



ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τρύπα του όζοντος ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο το στρώμα του όζοντος που βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας της Γης μειώνεται σε πάχος πάνω από την Ανταρκτική. Επειδή το λεπτότερο σημείο του είναι πάνω από τον Νότιο Πόλο, η μείωση του πάχους του στρώματος έχει ως αποτέλεσμα την ονομαζόμενη «τρύπα». Στο στρώμα του όζοντος, λόγω του ότι το όζον , προστατεύει από την ηλιακή ακτινοβολία απορροφώντας σημαντικό τμήμα της υπεριώδους, η δημιουργία της τρύπας του όζοντος έχει σημαντικά αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία. Επίσης αυξάνει την θερμοκρασία στον πλανήτη και βοηθάει αρνητικά στο λιώσιμο των πάγων. Το φαινόμενο αυτό θεωρείται πως δημιουργήθηκε από υπερβολική χρήση χλωριοφθορανθράκων (CFC)

Που χρησιμοποιούνταν σε κλιματιστικά και γενικά σε ψυκτικές συσκευές. Στην επέκταση του επίσης συμβάλλουν τόσο τα καυσαέρια όσο και τα αέρια απόβλητα των εργοστασίων.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> « Ο ρόλος της ατμόσφαιρας»

Συχνά θεωρείται δεδομένη η ύπαρξη της ατμόσφαιρας. Η ατμόσφαιρα, βασική προϋπόθεση για όλες τις μορφές ζωής πάνω στη Γη, είναι το σύνολο των στρωμάτων των αερίων, των ατμών και των υγρών και στερεών σωματιδίων που εκτείνονται από τη γήινη επιφάνεια μέχρι τα όρια του δια- πλανητικού διαστήματος. Η ατμόσφαιρα αποτελεί ένα περίβλημα της Γης, απομονώνοντας την επιφάνεια της, μη αφήνοντας τη θερμότητα να διαφεύγει και διατηρώντας τη θερμοκρασία σε ανεκτά επίπεδα. Η ατμόσφαιρα φιλτράρει τις επιβλαβείς ηλιακές ακτινοβολίες ή αναχαιτίζει τους μετεωρίτες πριν πέσουν στη γήινη επιφάνεια. Αποτελεί επίσης απαραίτητη προϋπόθεση για τις ραδιοεπι- κοινωνίες, γιατί μερικά στρώματα της ατμόσφαιρας αντανακλούν και ξαναστέλνουν στη γήινη επιφάνεια τα ραδιοκύματα.

Τα διάφορα στρώματα της ατμόσφαιρας διακρίνονται μεταξύ τους ανάλογα με τη χημική τους σύσταση, τη θερμοκρασία, το ύψος, τις ηλεκτρικές ιδιότητες και την ένταση της τυρβώδους κίνησης του αέρα σ' αυτά. Το πάχος των στρωμάτων αυτών μεταβάλλεται ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, την περίοδο του έτους και της ημέρας. Ο αέρας στην κατώτερη ατμόσφαιρα αποτελείται από ένα σταθερό συνήθως μίγμα αερίων, μοριακών στοιχείων και ιχνοστοιχείων, εκτός από τους υδρατμούς, των οποίων η ποσότητα είναι μεταβλητή. Οι κατακόρυφες μετατοπίσεις των αερίων της ατμόσφαιρας, όταν θερμαίνονται ή ψύχονται, και οι οριζόντιες, που οφείλονται σε μεταβολές των βαρομετρικών πιέσεων, προκαλούν τη μετακίνηση μαζών αέρα, οι οποίες με τη σειρά τους προσδιορίζουν τις μεταβολές των καιρικών συνθηκών. Η στρατόσφαιρα εκτείνεται από το ανώτερο όριο της τροπόσφαιρας μέχρι 48 χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της Γης.

