



καθεαυτό το χλώριο είναι πολύ τοξικό και χρησιμοποιήθηκε σε χημικούς πολέμους εξόντωσης των αντιπάλων. Ο διάσημος αυστριακός καθηγητής οικολογικής χημείας και γεωχημείας δρ Oto Huntsinger είχε πει πριν από χρόνια: «Ο Θεός δημιούργησε 91 στοιχεία, ο άνθρωπος 15 και ο Διάβολος μόνο ένα, το Χλώριο».

Για την απολύμανση του νερού στις πισίνες, στα κολυμβητήρια, στα spa και στα υδρομασάζ το Χλώριο χρησιμοποιείται με τις παρακάτω μορφές: • Ως φυσικό αέριο. Η μορφή αυτή, που παλιά αποτελούσε τη βασική τεχνική για την εξυγίανση των δημόσιων πισινών εξαιτίας των προβλημάτων που μπορεί να προκαλέσει στους χρήστες και στο περιβάλλον, βρίσκει σήμερα πολύ περιορισμένη εφαρμογή. • Ως υποχλωριώδες Νάτριο (NaOCl). Χρησιμοποιείται ευρέως τόσο στις δημόσιες όσο και στις ιδιωτικές πισίνες. • Ως δισκία που περιέχουν την χλωριούχο ένωση τριχλωρο-σ-τριαζινετρίνη (trichloro-s-triazinetriene) και το σταθεροποιητή κυανουρικό οξύ (cyanuric acid). • Ως κοκκώδης ένωση, που περιέχει διχλωρο-σ- τριαζινετρίνη (Dichloro-s- triazinetriene). • Ως υποχλωριώδες Λίθιο. • Ως χλωριούχο ασβέστιο που δεν περιέχει τον σταθεροποιητή κυανουρικό οξύ. Η μορφή αυτή είναι και η περισσότερο χρησιμοποιούμενη.

Το χλώριο είναι ανοιχτό πράσινο αέριο με χαρακτηριστική οσμή που είναι ίδια με αυτήν των διαλυμάτων υποχλωριώδους νατρίου, που χρησιμοποιούνται στην οικιακή καθαριότητα. Είναι πολύ ισχυρό οξειδωτικό μέσο και αντιδρά με τα μέταλλα και ερεθίζει το δέρμα και τους βλεννογόνους. Είναι σημαντικό απολυμαντικό και λευκαντικό και διαλύεται εύκολα στο νερό.

## Χρήσεις

Το χλώριο είναι σημαντικό βιομηχανικό προϊόν. Χρησιμοποιείται ως απολυμαντικό σε πισίνες και στα συστήματα ύδρευσης των πόλεων. Στην τελευταία αυτή χρήση του έχει αρχίσει να αντικαθίσταται από το όζον, το οποίο έχει το πλεονέκτημα ότι δεν σχηματίζει χλωριωμένες οργανικές ενώσεις και δεν παραμένει στο νερό μετά την απολύμανση. Το χλώριο χρησιμοποιείται επίσης στη λεύκανση υφασμάτων και του χαρτοπολτού.

Ενώσεις του χλωρίου χρησιμοποιούνται ευρέως στην καθημερινή ζωή. Τα χλωριολευκαντικά είναι διαλύματα υποχλωριώδους νατρίου (NaClO). Το πλαστικό PVC, από το οποίο είναι κατασκευασμένα πολλά αντικείμενα καθημερινής χρήσης, παράγεται από αιθυλένιο και χλώριο και είναι η κυριότερη χρήση του χλωρίου στην Ευρώπη. Άλατα του χλωρίου, κυρίως χλωριούχο ασβέστιο (CaCl<sub>2</sub>) και χλωριούχο νάτριο (NaCl) χρησιμοποιούνται ως αντιπηκτικά τον χειμώνα. Το υδροχλωρικό οξύ, υδατικό διάλυμα του αερίου υδροχλωρίου (HCl) χρησιμοποιείται ως απορρυπαντικό και ως ενδιάμεσο στη βιομηχανία.

