

Θεματική ενότητα: Περιβαλλοντικές επιστήμες

Υποκατηγορία: 1β. Φυσική της ατμόσφαιρας.

Τίτλος: Ο ρόλος των αιωρούμενων σωματιδίων της ατμόσφαιρας και του όζοντος στη διαμόρφωση του κλίματος. Οι επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου.

Όνοματεπώνυμο: Σαχινίδης Συμεών

Φορέας: Φυσικός Ραδιοηλεκτρολόγος. Καθηγητής Δευτεροβάθμια Σερρών
Τέως Ερευνητής ΠΣΞ.

Τηλέφωνα επικοινωνίας: 2521021323, 6936962608

Saxsim@otenet.gr

Όνοματεπώνυμο: Κεμετζή Αικατερίνη

Φορέας: Δ/ντρια Παιδιάτρος ΚΥ Νευροκοπίου

Τηλέφωνα επικοινωνίας: 25121021323, 6932875538

Όνοματεπώνυμο: Φώσκολος Αντώνης

Φορέας: Ομότιμος Καθηγητής στο Πολυτεχνείο της Κρήτης

Τηλέφωνα επικοινωνίας: 6947937201

Όνοματεπώνυμο: Ζεμπεκάκης Παντελής

Φορέας: Επικουρος Καθηγητής Α' Παθολογικής ΑΠΘ

Τηλέφωνα επικοινωνίας: 6945337940

Περίληψη

Στην ατμόσφαιρα υπάρχει μια τεράστια ποικιλία σωματιδίων, τόσο από την άποψη της προέλευσης όσο και από την άποψη των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών, με κυριότερους εκπροσώπους τη σύσταση και το μέγεθος. Δημιουργήθηκαν έτσι διάφοροι τρόποι ταξινόμησης των σωματιδίων οι κυριότεροι από τους οποίους βασίζονται στην προέλευση, στον τρόπο σχηματισμού τους, στη σύσταση τους και στις επιπτώσεις τους στην υγεία. Μια σημαντική κατηγορία ρύπων είναι τα αιωρούμενα σωματίδια. Πρόκειται για σωματίδια στερεής ή υγρής φάσης, τα οποία αιωρούνται στην ατμόσφαιρα. Τέτοια σωματίδια είναι η σκόνη, ο καπνός, διάφορα μέταλλα κλπ. Διακρίνονται ανάλογα τη διάμετρό τους. Σημαντικό ρόλο έχουν τα σωματίδια που έχουν διάμετρο μέχρι 10 μm (PM-10) και ιδίως τα σωματίδια με πολύ μικρή διάμετρο (PM-2,5), διότι το μέγεθός τους επιτρέπει την είσοδό τους στο αναπνευστικό σύστημα, προκαλώντας σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα.

Το όζον ευνοείται από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία και τις υψηλές θερμοκρασίες, που βοηθούμενες και από τις κλιματολογικές αλλαγές του πλανήτη μας τα τελευταία χρόνια γίνονται όλο και πιο έντονες. Τα τελευταία χρόνια αυξήθηκαν οι καρκινογενέσεις, οι αλλεργίες, οι θρομβώσεις, τα εγκεφαλικά και τα νοσήματα του αναπνευστικού. Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα, οι παράγοντες που συμβάλλουν στην κίνηση και την παραμονή των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα, η διερεύνηση των επιπτώσεων των σωματιδίων και του όζοντος στην ανθρώπινη υγεία, και στη διαμόρφωση του κλίματος. Τέλος, προτείνονται τα κατάλληλα μέτρα.

Τίτλος: Ο ρόλος των αιωρούμενων σωματιδίων της ατμόσφαιρας και του όζοντος στη διαμόρφωση του κλίματος. Οι επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου.

Εισαγωγή

Ατμόσφαιρα καλείται το αεριώδες στρώμα που περιβάλλει τη Γη, το οποίο συγκρατείται λόγω της βαρύτητάς της, και φθάνει σε ύψος περίπου 3.500 χλμ. Η ατμόσφαιρα αποτελεί το προστατευτικό στρώμα το οποίο συντηρεί τη ζωή στη γη. Σε αυτήν οφείλονται η απορρόφηση μεγάλου τμήματος της υπεριώδους ακτινοβολίας και η μείωση της διαφοράς των ακραίων θερμοκρασιών. Η ατμόσφαιρα περιβάλλει τον πλανήτη σαν ένα λεπτό στρώμα από αέρια και αιωρούμενα σωματίδια. Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι μικρά τεμάχια ύλης σε στερεή ή υγρή φάση, που μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ανάλογα με την προέλευση τους μπορούν να παρουσιάζουν ανομοιογένεια στη μορφή, μέγεθος και χημική σύσταση.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι :

- Η παρουσίαση των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα
- Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην κίνηση και την παραμονή των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα
- Ο ρόλος των αιωρούμενων σωματιδίων και του όζοντος στη διαμόρφωση του κλίματος
- Οι επιπτώσεις του όζοντος και των σωματιδίων στην ανθρώπινη υγεία
- Προτάσεις

Κυρίως θέμα

A. Τα σωματίδια στην ατμόσφαιρα. Είδη σωματιδίων, προέλευση, κίνηση και χρόνος παραμονής

Στην ατμόσφαιρα υπάρχει μια τεράστια ποικιλία σωματιδίων, τόσο από την άποψη της προέλευσης όσο και από την άποψη των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών, με κυριότερους εκπροσώπους τη σύσταση και το μέγεθος.

Οι κυριότερες διεργασίες στις οποίες συμμετέχουν τα σωματίδια στην ατμόσφαιρα περιλαμβάνουν αντιδράσεις με αέρια, συμπύκνωση ατμών και υδρατμών στην επιφάνεια τους, συσσωμάτωση μικρότερων σε μεγαλύτερα, ενσωμάτωση σε σταγονίδια νερού και τελικά κατακρήμνιση μέσω βαρύτητας ή μετά από ενσωμάτωση στις ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις (βροχές, χιόνια). Οι διεργασίες αυτές χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

Οι φυσικές διεργασίες σχηματισμού ατμοσφαιρικών σωματιδίων έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλου μεγέθους (>1 μm) «χονδρών» σωματιδίων.

Οι χημικές διεργασίες σχηματισμού ατμοσφαιρικών σωματιδίων έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μικρού μεγέθους (<1 μm) «λεπτών» σωματιδίων.

Τα μικρού μεγέθους ατμοσφαιρικά σωματίδια σχηματίζονται μέσω δύο κύριων κατηγοριών διεργασιών:

1. Μετατροπής αερίου σε σωματίδιο.

Η χημική μετατροπή αερίων σε σωματίδια μέσω οξείδωσης στην αέρια φάση παράγει δευτερογενή σωματίδια. Κύριοι εκπρόσωποι είναι:

α. Τα θειικά αερολύματα που προέρχονται από την οξείδωση του αερίου διοξειδίου του θείου και

β. Οργανικά αερολύματα που προέρχονται από τη φωτοχημική οξείδωση πτητικών οργανικών ενώσεων

2. Χημικής μετατροπής αερίων σε ατμούς χαμηλής πτητικότητας. (Ρεμουντάκη Ε., 2004).