Διακρίνεται από την τροπόσφαιρα από την έλλειψη υδρατμών, από τη χαμηλή πυκνότητα της και από τις μεταβολές της θερμοκρασίας. Ενώ στην τροπόσφαιρα η θερμοκρασία μειώνεται με την αύξηση του ύψους, στη στρατόσφαιρα συμβαίνει το αντίθετο. Η τάση αυτή αντιστρέφεται ξανά στη μεσόσφαιρα, όπου η θερμοκρασία μειώνεται σταδιακά ενώ πλησιάζουμε τα ανώτερα όρια της, σε ύψος 88 χιλιομέτρων. Οι διάφοροι αυτοί τύποι μεταβολών της θερμοκρασίας είναι σημαντικοί, γιατί συντελούν στο σαφή διαχωρισμό των στρωμάτων της ατμόσφαιρας. Η πρώτη ηφαιστειακή δραστηριότητα στη Γη απελευθέρωσε τεράστιες ποσότητες ατμού, δημιουργώντας, όπως πιστεύεται, τα πρώτα σύννεφα, τις πρώτες βροχοπτώσεις και επομένως τους πρώτους όγκους νερού στη Γη — δηλαδή την υδρόσφαιρα. Η παρουσία του νερού ήταν αποφασιστική για την τελική παραγωγή του οξυγόνου, που είναι απαραίτητο για τη ζωή.

Η ποσότητα οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ρυθμίζεται σήμερα από πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις, στις οποίες συμμετέχουν μικροσκοπικοί υδρόβιοι οργανισμοί, τα τρηματοφόρα, καθώς και ορισμένα πετρώματα της λιθόσφαιρας. Η αποτελεσματικότητα αυτού του συστήματος γίνεται φανερή από το γεγονός ότι μόνο το 10% όλου του οξυγόνου που έχει παραχθεί από φωτοσύνθεση βρίσκεται στην επιφάνεια της Γης. Το υπόλοιπο — απορροφημένο στους ωκεανούς και στο έδαφος— πιστοποιεί την αόρατη διαδικασία η οποία έχει διαμορφώσει τη σύνθεση της ατμόσφαιρας της Γης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> « Το Στοιχείο του όζον»

Μια άλλη μορφή του οξυγόνου στην ατμόσφαιρα είναι το όζον (O<sub>3</sub>) που κατά 90% περιέχεται στη Στρατόσφαιρα (σε υψόμετρο από 19 έως 48 χιλιόμετρα, από την επιφάνεια της Γης) και κατά 10% στην Τροπόσφαιρα. Ο φυσικός ρόλος του όζοντος στη Στρατόσφαιρα είναι διττός: α) Θερμαίνει την περιοχή απορροφώντας μέρος της ηλιακής υπεριώδους ακτινοβολίας και β) Δεσμεύει το μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας που, εάν έφτανε στο έδαφος, θα κατέστρεφε το οικοσύστημα. Το όζον, άγνωστο πριν το 1839, είναι ένα αέριο στοιχείο ασταθές, κατ' άλλους ιδιαίτερα, κατ' άλλους σχετικά, που το μόριο του αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου και του οποίου ο χημικός τύπος είναι O<sub>3</sub>. Η ονομασία αυτού του τύπου οξυγόνου προέρχεται από το ρήμα όζω και ήδη από το 1850 είναι γνωστό πως αποτελεί "φυσικό συστατικό της ατμόσφαιρας". Όπως είναι γνωστό, η ατμόσφαιρα αποτελείται από την τροπόσφαιρα, το στρώμα δηλαδή εκείνο που βρίσκεται πιο κοντά στη γη, από τη στρατόσφαιρα, από τη μεσόσφαιρα, από τη θερμόσφαιρα O + O και την εξώσφαιρα. Από τα 70 χλμ. και πάνω διακρίνουμε δύο ατμοσφαιρικά στρώματα, την ιοντόσφαιρα και τη μαγνητόσφαιρα. Συγκεντρώσεις όζοντος απαντώνται τόσο στην τροπόσφαιρα όσο και στη στρατόσφαιρα. Το όζον σε γενικές γραμμές φτιάχνεται από το μοριακό οξυγόνο με την προσθήκη ενός ακόμη ατόμου οξυγόνου, που δημιουργείται από τη δράση της υπεριώδους ακτινοβολίας.

<b>O+O<sub>2</sub></b>	-----→	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>(1)</b>
<b>O<sub>2</sub>+hf</b>	-----→	<b>O+O</b>	<b>(2)</b>

Η αντίδραση (1), που είναι γραμμένη σε όλα τα σχολικά βιβλία, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ελεύθερη περιοχή, μόνο με τη συμμετοχή του ατομικού και μοριακού οξυγόνου, επειδή ελευθερώνεται ενέργεια την οποία χρησιμοποιεί το όζον για να διασπασθεί εκ νέου. Αυτό συμβαίνει γιατί το όζον δεν έχει αρκετούς βαθμούς ελευθερίας, ώστε να κατανείμει ολόκληρη την ελευθερούμενη ενέργεια, εσωτερικά.

