

TOPRAK TUZLULUĞUNUN BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Sahriye SÖNMEZ¹ Mustafa KAPLAN¹

Özet: Tuzluluk, topraklarda veya toprak horizonlarında suda çözünen tuzların birikmesidir. Tuzluluğun bitki gelişimini etkileyen önemli faktörlerden birisi olduğu bilinmektedir. Bitkilerin tuzlu şartlarda gelişme ve büyüme kapasiteleri birbirinden farklılık göstermektedir ve tuza karşı toleransları genetik özelliklerinin yanısıra çevresel faktörlerden de etkilenmektedir. Genellikle, tuzlu bir ortamda yetişen bitkilerin gelişimi zayıf olmakta ve bitki bodur kalmaktadır. Çünkü tuzlu şartlar altında toprak çözeltisinin osmotik potansiyeli yükselmekte ve bu nedenle bitkilerin su alımı güçleşmektedir. Ayrıca bazı elementler doğrudan toksik etki yapmaktadırlar (örneğin; Cl, B). Tuzluluk, bitkilerin hem gelişim safhaları boyunca hem de metabolik işlevleri üzerine olumsuz etkide bulunmaktadır. Bitki türlerinin tuz toleranslarına karar vermede bir kriter olarak tuzlu şartlarda hayatta kalabilen

bitkiler kullanılmakta ve bunun en iyi göstergesi olarak da bitkinin verimi dikkate alınmaktadır. Yapılan çalışmalar ortamdaki tuz miktarının artmasıyla doğru orantılı olarak verimin düştüğünü göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tuzluluk, bitki gelişimi, bitkilerin metabolik işlevleri, bitki tuz toleransı

Effects of Soil Salinity on Plant Growth

Abstract: Salinity is the accumulation of water soluble salt in soils or soil horizons. It is one of the most important factors affecting plant growth. Crop plants differ widely in their capability to grow and develop under saline conditions. The tolerance of a plant to salinity is affected by the environmental factors apart from the genetic properties. In general, the main characteristics of crops on a salt affected soil are the presence of a poor and patchy crop stand along with the stunted plant.

¹.Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, ANTALYA

growth due to the increase at the osmotic pressure of the soil solution and the decrease of water absorption of crop plants. Moreover, some elements may have direct toxic effects (for example; Cl, B). Salinity adversely affect both all the stages of growth and the metabolic processes in crop plants. It is used plant survival in saline environment as a criteria to decide the salt tolerance of

GİRİŞ

Toprak tuzluluğu, uzun yıllardan beri üzerinde çalışılan dünya çapında önemli sorunlardan birisidir. Tuzluluğa, bitkilerin tepkisi ise tarımda önemli problemlerden birisini oluşturmaktadır. Bu problem, su ve toprak kaynaklarının çok yoğun ve aşırı şekilde kullanılmasıyla günümüzde çok ciddi bir boyut kazanmaya başlamıştır. Bu nedenle tuzlu toprakların ıslahı ve tuzlu sulama sularının tarımda yeniden kullanılmaya başlanması çok yakın bir gelecekte kaçınılmaz olacaktır.

Tuzlu topraklarda yetişen bitkiler iki problemle karşı karşıya gelmektedir. Birincisi, toprak çözeltisindeki yüksek tuz konsantrasyonu; ikincisi ise klor ve sülfat gibi potansiyel olarak toksik iyonların yüksek konsantrasyonudur.

plant species and crop yield is considered as an important indication of this.. Investigations on salt tolerance indicate that the yield of the crop plants shows a linearly decrease with increasing salinity.

Key Words: Salinity, plant growth, metabolic processes of plants, crop salt tolerance.

Yüksek tuzlu koşullarda yetişen bitkilerde görülen en önemli değişim, zayıf bir gelişme ve bitkilerin bodur kalmasıdır. Genel olarak bitkiler üzerine tuzluluğun etkisi gelişim aşamaları boyunca birbirinden farklı olabilmektedir. Tuzluluk sadece bitkilerin gelişmesi üzerine değil aynı zamanda değişik metabolik işlevleri üzerinde de olumsuz etkiye sahip olmaktadır. Bu nedenlerle toprak tuzluluğun boyutunun belirlenerek gerekli önlemlerin alınması bitki yetiştiriciliği bakımından oldukça önemlidir.