Προκειμένου να μελετηθούν τα ατμοσφαιρικά σωματίδια, είναι απαραίτητο να ταξινομηθούν σε κατηγορίες. Δημιουργήθηκαν έτσι διάφοροι τρόποι ταξινόμησης των σωματιδίων οι κυριότεροι από τους οποίους βασίζονται:

1. Στην προέλευση: Τα σωματίδια κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το αν οι πηγές εκπομπής τους είναι φυσικές (π.χ. αιολική διάβρωση εδαφών, επίδραση ανέμων στην επιφάνεια των ωκεανών, ηφαιστειακές εκρήξεις κ.λπ.), ή ανθρωπογενείς (διάφορες καύσεις, βιομηχανικές δραστηριότητες κ.λπ.).

2. Στον τρόπο σχηματισμού τους. Τα σωματίδια κατατάσσονται σε πρωτογενή και δευτερογενή .
 3. Στη σύσταση τους. Τα σωματίδια κατατάσσονται σε ανόργανα και οργανικά. Η διάκριση αυτή σχετίζεται με τα κυριότερα συστατικά των σωματιδίων που υπάρχει περίπτωση να είναι ανόργανα (π.χ. οξείδια μετάλλων, θεικές ρίζες, νιτρικές ρίζες κ.λπ.) ή οργανικά (π.χ. διάφοροι υδρογονάνθρακες).
 4. Στις επιπτώσεις τους στην υγεία. Κατατάσσονται έτσι σε εισπνεύσιμα και μη.
- Στον πίνακα 1 φαίνονται οι κυριότεροι όροι που χρησιμοποιούνται στις επιστήμες της ατμόσφαιρας για την περιγραφή των ατμοσφαιρικών σωματιδίων:

Πίνακας 1. Τα είδη των ατμοσφαιρικών σωματιδίων (Ρεμουντάκη Ε., 2004).

Όρος	Έννοια
Αερολύματα (aerosol)	Σωματίδια μικρού μεγέθους στερεά ή σταγονίδια
Αερολύματα από συμπύκνωση	Σωματίδια που σχηματίζονται από συμπύκνωση ατμών ή αντιδράσεις αερίων
Αερολύματα από διασπορά	Σωματίδια που σχηματίζονται από άλεση στερεών ή διασπορά σκόνης
Ομίχλη	Σταγονίδια νερού στην ατμόσφαιρα σε μεγάλη συγκέντρωση
Αραιά ομίχλη	Υποδηλώνει μειωμένη ορατότητα οφειλόμενη στην παρουσία σωματιδίων
Καπνός, αιθάλη	Σωματίδια που προέρχονται από ατελή καύση καυσίμων

Αερολύματα είναι ο όρος που συνήθως χρησιμοποιείται στις επιστήμες της ατμόσφαιρας για τα αιωρήματα των στερεών ή υγρών σωματιδίων στον ατμοσφαιρικό αέρα με διαμέτρους μεταξύ 0,0002-500 μm.

Ατμοσφαιρική ρύπανση καλείται η παρουσία στην ατμόσφαιρα ρύπων σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια, που έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της δομής, της σύστασης και των χαρακτηριστικών της ατμόσφαιρας. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και τα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

Οι κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι κατατάσσονται στις παρακάτω έξι κατηγορίες, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που έχει επικρατήσει σήμερα διεθνώς:

- Αιωρούμενα σωματίδια,
- Οξείδια του θείου (SO_x).
- Οξείδια του αζώτου (NO_x).
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO).
- Πτητικές οργανικές ενώσεις
- Μόλυβδος (Pb).

Τα αιωρούμενα σωματίδια αποτελούν επομένως τη μία από τις έξι κατηγορίες των κυριότερων ατμοσφαιρικών ρύπων.

Οι ρύποι διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- A. Πρωτογενείς ρύποι
- B. Δευτερογενείς ρύποι

Πρωτογενείς ονομάζουμε τους ρύπους οι οποίοι προέρχονται από ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης. Τέτοιες πηγές είναι η βιομηχανία, τα αυτοκίνητα (βενζίνη, πετρέλαιο), η θέρμανση κλπ. Κυριότεροι πρωτογενείς ρύποι είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το διοξείδιο του θείου (SO₂), οι υδρογονάνθρακες (HC) και τα σωματίδια.

Οι πρωτογενείς ρύποι στην ατμόσφαιρα μέσω διαφόρων χημικών αντιδράσεων παράγουν τους δευτερογενείς ρύπους, κυριότεροι εκ των οποίων είναι το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) και το όζον (O_3). Το όζον για παράδειγμα είναι αποτέλεσμα της αντίδρασης του οξειδίου του αζώτου με διάφορες πτητικές οργανικές ενώσεις, αντίδραση η οποία καταλύεται από το ηλιακό φως.

Το όζον στην ατμόσφαιρα:

α) όταν βρίσκεται στα κατώτερα επίπεδα, αποτελεί ρύπο,

β) όταν βρίσκεται στα ανώτερα επίπεδα, σχηματίζει φυσιολογικά μια στιβάδα που συντελεί στη διατήρηση της ζωής, απορροφώντας μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας. (Καλαϊτζιδάκη Μ. και Πανταζίδης Γ., 2007).

Μια άλλη σημαντική κατηγορία ρύπων είναι τα αιωρούμενα σωματίδια. Πρόκειται για σωματίδια στερεής ή υγρής φάσης, τα οποία αιωρούνται στην ατμόσφαιρα. Τέτοια σωματίδια είναι η σκόνη, ο καπνός, διάφορα μέταλλα κλπ. Διακρίνονται ανάλογα τη διάμετρό τους. Σημαντικό ρόλο έχουν τα σωματίδια που έχουν διάμετρο μέχρι $10 \mu\text{m}$ (PM-10) και ιδίως τα σωματίδια με πολύ μικρή διάμετρο (PM-2,5), διότι το μέγεθός τους, επιτρέπει την είσοδό τους στο αναπνευστικό σύστημα, προκαλώντας σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα.

Τα PM-10 αποτελούνται από λεπτομερώς διαχωρισμένη ανόργανη ύλη-ορυκτά, όπως οξείδια του αργιλίου, πυρίτιο, σίδηρο και κάλιο .

Τα PM-2,5 αιωρούμενα σωματίδια διαμέτρου μικρότερης των $2,5 \mu\text{m}$ ($<2,5 \mu\text{m}$) αναφέρονται ως λεπτόκοκκα σωματίδια, PM-2,5 ("fine" particles). Ως μέτρο σύγκρισης, να αναφερθεί πως μία ανθρώπινη τρίχα έχει διάμετρο περίπου $70 \mu\text{m}$. Τα PM-2,5 προκύπτουν από πολλές, διαφορετικές πηγές, όπως από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, από διάφορες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, από εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς επίσης και από οικιακές εστίες φωτιάς, τζάκια, φούρνοι κ.ά., κι έτσι η σύστασή τους ποικίλλει. Δημιουργούνται επίσης από αέρια πυρανάφλεξης, τα οποία μετατρέπονται με χημικό τρόπο σε σωματίδια. (ecocity, 2004).

