

TOPRAK ISLAHI VE ZİRAİ DRENAJ

Hazırlayan: Dr. Metin BAHTİYAR (1)

I- GİRİŞ:

Ülkemizde, % 0-3 meyilli arazilerin toplam genişliği 8,2 milyon hektardır. Bunun, 3 milyon ha. 1 tuzlu-alkali ve taban suyu problemi olan çorak sahalar, 0,2 milyon ha.1 da tuzlanmaya maruz kalmış arazilerdir. Bu alanlar genellikle ülkemizin en verimli merkez ve kıyı ovalarında toplanmış gibidir. Ayrıca bu ovalar, yüksek sulama potansiyeline de sahiptirler. Tarımsal yönden bu alanlardan yararlanmak, ancak onları islah etmek ve gerekli kültürel tedbirleri almakla mümkün olabilecektir.

Birkaç küçük bölgesi dışında, ülkemizin büyük sını kurak ve yarı kurak iklime sahiptir. Yıllık yağış miktarı, bitki su ihtiyacını karşılayacak düzeyde olmadığı gibi, aynı zamanda, topraktaki tuzları yıkayarak alt tabakalara inmesini veya tamamen topraktan dışarı atılmasını da sağlayamadığından, drenaj şartları, topografya, toprak bünyesi, mineralojik yapı ve taban suyu seviyesiyle ilgili olarak, yer yer, hidromorfik tuzlu ve sodik toprakların teşekkül etmiş oldukları görülmektedir.

Bu çalışmada, problem topraklardan biri olan, "Tuzlu Topraklar, Teşekkülleri, Özellikleri, Islahları, Toprakta Tuz Dengesinin Sağlanması" ve ilgili olarak "Zirai Drenaj" konuları incelenecektir.

Konuya girerken, toprakta cereyan eden problem süreçlerinin genel bir sıralamasını yapmak uygun olur: De Sigmond ve Gedroiz, problem topraklarının oluşum ve gelişimleri sırasında 5 aşama geçirdiklerini belirtmişlerdir. Bu aşamalar, normal topraktan başlayarak, 1- Tuzlulaşma (Salinisation), 2- Alkaleleşme (Alkalinisation), 3- Tuzsuzlaşma (Desalinisation), 4- Alkalisizleşme (Degradation), 5- Yeniden Tuzlulaşma (Regradation)'dır. Riverside Bölge Tuzluluk laboratuvarı araştırmacıları, de 'Sigmond ve Gedroiz'in bu ışık tutucu fikirlerine dayanan bir sınıflandırma yapmışlar ve problem topraklarını 3 kategoriye ayırmışlardır (Richards, 1963).

Bu sınıflandırmaya göre:

— Toprak saturasyon macunundan elde edilen saturasyon ekstraktının e-

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü Asistanı. ERZURUM.

Dergi Komisyonuna geliş tarihi : 28.2.1974

lektriki kondaktivite değeri 4 mmhos/cm. den fazla ESP si % 15 den az ve pH sı 8,5 dan az olan topraklara, "Tuzlu topraklar",

— Saturasyon ekstraktının elektriki kondaktivite değeri 4 mmhos/cm. den fazla, ESP si % 15 den fazla ve pH sı 8,5 dan az olan topraklara "Tuzl-Sodik Topraklar",

— Saturasyon ekstraktının elektriki kondaktivite değeri 4 mmhos/cm. den fazla ESP si % 15 den fazla ve pH sı, 8,5 den fazla olan topraklara "Sodik Topraklar" denilmektedir.

Tuzlu-Sodik ve Sodik topraklar, bu çalışmanın konusu dışında bırakıldığından, burada sadece "Tuzlu" topraklardan bahsedilecektir.

II- TUZLU TOPRAKLAR:

Yukarıda da bahsedildiği gibi $EC \times 10^3$ 25 °C > 4 mmhos/cm. (Saturasyon ekstraktı) ESP. si % 15 den ve pH sı 8,5 dan küçük olan topraklara tuzlu topraklar denilmektedir. Bu topraklar Hilgard'ın (1906) "Beyaz Alkali" ve Rus toprak alimlerinin "Solonçak" dedikleri topraklara teka-bül eder. Uygun bir drenajın temini ve fazla tuzların yıkanması suretiyle böyle topraklar, şayet yüksek nisbetlerde Na^+ ihtiva etmezlerse, tekrar normal hale geçerler. (Kelley, 1951).

Tuzlu topraklar, toprak sathında beyaz tuz kabuklarının mevcudiyeti ve indikatör bitkiler yardımıyla ayırt edilebilirlerse de bu husus her zaman için mümkün olamaz. Meselâ, Kappillar tip solonçaklardan, internal olanlarda, satıhta beyaz tuz kabuklarını görmek mümkün değildir. Çünkü bu tip solonçaklarda kesif tuz tabakası yüzeyin 3-5 cm. ile 1 m. aşağısında olabilmektedir. Toprak tuzluğu, daha ziyade, sel ve ırmak sularının biriktirdiği genç allüvial sahalarda görülür. Dünyadaki kara yüzeyinin 1/3 kadarının arid veya yarı arid olduğu hesaplanmıştır. Her kıtanın muhtelif kısımlarında, genişlikleri birkaç metre kare ile

binlerce dekar arasında değişen tuz tesirli topraklar bulunmaktadır (Kelley, 1951; Richards, 1963).

Fakat, bu kurak iklimlerin bütün toprakları, tuz tesirine uğramış demek değildir. Genel olarak tuzluluk, muayyen bir drenaj havzasının en alçak kısımlarında; yani daha yüksek sahaların drenaj sularının birikip buharlaştığı yerlerde görülür. Tuz terkümü tarihinden sonra bir mevkiin rakımının değişmesi neticesinde tuzlu topraklar sekiler (Terraces) üzerinde de bulunabilirler. Tuz tesirine uğrayan yerler ekseriyetle düz veya tatlı meyilli sahalarda olup yağış miktarı tuzların yıkanmasına kâfi gelmeyecek seviyededir. (Janitzky, 1957).

Tuzlu topraklar nadiren bakiye topraklardır, yani primer kayaların yerlerinde ufalanmaları ile husule gelmeleri çok enderdir. Bu topraklar daha ziyade, büyük bir kısmı fazlaca ufalanmış olan, taşınmış materyalden teşekkül etmişlerdir. Erimiş veya erinemiş tuzların da bu materyalle birlikte taşınacağı tabiidir. Diğer faktörlerin yardımıyla da taşınan bu tuzlar zamanla toprak içeresinde öyle bir seviyeye gelirken, bitki kökleri bu durumdan zarar görmeye

aşlarlar. İşte o zaman tuzluluk problemleriyle karşılaşıya gelir. Bu halde kültür bitkilerinin, çimlenmeleri, büyümeleri ve mahsule yatmaları mevcut tuzun cins ve miktarına göre değişir ve hatta, tamamen ortadan kalabilir. Tuzların, bitkinin hayatiyeti üzerine iki türlü etkisi vardır.

İndirekt olarak, bitki sudan istifade edemez: Büyüme için şart olan toprak suyunun istifadeliği iki kuvvetin tesiri altındadır. Birincisi toprağın organik ve inorganik aksamının suyu tutma kuvveti, İkinci ise suda eriyen tuzların suyu tutma kuvveti. Bitki, toprak suyu alabilmek için, bu her iki kuvvetin toplamını yenmek mecburiyetindedir. Bu hale göre suda eriyen tuzlar arttıkça mevcut suyun bitkiler tarafından alınması da nisbette zorlaşır. Bu, tuzların ozmatik basınçlarından ileri gelir.

Direkt olarak, bitki bünyesinde organik denge bozulur: Fazla tuz muhalefesinde, bitkiler ortamdaki arzu edilmeyen tuzları yapılarına almak mecburiyetinde kalırlar ve bünyelerindeki normal katyon dengesi bozulduğundan, zehirlenerek, asıl besin maddelerini alamadan kururlar. Bunun yanı sıra, bitki büyümesini tahdit eden tuzlar, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini de bozarak, menşelerine göre umumiyetle alanlarını genişletirler (Kelley, 1951).