BİTKİLERİN METABOLİK İŞLEMLERİ ÜZERİNE TOPRAK TUZLULUĞUNUN ETKİSİ

Tuzluluğun, bitkilerin morfoloji ve anatomilerinde değişikliğe neden

olduğu ve bitki metabolizmasını etkilediği bilinmektedir. Bu değişimler tuza maruz kalan bitkilerin bu stres altında ortama uyum sağlayabildiğini düşündürmektedir. Meydana gelen bu değişimlerle birlikte bitki yaşamını sürdürebilmekle beraber, zarar belirtilerini de göstermektedir. Tuzluluğun gelişmeyi engellemesi tuzun yapısı, boyutu ve bitki türüne bağlı olarak değişmektedir. Tuzluluğun bitkideki metabolik işlemler üzerine etkileri şu şekilde özetlenebilir.

Hücredeki önemli organellerden birisi olan kloroplastlar üzerine tuzluluğun etkisi henüz tam olarak anlaşılacakla beraber, kloroplastların tuzluluktan olumsuz olarak etkilendiği belirlenmiştir. Bu konu üzerinde çalışmış olan Poljakof-Mayber (17) domates yapraklarının kloroplastlarının 1 atm. basınca sahip NaCl'le tuzlandırıldığında kloroplastların şiştiği ve tuzluluk (4 atm.) arttıkça kloroplastların bozulduğunu rapor etmiştir. Bu durum tuza maruz kalan bitkilerde neden solgunluk görüldüğünün bir açıklaması olabilmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalarda kloroplastların tuzun tipinden de etkilendiği rapor edilmiştir.

Örneğin, klor tuzluluğunun sülfat tuzluluğundan daha çok zarar verdiği tesbit edilmiştir (21).

Tuzluluk seviyesi ile yaprak alanı arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Bu durum büyüyen dokulardaki su eksikliğinden ileri gelmektedir. Bununla beraber, sadece toplam yaprak alanı değil, aynı zamanda birim yaprak alanındaki CO₂ fiksasyonu da azalmaktadır. Ancak solunum genel olarak değişim göstermekte, fakat tuzluluğa solunum oranının tepkisi, bitkiden bitkiye farklılık göstermektedir. Örneğin, fasulyede solunumda artma görülürken, buğday, pamuk gibi bitkilerde solunum oranında azalma rapor edilmiştir (11). Aynı zamanda tuzluluğa solunum oranının tepkisi bitki türleri arasında da farklılık göstermektedir. Ayrıca bitkilerin tepkileri tuzluluğun tipine ve boyutuna, bitki organına ve gelişme safhalarına bağlı olarak değişmektedir. CO₂ fiksasyonunun azalması solunumun artmasına neden olmaktadır. CO₂ fiksasyonunun düşmesine klorun olumsuz etkileri sebep olmaktadır. Buna karşın tuzluluk, köklerin solunum oranını artırır, tuzlu ortamda kökler solunumu sürdürmek için daha fazla

karbonhidratlara ihtiyaç duyarlar. Bunun nedeni; iyonların bölünmesi, iyon salgıları ve hücre sel zararın yeniden onarılması için enerjiye gereksinim duyulmasıdır (9).

Bitkiler yüksek osmotik basınca sahip bir ortamda (tuzlu bir ortamda) yetiştirildiğinde, öz sularını bu osmotik basınca göre ayarlarlar. Bitki içerisinde suyun yukarı doğru hareketi yapraklarda oluşan difüzyon basıncı farkına göre olmaktadır. Tuzların depolanması plazmanın tuza karşı direnci tarafından sınırlanmaktadır. Eğer plazmanın direnci düşükse, solüsyon basıncı yetersiz kalır ve topraktan besin maddeleri ve suyun absorpsiyonu önlenir ve bitkilerde su alımı ve dağılımı arasındaki denge bozulur. Bu sonuçlar su noksanlığını artırır, asimilasyonu ve transpirasyonu azaltır, gelişmeyi bodurlaştırır ve solgunluk görülür (19).