Τα αιωρούμενα σωματίδια βέβαια δεν είναι ένας ενιαίος ρύπος, αλλά μάλλον είναι ένα μίγμα πολλών ρύπων. Μέτρο της προσροφητικής ικανότητας των σωματιδίων αποτελεί η ειδική επιφάνειά τους, η οποία αυξάνει όσο μειώνεται η διάμετρος των σωματιδίων. Αυτό συγκλίνει και με τις τελευταίες δημοσιευμένες έρευνες σύμφωνα με τις οποίες τα πιο επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία σωματίδια είναι αυτά με την μικρότερη διάμετρο (Ντάφης Σ., 2001).

Η κυκλοφορία των οχημάτων αποτελεί την κύρια πηγή αιωρούμενων σωματιδίων, ενώ η διασπορά τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής. Οι τιμές των αιωρούμενων σωματιδίων είναι εμφανώς χαμηλότερες κατά τους τρεις καλοκαιρινούς μήνες, ενώ αυξάνονται σημαντικά τους μήνες του χρόνου που το κρύο είναι εντονότερο.

Στη φύση τα αιωρούμενα σωματίδια βρίσκονται σε ηφαίστεια , θαλάσσια σταγονίδια, γύρη από λουλούδια, σπόρους μυκήτων και σωματίδια του εδάφους.

Χρόνος παραμονής των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα

Από τον ορισμό της ταχύτητας κατακρήμνισης ($V = dx / dt$) μπορούμε εύκολα να καταλάβουμε ότι ο χρόνος παραμονής ενός σωματιδίου στην ατμόσφαιρα είναι περίπου αντιστρόφως ανάλογος με την τελική ταχύτητα κατακρήμνισής του. Από το νόμο του Stokes όπως αυτός εκφράστηκε από τη σχέση $V = g \cdot D^2 \cdot \rho_{\text{part}} / 18 \mu$ μπορούμε εύκολα να καταλάβουμε ότι ο χρόνος παραμονής ενός σωματιδίου στην ατμόσφαιρα μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με το τετράγωνο της διαμέτρου του. Στην πραγματικότητα, ο χρόνος παραμονής των αερολυμάτων στην ατμόσφαιρα δεν εξαρτάται μόνο από το μέγεθος των σωματιδίων.

Θα πρέπει να σκεφθούμε ότι ο χρόνος παραμονής των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα εξαρτάται και από άλλες παραμέτρους όπως η κατακόρυφη κατανομή των υδρατμών στην ατμόσφαιρα και η κατακόρυφη κατανομή άλλων συστατικών του ατμοσφαιρικού αέρα τα οποία είναι χημικά δραστικά και επηρεάζουν την εξέλιξη της σύστασης και του μεγέθους των ατμοσφαιρικών σωματιδίων.

Επειδή είναι σπάνιο τα ατμοσφαιρικά σωματίδια να παρουσιάζουν ομοιομορφία ως προς το μέγεθος τους, σε κάθε πρόβλημα μελέτης τους, θα πρέπει να προσδιορίζεται η συνάρτηση κατανομής του μελετώμενου πληθυσμού των σωματιδίων ως προς το μέγεθος τους.

Η αεροδυναμική διάμετρος ενός σωματιδίου είναι αυτή που αντιστοιχεί σε σφαιρικό σωματίδιο μοναδιαίας πυκνότητας του οποίου η τελική ταχύτητα κατακρήμνισης έχει την ίδια τιμή με αυτή της ταχύτητας του πραγματικού σωματιδίου. Παρατηρούμε ότι για μικρά σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο η οποία κυμαίνεται μεταξύ $0,01$ και $1 \mu\text{m}$, ο χρόνος παραμονής τους είναι περίπου ίσος με μία εβδομάδα στην κατώτερη ατμόσφαιρα και φθάνει τα δύο χρόνια στη στρατόσφαιρα. Τα σωματίδια μπορούν να μεταφέρονται μέσω της ατμόσφαιρας σε μεγάλες αποστάσεις από τις πηγές εκπομπής τους. Για το λόγο

αυτό, μπορούν να επηρεάζουν τους βιογεωχημικούς κύκλους των στοιχείων στη φύση (Ρεμουντάκη Ε., 2004).

B. Επιπτώσεις των σωματιδίων της ατμόσφαιρας στο κλίμα

Τα αερολύματα επηρεάζουν το κλίμα με άμεσο τρόπο μέσω ανάκλασης και απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας και με έμμεσο τρόπο μεταβάλλοντας τις οπτικές ιδιότητες και τη διάρκεια ζωής των νεφών. Το αποτέλεσμα αυτής της επίδρασης είναι συνήθως η μείωση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας δηλαδή, φαινόμενο αντίθετο από αυτό που προκαλούν τα αέρια του θερμοκηπίου. Ειδικότερα τα αερολύματα στο κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας, την τροπόσφαιρα, επηρεάζουν το κλίμα και αυτά με δύο τρόπους:

- άμεσα μέσω της ανάκλασης και της απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας,
- έμμεσα μεταβάλλοντας τη διάρκεια ζωής και τις οπτικές ιδιότητες των νεφών.

Τα σύννεφα με την σειρά τους παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του κλίματος. Ορισμένα αερολύματα ανακλούν μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας το οποίο επιστρέφει στο διάστημα από το σύστημα πλανήτη-ατμόσφαιρα. Άρα, όταν υπάρχουν στην ατμόσφαιρα τέτοια σωματίδια σε μεγάλες συγκεντρώσεις, φθάνει στην επιφάνεια της γης λιγότερη ακτινοβολία και επομένως, αναμένονται μικρότερες θερμοκρασίες στην ατμόσφαιρα. Αυτός είναι ο άμεσος τρόπος με τον οποίο τα σωματίδια μπορούν να επηρεάσουν το κλίμα.

Πιο ειδικά για τα αιωρούμενα σωματίδια των ατελών καύσεων, ανθρωπογενούς προέλευσης, όταν βρεθούν στην ατμόσφαιρα μπορεί να επιδράσουν με δύο τρόπους κυρίως τη θερμοκρασία. Τα λιγότερο σκούρα σωματίδια οργανικού άνθρακα ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία και ψύχουν περιοχές, που έχουν έντονη παρουσία. Τα σωματίδια μαύρου άνθρακα και αιθάλης θερμαίνουν την ατμόσφαιρα μέσω της απορρόφησης του φωτός. Αυτή είναι η άμεση επίδραση των σωματιδίων στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Πέρα από τα άμεσα αποτελέσματα στο ενεργειακό ισοζύγιο της ατμόσφαιρας λόγω της διάχυσης και της απορρόφησης του φωτός, τα σωματίδια ενεργούν και έμμεσα. Πολλές φορές η έμμεση αυτή επίδραση προκαλεί μεγαλύτερες μεταβολές στην ατμόσφαιρα σε σχέση με την άμεση επίδραση. Τα έμμεσα αποτελέσματα βασίζονται στη δυνατότητα που έχουν ορισμένα αερολύματα να δρουν ως πυρήνες συμπύκνωσης σύννεφου (cloud condensation nuclei, CCN). Αυτό συνεπάγεται μεταβολή της συγκέντρωσης του πλήθους των σταγονιδίων στο σύννεφο καθώς και της κατανομής του μεγέθους τους, στοιχεία που καθορίζουν σημαντικά το ρυθμό κατακρήμνισής τους. Τέτοιες μεταβολές στα χαρακτηριστικά του σύννεφου θεωρείται ότι μεταβάλλουν τον χρόνο ζωής και το μέγεθος ενός σύννεφου (Cess R.D., et al., 1997, Lohmann U. and Feichter J., 1997).

