

TOPRAK VERİMLİLİĞİNİN GÖSTERGESİ BAŞLICA FİZİKSEL TOPRAK ÖZELLİKLERİ (1)

Çeviren: İbrahim DEMİRALAY (2)

ÖZET

Ürün verimini belirleyen başlıca fiziksel toprak faktörlerinin strüktürel, su ve hava koşulları olduğu gösterilmiştir. Toprakta su-hava koşulları sınıflandırılmakta ve fiziksel koşulların bir genel indeksi verilmektedir. İndekslerin Sovyetler Birliğindeki büyük toprak gruplarına uygulanma örnekleri verilmektedir.

Münferit toprak tabakalarını karakterize eden başlıca fiziksel özelliklere (porozite maksimum tarla nem kapasitesi, maksimum higroskopisite, havalauma, dane-büyüklüğü dağılımı ve strüktürel kompozisyon) ait değerler tüm toprak profilinin fiziksel durumu hakkında tam bir fikir vermez. Zira, genellikle, özellikler arasındaki ilişkiler ve münferit toprak horizonları arasındaki karşılıklı ilişki tam olarak tespit edilmiş değil veya hiç bilinmemektedirler. Bu ilişkiler bakir ve kültüre alınmış topraklar için eşit derecede önemlidirler. Belli bir kalınlıktaki (örneğin 100 cm.) bir toprak profilinin münferit tabakalarına (horizonlarına) ait değerler, bir gittikçe derinleşen pro-

fili tasvir eden gittikçe artan (biriken) değerler olarak değerlendirilmelidirler. Bu, ancak fiziksel toprak özelliklerine (hava, su) ait değerler m³/ha. veya daha iyisi mm. su, mm. hava, v.s. şeklinde ifade edildiğinde yapılabilir. Belli bir kalınlıktaki tabaka için biriken toprak profilineki fiziksel koşulların en doğru tayinine olanak verirler.

Herhangi bir başlıca fiziksel özellik, müstakilen ele alındığında, birikimli olarak dahi alınsa toprak profilini tam olarak tarif edemez. Münferit toprak horizonları ve özellikleri arasındaki karşılıklı etkileşimi, toprağı bir katı, bir sıvı ve bir gaz fazından oluşan bir üç-fazlı sistem olarak düşün-

(1) Nikolayev, A. V. 1975. Main Physical soil properties indicative of soil productivity. Soviet Soil Sci. 7: 707-713. Bu, Sovyetler Birliği Toprak Bilim Adamları Derneğinin Komisyonünün isteği üzerine bir tartışma olarak yayınlanmaktadır.

2) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü Doçenti.

mekle bir dereceye kadar tesbit etmek mümkündür. Her bir faz, başlıca fiziksel özelliklere ait değerleri kapsayan bir karmaşık indekse sahiptir: Katı (strüktürel) fazı koşullarının bir indeksi, sıvı (su) fazı koşullarının bir indeksi ve gaz (hava) fazı koşullarının bir indeksi. Kantitatif olarak ifade edilen toprak fazlarının fiziksel koşullarının karşılıklı ilişkileri, belli bir alandaki bir toprak profilinin fiziksel durumunu oldukça tam bir şekilde tarif edebilmektedir ve toprağın genesisinin coğrafi çevre, oluşum projesi ve toprak verimliliğinin karakteristik koşullarının bir fonksiyonu olarak tarımsal özellikleri ile karşılaştırılmasında kullanılabilir.