Με αυτήν την πυκνότητα του όζοντος που αναφέρθηκε πιο πάνω, θα μπορούσε να αναπτυχθεί όλο το στρώμα του όζοντος μέσα σε 100 δευτερόλεπτα. Αλλά αυτό δεν συμβαίνει, εξ' αιτίας της αργής αντίδρασης (2), η οποία δεν μπορεί να παράγει γρήγορα τα αναγκαία ατομικά οξυγόνα για την δημιουργία του όζοντος. Ενώ το O<sub>2</sub> φθάνει στην ατμόσφαιρα από την φωτοσύνθεση στα φυτά και εκτός από το μοριακό άζωτο, πρέπει να παραχθούν για το σχηματισμό του όζοντος μέσα στη στρατόσφαιρα και τα απαραίτητα άτομα O, κατά συνεχή τρόπο και σε μικρές ποσότητες. Αυτή διαδικασία γίνεται μέσω της ενέργειας της υπεριώδους (UV) ακτινοβολίας του ήλιου, η οποία είναι σε θέση να διαχωρίσει το μοριακό O<sub>2</sub> σε άτομα.

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> «Τι προβλήματα προκαλεί στους ανθρώπους το επιφανειακό όζον»**

Οι πιθανές επιδράσεις του επιφανειακού όζοντος εξαρτώνται από το μέγεθος της έκθεσης σε αυτό. Κατά τη βραχεία έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκληθεί ερεθισμός της μύτης, του λάρυγγα, βήχας, επίπονη αναπνοή, και εξασθένηση των λειτουργιών των πνευμόνων. Σε άτομα που ασκούνται αργά το απόγευμα και νωρίς το πρωί - τις ώρες της ημέρας που συνήθως εμφανίζονται οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις των ρύπων - μπορεί να εμφανιστεί πόνος κατά την αναπνοή, το πιο σύνηθες σύμπτωμα της έκθεσης στο όζον. Γενικά η βραχυχρόνια έκθεση (1-2 ώρες) στο όζον μπορεί να οδηγήσει σε ερεθισμό των πνευμόνων, μείωση της ικανότητας για αναπνοή προκαλώντας δύσπνοια, μείωση της απόδοσης των αθλητών, πόνο κατά τη βαθιά αναπνοή, βήχα, σφίξιμο στο στήθος και δυσφορία, αύξηση της ευαισθησίας σε ασθένειες του πνευμονικού συστήματος, όπως πνευμονία και βρογχίτιδα, αύξηση της ευαισθησίας στις αλλεργίες, όξυνση ασθενειών του πνευμονικού συστήματος όπως είναι το άσθμα και το εμφύσημα. Μακροχρόνια έκθεση στο όζον σε χαμηλές συγκεντρώσεις μπορεί να επηρεάσει την ελαστικότητα των πνευμόνων και την ικανότητα τους να ανθίστανται στις ασθένειες, προκαλώντας πρόωρη γήρανση τους. Τα παιδιά, οι ηλικιωμένοι, οι ασθματικοί, και όσοι πάσχουν από χρόνια πνευμονικά προβλήματα είναι περισσότερο ευάλωτοι από τον υπόλοιπο πληθυσμό στην επίδραση του όζοντος. Η μακροχρόνια έκθεση μπορεί να οδηγήσει σε υψηλό κίνδυνο εμφάνισης πνευμονικών νόσων, πρόωρη γήρανση και μείωση της ικανότητας των πνευμόνων. Όταν το όζον εισέρχεται στους πνεύμονες, μεταβάλλει τη δομή των κυττάρων των τοιχωμάτων των πνευμόνων. Αυτό επιτρέπει στα λευκά αιμοσφαίρια να εισέλθουν από το αίμα στους πνεύμονες. Τα λευκά αιμοσφαίρια εκκρίνουν ουσίες που αντιδρούν με τα τοιχώματα των πνευμόνων και προκαλούν ερεθισμό ή οίδημα σε όλο το αναπνευστικό σύστημα, συμπεριλαμβανομένης και της μύτης. Αυτή η φλεγμονώδης αντίδραση μειώνει τον όγκο των διόδων των πνευμόνων προκαλώντας μείωση της πνευμονικής λειτουργίας, που προκαλεί τα τυπικά συμπτώματα της έκθεσης στο όζον: βήχα, σφίξιμο του στήθους, δυσφορία, πόνο κατά τη βαθιά αναπνοή, και δύσπνοια. Σε υψηλές συγκεντρώσεις εμφανίζονται μη πνευμονικά συμπτώματα όπως ναυτία, ερεθισμός των ματιών και πονοκέφαλος.



