

Sodik Toprakların Orijini

Özellikleri ve Islahı (1)

Nazmi ORUÇ (2)

Amerikan görüşünde eriyebilir inorganik tuzlar bitki büyümesi yönünden toprağın özelliklerine: 1. Toprak solusyonunun osmotik basıncını arttırmak ve 2. Toprağın mübadele materyalindeki adsorbe edilmiş Na seviyesini yükseltmek suretiyle iki esas şekilde tesir eder.

Saturasyon çamurunda mevcut suyun osmotik basıncının 1,5 bardan (Elektriki Kondaktivite $EK > 4$ mmhos/cm). büyük olduğu topraklar tuzlu toprak olarak kabul edilir. Saturasyon ekstraktında sodyum adsorpsiyon oranının, $SAO (Na/\sqrt{Ca+Mg}$ kons. mmol/l en az 10 olduğu hallerde ise tarla su tutma kapasitesi şartlarında toprağın değişebilir Na yüzdesi 15 civarında olur ve bu topraklara sodik toprak adı verilir. Bu kıstaslara göre de toprakları tuzlu, tuzlu sodik ve sodik olmak üzere guruplara ayırmak mümkündür.

Sodik Toprakların Orijini

Sodik topraklar genellikle toprak materyalinin anormal derecede yüksek $SAO (> 5)$ na veya fazla-miktarda

HCO_3 tuzlarına sahip veyahutta her ikisini de birden ihtiva eden sularla reaksiyona girmesi sonunda teşekkül eder. Bu topraklar; suyun yüzeyden tatbiki veya taban suyunun toprak yüzeyine doğru hareketi, bazı hallerde ise ikisinin müşterek tesiri ile meydana gelirler. Suyun sodik toprak teşekkülündeki rolü sodyum veya alkalilik zararı şeklinde ifade edilir. Alkalilik zararına sahip suların sodyum adsorpsiyon oranı değerleri ve bununla ilgili olarak toprağın değişebilir sodyum miktarı çeşitli faktörlerin müşterek tesirine bağlıdır. Bu faktörler: 1. Toprağa giren suyun SAO_2 -Toprağa intikal eden suyun evapotranspirasyon neticesinde miktarının azalma derecesi, 3-Su miktarı azaldıkça $CaCO_3$ ve yer yer $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ tın çökmesi, 4- Primer silikat-

(1) C.A. Bower (1969) Origin, Properties and Amelioration of Sodic and soda-saline Soils, Yerevan Armenia, Supplementum, Tom. 18. Budapest

(2) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak İlmi Bölümü Doçenti

lerin ve CaCO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ gibi minerallerin parçalanma ve ayrışması ile Ca, Mg ve Na gibi elementlerin solusyona geçmesi. Toprak solusyonunun hacmi evapotransprasyonla azaldığında, SAO, hacim azalma faktörünün (Başlangıçtaki hacim/son hacim) kare kökü kadar artar. Hacim azalması esnasında $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ve $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tın erirlik sınırlarının aşılması halinde Ca solusyondan uzaklaşacağı için toprak solusyonundaki SAO daha da büyür. Diğer taraftan toprak minerallerinden Ca ve Mg un ayrılması SAO nı düşürür. Arid bölgelerde zayıf bir şekilde parçalanma ve ayrışmaya maruz kalan toprak materyalindeki primer silikatların (Bilhassa ferromağnezyum ve plagioklas feldispar mineralleri) erimesi ile ortalama bir değer olarak solusyona 3-4 mek./l Ca+Mg ve 1 mek./l den daha az olmak üzere Na geçebilir .. Toprak solusyonunun $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ile sature olmadığı hallerde ise CaCO_3 tın erimesi ile az miktarda Ca nın solusyona geçmesi mümkündür.

Uzun süre devam eden sulamalarda Yıkama Fraksiyonu”, YF (Drenaj suyunun derinliği/ilave edilen suyun derinliği) ”hacim azalma faktörü”nün bir ölçüsüdür. Bu nedenle toprak solusyonundaki hacim azalmasının solusyonun SAO na tesiri

$$(I) \text{SAO} = \sqrt{\frac{1}{\text{YF} \times \text{SAO}}}$$

d.s. s.s.

gösterilebilir. Burada d.s. drenaj suyunu s.s. ise sulama suyunu göstermektedir. CaCO_3 ile denge halinde bulunan bir suyun hesaplanan pH değeri, suyun CaCO_3 tı eritme veya çökeltme temayülünde, bir indeks ola-