Τα σύννεφα μειώνουν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία ανακλώντας ένα σημαντικό ποσό αυτής πίσω προς το διάστημα (κύριο αποτέλεσμα), αλλά σε μεγάλα ύψη μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε θέρμανση της τροπόσφαιρας διαμέσου της αλληλεπίδρασης με την μεγάλο μήκους κύματος (υπέρυθρης) ηπειρωτικής θερμικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη γη προς το διάστημα.

Επιπλέον υπάρχουν ορισμένα δεδομένα που δείχνουν ότι τα σύννεφα στην πραγματικότητα απορροφούν μεγαλύτερο ποσό ηλιακής ακτινοβολίας από αυτό που θεωρητικά αναμένεται. Εάν τα στοιχεία αυτά είναι σωστά τότε οι συνέπειες στη θέρμανση της ατμόσφαιρας και στις διαδικασίες της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας θα είναι μεγαλύτερες σε σχέση με ότι πιστεύεται μέχρι σήμερα. Ήδη από το 1974 ο Twomey σε εργασία του υποστήριξε ότι οι ανθρωπογενείς εκπομπές μπορούν να επηρεάσουν τις ιδιότητες των σύννεφων και το albedo, κάτι που σημαίνει ότι μπορούν έμμεσα να επηρεάσουν το κλίμα (Twomey S., 1974).

Στην εικόνα 1 παρουσιάζεται η επίδραση των αιωρούμενων σωματιδίων στο γήινο κλίμα.



Εικόνα 1. Περιβάλλον και ανάπτυξη 2004-2005

Η σπουδαιότητα της επίδρασης στη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι τόσο ως προς τη χρονική διάρκεια (ταυτίζεται με το χρόνο παραμονής τους στην ατμόσφαιρα) όσο και ως προς την έκταση (ταυτίζεται με την κατανομή τους στο χώρο) περιορισμένη σε σχέση με αυτή των αερίων του θερμοκηπίου. Όταν συμβαίνουν όμως μεγάλες ηφαιστειακές εκρήξεις σε διάρκεια και ένταση, η επίδραση των αερολυμάτων αυτών στη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι σημαντική. Για λόγους ανομοιογένειας ως προς την κατανομή στο χώρο αλλά και ως προς τη σύσταση τους δεν μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια η επίδραση στη μείωση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας.

Οι ηφαιστειακές εκρήξεις στέλνουν μόρια τέφρας στη στρατόσφαιρα, τα οποία εμποδίζουν το φως του ήλιου να φτάσει στην γη μας, συμβάλλοντας έτσι στην ψύξη του πλανήτη. Η τέφρα από τα ηφαίστεια μπορεί να έχει παγκόσμια επίδραση, δεδομένου ότι η τέφρα στη στρατόσφαιρα είναι σε θέση να ταξιδέψει σε μεγάλες αποστάσεις. Παραδείγματος χάριν, το ηφαίστειο του όρους Pinatubo εξερράγη το 1990 και έστειλε τόση τέφρα στην ατμόσφαιρα η οποία ήταν αρκετή ώστε να κρατηθεί για αρκετά χρόνια χαμηλά η μέση θερμοκρασία της γης. Εντούτοις, τα ηφαίστεια απελευθερώνουν επίσης διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο, μέσα στο πέρασμα εκατομμυρίων των ετών, προκαλεί τη θέρμανση του πλανήτη. (Robinson A. et al., 1998).

Να τονισθεί ότι η επίπτωση των ηφαιστειακών εκρήξεων σε κλιματικές μεταβολές μεγάλης κλίμακας δεν είναι σημαντική εκτός αν το ηφαιστειακό νέφος είναι πλούσιο σε διοξείδιο του θείου. Στη στρατόσφαιρα, το αέριο αυτό μετατρέπεται σε θειικά σωματίδια και σταγονίδια διοξειδίου του θείου και αυξάνει την ανάκλαση του ηλιακού φωτός από την ατμόσφαιρα οδηγώντας σε μείωση της μέσης θερμοκρασίας της. (Ρεμουντάκη Ε., 2004)

Γ. Οι επιπτώσεις όζοντος και των σωματιδίων στην ανθρώπινη υγεία

Ποιες οι επιπτώσεις του όζοντος στην υγεία;

Κινδυνεύει η ανθρώπινη υγεία από τα σωματίδια της ατμόσφαιρας και από τη θέρμανση του πλανήτη την οποία αυτά προκαλούν;

Το όζον στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας απορροφά την επικίνδυνη ακτινοβολία για τους ζωντανούς οργανισμούς, αλλά η αύξηση της συγκέντρωσής του στις κατώτερες περιοχές της ατμόσφαιρας

είναι παθογόνος. Η στιβάδα του όζοντος προστατεύει τα έμβια όντα, αλλά ταυτόχρονα συμμετέχει μαζί με τα άλλα αέρια στη διατήρηση της θερμικής ισορροπίας του συστήματος που περιλαμβάνει το περίβλημα της ατμόσφαιρας και της σφαίρας της Γης. Από το 1974 οι Molina και Rowland (με το ιστορικό άρθρο τους) προέβλεψαν το ρόλο των χλωροφθοροανθράκων (CFCs, chlorofluorocarbons) στην καταστροφή της στιβάδας του όζοντος. Οι μεγαλύτερες συνέπειες από τη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος και η αντίστοιχη αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας θα είναι η αύξηση των καρκίνων του δέρματος στον άνθρωπο. (Molina MJ, Rowland., 1974)

Με τη μείωση των επιπέδων του όζοντος, η ατμόσφαιρα χάνει όλο και περισσότερες από τις προστατευτικές ιδιότητες της από τις υπεριώδεις ακτινοβολίες που φτάνουν στη Γη. Υπολογίστηκε ότι περαιτέρω μείωση των επιπέδων του όζοντος στην ατμόσφαιρα κατά 10% θα είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση 300.000 περίπου περιπτώσεων καρκίνου του δέρματος, εκ των οποίων οι 4.500 θα αφορούσαν μελάνωμα. Ωστόσο, οι κύριοι παράγοντες που προδιαθέτουν ένα άτομο να αναπτύξει μελάνωμα είναι το ανοιχτό χρώμα δέρματος, μαλλιών και ματιών, η τακτική έκθεση στον ήλιο αλλά και η προϊστορία εγκαυμάτων από τον ήλιο. (<http://portal.kathimerini.gr>-2007)

Η σχέση μεταξύ της ηλιακής έκθεσης, ειδικά της διαλείπουσας, και του κακοήθους μελανώματος έχει τεκμηριωθεί καλά. Υποστηρίζεται επίσης ότι η έκθεση στην παιδική ηλικία στο ηλιακό φως αποτελεί παράγοντα κινδύνου εμφάνισης κακοήθους μελανώματος, ειδικά αν έχει προηγηθεί έγκαυμα. (Info Derma., 2004)

Σε μεγάλο κίνδυνο βρίσκονται τα παιδιά, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας, περίπου το 80%, το προσλαμβάνουμε μέχρι την ηλικία των 21 ετών, ενώ ένα μεγάλο μέρος της πρόσληψης ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται μέσα στο πλαίσιο των σχολικών δραστηριοτήτων.