Tuzlu toprakların nasıl teşekkül ettiklerine ve oluşumlarını nasıl tamamladıklarına geçmeden önce, toprağa tuzların nereden geldiklerini, orjinlerinin ve kaynaklarının neler olduğunu kısaca açıklamak faydalı olacaktır.

A- Eriyebilir Tuzların Kaynakları:

Toprakta mevcut eriyebilir tuzlar umumiyetle sodyum kalsiyum ve magnezyum katyonları ile klor ve sülfat anyonlarından müteşekkildirler. Sadece az miktarlarda ise potasyum katyonu ile HCO_3^- , CO_3^{2-} ve NO_3^- anyonları da bulunabilir. Topraktaki bütün tuzların orijini ve direkt kaynağı, yer kabuğunun atmosferle temas halinde bulunan kayalardaki primer mineraldir (Kelley, 1951). Clarke (1924), yer kabuğunda ortalama olarak % 0,05 klor, % 0,06 sülfat ve katyonlardan da Na^+ , Ca^{++} ve Mg^{++} un her birinin % 2 nisbetinde bulunduğunu hesaplamıştır. Hidroliz, hidrasyon, çözünme, oksidasyon ve karbonasyon gibi kimyevi parçalanma esnasında yukarıda bahsedilen tuzlar tedrici olarak açığa çıkar ve eriyebilir bir hale geçirilirler. Hilgard (1907), topraktaki tuzların, kayaların ufalanma işlemi esnasında husule geldiğini ilk söyleyenlerden biridir. Bu ufalanma işlemi daha ziyade püskürük kayalara atfedilmiştir. Fakat arid bölge topraklarının çoğunluğu doğrudan doğruya püskürük kayalardan teşekkül etmemiştir. Birçok sahalarda esas kaynak taşınmış materyal ve pekişmemiş allüvial birikintiler gibi sekonder yığılmalardır. Kurak iklimlerdeki topraklarda bulunan eriyebilir tuzların çoğunun asılları bu sekonder yığılmalara dayanır. Tabii bütün bu materyallerin orijini de püskürük kayalardır. Yukarıdaki izahattan bütün Cl ve SO_4 ların ufalanma neticesi meydana geldikleri manası çıkarılmamalıdır. Klorün, püskürük kayaların küçük bir bileşeni olması ve birçok volkanlardan gaz halinde HCl yayılması dolayısıyla, topraklarda ve denizlerde bulunan klor

rürlerin, hiç olmazsa bir kısmının volkanik olduğunu kabul etmek lâzımdır. Aynı şey, SO_4 ler için de doğrudur. Muayyen volkanlar tarafından kükürt ve kükürdün oksidasyon ürünleri bol miktarda intişar ettirilmektedir. Piritler de dahil olmak üzere, püskürük sülfürlerin oksidasyonu da eriyebilir sülfatların meydana gelmesine sebep olur.

Bazı jeologlar karalardaki klorürlerin esas orijininin, rüzgarların taşıdığı sisler ve dalga hareketleriyle deniz yüzeyinden karalara sürüklenen su zerrelere olduğu fikirlerini ileri sürmektedirler. Yapılan araştırmalar bu hususu kısmen desteklemektedir (Kelley, 1951).

Bikarbonat iyonları, su içerisinde CO_2 'nin erimesi neticesi meydana gelirler. CO_2 nin kökeni atmosferik veya biyolojik olabilir. CO_2 di havi sular, oldukça faal kimyevi çözünme vasıtası olup kanyonlarla birleşerek bikarbonatları meydana getirirler. CO_3 ve HCO_3 iyonları birbiriyle sıkıca alakalıdır. Her birinin nisbi bulunma miktarları eriyiğin pH değerleri ile yakından alakalıdır. Fazla miktarda CO_3 iyonları sadece pH değerinin 9,5 ve daha fazla olduğu hallerde vaki olur. Tuzlu topraklarda en önemli olan tuz mükrekpleri yukarıda bahsedilenler olmakla beraber, Colorado, Utah ve Washington'un bazı bölgelerinde olduğu gibi, bazı hallerde NO_3 anyonu fazla bulunabilir. Topraklarda fazla NO_3 tuzlarının orijini hakkında muhtelif teoriler ileri sürülmüştür. (Kelley, 1951). Çok az miktarının dahi belirli bir şekilde toksik tesiri sebebiyle Bor elementi de zikredilmeğe değer. Bu elementin başlıca kaynağı Turmalin mineralidir.

Turmalin minerali geniş sahalara yayılmış olmasına rağmen, primer kayaları ancak cüzi bir bileşenini teşkil eder.

Her ne kadar hemen bütün eriyebilir tuzların direkt kaynağı primer minerallerin ufalanmaları ise de çok az istisnai hallerde aynı yerde çözünerek tuzların birikmesi neticesi toprakla tuzlu bir hale gelebilirler. Bununla beraber, daha ziyade tuzların direkt kaynakları satih ve yeraltı sularıdır. Bu suların hemen hepsi erimiş halde tuz ihtiva ederler. Tuz konsantrasyonları ise, temas ettikleri materyalin tuz muhtevalarına bağlıdır.

B- Tuzlu Toprakların Teşekkülü

Toprak minerallerinin tecezziye uğraması neticesi ortaya çıkan tuzların hümid şartlarda yıkanarak denizlere kadar taşındıkları halde, arid ve yarı arid muntikalarda, yağışın buharlaşmadan az olduğu yerlerde, bu tuzlar uzama mesafelere ve hatta profilin alt tabakalarına kadar bile taşınmaz ve böylece düz topoğrafyaya sahip düşük kodlu arazilerde toplanırlar.

Bu duruma göre, tecezzi indirek bir tesire sahip olmasına rağmen, su vasıtasıyla çeşitli bölgelerden taşınan tuzların lokalize olması neticesi tuzlulaşma ortaya çıkar. Bu olaya yardımcı eden faktörler, toprağın su geçirgenliğinin azlığı, yüksek taban suyu sıcaklığıdır (Hindistan, 1963).

Yüksek taban suyu teşekkülü, toprağın tabii drenajının noksanlığında ve ekseriya topoğrafik pozisyonunda ileri gelir (Janitzky, 1957).

Böyle topraklarda kötü tekstür veya strüktürle birlikte, su geçirimi önleyen bir kat'a rastlanır.

Tabii drenaj noksan olunca, havzanın üst kısımlarından tuzları eriterek tuzca hayli zengin olan drenaj suları alt kısımlardaki arazilerde taban suyunun toprak sathına yükselmesine ve arazilerin muvakkat olarak su altında kalmalarına sebep olurlar. Bu şartlar altında, tuzlu taban sularının toprak sathına doğru yükselmesi sonucu buralardan buharlaşarak veya satih suları yine bu buldukları yerlerde buharlaşarak bünyelerinde eritmiş oldukları tuzları toprağa bırakırlar ve tuzlu toprakların teşekkülüne sebep olurlar (Dieleman, 1963).

Tabii şartlar altında tuz tesir etmiş toprakların yanında tuzluluğun sulamadan dolayı ortaya çıkışı ayrı bir önem taşır. Sulanan sahalarda, sulama kolaylığı bakımından düz topoğrafyayı haiz ekseriya taban arazilerdir. Kuru ziraat şartlarında tuzsuz olan bu sahalarda, tabii drenaj kâfi geldiği halde sulamaya geçilince fazla su kullanmadan dolayı drenaj kâfi gelmeyebilir ve taban suyu çabucak yükselir. Bu suyun buharlaşmasıyla içerisindeki tuzlar toprağa terk edilmiş olur. Buna paralel olarak, toprak eriyiğindeki çözünebilir tuzların konsantrasyonu, topraktan evapotranspirasyon neticesi suyun alınması ile fazlalaşır. Evapotranspirasyon neticesi toprak sathının kuru-ması, su ve tuzun yukarı doğru hareketini sağlayacak nisbette negatif basınç gradiyanti yaratır. Bu yukarı doğru hareket, bilhassa taban suyu seviyesi toprak sathına yakınsa, ekseri toprakların tuzlulaşmasına sebep olur. Diğer taraftan, yeni arazilerin sulanmaya başlanmasını müteakip, sulama suyu ile ilâve edilen tuz düşünülerek, ilâve dren hatlarının yapılması gereği

ve toprağın yıkama ihtiyacı zarureti daima anlaşılmamış ve neticede birkaç sene zarfında taban suyu çok derinlerden toprak sathına oldukça yakın bir seviyeye yükselmiş ve arazi çabucak elden çıkmıştır (Dinçer, D. 1962).