Katı toprak fazı durumunun indeksi: Katı toprak fazı, toprak-oluşum projesi bakımından esas itibariyle tekstür tarafından karakterize edilmektedir. Bununla beraber, tekstür bu fazın fiziksel özelliklerini çok küçük bir ölçüde yansıtmaktadır. Ancak toprak tekstürü incelidikçe, toprağın daha yüksek bir mikrostrüktür (ince ve kaba agregatlar) ve strüktürel üniteler (kesekler) oluşturma potansiyeline sahip olduğu söylenebilir. Toprağın mikroagregat ve strüktürel kompozisyonuna ait değerler, tam olarak belirlemese dahi, katı toprak fazı durumunun açıklanması bakımından çok önemlidirler. Bu durum veya katı toprak fazının durumu dört strüktürel indeks tarafından açıklanmaktadır (i) toprağın mikroagregat kompozisyonunun indeksi (T_{ma} , referans 3'e bak); (ii) toprağın mikroagregat (dispers edilmiş) durumunun indeksi (D) ki, bu toprağın 0,25 mm. den daha küçük daneler muhtevasını karakterize eder ve bir mü-

cerret değeri ile ifade edilir; (iii) strüktürün tarımsal değerinin (suya dayanıklılığının) indeksi (S_{abs}) ki, bu birimsiz bir indekstir ve (iv) keseklilik indeksi (L) ki, bu tarımsal ameliyeler ile tarımsal olarak değeri ifade eden keseklere daima değiştirilebilen çapı 10 mm. den daha büyük suya-dayanıklı ve suya-dayanaksız strüktürel üniteler muhtevasını karakterize eder.

Tarımsal strüktür indeksi (S_{agr}), ki bu ekim için hazırlanan veya sıralararası kültüvasyon esnasında bir strüktürel durum kazandırılan sürülmüş arazinin durumunu karakterize eder (4), münferit toprak profillerinin strüktürel durumunun karşılaştırılması bakımından önemlidir.

Katı toprak fazının strüktürel durumunun indeksi aşağıdaki oran ile ifade edilmektedir.

$$B_s = (S_{abs} + L) (T_{ma} \times D) \quad (1)$$

($T_{ma} \times D$) çarpımı toprağın mikroagregat durumunu açıklamaktadır. Zira 0.25 mm. den küçük daneler hemen hemen daima mikroagregatdırlar. Onun için, bunların mikroagregat kompozisyonunun indeksi ile çarpımı toprağın strüktürel üniteler teşkil etme potansiyelini temsil eder. Pay, suya-dayanıklı agregatlar (S_{abs}) ve toprak kesekliliği (L) indekslerinin toplamından oluşmaktadır. $1/B_s$ değeri, bir tek tarımsal değeri olan kesek oluşması için ne kadar mikroagregat gerektiğini gösterir. ($T_{ma} \times D$) küçüldükçe toprak strüktürünün durumu ($1/B_s$) daha iyi olacaktır.

Toprak strüktürünün durumu aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır (5):

Toprak strüktürünün durumu	1/B _s indeksi
Çok iyi (very good)	<0,20
İyi (good)	0,20—0,40
Orta derecede iyi (moderately good)	0,40—0,80
Zayıf (poor)	0,80—4,00
Çok zayıf (very poor)	>4,00

1/B_s indeksi ile strüktürel durumun bir kantitatif değeri arasında linear bir ilişki mevcut değildir.

Sıvı toprak fazı durumunun indeksi: Toprağın sıvı fazını toprak suyu temsil etmektedir. Bir toprak, katı fazın daneler arasında tutulabilen maksimum miktarda su ihtiva ettiğinde su ile doymuştur. Bir tamamen su ile doymuş toprak profili tarlada daima laboratuvarında tutabildiğinden daha az suya sahiptir. Minimum tarla nem kapasitesi, kapillar ve ultrakapillar boşluklardaki su miktarı, genellikle bitkilere yararışlı su miktarıdır. Bu suyun hacmi daima kapiller prozite hacminden daha küçüktür. Zira, kapillar olmayan boşlukların bir kısmı ve hapsedilmiş hava ihtiva eden boşluklarda su mevcut değildir. Uzun süredir tesbit edilmiştir ki optimum su koşulları ve iyi havalanma için kapillar ve kapillar olmayan prozite oranı 1'e eşit olmalıdır. Bu değer (2, 1) toprak profilinde su koşulları indeksine esas alınmaktadır. Ayrıca, fizyolojik olarak en kolay bir şekilde yararışlı su miktarı da bu indeks için kullanılmaktadır. Bu miktar, tarla nem kapasitesindeki su miktarının 0,8'inden maksimum higroskopik su miktarının çıkarılmasına eşittir. Op-

