

Talajvizsgálatok a Tihama Alföldön (Jemeni Arab Köztársaság)

II. Talajviszonyok és talajhasznosítási lehetőségek

BOROS ISTVÁN, SZABOLCS ISTVÁN és VÁRALLYAY GYÖRGY

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

Előző közleményünkben [1] összefoglaltuk a Tihama Alföld (Jemeni Arab Köztársaság) egy jellegzetes területén, a Wadi Zabid környékén érvényesülő talajképződési tényezőket, a fontosabb talajképződési folyamatokat. Jelen közleményünkben a vizsgált terület talajviszonyairól nyújtunk elemző leírást és felvázoljuk a talajhasznosítás lehetőségeit.

A FAO/UNDP Wadi Zabid Project keretében végzett talajtani felmérés során mintegy 20 000 hektárnyi területen végeztünk részletes talajfelvételezést [6, 10]. A munka során 1: 12 500 és 1: 25 000 léptékű légifényképeket (sztereoszkópos képpárokat és légifénykép-mozaikot) használtunk. A terület talajviszonyainak jellemzésére 301 talajszelvényt tártunk fel és írtunk le, valamint 28 kiegészítő talajfúrást végeztünk. 16 szelvélynél végeztünk helyszíni vizsgálatokat a talaj vízgazdálkodási tulajdonságainak meghatározására. E vizsgálatok eredményeiről külön közleményben számolunk be részletesen. Laboratóriumi vizsgálatok céljára 44 szelvényből gyűjtöttünk talajmintákat. A vizsgálati anyagból kiválasztott jellemző talajszelvények helyszíni, morfológiai leírásait jelen munkákban közöljük. Az azokra vonatkozó fontosabb laboratóriumi vizsgálati eredményeket az 1.—4. táblázatban foglaltuk össze.

A légifényképek interpretálása, a helyszíni felvételezés, valamint a helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok eredményei alapján elkészítettük a terület 1: 20 000 léptékű talajtérképét és 1: 20 000 léptékű talajhasznosítási térképét, amelyeket az 1. és 2. ábrán mutatunk be.

A) A vizsgált terület talajviszonyai

Előző közleményünkben [1] megállapítottuk, hogy a vizsgált területen a talajképződés feltételei igen korlátozottak és csak az öntözött területeken figyelhető meg a talajszelvény bizonyos enyhe differenciálódása, egyébként a Wadi Zabid hatalmas törmelékű kúpja kialakulásának geogenetikus folyamatai (defláció, erózió, eolikus és fluviatilis szedimentáció) nyomják rá bélyegüket a talajképződésre. Mivel pedig a folyamatok a Wadi Zabid területén a múltban és jelenben egyaránt többé-kevésbé hasonlóan érvényesültek, illetve elsősorban a különböző üledékek mechanikai összetételében, fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságaiban okoztak különbségeket, kémiai tulajdonságok tekintetében a területen kialakuló talajok talajképző közege, sőt sok vonatkozásban maguk a

talajok is sok hasonlósággal rendelkeznek. Tekintsük át röviden melyek ezek a legfontosabb közös tulajdonságok (eltekintve természetesen a szikes talajoktól):

1. A talajok kémhatása lúgos, a pH 8,0 és 8,4 között váltakozik (1. táblázat). A viszonylag magas pH értékek oka részben a talajok finom, kolloidális eloszlású CaCO_3 -tartalma, részben a vulkáni kőzetek mállott földpátjainak Na-tartalma. A kémhatás az egész talajszelvényben hasonló és csak jelentéktelen ingadozást mutat. A területen számolni kell az ellúgosodás veszélyével (alkali hazard).

2. A talajok karbonátosak, CaCO_3 -tartalmuk 1,5—7,5% között váltakozik, általában 5% körül mozog (1. táblázat). Az egyes rétegek CaCO_3 -tartalma ugyan gyakran jelentősen különbözik egymástól, ez azonban nem talajképződési folyamatok eredménye (kilúgzódás, kicsapódás, CaCO_3 -migráció), hanem az üledékek eredeti CaCO_3 -tartalmának különbségeiből adódik. A csekély CaCO_3 -migráció oka főként az, hogy a gyökérszövet CO_2 -termelése, a talajoldat és talajlevegő CO_2 -koncentrációja kicsi, így a lúgos kémhatás miatt a CaCO_3 -nak csak kis hányada jut oldatba. A CaCO_3 nagyrésze finomeloszlású formában van jelen a talajban, jellegzetes például a gyökérszövet alatti szintekben a talaj szerkezeti elemeit fehér lepedékkel borító mészbefvonat, vagy az elhalt gyökerek járataiban képződő pszeudomicélium. Mészgöbcecsek csak ritkán fordulnak elő.

3. A talajok vízben oldható sótartalma kicsi: $< 0,1\%$. A telítési kivonat elektromos vezetőképessége < 1 mmhos/cm (3. táblázat). Az 1 : 5 arányú vizes kivonatban oldható sók mennyisége 1—2 mgeé/100 g talaj, a kationok közül a Na^+ mellett (0,2—0,9 mgeé) jelentős mennyiségű Ca^{2+} (0,1—0,5 mgeé), kevesebb Mg^{2+} ($\approx 0,1$ mgeé) és kevés K^+ ($< 0,1$ mgeé) található. Anionok közül a HCO_3^- uralkodó (0,3—0,8 mgeé), a Cl^- (0,1—0,5 mgeé) és a SO_4^{2-} (0,05—0,3 mgeé) mennyisége ennél kisebb, CO_3^{2-} -ionok (fenolftalein-lúgosság) pedig csak ritkán fordulnak elő nyomokban. Példaképpen a 4. táblázatban a 227. és 9. szelvény 1 : 5 arányú vizes kivonatának elemzési eredményeit közöljük.

4. A talajok adszorpciós kapacitása (CEC) a mechanikai összetételtől függően 10—30 mgeé/100 g talaj között váltakozik, a Na^+ -telítettség mértéke (ESP) csekély: $< 6\%$ (3. táblázat).

5. A talajok humusztartalma igen kicsi, 1% alatti, általában 0,4—0,5% (1. táblázat). A kis és a talajszelvényben homogén eloszlást mutató humusztartalom oka a mélyreható, de gyér, kis gyökértömeget produkáló növényzet, illetve hogy az öntözött területek dúsabb növénytakarója alatt képződő szervesanyagmennyiség az adott viszonyok közt gyorsan lebomlik. A szegényes állatállomány trágyáját sem trágyázásra használják, az ismételt iszapborítások szervesanyag-gazdagító hatását pedig vizsgálataink csak részben igazolták [1]. A kis szervesanyag-tartalom is közrejátszik abban, hogy a talajok szerkezeti állapota többnyire kialakulatlan, záporok, öntözések után a talajfelszín eliszapolódik, majd kiszáradva repedezik, cserepesedik, s a talaj vízkapacitása, vízelnyelő- és vízáteresztő-képessége kisebb, mint azt a mechanikai összetétel alapján várnánk.

6. A talajok nitrogéntartalma szintén igen kicsi, 0,02—0,05% és többnyire a humusztartalommal párhuzamosan változik (1. táblázat). A C : N arány ennek megfelelően 10 körüli. Figyelemreméltó, hogy a kis N-tartalom ellenére az öntözött területek növényzete nem mutat N-hiány szimptomákat, sőt többnyire kifejezetten élénkzöld színű, dús, buja fejlődésű. Feltételezhető

1. táblázat

A talajok alapvizsgálatai adatai

(1) Szelvény száma és talaj- típus	(2) Szint vastagsága cm	(3) Mintavétel mélysége cm	pH	CaCO ₃	(4) Királyvizoldható		(5) Laktátoldható		(6) Összes	
					P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O mg/100 g	N %	Humusz %
2. (1.12)	0— 5	0— 5	8,18	2,48	0,087	0,387	47,6	21,2	0,022	0,53
	5— 29	5— 25	8,10	1,64	0,075	0,356	42,3	11,2	0,022	0,35
	29— 56	30— 50	8,10	2,48	0,049	0,362	33,6	10,0	0,030	0,47
	56— 85	66— 79	8,10	3,20						
	85— 95	85— 95	8,10	1,75						
36. (1.22)	0— 12	0— 12	8,00	5,08	0,115	0,624	56,4	34,6	0,045	0,85
	12— 23	12— 23	8,10	4,08	0,080	0,540	46,8	26,4	0,053	1,06
	23— 51	23— 51	8,30	3,98	0,085	0,472	51,6	19,4	0,031	0,56
	51— 57	51— 57	8,25	5,10	0,122	0,564	46,8	22,4	0,052	0,87
	57— 64	57— 64	8,35	4,59	0,097	0,558	52,0	23,0	0,040	0,85
	64— 78	64— 78	8,35	5,10						
	78— 133	93— 108	8,40	3,66						
	133— 143	133— 143	8,35	6,63						
143— 160	143— 160	8,35	5,51							
49. (2.32)	0— 20	0— 10	8,05	5,73	0,237	0,516	61,6	51,2	0,028	0,40
	20— 48	20— 35	8,35	4,49	0,150	0,492	49,2	34,6	0,030	0,54
	48— 88	62— 76	8,30	6,12	0,187	0,660	61,6	30,0	0,033	0,58
	88— 106	88— 106	8,35	5,31						
	106— 160	106— 122 138— 153	8,35 8,35	5,59 6,63						
147. (3.2)	0— 15	0— 15	8,10	4,97	0,060	0,419	43,4	39,0	0,063	0,89
	15— 44	15— 29	8,20	5,17	0,065	0,409	41,6	32,4	0,051	0,90
	44— 63	44— 63	8,20	5,98	0,048	0,399	18,6	12,8	0,013	0,19
	63— 75	63— 75	8,20	5,16						
	75— 87	75— 87	8,20	5,36						
	87— 114	87— 102	8,20	4,54						
	114— 180	114— 129 144— 159	8,20 8,15	6,19 5,78						
227. (3.4)	0— 10	0— 10	8,30	6,14	0,049	0,385	36,0	13,6	0,030	0,45
	10— 28	10— 19	8,30	6,35	0,077	0,347	34,6	12,6	0,031	0,48
		19— 28	8,23	6,76	0,083	0,364	27,0	12,6	0,038	0,55
	28— 43	28— 43	8,15	7,07	0,062	0,351	23,6	11,2	0,039	0,82
	43— 106	58— 74 90— 106	8,20 8,30	5,83 5,20						
		106— 123 123— 170	8,20 8,30	6,03 5,93						
17. (4)	0— 11	0— 11	8,55	5,63	0,228	0,474	59,6	25,6	0,041	0,59
	11— 22	11— 22	8,90	5,05	0,210	0,493	54,8	18,4	0,037	0,63
	22— 39	22— 39	9,05	6,05	0,270	0,466	57,2	19,8	0,024	0,36
		39— 56	9,00	6,57	0,196	0,459	50,8	19,8	0,027	0,32
	39— 118	56— 71 71— 89	9,00 8,95	6,49 5,84						
		89— 118	9,00	5,42						
	118— 154	118— 136 136— 150	9,00 8,95	5,42 4,90						

