

TARIMSAL SULAMA SUYU KALİTESİ

Sulama suyundaki çözülmüş iyonların konsantrasyonu sulama suyunun kalitesini belirler. Sulama suyunun kalitesini belirlemede dört temel kriter, suyun iletkenliği (EC), sodyum adsorpsiyon oranı (SAR), artık sodyum karbonatlar (RSC) ve iyon toksisitesidir.

Tarımsal sulama suyunda sodyum fazlalığı ve iyon toksisitesi en önemli sorunlardır. Özellikle yağışın az olduğu kurak bölgelerde mahsulün kök bölgesinde tuz birikimi meydana gelecektir. Bu tip durumlarda, topraktaki tuz içeriğindeki değişim ve sulama suyu kalitesi yakından takip edilmelidir. Sulama suyunda sodyum fazlalığı, toprak yapısının bozulmasına neden olacak ve suyun toprağa nüfuz etmesini engelleyecektir. Toksikite; sodyum, klorür, bor vb. diğer eser elementlerin kritik konsantrasyonunu ifade eder.

Sulama amaçlı su kalitesinin değerlendirilmesi için dört temel kriter vardır:

- İletkenlik (EC) : Sudaki toplam çözülmüş katıların fazlalığı
- Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) : Sodyum (Na^+) ile kalsiyum (Ca^{2+}) ve magnezyum (Mg^{2+}) iyonlarının oranı
- Artık sodyum karbonatlar (RSC) : Bikarbonat (HCO_3^-) ve karbonat (CO_3^{2-}) anyonları konsantrasyonu.
- Bitkilerde toksisiteye neden olan eser elementlerin fazlalığı

Suyun pH'ı sulama suyunda bir kalite kriteri değildir. Zira, pH parametresi toprak tarafından tamponlanma eğilimindedir ve çoğu tarımsal ürün geniş bir pH aralığını tolere edebilir.

SULAMA SUYUNDA TUZLULUK

Sulama suyunda tuzluluğun fazla olması, topraktaki nemin osmotik basıncını artırır ve bitki köklerinin suyu erişimi zorlaştırır. Yani, tuzlu suyla sulanan tarladaki toprak, nemli gibi görünse de bitkiler solacaktır. Bunun nedeni, bitki köklerinin yüksek osmotik potansiyeli nedeniyle topraktaki suyu çekememesidir. Böylelikle bitkiden terleme yoluyla kaybedilen su, topraktan takviye edilemez ve solma meydana gelir.

İLETKENLİK	HASAR SEVİYESİ
<750 $\mu s/cm$	Sulama suyu olarak kullanıma uygun ve zararlı etkinin fark edilmeyeceği su.
750 - 1500 $\mu s/cm$	Hassas mahsuller üzerinde zararlı etkileri olabilecek su.
1500 - 3000 $\mu s/cm$	Birçok ürün üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilen ve bu nedenle kontrollü uygulama gerektiren su.
3000 - 7500 $\mu s/cm$	Kontrollü uygulama ile sadece geçirgen topraklarda tuza dayanıklı bitkiler için kullanılabilir su.



SULAMA SUYUNDA SODYUM

Sulama suyunda sodyum kriteri, "sodyum adsorpsiyon oranı (SAR)" olarak ifade edilir. Sodyumun doğrudan toplam tuzluluğa katkıda bulunmasına ve meyve ağaçları gibi hassas mahsuller için toksik olabilmesine rağmen, yüksek sodyum konsantrasyonunun temel sorunu, toprağın fiziksel özellikleri üzerindeki etkisidir. Yani, yüksek sodyumlu sular toprak yapısının bozulmasına neden olur. Bu nedenle, orta ve uzun vadede toprak kalitesinin bozulması istenmiyorsa, SAR değeri >10 (mmol/l)^{-0.5} 'ten büyük olan sularla toprağın sulanmaması önerilir. Yüksek SAR değerine sahip suyun sürekli kullanımı, toprağın fiziksel yapısında bozulmaya yol açar. Toprağın fiziksel yapısındaki bu bozulma, toprak kilinin dağılmasına ve toprağın kurduğunda sertleşmesine ve sıkışmasına neden olur.