timum koşullar için fizyolojik yararışlı suyun havalanmaya oranı ile 0,2 M'nin toplamının da 1'e eşit olması gerektiği kabul edilmektedir. Böylece, su koşullarının indeksi aşağıda ifadesini bulmaktadır

$$B_w = (0,8 M - N) / (A + 0,2 M) \quad (2)$$

Burada M= 0-100 cm. tabakası veya herhangi bir kalınlıktaki toprak profili için mm. olarak tarladaki su miktarı, N= aynı profil için mm. olarak maksimum higroskopik su miktarı ve A= su bulunmayan toprak boşluklarının miktarı'dır. Su koşullarının indeksi birimsiz bir değerdir.

Eğer B_w değeri 1'den büyük ise, toprak profilinde hidroflik koşullar müşahade edilirler ki bu durum aşırı doymuşluğa kadar gider, Şayet B_w 1'den küçük ise, toprak hidrofobiktir. Toprak, daneler arasında suyu tam olarak tutmaz. Zira daneler küçük yüzey kuvvetlerine sahip olup büyük miktarlarda su tutamazlar.

Sıvı toprak fazı durumunun aşağıdaki sınıflandırılması kullanılmaktadır:

Sıvı toprak fazının durumu	BW indeksi
Son derece yetersiz (polihidrofobik, PHphb)	<0,50
Yetersiz (hidrofobik, Hphb)	0,50—0,75
Yeterli (hidrotipik, Ht)	0,75—1,25
Fazla (hidrofilik, Hphl)	1,25—1,50
Son derece fazla (polihidrofilik, PHphl)	>1,50

Yukarıdaki B_w değerleri su ve toprak danelerinin yüzeyi arasındaki ilişkiyi tam olarak yansıtmazlar. 1'den büyük bir B_w değeri ile çok yüksek porozitenin, toprak suyu ile toprak danelerinin yüzeyi arasında daha gevşek bir bağa işaret edeceği kabul edilmektedir.

Gaz toprak fazı durumunun indeksi:
 B_A indeksi toplam porozitenin tarla nem kapasitesindeki su miktarına oranı olup,

$$B_A = C/M \quad (3)$$

Burada $C =$ mm. olarak havalanma (porozite) ve $M =$ mm. olarak tarla nem kapasitesinde profildeki su miktarı'dır.

Gaz toprak fazı durumunun indeksi 1'den daha az olamaz. Bu, profile maksimum tarla nem kapasitesine

Havalanma koşulları

Çok yetersiz (hiperaerofobik, HpAphb)
Yetersiz (aerofobik, Aphb)
Yeterli (aerated-havali, Aer)
İyi (areofilik, aphl)
Çok iyi (hiperaerofilik, HpAphl)

B_w ve B_A 'nın toprak profilinde aynı su veya hava koşullarını yansıttığı kabul edilebilmektedir. Bununla beraber su ve hava koşulları tamamen farklı hususlardır. Bunlar farklı değişim sınırlarına sahiptirler: B_A 1'den ∞ 'a değişirken B_w 0'dan ∞ 'a değişir. İdeal bir durumda, bu indeksler bir diğerini 1'e tamamlarlar ve çarpımları optimal koşullar için 1,4-1,8 arasında olmalıdır.