— mint erről más szerzők is beszámoltak —, hogy az öntözővíz nem elhanyagolható mennyiségű és könnyen felvehető N-tartalma (4–10 mg/lit) helyenként biztosítja a jelenlegi jemeni növényfajták viszonylag csekély N-igényét, hisz nagy vízádagok alkalmazása esetén ez a mennyiség igen tekintélyes: 500 mm-es vízádaggal számolva például 20–50 kg N/ha.

7. A talajok királyvízben oldható P_2O_5 -tartalma kicsi, 0,06–0,28% között mozog, általában 0,1% alatt marad (1. táblázat). Talajszelvénybeli eloszlása nem mutat határozott tendenciát. Az egyes talajszelvények között jelentős különbségek tapasztalhatók, amelyek feltehetően az üledékek ásványi összetételének különbözőségével magyarázhatók. A királyvízben oldható K_2O -tartalom közepes, 0,3–0,6% között mozog (1. táblázat). Talajszelvénybeli eloszlása egyenletes, s nincsenek jelentős különbségek az egyes talajok esetében mért értékek között sem. A talaj mechanikai összetétele és a királyvízoldható K_2O -tartalom között nem mutatkozott összefüggés.

8. Feltűnően nagy a vizsgált talajok AL-módszerrel (EGNER-RIEHM DOMINGÓ) meghatározott oldható P_2O -tartalma, amely 30–90 mg/100 g talaj között ingadozik (1. táblázat). Egyes esetekben erősen megközelíti a királyvízben oldható P_2O_5 mennyiségét. A talaj felső rétegeiben mért értékek többnyire nagyobbak, s a P_2O_5 -tartalom a mélységgel általában csökken. Bár az európai határértékek szerint e talajok kivétel nélkül foszforban jól ellátottnak minősítendőek, itt figyelembe kell venni azt, hogy az AL-módszer jelenlegi körülmények között a talajban levő jelentős mennyiségű Ca-szilikát foszfátok, alumínium- és vasfoszfátok egy részét is méri, holott ezek a növények számára csak korlátozott mértékben felvehetőek. A szóbanforgó talajok mesterséges foszforellátásban még soha nem részesültek. A vizsgált talajok AL-módszerrel mért oldható K_2O -tartalma 10–50 mg/100 g talaj között ingadozik (1. táblázat), ami a mi határértékeink szerint közepesen nagy káliellátottságot jelent. A felvehető K_2O -tartalom területi és talajszelvénybeli eloszlása többnyire követi a királyvízoldható K_2O -tartalom alakulását.

9. A teljes kémiai elemzés eredményei alapján megállapítható, hogy a különböző talajok különböző szintjeiben a talaj elemi összetétele hasonló. A SiO_2 mennyisége 45–50%, az Al_2O_3 -tartalom 13–18%, a Fe_2O_3 -tartalom 7–11%, a CaO mennyisége 4–9%, a MgO mennyisége 3–8%, a K_2O mennyisége 1,2–2,0%, a Na_2O mennyisége 0,5–1,5%, a P_2O_5 mennyisége 0,2–0,4%, az SO_3 -mennyisége 0,5–1,5%, az MnO mennyisége pedig 0,1–0,4%. Ez a talajok, illetve a talajképző kőzetek hasonló eredetére utal, s alátámasztja geológiai megfigyeléseinket. Itt kell megjegyezni, hogy valamennyi vizsgált talaj fajsúlya feltűnően nagy: 2,8–2,9 (2. táblázat). Ezt a talajok anyagában előforduló jelentős mennyiségű magnetit okozza, amelynek megfelelően a mért Fe_2O_3 -tartalom nagy. Ugyancsak jelentős az Al_2O_3 -tartalom (különböző mértékben mállott alumíniumszilikátok) és a MgO tartalom is (Al-Mg-szilikátok). Viszonylag kicsi viszont a SiO_2 mennyisége.

Fenti hasonlóságok mellett a vizsgált terület talajai jelentős mértékben különböznek is egymástól kialakulásuk körülményeiben, fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságaikban, termékenységükben, mezőgazdasági hasznosíthatóságukban. Ezeket a tényezőket alapulvéve készítettük el az előforduló talajok osztályozási vázlatát, amelyet az 5. táblázatban mutatunk be. A táblázatban a talajtípus (altípus, változat) száma és megjelölése mellett abszolút és relatív területi kiterjedését is feltüntettük. A továbbiakban részletes jellemzését adjuk az egyes osztályozási kategóriáknak.

2. táblázat
A vizsgált talajok mechanikai összetétele ‰-ban

(1) Szelvény záma és talaj- típus	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Higrosz- kópos nedvesség %	(4) Pajsúly	(5) Sósavas átoldozás vesztése %	(6) Szemcseméret mm				(7) Kavics, múrvá > 1 mm %*
					1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,002	< 0,002	
2. (1.12)	0-5	2,17	2,80	4,63	6,11	50,22	24,62	14,42	3,77
	5-25	2,76	2,80	4,64	10,14	43,48	25,09	16,65	9,41
	30-50	3,29	2,84	5,07	14,80	36,47	23,67	19,99	17,60
	66-79	3,88	2,84	7,01	17,74	31,69	22,12	21,44	57,19
36. (1.22)	85-95	3,42	2,83	4,95	25,06	34,22	20,03	15,74	54,82
	0-12	2,81	2,83	9,19	0,89	57,67	23,25	14,00	
	12-23	1,93	2,81	8,19	1,99	61,56	19,32	9,04	
	23-51	1,92	2,84	7,54	0,07	69,32	15,35	7,72	
40. (2.32)	51-57	3,41	2,83	9,81	0,02	24,25	51,67	14,25	
	57-64	2,65	2,82	8,47	0,01	54,13	24,75	12,64	
	64-78	3,97	2,85	9,94	0,05	30,18	38,35	21,48	
	93-108	2,47	2,85	7,66	2,42	52,77	25,03	12,12	
	133-143	4,08	2,86	11,53	0,19	8,59	64,49	15,20	
	143-160	3,27	2,85	9,56	0,34	25,02	54,45	10,63	
	0-10	2,19	2,81	10,36	1,60	56,93	22,91	8,20	
	20-35	2,74	2,86	9,50	2,20	26,97	45,75	15,58	
147. (3.2)	62-76	3,81	2,83	11,03	0,74	14,00	50,86	23,37	
	88-106	2,50	2,80	9,11	6,38	30,67	42,46	11,38	
	106-122	3,19	2,84	9,60	1,81	27,96	42,14	18,49	
	138-153	3,87	2,81	11,52	6,39	13,55	47,72	20,82	
227. (3.4)	0-15	3,73	2,80	7,6	—	20,0	50,7	21,7	
	15-29	4,29	2,81	7,0	—	20,3	45,7	27,0	
	44-63	2,20	2,86	6,8	—	63,2	19,8	10,2	
	63-75	4,53	2,82	7,0	—	22,1	40,4	30,5	
	75-87	3,29	2,82	9,0	2,8	27,1	36,9	24,2	
	87-102	2,53	2,83	7,5	4,8	43,8	38,0	5,9	
	114-129	2,96	2,83	10,3	2,7	34,1	39,0	13,9	
	144-159	2,93	2,82	9,6	6,2	33,1	38,8	12,3	
17. (4)	0-10	6,09	2,82	7,8	0,7	15,2	36,5	39,8	
	10-19	7,03	2,84	9,2	0,7	18,4	31,4	40,3	
	19-28	6,17	2,83	12,1	1,1	6,0	38,3	42,5	
	28-43	5,63	2,84	11,3	0,7	8,4	42,3	37,3	
	58-74	5,87	2,84	9,9	0,7	12,7	37,4	39,3	
	90-106	5,16	2,84	9,8	1,4	11,5	41,3	36,0	
	106-123	5,17	2,80	9,9	0,7	11,3	42,6	35,5	
	138-154	4,21	2,82	9,0	0,7	20,8	40,7	28,8	
9. (4)	0-11	3,23	2,88	11,37	0,63	27,59	38,65	21,76	
	11-22	4,15	2,87	10,57	0,15	20,52	46,01	22,75	
	22-39	3,18	2,89	9,66	0,11	9,06	54,18	26,99	
	39-56	3,05	2,83	10,82	0,10	15,63	54,97	18,48	
	56-71	3,68	2,85	10,29	0,13	18,24	49,08	22,26	
	71-89	3,57	2,87	9,89	0,17	22,25	45,31	22,38	
	89-118	3,42	2,85	9,33	0,53	28,52	41,92	19,70	
	118-136	3,54	2,88	9,22	0,21	23,95	49,86	16,76	
	136-150	2,80	2,85	8,78	0,73	33,81	40,13	16,55	
	0-16	3,77	2,78	8,74	0,27	25,84	42,07	23,08	
	16-31	5,00	2,86	9,47	0,22	15,70	39,99	34,62	
	31-46	4,80	2,86	9,51	0,23	17,39	38,38	39,49	
17. (4)	46-61	5,70	2,83	7,31	0,21	13,29	44,74	34,45	
	61-76	5,50	2,84	9,41	0,28	12,40	39,80	38,11	
	76-86	5,35	2,85	11,02	0,38	10,19	43,32	35,09	
	86-101	5,61	2,85	9,51	0,30	14,08	40,93	35,18	
	101-116	5,41	2,86	11,96	0,39	7,73	48,22	31,70	
	116-124	4,48	2,84	11,27	0,57	12,10	46,97	29,09	
	124-139	5,49	2,86	12,25	0,26	3,49	45,52	38,48	
	139-154	5,81	2,88	12,44	0,23	5,33	40,41	41,79	

