

Nemlendirme ve Nemalma Metoduyla Kullanılabilir Temiz Su Eldesi

Yrd. Doç. Dr. Alp AKIN

alp.akin@ege.edu.tr

Ege Üniversitesi, Aliğa Meslek Yüksek Okulu, Rafineri ve Petrokimya Bölümü

Özet

Bu çalışmada, öncelikle, temiz su eldesi için kullanılan yöntemler incelendi. Daha sonra, saf su elde edilmesi için kullanılan nemlendirme-nem alma metodu, güneş kolektörü, evaporatör ve kondenserden oluşan bir sistemde yapılmış çalışmalarda incelendi. Ayrıca, bu sistem için değişik tasarım avantaj ve dezavantajlarından bahsedildi, enerji ve kütle denklemleri verildi.

Anahtar Kelimeler: nemlendirme-nem alma, Güneş Kolektörü, Evaporatör, Kondenser

Abstract

In this work, firstly, methods used for production of clean water were investigated. After that, humidification-dehumidification method which is used to obtain pure water was examined in studies on a system consisted of the solar collector, the evaporator and the condenser. Also, advantages and disadvantages of different design for that system were mentioned and mass and energy equations were given.

Keywords: Humidification-Dehumidification, Solar Collector, Evaporator, Condenser

Giriş

Birleşmiş Milletler Dünya Su Gelişim 2015 raporuna göre (The United Nation World Water Development Report), 2050 yılında, tarımda küresel olarak % 60 ve gelişmekte olan ülkelerde % 100 üretim artışı olacağı öngörülmüştür. Bu nedenle, küresel tarımın su ihtiyacı mevcut büyüme oranları ile sürdürülemez olduğundan, ya sektör su kayıplarını azaltarak su kullanım verimliliğini arttırması ya da mevcut su kaynaklarının (Deniz suyu, atık su gibi) kullanıma uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Ayrıca gelişmekte olan ülkelerde, insanların temiz su kullanımları da nüfusun artmasıyla birlikte artmıştır. İnsanların kansere sebep olduklarından şüphelendiği, endokrinik bozulma ve diğer sağlık problemlerine yol açan düşük seviyelerdeki pestistler, ilaç ve kişisel bakım ürünleri gibi kontaminasyonlar atık sularda mevcuttur. Yaşamı sağlıklı sürdürebilmek için temiz suya ihtiyaç vardır. Ayrıca, suyun endüstriyel kullanımında da temiz (kirletici maddeler içermeyen) suya ihtiyaç vardır. Shiklomanov tarafından hesaplandığına göre, yeryüzü $1400 \times 10^6 \text{ km}^3$ su içeriyor, bunun yaklaşık % 97,5 okyanuslarda bulunmaktadır. Böylece deniz suyu temiz su eldesi için büyük bir kaynaktır.

Deniz suyu temiz su eldesi için büyük bir kaynaktır. Günümüzde suyu arıtmak için kullanılan yöntemler, Düşük basınç ile buharlaşma (Multi Stage Flash; MSF), Ters Osmoz (Reverse Osmosis; RO), Elektrodializ, Multi Effect Distillation MED, Vapor Compression VC. Suyun tuzdan arındırılması prosesi için enerji ihtiyacı çok yüksektir ve problem olabilir. Bu enerjinin karşılanması için ulusal enerji sistemine bağlanması uygun maliyetli ve uygulanabilir değildir. Güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları ihtiyaç duyulan enerjiyi karşılamak için uygundur. Güneş enerjisinden faydalanan deniz suyu arıtma sistemleri iki ana tipte tasarlanabilir; direkt ve indirekt. Atmosferik nemlendirme ve nem alma prosesi indirekt bir prostestir ve temel olarak üç ana bölümden oluşmaktadır; ısıtıcı, nemlendirici ve yoğunlaştırıcı. Güneş kolektörleri ısıtıcı olarak kullanılabilir havanın nemliliğini arttırmak için nemlendirici yada evaporasyon kulesi kullanılır. Nemlendirilmiş hava kondenser de yoğunlaştırılır. Bu üç aşamalı sistem birbirinden bağımsız ayrı bölümler halindedir. Yukarıda açıklanan tüm sistemin etkinliği kovanlı distilatörlerden daha etkilidir. Çıkış parametrelerini optimize edebilmek için her bir bölme için ayrı hareket edebiliriz. Kondenserdeki soğutma sistemiyle sıcak nemlendirilmiş hava arasındaki sıcaklık farkının artması destile edilen su miktarını arttırır.

