

Klor ve Klor Bileşiklerinin İçme Suyu Tasfiye Tekniğindeki Rollerini

Yazan :

Sevil ÇALIŞKAN

Yük. Müh.



a) Klorlama ve Faydaları :

İçme ve kullanma sularını klorlamaktan maksat, klorun mikrop öldürücü özelliğinden istifade ederek, bakterilerin imhası, dolayısıyla su ile yayılabilen hastalıkları önlemektir. Bu esas gayesinden başka klorlamanın, ikinci derecedeki çeşitli faydalarını saymak mümkündür. Bunlar, demir, mangan, hidrojen sülfid gibi maddelerin, kuvvetli bir oksitleyici olan klor tarafından oksitlenmeleri, tat ve koku meydana getiren bazı bileşiklerin imhası, tasfiye tesislerinde üreyen yosun ve diğer organizmaların kontrol altına alınmaları ve son olarak klorun koagülasyona yardımcı olması gibi hususlardır.

b) Tarihçesi :

Klor ve klor bileşiklerinin koku giderici ve dezenfektan (oksitleyici) vasıfları uzun senelerdenberi bilinmektedir. Javel suyu denilen Sodyum Hipoklorit, Fransa'da 1792 senesindenberi kullanılmaktaydı. Bazı salgın hastalıkların su ile yayıldığı kati olarak anlaşılması üzerine, salgınlar sırasında suların hipokloritler ile muamelesi yaygın bir tatbikat halini aldı. Şehir şebekelerindeki ilk pratik uygulaması ise 1897 tarihinde İngiltere'de yapılmıştır. Bu tarihten sonra da muhtelif şehirlerde umumi su kaynaklarının Sodyum hipokloritle sterilizasyonu bir teamül halini almış oldu.

Su kaynaklarının geniş mikyasta klorlanması, Amerika'da da takriben İngiltere ile aynı tarihlere rastlar ve süratle yayılır. 1925 senesine kadar Kuzey Amerika'daki belediyelerin % 75'inde klorla sterilizasyon mevcuttu.

c) Klorun Fiziksel Özellikleri :

Klor 1774 de Scheele tarafından keşfedilmiş ve ilk önce bir bileşik zannedilmiştir. 1810 da Davy klorun bir element olduğunu ortaya koyarak bugünkü ismini vermiştir.

Klor gaz halde (Cl_2) : iken, rengi, yeşilimsi sarı olup, keskin bir kokusu vardır. Teneffüs etme halinde solunum yollarını tahriş eder ve şiddetli öksürükler tevhit eder. Atmosferde az miktarda bulunması halinde bile ciğerlerde ölüme sebep olabilecek büyük tahribata yol açar.

Atom ağırlığı 35,46 olan klor gazı, havadan 2,49

defa daha ağırdır. Bundan dolayı herhangi bir yerden sızan klor gazı zemin seviyesinde toplanma temayiti gösterir. Gaz klor $0^{\circ}C$ de takriben 3,5 atmosfer bası altında sıvı hale geçer. Bu durumda amber renkli yğışması bir sıvıdır. Sudan 1,5 defa daha ağırdır. Buhalaşma sırasında bir hacim sıvı klor takriben 500 hacim gaz klor verir. Bu sebeple sıvı klor kaçağı, gaz klor kaçağından çok daha tehlikelidir. Tazyikli çelik tüpler veya silindirlerde nakil ve muhafaza edilen sıvı klorun klorlanması kullanılır. Klor tüplerinin depolanacağı yer, bina dahili ile irtibatla bulunmama kapısı doğrudan doğruya açık havaya açılmalıdır. Mümkün olduğu takdirde klor tüplerini müstakil binada depolanmalıdır. Nisbeten büyük tesisler için klor deposunda havalandırma tertibatı bulunması çok faydalıdır.