* A finomabb szemcsefrakciók a kavicsmentes talaj ‰-ban vannak kifejezve.

3. táblázat

A vizsgált talajok szikesedési viszonyai

(1) Szelvény száma és talaj- típus	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Összes só %	(4) Telítési %	(5) Telítési kivonat				(6) Kicse- réhető Na ⁺ mgé/100 g talaj	(7) Adszor- pció- s kapa- citás T	(8) Kicse- réhető Na ⁺ a T%-ban
				elektro- mos vez. képesség mmhos/ cm	pH	nátrium				
						mgé/l.	mgé/100 g talaj			
2. (1.12)	0—5	0,02	31,2	0,43	8,3			0,29	13,55	2,14
	5—25	0,04	33,2	0,58	8,3			0,41	17,45	2,32
	30—50	0,04	34,0	0,39	8,3			0,48	21,00	2,27
	66—79	0,04						0,70	21,58	3,22
	85—95	0,02						0,58	19,55	2,96
36. (1.22)	0—12	0,04	35,2					0,73	15,83	4,62
	12—23	0,05	32,0					0,55	11,85	4,63
	23—51	0,01	30,4					0,72	12,30	5,85
	51—57	0,03	43,2					0,87	19,20	4,56
	57—64	0,02	35,1					0,77	16,66	4,59
	64—78	0,04	43,6					0,77	20,45	3,79
	93—108	0,02	32,1					0,58	17,38	3,35
	133—143	0,02	47,0					0,95	25,33	3,75
49. (2.32)	143—160	0,02	39,0					0,77	18,83	4,07
	0—10	0,10	31,3	1,06	8,3			0,53	11,26	4,74
	20—35	0,03	40,3					0,73	16,50	4,44
	62—76	0,03	42,2					0,87	22,45	4,45
	88—107	0,02	36,1					0,77	16,51	4,63
147. (3.2)	106—122	0,02	40,4					0,78	18,00	4,33
	138—153	0,02	46,0					1,01	24,63	4,10
	0—15	0,06	48,6					1,02	23,0	4,14
	15—29	0,04	46,5					1,04	24,5	4,25
	44—63	0,02	33,0					0,51	13,7	3,72
	63—75	0,05	46,0					0,97	29,7	3,26
	75—87	0,05	41,0					0,87	25,4	3,42
	87—102	0,03	33,7					0,58	16,2	3,58
	114—129	0,03	40,9					0,62	18,6	3,34
	144—159	0,04	39,5					0,73	18,1	4,04
227. (3.4)	0—10	0,11	51,0					1,89	30,7	6,16
	10—19	0,09	52,1					1,74	33,1	5,26
	19—28	0,09	56,5					1,83	32,4	5,65
	28—43	0,07	57,1					1,67	31,1	5,36
	58—74	0,07	57,9					1,35	30,1	4,49
	90—106	0,06	54,7					1,45	28,2	5,15
	106—123	0,06	49,8					1,61	29,0	5,54
	138—154	0,05	46,8					1,66	26,1	6,40
17. (4)	0—11	0,12	42,0	1,23	8,4	6,261	0,263	1,97	18,83	10,46
	11—22	0,09	51,6	0,96	8,4	4,287	0,221	2,01	21,00	9,58
	22—39	0,07	52,4	0,63	8,6	2,956	0,155	5,53	24,09	22,96
	39—56	0,07	42,0	0,61	8,5	2,956	0,124	4,51	20,64	21,85
	56—71	0,11	44,0	1,13	8,6	6,608	0,291	4,67	22,45	20,80
	71—89	0,13	42,0	1,18	8,7	6,608	0,277	4,42	22,72	19,45
	89—119	0,13	42,0	1,18	8,7	6,608	0,277	3,70	18,75	19,73
	118—136	0,09	44,0	1,05	8,6	4,903	0,216	3,76	18,91	19,88
	136—150	0,18	32,0	1,66	8,5	8,478	0,271	3,10	16,60	18,67
	0—16	0,07	34,8	0,62	8,2	1,304	0,045	1,34	20,28	6,59
9. (4)	16—31	0,11	46,0	1,02	8,2	2,782	0,127	2,19	24,26	9,02
	31—46	0,14	48,4	1,34	8,1	7,217	0,349	2,55	22,45	11,25
	46—61	0,18	53,2	1,58	7,9	7,936	0,417	3,17	25,00	12,63
	61—76	0,20	54,6	1,79	7,8	9,993	0,546	4,09	26,08	15,68
	76—86	0,30	55,4	3,20	8,0	23,212	1,286	4,72	25,71	18,35
	86—101	0,34	53,8	3,82	7,8	26,152	1,406	4,82	28,25	17,06
	101—116	0,40	57,2	3,94	7,8	25,148	1,437	5,00	25,00	20,00
	116—124	0,46	52,8	5,30	7,7	30,675	1,623	4,18	24,26	17,23
124—139	0,55	58,6	6,41	7,4	34,454	2,019	4,21	26,08	16,14	
139—154	0,50	66,0	5,67	7,9	29,130	1,923	4,89	25,35	19,28	

1. Öntéstalajok

A FAO/UNESCO Világ Talajterkép osztályozása szerint: Calcaric fluvisols (Jc) [3, 7]

A „7th Approximation” szerint: Entisols — Orthic orthustents 1960. [5] illetve Entisols-Calcaric torrifluvents 1966. [2].

A Project Area területén öntéstalajok fordulnak elő a Wadi Zabid és a mellék vádik hatásterületén (szigetein, I. és II. teraszain), valamint a tábláról-táblára öntözött területek „alsó szakaszán”, ahol az árasztóvíz eróziós üledékanyag szedimentálódik.

Az öntéstalajok közös jellegzetessége, hogy szelvényükben jellegzetes genetikai szintek nem fordulnak elő (Ochric epipedon) [5], esetleg a felszínen van egy fakó, kis szervesanyag tartalmú pallid A-horizont [3, 7]. A talajszelvényben egymásra rétegzett — különböző mechanikai összetételű és CaCO_3 -tartalmú — szintek a Wadi, gyakorta azonban az árasztóvíz üledékanyagából származnak, így a talaj tulajdonképpen mesterséges öntözési üledék talajnak (irrigational soil) is tekinthető [2]. Az öntéstalajok általában termékenyek, termékenységet elsősorban vízgazdálkodási tulajdonságaik határozzák meg, ez pedig főként mechanikai összetételüktől és rétegződésüktől függ. Ezért alacsonyabb osztályozási egységeiket az alábbiak szerint választottuk meg:

1.1 Sekély rétegű karbonátos öntéstalajok kavicsos. — Ilyen talajok fordulnak elő a mai vádimedrekben és azok mentén, valamint a Wadi Zabid hatalmas törmelékúpjának felső részén, ahol a hegylábi hordalékkejtőkig igen nagy területeket borítanak, gyér, bokros vegetációval fedettek, mezőgazdasági művelésre csak kevéssé alkalmasak.

A Wadi hajdani kavicságyát esetükben csak vékonyabb finom üledék-réteg fedi, sőt a kavics elszórtan a felszínen és/vagy a felszínközeli talajrétegekben is előfordul. A felszínközeli kavicsréteg gátat szab a gyökérfejlődésnek, korlátozza a talajok vízkapacitását, növeli a szivárgási veszteségeket, a talajokat különösen szárazságérzékennyé, sülevényessé teszi.