Υπολογίζεται ότι ένας στους δύο Έλληνες έχει πάθει ηλιακό έγκαυμα πριν κλείσει το 18ο έτος της ζωής του, ενώ οι ειδικοί προειδοποιούν ότι πέντε εγκαυματα κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας τριπλασιάζουν τον κίνδυνο να αναπτύξει κάποιος καρκίνο του δέρματος στην ηλικία των 50 ετών.

(Κατσάμπας Α., 2008)

Τα μελανοειδή καρκινώματα (κακοήθη μελανώματα) οφείλονται σε μελανοκύτταρα που μεταλλάσσονται σε καρκινικά. Τα μελανώματα είναι πολύ επικίνδυνα διότι υπάρχει ο κίνδυνος μετάστασης. (Εικόνα 2). Γι' αυτό είναι πολύ σημαντική η πρόωμη διάγνωσή τους, ώστε να αφαιρεθούν χειρουργικά πριν προλάβουν να εξαπλωθούν.



Εικόνα 2 παρουσιάζεται ένα τύπος μελανώματος

Το ανοσοποιητικό σύστημα είναι το σύστημα άμυνας του οργανισμού απέναντι σε μολύνσεις και στη καρκινογένεση. Αν και τα αποτελέσματα των ερευνών βρίσκονται ακόμα σε πρώιμο στάδιο, υπάρχουν αυξανόμενες ενδείξεις ότι προκαλείται καταστολή της ανοσοβιολογικής απόκρισης εξαιτίας έντονης ή και χαμηλής έντασης έκθεσης σε υπεριώδη ακτινοβολία. Πειράματα έχουν δείξει ότι έκθεση σε UV καθορίζει τη πορεία και την έκβαση των δερματικών καρκίνων. Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι χορήγηση φαρμάκων για την καταστολή της ανοσοβιολογικής απόκρισης αυξάνει τη πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου του δέρματος. Επομένως, πέρα από το ρόλο της UV στην αρχική εμφάνιση του καρκίνου, η έκθεση σε UV μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα του ανοσοποιητικού συστήματος στην αντιμετώπιση του καρκίνου. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι έκθεση ακόμα και σε περιβαλλοντολογικά επίπεδα υπεριώδους ακτινοβολίας έχει σαν αποτέλεσμα τη μεταβολή της κατανομής και της δραστηριότητας των κυττάρων του ανοσοποιητικού συστήματος, επομένως μπορεί να αυξήσει τη πιθανότητα μολύνσεων από ιούς, βακτήρια, παράσιτα ή μύκητες και να μειώσει την αποτελεσματικότητα των εμβολιασμών. Καθώς οι εμβολιασμοί γίνονται για προληπτική αντιμετώπιση έντονα μολυσματικών ασθενειών, ακόμα και μια μικρή μείωση της αποτελεσματικότητάς τους μπορεί να επιβαρύνει κατά πολύ την επίδραση στη δημόσια υγεία.

(WHO factsheet .,1999 , AGNIR.,2002 , ICNIRP.,2004)

Μετρήσεις έδειξαν εξάλλου ότι η υπεριώδης ακτινοβολία αυξάνεται κατά περίπου 10% κάθε 1000 μέτρα από το έδαφος γι' αυτό και ο κίνδυνος εγκαυμάτων αυξάνεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο.

Η υπεριώδη ακτινοβολία επιδρά και στα μάτια λόγω της έλλειψης του όζοντος.

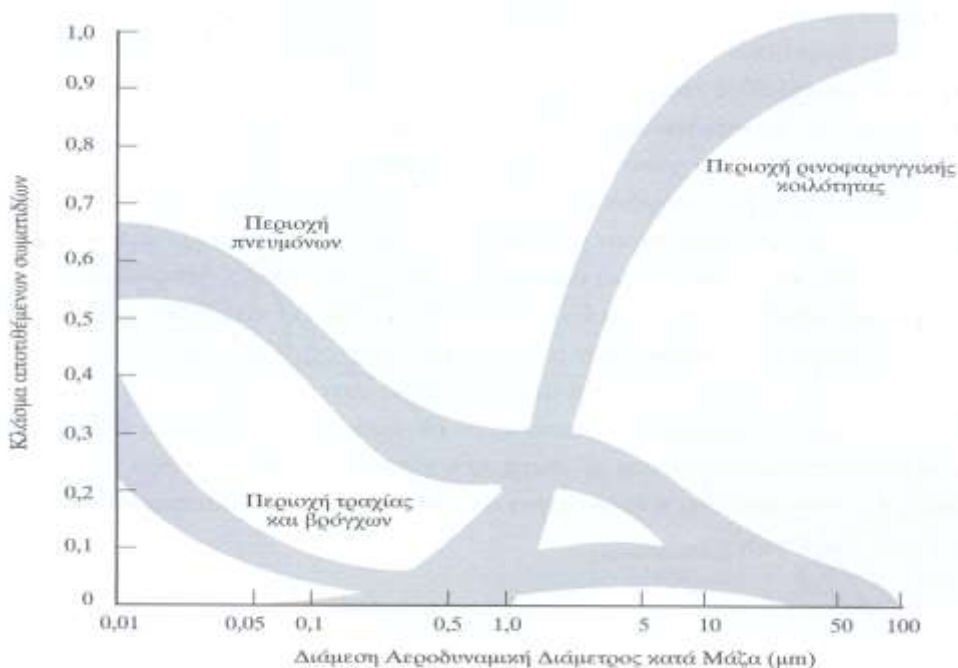
Η μακροχρόνια έκθεση των ματιών στην υπεριώδη ακτινοβολία και φυσικά και στους τρεις τύπους της υπεριώδους ακτινοβολίας μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις για την υγεία τους. Επιστημονικές έρευνες και μελέτες έχουν δείξει ότι η έκθεση ακόμα και σε μικρά ποσά υπεριώδους ακτινοβολίας για περίοδο πολλών ετών μπορεί να αυξήσει τόσο την πιθανότητα ανάπτυξης καταρράκτη όσο και να προκαλέσει βλάβες στην ωχρά κηλίδα που δεν είναι αναστρέψιμες και μπορεί να οδηγήσουν σε ηλιακή εκφύλιση της. (Στηθοσκόπιο του χώρου της υγείας ., 2008, Dermatology 2008)

Οι επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στην υγεία αφορούν κυρίως το αναπνευστικό σύστημα.

