

B. SUYUN ARITILMASI

Dünyamızda hızlı nüfus artışı ve endüstriyel gelişimin bir sonucu olarak, su kaynaklarında ciddi bir azalma meydana gelmiştir. Bu sıkıntının giderilebilmesi amacıyla, mevcut su kaynaklarının korunması, kaynaktan alınan kalitesiz suların kullanma ve içme amaçlı arıtımı ve kirletilmiş suların arıtılarak zararsız hale getirilmesi son yıllarda önem kazanmıştır.

Bilindiği üzere suyun içeriğinde bulunan safsızlıkları “**Su Kimyası ve Sudaki Safsızlıklar**” bölümünde açıklandığı gibi özetle üç ana başlık altında toplayabiliriz;

- Askıda katı maddeler (kil, kum, çamur vs.)
- Çözünmüş katı maddeler (sertlik, alkalinite, silis, demir vs.)
- Çözünmüş gazlar (oksijen, karbondioksit vs.)

Yukarıda üç ana madde halinde belirtilen safsızlıkların, hamsudan arıtılarak buhar kazanları, sıcak ve kızgın su kazanları, soğutma kule devreleri, kapalı ısıtma ve soğutma devreleri ile klima santrallerinde kullanılabilir hale getirilmesine hamsuyun ön ıslahı (tasfiyesi) denilmektedir. Bu ön ıslah işlemi toplam şartlandırma programının en temel şartlarından biri olup, tüm programın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için çok önemlidir. Genel olarak günümüzde ön ıslah işlemlerinde kullanılan yöntemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Sudaki Askıda Katı Maddelerin Alınması: Kum ve Tortu Filtreleri

Sudaki Bakiye Klor, Organik Maddeler ve Rengin Alınması: Aktif Karbon Filtreleri

Reçine ile Sertliğin Alınması: Su Yumuşatma Üniteleri

Reçine ile Alkalitenin ve Sertliğin Alınması: Dealkalizasyon Üniteleri

Membran Filtreler ile Sudaki Çözünmüş Katı Maddelerin ve Komponentlerin Ayrılması: Reverse Osmoz Cihazları

Reçine ile Sudaki Çözünmüş Katı Maddelerin ve İyonların Alınması: Demineralization Üniteleri ve Mixed-bed Üniteleri.

Hamsuyun arıtılmasıyla ilgili kavramlar aşağıda özetlenmiştir.

1. TORTU FİLTASYONU

Genelde görünümü bulanık ve dibinde çökelti bırakan sular, tortulu olarak değerlendirilir. Tortu, suyun kullanım amacı her ne olursa olsun, tolere edilmesi pek mümkün olmayan bir parametredir.

Tortu ile renk parametrelerini birbirleriyle karıştırmamak gerekir. Renk, genelde sularda çözünmüş organik madde veya ağır metallerin varlığının göstergesidir.

Tortunun çeşitli şekillerde giderilmesi mümkündür. Kum ve antrasit filtreler, otomatik geri yıkamalı tortu filtreleri ve kartuş filtreler bu amaca hizmet eden sistemlerden bazılarıdır. Bunlardan hem boyut olarak küçük, hem de kullanımı kolay ve maliyeti düşük olanı kartuş filtrelerdir. Otomatik geri yıkamalı tortu filtrelerinin sık sık temizliğine ve periyodik bakımına dikkat edilmelidir.

Kum ve antrasit filtrelerde ise filtrasyon sadece, süzme etkisiyle değil aynı zamanda adsorpsiyon etkisi ile de gerçekleşir. Doğru dizayn ve seçim yapıldığı takdirde, oldukça efektif ve güvenilir bir şekilde çalışırlar. Ancak sistem dizaynında tank içi filtrasyon hızının 20 mt/saat'i geçmemesi gerekir. Bu değeri aşan durumlarda, sistemin adsorpsiyon etkisi kaybolacağı gibi, basınç kaybı da artacaktır.

2. AKTİF KARBON FİLTASYONU

Siyah granüller halindedir. Aktif Karbon absorbe özelliği sebebiyle en çok faydalanılan arıtma materyallerindendir. Her ne kadar rejenere edilerek kullanılsa da belli periyodlarla değiştirilmesi gerekir. Aksi takdirde üzerinde absorbe olan bakterilerin çoğalması ve bakterilerin sisteme sürüklenmesine neden olur.