E talajok termékenységét és mezőgazdasági hasznosíthatóságát elsősorban a kavicsréteg megjelenésének a mélysége szabja meg és ezért ez a tényező képezi a további osztályozás alapját (5. táblázat). Általában megfigyelhető, hogy a felszínközeli kavicsrétegű talajok (1.11, 1.12) könnyebb mechanikai összetételűek, a mélyebb kavicsrétegű talajok (1.13) középkötöttek (6. táblázat).

Példaképpen bemutatjuk a 2. szelvény helyszíni morfológiai leírását.

2. szelvény

Fekvés: A vizsgált terület keleti határán, a Wadi Zabid főmedrétől délre 2 km-re, hajdani vádimedrek kavicsal borított, bozótos területeitől nyugatra 1000–1200 m-re.

Környezet: Közepes magasságú (1–2 m) földgátakkal, sekély eróziós vízmosásokkal, a legutóbbi művelés 4–5 cm-es barázdáival, bakhátaival tagolt, a Wadiból csak nagy árhullámok idején — ritkán — öntözhető, jó természetes drenázsú, gyenge termékenységű, sík, enyhén ÉK-i irányban lejtő terület — helyenként elszórtan felszíni kavicsal.

Szelvénymélység: 150 cm

Pezsgés: felszíntől

Fenolftalein lágosság: \emptyset

Morfológiai leírás:

0–5 cm Barna (5/2 7,5 YR), száraz, enyhén tömődött, szerkezet nélküli homokos vályog. Kevés gyökér, elszórtan apró kavics. Átmenet a következő szint-be éles.

A. táblázat
A vizsgált talajok 1:5 arányú vizes kivonatának elemzési eredményei

(1) Szol- vény száma és talaj- típus	(2) Mintavétel mélysége cm	(3) Százszáz %	(4) Izzítási maradék		pH	(5) Elektromos vezető- képesség mmhos/cm	A n i o n o k				K a t i o n o k					
			%	%			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺		
															mg-e/100 g talaj	
227.	0—10	0,135	0,081	0,081	8,1	0,41	0,0477	0,0153	0,0148	0,0058	0,0015	0,0240	0,0012	0,0012	0,0240	0,0012
(3.4)	10—19	0,104	0,071	0,071	8,1	0,30	0,7819	0,4309	0,3083	0,2894	0,1233	1,0434	0,1233	0,1233	1,0434	0,1233
	19—28	0,118	0,069	0,069	7,9	0,28	0,0434	0,0085	0,0139	0,0058	0,0012	0,0200	0,0012	0,0012	0,0200	0,0012
	28—43	0,082	0,041	0,041	7,8	0,19	0,7114	0,2394	0,2895	0,2894	0,0987	0,8695	0,0987	0,0987	0,8695	0,0987
	58—74	0,091	0,061	0,061	8,0	0,22	0,0400	0,0096	0,0053	0,0033	0,0008	0,0154	0,0008	0,0008	0,0154	0,0007
	90—106	0,076	0,047	0,047	8,1	0,14	0,6556	0,2703	0,1103	0,1650	0,0658	0,6694	0,0658	0,0658	0,6694	0,0658
	106—123	0,066	0,037	0,037	7,8	0,13	0,0345	0,0084	0,0049	0,0036	0,0008	0,0148	0,0008	0,0008	0,0148	0,0008
	138—154	0,061	0,034	0,034	8,4	0,11	0,3655	0,2365	0,1020	0,1750	0,0658	0,6433	0,0658	0,0658	0,6433	0,0658
17.	0—11	0,081	0,054	0,054	8,0	0,21	0,0353	0,0096	0,0062	0,0035	0,0010	0,0160	0,0010	0,0010	0,0160	0,0007
(4)	11—22	0,089	0,052	0,052	8,0	0,23	0,5786	0,2703	0,1291	0,1750	0,0822	0,6955	0,0822	0,0822	0,6955	0,0822
	22—39	0,115	0,079	0,079	8,1	0,25	0,0326	0,0032	0,0053	0,0028	0,0006	0,0122	0,0006	0,0006	0,0122	0,0006
	39—56	0,105	0,067	0,067	8,5	0,25	0,5343	0,0901	0,1103	0,1400	0,0493	0,5303	0,0493	0,0493	0,5303	0,0493
							0,0329	0,0040	0,0049	0,0027	0,0004	0,0120	0,0004	0,0004	0,0120	0,0006
							0,5392	0,1126	0,1020	0,1350	0,0329	0,5216	0,0329	0,0329	0,5216	0,0329
							0,0292	0,0040	0,0029	0,0027	0,0004	0,0096	0,0004	0,0004	0,0096	0,0009
							0,4786	0,1126	0,0604	0,1350	0,0329	0,4173	0,0329	0,0329	0,4173	0,0329
							0,0472	0,0109	0,0070	0,0021	0,0012	0,0205	0,0012	0,0012	0,0205	0,0008
							0,7738	0,3070	0,1458	0,1048	0,0987	0,8913	0,0987	0,0987	0,8913	0,0987
							0,0656	0,0081	0,0057	0,0021	0,0005	0,0270	0,0005	0,0005	0,0270	0,0002
							1,0754	0,2281	0,1187	0,1048	0,0411	1,1739	0,0411	0,0411	1,1739	0,0051
							0,0772	0,0106	0,0053	0,0058	0,0015	0,0295	0,0015	0,0015	0,0295	0,0005
							1,2655	0,2985	0,1104	0,2894	0,1233	1,2826	0,1233	0,1233	1,2826	0,0127
							0,0034	0,0087	0,0037	0,0029	0,0002	0,0305	0,0002	0,0002	0,0305	0,0003
							1,2295	0,2451	0,0771	0,1447	0,0205	1,3260	0,0205	0,0205	1,3260	0,0076

56 - 71	0,100	0,065	8,3	0,23	ny	0,0733	0,0088	0,0045	0,0041	0,0002	0,0295	0,0004
71 - 89	0,104	0,063	8,2	0,25	ny	1,2016	0,2478	0,0937	0,2045	0,0205	1,2826	0,0102
89 - 118	0,109	0,065	8,2	0,25	ny	0,0750	0,0085	0,0029	0,0021	0,0002	0,0295	0,0004
118 - 136	0,101	0,044	8,3	0,23	ny	1,2295	0,2394	0,0604	0,1048	0,0205	1,2826	0,0102
136 - 150	0,086	0,035	8,2	0,22	ny	0,0733	0,0069	0,0041	0,0037	0,0005	0,0285	0,0004
0 - 16	0,068	0,035	7,7	0,25	-	1,2016	0,1944	0,0854	0,1846	0,0411	1,2391	0,0102
16 - 31	0,089	0,057	7,8	0,33	-	0,0735	0,0064	0,0025	0,0017	0,0002	0,0275	0,0004
31 - 46	0,106	0,060	7,7	0,42	-	1,2049	0,1803	0,0521	0,0846	0,0205	1,1956	0,0102
46 - 61	0,134	0,108	7,9	0,51	-	0,0647	0,0055	0,0049	0,0017	0,0002	0,0255	0,0003
61 - 76	0,162	0,128	7,7	0,64	-	1,0606	0,1549	0,1021	0,0848	0,0205	1,1086	0,0076
76 - 86	0,206	0,163	7,9	0,84	-	0,0516	0,0057	0,0025	0,0058	0,0023	0,0155	0,0023
86 - 101	0,225	0,209	8,0	0,86	-	0,8459	0,1605	0,0521	0,2894	0,1891	0,6739	0,0588
101 - 116	0,249	0,216	7,9	0,99	-	0,0575	0,0078	0,0045	0,0054	0,0015	0,0240	0,0012
116 - 124	0,383	0,360	7,7	1,36	-	0,9426	0,2197	0,0937	0,2695	0,1233	1,0434	0,0307
124 - 139	0,468	0,439	7,5	1,54	-	0,0507	0,0173	0,0049	0,0050	0,0017	0,0325	0,0013
139 - 154	0,700	0,639	7,6	2,28	-	0,9295	0,4873	0,1021	0,2495	0,1398	1,4130	0,0332
						0,0626	0,0244	0,0107	0,0046	0,0020	0,405	0,0015
						1,0262	0,6873	0,2229	0,2295	0,1644	1,7608	0,0384
						0,0642	0,0338	0,0205	0,0037	0,0025	0,0520	0,0017
						1,0524	0,9521	0,4271	0,1846	0,0055	2,2608	0,0435
						0,0534	0,0529	0,0362	0,0041	0,0015	0,0680	0,0013
						0,8754	1,4901	0,7541	0,2045	0,1233	2,9565	0,0332
						0,0583	0,0580	0,0427	0,0041	0,0017	0,0760	0,0014
						0,9557	1,6338	0,8896	0,2045	0,1398	3,3043	0,0358
						0,0558	0,0639	0,0563	0,0046	0,0025	0,0815	0,0014
						0,9147	1,8000	1,1729	0,2295	0,2055	3,5434	0,0358
						0,0457	0,0710	0,1401	0,0128	0,0106	0,0985	0,0019
						0,7492	2,000	2,9187	0,6387	0,8717	4,2820	0,0486
						0,0354	0,0872	0,1833	0,0154	0,0194	0,1060	0,0029
						0,5803	2,4563	3,8187	0,7684	1,5953	4,6086	0,0742
						0,0411	0,1136	0,2889	0,0162	0,0445	0,1330	0,0031
						0,6738	3,2000	6,0187	0,8083	3,6595	5,7825	0,0792

9.