Aynı şekilde fotosentezde de tuzlulukla beraber bir azalma olmaktadır. Ancak bu azalma bitki türleri arasında ve hatta aynı bitkinin çeşitleri içerisinde bile büyük farklılıklar göstermektedir. Waisel (23), tuzluluk nedeniyle fotosentezde

meydana gelen azalmanın dört yolla meydana geldiğini bildirmiştir. Bunlar;

1. Kloroplastlarda CO₂ difüzyonunun azalması
2. Fotosentezden sorumlu olan organellerin fonksiyonları ve yapısındaki değişme
3. Işık ve karanlık reaksiyonlarında meydana gelen değişim
4. Ara ürün ve asimile olan ürünlerin taşınımının etkilenmesi şeklinde sıralanmaktadır.

Fotosentezin azalmasının en önemli nedeni, tuzlulaşmanın yolaçtığı stoma açıklığının azalmasının bir sonucu olarak bitkide CO₂ difüzyonunun azalmasıdır. Yüksek tuzluluk seviyesine uzun süre maruz kalan bitkilerde net fotosentez oranının düşmesine, yaprak alanındaki klorofil içeriğinin düşmesi sebep olmaktadır.

Tuzluluğun protein sentezi üzerine de olumsuz etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Tuzlu ortamda yetişen bitkilerin yapraklarında protein sentezi ya su noksanlığı ya da spesifik iyon fazlalığına tepki olarak azalmaktadır. Protein sentezi üzerine NaCl tuzluluğunun etkisi, hassas çeşitlerde (örn; soya fasulyesi) klor toksitesinden;

tuza toleranslı olan çeşitlerde (örn; arpa) ise yapraklardaki Na^+/K^+ dengesizliğinden dolayı meydana gelmektedir. Protein sentezinde meydana gelen bozulmadan dolayı biriken amonyak, lizin, prolin ve diğer aminoasitler bitki hücrelerinde toksik etkiye sebep olabilmektedir (10)

Tuzlulukla beraber fitohormon seviyelerinde değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler tuzluluğa bitkilerin göstermiş olduğu tepkilerden birisidir. Absisik asit (ABA) miktarının artması kuraklığın ve tuzluluğun neden olduğu su noksanlığının bir sonucudur. Yapraklarda artan ABA seviyesi stomaların kapanması yoluyla osmotik ayarlamayı sağlamaktadır. Ayrıca ABA kısmen prolinin, genelde ise aminoasitlerin birikimine neden olur ve tuzluluğa adaptasyonu geliştirir (9). Tuzluluk, çok hızlı klorofil bozulmasına ve protein sentezinin engellenmesiyle görülen yaprağın yaşlanmasını hızlandırır. Kinetin ise bu etkileri gideren bir hormondur. Kinetin ve ABA gibi bitki hormonları, stomaları yönetici etkilerinden dolayı bitki su ilişkilerinin düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Sonuç olarak, görülmektedir ki yüksek tuzluluk seviyesi bitkinin metabolik işlemleri üzerine önemli olumsuz etkilere sebep olmaktadır.

TOPRAK TUZLULUĞUNUN GELİŞİM SAFHALARINA ETKİLERİ

Tuzluluğun gelişim safhalarına etkileri birbirinden farklılık göstermektedir.

Bitkilerin çimlenme yeteneği ve fidelerin büyümesi bitkisel üretimi sınırlandıran faktörler arasında olduğundan, çimlenme safhası ve fide büyümesi son derece önemlidir. Artan tuzluluk çimlenmenin yavaş yavaş gerilemesine neden olmakta, yüksek konsantrasyonlarda ise çimlenme oranı ciddi ölçüde etkilenmektedir. Tohumun su emme gücü, yarayışlı toprak nemine bağlıdır. Bu nedenle, tohumun çimlenmesi yüksek nem içeriğine sahip topraklarda, düşük nem içeriğine sahip topraklara göre daha kısa bir zamanda gerçekleşmektedir.

