

- ▶ Υπό την επίδραση της όξινης βροχής τα δέντρα αρχικά ρίχνουν τα φύλλα τους και στη συνέχεια ορισμένα μέρη τους νεκρώνονται. Τα εξασθενημένα δέντρα τελικά πεθαίνουν από το κρύο, τον αέρα και τα έντομα. Επιβαρυντικός παράγοντας για την καταστροφή των δασών είναι και η οξίνιση του εδάφους, δηλαδή η ελάττωση του pH του εξαιτίας της όξινης βροχής. Η οξίνιση αυτή έχει ως αποτέλεσμα το δέντρο να μην τρέφεται καλά από τις ρίζες του.



- ▶ Η όξινη βροχή απομακρύνει από το έδαφος πολύτιμα μέταλλα, όπως το μαγνήσιο (Mg), το ασβέστιο (Ca), το κάλιο (K), μετατρέποντας το έδαφος σε φτωχό σε θρεπτικά συστατικά που είναι απαραίτητα για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών. Επιπλέον, το όξινο pH θανατώνει τους αποικοδομητές στο έδαφος. Όσο πιο όξινο είναι το pH της βροχής τόσο περισσότερα τοξικά μέταλλα απελευθερώνονται από το έδαφος. Έτσι, τοξικά μέταλλα, όπως ο μόλυβδος (Pb), ο χαλκός (Cu), ο ψευδάργυρος (Zn), το κάδμιο (Cd) και ο υδράργυρος (Hg), μπορούν να αποδεσμευτούν από το έδαφος, να φτάσουν στα υπόγεια νερά, στους ποταμούς, τις λίμνες, και στα ρεύματα που χρησιμοποιούνται για την προμήθεια του πόσιμου νερού, να μπουν στην τροφική αλυσίδα και να καταλήξουν στον άνθρωπο.



Επιπτώσεις της όξινης βροχής στα υδάτινα οικοσυστήματα

- ▶ Οι υψηλές συγκεντρώσεις όξινης απόθεσης είναι επιβλαβείς για τα υδάτινα οικοσυστήματα τα οποία δείχνουν ιδιαίτερη ευαισθησία στις αλλαγές της οξύτητας. Με την αύξηση της οξύτητας του νερού μειώνεται η γονιμότητα των ψαριών και το ποσοστό εκκόλαψης των αυγών, με αποτέλεσμα να μειώνεται δραματικά ο πληθυσμός των ψαριών και άλλων ειδών υδρόβιας ζωής. Επίσης, η όξινη βροχή ενεργοποιεί το αργίλιο στο νερό και στον πυθμένα των λιμνών, γεγονός που μπλοκάρει το αναπνευστικό σύστημα των οργανισμών που ζουν σ' αυτό, με αποτέλεσμα να οδηγούνται στο θάνατο.
- ▶ Επίσης, το αργίλιο συντελεί στην καθίζηση του φωσφόρου και μειώνει τη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών και τη συγκέντρωση του φυτοπλαγκτού. Δημιουργούνται έτσι, ολιγοτροφικές λίμνες, που παρουσιάζουν μια πλαστή ομορφιά με τα εξαιρετικά διαυγή νερά τους.
- ▶ Η μείωση του pH συνοδεύεται από αύξηση των διαλυμένων μετάλλων, η υψηλή συγκέντρωση των οποίων μπορεί ν' αποβεί μοιραία για τα ψάρια. Όταν η τιμή του pH είναι ίση με 4, έχει παρατηρηθεί θνησιμότητα του 50% των αμφίβιων. Η μείωση του πληθυσμού των ψαριών και των αμφίβιων επηρεάζει άμεσα την τροφική αλυσίδα, καθώς τα θηλαστικά και τα πτηνά τρέφονται μ' αυτά. Μελέτες δείχνουν ότι εκατοντάδες λίμνες τόσο στη Β. Ευρώπη όσο και στις Η.Π.Α. και στον Καναδά είναι τόσο όξινες, ώστε ο πληθυσμός των ψαριών να έχει μειωθεί αισθητά.

- ▶ Σε μια προσπάθεια να χρησιμοποιηθεί κάποιο αντιδραστήριο εξουδετέρωσης προσθέτουν σβησμένο ασβέστη ή ασβεστόλιθο μέσα στις λίμνες. Μετά την εφαρμογή της παραπάνω μεθόδου, διαπιστώθηκε ότι το pH του νερού επανήλθε στην κανονική του τιμή και τα διαλυμένα μέταλλα ελαττώνονται, καθώς καταβυθίζονται με τη μορφή υδροξειδίων σε ουδέτερο pH. Παρ' όλα αυτά, η μέθοδος αυτή δε λύνει το πρόβλημα, μιας και τα μέταλλα συνεχίζουν να υπάρχουν σε τοξικές για τα ψάρια συγκεντρώσεις.



Επιπτώσεις της όξινης βροχής στην υγεία του ανθρώπου

- ▶ Το νερό της όξινης βροχής διαλύει ορισμένα τοξικά βαριά μέταλλα, όπως ο υδράργυρος, ο μόλυβδος και το κάδμιο, τα οποία βρίσκονται στο έδαφος και έτσι μολύνονται τα αποθέματα του νερού. Επίσης τα NO_x και SO_x που προκαλούν την όξινη βροχή δημιουργούν στον άνθρωπο αναπνευστικά, δερματολογικά και άλλα προβλήματα.



Τέλος !

Μαριλένα Καραβά

Μαρία Καλλίγωση

Δαιιδούλα Μαρίνου

Τμήμα Γ2'

Υπεύθυνη καθηγήτρια : Ελένη Χατζηνικολάου