### 3.1 Αίτια του προβλήματος

Βασικότερη αιτία του φαινομένου είναι αποδεδειγμένα η εκπομπή χλωριοφθορανθράκων στην ατμόσφαιρα. Οι χλωροφθοράνθρακες (CFC), όπως δείχνει και το όνομά του, περιέχουν χλώριο, το οποίο είναι ιδιαίτερα καταστροφικό για το όζον. Ενδεικτικά, 1 μόριο χλωρίου καταστρέφει μέχρι και 100.000 μόρια όζοντος πριν την αδρανοποίησή του. Μια ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Φωτοχημείας και Χημικής Κινητικής του Πανεπιστημίου της Κρήτης το 2009 σε συνεργασία με άλλα 61 ευρωπαϊκά ιδρύματα, εξηγεί τη διαδικασία με την οποία οι χλωροφθοράνθρακες καταστρέφουν το όζον: Οι CFC έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, έτσι μεταφέρονται από την τροπόσφαιρα στην ατμόσφαιρα πριν αδρανοποιηθούν.

Εκεί, παρουσία της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας, διασπώνται ελευθερώνοντας άτομα χλωρίου. Τα άτομα χλωρίου λειτουργούν ως καταλύτες, επιταχύνοντας την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος.

Οι χλωροφθοράνθρακες συναντώνται σε ψυκτικές συσκευές (ψυγεία, κλιματιστικά) και σε σπρέι. Η εκπομπή τους, για προφανείς λόγους, είναι μεγαλύτερη σε πυκνοκατοικημένες και βιομηχανικές περιοχές. Από το 1987, χρονιά που ανακηρύχτηκαν ως η βασικότερη αιτία της τρύπας του όζοντος, γίνονται προσπάθειες για την αντικατάστασή τους από άλλες ουσίες, (οι οποίες όμως φαίνεται να επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, για παράδειγμα, οι υδροφθοράνθρακες HFC διαθέτουν δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης ως και 14.800 φορές περισσότερο από το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), μέσω του πρωτόκολλου του Μόντρεαλ



### 3.2 Συνέπειες του φαινομένου

- Το όζον στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι ιδιαίτερα χρήσιμο, καθώς απορροφάει τις υπεριώδεις ηλιακές ακτινοβολίες. Οι υπεριώδεις ηλιακές ακτινοβολίες αποτελούν το 10% της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη Γη. Χωρίζεται σε τρία είδη, τη UV-A, τη UV-B και την πιο επικίνδυνη, την UV-C. Η τελευταία είναι αυτή που απορροφάται από το όζον στη στρατόσφαιρα. Η UV-C, λοιπόν, είναι η πιο επικίνδυνη υπεριώδης ακτινοβολία, καθώς: Αποτελεί τη βασικότερη αιτία για το μελάνωμα, μια μορφή θανατηφόρου καρκίνου του δέρματος. Στην Αυστραλία, όπου η υπεριώδης ακτινοβολία είναι 15% περισσότερη από την Ευρώπη, εκτιμάται πως το 2011 οι περιπτώσεις μελανώματος θα είναι αυξημένες κατά 23% για τις γυναίκες και 28% για τους άντρες σε σχέση με το 2002.
- Επίσης, η ακτινοβολία UV-C αποτελεί αιτία του καταρράκτη, καθώς είναι αρκετά ισχυρή ώστε να περάσει μέσα από τον αμφιβληστροειδή του ματιού.
- Τελευταία, και ενδεχομένως η κυριότερη επίδραση της UV-C στους ζωντανούς οργανισμούς είναι η μετάλλαξη του DNA τους. Μάλιστα, είναι τόσο ισχυρή που οι επιστήμονες τη χρησιμοποιούν σε εργαστήρια και υπό κατάλληλες συνθήκες για να επιτύχουν μεταλλάξεις γονιδίων. Πιο συγκεκριμένα, η UV-C αλλοιώνει το DNA σε τέτοιο βαθμό ώστε αυτό σταδιακά να χάνει την ιδιότητά του να διαιρείται και να πολλαπλασιάζεται.