Şeker pancarı gibi toleranslı bitkiler yüksek tuz konsantrasyonlarında mısır, bezelye, fasulye gibi hassas bitkilerden daha iyi

çimlenebilmektedir. Ayrıca aynı bitkinin türleri arasında da çimlenme yönünden farklılıklar bulunmaktadır. Tuzlu şartlar altında çimlenmenin azalması, toprak çözeltisinin osmotik basıncının artması ile tohumun nem stresine girerek absorpsiyon oranının düşmesinden dolayı olmaktadır. Çimlenmenin gecikmesi veya azalmasına, tohum embriyosuna toksik etki yapan iyonların konsantrasyonlarının artması da sebep olmaktadır. Çimlenme boyunca tuzluluğun artmasına neden olan bir diğer faktör de, yeraltı sularının evaporasyonla yükselerek toprağın üst kısmındaki bir kaç cm'de tuz birikimini artırmasıdır (3).

Tuzluluk, büyüme ve gelişmenin bütün aşamalarını etkilemektedir. Bazı bitkilerin embriyo dönemi boyunca toleransları artmaktadır. Örneğin, mısır çimlenme boyunca çok toleranslı iken, daha sonra ki gelişme dönemi boyunca tolerans göstermemektedir (16). Bitkilere, farklı gelişme aşamalarında tuz uygulandığında tuz konsantrasyonundan genellikle farklı şekilde etkilendiği görülmektedir. Serada yapılan denemeler domates, broccoli, ıspanak, pancar, biber ve

soğan bitkilerinin ilk gelişme aşaması boyunca tuzluluğa çok hassas olduklarını göstermektedir. Sonuç olarak topraktaki yüksek tuz konsantrasyonu; gelişim özelliklerini, tomurcukların filizlenme sayısını, dal uzunluğunu, yaprakların sayısını, yaprak alanını, dalların ve köklerin kuru ağırlığı gibi çeşitli gelişim özelliklerini azaltmaktadır (15).

Tuzluluk, vegetatif gelişmeye engel olduğundan çiçeklenmeyi de olumsuz etkilemektedir. Patlıcanda toprakta artan tuzluluğun meyve tutumunu etkilemediği halde çok iyi çiçeklerin gelişme oranının azaldığı rapor edilmiştir (13). Tuzlulaşma, çiçeklenme ve olgunlaşma arasındaki periyodu kısaltarak çiçeklerin açılmasının önemli ölçüde azalmasına neden olmaktadır.

Tuzlulukla birlikte oluşan meyve verimindeki azalma, genellikle hem meyve sayısı hem de meyve büyüklüğündeki azalmanın sonucu olarak meydana gelmektedir. Bu nedenle bitkinin yapısı, büyüme ve gelişmenin bazı aşamalarının tuzluluğa farklı tolerans göstermeleri bitkilerin gelişim ve verimlerinin farklı olmasına

neden olmaktadır. Ayers ve Eberhard (2) saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenliğinin 6-7 dS/m olduğunda fasulyenin veriminde % 50 azalma meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Osawa (14) 1000'den 1600 ppm'e yükselen NaCl konsantrasyonunun fasulye, domates, biber ve hıyarın meyve verimini yavaş yavaş azalttığını belirlemişlerdir.

Genellikle tuzlu şartlar altında elde edilen ürünün miktarı ile beraber ürünün kalitesi de son derece önemlidir. Ürünün kalitesinin bozulması düşük satış değerine neden olmaktadır. Clay ve Davision (4) tuzlandırılmış topraklarda domates bitkisinin meyvesinin büyüklüğünün çok küçük olduğunu rapor etmişlerdir.

Tuzluluk, hastalıklara bitkilerin hassasiyetini de etkileyebilmektedir. Değişik tuzlar veya diğer kimyasal çözeltiler ile tohumun ıslatılması sadece tuza değil, aynı zamanda bazı bitki hastalıklarına bitkilerin direncini artırmaktadır (20).