Aktif karbonun yaygın uygulama alanı, suyun içinde mevcut organik madde, renk, koku, tat ve klor giderimidir. Ancak burada, sözkonusu olan sadece fiziksel bir süzme işlemi değildir. Aktif karbon sistemler, fiziko-kimyasal arıtma yapan sistemlerdir ve suyun arıtılması esnasında adsorbsiyon mekanizması işlemektedir. Aktif karbon kömürümsü ancak çok geniş yüzey alanına (1000-1500 m²/gr) sahip bir malzemedir. Organik kirliliğin olduğu sularda ve klor giderme amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

Aktif karbon ile ilgili dikkat edilmesi gereken bir konu, bakteri üremesi için uygun ortam oluşturabilmesidir. Çünkü, aktif karbon organik maddeyi tutar ve eğer suda bakteri varsa, bakteri bu organik maddeyi besin olarak kullanarak üreyebilir. Bu gibi durumlarda bakteri kaçığı oluşumu mümkündür. Bu sebeple aktif karbonun öncesinde ve sonrasında suyun dezenfekte edilmesi önemlidir.

Aktif karbon sistemlerin dizaynında, ünite tankı içindeki yatak hızının klor giderimi için 25 mt/saat'i organik madde giderimi için, 6 mt/saat'i aşmaması gerekir. Bu hızı aşan durumlarda ünite verimli çalışmayacaktır.

Aktif karbon malzemenin belirli periyotlarla değiştirilmesi gereklidir. Ancak bu değişim periyodu, hamsuyun kalitesine ve arıtılan su miktarına göre sıklaşabilir ya da seyrekleşebilir.

3. YUMUŞATMA

Suyun yumuşatılması sertliğinin giderilmesi veya sertliğe sebep olan iyonların alınması demektir. Bu işlemi yapan cihazlar genellikle sentetik reçineli cihazlardır ve yüksek tuzluluk (conductive) bulunmayan kuyu sularında veya sert şehir sularında kullanılır. Suyu yumuşatma cihazına sokmadan önce filtreleyerek, tortusunu almak ve dezenfekte etmek, cihazın ömrünü uzatacak ve verimini artıracaktır.

Suyun sertliği 10 Fr üzerinde ise mutlaka yumuşatılması gereklidir.

Suyu yumuşatmanın en pratik yolu iyon değiştirici reçine kullanmaktır. İyon değiştirici reçineli sistemler genelde sodyum iyonları ile sertlik iyonlarını yer değiştirterek çalışırlar. Proses esnasında su reçine tanecikleri arasından süzülerek geçer. Reçine tanecikleri üzerindeki elektrik yükü sodyum iyonlarını reçine taneciği üzerinde tutar. Ancak, reçine taneciklerinin aynı zamanda sertlik minerallerini tutma kabiliyeti de vardır. Reçine taneciklerinin sertlik minerallerini tutma kabiliyeti sodyum iyonlarını tutma kabiliyetine göre daha fazladır. Bu şekilde iyon değişimi gerçekleşir. Belli miktarda sert su reçine yatağından geçtikten sonra, reçine tanecikleri tamamıyla, sertlik mineralleriyle kaplanır. Bu durumda sertlik minerallerinin tutulması son bulur. Sertlik iyonlarının tekrar sudan tutulabilmesi için reçine taneciklerinin sertlik minerallerinden kurtarılarak tekrar sodyum taneciklerinin bağlanması gereklidir. Bu işleme “**rejenerasyon**” adı verilir. Rejenerasyon esnasında tuzlu su, reçine tankına verilir ve reçine sodyuma doyurulur. Reçine tankında biriken yüksek konsantrasyondaki sodyum iyonları sertlik iyonlarını reçine taneciklerinden ayırır. Reçine daha sonra temiz su ile durulanarak, fazla tuz ve sertlik mineralleri tanktan atılır. Reçine tankı tekrar sertlik iyonlarını tutmaya hazır durumdadır.

Yumuşatma ünitelerinde genelde iki tip kontrol mekanizması vardır.