Su-hava koşullarının indeksi $B_w B_A$
 Cetvel 1, toprak verimliliğinin

eşit miktarda su ile minimum havalanmayı ifade eder. Bu, sıvı fazı durumunun indeksi (B_w)'nin karşıtıdır ki sıvı fazı indeksi optimum havalanmaya ilişkin olarak toprak profilindeki suyun durumunu açıklar. Hava soğukluğu toprak hacminin yaklaşık % 15-20'si kadar olduğunda, bitkiler iyi gelişirler. Buradan, B_A 'nın optimum değeri 1,8-2,0'dir. Şayet B_A bu değerden daha az ise, toplam gözenek hacminin 0,8 den fazlasını su doldurur ve havalanma bozulur. Zira, böyle koşullar altında tüm ultrakapillar ve ince kapillar boşluklar doludurlar ve toprak suyu aşağı yukarı "gevşek" tir.

B_w ve B_A indeksleri birbirinin karşıtıdır. B_w büyük olduğunda B_A küçüktür ve bunun tersi de doğrudur.

Havalanma koşullarının sınıflandırılması şöyledir:

B_A indeksi

<1,2
1,2—1,4
1,4—1,6
1,6—1,8
>1,8

göstergesi su-hava koşullarının ($B_w B_A$) karakteristiklerini ve kategorilerini vermektedir. Burada belirtilmesi gerekir ki, en optimal su-hava koşulları hidrotipik-aerobik, hidrotipik-havali ve hidrotipik-aerofilik olarak sınıflandırılmakta ve iyi su-hava koşulları başlığı altında toplanabilmektedirler. Yeterli koşullar aşırı derecede havali ve aşırı derecede hidrofilik olabilmektedirler. Yeterli su-hava koşulları şüphesiz $B_w B_A$ indeksinin farklı değerleri, aşırı derecede havali 0,75-2,38 arasında ve aşırı derecede hidrofilik 0,83-2,25 a-

rasında olmak üzere, tarafından belirlenmektedirler. Hidrofilik ve aerofilik koşullar için değerler birbirine oldukça yakındırlar. Bu durum, yeterli koşulların ($B_w B_A = 0,98 - 2,13$) her iki tarafına sapışların, tamamen karşıt toprak ıslaklığı koşullarında, aynı etkiye sahip olması gerektiğini göstermektedir.

Toprak verimliliğinin göstergesi fiziksel koşulların tesbiti: Toprak profilinde su koşullarının ortalama indeksi hidrotipik-havalı koşullar altında 1'e yakın olduğuna göre, bu fiziksel koşullar ancak katı, sıvı ve gaz toprak fazları arasındaki karşılıklı etkileşim esas alınarak tesbit edilebilirler. Katı fazının durumu (strüktürel indeks), özellikle strüktür yeterli derecede suya dayanıklı olduğundan, su-hava koşullarını büyük ölçüde değiştirebilmektedir. Su-hava koşullarının indeksi, tek başına, toprak profilinde yeterli su-hava koşulları optimum olarak alındığında, söz konusu indeksin optimal durumdan ne kadar saptığını gösterir. Teorik olarak, optimum $B_w B_A$ değeri 1,5-1,6 olmalıdır. Zira, B_w ekseriya 1'den küçüktür ve B_A 1'den büyük olmalıdır. Su ve hava koşullarının indeksleri birbiri ile çarpıldığında, B_w fizyolojik olarak yarayışlı suyun etkili havalanmaya oranının optimum değerine çok yaklaşmaktadır ki, bu değer 1'e eşittir. Onun için

$$B = B_w \cdot B_A / B_s \quad (4)$$

Fiziksel toprak verimliliği koşullarının indeksi (B) birim B_s 'ye tekabül eden su-hava koşullarını göstermektedir. Su-hava koşullarının yeterliliği arttıkça, toprak strüktürünün tarımsal değeri artmakta ve fiziksel toprak verimliliği koşullarının indeksi (B) büyümektedir. Şayet bu indeksi toprak fazlarının fiziksel indeksleri (B_w , B_A ve B_s) terimleri ile ifade edersek, bir karmaşık ifade elde ederiz ki, bu ifade toprak verimliliğinin göstergesi olan koşulları oldukça tam olarak karakterize eder. Şöyleki:

$$B = C (T_{ma} \cdot D) (0,8 M - N) / M (S_{abs} \cdot L) (A + 0,2 M)$$

Buradaki semboller dana öncekinin aynıdırlar.