BİTKİ TUZ TOLERANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bitkilerin tuzlu şartlarda gelişme ve büyüme kapasiteleri oldukça farklıdır. Bazı bitkiler tuzluluğa çok hassasken, diğerleri çok toleranslıdır. Bitkilerin tuzluluğa toleransları, kök bölgesindeki konsantre tuzlara karşı direnme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Bir topraktaki mevcut tuz düzeyi bir bitki için oldukça yüksek olabilirken (örn, glikofitler gibi), diğerleri için uygun olabilmektedir (örn, halofitler gibi). Bazı bitkilerin yetiştirme ortamında belirli miktarda tuza ihtiyaçları vardır ve tuzsuz şartlarla kıyaslandığında orta tuzlu şartlar altında daha iyi gelişirler ve büyürler. Sulamada tuzlu su kullanımının ve tuzdan etkilenmiş toprakların idaresinin başarılı olabilmesi için yetiştirilecek bitkinin tuz toleransının değerlendirilmesine gereksinim duyulmaktadır.

Ekolojistler işlenmemiş topraklarda yetiştirilen bitki türlerinin tuz toleransına karar vermede bir kriter olarak tuzlu ortamlarda hayatta kalabilen bitkileri kullanmaktadırlar. Bitkilerin tuz toleransını tesbit ederken iki noktaya dikkat edilmektedir. Bunlar;

- a. Yüksek tuzluluk seviyesinde yetiştirilen bitkinin verimi nedir ?
- b. Düşük tuzlu şartlar altında aynı bitkinin verimi nasıldır ?

Maas ve Hoffman (8) bitkilerin tuzluluğa toleranslarını, toprak tuzluluğu ve verim arasındaki ilişkileri inceleyerek ortaya koymuşlardır. Verimin azalmasıyla başlayan değerleri saptayarak Tablo 1'i hazırlamışlardır. Araştırmacılar verimin azalmaya başladığı EC değerinin (A) yükselmesiyle

verimde linear bir azalmaya neden olan EC değeri (B) belirlenmiştir. Tuzlulukla verimin arasındaki bu eşitlik şu şekilde ifade edilmektedir.

$$Yr = 100 - B (ECe - A)$$

Yr = Nispi verim (%)

ECe = Ortalama toprak tuzluluğu (dS/m)

A = Başlangıçtaki elektriksel iletkenlik (dS/m)

B = Verimde azalmaya neden olan elektriksel iletkenlik (dS/m)

Tablo 1. Bazı Bitkilerin Tolerans Değerleri

Bitki	% 0		% 10		% 25		% 50		Maks.
	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe
Domates	2.5	1.7	3.5	2.3	5.0	3.4	7.6	5.0	12.5
Hıyar	2.5	1.7	3.3	2.2	4.4	2.9	6.3	4.2	10.0
Biber	1.5	1.0	2.2	1.5	3.3	2.2	5.1	3.4	8.5
Marul	1.3	0.9	2.1	1.4	3.2	2.1	5.2	3.4	9.0
Fasulye	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.5
Kavun	2.2	1.5	3.6	2.4	5.7	3.8	9.1	6.1	16.0

ECe = Toprağın saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenliğinin ortalaması (dS/m)

ECw = Sulama suyunun elektriksel iletkenliğinin ortalaması (dS/m)

Maksimum ECe = Saturasyon ekstraktının maksimum elektriksel iletkenliğinin ortalaması (dS/m)

Maas ve Hoffman (8) verimin kök bölgesinin ortalama tuzluluğu ile yakından ilişkili olduğunu ve bitki su alımının kök bölgesinde daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Aynı zamanda

verimi etkilemeye başlayan konsantrasyondan yüksek toprak tuzluluğundaki her bir birim artışın verimde orantılı bir azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir.

TUZ TOLERANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Bitkinin tuz toleransı sadece tuzluluk seviyesine bağlı olmayıp bitki, toprak ve çevre değişkenleri gibi faktörlere de bağlıdır.

