

IĞDIR DEVLET ÜRETME ÇİFTLİĞİ ARAZİSİNDE DRENAJ SORUNUNUN ÇÖZÜMÜ VE ÇORAK TOPRAKLARIN ISLAH OLANAKLARI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR (1)

Sücaattin KIRIMHAN (2)

ÖZET

Iğdır D. Ü. Çiftliği arazisinde drenaj sorununa uygun bir çözüm yolu bulmak ve çorak toprakların ekonomik olarak ıslah edilebilir olanaklarını ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmalarda, arazinin çoraklaşma nedenlerini belirtmek için uygun görülen yerlerde toprak profili açılmış, tuzluluk ve jips ihtiyacı dağılımını saptamak için tuzluluk ve jips ihtiyacı haritaları, taban suyunun akış yönünü belirlemek için taban suyu eş düzey haritaları ve arazinin genel eğimini saptamak için de topoğrafik harita çıkarılmıştır.

Laboratuvarda ve arazide yapılan ön çalışmalarla kimyasal ıslah maddesi olarak sülfürik asit kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmış, kimyasal ıslah-yıkama uygulamalarıyla ıslah için gerekli ve yeterli olacak asit ve yıkama suyu miktarı saptanmıştır. İslahtan sonra tekrar tuzlaşmayı önlemek için sulama suyuna ilâve olarak toprağa uygulanması gerekli yıkama suyu miktarı hesaplanmış, bu yıkama suyunun boşalmasını sağlayacak drenaj sistemi için uygun olacak dren derinliği ve dren aralığı belirlemiş, toprak verimliliğini artırmak için önerilerde bulunulmuştur.

GİRİŞ

Nüfusumuzun her yıl % 3'e yakın bir oranda hızla artması ve bu artışın büyük bir kısmının da geçimini ta-

rimdan sağlamak zorunda olması, memleketimizde mevcut, drenajı yetersiz olan ve çorak arazilerin ıslahını zarurî

(1) Prof. Dr. Hayati Çelebi, Prof. Dr. Abdüsselam Ergene ve Prof. Dr. Hürşit Ertuğrul tarafından 24.3.1973 tarihinde kabul edilen doktora tezinin özetidir.

(2) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlmi Bölümü Asistanı.
Dergi Komisyonuna geliş tarihi: 29.3.1973.

hale getirdiği gibi, araştırmacıları, birim alandan daha fazla ürün almağa zorlamaktadır.

Drenaj yetersizliği ve çoraklık soru arz eden Çumra ovası, Çukurova, Menemen ve Iğdır ovaları ıslah edilmesi gerekli olan arazilerin başında yer almaktadır. Ülkemizde, çiftçinin elinde bulunam arazilerin yanı sıra, devlet tarafından işletilmekte olan arazilerde de aynı sorunu görmek mümkündür. Örneğin, 90.000 dekarlık taban araziye sahip olan Iğdır D.Ü. Çiftliğinde, toprakların bir kısmı, tuzlu taban suyunun toprak yüzeyine çok yakın olması, diğer bir kısmı da drenaj tesisleri uygulanmadan sulu ziraate geçilmesi nedeniyle çoraklaşmış durumdadır.

Doğu Anadolu bölgesinde bulunmasına rağmen, pamuk yetiştirilmesine dahi elverişli bir mikroklimaya sahip olan Iğdır D. Ü. Çiftliğinde çoraklık ve drenaj sorunu nedeniyle araziden yararlanılmadığı için çalışmaların tümü hayvancılık alanına yöneltilmiştir.

Tabansuyu düzeyinin toprak yüzeyine doğru yaklaşmasıyla bitkinin fazla su kullandığını, bunun yanı sıra oksijen alımının azaldığını ifade eden Black (1957), bitkiler tarafından topraktan yeterli miktarda oksijen sağlanabilmesi için taban suyu düzeyinin uygun bir derinlikte tutulması gerektiğini belirtmektedir. Hooghoudt (1952), killi topraklarda, bu derinliğin buğday için 159 cm. ve patates için 125 cm. olmasının bitkide önemli derecede ürün artışı sağladığını yaptığı çalışmalarla saptamıştır. Farklı bünyedeki topraklarda kapiller yükselmeyi dikkate alan Wesseling ve Wijk (1955), aynı iklim koşulları altında patatesten fazla ürün alabilmek için killi zopraklarda taban

suyunun 130 cm. de ve kumlu topraklarda ise 90 cm. de tutulması sonucuna varmışlardır. Dieleman (1963), taban suyu düzeyinin 50 cm. den 156 cm. e düşürülmesiyle arpada dört kez daha fazla ürün elde edildiğini belirtmiştir.