Yukarıdaki eşitlik, ilk yaklaşımda bile, bir toprak profilinin verimliliğinin göstergesi olan koşulların ne kadar karmaşık olduğunu göstermektedir.

Cetvel 2, B indeksinin değerleri ile B_w , B_A ve B_s 'nin muhtemel değerleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Cetvel 2, 1 m. kalınlığında bir toprak profili için çok fakir, fakir, yeterli, iyi ve çok iyi fiziksel koşullarının kesin sınırlarını vermektedir.

Bu limitler şöyledir:

Toprak verimliliğinin göstergesi fiziksel koşullar

Çok fakir
Fakir
Yeterli
İyi
Çok iyi

B indeksi

<0,25
0,25—0,75
0,75—2,00
2,50—7,50
> 7 50

Eniyisinden en fakirine kadar, su ve hava koşullarının tüm kategorileri ile, strüktürel koşulların zayıf ve çok zayıf bir indeksi toprak verimliliği bakımından fakir fiziksel koşulları gösterir. Yeterli fiziksel koşullar, strüktürel indeks 1,5 olduğunda herhangi su ve hava koşulları tarafından sağlanabilmektedir. Toprak verimliliği bakımından iyi ve çok iyi fiziksel koşullar, strüktürel koşulların indeksinin yüksek ve çok yüksek değerlerinde vukubulmaktadır ki, böyle durumlar mevcut tarımsal uygulamalar altında nadiren müşahade edilirler. İyi ve çok iyi fiziksel koşullar nadiren hidrotipik ve hidrofilik su koşulları ve aynı zamanda havalı ve aerofilik koşullar ($B > 7,50$) ile birlikte bulunurlar.

Onun için, toprağın su, hava ve strüktürel durumunun farkh kombinasyonları aynı değerlerde fiziksel toprak verimliliği koşulları indeksi ile sonuçlanabilmektedirler.

Hiç bir temel fiziksel toprak özelliği tek başına fiziksel toprak verimliliği koşullarını açıklayamaz. Ancak üç toprak fazından (katı, sıvı ve gaz) birisine tekabül eden bu özelliklerin bir kombinasyonu, gıda elementlerini ihtiva eden toprak çözeltilerinin ve biyolojik

aktivitenin yer aldığı ki bunlar toprak verimliliğine esas olan hususlar arasında yer almaktadırlar- toprak profilinde mevcut koşullar hakkında bir genel fikir verebilmektedir.

Cetvel 3, Sovyetler Birliğindeki bakir ve işlenmiş tınlı toprakların büyük toprak gruplarının verimliliğini gösteren fiziksel koşullar indekslerinin değerlerini vermektedir. Cetvel 3, bu indeksler ile enlem arasında bir belirgin ilişkiyi göstermektedir. B indeksi, podzolik topraklar için 0,043 ve çayır-çernozemi topraklar için 0,233 ile en yüksektir. B indeksi, güneye doğru kestane rengi topraklar için ani bir düşüş göstermekte ve çayır - sierozemleri ve sarı topraklar için sırası ile 0,193 ve 0,182'ye eşit olmaktadır. Bu değerler çayır - çernozemlerinkinden bir miktar düşük ve çernozemlerinkinden bir miktar yüksektirler. Kültüre alınan, sürülen ve özellikle sulanan sierozemler bariz bir kaide dışılık göstermektedirler. Zira, bunların B indeksi 0,411'dir. Bunun nedeni, bu topraklar 0,25-mm. çapının ötesinde daneler ile bir belirgin mikrostrüktüre ve dolayısıyla iyi havalanma ve su koşullarına ($B_A = 1,62$ ve $B_W = 1,13$) sahiptirler.