Ένας ενήλικας αναπνέει περίπου 10.000 λίτρα αέρα κάθε μέρα. Άρα, η ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα που αναπνέουμε διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία και στη ποιότητα της ζωής. Παγκοσμίως, η ατμοσφαιρική ρύπανση θεωρείται υπεύθυνη για μεγάλο αριθμό θανάτων, αλλά και ασθενειών του αναπνευστικού/καρδιαγγειακού συστήματος. Σήμερα, η ατμοσφαιρική ρύπανση στις πόλεις μας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων, ειδικά για αυτούς που ζουν στα αστικά κέντρα.

Η ικανότητα του αναπνευστικού συστήματος να προστατεύεται από τη σωματιδιακή ύλη καθορίζεται κυρίως από το μέγεθος των σωματιδίων. Όσον πιο μικρά είναι τα σωματίδια, τόσο πιο πολύ αυξάνει η πιθανότητα εισχώρησης τους στην αναπνευστική περιοχή των πνευμόνων, όπου εναποτίθενται κυρίως στις κυψελίδες των πνευμόνων και με την πάροδο του χρόνου επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία των ανθρώπων.

Στην εικόνα 3 που ακολουθεί παρουσιάζεται μια πρόβλεψη της απόθεσης των σωματιδίων διαφόρων μεγεθών στα διάφορα μέρη του αναπνευστικού συστήματος. Κάθε μια από τις σκιαζόμενες περιοχές δείχνει το εύρος της απόθεσης για μια δεδομένη (αεροδυναμική) διάμετρο σωματιδίων (Ρεμουντάκη Ε., 2004).



Εικόνα 3. Προβλέψεις απόθεσης σωματιδίων στα διάφορα μέρη του αναπνευστικού συστήματος που βασίζονται σε προσομοίωση που προτάθηκε. Πηγή: Spengler J., Wilson R., 1996.

Παρατηρούμε στο παραπάνω σχήμα ότι στη ρινοφαρυγγική κοιλότητα αντιστοιχούν σωματίδια μεγάλης διαμέτρου. Αντίθετα, το μέγιστο της απόθεσης στους πνεύμονες αντιστοιχεί στις μικρές διαμέτρους. Τέλος, η καμπύλη που αντιστοιχεί στην τραχεία και στους βρόχους καλύπτει ευρύ φάσμα διαμέτρων με σχετικά χαμηλά ποσοστά απόθεσης. Το μέγεθος των σωματιδίων είναι σημαντικό, καθώς αυτό είναι που καθορίζει το σημείο της αναπνευστικής οδού όπου θα εναποτεθεί το σωματίδιο, καθώς και το πόσο γρήγορα και με ποιο τρόπο θα απομακρυνθεί. Ωστόσο, δεν είναι μονάχα το πλήθος των σωματιδίων σε ένα συγκεκριμένο εύρος διαμέτρου που είναι σημαντικό, αλλά και η χημική σύσταση του αερολύματος. Η χημική σύσταση είναι εκείνη που καθορίζει κατά κύριο λόγο το πως θα αντιδράσει ένα ανθρώπινο όργανο ή σημείο όταν έρθει σε επαφή με τα σωματίδια. Είναι γνωστό ότι πολλά σωματίδια λειτουργούν ως μεταφορείς άλλων σωματιδίων ή αερίων χημικών ουσιών τα οποία απορροφώνται ή προσροφώνται στο αρχικό σωματίδιο. Αυτά τα μεταφερόμενα χημικά είδη μπορούν να προκαλέσουν διάφορα προβλήματα υγείας (Oberdorster O. et al., 1995).

Τα λεπτά σωματίδια, πέρα από τις συνέπειες που μπορούν να προκαλέσουν στην αναπνευστική λειτουργία, μπορούν λόγω του μεγέθους τους να διανύσουν σχετικά σύντομα μεγάλες αποστάσεις καθώς και να εισχωρήσουν στο εσωτερικό των κτιρίων συμβάλλοντας έτσι στην μόλυνση των εσωτερικών χώρων, που αποτελεί ένα ακόμη σημαντικό πεδίο έρευνας τα τελευταία χρόνια. Επιπλέον, χημικές μετατροπές μπορούν να δημιουργήσουν ή να εμπλουτίσουν τα αερολύματα της ατμόσφαιρας με ουσίες ικανές να προκαλέσουν μεταλλάξεις ή/και καρκινογενέσεις (Utell M. and Samet J., 1996).

Ιδιαίτερα επιβλαβητικό είναι για την ατμόσφαιρα του σπιτιού το κάπνισμα. Μείγμα επικίνδυνων αερίων σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις, που απειλούν άμεσα την υγεία μας, κατέγραψαν επιστήμονες σε 50 κατοικίες στο Κερατσίνι, τον Πειραιά, τη Νίκαια, την Καλλιθέα, το Χαλάνδρι, τα Πατήσια, του Ζωγράφου, την Καισαριανή, το Καματερό, το Μενίδι και τη Ραφήνα. Από τις μετρήσεις των επιστημόνων της Ομάδας Κτιριακού Περιβάλλοντος του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών προκύπτει ότι ρύποι όπως οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs) και τα αιωρούμενα σωματίδια (PM-10 και PM-2,5) εμφανίζονται σε συγκεντρώσεις που ξεπερνούν κατά πολύ τα ανώτατα επιτρεπτά όρια και τα πρότυπα που ορίζει ο ευρωπαϊκός κανονισμός για την ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Πρόκειται για ρύπους που έχουν πολύ σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Ιδιαίτερα τα αιωρούμενα σωματίδια PM-10 και PM-2,5, τα οποία προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον, από τον καπνό του τσιγάρου, τις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης και όσες συσκευές έχουν ανοιχτές εστίες φωτιάς, χαρακτηρίζονται συχνά «φονιάδες».

Ευθύνονται για την εμφάνιση άσθματος, αναπνευστικών και πνευμονικών προβλημάτων, ενώ λόγω της πολύ μικρής διάστασής τους (10 ή 2,5 χιλιοστά) δεν φιλτράρονται από τους πνεύμονες. Σύμφωνα με τις μετρήσεις, στα 21 από τα 50 σπίτια, η συγκέντρωση σωματιδίων PM-2,5 ξεπερνά το όριο των 65 μικρογραμμάτων ανά κυβικό μέτρο ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις οι συγκεντρώσεις είναι διπλάσιες. Ακόμη χειρότερη είναι η εικόνα για τα PM-10: Στα 47 από τα 50 σπίτια, δηλαδή σε ποσοστό 94%, η παρατηρούμενη συγκέντρωση υπερβαίνει το όριο που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση και είναι τα $55\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Δεν είναι λίγα, δε, τα σπίτια όπου οι συγκεντρώσεις των PM-10 φτάνουν ή ξεπερνούν τιμές όπως τα 400 ή $500\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ως προς το τι προκαλεί τη μόλυνση του περιβάλλοντος ακόμα και μέσα στα σπίτια μας, οι επιστήμονες την αποδίδουν στη μεγάλη συγκέντρωση των ρύπων αυτών στο εξωτερικό περιβάλλον, στον κακό αερισμό, στο κάπνισμα, στο τηγάνισμα και στη χρήση ακατάλληλων θερμαντικών μέσων, με χειρότερο τη σόμπα πετρελαίου. Σε ότι αφορά τις πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs), η συντριπτική πλειονότητα των μετρήσεων σε όλες τις περιοχές, με εξαίρεση τη Νίκαια, υπερβαίνουν κατά 70% το όριο των 0,05 ppm (μέρη ανά εκατομμύριο), το οποίο συνδέεται με ένα αίσθημα δυσφορίας. (ecocity., 2004).