Sulama suyunun kalitesine bağlı olarak, 30 cm. kalınlığındaki bir sulama suyu vasıtasıyla dekara 100 ilâ 5000 kg. arasında tuz ilâve edilir. Senelik verilen sulama suyu ortalama 150 cm. olarak düşünülürse, bu taktirde bir sene zarfında toprağa ilâve edilen tuzun 500 ilâ 25.000 kg./dek. olduğu görülür. Kısa zamanda ilâve edilmek durumunda olan bu miktar tuz, yıkama sularıyla drene edilmedikçe ve taban suyu seviyesi kritik bir derinliğin altına düşürülmedikçe, topraktan mahsül beklemek büyük bir hatadır (Dinçer, T. 1959).

Neticede özet olarak, toprağın tuzlulaşması;

- 1- Sulama suları ile,
- 2- Kontrolsüz yüzey akışları ile,
- 3- Taban suları ile,
- 4- Toprağın kendi bünyesinde mevcut tuzlarla,
- 5- Denizlerin tesiri ile, ortaya çıkar.

Tabiatı ile bu meyanda, iklim, topoğrafya ve toprağın profil özelliklerinin de bu oluşum üzerine müsbet veya menfi yöndeki etileri nazarı itibare alınmak mecburiyetindedir.

Şuhalde burada göz önüne alınması gereken iki husus vardır:

- 1- Tuzların toprağa su ile getirildiği ve evapotranspirasyonun kesif-leştirdiği,
- 2- Toprakta, tuzların giderilmesini sağlayan yegâne tesirli vasıtanın yine su olduğudur (Kelley, 1951).

III- TUZLU TOPRAKLARIN ÖZELLİKLERİ:

Tuzlu toprakların kimyasal karakteristikleri mevcut tuzun cinsi ve miktarları ile tayin edilir. Bu tuzların terkipleri esas itibariyle, NaCl, Na₂SO₄, CaCl₂, MgCl₂, MgSO₄ veya bunların muhtelif oranlardaki karışımlarıdır. Tuzlu topraklar, kolayca suda eriyen tuzlardan başka, CaSO₄. 2H₂O ve MgCO₃ gibi az eriyen tuzları da ihtiva ederler (Richards, 1963).

Fazla su mevcudiyeti ve önemli miktarda mübadil Na⁺ ihtiva etmeleri sebebiyle, tuzlu topraklar umumiyetle floküle haldedir ve bunun neticesi olarak da böyle toprakların permeabilitelei benzer tuzsuz toprakların permeabilitelelerine eşit veya daha yüksek değerdedir. Eriyebilir sodyum muhtevası, Ca+Mg miktarını bir dereceye kadar aşarsa da, sodyum adsorbsiyon oranları yüksek değildir. Sodyum, eri-

yebilir katyon miktarının nadiren yarısından fazlasını tekil eder. Bu sebepten önemli olacak nisbette adsorbe edilmemiştir. Eriyebilir ve mübadil Ca ve Mg un nisbi miktarları oldukça değişik olup, potasyum miktarları umumiyetle azdır. Eriyebilir CO₃⁻ hemen hemen istisnasız mevcut değildir. Cüz'i miktarda HCO₃⁻ vardır. Başlıca anyonlar Cl ve SO₄ olup, bazan NO₃⁻larda bulunur (Richards, 1963).

Tuzlu topraklar, diğer bir deyimle Solonçak topraklar floküle halde olmalarına rağmen strüktürsüzdürler. Flokülyasyon daha ziyade toprağın koloidal aksamında tezahür etmektedir. Bütün profil boyunca tuz çizgi ve lekeleri bulunur. Yüzeyde veya toprak içinde bir tuz kat'ı mevcut olabilir. Bu topraklarda bir profil inkişafı yoktur (Hocaoğlu, 1966).

IV- TUZLU TOPRAKLARIN TİPLERİ:

Solonçak topraklar, daha önce de bahsedilmiş olduğu gibi, çorak toprakların ilk safhasını teşkil ederler. Tuzların birikme şartlarına göre bu toprakların birçok şekillerine rastlanmaktadır. Bu esasa göre Kellogg, Solonçak toprakları iki alt tipe ayırarak incelemektedir (Hindistan, 1963).

A- Taşkın Tipi Solonçak

B- Kapillar Tip Solonçak

Taşkın tipi solonçak az rastlanan bir tiptir. Bu tipte tuz üstten taşmalarla birikir. Eski göl yataklarında ve gayri muntazam akışlı nehir ve ırmakların kenarlarındaki çukur sahalarda

teşekkül eden tuzlu topraklar buna misaldir.

Kapillar tip Solonçak'ta, tuzlar satha oldukça yakın olan taban suyundan yukarıya doğru kapillar suyun hareketiyle birlikte taşınır. Toprak satına kadar, kapillar hareketle çıkan su buharlaştığı zaman, tuzlar toprak yüzünde veya içinde birikir.

Bu tip topraklar, kapillar suyun yükselme durumuna göre tekrar "External" (Harici) ve "Internal" solonçak olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

External Solonçak'ta; Kapillar su yüzeye kadar yükselir ve su buharla-

şınca tuzlar yüzeyde birikir. Bu topraklarda yüzeyde, sert ve kabarık bir tuz kabuğu vardır. Bu kabuğun hemen altında, yumuşak, soluk renkli strüktürküz, 5-10 cm. kalınlığında bir tabaka bulunur (Ör: İğdir).

İnternal Solonçak'ta ise; Taban suyu kapillar hareketle yüzeye kadar çıkamaz. Ancak toprak içinde muayyen bir seviyeye kadar yükselir ve sıcaklığın yüksek oluşundan dolayı buharlaşır, geri kalan kısmı buhar olarak kat eder gider. İşte kapillar hareketin bittiği, yani suyun buharlaştığı kısımda

V- TUZLU TOPRAKLARIN PLÂNLANMALARI VE ISLAHLARI:

Başlangıçta tuzlu olan topraklarda, yeter miktarda su temininin yanında fazla tuzların yıkanarak topraktan atılmasına ve bazı hallerde ıslah maddelerinin kullanılmasına ihtiyaç vardır. Bitkinin büyümesi, toprak eriyiğinin osmatik basıncı ile toprak rutubet tansiyonunun toplamı olan, total rutubet geriliminin bir fonksiyonudur. Yıkama yapmak suretiyle, toprak eriyiğinin osmatik basıncı mümkün olan en düşük seviyede tutulmalıdır. Eriyebilir tuzlar, toprak içerisinde su ile nakledildiğinden tuzluluğun kontrolü ile ilgili olarak esas prensip budur. Bu sebepten, eğer sulama suyunun kalitesi tatminkâr ise ve toprak içerisinde suyun hareketi ayarlanabilirse, tuzluluk kontrol edilebilir.

Sulama veya diğer kaynaklarla, kök bölgesine ilâve edilen eriyebilir tuz miktarı bu tuzun su ile aşağı doğru hareketinin az veya çok oluşuna bağlı olarak azalır veya çoğalır. Sulama suyunun kalitesiyle, drenaj ve yıkama ameliyelerinin tesir ettiği, topraktaki

tuz birikir. Böylece, toprak içinde, taban suyu seviyesine bağlı olarak derinliği değişen, tuz kesafeti çok fazla bir kat teşekkül eder. Tuzun konsantrite olduğu bu kat, havanın sıcaklığı, nisbi rutubeti, toprağın bünyesi ve taban suyunun derinliğine bağlı olarak, yüzeyden 3-5 cm. ve hatta bazan 1 m. aşağıda olabilir.