Taban suyu düzeyinin bitkiler tarafında besin elementlerinin alınması üzerine etkisini araştıran Schwab ve arkadaşları (1966), drene edilmiş parsellerde yetiştirilen mısır bitkisinin yaprak dokularında yaptıkları analizlerde, N, P, K, Cu, Zn ve Sr miktarlarının, drene edilmemiş parsellerde yetiştirilen mısır bitkisinin yapraklarındaki miktarlardan daha fazla olduğunu görmüşlerdir. Bunun aksi olarak Fe ve Al miktarları drene edilmemiş parsellerde yetiştirilen mısır bitkisinde daha fazla bulunmuştur. Araştırmacılar bunun nedenini, Fe ve Al'un anaerobik toprak koşullarında daha fazla miktarda çözünmelerine bağlamışlardır.

Dren derinliğinin saptanmasında, bitki, toprak, toprak-su basıncı, topraktaki fazla suyun kökeni, tuzluluk gibi etkenlerin göz önüne tutulmasına değinen çeşitli araştırmacılar, bu etkenler dikkate alınmadan yapılacak denaj tesisinin istenilen sonucu veremeyeceğini belirtmişlerdir (Kinori, 1964; Van Beters, 1965).

Drenajda, uygun dren aralığının saptanması hem arazinin drenajında etkili olması ve hem de ekonomik olması bakımından oldukça önemlidir. Bu nedenle geliştirilmiş olan bir çok formül vardır. Bunlar kararlı ve kararlısız akış koşulları için geliştirilmiş olup araştırma alanı için uygun olan formülün seçilip kullanılması gerekir. Genel olarak, uzunsüre devam eden hafif yağışlı koşullarda, taban suyuna

perkole olan ve drenlerden boşalan su arasında bir denge mevcuttur. Bu hal kararlı akıştır. Sulanan arazilerde sulamadan hemen sonra taban suyunda ani bir yükselme meydana gelir, drenlere boşalım başlar ve bir müddet sonra durur. Bu hal de, karaksız akış olarak adlandırılır (Van Beers, 1965).

Kararlı akış koşulları için geliştirilmiş olan dren aralığı formüllerinden Hooghoudt formülü, drenlere radyal ve yatay olarak boşalan su miktarını esas almakta, aslında çok az olan düşey akışı ihmal etmektedir. Donnan tarafından geliştirilmiş olan formül, homojen geçirgenlikteki topraklarda kullanılmaktadır. Hooghoudt formülü, drenler altında farklı geçirgenlikte iki toprak tabakasının bulunması halinde kullanılmamakta, bu durumda Ernst tarafından geliştirilmiş olan formül başarılı olmaktadır. Ernst formülü yatay, düşey ve radyal akışların her üçünü de kapsamakta, açık ve kapalı drenaj sistemleri için drenlerin altında farklı iki tabakanın bulunması veya drenlerin ikinci tabaka içerisinde veyahut da üzerinde olması halinde kullanılabilirdiği gibi, homojen topraklar için de kullanılabilir. Kirkham tarafından geliştirilen diğer bir dren aralık formülü de vardır ki, bu tamamen matematiksel olup teoriye dayanmaktadır (Dielman, 1963; Van Beers 1965, Toksöz ve Kirkham, 1961; Trafford, 1970).

Kararsız akış koşulları için Dumm (1954), Kraijenhoff (1958), Maasland (1956, 1959) ve Yeh ve Singh (1970) tarafından geliştirilmiş olan formüllerdeki hidrolojik değerlerin yeteri doğrulukta saptanamadığı durumlarda kararlı akış formüllerinin kullanılması

daha uygun olmaktadır (Van Beers, 1965 ve Dielman, 1963).

Bazı durumlarda, yalnız yüzey drenajına veya derin drenaja veyahut ta ikisine de ihtiyaç duyulabilir. Schwab ve arkadaşları (1966), yüzey drenaj, borulu drenaj ve yüzey + borulu drenaj kullanarak yaptıkları çalışmada sadece borulu drenaj yönteminin kullanılmasıyla arazide drenajın ekonomik olarak sağlanabildiği sorucuna varmışlardır.

Topraktaki ve taban suyundaki tuzların kaynağını, kayaların parçalanması ve ayrışması sonucu ortaya çıkan eriyebilir ürünler, volkanik püskürme artıkları, eskiden kalma tuz yataklarının bakiyeleri ve bitki artıklarının parçalanmasıyla oluşan mineral maddeler meydana getirmekte, bu eriyebilir maddeler oluştukları yerlerden su ve rüzgârlarla taşınarak toprak ve taban suyunda birikmektedirler. Taban suyu ve ana matelyalde tuz birikmesinde, fiziksel ve coğrafik koşulların ortak etkisi görülmekte, arazinin düzlüğü, yüksek sıcaklık, buharlaşma, doğal drenaj ve yüzey akış yetersizliği gibi etkenler tesir etmektedir. Ayrıca, kurak ve yarı kurak bölgelerde sulamayla da toprağa önemli miktarda tuz ilâve edilmektedir. (U. S. Salinity Lab. Staff, 1954; Muratova, 1958; Petrosian ve Tchitchian, 1969).