KARBONATLAR VE BİKARBONAT KONSANTRASYONU

Karbonat (CO_3^{2-}) ve bikarbonat (HCO_3^-) konsantrasyonu yüksek olan sular, toprağın nemi buharlaştığında kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve magnezyum karbonat (MgCO_3) çökme eğiliminde olacaktır. Bu durum, SAR değerinin artacağı ve sodyum iyonlarının nispi oranının da yükseleceği anlamına gelir. Diğer bir deyişle, sulama suyundaki sodyumun zarar potansiyelini, SAR değerinde belirtilenden daha yüksek bir seviyeye çıkaracağı anlamına gelir.

SPESİFİK İYON ETKİLERİ (TOKSİK ELEMENTLER)

Tuzluluk ve sodyum tehlikelerine ek olarak, bazı mahsuller sulama sularında spesifik iyonların varlığına karşı duyarlı olabilir. Pek çok eser element, çok düşük konsantrasyonlarda bitkiler için toksiktir. Mahsuller üzerindeki doğrudan toksite, sulama suyundaki bazı spesifik elementlerden kaynaklanabilir. Örneğin bor, klorür ve sodyum bitkiler için potansiyel olarak toksiktir. Toprağa sulama yoluyla eklenen bir element, zehirli bir seviyeye ulaşıncaya kadar toprakta birikebilir. Suda belirli bir konsantrasyondaki bir element, bir ürün için hemen toksik olabileceği gibi, zehirli hale gelene kadar toprakta birikmesi birkaç yıl sürebilir.

Sodyum Toksisitesi

Sodyum toksisitesi yaprak yanması ve yaprakların dış kenarları boyunca uzanan ölü dokular şeklinde meydana gelebilir. Bunun aksine, klorür toksisitesi genellikle en uç yaprak ucunda görülür. Doğru teşhisler toprak, su ve bitki doku analizlerinden yapılabilir.

Bor Toksisitesi

Bor, tüm bitkilerin normal büyümesi için gereklidir, ancak gereken miktar çok düşüktür. Ürüne bağlı olarak belirli bir tolerans seviyesini aşarsa bor zarar verir. Birçok mahsul için bor eksikliği ve toksisitesi arasındaki aralık dardır. Bitkiye yeterli bor arzını sürdürmek için sulama suyunda en az 0.02 ppm bor gerekebilir. Bununla birlikte, toksisiteyi önlemek için, sulama suyundaki bor seviyeleri ideal olarak $<0,3$ ppm'den düşük olmalıdır. Daha yüksek bor konsantrasyonları, üretilecek olan mahsul türünün bor toleransına göre değerlendirilmesini gerektirir. Ülkemizde özellikle Ege Bölgesi ve Batı İç Anadolu'da bor zengin su kaynakları bulunmaktadır. Bor toksisitesi semptomları, yaşlı yapraklarda sararma, lekelenme veya uçlarda ve kenarlarda yaprak dokularının kuruması şeklinde görülür.

Klorür Toksisitesi

En yaygın ürün toksisitesi sulama suyundaki klorürden kaynaklanır. Klorür (Cl^-) anyonu tüm sularda bulunur. Klorürler bitki büyümesi için gereklidir, ancak yüksek konsantrasyonlarda bitki büyümesini engelleyebilirler ve bazı bitki türleri için oldukça toksik olabilirler. Tablo 5.4, sulama suyundaki Cl^- seviyelerini ve Cl^- 'nin mahsuller üzerindeki etkilerini göstermektedir. Hassas mahsullerde, yapraklarda



Cl⁻ seviyeleri biriktiğinde semptomlar ortaya çıkar (kuru ağırlık bazında% 0.3-1.0). Ayers ve Westcot (1985), bitkiler üzerindeki Cl⁻ toksisitesinin ilk olarak yaprak uçlarında (klorür toksisitesi için çok yaygın bir semptomdur) ortaya çıktığını ve toksik etkinin şiddeti arttıkça yaprak ucundan kenarlara doğru ilerlediğini bildirmişlerdir. Aşırı nekroza genellikle erken yaprak düşüşü ve hatta toplam bitki yaprak dökümü eşlik eder.

KLORÜR	ETKİ SEVİYESİ
<75 ppm	Sulama suyu olarak kullanıma uygun
75 - 150 ppm	Hassas mahsuller üzerinde zararlı etkileri olabilir.
150 - 350 ppm	Hassas ve orta hassas mahsullere zarar verir.
>350 ppm	Sulamada kullanıma uygun değildir.