Βιομηχανικά, το χλώριο χρησιμοποιείται για την παρασκευή χλωριωμένων διαλυτών, όπως του διχλωρομεθανίου, του τετραχλωράνθρακα και άλλων διαλυτών. Οι χλωροφθοράνθρακες, ενώσεις του χλωρίου και του φθορίου με άνθρακα χρησιμοποιούνταν ως ψυκτικά. Στη βιομηχανική οργανική χημεία, τα χλωροπαράγωγα οργανικών ενώσεων χρησιμοποιούνται πάρα πολύ ως ενδιάμεσα σε συνθέσεις.

Οργανικές ενώσεις του χλωρίου χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία πολυμερών, στην παρασκευή διαφόρων ειδών κόλλας και στην παραγωγή διαλυτικών και άλλων προϊόντων για την βιομηχανία χρωμάτων.

Ενώσεις του χλωρίου, όπως το DDT χρησιμοποιούνταν παλιότερα ως εντομοκτόνα. Η χρήση τους όμως έχει απαγορευθεί, καθώς προκαλούσαν σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα.

## Ιστορία

Το χλωριούχο νάτριο ήταν γνωστό από τους αρχαίους χρόνους. Η απομόνωση στοιχειακού χλωρίου έγινε από τον Σουηδό χημικό Καρλ Βίλχελμ Σέελε το 1774. Ο Σέελε παρήγαγε χλώριο με την αντίδραση υδροχλωρικού οξέος με διοξείδιο του μαγγανίου:



Ο Σέελε δεν κατάλαβε εκείνη τη στιγμή ότι είχε ανακαλύψει ένα νέο χημικό στοιχείο. Μετά από τριάντα περίπου χρόνια, ο Σερ Χάμφρι Ντέιβι, ένας Άγγλος χημικός, απέδειξε ότι το χλώριο ήταν στοιχείο.

Χρησιμοποιήθηκε αρχικά ως βακτηριοκτόνο, το 1846 στη Βιέννη. Κατά τη διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου χρησιμοποιήθηκε από Γερμανούς και Συμμάχους ως χημικό όπλο, με τρομακτικά αποτελέσματα στους ανθρώπους και στη γύρω πανίδα και χλωρίδα. Γύρω από τις θέσεις των μαχών πολλά δέντρα έχασαν το χρώμα των φύλλων τους και αρκετά λουλούδια άλλαξαν χρώμα.

## Παραγωγή

Το χλώριο παράγεται βιομηχανικά από ηλεκτρόλυση διαλύματος χλωριούχου νατρίου. Το μεγαλύτερο μέρος χλωριούχου νατρίου προέρχεται από κοιτάσματα ορυκτού άλατος. Κατά τη διάρκεια της ηλεκτρόλυσης παράγεται και υδροξείδιο του νατρίου, το οποίο επίσης χρησιμοποιείται. Υπάρχουν τρία είδη διεργασιών παραγωγής χλωρίου: η διεργασία κελιού με μεμβράνη, η διεργασία κελιού με διάφραγμα και η διεργασία με υδράργυρο. Από τις τρεις διεργασίες η παλαιότερη είναι η διαδικασία με υδράργυρο. Πλεονεκτεί στο ότι τα προϊόντα της είναι εξαιρετικά καθαρά, αλλά το πρόβλημα της διαφυγής υδραργύρου είναι εξαιρετικά σημαντικό. Γι' αυτό το λόγο, στις μέρες μας προτιμούνται διεργασίες με ημιπερατές μεμβράνες.



Το χλώριο είναι τοξικό στην επαφή, την κατάποση και την εισπνοή. Απαραίτητη είναι η χρήση γαντιών, γυαλιών ασφαλείας και καλού εξαερισμού κατά την χρήση του. Συγκεντρώσεις άνω των 500 ppm είναι θανατηφόρες. Η μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση στον αέρα για οκτάωρο είναι 1 ppm. Είναι επίσης πάρα πολύ τοξικό για τους θαλάσσιους οργανισμούς. Το χλώριο αποτέλεσε τη βάση για τα πρώτα χημικά όπλα που χρησιμοποιήθηκαν στον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο. Η χρήση ενώσεων του χλωρίου στα ψυγεία και τα προωθητικά των σπρέι με τη μορφή των χλωροφθορανθράκων προκαλεί την τρύπα του όζοντος. Επίσης, τα εντομοκτόνα με χλώριο, ειδικά το DDT, προκάλεσαν προβλήματα βιοσυσσώρευσης σε οργανισμούς πιο πάνω στην τροφική αλυσίδα.