Miktar (Debi) Kontrollü: Kontrol grubu bir su sayacına bağlıdır. Reçinenin yumuşatabileceği kadar su miktarı kontrol grubuna tanımlanır. Tank içinden belirlenen miktarda su geçtiğinde cihaz rejenerasyona geçmek üzere sinyal alır. Genelde iki depo arası sistemlerde kullanılır.

Zaman Kontrollü: Kontrol grubu üzerindeki zaman saati vasıtası ile rejenerasyon kontrolü yapılır. Tank içinde iki rejenerasyon arası zaman aralığında yumuşatılacak su miktarına yeterli olacak kadar reçine bulunmalıdır.

Belirli bir sertlik giderme kapasitesi olan bu cihazlar, seçilmiş periyotlarla kendini suyla otomatik olarak temizler ve tazeler (rejenerasyon). Bu temizleme işi zamana (timer) veya arıtılan su miktarına (volümetrik) bağlı olarak başlatılabilir. Otomatik olarak yapılan bu işlemde rejenerasyon maddesi olarak, sistemin yapısına göre tuzlu su solüsyonu, asit ve kostik kullanılır. Su yumuşatıcı cihazların rejenerasyon esnasında kullandıkları rejenerasyon malzemelerinin seçimi, reçinenin ömrünü ve verimini doğrudan belirler. Kalitesiz maddeleri kullanılan reçinelerde ağır metallerin ve organik artıkların birikimi sonucu çıkan problemlerle sıkça karşılaşmaktadır. Rejenerasyon maddeleri rafine olmalı ve fire vermemelidir.

4. REÇİNELER

Suyu yumuşatmak veya deiyonize etmek veya başka bazı mineralleri almak için kullanılan, genelde sarı renkli kuma benzeyen sentetik bir malzemedir. Kullanıldığı suyun karakteristiklerine göre 3 ile 9 yıl arasında değişmesi gerekir. İyi bir reçine eşit tanecikli olmalı ve özel ambalajlarda muhafaza edilmelidir. Tane boyutu birbirinden farklı olan reçineler, hem basınç kaybını artırır, hem cihaz içinde oluklar oluşturarak, kapasitenin önemli ölçüde (-%80) azalmasına sebep verirler. Kapasite düşmesi sebebi ile rejenerasyon esnasında harcanan rejenerant kimyasalının (tuz, asit, vb.) birim maliyeti artar.

5. SUYUN DEZENFEKSİYONU

Evsel kullanımlarda kaynamış su yalnızca bakterileri yok eder. Nitrat gibi çoğu kirletici madde kaynatılarak sudan ayrılamaz. Bazı durumlarda kaynatma işlemi suyu azalttığı için kirletici maddelerin konsantrasyonunu artırabilir.

Suyun içindeki mikroorganizmal yaşamın kontrolü amacıyla suyun dezenfekte edilmesi şarttır. Dezenfeksiyon işleminin, birçok şekilde gerçekleştirilmesi mümkündür. Ancak, en yaygın olarak klorlama ve ultraviyole dezenfeksiyon sistemleri kullanılmaktadır.

Klor, eskiden beri en yaygın kullanılan dezenfektandır. Yaygın kullanımında klorun ucuz bir dezenfeksiyon sistemi olmasının yanısıra, kalıcı etkiye sahip olması da önemli bir etkidir. Klor, suya karıştırıldığı anda, suyun içindeki bazı organik maddeler ve ağır metallerle reaksiyona geçer. Tüm reaksiyonlar meydana geldikten sonra, 0.5 mg/lit serbest bakiye klorun suda bırakılması, nihai kullanım noktasına kadar mikroorganizmal faaliyeti önleyecektir. Ancak klorlama yapıldıktan sonra herhangi bir noktada, serbest bakiye klorun aktif karbon sistem vasıtası ile sudan alınması, arıtma sistemi sonrasında suyu mikroorganizmal kirlenmeye açık hale getirecektir. Klorlanmış su, aktif karbon sistemden geçirilse bile, 0,1 mg/lit bakiye klorun by-pass edilmesi tavsiye edilir.