Toprakların tuzlaşmasında, taban suyu derinliğinin yanı sıra, tabansuyu konsantrasyonu da etkili olmaktadır (Elgabaly ve Naguib, 1965; Driessen 1970; Öztan ve Krasheveski, 1964).

Sulanan topraklarda tuz dengesini sağlamak amacıyla A. B. Devletleri tuzluluk laboratuvarı tarafından önerilen yıkama ihtiyacı formülünün toprakta

tuz dengesini sağlamak için yeterli olan su miktarından daha az bir değer verdiğini ileri süren Dielman (1963), sulama suyuna ilave edilen yıkama suyunun tamamının yıkamada etkili olmadığını belirterek, bu aksaklığı düzeltmek için tuz dengesi denklemine "yıkama randımanı" kat sayısını dahil etmiştir.

Fazla miktarda kireç ihtiva eden sodik toprakların ıslahı için çeşitli kimyasal ıslah maddeleri kullanılarak yapılan çalışmaların sonunda, sülfürik asitle ıslahın diğerlerine oranla daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Kelley, 1951; Overstreet, Martin ve King, 1951; Petrosian ve Tchitchian, 1969).

ARAŞTIRMA BÖLGESİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Araştırma bölgesi, Doğu Anadolu bölgemizde yer alan Iğdır ovasının devamı halindeki Dil bölgesidir. Bölgenin deniz yüzeyinden ortalama yüksekliği 850 m. olup, Aras ve Aşağı Karasu nehirleriyle çevrilidir. Aras nehrinde meydana gelen taşkınların sonucu oluşmuş olan arazi, tipik bir birikinti ovası görünümündedir. Ova topraklarının çok büyük bir kısmı, sulama yönünden beşinci sınıf arazilerdir (Çağlar ve arkadaşları, 1956). Arazinin hemen hemen tamamında drenaj ve çoraklık sorunu vardır. Doğal bitki örtüsü olarak çorak indikatör bitkileri oldukça yaygındır.

Doğu Anadolu iklim bölgesinde yer almasına rağmen pamuk yetiştirilmesine dahi uygun olan Dil bölgesinde yıllık yağış miktarı 225,2 mm. yıllık buharlaşma miktarı 1963,3 mm. dir. Aylık ortalama sıcaklık 26,8 °C, nispi nem ortalaması % 60,2 dir.

Aras ve Aşağı Karasu nehirleriyle çevrili olan Dil Bölgesi Kuaterner'de oluşmuş yeni alüvyondur (Holosen). Taban arazide alüvyonların altında bazalt kayaların bulunacağı en büyük ihtimaldir.

KULLANILANLAR ve YÖNTEMLER

Arazide ön etüdlerle mevcut bitki örtüsü, görülebilen çoraklık özellikleri ve doğal boşaltım olanakları dikkate alınarak sorunun en kesif olduğu ana boşaltım kanalıyla Aşağı Karasu nehri arasında kalan kesimde 150 cm. derinliğe kadar beş adet profil açılmış ve farklı tekstürel katlardan toprak örnekleri alınmıştır. Taban suyunun akış yönünü belirlemek, arazide jips ihtiyacı ve tuzluluk dağılımını saptamak amacıyla 500 dekarlık alanda 100 m. aralıklarla ızgara sistemi uygulanmıştır. Kimyasal ıslah-yıkama işlemlerinin uygulanmasından önce ve sonra olmak üzere 60cm. lik derinliğe kadar farklı derinliklerden kovan burguyla toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca, bölgeyi çevreleyen nehirlerden ve taban suyundan örnekler toplanmıştır.

Arazide yapılan hidrolik kondaktive belirlemede "derinleştirilmiş kuyu yöntemi" (Luthin, 1957; Van Beers, 1970), infiltrasyon ve yıkama grafik eğrilerinin çıkarılması amacıyla sabit düzeyli çift silindirli infiltrometreler kullanılmıştır (Dielman, 1963; Kırmıhan, 1972).

Laboratuvarda yapılan toprak ve su analizlerinde Amerika Tuzluluk laboratuvarı tarafından verilen yöntemler esas alınmıştır (U. S. Salinity Lab. Staff, 1954). Mekanik analiz için Bouyoucos (1951) tarafından geliştirilen hidrometre yöntemi kullanılmıştır.

Dren aralığı Ernst formülü dikkate alınarak hesaplanmıştır (Dielman, 1963; Van Beers, 1965).

ARAŞTIRMALARDAN ÇIKARILAN SONUÇLAR ve TARTIŞMALAR

Profillerin farklı tekstürel katlarından alınan toprak örneklerinin analizlerinden elde edilen bulgular ve tartışması aşağıda sıralanmıştır.

1- Topraklarda, kum ve kil fraksiyonlarına oranla silt miktarı daha fazladır. Bu durum, taşkınlık sonucu oluşan toprakların genel bir özelliğidir. Ayrıca, profil içerisinde tekstürel katlar arasında yer yer farklı büyüklüklerdeki kümelerinin bulunması da bu birikme olayının bir sonucudur.