1. Bitki Faktörleri: Tuzluluk, gelişmenin bütün aşamalarında bitkileri etkilediği halde, bir bitkinin herhangi bir gelişme aşamasındaki hassasiyeti başka bir bitkiden farklı olmaktadır. Bitkiler çimlenme ve ilk fide gelişimi boyunca genellikle çok hassastırlar. Bu durumda kültürel işlemlerin yapılması son derece önemli olmaktadır. Tuz toleransını etkileyen en önemli bitki faktörü bitkinin çeşididir. Bitki çeşitlerinden ileri gelen farklılıklar oldukça önemlidir. Örneğin, darı çeşitleri üzerinde çalışan Venkateswara ve ark. (22); % 0.6 tuzlulukta en yüksek toleransı EC-955 ve Kalyani çeşitlerinin verdiğini, diğer çeşitlerin oldukça hassas olduğunu belirlemişlerdir. Bu durum tuz toleransının bitki çeşitleri arasında büyük farklılıklar olduğunu göstermektedir.

2. Toprak Faktörleri: Bitki tuz toleransının değerlendirilmesini etkileyen önemli toprak faktörleri

arasında verimlilik, nem ve havalandırma sayılabilmektedir. Tuz toleransı toprak verimliliği ile değişmektedir. Verimsiz topraklarda yetişen bitkiler verimli topraklarda yetişen bitkilerle kıyaslandığında verimli topraklarda yetişen bitkilerin tuz toleranslarının yüksek olduğu görülmektedir. Genellikle toprak nemi sulamadan sonra maksimum seviyeye ulaşarak tuzluluk seviyesini minimuma düşürmektedir. Tuzların çoğu bitkiler tarafından alınmazlar ve ortamda kalırlar. Bu nedenle daha sonra yapılacak sulamadan önce toprak tuzlu ve kuru olmaktadır. Toprak ne kadar tuzlu ise, sulama aralığını kısaltmak bitkinin su stresini minimuma indirmesi bakımından önemlidir. Ancak bu durumda da havalanma sorunu ortaya çıkmaktadır. Kötü toprak havalanması ince tekstürlü topraklarda aşırı sulamadan ileri gelmektedir. Aceves ve ark. (1) buğdayın çimlenmesi ve domatesin gövde gelişiminin tuzlulukla birlikte aşırı sulamadan dolayı, düşük oksijen seviyesinden (havalanmanın yetersizliğinden) etkilendiğini rapor etmişlerdir.

3. Çevresel Faktörler: Tuzluluğa bitkinin tepkisi iklimden de

etkilenmektedir. Havanın sıcaklığının, rüzgarın ve kuraklığın artması genellikle tuz zararını artırmaktadır. Sıcaklık, transpirasyonu da içine alan bitki metabolizması ve tuz alımı ile topraktaki tuzun hareketini de etkilemektedir. Yüksek sıcaklık evapotranspirasyonu artırarak bitkinin tuz toleransını azaltmaktadır. Yüksek ışık intensitesinde tuz zararı, düşük ışık intensitesinden daha az olmaktadır (12). Yüksek ışık intensitesi fasulye bitkisinde fotosentezi teşvik ederek tuzluluk zararını azaltmaktadır (5). Bununla beraber osmotik dengesini sağlayamamış bitkilerde yüksek ışık intensitesi su dengesinin bozulmasıyla tuzluluk zararını artırmaktadır. Yüksek nem seviyesi ise transpirasyon oranını azaltarak tuzluluğun sebep olduğu su dengesizliğinin etkisini azalttığı sanılmaktadır (18). Yüksek nemin tuzluluk zararını azaltıp azaltamayacağı bitkinin iç osmotik basıncını ayarlama ve su dengesini koruyarak su kaybını azaltma yeteneğine bağlıdır. Yapılan çalışmalar, tarla denemelerinde belirli bitkiler için elde edilen tuz toleransı ile ilgili sonuçların sera şartlarında yetiştirilen bitkiler için geçerli olmadığını, çünkü her iki ortamda çevresel şartların farklı olduğunu