Solonçak, topraklar, hakim olan tuz çeşitine göre de isimlendirilmektedir. Meselâ, Ca-Solonçak, Na-Solonçak gibi.

tuz dengesi son derece önemlidir. Sulu ziraatın muvaffakiyeti, toprak tuzluluğunun kontrolüne bağlıdır.

A- Tuzluluk kontrolü ile ilgili yıkama:

Toprakta tuz muhtevası arttığı zaman veya tuzluluğu belli bir seviyede tutmak için, yıkama ve amenajman pratiklerine ihtiyaç vardır.

Ziraate yıkama, toprak içinde suyun aşağı doğru hareketiyle eriyebilir tuzların çözünmesi ve nakledilmesi olayıdır. Tuzların su ile taşınmaları sebebiyle, tuzluluk doğrudan doğruya su amenajmanına bağlıdır. Yani: Sulama-Yıkama- ve Drenaj'a bağlıdır. Suyun tuz muhtevası arttıkça, toprağın eriyebilir tuz mütevasını kritik bir seviye veya daha aşağıda tutmak için, birim toprak kalınlığından geçirilmesi icab eden yıkama suyu miktarı da artar. Eriyebilir tuz mükrekiplerinin tuzlulaşma ameliyesi esnasında çökemedikleri tasavvur edilirse, aşağıdaki eşitlikten, toprağın belirli bir derinliğinde (Ds), satu-

rasyon eksraktının elektriki kondakti-
vitesini (AECe), yükseltecek nisbette tuz
ihtiva eden, belirli bir kondaktiviteye
malik (EC_{iw}), sulama suyunun miktarı
(D_{iw}) hesap edilebilir: (Richards, 1963).

$$\frac{D_{iw}}{D_{sw}} = \frac{d_s}{d_w} \cdot \frac{SP}{100} \cdot \frac{AECe}{EC_{iw}}$$

Eşitlik, beher toprak kalınlığı başına,
toprağı tuzlandırabilecek olan sulama
suyu kalınlığını vermektedir. SP = Sat
% si; d_s/d_w = S_u yoğunluğunun top-
rak yoğunluğuna oranıdır. Bu formü-
lün nasıl çıkarıldığını bulalım.

D_{iw}; Tarlaya verilen su miktarını ve

D_{sw}; de bu suyun toprağa girip
evopotranspirasyon neticesi konsantre
edilmesinden sonra serbest su derinli-
ğinin eşdeğeri miktarını gösterirse:

$$\frac{D_{iw}}{D_{sw}} = \frac{EC_{sw}}{EC_{iw}} \text{ eşitliği yazılabilir.}$$

Burada, bu eşitliğin sağ tarafı toprak
suyunun elektriki kondaktivitesinin,
sulama suyunun elektriki kondaktivi-
tesine oranıdır. Saturasyon eksraktının
ECe si toprak tuzluluğunun kıymetlen-
dirilmesinde uygun bir ölçü teşkil e-
der. Bu sebepten toprakta rutubet mik-
tarının saturasyon yüzdesi olduğu ve

d_s/d_w nereden gelmiştir?

100 gr. kuru toprağın tabii strüktürdeki hacmine V_s dersek;

$$d_s = \frac{M}{V_s} = \frac{100}{V_s} \text{ olur}$$

$$V_s = \frac{100}{d_s} \text{ cm}^3 \text{ elde edilir.}$$

$$100 \text{ gr.} = V_s = \frac{100}{d_s} \text{ cm}^3 \text{ toprakta } P_w \text{ gr. veya } \frac{P_w}{d_w} \text{ cm}^3 \text{ rutubet olursa}$$

AECe nin sulama ile toprak tuzlulu-
ğunda meydana gelen artış olduğu
kabul edilirse, bu hal için, belirli bir
toprak derinliğindeki (D_s), toprak su-
yu (D_{sw}), şu münasebetle gösterilir:

$$D_{sw} \frac{d_s}{d_w} \cdot \frac{SP}{100} \cdot D_s \text{ olur.}$$

Bu değer için yukardaki eşitlikte yerine
konulması ve tekrar tanzim edilmesi
şu neticeyi verir. (Çözüm D_{sw} ye göre)
Pratik olarak: EC_{sw} = AEC e olduğunu
kabul edebiliriz. Bu taktirde eşitlik;

$$\frac{D_{iw} \cdot EC_{iw}}{1} = \frac{AECe d_s}{d_w} \cdot \frac{SP \cdot D_s}{100} \text{ olur.}$$

Buradan da $\frac{D_{iw}}{D_s}$ yi çekersek:

$$\frac{D_{iw}}{D_s} = \frac{d_s}{d_w} \cdot \frac{SP}{100} \cdot \frac{AECe}{EC_{iw}} \quad (1)$$

bulunur.

Buradan, bu eşitlik vasıtasıyla, birim
derinlik toprak için AEC e ile gösteri-
len toprak tuzluluğunu belirli herhangi
bir miktara çıkaracak, belirli bir EC_{iw}
ye malik sulama suyu miktarı he-
saplanır.

100 cm³ toprakta P_w cm³ rutubet nedir?

$$P_v = \frac{100 \times \frac{p_w}{d_w}}{\frac{100}{d_s}} = \frac{100 \cdot d_s \cdot P_w}{100 \cdot d_w} =$$

$$P_v = \frac{d_s}{d_w} \cdot P_w = \frac{d_s}{d_w} \cdot \frac{\% P_w}{100} = \underline{\underline{P_d}}$$

P_d = Derinlik rutubet

D_{sw} = P_d · D_s olur.

Yani;

$$D_{sw} = \frac{d_s}{d_w} \cdot \frac{SP}{1000} \cdot D_s \text{ olur.}$$

Misâl:

EC_{iw} = 1 m mhos/cm.

d_s = 1.25 gr./cm³

d_w = 1.0 " "

SP = 40

EC_e = 4 m mhos/cm.

$$\frac{D_{iw}}{D_s} = \frac{d_s}{d_w} \cdot \frac{SP}{100} \cdot \frac{EC_e}{EC_{iw}}$$

$$\frac{D_{iw}}{D_s} = \frac{1.25}{1} \cdot \frac{40}{100} \cdot \frac{4}{1}$$

$$\frac{D_{iw}}{D_s} = 2 \text{ bulunur.}$$

Böylece; nisbeten iyi kalitedeki bir sulama suyunun, 60 cm. lik bir miktarı tuzlardan arı bir toprağın 30 cm. lik bir tabakasını tuzlu hale getirmiş olmaktadır.

Bu durum karşısında, toprağı tuzlaşmaktan kurtarmak için, verilen sulama suyunun kalitesine ve yetiştirilecek mahsul bitkisinin tabiatına göre, kesif bir drenaj ve yıkama ameliyesi elzemdir.

B- Yıkama İhtiyacı:

Yıkama ihtiyacı; toprak tuzluluğunu nebat kök bölgesi derinliğince, belirli herhagi bir seviyede tutmak için, lüzumlu sulama suyunun bir kısmı olarak tarif edilir.

Yıkama ihtiyacı, sulama suyunun tuz konsantrasyonuna (EC_{iw}) ve toprak suyunda müsaade edilecek azami tuz konsantrasyonuna, (EC_{dw}) bağlıdır. Toprak suyunun tuz konsantrasyonu,

bitki kök bölgesinde drenaj suyunun tuz konsantrasyonuyla aynı olacaktır (Şayet yıkama olmamışsa) Sulama suyunun tuz konsantrasyonu değerinin drenaj suyu tuz konsantrasyonu değerine artması, direkt olarak mahsul su istihlâkı ile alâkalıdır. Toprak suyunun azami tuz konsantrasyonu, tuza hassas bitkiler için 4 m mhos/cm. den aşağıda tutulmalıdır.