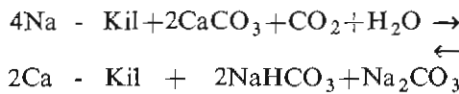
rak kullanılabilir. Bu konuda yapılan bir çalışmada değişik SAO na ve hesapla bulunan pH değerlerine sahip sular, solusyona normal ölçüler içerisinde Ca+Mg veren mineralleri ihtiva eden bir toprak ve değişik yıkama fraksiyonları uygulanmıştır. Bu denemede elde edilen sonuçlara göre minerallerin solusyona element verme durumunu ve sulama suyunun hesaplanan pH değerini dikkate almak üzere drenaj suyunun SAO ni hesaplayacak amprik bir işlem geliştirilmiştir. İşlemden suyun hesaplanan pH değerine ve yıkama fraksiyonuna bağlı olarak 0,2 ila 5,0 arasında değişen bir faktör, sulama suyunun ölçülen Ca+Mg konsantrasyonu ile çarpılmaktadır. Bu şekilde yeniden bulunan Ca+Mg konsantrasyonu sulama suyunun düzeltilmiş SAO değerini (SAO s.s.) hesaplamada kullanılmaktadır. Yeniden elde edilen SAOs.s. değeri de 1 no eşitlikte yerine konarak drenaj suyunun SAO değeri hesaplanmaktadır. Taban suyunun toprağın yüzüne hareketi ile ilgili sodik toprak teşekkülü kantitatif olarak araştırılmamış olmakla beraber yukarıya doğru hareket eden suyun evapotransprasyon sonucu hacminin azalması ile tuzların çökmesine yol açan faktörler çoğalmakta, buna karşılık minerallerin ayrışmasına sebebiyet veren faktörler azalmaktadır. Bu nedenle belli bir sodiklik zararına sahip sulama sularının kullanıldığı hallerde taban suyunun yukarıya doğru hareketi, toprak solusyonunun SAO nın ve bununla ilgili olarak değişebilir Na yüzdesinin artmasını hızlandırmaktadır.

Sodik Toprakların Özellikleri

Sodik toprakları karakterize eden en önemli özellikler, bu toprakların

solusyonlarında anormal derecede yüksek olan SAO ve buna bağlı olarak, değişebilir Na yüzdeleri ile ilgilidir. Fazla miktarda adsorbe edilmiş Na dolayısıyla sodik topraklarda kil-organik madde kompleksi ıslanma ile şişer ve toprağın yapısını ve netice olarak geçirgenliğini bozar. Toprağın yapısının bozulması ile ilgili olarak şişme ve dispersiyon derecesine, toprak solusyonunun SAO değeri, tuz konsantrasyonu, kil tipleri, serbest Fe₂O₃ ve organik madde miktarı tesir eder. SAO nun yükselmesine karşılık, tuz konsantrasyonunun, serbest Fe₂O₃ ve organik madde miktarının azaltılması halinde toprağın şişme ve dispersiyon derecesi artar. Şişme durumlarına göre, kaolonit ve klorit şişmeyen kil mineralleri, sekonder mika ve vermikulit az şişen, montmorillonit ise büyük ölçüde şişen mineraller arasındadır.

Sodik toprakların fiziksel özellikleri CaCO₃ ihtiva etsinler veya etmesinler, fenadır. Bazı sodik toprakların fiziksel özellikleri ise reaksiyonlarının asit olmasına rağmen bozuktur. CaCO₃ ihtiva eden sodik topraklarda tuz konsantrasyonunun az olması halinde pH değeri 8.5 in üzerine çıkar. Sodikliğin sebebinin fazla miktarda mevcut olan NaHCO₃ la ilgili olduğu bu topraklarda pH nin 9.5 in üstüne çıkması halinde Na₂CO₃ tın mevcudiyeti söz konusudur. NaHCO₃ ve Na₂CO₃ teşekkülü değişebilir Na ile CaCO₃ arasında CO₂ ve H₂O mevcudiyetinde meydana gelen denge reaksiyonu ile ilgilidir :



Ancak kısmi CO₂ basıncının 0.1 bar

olduğu hallerde dahi, değişebilir Ca mevcut olduğu taktirde, toprak solusyonundaki NaHCO₃ + Na₂CO₃ konsantrasyonu litrede 15 veya 20 milieki-valantı geçmez (Tablo 1).

CaCO₃ ihtiva eden fakat diğer tuzlarca fakir olan sodik topraklarda pH değeri pirinç gibi bazı bitkilerin beslenmesinde menfi yönde tesir eder. Ayrıca SAO nun (>30) büyük olduğu toprak solusyonlarında Ca konsantrasyonu baklagillere mensup bitkilerin de veya Ca ihtiyacı yüksek olan diğer nebatlarda Ca noksanlığına yol açacak kadar düşük olabilir.