## Χημικός πόλεμος

Οι χημικές ουσίες που ταξινομούνται ως ασφυξιογόνα χημικά όπλα (choking agents) είναι η Χλωροπικρίνη (Chloropicrin (PS), το Χλώριο (Chlorine, Cl), το Φωσγένιο (Phosgene, CG), και το Διφωσγένιο (Diphosgene, DP). Με κύριους αντιπροσώπους το Χλώριο και το Φωσγένιο, χρησιμοποιήθηκαν πολύ στον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο. Προκαλούν πνευμονικό οίδημα και ασφυξία. Η προστασία γίνεται με προσωπίδες. Είναι άχρωσα με μυρωδιά φρέσκου κομμένου χόρτου, σανού ή άωρου καλαμποκιού. Σ' αυτά ανήκουν το φωσγένιο, διφωσγένιο, κ.ά. Προκαλούν: ερεθισμό και φλεγμονή ρινός - φάρυγγος, δύσπνοια και πόνο στο στήθος, βήχα, κυάνωση χειλιών, κόπωση, ναυτία, έμετο, δακρύρροια. Τα συμπτώματα εμφανίζονται είτε αμέσως είτε αν η αραίωση είναι μεγάλη, μέσα στο πρώτο 48ωρο και μπορεί αρχικά να υποχωρήσουν. Ειδική αντιμετώπιση: τεχνητή αναπνοή και υποστηρικτική αγωγή τον αναπνευστικού <sup>[1]</sup>.

## Χημικό αέριο (Cl<sub>2</sub>)

1. Περιγραφή: Αέριο χαρακτηριστικής οσμής που σε συγκέντρωση 7,5gr/m<sup>3</sup> στον αέρα σε ένα λεπτό προκαλεί θάνατο.
2. Συμπτώματα: Εισπνεόμενο ερεθίζει έντονα το βλεννογόνο του αναπνευστικού με δύσπνοια, καύσο στην τραχεία, βρογχόσπασμο, βρογχικές υπερεκκρίσεις και πνευμονικό οίδημα. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται αρχικά Βήχας, Δύσπνοια, Πονόλαιμος, Συσφικτικό θωρακικό άλγος, Δακρύρροια, Κεφαλαλγία. Τα συμπτώματα αυτά υποχωρούν σε μερικά λεπτά, μα μετά από 2 έως 24 ώρες παρουσιάζεται έντονη δύσπνοια και ταχύπνοια. Στη συνέχεια παρουσιάζεται πνευμονικό οίδημα με απώλεια στις κυψελίδες μέχρι και 30- 50% του όγκου πλάσματος, οπότε ο ασθενής πέφτει σε υποβολαιμικό σοκ (υπο-ογκαιμική καταπληξία). Λόγω της αιμοσυμπύκνωσης έχουμε ψευδή άνοδο του αιματοκρίτη και των λευκών (έως 50.000/ml). Αν το θύμα επιζήσει του οιδήματος, επέρχεται βελτίωση μετά από 48ωρο. Η επιβίωση το πρώτο 24ωρο θεωρείται καλό προγνωστικό σημείο.
3. Αντίδοτο: Δεν υπάρχει.
4. Μέσο προστασίας: Μάσκα και στολή αερίων.
  - A. Αντιμετώπιση στο πεδίο της μάχης:
    1. Χρήση προσωπίδας,
    2. Χάλαση ιματισμού.
  - B. Αντιμετώπιση στο Σταθμό Πρώτων Βοηθειών (ΣΑΒ):
    1. Οξυγόνο, και Βρογχοδιασταλτικά (Aerolin)
    2. Πρεδνιζολόνη 0,25 -1 gr i.v., και
    3. Spray Dexamethasone isonicotinate για εισπνοές,
    4. Ε-αμινοκαπροϊκό οξύ, 10 gr per os,
    5. Αμπικιλλίνη 1 gr per os,
    6. Τοποθέτηση του θύματος σε αναπνευστήρα θετικής πίεσης για 15 λεπτά κάθε ώρα. Αν η φυσική εξέταση και η α/α θώρακα είναι φυσιολογική μετά από 8 ώρες, ο ασθενής φεύγει. Οι επιζήσαντες διατηρούν τον κίνδυνο πνευμονίας μετά από 48ωρο. Μακροπρόθεσμα μπορεί να αναπτυχθεί εμφύσημα ή άσθμα. Απολύμανση: Η απολύμανση είναι εύκολη με νερό και σαπούνι, τόσο για το προσωπικό όσο και για τα υλικά<sup>[2]</sup>.