Yıkama ihtiyacının ehemmiyetini göstermek için aşağıda arzedilen şartlarla

$$L_r = \frac{D_{dw}}{D_{iw}}$$

Yukarıda farzedilen şartlar altında bu oran, karşıt EC değerlerinin ters oranına eşittir.

$$L_r = \frac{D_{dw}}{D_{iw}} = \frac{EC_{iw}}{EC_{dw}} \text{ olur. (2)}$$

Çok hassas bitkiler hariç genel olarak tarla bitkileri için EC_{dw} = 8 m mhos/cm. değeri kabul edilebilir ve formül

$$\frac{D_{dw}}{D_{iw}} = \frac{EC_{iw}}{8} \text{ haline gelir.}$$

EC_{iw} değeri 1,2 ve 3 m mhos/cm. olan sulama suları için yıkama ihtiyaçları sırası ile % 13, 25 ve 38 olacaktır. Bu değerler maksimum değerlerdir. Çünkü, yağış nebatlar tarafından tuzun alınması ve CaCO₃ veya

evvela en basit bir hali mütalaa edelim. Sulama suyunun toprak sathına mütecanis tatbik edildiği, yağışın olmadığı, mahsul bitkileriyle topraktan tuzun alınmadığı ve toprakta, eriyebilir hiçbir tuz mürekkebinin çökemediği esasına göre hesaplama yapılacaktır (Richards, 1963).

Yukarıda tarif edildiği veçhile, basitçe yıkama ihtiyacı drenaj suyunun muadil miktarının, sulama suyu miktarına oranıdır.

L_r = Herhangi bir fraksiyon veya % olarak ifade edilebilir.

CaSO₄. 2H₂O olarak toprak tuzlarının çökelmeleri nadiren sıfırdır.

Eğer yıkama ihtiyacı fikri, toprak tuzluluğunu belirli bir seviyede tutmak için tatbik edilmesi icab eden su miktarının veya drene edilecek asgari su miktarının tayin edilmesinde kullanılacaksa, nebatların su istihlâkleri hakkında malûmat elzemdir. Sulama suyu (D_{iw}) miktarı, su istihlâkı (D_{cw}) ve drenaj suyunun (D_{dw}) eşdeğer miktarının toplamına eşittir.

$$D_{iw} = D_{cw} + D_{dw} \text{ (3) olur.}$$

İki numaralı eşitliği kullanarak (3) numaralı eşitlikten D_{dw} elimine edilirse şu eşitlikler elde edilir:

$$(3) D_{iw} = D_{vw} + D_{dw} \longrightarrow D_{dw} = D_{iw} - D_{cw}$$

$$(2) L_r = \frac{D_{dw}}{D_{iw}} \longrightarrow D_{dw} = L_r \cdot D_{iw}$$

$$D_{iw} - D_{cw} = L_r \cdot D_{iw} \longrightarrow D_{cw} = D_{iw} - L_r \cdot D_{iw}$$

$$D_{cw} = D_{iw} (1 - L_r)$$

$$D_{iw} = \frac{D_{cw}}{1 - L_r}$$

(4) elde edilir.

Bu eşitlikteki (LR) yıkama ihtiyacı, 2 numaralı eşitlikteki gibi EC oranı halinde ifade edilirse:

$$Diw = \frac{Dcw}{1-LR} = \frac{Dcw}{EC_{iw}} = \frac{Dcw}{\frac{EC_{dw} - EC_{iw}}{EC_{dw}}} =$$

$$Diw = \frac{EC_{dw}}{EC_{dw} - EC_{iw}} \cdot Dcw \text{ (5) şeklini alır.}$$

Böylece sulama suyu (Diw) miktarı, sulama suyunun EC_{iw} si, nebat su istihlâki ve nebatın tuza mukavemeti (EC_{dw}) gibi, nebat ve iklimle tayin edilen diğer şartlar halinde ifade edilir. Bu miktar su, gerekli yıkamayı da temin eder.

C- Drenaj İhtiyaçları :

Herhangi belli bir yere ait drenaj ihtiyaçlarının tayininde; iklim, sulama suyunun kalitesi, toprağın karakteristikleri, mahsul bitkileri ve mahsul yetiştirme sisteminin hepsinin düşünülmesi gerekmektedir.

Sulanan bölgelerde drenajın elverişliliği tuzlulukla alâkalıdır. Sulama suyundaki, topraktaki veya yüksek taban suyundaki tuzlar drenaj ihtiyaçlarını arttırmalar.

Minimum bir ihtiyaç olarak, bir drenaj sistemi, elverişli bir tuz muvazenesini temin etmek için kök bölgesi derinliğinden geçirilmesi icabeden su miktarını topraktan dışarı atmağa elverişli olmalıdır.

$$Dcw + Ddw = \frac{Dcw}{1-LR} \text{ ————— Çözüm sonucu}$$

$$Ddw = \frac{Dcw}{1-LR} \cdot LR \text{ olur (6).}$$

İstihlâk suyuna ait malumat ile, drene edilmesi lâzım gelen minimum su miktarı (3) ve (4) numaralı denklemlerin kullanılmasıyla hesaplanabilmektedir:

$$Diw = Dcw + Ddw \text{ (3)}$$

$$Diw = \frac{Dcw}{1-LR} \text{ (4)}$$

(3) numaralı eşitlik, nebat su istihlâkinin bir fonksiyonu olarak, drenaj suyunun eşdeğer miktarını ve sulama suyunun miktarını verir.

(4) numaralı eşitlik ise, bitki su istihlâki ve yıkama ihtiyacının bir fonksiyonu olarak sulama suyunun miktarını verir.

Denklemlerin (Diw) ye göre çözümlenmesi sonucu:

(4) nolu eşitlikte $Diw = \frac{Dcw}{1-LR}$ olduğundan ve diğer taraftan $Diw = Dcw + Ddw$ olduğuna göre;

Bu eşitlikte, LR yi EC oranları şeklinde ifade edersek;

$$Ddw = \frac{Dcw}{1 - \frac{EC_{iw}}{EC_{dw}}} \cdot \frac{EC_{iw}}{EC_{dw}} \text{ olur. Ve buradan çözümlenerek,}$$

$$Ddw = \frac{EC_{iw}}{EC_{dw}} \cdot Dcw \quad (7) \text{ olur.}$$

Drene edilecek suyun miktarı böylece sulama suyunun EC_{iw} terimleri ve nebat, iklimle tayin edilen terimlerle ifade edilir. Bu denklem, drene edilecek su miktarını, bitki su ihtiyacının % si olarak verir.

Misâl:

$$EC_{iw} = 1- m \text{ mhos/cm.}$$

$$EC_{dw} = 4- m \text{ mhos/cm.}$$

$$Ddw = \frac{1}{4-1} Dcw = \frac{1}{3} Dcw$$

olur.

$Ddw = 0,33 \cdot Dcw$ olur. Yani bitki su istihlâkinin % 33 ü kadar bir su drene edilmelidir.

Nebatların tuza mukavemetine bağlı bulunan, drenaj suyunun elektriki konduktivitesinin (EC_{dw}) belirli bir değri için, bu drenaj suyu miktarı (Ddw), drene edilmesi icabeden minimum su miktarıdır.

D- Tuzlu Toprakların Islahı:

Tuzlu toprakların ıslahında yegâne yol tuzların yıkanmasıdır. Yıkama, toprak sathında seddeler yardımıyla, fazla miktarda suyu göllendirmek ve bu suretle toprakta suyun aşağı doğru hareketini temin etmek suretiyle yapılır. Bu, topraktan fazla tuzların atılmasında kul-

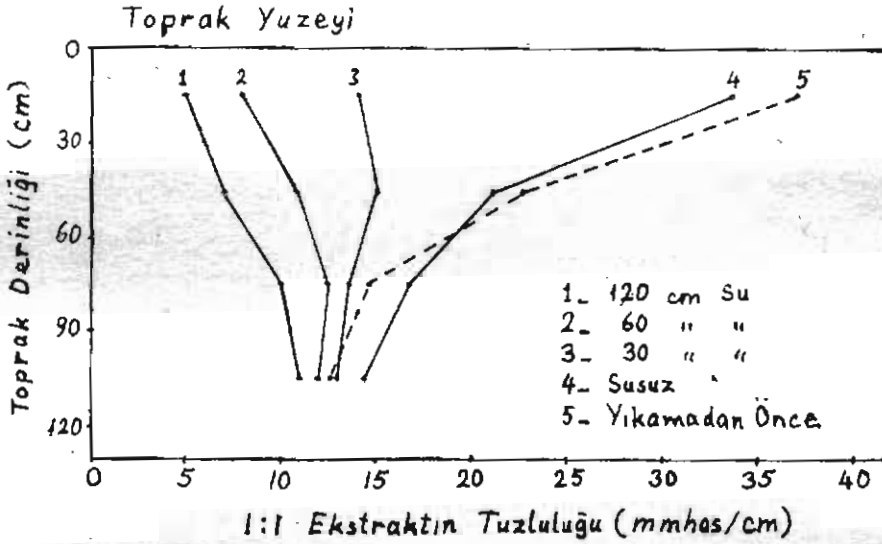
lanılabilecek en tesirli bir ameliyedir. Yıkama için devamlı salma veya periyodik olarak suyun tatbiki kullanılabilir. Eğer toprak, suyu çok yavaş geçiriyorsa, periyodik ıslanma ve kuruma, toprağın infiltrasyon hızını daha iyi hale getirir.