2- Toprakların ağır bir bünyeye sahip olması, değişebilir sodyum yüzdelerin fazla ve organik madde kapsamının az oluşu nedeniyle laboratuvarında belirlenen hidrolik kondaktivite değerleri oldukça küçüktür.

3- Saturasyon çamurlarındaki pH değerleri genellikle bütün profillerde üst toprak katlarından aşağıya doğru azalmakta, 10,08 ile 8,10 arasında değişmektedir.

4- Hakim tuz NaCl ve Na_2CO_3 olup, tuzluluk üst toprak katlarında 180 mmhos/cm. ye kadar ulaşmakta, alt katlara doğru azalmaktadır.

5- Değişebilir sodyum bütün tekstürel katlarda % 15 in üzerinde olup, % 96'ya kadar yükselmektedir.

6- Toprakların kation değişim kapasiteleri 14,78 ile 47,66 me/100 gr. arasında değişmektedir.

7- Toprakların organik madde miktarları eseri denebilecek kadar azdır.

8- Kireç kapsamı % 14 dolaylarında olup profil içerisinde fazlaca bir farklılık göstermemektedir.

9- Topraklar jips ihtiva etmemekte, buna karşılık tıps ihtiyaçları 30 me/100 gr.'a kadar yükselmektedir.

10- Araştıma bölgesi toprakları fazla miktarda bor ihtiva etmektedir. Toprakların bor kapsamı üst toprakta daha fazladır.

Üst toprak katlarındaki tuz, değişebilir sodyum ve bor miktarlarının alt katlarındakinden fazla olması bu toprakların kapillarite ile yükselen tuzlu taban suyundan dalayı çoraklaştığı ortaya koymaktadır. Gerçekten de tabansuyu oldukça tuzlu olup, elektiriksel kondaktivitesi 6520 ile 8800 mikromhos/cm. arasında değişmekte, erimiş olarak bulunan tuzların büyük bir kısmını NaHCO_3 ve NaCl meydana getirmekte, ayrıca fazla miktarda (7,82-13,08 ppm) bor ihtiva etmektedir.

Amerikan tuzluluk laboratuvarının sınıflandırmasına göre, hemen hemen bütün tekstürel toprak katları tuzludur. Sodik karakterdedir (U. S. Salinity Lab. Staff, 1954).

Araştırma bölgesi toprakları, yeni sınıflandırma sistemine göre, Aridisollerin orthid alt ordosunun salorthid büyük gurubuna girmektedir (U.S. Soil Survey Staff, 1960).

Kimyasal ıslah-yıkama işlemlerinin planlaması amacıyla, ızgara noktalarında 20 cm. lik üst toprak katından alınan toprak örneklerinin tuzluluk ve jips ihtiyacı analizlerine göre çıkarılmış haritalardan 500 dekarlık araştırma alanında tuzluluğun 40-80 mmhos/cm.

arasında, Jips ihtiyacının ise 10-40 me/100 gr. arasında değiştiği görülmüştür. Arazideki dağılımlar dikkate alınarak üst 20 cm.lik toprak için ortalama tuzluluk 60 mmhos/cm., jips ihtiyacı 30 me/100 gr. olarak kabul edilmiştir.

Topraklarda fazla miktarda bulunan değişebilir sodyumun giderilmesinde uygun olacak kimyasal ıslah maddesini saptamam amacıyla laboratuvarında yapılan ön çalışmada üst 30 cm. lik katman alınan toprak örnekleri kullanılmıştır. Deneme tamamiyle şansa bağlı olarak planlanmış, üç tekerrürlü olmak üzere, kimyasal ıslah maddesi olarak eş değer miktarda jips, amonyum sülfat, sülfürik asit ve hidroklorik asit kullanılmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri kullanılarak permeametre silindirlerinden yapılan çalışmada 500 ml. lik suyun perkole olması için geçen zaman boyunca ortalama hidrolik kondaktivite değerleri saptanarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Buna göre, hidrolik kondaktivitenin artmasında sülfürik asit ve hidroklorik asit diğerlerinden daha etkili olmuş, amonyum sülfat jipsten, jips te kontrolden etkili olmuştur. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ve ekonomik durum dikkate alınarak arazi ön çalışmasında Jips ve sülfürik asit kullanılması uygun görülmüştür.

jips ve sülfürik asitin toprakların infiltrasyon kapasitelerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada 25 me/100 gr. Jips ihtiyacının üst ve alt dozları olarak % 70 lik jips ve bu miktarlara eş değer olarak % 96 lik sülfürik asit kullanılmıştır. Sabit su düzeyli infiltrometrelerle yapılan çalışmada, ıslah maddeleri toprağa tatbik edildikten sonra toprakların infiltrasyon kapasitelerindeki değişimler saptanmış-

tır. Buna göre, dekara 4,607 ton; 9,217 ton ve 13,824 ton % 70 lik jips uygulanmasıyla kontrol arasında önemli bir farklılık görülmemiş, fakat dekara 1,910 ton; 3,522 ton ve 5,732 ton % 96'lık asit uygulamasıyla toprakların infiltrasyon kapasitelerinde önemli bir artış saptanmıştır. Asit dozunun artmasıyla infiltrasyon hızında daha fazla bir artış olmuştur.