Συνεπώς, η τρύπα του όζοντος επιτρέπει την είσοδο των υπεριωδών ακτινοβολιών στην ατμόσφαιρα της Γης, προκαλώντας όλα αυτά τα προβλήματα στους ζωντανούς οργανισμούς. Ωστόσο, επιπτώσεις του φαινομένου αφορούν και το περιβάλλον. Η επικρατέστερη άποψη είναι πως εφόσον το όζον, που απορροφά μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, μειώνεται, θα εισέρχεται περισσότερη θερμότητα στη Γη, η οποία σε συνδυασμό με το επίσης σοβαρό φαινόμενο του θερμοκηπίου, θα συντελεί στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Ωστόσο, στις αρχές της προηγούμενης δεκαετίας άρχισε να σχηματίζεται η αντίληψη πως η τρύπα του όζοντος ψύχει αντί να θερμαίνει τη Γη

- Οι λόγοι για τους οποίους η αντίληψη πως η τρύπα του όζοντος αποτελεί αιτία ψύξης κι όχι θέρμανσης της Γης δεν εξαπλώθηκε, καθώς: Η έρευνα έδειξε πως η ελάχιστη θερμοκρασία στην Ανταρκτική παρουσιάζεται έξι μήνες μετά την περίοδο έξαρσης του φαινομένου της τρύπας του όζοντος κάθε χρόνο.
- Θα έπρεπε να ληφθούν υπόψιν και άλλοι παράγοντες, όπως τα υποθαλάσσια ρεύματα.

Έτσι οι επιστήμονες συμφώνησαν πως το κλίμα της Ανταρκτικής δεν οφείλεται κατ' αποκλειστικότητα στην τρύπα του όζοντος, δεν αποκλείουν όμως το ενδεχόμενο να αποτελεί απλώς μια απ' τις αιτίες του.

## Τρόποι Αντιμετώπισης

Στις 16 Σεπτεμβρίου του 1987 (από τότε η 16η Σεπτεμβρίου έχει ανακηρυχτεί από τον ΟΗΕ Παγκόσμια Ημέρα κατά της Τρύπας του Όζοντος) υπεγράφη από 46 χώρες το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, η σημαντικότερη και αποτελεσματικότερη πράξη αντιμετώπισης του φαινομένου της τρύπας του όζοντος μέχρι σήμερα. Στόχος του Πρωτοκόλλου ήταν η σταδιακή εξάλειψη των CFC άλλων ODS (Ozone Depleting Substances ή Ουσίες που Φθείρουν το Όζον) όπως οι υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC) ή το μεθυλοβρωμίδιο ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της καταστροφής του όζοντος, που είχε ανακαλυφθεί πριν από δύο χρόνια. Ορίστηκε επίσης χρονοδιάγραμμα για την αποκατάσταση του όζοντος που είχε ήδη καταστραφεί. Όποια χώρα υπογράφει το πρωτόκολλο, υποχρεούται αυτόματα τη διακοπή παραγωγής και κατανάλωσης CFC. Με τη συνεργασία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καταργήθηκε σταδιακά το 99% των χλωροφθορανθράκων οικιακής χρήσης, ενώ παράλληλα στοχεύει με νομοθεσίες (όπως αυτή του 2006) να ρυθμίσει τη χρήση φθοριούχων αερίων από βιομηχανίες, που επίσης καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος. Το καλοκαίρι του 2009 η εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ έγινε οικουμενική, καθώς υπέγραψε και η τελευταία από τις 196 χώρες-μέλη του Ο.Η.Ε. Πρόσφατα ο Ο.Η.Ε. παρουσίασε έκθεση με τίτλο «Επιστημονική Εκτίμηση της Εξάντλησης του Όζοντος 2010» για την κατάσταση της τρύπας του όζοντος, σύμφωνα με την οποία τα νέα είναι εξαιρετικά



ευχάριστα. Η τρύπα του όζοντος έχει πλέον σταματήσει να αραιώνει, αλλαγή η οποία συνέβαλλε και στη μείωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη, εφόσον αυτή αποτελεί συνέπεια του φαινομένου. Αν και τα αποτελέσματα της έκθεσης είναι ενθαρρυντικά, ο Ο.Η.Ε. μας προτρέπει να μην καθησυχαστούμε, καθώς ακόμα δεν έχει ξεκινήσει η αποκατάσταση της τρύπας του όζοντος σε ικανοποιητικούς ρυθμούς. Σύμφωνα με υπολογισμούς, τα επίπεδα του όζοντος θα έχουν φτάσει εκείνα του 1980 κάποια στιγμή στο διάστημα 2045-2060.