Yağmur suyunun yıkama tesiri ile iyi drenaj şartları altında sodik topraklarda zamanla ve özet olarak sırasıyla aşağıdaki morfolojik değişiklikler meydana gelir: Birinci kademede, hafif ve kırılabilir bir yapıya sahip ince üst toprak tabakası, bunun altında ise daha derin, siyah, sert ve sütunvari strüktürde bir alt horizonu ihtiva eden solonetz teşekkülü görülür. İkinci safhada kırılabilir bir yapıya sahip, kahverengi ince bir üst toprak tabakasını takiben, rengi açılmış, levhavi strüktürde, yıkanmış, derince bir horizon ve bunun da altında birinci kademede olduğu gibi sütunvari strüktürde bir horizonla karakterize edilen Soloth teşekkülü ortaya çıkar.

Sodik Toprakların Islahı

Sodik toprakların teşekkülü genellikle kısa zamanda olmadığı gibi, ıslahları da normal olarak kısa sürede gerçekleşmez. Bu toprakların ıslahında genellikle takibedilen yol: 1- eğer yüksek ise, taban suyu seviyesini alçaltılması, 2- Değişebilir Na ve diğer tuzların uzaklaştırılması ve 3- Toprağın su

Tablo 1. Değişebilir Na yüzdesi, CO₂ basıncı ve CaCO₃ miktarı ile ilgili olarak Na - Ca Panoche toprağında denge solusyonunda mevcut alkalilik (HCO₃ + CO₃ + OH), Ca ve Na konsantrasyonları.

Toprak muameleleri		Denge solusyonu				Toprak Alkaliliği	
Değişebilir Na%	CaCO ₃	pCO ₂ atm.	pH	HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ⁼ +OH ⁻ mek/L	Ca Na ⁺ mek/L	mek/L	% Na ₂ CO ₃
20	—	0	6.65	1,0	1	1,6	0.02
20	+	0	7.26	2.4	1	2.7	0.05
20	—	0.1	6.20	1.9	1	2.5	0.04
20	+	0.1	6.65	8.5	4.6	2.7	0.18
50	+	0	8.56	4.0	1	3.1	0.08
50	+	0.1	6.81	11.8	2.1	10.0	0.25
100	—	0	7.31	3.3	1	2.6	0.07
100	+	0	9.30	10.4	1	9.0	0.22
100	—	0.1	6.23	5.7	1	4.6	0.12
100	+	0.1	7.19	26.9	1	26.0	0.57

geçirgenliğinin artırılmasıdır. Taban suyu seviyesinin düşürülmesi için alınması gerekli drenaj tedbirleri özel bir konu olduğundan burada incelenmeyecektir.

Sodik topraklarda yıkama esnasında hidroliz yoluyla uzaklaştırılan Na miktarı, bu konudaki yaygın görüşün tersine olarak, fazla değildir. Daha evvelce verilen denklemde de görüldüğü gibi ancak CaCO₃ tın mevcudiyeti halinde önemli miktarda değişebilir Na solusyona geçebilir. Adsorbe Na un yer değiştirmesi için Birleşik Amerikada genellikle uygulanan metodda, toprağa CaSO₄.2H₂O veya nadiren S (CaCO₃ ihtiva eden topraklarda S, oksidasyonu takiben CaSO₄.2H₂O meydana getirir.) verildikten sonra yıkama uygulanır. Ancak, nisbeten düşük olan erime değeri dolayısıyla kil ve organik madde nin flokulasyonunu ve bununla ilgili olarak ıslah için uygun olabilecek bir infiltrasyon hızını sağlayamadığından CaSO₄.2H₂O tın tesir derecesi

sınırlıdır. Yüzde 30 veya daha fazla oranda Ca+Mg tuzlarını ihtiva eden sularla kademeli olarak sulandırma yaparak uygulanacak bir yıkama işlemi kâfi bir hidrolik kondaktivite sağlayacağından adsorbe edilmiş Na un uzaklaştırılmasında tesirli bir yoldur. Tuzlu su, daha az tuz ihtiva eden bir su ile sulandırıldıkça, SAO sulandırma faktörünün tersinin kare kökü kadar azalır. Bu şekilde sulandırma yapıldıkça, kullanılan su adsorbe edilmiş Na ile yer değiştirecek Ca ve Mg u temin ettiği gibi kil ve organik madde nin flokulasyonu için gerekli olan tuz konsantrasyonunu da sağlamış olacaktır. Bu tip bir çalışmada kademeli olarak sulandırılmak şartıyla CaSO₄.2H₂O ile sature edilmiş deniz suyunun kullanılması adsorbe Na nun uzaklaştırılmasında çok tesirli olur. Fazla tuzlu suların kademeli olarak sulandırılması yolu ile ıslah edilmiş sodik topraklar, toprak solusyonundaki SAO 10 veya daha az bir değere düşürüldü-

günde genellikle iyi bir bünye ve permeabilite gösterirler. Adsorbe Na nun yer değiştirmesi için $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tın tatbik edildiği hallerde ise arzu edilen bir bünye ve su geçirgenliğinin elde edilmesi için toprakta kök faaliyetine ve organik madde ilavesine ihtiyaç vardır.