Toprakların infiltrasyon kapasitesinin artması; değişebilir sodyumun giderilmesi ve fazla tuzların yıkanması işleminde gerekli olduğundan jipse oranla çok kısa bir zamanda etkisini göstermesi bakımından ıslah-yıkama işlemlerinde sülfürik asit kullanılması daha uygun görülmüştür.

Ön çalışmalardan elde edilen bulguların değerlendirilmesinden sonra kimyasal ıslah-yıkama işlemlerine başlanmıştır. İslahın ekonomisi düşünülerek Etibank Murgul Bakır İşletmesinden sağlanan % 86'lık H_2SO_4 denemeye alınmıştır. Denemede söz konusu asit dekara 1-2 ve 4 ton uygulanmıştır. Asitin toprağa homojen olarak dağılmasını sağlamak için toprak yüzünde 3 cm. lik su göllendirilmiş ve gerekli miktarlardaki asit suya ilave edilmiştir. Bu karışımın infiltre olması için beklenmiş, daha sonra aynı yerlere sabit su düzeyli infiltrometreler yerleştirilerek yıkama yapılmıştır. Tam şansa bağlı blok deneme desenine göre planlanan denemede tekerrürlük blok olarak alınmıştır. Her işlem için 60 cm. yıkama suyu uygulanmış, infiltre olan su miktarı zamanın fonksiyonu olarak iç silindirden izlenmiştir.

Üç asit dozu uygulanmasıyla toprakların infiltrasyon grafik eğrilerinin doğrusal olduğu görülmüştür. Za-

manla infiltre olan su miktarı arasında % 1 hata ihtimaliyle önemlilik arz eden bir ilişki saptanmıştır. İnfiltrasyon hızı dekara 1 ton asit uygulanmasıyla 0,386 cm/saat, 2 ton asitle 0,647 cm/saat ve 4 ton asitle 0,888 cm/saat ulunmuştur.

Denemeden önce ve denemeden sonra 60 cm. lik derinliğe kadar farklı derinliklerden alınan toprak örneklerinin laboratuvar analizleri sonucu aşağıdaki hususlar saptanmıştır.

1- İnfiltrasyon hızına bağlı olarak, 60 cm. lik yıkama suyunun infiltre olması için geçen zaman asit dozunun artmasıyla azalmış, 2 ve 4 ton asit uygulaması zaman üzerinde istatistiksel olarak aynı etkiyi göstermiştir.

2- Toprağın üst 10 cm. lik katının volüm ağırlığı dekara 2 ve 4 ton asit uygulanmasıyla önemli derecede azalmış, 1 ton asit uygulaması başlangıca oranla farklılık göstermemiştir.

3- Üst 20 cm. lik toprak katının pH değeri denemeden önce 9,7 iken, dekara 1 ton asit uygulamasıyla 8,4; 2 ton asitle 8,3 ve 4 ton akitle 7,8 olmuştur. Bu durum asit uygulamasıyla pH değerinin azaldığını ortaya koymuştur.

4- Üst 20 cm. lik toprak katının değişebilir sodyum kapsamı % 76,89 iken, dekara 1 ton asit uygulamasıyla % 37,93; 2 ton asitle % 20,65 ve 4 ton asitle % 9,10 olarak bulunmuştur. Asit dozunun artmasıyla değişebilir sodyumdaki azalma istatistiksel olarak önemli görülmüştür.

5- Denemeden önce, 0-20 cm. lik toprak katının tuzluluğu 69 mmhos/cm. olduğu halde, denemeden sonra bitki gelişmesini etkilemeyecek düzeye düşmüştür. Uyulanan asit dozlarının tuz yıkanması üzerine etkisi ayrı olmuştur.

6- Başlangıçta 49 ppm olan bor miktarı da denemeden sonra ortalama olarak 1,4 ppm. olarak bulunmuştur. Buna göre, kimyasal ıslah-yıkama işlemleri toprağın bor miktarını önemli derecede azaltmıştır.

Denemeden elde edilen bulgular yardımıyla tuz yıkama grafik eğrileri çıkarılarak, yıkama randımanı (f), 0,35 olarak hesap edilmiştir.

Kimyasal ıslah-yıkama denemesinden sonra üst 30 cm. lik toprak katından alınan örneklerin kullanılmasıyla yapılan sera denemesinde, çimlenme gücü % 98 olan mısır tohumlarının denemeye alınmayan toprakta çimlenmedikleri, fakat farklı miktarlarda asit uygulanan topraklarda aynı derecede çimlendikleri görülmüştür.