SONUÇ

1. Tek bir fiziksel özellik, müstakilen alındığında, toprak verimliliği koşullarını yansıtamaz. Toprak profili toprak verimliliğinin fiziksel indekslerinin birikimli değerleri ile açıklanabilmektedir. Bunun için, toprak bir üç-fazlı sistem olarak ele alınmalıdır. Başlıca fiziksel özelliklerin çeşitli değerlerinden oluşan katı, sıvı ve gaz

fazlarının karmaşık birimsiz indeksleri önerilmektedir.

2. Su-hava koşullarının indeksi, $B_W B_A$, belli kalınlıktaki bir toprak profilinde su ve hava arasındaki antagonizmi kantitatif olarak karakterize etmektedir. B_A arttıkça bu antagonizm azalmaktadır. $B \geq 1$ olduğunda, B_W

Cetvel 1. Toprak verimliliğinin göstergesi su-hava koşullarının indekleri (B_w, B_A) ve kategorileri.

Hava koşulları B_A	Su koşulları, B_w				Polihidrofilik
	Polihidrofofik < 0,50	Hidrofofik 0,50-0,75	Hidrotipik 0,75-1,25	Hidrofilik 1,25-1,50	
Hiperaerofobik	Polihidrofofik hiperaerofobik	Hidrofofik hiperaerofobik	Hidrotipik hiperaerofobik	Hidrofilik hiperaerofobik	Polihidrofilik hiperaerofobik
1,0-1,2	< 0,55	0,55-0,83	0,83-1,38	1,38-1,68	> 1,65
Aerofobik	Polihidrofofik aerofobik	Hidrofofik aerofobik	Hidrotipik aerofobik	Hidrofilik aerofobik	Polihidrofilik aerofobik
1,2-1,4	< 0,65	0,65-0,98	0,98-1,63	1,63-1,95	> 1,95
Havali	Polihidrofofik havali	Hidrofofik havali	Hidrotipik havali	Hidrofilik havali	Polidrofilik havali
1,4-1,6	< 0,75	0,75-1,13	1,13-1,88	1,88-2,25	> 2,25
Aerofilik	Polihidrofofik aerofilik	Hidrofofik aerofilik	Hidrotipik aerofilik	Hidrofilik aerofilik	Polihidrofilik aerofilik
1,6-1,8	< 0,85	0,85-1,88	1,88-2,13	2,13-2,55	> 2,55
Hiperaerofilik	Polihidrofofik Hiperaerofilik	Hidrofofik hiperaerofilik	Hidrotipik hiperaerofilik	Hidrofilik hiperaerofilik	Polihidrofilik hiperaerofilik
> 1,8	< 0,95	0,95-1,43	1,43-2,38	2,38-2,85	> 2,85

Cetvel 2. Toprak verimliliğinin göstergesi fiziksel koşullarının indeksleri (B).