## Συμπεράσματα

- Το όζον είναι εξαιρετικά λίγο στην ατμόσφαιρα του πλανήτη μας, αφού σε κάθε 10 εκατομμύρια μόρια αέρα περιέχονται κατά μέσο όρο μόνο 3 μόρια όζοντος.
- Τα τελευταία χρόνια η επιστημονική έρευνα έχει αποδείξει, ότι την κύρια ευθύνη για τη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος φέρουν τα ανθρωπογενή χημικά. Οι χημικές ενώσεις που όλα αυτά το ατμοσφαιρικό όζον παίζει καθοριστικό ρόλο για τη ζωή στον πλανήτη και όχι μόνο.
- Το σπάνιο αυτό αέριο συναντάται κύρια σε δύο ατμοσφαιρικές περιοχές, αφού το 90% της συνολικής ποσότητας του βρίσκεται στο ατμοσφαιρικό στρώμα ανάμεσα στο 10ο και 50ο Km από τη γήινη επιφάνεια, τη στρατόσφαιρα, και το υπόλοιπο 10% στην κατώτερη ατμοσφαιρική περιοχή, την τροπόσφαιρα, που εκτείνεται από τη γήινη επιφάνεια μέχρι τα 10 Km ύψους από αυτήν.
- Το στρατοσφαιρικό όζον παίζει ένα προνομιακό ρόλο, επειδή απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της βιολογικά καταστρεπτικής ηλιακής υπεριώδους ακτινοβολίας (UV-B), επιτρέποντας μόνο μικρές ποσότητες της να φτάσουν στη γήινη επιφάνεια. Η απορρόφηση αυτή δημιουργεί μια θερμική πηγή, που σχηματίζει τη στρατόσφαιρα, στην οποία η θερμοκρασία κατά κανόνα αυξάνεται με το ύψος. Έτσι, το όζον παίζει επίσης ένα θερμικό ρόλο στη θερμική δομή της γήινης ατμόσφαιρας.

- Ο προνομιακός χαρακτήρας του όζοντος να εξασθενίζει τη UV-B ακτινοβολία, που σε μεγάλες δόσεις προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του φυτικού και ζωικού βασιλείου, έρχεται σε αντιπαράθεση με την καταστρεπτική του φύση όταν έρχεται σε άμεση επαφή με ζωικούς οργανισμούς. Επειδή το όζον αντιδρά άμεσα με άλλα μόρια, σε μεγάλες ποσότητες είναι τοξικό για τους ζώντες οργανισμούς, προκαλώντας σοβαρές καταστροφές στην υγεία τους.
- Ο διττός χαρακτήρας του όζοντος οδηγεί σε δύο ξεχωριστά περιβαλλοντικά προβλήματα. Στην τροπόσφαιρα υπάρχει το πρόβλημα της αύξησης του όζοντος, το οποίο στα κατώτερα τμήματα της είναι βασική συνιστώσα του φωτοχημικού νέφους και είναι συνήθως πρόβλημα των μεγαλουπόλεων ανά τον κόσμο. Πάντως οι συγκεντρώσεις του επιφανειακού όζοντος ακόμα και στις πιο ρυπασμένες μεγαλουπόλεις είναι πάρα πολύ μικρότερες των συγκεντρώσεων του στην στρατόσφαιρα.
- Επειδή το όζον αντιδρά ισχυρά με άλλα μόρια είναι πολύ ασταθές, ώστε να παρασκευαστεί κάπου (πχ. σε μεγάλες πόλεις, με το μηχανισμό της φωτοχημικής αιθαλομίχλης) και να μεταφερθεί αλλού (πχ. στη στρατόσφαιρα). Σύμφωνα με το Πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ, αποτελεί αναγκαιότητα, όχι μόνο ο περιορισμός της παραγωγής, αλλά και της χρήσης των CFCs και των άλλων βλαπτικών ουσιών για το όζον μέσα στα επόμενα μερικά χρόνια. Έτσι, αναμένεται αποκατάσταση της στοιβάδας του όζοντος τα επόμενα χρόνια.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### *Πηγές*

<http://robinwestenra.blogspot.gr>

<http://users.sch.gr>

<http://lyk-vatheos.eyv.sch.gr>

<http://el.wikipedia.org>

<http://himaira.blogspot.com>