Ancak, klorun, suyun içindeki bir takım organik maddelerle birleşerek, insan sağlığına zararlı kanserojen kimyasal bileşiklerin (trihalometan, kloroform vb.) oluşumuna sebebiyet verdiği bilinmektedir. Klor kullanımı kontrolsüz yapıldığı takdirde bu tip kimyasalların oluşumu mümkündür. Bu sebepten dolayı, suyun dezenfeksiyonu amacıyla değişik kimyasalların kullanımı da her geçen gün artmaktadır. Ancak günümüzde klor halen, en sık kullanılan dezenfektandır.

Suyun dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan bir diğer yöntem ise, Ultraviyole Dezenfeksiyondur. Bu yöntemde, dalga boyu 254.7 nanometre olan ultraviyole ışınımı kullanılır. Bu ışınım, suyun içindeki mikroorganizmaların, DNA yapısında bozulmaya sebep olup, üremeyi engeller. Ultraviyole sistemler, dezenfeksiyon amacıyla, oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak bu sistemlerde dikkat edilmesi gereken konu, sistemin nihai kullanıma mümkün olduğunca en yakın yere konmasıdır. Ayrıca, sistemden çıkan su özellikle atmosfere açık ayrı bir üniteye girmemeli ve bekletmeden kullanılmalıdır. Ayrıca, voltaj düşümleri veya elektrik kesintilerinde, sistemin bir jeneratör sistemine bağlı olması faydalı olacaktır. Sadece yüzde 10'luk bir voltaj düşümü, sistemin etkinliğini % 20 oranında azaltabilmektedir. Ultraviyole sistemlerin, estetik olarak görünümü bulanık olan sularda kullanılması durumunda, suyun UV ünite öncesinde hassas partikül tutma kabiliyetine sahip tortu filtrelerinden geçirilerek bulanıklılığının giderilmesi şarttır. Zira, mikroorganizmalar, büyük partiküllerin ışınımı engellemesi sonucu, UV ünitelerden canlı çıkabilmektedir. UV ünitelerin ayrıca periyodik bakımı önemlidir. Senede bir kere UV lamba değişimi ve hamsu kalitesine bağlı olarak, periyodik olarak kuvars cam temizliğinin yapılması çok önemlidir. Bu temizliğin yapılmaması, UV ışınım etkinliğini azaltacaktır.

Ultraviyole ışığı sayesinde mikrop kırma işlemi, çok sık başvurulan en etkili dezenfeksiyon yöntemlerinden biridir. Tüp benzeri cam bir kılıfın içine yerleştirilmiş ultraviyole lambası sayesinde cihaza giren suya dozajı ayarlı UV ışığı verilir. Bu özel ışın suda bulunan bakteri, virüs, küf ve mantar sporlarının DNA yapısını bozarak onları derhal etkisiz hale getirir. 200 litre/ saatten 500.000 litre/saate kadar modelleri mevcuttur.

Dezenfektan olarak yararlanılan özel ışığa, kısa dalga boylu ışık veya UV-C ışığı denmektedir. Bu ışık boyu 200 nm (nanometre) ile 280 nm arası UV-C bandına girmektedir. Dezenfeksiyon için gerekli olan ışığın dalga boyu 253.4 nm (0.0002534 mm)'dir. Bu lambalar yararlanılacakları ortamlara göre değişik şekillerde aplikasyonu yapılarak sterilizatör olarak kullanılmaktadır. UV lambaları her yıl değiştirilmesi gereken ekipmanlardır. Bu değiştirme işlemi sırasında ayrıca quartz tüpün temizlenmesi faydalı olur.

Zaman ayarlı, volumetrik veya çift kolonlu tandem sistem seçimi yaparken kullanım yerinin ihtiyaçları gözönüne alınmalıdır. Bir ev, apartman veya düzenli su kullanımı olan işletmelerde rejenerasyon saati suyun en az kullanıldığı saatlere alınarak zaman kontrollü bir sistem seçilebilir.

Bazı yerlerde ise günde birden fazla rejenerasyon yapmak yatırım maliyetini aşağıya çekebilmektedir. Kimi işletmelerde ise kesintisiz yumuşak su ihtiyacı vardır. O zaman volumetrik kontrollü yedekli (tandem-dublex) sistemler seçilir. Bu çift tüplü sistemlerde tüplerden biri yıkamaya geçtiği zaman vanalar otomatik olarak yer değiştirir ve diğer tüpü devreye sokar böylece su kesintisi olmaz.