## Αλιεία

Η χρήση χλωρίου στην αλιεία και ειδικότερα στην υποβρύχια αλιεία απαγορεύεται αυστηρά. Οι δε κυρώσεις που επισύρει είναι βαρύτερες.

## Η Χλωρίωση ύδατος δεξαμενών κλπ

Η χλωρίωση του νερού είναι από τις παλαιότερες μεθόδους επεξεργασία του νερού. Το χλώριο σκοτώνει μικροοργανισμούς και βακτήρια και μας προστατεύει από ασθένειες όπως η χολέρα και ο τύφος. Το χλώριο σε μεγάλες ποσότητες είναι καταστρεπτικό για ζωτικά όργανα τους σώματός μας, για αυτό πρέπει να γίνεται χρήση πρόσθετων φίλτρων από μέρους του καταναλωτή. Στο νερό προστίθεται συμπυκνωμένο χλώριο σε ποσότητα 1 λίτρου ανά 1000m<sup>3</sup>. Σε περίπτωση μεγαλύτερης δόσης υπάρχει πιθανότητα διάβρωσης του δικτύου και η γεύση του νερού γίνεται αποκρουστική, ενώ όπως επισημάνθηκε και παραπάνω μπορεί να γίνει βλαβερό για τον άνθρωπο. Για αυτούς τους λόγους η χλωρίωση γίνεται με ειδική δοσομετρική αντλία, παράλληλα με την αντλία παροχής νερού προς το δίκτυο συμπληρώνοντας την απαραίτητη δόση, ανάλογα με την ποσότητα νερού που θα περάσει προς το δίκτυο. Και ενώ το Χλώριο εξακολουθεί να αποτελεί την κύρια μέθοδο απαλλαγής του πόσιμου νερού από μικρόβια και οργανική ουσία, πολλές έρευνες σε όλο τον κόσμο δείχνουν πως ακόμα και η χλωρίωση του νερού στις πισίνες, στα κολυμβητήρια, στα spa και στα υδρομασάζ αποτελεί σοβαρό κίνδυνο όχι μόνο για τους λουόμενους και κολυμβητές, αλλά και για τους απασχολούμενους με τη διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου αυτής. Ας δούμε τα πράγματα με τη σειρά τους.

Το Χλώριο ανακαλύφθηκε το 1774 από τον Σουηδό χημικό Carl Scheele. Συμβολίζεται με τα γράμματα Cl. Το όνομά του προέρχεται από την ελληνική λέξη «χλωρός= πράσινος». Σήμερα βρίσκεται ευρύτατη εφαρμογή σε όλο τον κόσμο. Παράγεται με ηλεκτρόλυση του νερού με αλάτι. Θεωρείται ένα από τα κορυφαία εξυγιαντικά στοιχεία. Το Χλώριο σε αντίδραση με το νερό δίνει υποχλωριώδες οξύ (HOCl) και υδροχλωρικό οξύ