göstermektedir. Sera şartlarında daha az güneş enerjisi olması, daha az hava hareketinin olması ve daha çok hava nemi içermesi dolayısıyla, dış ortama göre daha az su ihtiyacı olduğu ve böyle şartlar altında tuzluluğun bitkiler üzerine daha az etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak bitkilerin tuz toleransı ile ilgili olarak yaz mevsiminde elde edilen sonuçların kış mevsiminde elde edilen sonuçlardan farklı olduğu belirlenmiştir (6). Ayrıca iklimsel faktörlerden yağış; bitki toleransı üzerine direk etkiye sahip olmadığı halde, sulanabilen topraklarda yıllık yağış tuz dengesini etkilemekte, mevsimlik yağış ise yetiştirme mevsimi boyunca sulama ihtiyacını kontrol etmektedir. Tuzlu suyla sulamada yaz mevsimi boyunca biriken tuzlar yağışlı mevsimlerde yıkanmaktadır.

SONUÇ

Her ne kadar sulama suları kalitesi açısından ülkemizin durumu iyi olsa da yarı kurak bir iklime sahip olmamız ve özellikle yöremizdeki koşullar nedeniyle toprak tuzluluğu oldukça önemli bir konu olmaktadır. Topraklarda tuz birikmesi, gerekli önlemlerin alınmaması koşullarında meydana gelmekte ve bitki gelişmesini

sınırlayacak düzeye ulaşmaktadır. Sulama suları ile gelen eriyebilir tuzların konsantrasyonları, bitkinin dayanım sınırına ulaşmadan önce daha fazla sulama suyu uygulayarak kök bölgesinden aşağılara yıkanması gerekmektedir. Eğer sulama suları ile gelen tuz, yıkanarak kök bölgesinden aşağılara atılmaz ise, birikme meydana gelmektedir. Yıkama yapılmaması durumunda tuzların toprak profilinde birikmesi, genellikle kullanılan sulama suyu miktarı ve tuz içeriği ile orantılı olarak artmaktadır. Tuzlu bir toprakta yıkama etkinliğini artıran ve gerekli su miktarını azaltan bir dizi işlemin uygulanması önerilmektedir. Bunlar;

- Tuzluluğu azaltmak için yıkama serin iklimlerde yapılmalı
- Tuza dayanıklı bitkiler kullanılmalı
- Yıkamada yağmurlama sulama sistemi kullanılmalı
- Sürekli göllendirme yerine aralıklı göllendirme yapılmalı
- Yıkamalar bitki su kullanımının düşük olduğu dönemlerde yapılmalı ve ekim nöbetinden sonraya kadar uzatılmamalı
- Özellikle tuzlulaşmanın fazla olduğu yaz döneminde toprak boş bırakılmamalıdır.

Ayrıca toprak yıkaması ile sorunun kısa sürede giderilmesi mümkünse de, aynı çözümün bir yöredeki birçok çiftçi tarafından uygulanması sonucu yeraltı suları giderek tuzlulaşmakta ve kısır bir döngü başlamaktadır. Bu kısa vadeli çözüm şekli zamanla sorunun boyutunu artırmakta ve çözümü daha da güçleştirmektedir. Bu tür sorunların çıktığı yörelerde, yöresel çoklu önerilerle çözümlenmeler düşünülmelidir (7).

Ayrıca bitkilerin toprak tuzluluğuna etkileri değişik bitki çeşitleri için farklı iklim ve yetiştirme koşullarında denenmelidir.

KAYNAKLAR

1. ACEVES, N.E., STOLZY, L.H., MEHUYS, G.R. Combined Effects of Low Oxygen and Salinity on Germination of a Semidwarf Mexican Wheat. *Agron. J.*, 67: 530-532. 1975.
2. AYERS, A.D., EBERHARD, D.L.. Response of Edible Broad Bean to Several Levels of Salinity. *Agron.J.*, 52: 110-111. 1960.
3. BERNSTEIN, L., FIREMAN, M.. Laboratory Studies on Salt