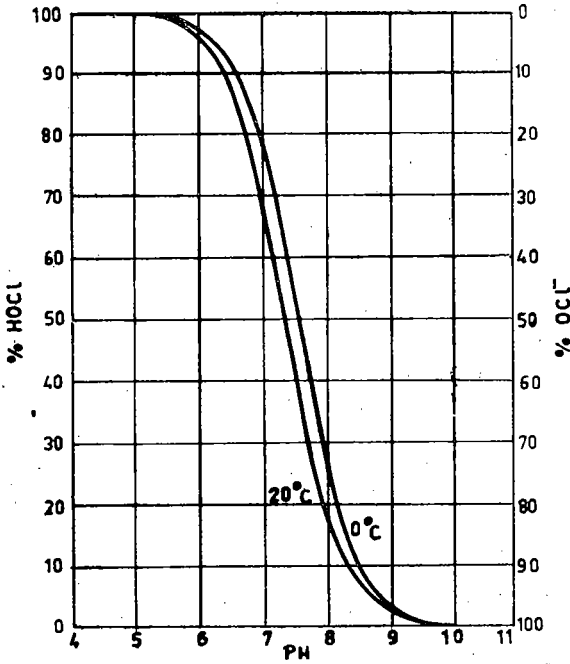
d) Klorlamanın Kimyası :

Klor iyon halinde (Cl^-) yerüstü, yeraltı ve kanalizasyon sularının ihtiva ettiği anyonların başlıcası teşkil eder. Amerikan içme suyu standartlarına göre içme suyunda klor iyonu (Cl^-) 250 mg/litreden fazla olmamalıdır. Avrupada, meselâ Hollanda'da bu değer pratikte 300 mg/lit'e kadar çıkabilir. Bildiğimiz tuz olan sodyum klorür ($NaCl$) en önemli bir klor kaynağıdır. İstihsal metodu ise tuzlu suyun elektrolizinde ibarettir.

$0^{\circ}C$ de 1 hacim suda 4,61 hacim, $20^{\circ}C$ de ise 1 hacim su da 2,26 hacim gaz klor erir. Böyle bir suyun klorlu su denir. Klorlu su stabil değildir. Ayrışma başlarsa güneş ışığında süratli olur ve neticede hidroklorik (HCl) ve hipokloröz ($HOCl$) asitleri meydana gelir. Hipokloröz asidi zayıf bir asittir. Bu asit eriyiği PH derecesine bağlı olarak ayrışır ve H^+ ve OCl^- iyonlarını verir. Burada en mühim husus hem hipokloröz asidin ve hem de ondan türeyen OCl^- iyonunun bakterileri öldürme kabiliyetlerinin oluşudur. Ancak heme ilâve etmek gerekir ki hipokloröz asit, OCl^- iyonunda çok daha fazla dezenfektan bir elemandır. Pratik olarak $PH = 4$ için dezenfektan vasıflı bütün klor, $HOCl$ formundandır. $PH > 7$ için OCl^- iyonları artma gösterirler. Nihayet $PH = 10$ için bütün dezenfektan klor OCl^- formuna geçer (Şekil : 1).

e) Klor Bileşikleri :

Bugün klorla dezenfeksiyonda ya elemental klor yani gaz veya sıvı klor veya klor bileşiklerini kullanılır. Belli başlı klor bileşikleri, hipokloröz asidin tuzları olan sodyum hipoklorit ($NaOCl$) ve kalsiyum hipoklorit ($Ca(OCl)_2$) dir. Hipokloritler asit suların sterilizasyonunda, alkali karakterli sularda olduğundan çok daha aktiftirler.



ŞEKİL : 1 — PH derecesinin sudaki hipokloroz asit ve hipoklorit iyon dağıtımına olan tesiri

Diğer bir klor bileşiği de Klor Dioksit (ClO_2) dir. Bu madde Klor gazının Sodyum Kloritle muamelesinden elde edilir. Klor Dioksit çok kuvvetli bir dezenfektandır. Bilhassa endüstri artıklarıyla kirlenmiş sularda mevcut fenollerin ve diğer kötü tat veren maddelerin imhası için kullanılır. Dezavantajı pahalı oluşudur.