UV ışını uygulanacak suların bulanık olmaması gereklidir. Bulanık sular ultraviyole ışının etkisini azaltmakta ve bakteri kaçacağına neden olmaktadır. Bulanık sularda önce mikron filtrasyon ve bulanıklılık gideriminden sonra UV dezenfeksiyon yapılabilir.

Bunun dışında Ozonizasyon'da Klorlama yerine kullanılabilen ve klorlamadan çok daha etkili bir dezenfeksiyon yöntemidir. Ancak yerinde üretilmesi ve pahalı bir yöntem olması kullanımını sınırlandırmaktadır. Avantajı, kanserojen kimyasal madde oluşumunun olmayışıdır.

6. DEİYONİZASYON

Su içinde artı ve eksi yüklü iyonlar bulunur. Bu iyonların sudan alınmasına deiyonizasyon yada demineralizasyon denir. Tıpkı yumuşatma cihazındaki gibi sentetik reçineli tüplerden geçirilen hamsu, reçinelerin özelliğinden dolayı iyonlarını bırakır.

Deiyonize sistemde su, önce katyonik reçine yatağından geçirilerek pozitif iyonlar hidrojen(H⁺) ile daha sonra anyonik reçine yatağından geçirilerek negatif iyonlar hidroksit (OH⁻) iyonları ile yer değiştirilir. Çıkış suyunda kalan (H⁺) ile (OH⁻) birleşerek suya dönüşür. Böylece saf su oluşur.

İyon değiştirme, bir iyonun başka bir iyonla yer değiştirmesidir. Reçineler Katyon değiştirici reçine ve Anyon değiştirici reçine veya bunların kombinasyonu (MIXBED) olabilirler. Katyon değiştirme, pozitif bir iyonun diğer bir pozitif iyonla yer değiştirmesi olup, tabii sularda katyonlar, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, H⁺, Fe⁺⁺ ve Mn⁺⁺ gibi maddelerdir. Anyon değiştirme; negatif bir iyonun yani anyonun, diğer bir negatif iyonla yer değiştirmesi olup, tabii sularda anyonlar genel olarak Cl⁻, SO₄⁻², NO₃⁻ gibi maddelerdir.

Reçineli katyon değiştiriciler, sülfonatlarla çevrilmiş poliestrenlerin sentetik organik polimerlerdir. Bunlar daneli ve boncuğa benzer şekilde imal edilirler. Bunların kimyasal formülleri Na₂R ve H₂R ile gösterilir. Na₂R sodyum devresindeki işletmeye göre bir iyon değiştiricidir. H₂R ise hidrojen devresindeki işletmeye göre bir iyon değiştiricidir. Sodyum devresinde rejenerasyon (yani reçinelerin yenilenmesi) NaCl ile hidrojen devresinde iyon değiştiricilerin H₂R'nin yenilenmesi asitle yapılmaktadır. Deionizasyon işlemi sonucunda çıkan suyun pH değeri 2-3 arasındadır.

Ürünlerin son yıkamalarının demineralize su ile yapılması ürünün kalitesi açısından gerekli olan bir yöntemdir. Hamsuyla yıkanan ürünlerin yüzeylerinde yıkama sonrası bir miktar su kalır. Bu suların zamanla buharlaşması sonucunda hamsuyun içerisinde bulunan tuzlar ürünün yüzeyine yapışırlar. Ürün üzerinde oluşan bu tuz lekeleri satışa sunulacak mal üzerinde olumsuz bir etki yapacağı gibi, aynı zamanda boyama ve benzeri işlemlere tabi tutulacak yüzeylerin boya kalitelerinin uzun vadede düşük olmasına ve buna bağlı olarak da ürünün genel kalitesinin bozulmasına sebep olurlar. Bu sebeplerden dolayı yüksek ürün kalitesini hedefleyen firmaların tuzlardan arındırılmış sularla çalışmaları en uygun yöntem olarak bilinmektedir.