Arazinin ıslahından sonra, toprak tuzluluğunun devamlı olarak 4 mmhos/cm. de tutulabilmesi için gerekli yıkama suyu miktarları; yıkamada kullanılması uygun görülen Aşağı Karasu nehri suyunun tuzluluğu, yıkama randımanı, toprağın tarla kapasitesindeki rutubeti, bitki tüketim suyu ve etkili yağışlar dikkate alınarak hesaplanmıştır. Buna göre, sulama suyuna ilave olarak toprağa verilmesi gereken yıkama suyu miktarı en fazla olarak Temmuz ayında 65,4 mm. olarak bulunmuştur. Bu suyun kök bölgesinden atılması için drenaj sisteminin planlanmasında deranj katsayısının 3 mm/gün olarak alınmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Arazide yapılan hidrolik konduktivite belirlemede taban suyu düzeyi altındaki toprak katları için bu değer 4 m/gün olarak bulunmuştur.

Toprakta tekrar tuzlaşmanın olmaması için drenlerin 180 cm. derinliğe döşenmesi uygun görülmüş ve dren aralığı 110 m. olarak saptanmıştır.

Taban suyu düzeyinin en yüksek olduğu Nisan-Mayıs ve en düşük olduğu Ağustos-Eylül aylarına ait taban suyu eş yüzey haritalarından her iki mevsimde de Aşağı Karasu nehrinden araziye doğru sızmanın olduğu saptanmış, bu sızmanın önlenmesi için nehre paralel olarak önleyici bir dren hattının geçirilmesi uygun görülmüştür. Ayrıca, arazide doğal boşaltım olanaklarının yeterli olmayışı nedeniyle drenajın pompla yapılmasının zaruri olduğu sonucuna varılmıştır.

İslah için gerekli zamanın kısaltılmasında, deranj katsayısının 3mm/gün olarak alınmasıyla tesis edilecek kapalı drenaj sistemine yardımcı açık-sığ kanalların yapılması uygun olacaktır.

Gerek toprak tuzluluğunu ve gerekse değişebilir sodyum miktarını bitki gelişmesini önlemeyecek bir düzeye düşürebilmek için 84 cm. lik yıkama suyu ile birlikte dekara 3 ton % 86 lik H_2SO_4 uygulanması yeterli olacaktır. Ancak toprağın organik madde kapsamının az oluşu ve başlangıçta yeterli dahi olsa yıkanmayla toprak nitrojeninin çok büyük bir kısmının yıkanacağı düşünülecek olursa, yıkama suyu ve asit uygulanmasının bitki gelişmesi için yeterli koşulları hazırlamayacağı görülür. Bu nedenle, ıslahtan sonra toprak verimliliğini artırmak için çiftlik gübresinin uygulanması gereklidir. Ayrıca, toprağın nitrojen kapsamını bitki gelişmesini artıracak bir düzeye çıkarmak için suni gübre uygulamasının masrafları artıracığı görün-

den hareket edilerek, birinci yıl arpayla karışık olmak üzere üç yıl üst üste yonca ve dördüncü yıl ise, bölgede ekonomik bir bitki olan pamuğun yetiştirilmesiye ıslah masraflarının karşılanacağı tahmin edilmektedir.

Studies of Drainage Problems and Reclamation of the Saline-Sodic Soils at the Iğdır State Farm Land.

Objective of this research is to find out a suitable solution of the drainage problems faced on the Iğdır State Farm land and to look into the possibilities of economical amelioration of the saline and sodic soils of the farm.

The soils of Dil area which is a continuation of Iğdır plain, in the Eastern region of Anatolia, are in the salted state owing to factors such as insufficient drainage, excessive evaporation and highly salted ground water. This low-land area of 90.000 decares, the nearly, whole of which is in the salted condition, was covered with the indicator crops resisting to salinity and it has no crops in various places. Aras and Aşağı Karasu rivers, which encircle the land are the main cause of the drainage problem in the area, since water levels of both rivers are high above the main-land for a great period of the year. Excessiveness of the salt content of these rivers which supply the ground water and very lowness of annual precipitation (225.2 mm.) than evaporation (1963.3 mm.) lead accumulation of salts in the soil and the ground water.

In the land between Aşağı Karasu river and main evacuation canal constructed by the State Water Board where

drainage and salinity problems appear to be much more acute than anywhere else in the area, the salt contents and exchangeable sodium of the soils are extremely high. Although electrical conductivity values may be as high as 180 mmhos/cm. in the surface soil layers, it decreases progressively towards the lower layers. NaCl and Na_2CO_3 are the major form of salts found in the soils; the latter is occupying the second place. Exchangeable sodium content of top layers amount to as high as 96 %. Therefore, these soils show saline-sodic characteristics. The soils are low in organic matter, but lime contents can be as high as 14 per cent. Besides high amounts of soluble salts and exchangeable sodium, boron contents of the soils are also very high.