Bir başka klor bileşiği de "Bleaching Powder" denilen sönmüş kirecin klor gazıyla mamelesiyle elde edilen maddedir. Maamafih bu sonuncusu yukarıda saydığımız klor bileşiklerine nazaran zayıf bir dezenfektandır.

f) Klorun Su İçindeki Durumu :

Klor elemental veya klor bileşikleri halinde suya ilâve edildikten sonra üç safha geçirir. Birinci safhada ilâve edilen klor suda mevcut organik maddelerin tahribine harcanır. Organik maddelerin böylece bertaraf edilmesinden sonra kalan bakiye klor, amonyak muvacehesinde klor aminleri verir. Üçüncü safhada ise klor dozaı arttırıldığı takdirde su'da faydalı serbest klor veya serbest bakiye klor husule gelir.

Faydalı serbest klor : Klorun, hipokloroz asit veya hipoklorit (OCl) iyonu hallerinde bulunmasına denir. Yukarıda izah ettiğimiz şekilde eriyiğin PH derecesine bağlı olarak bu iki bileşik eriyikte belli yüzdelere göre mevcuttur. (Şekil : 1). Zira PH, klor bileşiğinin moleküler yapısını tâyin eder. Hipokloroz asit, koliform grup bakterilerinin imhasında hipoklorit iyonundan 45 — 250 defa daha tesirlidir. faydalı serbest klor, suyun; gaz klor, sıvı klor veya hipokloritlerle muamelesi sırasında husule gelir. Dezenfekte kabiliyeti büyüktür. Çok çabuk reaksiyon durumuna geçer.

Faydalı bileşik klor : Organik madde ihtiva eden ve yakın zamanda kirlenmeye maruz kalmış sular umumiyetle amonyak ihtiva ederler. Böyle bir su klorlanırsa, kloramanın ikinci safhasında teşekkül eden kloraminler husule gelir. Bunlara aynı zamanda faydalı bileşik klor veya birleşik bakiye klor adı verilir. İlk iki ürün Monokloramin ve dikloramin isimlerini alırlar. Bu bileşiklerin eriyikteki oranları suyun PH derecesine bağlıdır. Klorlama tekniği bakımından bu iki bileşik büyük önemi haizdirler. Bunlar oldukça stabil olup hemen reaksiyon durumuna geçmezler. Tesirlerini uzun müddet devam ettirirler. Bu özelliklerinden istifade edilerek şehir içme suyu şebekesinin klorlama noktasına göre uzak olan kısımlarına, dezenfektan klor, kloramin yani faydalı bileşik klor şeklinde yolların. Bunun için yedekte amonyak bekletilir. Lüzumu halinde klorla birlikte suya verilerek faydalı bileşik klor elde edilir.

g) Kırılma Noktası Klorlaması :

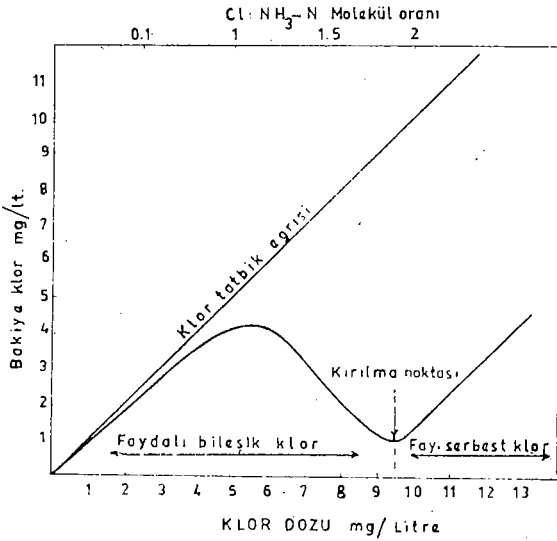
Yukarıdaki izahattan anlaşılacağı üzere amonyak ihtiva eden sular ayrı bir hususiyet arz ederler. Böyle bir suya klor doze edildiği zaman belli bir limite kadar kloraminler teşekkül eder. Bu limit klor ve amonyakın molekül oranlarının 1 : 1 olduğu zamandır. Bundan sonra klor dozaı arttırılmaya devam edilirse; teşekkül eden kloraminler bir azalma gösterirler. Molekül oranları 2 : 1 olduğu anda kloraminler minimum değere ulaşırlar. Bundan sonra klor dozu arttırılmaya devam edilirse bu defa yukarıda izah ettiğimiz klorlamanın üçüncü safhasındaki faydalı serbest klor meydana gelir. (Şekil : 2)'de gösterilen eğrinin bu karakterinden dolayı bu olaya kırılma noktası klorlaması denir.