Tuzlu toprakların sathlarındaki bariz tuz tabakalarının atılması için, bazan suyun toprak sathından akıtılması ve yüzey akışı halinde tarladan uzaklaştırılması suretiyle sath yıkaması usulü de kullanılır. Ancak, yapılmış olan böyle bir tecrübeye, sath yıkanmasında kullanılan su ile toprağa ilâve edilen tuz miktarı, dışarı akıtılan su ile alınan tuz miktarından daha fazla olarak bulunmuştur (Richards, L.A., 1963).

Yıkama ameliyeleri, her ne kadar esas olarak aynı olmakla beraber, bir bölgeden diğer bölgeye göre değişebilir. Delta Area denemelerinde göllendirme metodu kullanılmıştır. Bu denemelerde su, yıkamada kullanılacak miktara ulaşınca kadar fasılalarla tatbik edilmiştir. Ortalama 120 cm. su ile, parselleri yıkamak için 10 güne ihtiyaç olmuştur. California'nın bazı kısımlarında, infiltrasyon nisbetinin düşük olduğu yerlerde su toprak sathında, tesviye münhanilerine paralel seddeler ile 120 gün müddetle göllendirilmiştir. Böyle hal-

lerde, isah ameliyesini kolaylaştırmak ve yıkama esnasında gelir temin etmek

için, bazan pirinç yetiştirilebilir (Reeve ve Arkadaşları, 1948) ve (Şekil 1).



Şekil : 1 Utah, delta arazisinde yıkama maksadıyla verilen su miktarlarına ilgili olarak toprak profili boyunca tuz muhtevasının dağılımı. (Reeve ve Arkadaşları , 1948).

Fazla tuzlu toprakların ıslahı için gerekli su miktarı gerek eski ve gerek yeni projelerde plânlamaya tesir eden en önemli faktördür. Birçok yerlerde yapılmış bulunan yıkama tecrübelerinden, fazla tuzlu toprakların yıkanması için lüzumlu su miktarına ait malûmat elde edilmiştir. Umumi bir kaide olarak, tuzlu topraklarda $D_w/D_S = 1$ su yüksekliği nebatların tatminkâr bir şekilde, yetişmesine kifayet edecek bir yıkama temin ederse de, Coachella Vadisinde yapılan tecrübelerin neticesi şekil 2. -de görülmektedir (Reeve, et al. 1955). Tuzlu, herhangi bir toprağın, belli bir derinliğe kadar, tuzlarının herhangi bir seviyeye yakabilmesi için "lüzumlu yıkama suyu miktarı" veyahut, herhangi bir miktar yıkama suyu ile herhangi bir derinliğe kadar, tuzların ve miktar yıka-

nabileceği o toprağa has çizilmiş yıkama grafik eğrisinden hesaplanabilmektedir.

1- Her tuzlu toprağın kendisine has bir yıkama grafik eğrisi vardır.

2- Yıkama grafik eğrisinde yıkanıldıktan sonra toprakta kalan tuz miktarları, başlangıç tuz miktarının fraksiyonları şeklinde ve beher birim toprak derinliğine isabet eden yıkama suyu derinliğinin bir fonksiyonu olarak grafiklendirilirler.

3- Yıkama grafik eğrisi, ampirik yolla, yani tecrübi olarak tayin edilir. Deney, tuzlu sahada, drenajı temin edilmiş deney parsellerinde yapılır.

4- Yıkama suyunun miktarı, Toprağın tarla kapasitesi değerine, evaporasyon durumuna ve infiltrasyon hi-

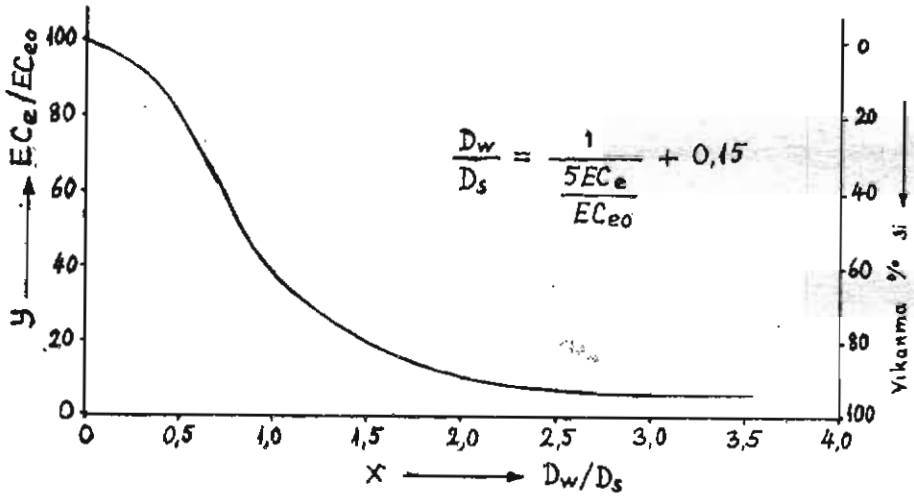
zına göre ölçülü olarak verilir, veya dren boşaltım ağzından ölçülür.

5- Tuzların yıkanması, deneyde kullanılan yıkama suyu kalitesine ve tatbik edilen bu suyun hakiki yıkama suyu haline geçen miktarına göre değişir.

6- Farklı toprakları aynı seviyede yıkayabilmek için farklı miktar yıkama suyuna ihtiyaç vardır.

Bu yıkama grafik eğrisi, toprakta mevcut bulunan tuz miktarının yıkamadan sonra kalan kesrini, toprağın birim derinliği için tatbik edilen birim su yüksekliği cinsinden vermektedir.

$$(Y = \frac{EC_e}{EC_{e0}}, x = Dw/D_s)$$



Şekil 2. Yıkama Grafik Eğrisi (Reeve, et al, 1955)

Tecrübeden elde edilen nitceler, aşağıdaki denklemle takribi olarak ifade edilebilir:

$$\frac{Dw}{D_s} = \frac{1}{5EC_e/EC_{e0}} + 0,15 \quad (8)$$

Burada Dw; D_s derinliğinde bir toprağı yıkayan su yüksekliği, EC_{e0} ve EC_e ise sırasıyla, toprağın herhangi bir derinliğinde, yıkamadan önce ve sonra ki, tuz konsantrasyonlarıdır.

Şekilden; toprak profilinden yıkamadan sonra kalan tuz konsantras-

yonu yüzdesinin, 80 in altında kaldığı haller için denklemin tecrübe ile makul bir şekilde teyit edildiği görülmektedir.