Kireç ihtiva etmeyen sodik topraklarda bilhassa pH değerinin 7 den az olması halinde CaCO_3 ilavesi ve yıkama işlemleri ile adsorbe edilmiş Na un büyük bir kısmı topraktan uzaklaştırılabilir. A, B ve C horizonlarından sadece C horizonunun tuz ve CaCO_3 ihtiva ettiği solonetz topraklarda 60 cm. veya daha fazla derin sürümle horizonların birbirine karıştırılması yolu ile toprağın bünyesi ve su geçirgenliği ishah edildiği gibi adsorbe Na un büyük bir kısmının da profilden uzaklaştırılması mümkündür.

Literatür Listesi

- Bower, C.A.: Prediction of the effects of irrigation waters on soils. Proc., UNESCO Arid Zone symp. "Salinity Problems in the Arid Zones" Teheran, Iran 215-222. 1961.
- Bower, C.A. and Goertzen, J.O.: Replacement of adsorbed sodium in soils by hydrolysis of calcium carbonate. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22. 33-35. 1958.
- Bower, C.A., Ogata, G., and Tucker, J.M.: Sodium hazard of irrigation waters as influenced by leaching fraction and by precipitation or solution of calcium carbonate. Soil Sci. 106. 29-34. 1968.
- Bower, C.A., Swarner, L.R., Marsh, A.W., and Tileston, F.M.: The improvement of an alkali soil by treatment with manure and chemical amendments. Ore. Agr. Expt. Sta. Tech. Bull. 22. 37.1951.
- Bower, C.A. and Turk, L.M.: Calcium and magnesium deficiencies in alkali soils. J. Amer. Soc. Agron. 38. 723-727. 1946.
- Bower, C.A. and Wilcox, L.V.: Precipitation and solution of calcium carbonate in irrigation operations. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29. 93-94. 1965.
- Bower, C.A., Wilcox, L.V., Akın, G.W., and Keyes, Mary G.: An index of the tendency of CaCO_3 to precipitate from irrigation waters. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29. 91-92. 1965.
- Cruz-Romero, G.: Ion exchange and calcium carbonate solubility in calcereous sodic soils. Ph.D. Thesis Uni. of Calif. Riverside. 1968.
- Doering, E.J., and Reeve, R.C.: Engineering aspects of the reclamation of sodic soils with high-salt waters. J.Irrig. and Drainage Div. Proc. 1965. Proc. Amer. Soc. Civil Engrs: 59-72
- Goertzen, J.O. and Bower, C.A.: Carbon dioxide from plant roots as a factor in the replacement of adsorbed sodium in calcareous soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Proc. 22. 36-37. 1958.
- Mc Neal, B.L.: Prediction of the effects of mixed salt solutions on soil hydraulic conductivity. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32. 190-193. 1968.

- McNeal, B.L.: Prediction of interlayer swelling of clays in mixed salt solutions. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 32. 201-206. 1970.
- McNeal, B.L. and Coleman, N.T.: Effect of solution composition on soil hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 30. 308-312. 1966.
- McNeal, B.L., Pearson, G.A., Hatcher, J.T. and Bower, C.A.: Effect of rice culture on the reclamation of sodic soils. *Agron. J.* 58. 238-240. 1966.
- Muhammed, Shah., McNeal, B.L., Bower, C.A. and Pratt, P.F.: Modification of the high salt wafer method for reclaiming of sodic soils. *Soil Sci.* 108. 249-256. 1969.
- Rasmussen, W.W.: Deep plowing for improving "slick spot" soils. *Crops and soils* 17. 10-11. 1965.
- Reeve, R.C. and Bower, C.A.: Use of high-salt waters as a flocculant and source of divalent cations for reclaiming sodic soils. *Soil Sci.* 90. 139-144. 1960.
- Reeve, R.C. and Doering, E.J.: The high-salt-water dilution method for reclaiming sodic soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 30. 498-504. 1966.
- Rhoades, J.D., Kreuger, D.B. and Reed M.J.: The effect of soil-mineral weathering on the sodium hazard of irrigation waters. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 32. 643-647. 1968.
- United States Salinity Laboratory: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept. Agr. Handbook. 60. 1954.