Bs indeksi	Su koşulları Bw																								
	Polihidrofobik < 0,50					Hidrofobik 0,50-0,75					Hidrotipik 0,75-1,25					Hidrofilik 1,25 1,50					Polihitrofilik > 1,50				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Çok yüksek	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	0,83	0,98	1,13	1,28	1,43	1,38	1,63	1,88	2,13	2,38	1,65	1,95	2,25	2,55	2,85	1,65	1,95	2,25	2,55	2,85
<0,2	2,75	3,25	3,75	4,25	4,75	4,15	4,90	5,73	6,80	7,15	6,90	8,15	9,40	10,64	11,88	8,25	9,76	11,22	12,78	14,15	8,25	9,76	11,22	12,78	14,15
Yüksek	1,38	1,63	1,88	2,13	2,37	2,07	2,45	2,87	3,20	3,58	3,45	4,08	4,70	5,32	5,94	4,13	4,88	5,61	6,39	7,08	4,13	4,88	5,61	6,39	7,08
<0,20-0,40	0,68	0,81	0,94	1,16	1,19	1,03	1,23	1,44	1,60	1,79	1,73	2,04	2,35	2,66	2,87	2,07	2,44	2,80	3,20	3,54	2,07	2,44	2,80	3,20	3,54
Orta derecede düşük	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,21	0,25	0,29	0,32	0,36	0,35	0,41	0,47	0,53	0,59	0,41	0,49	0,56	0,64	0,71	0,41	0,49	0,56	0,64	0,71
Düşük	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,21	0,24	0,28	0,32	0,36	0,35	0,41	0,47	0,53	0,59	0,41	0,49	0,56	0,64	0,71	0,41	0,49	0,56	0,64	0,71
0,80-4,00	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,21	0,24	0,28	0,32	0,36	0,35	0,41	0,47	0,53	0,59	0,41	0,49	0,56	0,64	0,71	0,41	0,49	0,56	0,64	0,71
Çok düşük	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,21	0,24	0,28	0,32	0,36	0,35	0,41	0,47	0,53	0,59	0,41	0,49	0,56	0,64	0,71	0,41	0,49	0,56	0,64	0,71
> 4,00	0,13	0,16	0,19	0,21	0,23	0,21	0,24	0,28	0,32	0,36	0,35	0,41	0,47	0,53	0,59	0,41	0,49	0,56	0,64	0,71	0,41	0,49	0,56	0,64	0,71

Not: Başlıktaki alt iki sıra BA indeksini ifade etmektedir.

I = hiperaerofobik, II = aerofobik III = havalı IV = aerofilik V = hiperaerofilik

teorik olarak 0' dan ∞ a' kadar deęişebilmektedir.

3. Fiziksel toprak verimliliği koşullarının toplam indeksi (B) birim katı fazına (B_s) tekabül eden su ve hava arasındaki antoginizmin miktarını gösterir. $B_w B_A$ indeksindeki bir artma veya azalma fiziksel koşullar üzerinde eşit derecede kötü tesire sahiptir.

4. USSR'de çok sayıda toprakların profillerinin analiz sonuçları göstermektedir ki, bugünkü tarımsal uygulamalar altında, bir ortalama B_s değeri 0,6 için $B_w = 1$ ve $B_A = 1,5$

olduğunda bir optimum B değeri elde edilmektedir.

5. Her bir indeks için bir formül ve su-hava koşullarının bir genel sınıflandırılması ve formül ve su-hava koşullarının bir genel sınıflandırılması ve toprak verimliliği koşullarının genel indeksinin bir genel sınıflandırılması verilmektedir. Sovyetler Birliğindeki büyük toprak grupları için toprak verimliliğinin fiziksel indeklerinin değerleri verilmektedir. Bu ineksler ile toprak oluşumu arasındaki ilişki gösterilmektedir.

LİTERATÜR

1. BUROV, D. I., S. A. VORUB'YEV, V. YE. YEGOROV, and V. N. KVASNIKOV. 1964. Obshcheye zemledeliye (General agriculture). Moscow, Kolos.
1. DOYARENKO, A. G. 1924. Contribution to the study of soil structure as the ratio of capillary to noncapillary porosity and its importance in soil fertility. Nauchno agronom. zh., Moscow, No. 7-8.
1. NIKOLAYEV, A. V. 1962. Rational method for determining the microaggregate state of soils. Sel. khoz. Tadzhikistana, No. 3.
4. NIKOLAYEV, A. V. and KHAYRULINA. 1970. Change in the dynamics of soil structure in the cultivated fields of the eastern part of the Gissar valley. Izv. Akad. nauk Tadzh SSR Otd. biol. nauk, No. 3.
5. NIKOLAYEV, A. V. 1964. Estimation of the structure of the plow layer of irrigated soil. Sel. khoz. Tadzhikistana, No. 4.
6. NIKOLAYEV, A. V. 1956. K teorii polivnykh rezhimov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur (Theory of crop irrigation regimes). Stalinabad.