(4)

- 5— 56 cm Barna (5/2 7,5 YR), nyirkos, gyengén kifejezett, elporosodó apró poliédes szerkezetű homokos vályog. Kevés gyökér, elszórta 2—3 cm-es kavics. Átmenet a következő szintbe éles.
- 56— 85 cm Barna (5/2 7,5 YR), nyirkos, gyengén kifejezett, apró poliédes szerkezetű homokos vályog. A könnyen morzsolódó aggregátumokat helyenként halvány fehér mészlepedék borítja. Mintegy 50% kavics (2—5 cm-es). Kevés gyökér. Átmenet a következő szintbe éles.
- 85— 95 cm Sötétbarna (4/4 7,5 YR), nyirkos, gyengén kifejezett lemezes poliédes szerkezetű homokos vályogba ágyazott kavics. Kevés gyökér. Átmenet a következő szintbe jól látható.
- 95—150 cm Barna-sötétbarna (5/2—4/4 7,5 YR), nyirkos, lemezes szerkezetű iszapos vályogba ágyazott vegyes görgetegkavics (2—20 cm-es).
- Talajtípus:* Sekély termőrétegi karbonátos öntéstalaj kavicsos (1.12).

1.2 *Mély rétegű karbonátos öntéstalajok alluviális üledékeken.* — Ilyen talajok fordulnak elő a Wadi II. teraszain és az intenzíven öntözött területek alsó szakaszán.

Szelvényükben 150 cm mélységig nem fordul elő kavicsréteg. Termékenységiüket és vízgazdálkodási tulajdonságaikat egyrészt mechanikai összetételük, másrészt a talajszelvényben megtalálható iszapcsikok száma és településviszonyai (vastagsága, felszíntől való távolsága stb.) befolyásolják, e tényezők képezik tehát alapját további osztályozásuknak (5. táblázat). Míg a felszíni iszapborítás mezőgazdasági szempontból kedvezőtlen (repedezés, cserepedés, nehéz művelhetőség stb.), addig a könnyű mechanikai összetételű öntésanyagba rétegzett iszapszalagok a talaj vízkapacitását, víztartóképességét növelik, vízháztartását javítják. A közepkötött talajokba rétegzett iszapcsikok ugyanakkor a vízelnyelő- és vízáteresztőképesség csökkentése miatt inkább kedvezőtlenek.

E talajok néhány fontosabb talajfizikai és vízgazdálkodási paraméterét a 6. táblázat tartalmazza.

Példaképpen bemutatjuk a 36. szelvény helyszíni morfológiai leírását.

36. szelvény

Fekvés: A vizsgált terület DNY-i részén, vádimedertől kb. 300 m-re ÉNY-ra.

Környezet: Magas földgáttal és a legutóbbi művelés 4—5 cm-es barázdáival, bakháttalval tagolt, a Wadi Zabid egyik kisebb mellékágából, a Wadi Birából rendszeresen és intenzíven öntözött jó drénviszonyokkal rendelkező, viszonylag termékeny, enyhén DK-i irányban lejtő terület — dús durraállománnyal.

Szelvénymélység: 160 cm

Pezsgés: felszíntől

Fenolftalein lúgosság: Ø

Morfológiai leírás:

- 0— 12 cm Barna (5/3 10 YR), nedves, enyhén tömődött, elporosodó, gyengén apró morzsás szerkezetű homokos vályog. Sok gyökér, gyökérmaradvány. Elszórta iszapfragmentek, csillogó ásványszemcsék, rovar- és gilisztajáratok. Átmenet a következő szintbe jól észrevehető.
- 12— 23 cm Sárgásbarna (4/4 10 YR), nyirkos, laza, elporosodó szerkezetű, iszapos finom homok. Elég sok gyökér és gyökérmaradvány. Átmenet a következő szintbe fokozatos.
- 23— 51 cm Sárgásbarna (4/4 10 YR), enyhén nyirkos, laza, szerkezet nélküli vályogos homok. Kevés gyökér. Átmenet a következő szintbe éles.
- 51— 57 cm Barna (5/3 10 YR), száraz, erősen tömődött, lemezes szerkezetű, repedezett iszap. Jellegzetes közberétegzett iszapfelhalmozódási szint. A szerkezeti elemek felületén helyenként enyhe mészbevonat. Kevés gyökér. Átmenet a következő szintbe éles.
- 57— 64 cm Sötétbarna (3/4 10 YR), nyirkos, enyhén tömődött, gyengén apró morzsás szerkezetű homokos vályog. Kevés gyökér, rovar- és gilisztajáratok. Átmenet a következő szintbe éles.

- 64— 78 cm Sötét sárgásbarna (4/4 10 YR), nyirkos, tömődött, gyengén lemezes-poliéderes szerkezetű vályogos iszap. Gyenge iszapfelhalmozódási szint. Kevés gyökér. Átmenet a következő szintbe jól észrevehető.
- 78—133 cm Sűrűsárgásbarna (5/2 10 YR), száraz, enyhén tömődött elporosodó, gyengén apró poliéderes szerkezetű homokos vályog. Kevés gyökér. Krotovinák, rovar- és gilisztajáratok. Elszórtan kevés kavics. Átmenet a következő szintbe éles.
- 143—160 cm Sötét sárgásbarna (4/4 10 YR), száraz, enyhén tömődött, porózus, enyhén apró poliéderes szerkezetű iszapos vályog. A szerkezeti elemek felületén helyenként fehér mészbevonat. Kevés gyökér.
- Talajtípus:* Mély termőrétegű, könnyű mechanikai összetételű karbonátos öntéstalaj több iszapfelhalmozódási réteggel (1.22).

Felszíni iszapfelhalmozódás (1.25) elsősorban mikrodepressziókban, öntözött táblák mélyedéseiben fordul elő, s csak ritkán terjed ki nagyobb területekre. E mélyedésekben az iszapréteg nem ritkán 30—60 cm-es vastagságot is elér, és nehezíti a növénytermesztést.

2. Sivatagi lepelhomokkal borított talajok

Ilyen talajok fordulnak elő a vizsgált terület nyugati, sivatagba benyúló részén, valamint a délnyugati és északnyugati sivatagperemeken. A sivatagi homok vékonyabb-vastagabb rétege itt öntéstalajokat, arid trópusi barna talajokat, vagy nyers, löszszerű talajképző kőzetet fed be. Nemcsak az eltemetett talaj, vagy üledékréteg különbözik gyakran igen jelentős mértékben egymástól (eredetben, mechanikai összetételben, CaCO_3 -tartalomban, stb.), hanem a szél szállította lepelhomok is, amely ritkábban durva sivatagi dűnehomok, gyakrabban azonban ún. pszeudo-homokdűne (homokszemese méretű, CaCO_3 -1 összecementált iszap-aggregátum). A talajok termékenységét ezen a területen elsősorban a homokborítás vastagsága, a defláció mértéke határozza meg, másodsorban az eltemetett talaj mechanikai összetétele befolyásolja. Az ide sorolt talajok részletes osztályozása e tényezők alapján történik (5. táblázat). Vastag homokborítás esetén (2.1) a lepelhomok, vékony homokborítás esetén (2.3) az eltemetett talaj tulajdonságai válnak uralkodóvá. 10 cm-nél vékonyabb homokborítás esetén ezért az eltemetett talaj alapján jellemeztük a területet. A szélerózió jellegéből fakadóan természetesen a helyszíni felvételezés alkalmával tapasztalt homokborítás rövid idő alatt is jelentősen változhat és az alkalmazott csoportosítással inkább a deflációs-szedimentációs tevékenység mértékét, intenzitását kívántuk kifejezésre juttatni.

A vizsgált terület északi részén kisebb területen olyan talajok is előfordulnak, amelyek szelvényében egy intenzív — bár paddá nem cementálódott — mészakkumulációs szint fordul elő (2.4). A talajok néhány talajfizikai és vízgazdálkodási paraméterét a 6. táblázatban foglaltuk össze.

Példaképpen bemutatjuk a 49. szelvény helyszíni morfológiai leírását.

49. szelvény

Fekvés: A vizsgált terület Ny-i részén, a déli sivatagperemtől É-ra mintegy 2 km-re, Zabidtól DNy-ra kb. 4 km-re.

Környezet: Közepes magasságú földgáttakkal tagolt terület, a szomszédos táblák közt gyakran igen jelentős (1—3 m-es) szintkülönbséggel. A térszíni fekvéstől függően Wadiból történő vízellátásuk gyakorisága és mértéke, a deflációs pusztítás és homokborítás mértéke, valamint a növényzet igen változó. A szelvény egy magasfekvésű, vízzel ritkán ellátott, mérsékelten homokbefúvott, sík, enyhén DNy felé lejtő gyapottáblán helyezkedik el. A növényzet igen gyengé, nagyrészt kiszáradt.