7. REVERSE OSMOSIS (TERS OSMOZ)

Ters osmoz, suyun içindeki istenmeyen tüm mineralleri sudan ayıran ve saf su ve içme suyu teminine yönelik olarak kullanılan membran filtrasyon prosesinin adıdır. Bu sistemler çapraz akışlı olarak çalışırlar. Bilinen anlamda filtrasyon prosesi değildir. Çünkü membran üzerinde suyun geçişine izin veren gözenekler son derece ufaktır. (Yaklaşık 1 mm'nin 2.000.000'da biri delik çapı). Böyle ufak bir gözenekten sadece su molekülleri ve bazı çok ufak inorganik moleküller geçebilmektedir. Diğer moleküller ise konsantre su fazında sistemden dışarı atılır.

Ters osmoz üniteler genelde ön filtrasyon aşamaları sonrasında kullanılır. Su önce partikül filtreden geçirilir. Partikül filtrasyon, suyun içinde bulunan 5 mikrondan daha büyük olan tüm partikülleri tutar. (1 mikron = 0.001 mm) Partikül filtrasyon, membranların tıkanmasını engellemek amacı ile kullanılır. Partikül filtrasyondan sonra su aktif karbon filtreden geçirilir. Aktif karbon ile suda istenmeyen koku, tat ve klor tutulur. Aktif karbon filtreden geçirildikten sonra su, tekrar 1 mikron filtrasyondan geçirilir. Burada daha ince taneciklerin tutulması sağlanır. Bu ünitelerden geçen su ters osmoz membrana verilmeye hazırdır. Ters osmoz membran suyun çözülmüş iyonları tutar. Suyun içindeki bu iyonlar arasında, ağır metaller, sodyum, kurşun, arsenik, nitrat, asbest ve diğer bir çok zararlı iyonlar bulunur. Su ters osmoz membrandan çıktıktan sonra ikinci bir tat düzenleyici post aktif karbon filtreden geçirilir. Ters osmoz üniteden çıkan su son derece güvenilir içme suyudur.

Sistem içindeki partikül filtreler ve aktif karbon filtrelerin belli bir ömrü vardır ve periyodik olarak değiştirilmelidirler. Genellikle bu filtrelerin yılda bir değiştirilmesi yeterlidir. Değişim sıklığı, hamsu kalitesi ve arıtılan su miktarına göre değişebilir. Ters osmoz membran ise düzenli bakım ile en az 3-4 sene dayanacaktır. Membran değişim zamanının gelip gelmediği konusunda uzmana danışılması gereklidir.

Reverse osmos cihazlarının içinde kullanılan membranlar zamanla tıkanır ve yenisi ile değiştirilir. Teoride 5 pratikte 2 yılda bir yapılan değişim sırasında doğru membran kullanılmazsa su kalitesinde bozulmaya ve erken membran tıkanmasına sebep verilir.

Osmoz tabiatta kendiliğinden gerçekleşen bir doğa olayıdır. Bitkilerin kökleri vasıtası ile topraktaki suyu emip üst dallarına kadar iletmesi bu yöntem sayesinde olur.

Doğadaki osmoz olayını, tersine çevirerek su arıtımda kullanabilmek için suya osmotik basınçtan daha yüksek bir basınç uygulamak gerekir. Bu basıncı bir pompa sayesinde oluşturarak yarı geçirgen bir membrana (özel bir tür filtre) uygularsak suyun saf kısmı membranın üretim kısmına geçerken, bakteri, pirojen, organik madde, ve iyonlar atık kısmında kalır ve dışarı şarj edilir. Bu saflaşma oranı ise değişen parametrelere bağlı olarak %95 - %98 arasında değişir. Yani 1600 iletkenliğinde giren örnek bir su çıkışta 80-32 iletkenlikte ve saflaşmış olarak çıkar. Suyu bu rakamlardan daha fazla saflaştırmak için reçineli deionizere veya ikinci bir membran ünitesine ihtiyaç vardır. Fakat genellikle bu saflık istenilen düzeyden çok daha iyidir.

Reverse osmoz cihazında su basınçlı olarak sürekli membrana pompalanır. Saflaştırılmış su devamlı olarak üretim kısmından çıkarken, bir kısım saflaşmamış su da atık kısmından tahliye edilir. Bu cihazlar ürettikleri suyun yaklaşık %25 kadarını da atık su olarak atarlar. Bazı modellerde bu atık geri kazanılarak tekrar sisteme verilir.