Yapılan tecrübelerde, tuz konsantrasyonunun ölçüsü olarak, toprak saturasyon ekstraktının elektriki kondaktivitesi kullanılmıştır. Buna göre (8. denklemi;

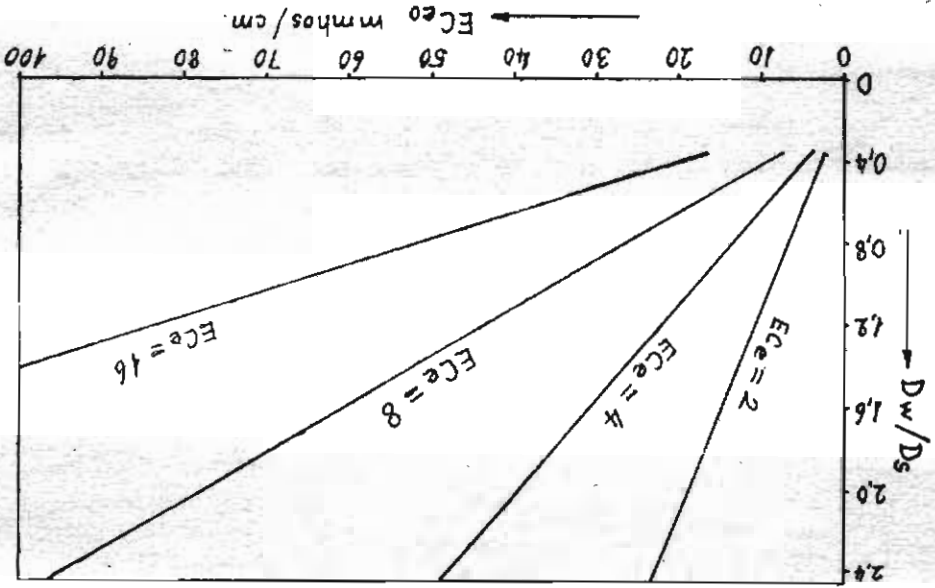
$$\frac{Dw}{D_s} = \frac{EC_{e0}}{5EC_e} + 0,15 \quad (9) \text{ halini alır.}$$

Bu denklemde EC_{e0} ve EC_e sırasıyla yıkamadan önce ve sonra profildeki

toprağın saturasyon eksraktının elektriki kondaktiviteleridir. Yıkamada $EC_{e0} = 1$ m mhos/cm. olan Koloroda nehir suyu kullanılmıştır.

(9) numaralı denklemden istifade edilerek, toprağı muayyen bir EC_{e0} ilksel tuzluluktan $EC_e = 2;4;8$ ve 16 m mhos/cm. nihai tuzluluğa yıkamada, toprağın birim derinliğı için gereken yıkama suyu yüksekliğı D_w/D_s müteakip şekilde verilmiştir (Şekil 3).

Bu şeklin kullanılmasına ait bir misâl;
 Top. Derinliğı= 90 cm. olsun
 $EC_{e0}=40$ m mhos/cm
 $EC_e= 8$ m mhos/cm. ye kadar yıkamak için
 $D_w/D_s= ?$ olmalıdır
 Grafikten $D_w/D_s= 1,15$ bulunur.
 Toprak kalınlığı 90 cm. = 900 mm.
 olduğundan $1,15 \times 900 = 1040$ mm.
 yıkama suyu eder.
 $EC_e= 4$ m mhos/cm. olması istenirse
 $D_w= 2,15 \times 900 = 1935$ mm. su eder.



Şekil 3. Yıkamadan evvel profildeki ortalama tuzluluğa EC_{e0} m mhos/cm göre, istenilen tuzluluk için verilmesi gerekli yıkama suyu (Birim toprak derinliğı için).

Şekillerde verilen malûmat, muayyen bir yıkama suyu ile ve muayyen bir sulama sahasında apılan tecrübeler neticesinde elde edilmiştir. Bu neticelerin yalnız bu sahada tatbiki gerekirse de, diğler sahalarda yapılan benzer tecrübeler ve bu problem üzerinde son defa yapılan nazari araştırmalar (Gard-

ner ve Brooks 1956) bu malûmatın birçok yerlerde tatbik edilebileceğini göstermiştir (Diğer, 1967).

Buna paralel olarak, Irak'da yapılan bir ıslah çalışmasında, yukardaki izahatlardan pek az farkla, daha başka bir grafikleme şekli geliştirilmiştir (Dilemen P, J. 1963).

Farklı olan hususlar şunlardır:

1- Burada, yıkama grafik eğrisinde

Y eksenindeki $\frac{EC_e}{EC_{e0}} = y$ bakiye

tuz yüzdesi yerine

$y = \frac{EC_e - EC_{ex}}{EC_{e0} - EC_{ex}}$ değeri kullanılmış.

Her iki eşitliğe:

Muhtelif değerler verildiğinde, neticelerin biraz farklı oldukları görülür. Buna sebep ise; ikinci eşitlikte EC_e ve EC_{e0} değerlendirinden EC_{ex} gibi bir değer çıkarılmasıdır.

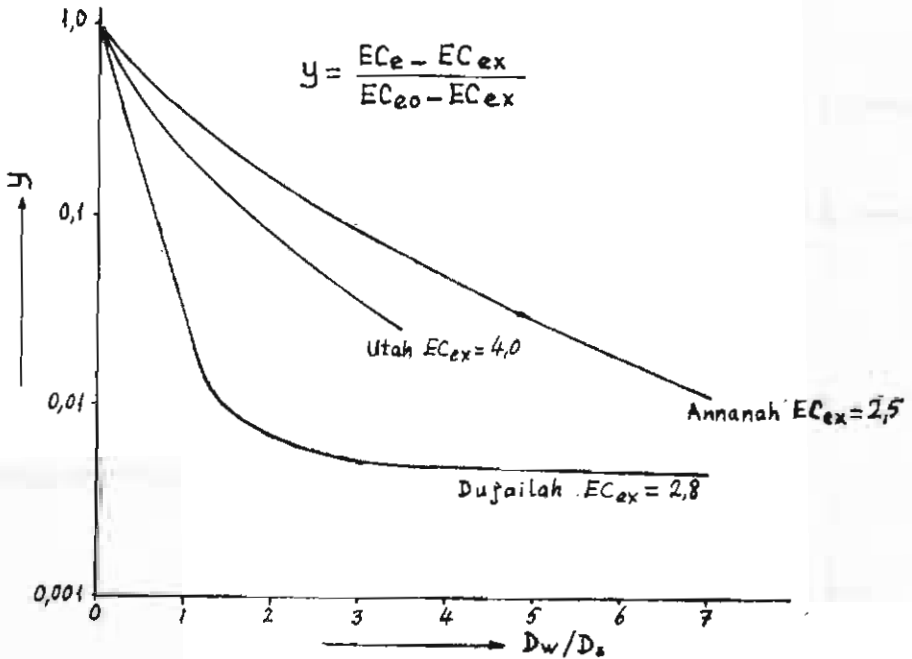
EC_{ex} = Deney şartları altında, yıkamada elde edilen en son denge tuzluluk değeridir. Diğer bir deyimle, bu koşullar altında, yıkama ile top-

rağın tuzluluğunun biraz daha düşürülmesine imkân yoktur.

Yıkama grafik eğrisini; yalnız toprağın bir özelliği olarak ortaya koyabilmek ve bu suretle farklı yerlerdeki, farklı toprakların yıkama eğrilerini birbirleriyle mukayese edebilmek için, gerek EC_{e0} ve gerekse EC_e değerlerinden, sabit EC_{ex} yıkama denge değeri çıkarılmaktadır.

2- Grafik ölçeği olarak, (aritmetik değil), semilogaritmik ölçek kullanılmıştır. Sebebi ise; Küçük bir doğru üzerinde, aritmetik ölçekle gösterilemeyecek kadar farklı kesirleri, rahatça gösterebilmektir.

Bu prensibin ışığı altında, tecrübe ile elde edilmiş 3 muhtelif toprağa ait yıkama grafik eğrileri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Yıkama grafik eğrisi (Dieleman, P.J., 1963).

Bu yıkama grafik eğrisinin elde edilişi şöyledir:

1- Yıkama ameliyesinden önce, belli bir toprak derinliğine kadar boydan boya nümune alınır ve saturasyon ekstraktının EC si ölçülür. Bu EC_{e0} dir.