Szelvénymélység: 160 cm

Pezség: felszíntől

Fenoltalcin légosság: \emptyset

Morfológiai leírása:

- 0—20 cm Barna (5/3 10 YR), száraz, laza, szerkezet nélküli, elporosodó homok. Sivatagi lepelhomokborítás. Sok gyökér, részben bomlott gyapotmaradványok, csillogó ásványszemcsék. Átmenet a következő szintbe éles.
- 20—48 cm Sötétbarna (3/4 10 YR), száraz, elég laza, gyengén kifejezett elporosodó apró poliédes szerkezetű vályog. Lehúzódozó homoknyelvek, elszórta iszapfragmentek, rovar- és gilisztajáratok, kevés fehér mészbévonat. Elég sok gyökér. Átmenet a következő szintbe éles.
- 48—88 cm Barna (5/3 10 YR), száraz, enyhén tömődött, apró poliédes szerkezetű, porózus vályogos iszap. Iszapfelhalmozódási szint, enyhe mészakumulációval. Homoknyelvek, rovarjáratok, helyenként fehér mészbévonat. Átmenet a következő szintbe jól észrevehető.
- 88—106 cm Sötétbarna (3/4 10 YR), száraz, erősen tömődött, apró poliédes szerkezetű vályog. Kevés gyökér és mészbévonat, csillogó ásványszemcsék. Átmenet a következő szintbe jól észrevehető.
- 106—160 cm Barna (4/3 10 YR), száraz, tömődött, apró poliédes szerkezetű iszapos vályog. Kevés gyökér, rovarjártat, mészbévonat, csillogó ásványszemcsék.
- Talajtípus: Vékony sivatagi lepelhomokkal borított közepes mechanikai összetételű öntéstalaj (2.32).

3. Arid trópusi barna talajok

A FAO/UNESCO Világ Térkép osztályozása szerint: Haplic Ermsols (En) [3, 7].

A „7th Approximation” [5] szerint: Aridisols — Orthic Camborthids. Nagy területeket borítanak. Zabidtól délre, a vádik alluviumai és a szélérozó által károsított területek között elsősorban könnyű mechanikai összetételű változataik (3.1, 3.2), a vizsgált terület középső részén közepesen nehéz (3.3), keleti részén nehéz mechanikai összetételű (3.4) változataik fordulnak elő.

Azokon a területeken ahol a vádik, az árasztóvíz, ill. a szél eróziós, illetve szedimentációs tevékenysége nem érvényesül, vagy elhanyagolható, de a mesterséges vízellátás dúsabb vegetációt tesz lehetővé, bizonyos gyenge talajfejlődési folyamat indul meg. Ez a folyamat nem jár jelentősebb humuszképződéssel és felhalmozódással, hisz a gyökérzet elhalt szervesanyagtömege az adott viszonyok közt gyorsan lebomlik. Az aktív gyökértevékenység, illetve a növényi tarló- és gyökérmaradványok bomlása során keletkező CO_2 a gyökérszóna CaCO_3 -készletének mobilizálásával bizonyos CaCO_3 -leemosódást eredményez, a gyökérszóna alján pedig — a talajoldat CO_2 -koncentrációjának hirtelen csökkenése miatt — enyhe mészakumulációs szint képződik, amely elsősorban morfológiailag tűnik szembe (fehér mészbévonat a szerkezeti elemek felületén). A szerkezetképződés nem intenzív és nem tapasztalható anyagmozgás sem a talajszelvényben. Mindezeknek megfelelően nem alakul ki sombric, vagy melanic A-horizont, csak egy többé-kevésbé fejlett pallid A-szint [3, 7], Ochric epipedon [5]: fakó szín, kis szervesanyagtartalom. Ugyancsak nem alakulnak ki sós (salic), meszes (calcic), vagy gipszes (gypsic) szintek sem, legfeljebb egy enyhe cambic B-horizont (átmeneti szint) enyhe mészlepedékekkel [3, 5, 7]. Mivel ez a kezdeti talajképződés is csak öntözött körülmények között megy végbe az előforduló arid trópusi barna talajok tulajdonképpen kivétel nélkül az ember évszázados tevékenysége során létrejött mesterséges talajképződményeknek tekinthetők [2]. Természetes (öntözés nélküli) viszonyok között ez a talajtípus csak jóval csapadékosabb éghajlatú területeken jöhet létre.

Mivel a talajképződés még csak kezdeti stádiumában van, a talajok tulajdonságaira erősen rányomja bélyegét a talajképző kőzet, jelen esetben túlnyomórészt eolikus eredetű löszszerű anyag, kolluviális-proluviális üledékanyag, illetve alluvium. Az arid trópusi barna talajok termékenységét elsősorban vízgazdálkodási tulajdonságaik határozzák meg, hisz egyéb tekintetben azok egymáshoz nagyon hasonlóak. A vízgazdálkodási tulajdonságokat viszont a szerkezeti állapot és a mechanikai összetétel determinálja. Ez utóbbi alapján különítettük el az arid trópusi barna talajokon belül az alábbi kategóriákat (5. táblázat):

3.1 Könnyű mechanikai összetételű talajok. — Viszonylag kis területen fordulnak elő. Jó vízbefogadó- de gyenge víztartóképeségű talajok. Termékenységük közepes.

3.2 Közepes mechanikai összetételű talajok. — Nagy területeket borítanak. Jó vízbefogadó- és jó víztartóképeségű talajok. Nagy potenciális termékenységük még messze nincs kihasználva.

Példaképpen bemutatjuk a 147. szelvény helyszíni morfológiai leírását.

47. szelvény

Fekvés: A vizsgált terület középső részén, Zabidtól K-re kb. 5 km-re, a Wadi Zabid főmedrétől É-ra mintegy 3 km-re.

Környezet: Közepes magasságú földgátakkal, eróziós barázdákkal és a legutóbbi művelés 4–5 cm-es barázdáival, bakhátaival tagolt, a Wadi Zabid egyik kisebb mellékágából, a Wadi Mawiból nagyobb árhullámok idején, általában évente egyszer öntözött, jó természetes drénviszonyokkal rendelkező, viszonylag magasabb fekvésű, sík, enyhén DNy-i lejtésű terület — közepes durra és szezám állománnyal.

Szelvénymélység: 180 cm

Pezsgés: felszíntől

Fenolftalein lágosság: ∅

Talajvízszint: 16 m

Morfológiai leírás:

- 0–15 cm Barna (5/3 10YR), száraz, laza elporosodó apró morzsás-rögös szerkezetű iszapos vályog. Sok gyökér. Átmenet a következő szintbe jól látható.
- 15–44 cm Barna (5/3 10 YR), nyirkos, enyhén tömődött, gyengén kifejezett aprópoliéderes szerkezetű vályog. Elég sok gyökér, gilisztajaratok, a szint alján helyenként enyhe mészbevonat. Átmenet a következő szintbe fokozatos.
- 44–63 cm Barna (5/3 10 YR), nyirkos, enyhén tömődött elporosodó apró poliéderes szerkezetű homokos vályog. A szerkezeti elemek felületén fehér mészbevonat (enyhe mészakumulációs szint). Közepes mennyiségű gyökér. Gilisztajaratok. Átmenet a következő szintbe elég éles.
- 63–75 cm Barna (4/3 10 YR), nyirkos, tömődött, apró poliéderes szerkezetű vályog. Kevés gyökér. Átmenet a következő szintbe elég éles.
- 75–87 cm Barna (5/3 10 YR), nyirkos, tömődött, gyengén kifejezett apró poliéderes szerkezetű vályog. Helyenként fehér mészbevonat, mészerek. Kevés gyökér. Átmenet a következő szintbe fokozatos.
- 87–114 cm Szürkésbarna (5/2 10 YR)-barna (5/3 10 YR), nyirkos, enyhén tömődött, elporosodó apró poliéderes szerkezetű finom homokos vályog. Kevés mészbevonat, gyökér, rovarjázat. Átmenet a következő szintbe jól észrevehető.
- 114–180 cm Barna (5/3 10 YR 6), nyirkos, tömődött, apró poliéderes szerkezetű, porózus vályog (löszszerű kolluviális üledék). Mészbevonat, mészerek, kevés puha mészkonkrécio.

Talajtípus: Közepes mechanikai összetételű arid trópusi barna talaj löszszerű üledéken (3.2).

3.3 Közepesen nehéz mechanikai összetételű talajok. — A vizsgált terület középső és keleti részén található nagyobb kiterjedésben. Elég jó vízbefogadó- és jó víztartóképeségű talajok. Nagy potenciális termékenységük még messze nincs kihasználva.

5. táblázat

A vizsgált terület talajtípusai

(1) Talajtípus száma	(2) Talajtípus (altípus, változat)	(3) Területi kiterjedés	
		hektár	%
1.	Öntéstalajok (Calcaric fluvisols [3, 7], Entisols-Orthic orthustents [5], Entisols-Calcaric torrifuvents [5])		
1.1	Sekély rétegű karbonátos öntéstalajok kavicsos		
1.11	Igen sekély (0–50 cm) rétegű talajok	172,0	0,85
1.12	Sekély (50–100 cm) rétegű talajok	48,4	0,24
1.13	Mérsékeltlen sekély (100–150 cm) rétegű talajok	212,0	1,05
1.2	Mélyrétegű karbonátos öntéstalajok alluviális üledékeken		
1.21	Könnyű mechanikai összetételű talajok egy iszapfelhalmozódási réteggel	1 925,2	9,58
1.22	Könnyű mechanikai összetételű talajok két- vagy több iszapfelhalmozódási réteggel	1 231,4	6,12
1.23	Közepes mechanikai összetételű talajok egy iszapfelhalmozódási réteggel	1 165,8	5,80
1.24	Közepes mechanikai összetételű talajok két vagy több iszapfelhalmozódási réteggel	797,6	3,97
1.25	Közepes mechanikai összetételű talajok felszíni iszapborítással	300,6	1,49
2.	Sivatagi lepelhomokkal borított talajok		
2.1	Talajok vastag (> 50 cm) lepelhomok borítással	286,4	1,42
2.2	Talajok közepes (25–50 cm) lepelhomok borítással		
2.21	Könnyű mechanikai összetételű talajok	1 936,0	9,63
2.22	Közepes mechanikai összetételű talajok	781,2	3,88
2.3	Talajok vékony (10–25 cm) lepelhomok borítással		
2.31	Könnyű mechanikai összetételű talajok	438,4	2,18
2.32	Közepes mechanikai összetételű talajok	513,6	2,55
2.4	Talajok közepes (25–50 cm) lepelhomok borítással, 50–150 cm között mészkumulációs szinttel	293,2	1,46
3.	Arid trópusi barna talajok (Haplic Ermosols [3, 7] Aridisols — Orthic Camborthids [5])		
3.1	Könnyű mechanikai összetételű talajok	941,0	4,68
3.2	Közepes mechanikai összetételű talajok	3 518,2	17,55
3.3	Közepesen nehéz mechanikai összetételű talajok	2 726,8	13,56
3.4	Nehéz mechanikai összetételű talajok	1 531,6	7,62
4.	Szikes talajok	62,0	0,30
	Összesen:	18 881,4	93,93
	Wadi-meder	758,6	3,77
	Lakott és nem művelt terület	462,8	2,30
	Mindösszesen:	20 102,8	100,00