SULAMA SUYUNDA İLETKENLİK SINIFLAMASI

İLETKENLİK	TUZLULUK SINIFI
100 - 250 µs/cm	Düşük Tuzlu Su (Tuzluluk Sınıfı : C1) Toprakta çoğu mahsulün sulanması için kullanılabilir.
250 - 750 µs/cm	Orta Tuzlu Su (Tuzluluk Sınıfı C2) Orta düzeyde tuz toleransı olan bitkilerin sulamasında kullanılabilir.
750 - 2250 µs/cm	Yüksek Tuzlu Su (Tuzluluk Sınıfı C3) Tuzluluk kontrolü için kontrollü kullanım gerekli olabilir ve iyi tuz toleransı olan bitkilerin sulamasında kullanılabilir.
> 2250 µs/cm	Çok Yüksek Tuzlu Su (Tuzluluk Sınıfı C4) Normal koşullarda sulamaya uygun değildir, ancak çok özel durumlarda ara sıra kullanılabilir. Yalnızca çok tuza toleranslı bitkilerin sulamasında kontrollü olarak kullanılabilir.

SULAMA SUYUNDA SODYUM SINIFLAMASI

SAR	TUZLULUK SINIFI
< 10	Düşük Sodyum Su (Sodyum Sınıfı S1) Toprağın zararlı değiştirilebilir sodyum seviyeleri geliştirme tehlikesi az olan hemen hemen tüm topraklarda sulama için kullanılabilir. Bununla birlikte, çekirdekli meyve ağaçları ve avokado gibi sodyuma duyarlı ürünler, zararlı sodyum konsantrasyonları biriktirebilir.
10 - 18	Orta Sodyum Su (Sodyum Sınıfı S2) Killi ve yüksek katyon değişim kapasitesine sahip ince dokulu topraklarda hissedilir seviyede sodyum tehlikesi oluşturabilir. İyi geçirgenliğe sahip kaba bünyeli veya organik topraklarda kullanılabilir.
18 - 26	Yüksek Sodyum Su (Sodyum Sınıfı S3) Çoğu toprak tipinde zararlı seviyelerde sodyum yaratabilir. Kullanımı, özel toprak yönetimi, iyi drenaj, yüksek sızdırma kabiliyeti ve yüksek organik madde koşulları gerektirecektir. Bununla birlikte, jipsli topraklar bu tür sulardan zararlı sodyum seviyeleri oluşturmayabilir. Çok yüksek tuzluluk oranına sahip sularda kullanımı mümkün olmayabilir.
> 26	Çok Yüksek Sodyum Su (Sodyum Sınıfı S4) Düşük ve orta tuzluluk dışında sulama amaçlı kullanım için genellikle yetersizdir. Spesifik olarak, toprağın kalsiyum açısından zengin olduğu veya jips gibi ıslah edici maddelerin uygulanması durumunda kontrollü olarak sulama suyu kullanımına uygun hale getirebilir.

TERS OZMOZ TEKNOLOJİSİ İLE YÜKSEK KALİTEDE SULAMA SUYU TEMİNİ

Tarımsal sulamada veya peyzaj sulamada kullanılacak olan suyun, sulama suyu kriterlerine uygun olması, hem sulama yapılacak topraktan uzun seneler verim alabilmek, hem de sulanacak mahsulün sağlıklı bir şekilde yetiştirilmesi açısından çok önemlidir. Sulamada kullanılacak olan su kaynağının, ilk aşamada iletkenlik, sodyum, SAR, klorür, artık sodyum karbonatlar ve bor parametreleri açısından detaylı olarak incelemesi yapılmalıdır. Bu parametreler içinden sulama suyu kriterlerine uygun olmayan parametreler tespit edilmesi durumunda suyun ters osmoz yöntemi ile demineralize edilmesi gerekebilir.

Sulama suyunun tamamen saf olması gerekmeyeceği için ters osmoz teknolojisi ile kısmi demineralizasyon yapılması yeterli olacaktır. İstenen sulama suyu kalitesine ulaşabilmek için ters osmoz ürün suyu ile ham suyun kısmi olarak harmanlanması yapılması gerekebilir. Ham su ile saf RO ürün suyunun hangi oranda harmanlanacağı, ham suyun tuzluluğuna, sulama yapılacak mahsulün ihtiyaç duyduğu su kalitesine ve toprak analizine bağlı bir konudur. Toprağın durumu ve yetiştirilecek olan mahsulün durumuna göre sulama suyu sınıfı seçildikten sonra, yapılacak olan ham su harmanlama oranı tespit edilebilir.