Τα μικροσκοπικά σωματίδια των ατμοσφαιρικών ρύπων, μεγέθους μικρότερου από το ένα δέκατο του πάχους μιας ανθρώπινης τρίχας, μπορεί να προκαλούν:

Θρόμβωση του αίματος – εμφράγματα

Θρόμβωση του αίματος, ανακοίνωσαν αμερικανοί επιστήμονες. Το εύρημά τους εξηγεί πώς μπορεί να προκαλεί έμφραγμα και εγκεφαλικό η ατμοσφαιρική ρύπανση. Μεγάλες πληθυσμιακές μελέτες έχουν δείξει ότι οι ατμοσφαιρικοί ρύποι που εκπέμπονται από φορτηγά, λεωφορεία και εργοστάσια που καίνε κάρβουνο αυξάνουν τον κίνδυνο μοιραίων εμφραγμάτων και εγκεφαλικών. Ωστόσο, οι επιστήμονες δεν ήξεραν έως πρότινος πώς ακριβώς αυτά τα μικροσκοπικά σωματίδια μπορεί να κοστίσουν τη ζωή.

Πρόσφατες έρευνες απέδειξαν ότι τα μικροσωμάτια όταν τα εισπνεύσουμε λόγω των απειροελάχιστων διαστάσεών τους είναι δυνατόν από τους πνεύμονες να καταλήξουν μέσα στο κυκλοφορικό μας σύστημα.

Η καταστροφή των μακροφάγων εξαιτίας της εισβολής των μικροσωματίων στον οργανισμό μπορεί να αποδειχθεί θανατηφόρα για όσους διατρέχουν κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων.

Οι μακροφάγοι αποτελούν το βασικό δομικό υλικό των αθηρωματικών πλακών στα τοιχώματα των αρτηριών. Η συγκέντρωση τέτοιων στρωμάτων παρεμποδίζει τη φυσιολογική ροή του αίματος, ενώ η διάρρηξή τους προκαλεί τη δημιουργία θρόμβων, που μπορεί να πυροδοτήσουν καρδιακή προσβολή ή εγκεφαλικό επεισόδιο. (kathimerini., 2005).

2. Φλεγμονές

Την ίδια απάντηση την επιβεβαιώνει η νέα μελέτη. «Τώρα ξέρουμε ότι προκαλούν φλεγμονή στους πνεύμονες, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο από καρδιαγγειακή νόσο», είπε ο Δρ Γκόγκχαν Μουτλού από το Πανεπιστήμιο Northwestern του Σικάγου, ο οποίος μελέτησε τις επιδράσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων σε ποντίκια.

Όπως εξήγησαν στην «Επιθεώρηση Κλινικής Διερεύνησης» ο Δρ Μουτλού και οι συνεργάτες του, οι πνεύμονες που παθαίνουν φλεγμονή εξαιτίας της ρύπανσης εκκρίνουν ιντερλευκίνη-6, μία ουσία του ανοσοποιητικού συστήματος η οποία έχει αποδειχθεί ότι διευκολύνει τη θρόμβωση του αίματος.

Η νέα μελέτη δημοσιεύεται μόλις μία εβδομάδα έπειτα από τη δημοσίευση μίας άλλης μελέτης στην «Ιατρική Επιθεώρηση της Νέας Αγγλίας», η οποία έδειξε ότι η εισπνοή των αναθυμιάσεων του ντίζελ επηρεάζει αρνητικά ανθρώπους που επιζούν από ένα έμφραγμα, καθώς διαταράσσει την ικανότητα του οργανισμού τους να διασπά τους θρόμβους του αίματος. Στη νέα μελέτη, οι ερευνητές εξέθεσαν ποντίκια σε σωματίδια ρύπων τα οποία είχε συγκεντρώσει η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (EPA) των ΗΠΑ. Τα σωματίδια αναμείχθηκαν με διάλυμα αλατόνευρου και εγχύθηκαν στους πνεύμονες των ποντικιών. Μέσα σε μόλις 24 ώρες, τα επίπεδα της ιντερλευκίνης-6 είχαν 15πλασιαστεί στους πνεύμονες των ζώων, τα οποία άρχισαν να παρουσιάζουν θρομβώσεις (Mutlu G.M. et al, 2007).

Το χρονικό όριο των 24 ωρών είναι ιδιαίτερα σημαντικό, διότι κλινικές μελέτες σε ανθρώπους έχουν δείξει ότι σε μέρες που η ρύπανση ξεπερνάει τα όρια ασφαλείας παρατηρείται κατακόρυφη αύξηση των εμφραγμάτων.

Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι πλειοψηφία των αιωρούμενων σωματιδίων λόγω του μικρού μεγέθους τους διαφεύγει στην ατμόσφαιρα και προκαλούν σημαντικά προβλήματα υγείας καθώς εισέρχονται βαθύτερα στην αναπνευστική οδό. Μάλιστα, ορισμένα από αυτά, όπως οι αρωματικοί πολυκυκλικού υδρογονάνθρακες, θεωρείται ότι έχουν άκρως μεταλλαξιογόνα και καρκινογόνα δράση.

Τα σωματίδια που παράγονται από τις καύσεις για την κίνηση των τροχοφόρων οχημάτων και από άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, και τα επίπεδα τους, ειδικά στα μεγάλα αστικά κέντρα έχουν προβληματίσει ιδιαίτερα τους ερευνητές. Μάλιστα, πρόσφατες επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι μια πιθανή αύξηση στη συγκέντρωση των εισπνευσίμων (inhaled) σωματιδίων κατά $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ θα προκαλέσει 1% αύξηση στην πρόωρη παιδική θνησιμότητα (Premaure mortality) (Schwartz J., 1994).

Η θνησιμότητα συσχετίζεται και με το κλίμα. Πιο συγκεκριμένα, όσο ανεβαίνει ο υδράργυρος τόσο αυξάνεται η θνησιμότητα. Σε σχετικά κρύες πόλεις η αύξηση των μικροσωματιδίων κατά $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ αντιστοιχεί σε αύξηση της θνησιμότητας κατά 0,29% ενώ σε θερμές πόλεις (όπως η Αθήνα, η Βαρκελώνη κ.ά.) κατά 0,82%. Το μόνο θετικό όσον αφορά την Αθήνα είναι ότι το ποσοστό των ηλικιωμένων είναι μικρότερο σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές πόλεις.