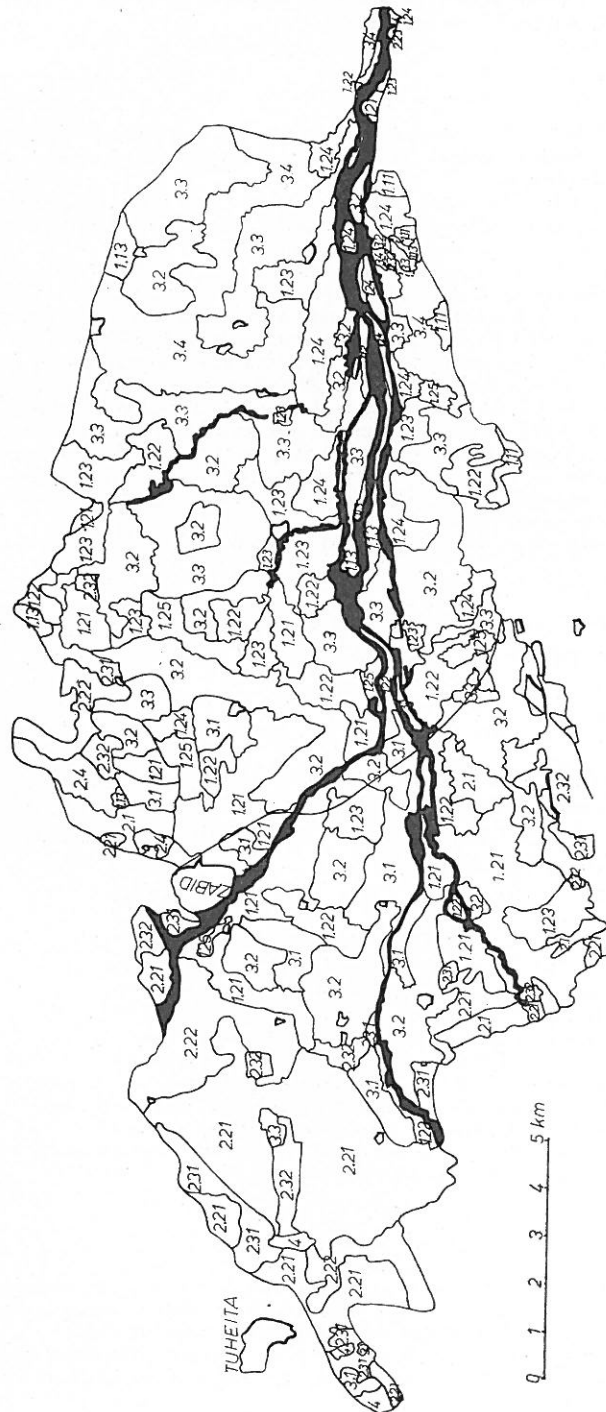
3.4 Nehéz mechanikai összetételű talajok. — A vizsgált terület keleti részén fordulnak elő. Közepes, vagy gyenge vízbefogadóképességű, erősen víztartó talajok. Potenciális termékenységük közepes.

Példaképpen bemutatjuk a 227. szelvény helyszíni morfológiai leírását.

227. szelvény

Fekvés: A vizsgált terület DK-i részén a Wadi Zabid főmedrétől D-re kb. 1 km-re, a FAO Camp-től 2 km-re ÉNy-ra.

Környezet: Közepes magasságú földgátakkal, helyenként gyenge eróziós barázdákkal és a legutóbbi művelés 4–5 cm-es bakhátaival, barázdáival tagolt, a Wadiból rend-



I. ábra

A vizsgált terület talajterképe (talajtípus számokat lásd 5. tábl.)

szeresen öntözött, közepes drénviszonyokkal rendelkező, közepes térszíni fekvésű, sík terület — jó durraállománnyal

Szelvénymélység: 170 cm

Pezsgés: felszíntől

Fenoltalein lágosság: α

Morfológiai leírás:

- 0—10 cm Barna (5/3 10 YR), nyirkos, tömődött, közepes poliéderez-diós szerkezetű agyagos vályog. Művelt réteg igen sok gyökérrel. Átmenet a következő szintbe fokozatos.
- 10—28 cm Barna (5/3 10 YR), száraz, erősen tömődött, közepes poliéderez szerkezetű agyag. Kevés mészbévonat. Giliszta- és rovarjáratok. Közepes mennyiségű gyökér. Átmenet a következő szintbe éles.
- 28—43 cm Barna (5/3 10 YR), száraz, tömődött, apró poliéderez szerkezetű agyagos vályog. Kevés gyökér és gilisztajárat. A szerkezeti elemek felületén mészbévonat (mészakkumulációs szint). Átmenet a következő szintbe éles.
- 43—106 cm Barna (5/3 10 YR), nyirkos, tömődött, gyengén kifejezett apró poliéderez szerkezetű agyagos vályog. Sok rovar- és gilisztajárat, kevés mészbévonat, gyökér, csillogó ásványszemcse. Átmenet a következő szintbe fokozatos.
- 106—123 cm Sötétbarna (4/3 10 YR), nyirkos, tömődött, gyengén kifejezett, elporosodó apró poliéderez szerkezetű iszapos agyagos vályog. Sok rovar- és gilisztajárat, kevés gyökér. Átmenet a következő szintbe fokozatos.
- 123—170 cm Sötétbarna (4/3 10 YR), nyirkos, tömődött, apró poliéderez szerkezetű, porózus agyagos vályog (löszszerű kolluviális üledék). Elszórtan mészfoltok, puha mészkonkréciók.

Talajtípus: Nehéz mechanikai összetételű arid trópusi barna talaj löszszerű üledéken (3.4).

Az arid trópusi barna talajok néhány talajfizikai és vízgazdálkodási paraméterét a 6. táblázat tartalmazza.

4. Szikes talajok

A vizsgált területen szikes talajok csak annak legnyugatibb részén fordulnak elő, néhány kisebb folton, pl. a 17. szelvény környékén, egy több éve csókutból öntözött farm néhány tábláján. A 17. szelvény helyszíni morfológiai leírását az alábbiakban közöljük.

17. szelvény

Fekvés: A vizsgált terület Ny-i határán, Tuheitától D-re 1300 m-re, csókúttól É-ra 300 m-re, mintegy 2—300 m-nyi távolságban 3 oldalról sivatagi homokdűnével, sivatagperemi bokros-bozótos területekkel körülvéve.

Környezet: A Wadi Zabid ősi medrének D-i oldalán végighúzódó 4—5 m-es, löszszerű agyagból képződött falakkal, magas és közepes fődátakkal, és kisebb (0,5—1 m-es) homokverés és defláció elleni gátakkal, helyenként öntöző barázdákkal és a legutóbbi művelés 4—5 cm-es barázdáival, bakhátaival tagolt, jó természetes drénviszonyokkal rendelkező, régen a Wadiból, ma csókúttól intenzíven és rendszeresen öntözött, sík terület — általában jó durra, gyapot, zöldségféle állományokkal. Helyenként gyenge növényzetű, kerges-cserpes felszínű, szikes foltok. A szelvény egy ilyen folt közepén helyezkedik el.

Szelvénymélység: 160 cm

Pezsgés: felszíntől

Fenoltalein lágosság: 22 cm-ig közepes, onnan erős.

Morfológiai leírás:

- 0—11 cm Barna (5/3 10 YR), nedves, enyhén tömődött, gyengén kifejezett, eliszapolódott, apró poliéderez szerkezetű vályog. Művelt réteg igen sok gyökérrel. Átmenet a következő szintbe tömődöttségben éles.
- 11—22 cm Barna (4/3 10 YR), nyirkos, tömődött, gyengén kifejezett apró poliéderez szerkezetű, repedezett iszapos vályog. Sok gyökér. Átmenet a következő szintbe éles.

- 22— 39 cm Sötétbarna (3/4 10 YR), száraz, igen erősen tömődött, repedésekkel tagolt, oszlopos szerkezetű agyagos vályog. Kevés gyökér. Átmenet a következő szintbe éles.
- 39—118 cm Sötétbarna (3/4 10 YR), száraz, erősen tömődött, poliédeses-apró prizmás szerkezetű, lefelé egyre könnyebbé váló iszapos vályog. Kevés gyökér. Átmenet a következő szintbe fokozatos.
- 118—154 cm Sötét sárgásbarna (3/4 10 YR), száraz, gyengén tömődött, gyengén kifejezett apró poliédeses szerkezetű, porózus vályog (löszszerű kolluviális üledék). Helyenként fehér mészhévonat, mészfoltok.
- Talajtípus: Felszíntől karbonátos alkáli talaj szerkezetes B-szinttel, löszszerű üledéken (4).