Bu konuda birçok deneysel ve teorik çalışma yapılmıştır. Enerjiyi güneş enerjisi ile karşılayan nemlendirme ve nem-alma ile tuzlu suyu arıtan sistemlerin performansı, Yıldırım (Yıldırım, Solmuş, 2014) tarafından, Antalya da iklim koşullarına bağlı olarak, değişik operasyon ve dizayn parametreleri dikkate alınarak incelenmiştir. Sistem kapalı su-açık hava temelinde oluşturulmuştur. Sistem, düz plaka şeklinde güneşli su ısıtıcı kolektörüdür.

3- Kondenserdeki Enerji denklemi;

$$\dot{m}_c c_{p_c} (T_{co} - T_{ci}) = G(h_{a2} - h_{a3}) + \dot{Q}_c \quad (3)$$

Burada, G kuru havanın kütleli akış hızı (kg/s), h_{a3} and h_{a2} sırasıyla, kuru havanın giriş ve çıkış entalpileri (kJ/kg), \dot{Q}_c kondenserdeki enerji kaybı (kJ/s).

Bu denklemde, kuru havanın kütle akış hızı (kg/s), \dot{m}_c kondenserdeki soğutma suyu kütleli akış hızı (kg/s) ölçülerek, kondenserdeki enerji kaybı \dot{Q}_c (kJ/s) hesaplanabilir.

4- Toplam kütle transfer katsayısı

$$\left(\frac{G}{L}\right)(h_{a1} - h_{a2}) = \left(\frac{k a V}{L}\right) \frac{(h_{wi} - h_{a2}) - (h_{wo} - h_{a1})}{\ln\left(\frac{h_{wi} - h_{a2}}{h_{wo} - h_{a1}}\right)} \quad (4)$$

Burada, h_{wi} ve h_{wo} sırasıyla, sıcak suyun giriş ve çıkış entalpileri (kJ/kg), k havadaki nemin toplam kütle aktarım katsayısı (kg/m² s), a kütle aktarım alanı (ıslak alan) (m²/m³), V nemlendirici kolon hacmi (m³). Bu denklemde, toplam kütle aktarım katsayısı k bulunur.

5- Destile su akış hızı;

$$\dot{m}_d = G(\omega_{a3} - \omega_{a2}) \quad (5)$$

Burada, \dot{m}_d destile su kütleli akış hızı (kg/s), ω_{a3} ve ω_{a2} sırasıyla, kondensere giren ve çıkan hava akımının mutlak nemi (kg H₂O/ kg kuru hava).

Bu denklemde, G kuru havanın kütle akış hızı (kg/s) ölçülür ve kondensere giren ve çıkan hava akımının mutlak nemi (kg H₂O/kg kuru hava) hesaplanarak, destile su akış hızı \dot{m}_d (kg/s), bulunur.

Sonuç

Bu teknik, kapasite de esneklik, orta kurulum ve işletme maliyetleri, kolaylık, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilmesi ve bir miktar enerjinin geri kazanılabilmesini içeren bir dizi avantaj sunar. Ayrıca bu proses atmosferik basınçta ve düşük sıcaklıkta gerçekleşir, böylece sistem bileşenleri mekanik zorlamalara maruz kalmazlar ve malzemelerde korozyon aşınması büyük boyutlarda olmaz.

KAYNAKLAR:

- 1- Shiklomanov, I.A.: World freshwater resources. In P.H. Gleick (ed.): Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources. Oxford University Press, NewYork, 1993, pp. 13–24.
- 2- Yıldırım C, Solmuş İ., A parametric study on a humidification–dehumidification (HDH) desalination unit powered by solar air and water heaters, Energy Conversion and Management, 86 (2014), 568–575.
- 3- Orfi J., Laplante M., Marmouch H., Galanis N., Benhamou B., Ben Nasrallah S., Nguyen C., T., Experimental and theoretical study of a humidification-dehumidification water desalination system using solar energy, Desalination 168(2004), 151-159.
- 4- Kabeel A., E., El –Said E., M., S., A hybrid solar desalination system of air humidification-dehumidification and water flashing evaporation Part I. A numerical investigation, Desalination, 320 (2013), 56–72
- 5- Yamalı C., Solmuş İ., A solar desalination system using humidification- dehumidification process: experimental study and comparison with the theoretical results, Desalination, 220 (2008), 538–551.
- 6- Al-Enezi G., Ettouney H., Fawzy N., Low Temperature Humidification Dehumidification Desalination Process, Energy Conversion and Management, 47 (2006), 470–484.
- 7- Yıldırım C., Solmus İ., A parametric study on a humidification–dehumidification (HDH) desalination unit powered by solar air and water heaters, Energy Conversion and Management 86 (2014) 568–575.
- 8- Bundschuh J., Renewable Energy Applications For Freshwater Production, 2012, Taylor & Francis Group, London, UK, 102- 133.