2- Toprağın tarla kapasitesi değeri, evaporasyon nisbeti ve infiltrasyon hızı gözönüne alınarak, net $Dw/Ds = 0,3 - 0,5 - 0,7 - 1-2-3-4-5$ 'v.s. gibi muhtelif kademe yıkama suyu tatbik edilir.

3- Her kademe yıkama suyu tatbik aralığında yine, belli bir toprak derinliğine kadar boydan boya nümune alınır ve saturasyon ekstraktının ECsi ölçülür. Bunlar, EC_e dir.

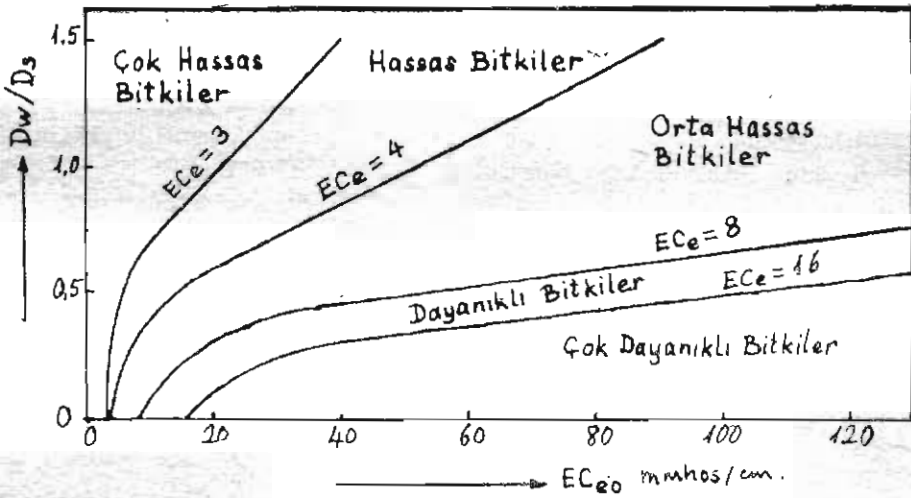
4- Belli bir parselde çok fazla yıkama suyu tatbik edilir. Toprak burada mümkün olan en düşük tuzluluk

seviyesine kadar yıkanır. Nümune alınır ve saturasyon ekstraktının EC si ölçülür. Bu da, EC ex dir.

5- Herbir Dw/Ds kademesinde elde edilen EC e değerine göre

$$y = \frac{EC_e - EC_{ex}}{EC_{e0} - EC_{ex}} \text{ değeri hesap edilir.}$$

6- Nihayet, y ——— Dw/Ds değerlerinin bir fonksiyonu olarak yıkama grafik eğrisi elde edilmiş olur. Bu yıkama grafiği yardımı ile, Dujaillah'ın muhtelif tuzluluk derecelerindeki topraklarının, belirli tuzluluk seviyelerine kadar yıkanabilmesi için, lüzumlu yıkama suyunun derinliği aşağıdaki grafikte, kolay bir şekilde tayin edilir (Şekil 5).



Şekil 5. Dij rapailah toğı yıkama grafiği (Dieleman P.J.1963)

Belirli tuzluluk seviyeleri bitkilerin yetişebilmeleri bakımından; EC e= 3,4,8,16 olsun. Başlangıç tuzluluk ise $EC_{e0} = 10$ ila 100 arasında değişsin.

Evvelâ; Aynı ayrı EC_e değerlerinin her biri için, $EC_{e0} = 10,20,30,40,50,60,70,80,90,100$ e göre y değerleri hesap edilir. Yıkama grafik eğrisinden bu (y)

değerlerine tekabül eden Dw/Ds birim yıkama suyu derinlikleri bulunur. Ve grafik E_{Ce0}-Dw/Ds ve E_{Cen}in bir fonksiyonu olarak tanzimlenir. Böylece herhangi bir E_{Ce0} ilksel tuzluluktan, muayyen bir E_{Ce} tuzluluğuna toprağı yıkayabilmek için verilmesi gerekli yıkama suyu miktarı elde edilmiş olur.

Tuzlu toprakların tamamen ıslah edilebilmeleri her zaman, ekonomik bakımdan mümkün olamaz. Aşağıdaki hallerden biri veya birkaçı bulanabilir.

1- Kâfi yıkama suyunun mevcut olmaması,

2- Toprak geçirgenliğini tahditleyen toprağı ait bazı faktörlerin bulunması,

3- Drenaj imkânlarının kifayetsiz olması,

4- Düşük kaliteli suyun kullanılma mecburiyetinin bulunması v.s.

Bu faktörlerden mütevellit, eğer toprak tamamen ıslah edilemeyecekse, araziye tabii halinde, en iyi istifade sağlayabilecek bir şekilde kullanmak en doğru yol olur.

Meselâ, Tuza dayanıklı bitkiler yetiştirilmekle bu husus sağlanabilir.

Faydalanılan Eserler

- 1- Annual Report, 1966, International Insitute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen/ The Netherlands
- 2- Beers, W. F. van, 1967. Dren aralıklarının hesaplanmasına ait bazı nomograflar. Ter: İnyet Berkman. Atatürk Üni. Basım- evi Erzurum.
- 3- Dielemen, P. J. ed. 1963. Reclamation of Salt Affected Soils in Iraq. Soil Hydrological and Agricultural Studies. Wagenin- gen/The Netherlands.
- 4- Dinçer, Doğan, 1962. Sulanan Toprakların Tuz Problemleri. Topraksu Genel Müdürlüğü Neşriyatı Sayı: 132 A: 46, Ankara.
- 5- Dinçer, Turgut, 1959. Tuzluluğun Sulama Suyu İhtiyacı ve Drenaj ile Münasebeti. DSİ. Genel Müdürlüğü, Etüd ve Plân Dairesi. Kod No: 371 a Ankara.

- 6- Ergene, Abdüsselâm. 1962. Çumra Tuzlu Toprakları Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Üniversitesi 1962 Yılığında ayrı basım. Erzurum.
- 7- Hindistan, Mehmet, 1963. Tuzlu Toprakların Teşekkülü. Topraksu Dergisi, Sayı: 14. Tarım Bakanlığı Topraksu Genel Müdürlüğü, Ankara.
- 8- Hocoğlu, Ö. L., 1966. Çorak Toprakların Oluşu ve İslahı. Topraksu Dergisi Sayı: 24. Köy İşleri Bakanlığı Topraksu Genel Md. lüğü Ankara.
- 9- Janizky, P., 1957. Salz- und Alkaliböden und Wege zu ihrer Verbesserrung. Giessen/Deutschland.
- 10- Kelley, W. P., 1951. Alkali Topraklar Teşekkülleri, Özellikleri ve İslahları. Ter: Özdemir Beyce Köy İş. Bakanlığı, Topraksu

Genel Md. Teknik Araştırmalar
No: 1. Ankara.

- 11- Öztan, B., 1963. Tuz Tesir Etmiş Topraklar ve Bunların Islahı. Topraksu Dergisi sayı: 16 Tarım Bak.lığı Topraksu Gn. Md.lüğü. Ankara.
- 12- Öztan, B., Robert L. Jones ve A. H. Beavars, 1967. Türkiye'nin Bazı Tuzlu-Alkali Topraklarının Minerolojik ve Kimyasal Özellikleri. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü. Teknik Yayınları No: 16.
- 13- Richards, L. A. ed. 1963. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahları. Ter: Necmi Sönmez-Mustafa Ayyıldız. Ank. Üni. Zir. Fak. Yayınları: 229

Yardımcı Ders Kitabı: 73 Ankara.

- 14- Richards, L. A., 1962. Tuzlu Topraklarda Bitkiler Sudan Nasıl Faydalanır. Terc: Bahattin Öztan. Topraksu Genel Müdürlüğü Neşriyatı sayı: 134 A: 48 Ankara.
- 15- Reeve, R. C. ve arkadaşları, 1948. Reclamation of Saline Alkali Soils by Leaching. Utah Agr. Exp. Sta. Bull: 335, S: 1-52. USA.
- 16- —, 1957, The Relations of Salinity to İrrigation and Drainage-Requirements. Trans. 3. Cong on İrrigation and Drainage.