For the purpose of finding the suitable chemical substance for amelioration of the soils, in the research made in laboratory, using $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, HCl and H_2SO_4 ; HCl, H_2SO_4 , compared with the other chemicals, were found to be more effective in increasing the hydraulic conductivity values of the soils.

In an initial test made on the land, using infiltrometers with fixed water level, the effects of the gypsum of 70 % and H_2SO_4 of 96 % on the infiltration capacities of the soils were studied. In conclusion, gypsum was found not to be different from the check, however, it was shown that application of H_2SO_4 increased considerably infiltration capacities of the soils. From the standpoint of the leaching of salts will be in proportion to the amount of water passed through the soil, it was avoided to apply gypsum, assuming

that it will take much time in chemical amelioration-leaching procedure.

Taking economy of the amelioration into consideration, for the purpose of finding the sufficient dosage of the acid, chemical amelioration-leaching tests were undertaken with fixed water level-infiltrometers, using H_2SO_4 of 86 % which was provided from Etibank Murgul Copper Industry at the levels of, 1, 2 and 4 tons per decare. The experiment was designed in complete randomized blocks with three replications. In all of the treatments, net leaching water of 60 cm. was used.

The results obtained from the chemical amelioration-leaching test may be summarized as follows

1- After the infiltration tests began, within a very short time infiltration rate reached a maximum and then did not exchange. Infiltration rates: for the application of 1 tone acid per decare, 0.386 cm/h.; for the application of 2 tons acid, 0.647 cm/h. and for the application of 4 tons acid, 0.888 cm/h. were found, that is, as the amount of applied acid increased infiltration rate also increased.

2- The time needed of the leaching water of 60 cm., depending on the infiltration rate, decreased as the acid dosage increased and the application of 2 and 4 tons of acid showed statistically the same effect on the time.

3- The volume weight of the top soil layer of 10 cm. was decreased by the application of 2 and 4 ton of acid per decare. The application of 1 tone acid has no effect on the volume weight

4- While the initial pH value of the top soil layer of 20 cm. was 9,7, the pH values were 8.4., 8.3, and 7.8 after the applications of 1,2 and 4 ton acid per decare, respectively. This indicated that the pH value was decreased by the application of the acid.

5- while the initial exchangeable sodium content of the top soil layer of 20 cm. was 76.89 %, this value was reduced to 37.93 % by the application of 1 tone acid, 20.65 % by the application of 2 tons of acid and 9.10 % by the application of 4 tons acid per decare. Decrease in the exchangeable sodium content due to increase in the acid dosage was found to be statistically significant.

6- Before the test, the salinity of the soil layer of 0-20 cm. was 69 mmhos/cm. After the test, it was decreased to the level which will not affect the crop growth. The effects of the acid dosages applied were the same.

7- The boron content of 49 ppm. at the beginning of the test was also found to average 1.4 ppm. According to this considerably chemical amelioration-leaching procedures the boron of the soils decreased.

By means of the results obtained from the tests, the salt leaching curves were graphically, and the leaching efficiency (f) was found to be 0.35.

In the greenhouse experiment using the soils samples taken from the top soil layer of 30 cm. after the chemical amelioration-leaching test was completed, zea maize seeds which are in germination capacity of 98 % were found not to germinate in the check, but it was shown that they germinated

equally in the soils where the various amounts of the acid were applied.

After the reclamation of the land was completed, the amounts of leaching water needed the electrical conductivity value of the soil at 4 mmhos/cm. were calculated from the salinity of the water of Aşağı Karasu river which was found to be suitable in leaching procedure, the leaching efficiency, the soil precipitations. Therefore, in addition to the irrigation water, the needed amount of leaching water which will be applied to the soil was found to be 65.4 mm. in July. This amount is the highest. It was concluded that for evacuation of the water from the root zone in the planning of the drainage system, taking a drainage coefficient of 3 mm/day. was suitable.

In the tests of the land to find the hydraulic conductivity values of the soils, the drainage coefficient was found to be 4 m/day. for the soil layers below the ground water level.

It was concluded that the drains should be laid in the depth of 180 cm. in order to prevent salinisation in the soil. The space between the drains was also found to be 110 m. It was found that there was leakage from Aşağı Karasu river to the land during both seasons, using the contour maps for the periods of April-May then the ground water level was the highest and of August-September when the ground water level was the lowest. It is concluded that a drainage line parallel to the river line should be constructed to prevent this leakage it seems necessary to drain the land by pumping because it has no natural sufficient for the demand.

When the drainage coefficient was taken to be 3 mm/day. The time needed for the reclamation will be insufficient. Therefore, in addition to buried drains, to construct open-shallow canals will be useful. In order to decrease both the soil salinity and the exchangeable sodium content to a level in which they will not prevent plant, besides the leaching water of 84 cm. to growth H_2SO_4 of 86 % of 3 tons per decare will be adequate it was seen that the application of leaching water and the acid will not supply the plant with available conditions in plant growing, since the organic matter content of the soil is low and even if it is enough

at the beginning, the nitrogen content of the soil will be decreased gradually by leaching. Therefore, after the reclamation was completed in order to increase the fertility of the soil it is necessary to apply manure. In addition to this, to raise the nitrogen content of the soil to a level which will increase plant growth, from the standpoint of fertilizer will increase costs it may be useful in defraying of the reclamation cost; to sow clover mixed with barley in the first year, to be continued of latter two years and in the forthyear to grow cotton which is an economic plant in the region.