Στον πίνακα 2 καθορίζονται το άνω και κάτω όριο εκτίμησης της συγκέντρωσης των σωματιδίων PM -10 και 2,5 στον ατμοσφαιρικό αέρα εντός ζώνης ή οικισμού και στο πίνακα 3 δίνονται οι οριακές τιμές των σωματιδίων PM-10 που αφορούν την υγεία του ανθρώπου

Πίνακας 2 όρια εκτίμησης της συγκέντρωσης των σωματιδίων PM -10 και 2,5 στον ατμοσφαιρικό αέρα εντός ζώνης ή οικισμού (EEK 2005)

	Μέσος όρος 24 ωρών	Μέσος ετήσιος όρος PM ₁₀	Μέσος ετήσιος όρος PM _{2,5}
Άνω όριο εκτίμησης	$30\mu\text{g}/\text{m}^3$, δεν πρέπει να υπερβαίνεται περισσότερο από 7 φορές σε ένα ημερολογιακό έτος	$14\mu\text{g}/\text{m}^3$	$10\mu\text{g}/\text{m}^3$
Κάτω όριο εκτίμησης	$20\mu\text{g}/\text{m}^3$, δεν πρέπει να υπερβαίνεται περισσότερο από 7 φορές	$10\mu\text{g}/\text{m}^3$	$7\mu\text{g}/\text{m}^3$

	σε ένα ημερολογιακό έτος 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
--	--	--	--

Πίνακας 3. Οριακές τιμές των σωματιδίων PM-10 που αφορούν την υγεία του ανθρώπου (ΕΕΚ 2005)

PM ₁₀			
1 ημέρα	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ δεν επιτρέπεται υπέρβαση του περισσότερες από 35 ημέρες σε ένα ημερολογιακό έτος	50%	
Ημερολογιακό έτος	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20%	

Συμπεράσματα

Τα τελευταία χρόνια έχουμε ραγδαία αύξηση των σωματιδίων ανθρωπογενούς προέλευσης στην ατμόσφαιρα.

Τα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας έχουν προκαλέσει άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη.

Τα τελευταία χρόνια αυξήθηκαν οι καρκινογενέσεις, οι αλλεργίες, οι θρομβώσεις, τα εγκεφαλικά και τα νοσήματα του αναπνευστικού.

Η προστασία της ατμόσφαιρας είναι ένα περιβαλλοντικό ζήτημα που θα έχει πρωταρχική θέση στις κοινοτικές πολιτικές του επόμενου αιώνα, επηρεάζοντας ευρύ φάσμα πολιτικών όπως στον τομέα της ενέργειας, των μεταφορών και της πολεοδομίας.

Οι κοινοτικές δραστηριότητες για την προστασία της ατμόσφαιρας καλύπτουν ευρύ φάσμα προβλημάτων: περιορισμό της εξάντλησης του όζοντος της στρατόσφαιρας, έλεγχο της οξίνισης, του όζοντος της τροπόσφαιρας και άλλων ρύπων καθώς και αλλαγή του κλίματος

Απαιτείται ανάπτυξη τεχνολογιών και μέσων μεταφοράς που θα βασίζονται λιγότερο ή και θα είναι ανεξάρτητα από καύσιμα υλικά. Οι ήπιες μορφές ενέργειας (ηλιακή, αιολική, γεωθερμική) μπορεί να βοηθήσουν στην κατεύθυνση αυτή. Οι επιπτώσεις από το φαινόμενο του θερμοκηπίου δεν περιορίζονται στα σύνορα κρατών, αλλά αποτελούν παγκόσμια προβλήματα και απαιτείται διεθνής συνεργασία και χάραξη κοινής πολιτικής από όλα τα κράτη.

Βιβλιογραφία

- ΕΕΚ (2005). Επιτροπή των Ευρωπαϊκών κοινοτήτων. *Οδηγίες του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη*. Βρυξέλλες. {SEC (2005)1133}.
- Κατσάμπα Α καθηγητής Δερματολογίας. Ημέρα Μελανώματος και της Ελληνικής Εβδομάδας κατά του καρκίνου του δέρματος 7-11 Μαΐου 2008)
- Ντάφης Σ. (2001). *Δασοκομία πόλεων*. Εκδ. Art of Text. Θεσσαλονίκη. Σελ. 22-25.
- Ρεμουντάκη Εμμανουέλα, (2004). *Η ατμόσφαιρα ως αποδέκτης αποβλήτων*. Τόμος Γ. Εκδότης ΕΑΠ, Πάτρα.Σελ.95-279.
- Στηθοσκόπιο του χώρου της υγείας Αρ. φύλλου 139. Έκδοση: Μαϊάνδρος ΕΠΕ. Μάιος-Ιούνιος 2008
- AGNIR. Advisory group on non-ionising radiation health. Effects from ultra-violet radiation. Documents of the NRPB 13 (1). 2002.
- Cess R.D., M.H.Zhang , G.L.Potter,et., (1997). *Comparision of the seasonal change in cloud-radiative forcing from atmospheric general circulation models and satellite observations*. Res.,102,16593-16603.
- Info Derma Τεύχος 53 Ιούλιος-Αύγουστος 2004 Διμηνιαίο Δελτίο Δερματολογικής ενημέρωσης ICNIRP. Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation). 2004
- Lohmann U., and J.Feichter, (1997). *Impact of sulfate aerosols on albedo and lifetime of clouds:a sensivity study with the ECHAM4 GGM*, J.Geophys.Res.,102,13685-13700.
- Molina MJ, Rowland FS. Stratospheric sink for chlorofluoromethane: chlorine atom-catalysed destruction of ozone. Nature, 1974, **249**: 810-812
- Mutlu G. M., D. Green, A. Bellmeyer, C. M. Baker, Z. Burgess, N. Rajamannan, J. W. Christman, N. Foiles, D. W. Kamp, A. J. Ghio, N. S. Chandel, D. A. Dean, J. I. Sznajder, and G.R. S. Budinger (2007). *Ambient particulate matter accelerates coagulation via an IL-6 dependent pathway*, Chicago.
- Recent Trendw in incidence of Cutaneous Melanoma among US Caucasian Young Adults,Journal of investigative Dermatology 2008 ; 10.1038/jid.2008.159,advance on line publication ,10 Ιουλίου 2008-10-08
- Robinson Arthur B., Salliel Baliunas, Willie Soon Zachary W. Robinson (1998). *Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide* Washington.
- Schwartz J., (1994). *Air pollution and daily mortality: a review and metaanalysis*, *Envirom. Research*,64,36-52.

Twomey S.(1974).*Pollution on the planetary albedo* ,Atmos.Envirom.,8,1251-1256.

Oberdorster O.,Gelein R.M.,Ferin J.,Weiss B.,(1995). *Association of particulate air pollution and acute mortality: involvement of yltrafine particles*,Inhalation Toxicology,7,111-124.

WHO factsheet No 227. Ultraviolet radiation: Solar radiation and human health. 1999

Utell M., Samet J., (1996). *Airborne particle-sand respiratory disease: clinical and pathogenetic considerations in particles in our air* ,Harvard University Press.

Πηγές

http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_world_801249_22/02/2005_134726

http://portal.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_kathextra_21_29/10/2007_209863

<http://www.ecocity.gr/main.php?cat=27&art=88>