Buraya kadar elde ettiğimiz neticeleri hülâsa edersek :

- 1) Suda amonyak mevcut ise başlangıçta suya verilen klor uzun tesirli fakat zayıf dezenfektan olan kloraminleri verir.
- 2) Suda faydalı serbest klor kalması isteniyorsa, kloraminlerin nispeten yüksek dozdaki klorla parçalanmaları gerekir.
- 3) Şehir içme suyu şebekesinin uzak noktalarına kadar faydalı klor iletebilmek için, kloraminlerin uzun süre devam eden tesirliliğinden istifade edilir. Herhangi bir sebeple bakteriyel bir kirlenme halinde, yedekte bekletilen amonyaklı klor ile birlikte suya verilerek kloraminlerin husule gelmesi sağlanır.

h) Klor İhtiyacının Tesbiti :

Belirli bir temas müddeti sonunda, suda arzu edilen miktarda faydalı serbest klor, faydalı bileşik klor veya toplam bakiye klor bulunmasını sağlayan başlangıç klor dozu, mezkûr suyun klor ihtiyacını verir. Bakiye klorun cins ve miktarı klorun temas müddetine olduğu kadar mahalli şartlara da bağlıdır. Klor ihtiyacının ölçüm ve tespiti için söz konusu suya ait bir seri numune, belli fakat değişik dozajlı gaz klor veya hipokloritlerle muamele edilir. Böylece muayyen bir temas müddeti sonunda istenen bakiye klor miktarını veren



ŞEKİL : 2 — Kırılma noktasını gösteren bakiye klor eğrisi suyun amonyak - serbest azot muhtevası 1.0 mg/lit.

numuneye ait başlangıç klor dozu, suyun klor ihtiyacı olarak kabul edilir.

Bugün pratikte, şehir içme suyu şebekelerinde 0.2 — 0.4 mg/litre faydalı serbest klor muhtemel kirlenmelere karşı yeterli sayılmakta ve bu miktarlar hedef alınmaktadır.

i) Suların Klorlanmasına Tesir Eden Faktörler :

1) Suhunet : Klorla dezenfeksiyonun sürati suyun sıcaklığı ile orantılıdır. Eşit şartlar altında klorlama yüksek sıcaklıklarda çok daha tesirli olur. Buna mukabil klorun stabilitesi bakımından düşük sıcaklık dereceleri daha uygundur. Klor böyle bir suda daha uzun zaman kalarak, bir dereceye kadar dezenfekte kabiliyetini artırmış olur.

2) Temas müddeti : Klor suya ilâve edildikten sonra, suyun abonelere varmadan evvel gerekli kimyasal reaksiyonların meydana gelebilmesi ve mevcut bakterilerin tam olarak imha edilebilmeleri için muayyen bir müddet bekletilmesi icap eder. Bu müddete temas müddeti denir. Asgari 15 - 20 dakika olmalıdır. Tercihan birkaç saat temas müddeti müessir bir dezenfeksiyon sağladığı gibi, kullananlara ulaşan suyun aşırı derecede klor kokmasına da mani olur.

k) Klorlamanın Felsefesi :

Klorun su tasfiyesindeki rolü münakaşa kabul etmez bir gerçektir. Ancak musluktan akan suyun klor kokması veya kokmaması diğer bir deyişle klor ihtiva edip etmemesi; bugün için memlekettan memlekete değişen bir standart haline gelmiştir. Batı ülkelerinde klorun varlığı veya yokluğu halkın psikolojisi üzerinde rol oynamaktadır.