KAYNAKLAR

- Beers, W. F. J. van. 1965. (Çeviri: İ. Berkman) Dren Aralıklarının Hesaplanmasına Ait Bazı Nomogramlar. Atatürk Üni. Basımevi, Erzurum.
- Beers, W. F. J. van. 1970. The Auger-Hole Method. International Institute for Land Reclamation and Improvement. Bulletin 1. Wageningen.
- Black, C. A. 1957. (Çeviri: L. Ögüş) Toprak-Bitki Münasebetleri. Atatürk Üni, Yayın. No. 75. 1970.
- Bouyoucos, G. J. 1951. A Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. Agron. Jour. 43 : 434-438.
- Çağlar, K. M. ve arkadaşları. 1959. Iğdır Bölgesi Toprak Etüdüleri. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi. Cilt: 1-2.
- Dum, L. D. 1954. Drain Spacing Formula. Agricultural Engineering 35: 725-730.
- Elgabaly, M. M., and N. M. Naguib. Effect of Depth and Salt Concentration of Ground Water of Salinization of Soil. Proceedings of the Symposium on Sodic Soils. Budapest. 1944. Agrochemia Es Talajtan. Tom. 14: 369-376.
- Hooghoudt S. B. 1952. Tile Drainage and Subirrigation. Soil Sci. 74: 35-48.
- Kelley, W. P., 1951. Alkali Soils. Their Formation, Properties and Reclamation. Reinhold Publishing Corporation. New York. U.S.A.
- Kırımhan, S. 1972. Sabit Su Düzeyli İnfiltrometre. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Dergisi Cilt. 3. Sayı. 3 Sa: 13-15

- Kinori B. Z. 1964 (Çevri: A. Balaban) Zirai Drenajda Uygun Derinliğin Tayini. Zirai Yayım Müdürlüğü, Dış Münasebetler Şubesi. İsrail. (Teksir).
- Kraijenhoff, van de Leur, D. A. 1958 A Study of Non-Steady Ground-Water Flow with a Special Reference to a Reservoir Coefficient. *De Ingenieur* 70: 87-94.
- Maasland M. 1956. The Relationship Between Permeability and the Discharge, Depth and Spacing of the Drain. *Bul. No. 1 Groundwater and Drainage Series. Water Cons. and Irr. Comm. New South Wales. Austr.*
- Maasland, M., 1959. Water Table Fluctuations Induced by Intermittant Recharge. *J. Geoph. Res.* 64: 459-489.
- Muratova, V.S. 1958. Salt Accumulation Processes in the Soils and Ground Water of the Milk'sk Plain, Kura-Araks Lowland. *Soviet Soil Science. Number 6: 613-622.*
- Overstreet, R., J. C. Martin, and H. M. King. 1951. Gypsum, Sulfur, and Sulfuric Acid for Reclaiming an Alkali Soil of the Fresno Series. *Hilgardia* Vol. 21.
- Öztan, B., and ST. H. Krashevski. 1964. Rates of soil Salinization From Salty Ground Water. *5th Intern. Congress of Soil Sci.-Bucharest, Romaine. Vol. II: 891-896.*
- Petrosian, G. P., and A. I. Tchit chian. 1969. Soda Saline Soils of the Ararat Plain and Methods for Their Reclamation. *Symp. Reclam. Sodic Soda Saline Soils. Yerevan. Supply. Agrokhemia Es Talajtan. Tom. 18: 121-138.*
- Schwab, G. O., G. S. Taylor, J. L. Fouss., and Stibba. 1966. Crop Response From Tile and Surface Drainage *Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Vol. 30: 634-367.*
- Toksöz, S., and D. Kirkham. 1961. Graphical Solution and Interpretation of a New-Drain Spacing Formula. *Journal of Geophysical Research. Vol: 66, No: 2, 509-516*
- Trafford, B. D., 1970. Field Drainage. *Journal of the R. A. S. E.* 131: 129-152.
- U. S. Salinity Lab, Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U. S. Department of Agriculture. *Agriculture Handbook No. 60: 160.*
- U. S. Soil Survey Staff. 1960. Soil Classification. 7th Approximation. Soil Conservation Service. U. S. Department of Agriculture: 156-167.
- Wesselling, J., and W. R. van Wijk. 1955. Optimal Depth of Drainage. *Neth. Jour. Agr. Sc.* 3: 106-118.
- Yeh, W. W. G., and R. Singh. 1970. Transient Flow Between Parallel Drains. *Journal of Hydrology: 11: 301-312.*