(HCl).  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HOCl} + \text{HCl}$ . Η παραγόμενη ποσότητα σ' αυτά τα οξέα εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την οξύτητα του νερού. Το υποχλωριώδες οξύ είναι το κύριο απολυμαντικό. Το μόριο ή τα ιόντα του Χλωρίου καταστρέφουν τα κυτταρικά τοιχώματα των μικροοργανισμών και τελικά αντιδρούν με τις πρωτεΐνες των τελευταίων δημιουργώντας τις γνωστές για τις καρκινογόνες ουσίες τις χλωραμίνες. Το πιο όμως επικίνδυνο είναι η παρουσία αμμωνιακών ενώσεων στο νερό οπότε οι χλωραμίνες σχηματίζονται ταχύτερα και σε μεγάλη συγκέντρωση. Αυτό καθαυτό το χλώριο είναι πολύ τοξικό και χρησιμοποιήθηκε σε χημικούς πολέμους εξόντωσης των αντιπάλων. Ο διάσημος αυστριακός καθηγητής οικολογικής χημείας και γεωχημείας δρ Oto Huntsinger είχε πει πριν από χρόνια: «Ο Θεός δημιούργησε 91 στοιχεία, ο άνθρωπος 15 και ο Διάβολος μόνο ένα, το Χλώριο».

Για την απολύμανση του νερού στις πισίνες, στα κολυμβητήρια, στα spa και στα υδρομασάζ το Χλώριο χρησιμοποιείται με τις παρακάτω μορφές:

- Ως φυσικό αέριο. Η μορφή αυτή, που παλιά αποτελούσε τη βασική τεχνική για την εξυγίανση των δημόσιων πισινών εξαιτίας των προβλημάτων που μπορεί να προκαλέσει στους χρήστες και στο περιβάλλον, βρίσκει σήμερα πολύ περιορισμένη εφαρμογή.
- Ως υποχλωριώδες Νάτριο ( $\text{NaOCl}$ ). Χρησιμοποιείται ευρέως τόσο στις δημόσιες όσο και στις ιδιωτικές πισίνες.
- Ως δισκία που περιέχουν την χλωριούχο ένωση τριχλωρο-σ-τριαζινετρίνη (*trichloro-s-triazinetriene*) και το σταθεροποιητή κυανουρικό οξύ (*cyanuric acid*).
- Ως κοκκώδης ένωση, που περιέχει διχλωρο-σ-τριαζινετρίνη (*Dichloro-s-triazinetriene*).
- Ως υποχλωριώδες Λίθιο.
- Ως χλωριούχο ασβέστιο που δεν περιέχει τον σταθεροποιητή κυανουρικό οξύ. Η μορφή αυτή είναι και η περισσότερο χρησιμοποιούμενη.

---

## Παραπομπές

---

1. Γκούβας Χαράλαμπος: "Βιολογικός και Χημικός Πόλεμος", Εκδόσεις Κάκτος, Αθήνα 2003, [ISBN 960-382-505-0](#)
2. Γκούβας Χαράλαμπος: "Βιολογικός και Χημικός Πόλεμος", Εκδόσεις Κάκτος, Αθήνα 2003, [ISBN 960-382-505-0](#)

---

## Βιβλιογραφία

---

- Ebbing, D.D., Gammon, S.D., Γενική Χημεία 6η έκδοση, μετάφραση Ν. Κλούρα, Εκδόσεις Π. Τραυλός, Αθήνα 2002, [ISBN 960-7990-66-8](#)
- Μανουσάκη Γ., "Χημικός και Βιολογικός πόλεμος", εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα 1999, [ISBN 960-378-305-2](#)
- Γκούβας Χαράλαμπος: "Βιολογικός και Χημικός Πόλεμος", Εκδόσεις Κάκτος, Αθήνα 2003, [ISBN 960-382-505-0](#)

---

## Εξωτερικοί σύνδεσμοι

---

- [\[1\] \(http://www.webelements.com\)](http://www.webelements.com)
- Ένας διαδικτυακός τόπος της βιομηχανίας χλωρίου στην Ευρώπη (<http://www.eurochlor.org>)

---

Ανακτήθηκε από "<https://el.wikipedia.org/w/index.php?title=Χλώριο&oldid=10888059>"