- Distribution in Furrow Irrigated Soil with Special Reference to Pre-emergence Period. *Soil Sci.*, 83: 249-263. 1957.
4. CLAY, D.W.T., DAVISION, J.G. Effect of Soil Salinity on Glasshouse Crops. *A.R.Nott. Univ. Sch. Agric.*, 58: 38-42. 1958.
 5. GALE, J., KOHL, H.C., HAGEN, R.M. Changes in the water Balance and Photosynthesis of Onion, Bean and Cotton Plants Under saline Conditions. *Physiol Plant*, 20: 408-420. 1967.
 6. HOFFMAN, G.J., JOBES, J.A. Growth and Water Relations of Cereal Crops as Influenced by Salinity and Relative Humidity. *Agron. J.* 70: 765-769. 1978.
 7. KAPLAN, M., AKAY (SÖNMEZ), S. Salinity of Irrigation Water of Greenhouses and Its Effects on the Soil Salinity in Kumluca and Finike Regions. IXth International Symposium of Scientific Centre of Fertilizers, p: 379-384, 25-30 September 1995, Kuşadası-TURKEY, 1995.
 8. MAAS, E.V., HOFFMAN, G.J. Crop Salt Tolerance Current Assesment. *J.Irrig. Drain. Div. ASCE*, 103: 115-134. 1977.
 9. MARSHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Hohenheim, Federal Republic of Germany. Typeset and Printed by W. and G.Baird Ltd., The Greystone Press, Antrim, Northern Ireland. 1986.
 10. NEWTON, W. The Toxicity of D-alanine and L-alanine. *Proc. Can. Phytopath. Soc.*, 24: 21-28. 1956.
 11. NIEMAN, R.H. Some Effects of Sodium Chloride on Growth, Photosynthesis and Respiration of Twelve Crop Plants. *Bot. Gaz.*, 123: 279-285. 1962.
 12. NIEMAN, R.H., PAULSEN, L.L. Plant Growth Suppression on Saline Media Interactions with Light. *Bot. Gaz.*, 132: 14-19. 1971.
 13. OSAWA, T. Effects of Various Concentrations of Sodium Chloride on the Growth, Flowering, Fruit bearing and Chemical Composition of Eggplants in Sand Culture. *J. Hort. Assoc. Japan*, 26: 9-14. 1957.
 14. OSAWA, T. Studies on the Salt Tolerance of Vegetable Crops in Sand Culture. Iv. On the Relative Salt Tolerance and Salt Injury in Vegetable Crops with Reference to Mineral Nutrition. *J.Jap. Soc. Hort. Sci.*, 30: 214-252. 1960.

15. PANDEY, R.M., DIVATE, M.R. Salt Tolerance in Grapes. I. Effect of Sodium Salts Singly and in Combination on Some of the Morphological Characters of Grape Varieties. *Indian J. Plant Physiol.*, 19: 230-239. 1976.
16. PIRUZYAN, S.S. *Sov. Soil Sci.*, 2: 221-225. 1959.
17. POLJAKOFF-MAYBER, A. Morphological and Anatomical Changes in Plants as a Response to Salinity Stress. In: *Plants in Saline Environment*. pp. 97-117. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Newyork. 1975.
18. PRISCO, J.T., O'LEARY, J.W. Effect of Humidity and Cytokinin on Growth of Wheat Irrigated with Bicarbonate Rich Water. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 20: 281-285.
19. REPP, G. Salt Tolerance of Plants. Basic Research and Tests. Salinity Prob. Arid Zone, Proc. Tehran Symp., pp. 153-161. 1961.
20. SOMANI, L.L. *Crop Production with Saline Water*, Agro Botanical Publishers (India) IVE-176. J.N. Vyas Nagar, Bikaner 334 001, New Delhi, 308 p. 1991.
21. STROGONOV, B.P., KABANOV, V.V., SHEVJAKOVA, N.I., LAPINA, L.P., KOMIZERRA, E.I., POPOV, B.A., DOSTANOVA, R.Kh., L.S., Rnykhodko. *Structure and Function of Plant Cells Under Salinity*. Moskow, Nauko. 1970.
22. VESKATESWARA, P.S., GURURAJA RAO, G., RAJESWARA RAO, G. Studies on Salt Tolerance of Ragi. I. Germination and Free Proline Accumulation. *Proc. Indian Acad. Sci.*, 89: 481-484. 1980.
23. WAISEL, V. *Biology of Halophytes*. Academic Press, Newyork. 1972.