Bazı memleketlerde meselâ Amerika'nın bazı kısımlarında klor kokmayan su makbul sayılmaz ve iti-

razlara sebep olur. Sudan ani olarak klor kokusunun kaybolması su şebekesinde bir kirlenmenin mevcudiyeti manasına alınır. Buna mukabil Arvupa memleketlerinde ise durum tersinedir. Musluktan akan suyun her zaman için klor kokmaması istenir. Bu defa normal olarak klor kokmayan suyun, ani olarak değişiklik göstermesi birçok şikâyetlere yol açar. Suda klor kokusunu hissettiren ve kokuya sebep olan başlıca bileşikler kloraminlerdir. Bu takdirde iki hal mevcut olabilir. Birincisi yukarıda bahsedildiği şekilde muhtemel bir kirlenmeye karşı suya amonyak ilâve edilerek kloraminlerin teşekkülü sağlanır. Böylece su klor kokmaya başlar. İkinci hal ise amonyak suya suni olarak değil, tabii yollarla meselâ suda organik maddelerin ani artmasıyla veya suyun herhangi bir kaynaktan kirlenmesiyle girebilir. Bu takdirde suya doze edilen klor muvacehesinde yine kloraminler teşekkül ederek suya aşırı koku verirler. Bu durum ise vaki bir kirlenmenin ilk belirtisi olarak düşünülür. Ayrıca klorun nahış kokusu da buna eklenirse toplumun tepkisi kolayca anlaşılır.

Bugün su tasfiyesi mevzunda Avrupa'nın en büyük otoritelerinden olan Prof. Huisman' göre suda bakiye serbest klorun bulunması faydalı değil bilâkıs zararlıdır. Eğer suda bakiye klor mevcutsa herhangi bir kaynaktan suya geçen koliform grup bakterilerini, gündelik bakteriyolojik analizlerle tesbit etmek mümkün olmaz. Böylece hastalık yapan mikroplar bu kaynaktan devamlı olarak suya yayılarak bilhassa klorun tesir edebilmesi için lüzumlu asgari 15 dakikalık bir zaman içersinde geçtikleri yerlerde büyük tehlikeler yaratırlar. Diğer taraftan suda bakiye klor olmaması halinde, herhangi bir kaynaktan suya geçen bakteriler günlük analizler için numune alınan noktalara kadar rahatça ulaşacaklarından, koli testleri neticesinde kirlenme kaynağı derhal keşfedilerek gerekli tedbirleri almak mümkün olur. Tabiatıyla bu tip bir düşünce tarzı su tasfiye tarzı su tasfiye sisteminin ve şehir şebekesinin tamamen kontrol altında olması, ayrıca şehir şebekesinde tazyikin hiç bir şekilde düşmemesi hallerinde doğrudur. Aksi halde böyle bir hareket tarzının faydadan ziyade büyük zararlar getireceği aşîkardır.

Durum memleketimiz şartları bakımından mütalâa edildiği ve emniyet faktöründe gözönüne alındığında suda serbest bakiye klorun bulunması kanaatimizce uygundur. Bilhassa seri filtre ile çalışma halinde, klorlama daha büyük önem kazanır. Zira batı filtrasyonun (slow sand filtration) bakteriyel bakımdan sağladığı emniyet bu tip filtrelerde yoktur. Bu sebeple suyun aşırı olmak şartıyla klor kokması yahut teknik deyişle 0.2 - 0.4 mg/lit bakiye klor veya faydalı serbest klor ihtiva etmesi her halde lüzumlu ve faydalıdır.

Referanslar :

- 1 — Lecture Notes:- Prof. Baars, NEDERLAND.
- 2 — Chemistry for Sanitary Engineers, Sawyer.
- 3 — Operation and Control of Water Treatment Processes.
- 4 — Water Supply and Waste - Water Disposal, fair and Geyer.