6. táblázat

A vizsgált talajtípusok (altípusok, változatok) fizikai és vízgazdálkodási jellemzői

(1) Talajtípus (altípus, változat)	(2) Teltési % (SP)	(3) Higroszkópos nedvesség %	(4) Iszap %	(5) Agyag %	(6) Szabadföldi vízkapacitás mm/50 cm talajréteg	(7) Víznyelés sebessége mm/óra	(8) Víz- áteresz- tőképessé- g mm/óra	(9) Kation- kicsérülő kapacitás (CEC) mgéé/100 g talaj
1.11 1.12	30—40	2,0—3,5	20—25	10—15	—	—	—	15—20
1.13	40—50	3,0—5,0	40—50	20—25	180	30	20	17—25
1.21	30—40	2,5—3,5	20—25	10—15	—	—	—	15
1.22	30—45	2,5—3,5	25—30	10—15	130	50	20	15
1.23	35—45	3,0—4,5	35—50	15—20	150	40	15—35	15—20
1.24	40—60	4,0—6,0	45—55	30—35	—	—	—	25—30
2.21	30—40	2,0—3,5	35	15	140	60	20—35	10—15
2.22	35—45	2,5—4,5	35—40	15—20	170	50	17	18—23
2.31	35	—	—	—	—	—	—	—
2.32	35—45	2,0—4,0	40—50	15—20	—	—	—	18—23
3.1	30—40	2,5—3,0	25—35	15—20	130	50	25	15—20
3.2	35—50	2,7—4,5	35—55	15—30	150	40	18	18—28
3.3	45—55	4,0—5,5	40—55	25—35	170	35	15	23—30
3.4	> 50	> 5,0	35—45	> 35	180	25	8	28—32

Mint a szelvényleírásból is kitűnik, a 17. szelvény által jellemzett terület szikes talajainak a szelvényében megfigyelhető az oszlopos szerkezetű B-szint (szolonyec szint), így azok a Nemzetközi Talajtani Társaság Szikes Albizottságának osztályozási rendszere szerint az „Alkali talajok szerkezetes B-szinttel” (Alkali soils with structural B-horizon) típusba sorolhatók, (hazai genetikus talajosztályozási rendszerünk szerint pedig karbonátos közepes réti szolonyec-hez hasonló talajoknak tekinthetők).

A szóbanforgó szikes talajok erősen lúgos kémhatásúak, pH-értékük eléri, sőt meghaladja a 9-et (1. táblázat). CaCO₃-tartalmuk, királyvízoldható és laktátoldható P₂O₅ és K₂O-tartalmuk, N és humusztartalmuk, mechanikai összetételük és teljes kémiai összetételük nem különbözik lényegesen az egyéb talajokétól. Vízen oldható sótartalmuk nem nagy: a telített talajpépben mért összes sótartalom 0,10—0,15%, a telítési kivonat elektromos vezetőképessége 1—1,5 mmhos/cm, Na⁺ tartalma is kicsi: 4—8 mgéé/lit. (0,2—0,3 mgéé/100 g

talaj) (3. táblázat). Az 1 : 5 arányú vizes kivonat elektromos vezetőképessége 0,2—0,3 mmhos/cm, sótartalma kicsi: 1—2 mgeé/100 g talaj. A kationok közül a Na^+ uralkodó (1,5 mgeé), a Ca^{2+} , Mg^{2+} és K^+ mennyisége jelentéktelen. Az anionok közül a HCO_3^- fordul elő legnagyobb mennyiségben (1—1,2 mgeé), a kloridok (0,1—0,3 mgeé), de különösen a szulfátok mennyisége ($< 0,1$ mgeé) kicsi (4. táblázat).

A talajok kis vízdoldható sótartalmával ellentétben — a szódás szikese-désre jellemző módon — a 18—20 mgeé/100 g talaj kationkicsérelő-kapacitású szikes talajok erősen Na^+ -telítettek. ESP értékeik eléri, sőt meghaladják a 20%-t (3. táblázat). A vízdoldható sók mennyisége a mélyebb talajrétegekben, a kicsérélhető Na^+ mennyisége a B-szintben képez maximumot. A szolonyeczekre jellemző texturdifferenciálódás (illuviális B-szint) az iszapfrakció tekintetében jelentkezik elsősorban (2. táblázat). Vízgazdálkodási tulajdonságaik kedvezőtlenek, vízelnyelő- és vízáteresztőképességük gyenge, hasznosítható vízkészületük kicsi.

Más jellegű szikese-dést figyelhetünk meg a terület délkeleti részén elhelyezkedő 9. szelvény által jellemzett területrészen. A talaj felszínén itt nem utalnak morfológiai jelek szikese-désre és nem alakul ki szerkezetes (oszlopos) B-szint a talajszelvényben. A növények fejlődése mégis gyengébb, a talajban — különösen a mélyebb talajrétegekben — jelentős sófelhalmozódás tapasztalható. A vízdoldható sótartalom a mélységgel nő. A telített talajpép összes sótartalma 0,2—0,5%, a telítési kivonat vezetőképessége 1,5—6,5 mmhos/cm, Na^+ -tartalma eléri, sőt meghaladja a 30 mgeé/litert (1—2 mgeé/100 g talaj) (3. táblázat). Az 1 : 5 arányú vizes kivonat elektromos vezetőképessége 2 mmhos/cm-t, a sók mgeé/100 g talajban kifejezett mennyisége 10-et is meghalad. A kationok közül a Na^+ uralkodó, míg az anionok közül a felső, kisebb sótartalmú talajszintekben a HCO_3^- , lejjebb — a sótartalom növekedésével — a kloridok, majd szulfátok fordulnak elő legnagyobb mennyiségben (4. táblázat). A sók ilyen eloszlása, oldékonyságuk szerinti differenciálódása a talajszelvényben azt bizonyítja, hogy a sófelhalmozódás az öntözővíz hatására következett be, felülről lefelé irányuló folyamatok eredményeképpen. Az ESP érték a feltalajban 6,6%, lefelé 20%-ig emelkedik (3. táblázat). A kémhatás csak mérsékelten lúgos és a sótartalom növekedésével a pH csökken.

A két eltérő szikese-désű terület összehasonlítása néhány érdekes talajgenetikai következtetést tesz lehetővé. A 17. szelvény környékét csöktütből intenzíven és rendszeresen öntözik 700 mg/lit-es, 47 Na%-os, 3,2 SAR értékű Na-HCO_3 (Cl) típusú talajvízzel [1]. A viszonylag könnyű mechanikai összetételű, eredetileg jó vízáteresztőképességű talajból a felhasznált gyakori, nagy vízadagok az intenzív mállás (rendszeres átnedvesedés, dús növényállomány) felhalmozódó helyi mállástermékeinek és az öntözővízzel a talajba juttatott sóknak nagyrészt, elsősorban a jól oldódó kloridokat és szulfátokat, kilugozták. Így a talaj összes sótartalma csökkent, a talajoldat egyoldalúan NaHCO_3 -ossá vált, ellúgosodott. A rendszeresen és gyakran megismétlődő nedvesedési-kiszáradási folyamatok, a talajszelvényben migráló híg NaHCO_3 - (esetenként szóda) oldatok hatására a kis sókoncentráció ellenére is a talaj jelentős Na^+ -telítődése ment végbe.

A 9. szelvény környékét a Wadiból öntözik — csak ritkán és esetlegesen, de akkor nagy vízadagokkal. Ezek a vízadagok a nehéz mechanikai összetételű, gyenge vízáteresztőképességű talajon azonban nem bizonyultak elegendőnek az öntözővízzel (470 mg/lit, 47 Na %, 2,7 SAR, $\text{Na-HCO}_3\text{Cl}(\text{SO}_4)$ [1]) talajba

juttatott sók teljes kilúgozásához, eltávolításához, csak azok oldékonyságuk szerint történő differenciálásához. Emiatt a mélyebb talajrétegekben jelentős mennyiségű szulfátok és kloridok halmozódtak fel, a kémhatás csak gyengén lúgos, a Na^+ -telítettség mérsékeltebb.

Fenti folyamatok felhívják a figyelmet a sófelhalmozódás és szikesedés potenciális lehetőségére és aktuális veszélyére, amit a terület jövőbeni mezőgazdasági hasznosításánál, öntözésénél feltétlenül szem előtt kell tartani [4, 8, 9].

B) A vizsgált terület talajhasznosítási lehetőségei

A terület mezőgazdasági hasznosítási lehetőségeinek felmérése során a közvetlen talajtényezők (fizikai, vízgazdálkodási, fizikokémiai, kémiai, biológiai talajtulajdonságok, termékenység) mellett figyelembe vettük az egyéb természeti tényezőket (domborzat, lejtésviszonyok, tagoltság, drénviszonyok, stb.) és bizonyos ökonomiai szempontokat (vízellátás és vízelosztás lehetősége, művelhetőség, várható termésszintek, utaktól való távolság, stb.) is [11]. Fenti szempontok alapján határoztuk meg az ún. talajhasznosítási osztályokat (7. táblázat), amelyek területi elhelyezkedését 1 : 20 000 léptékű térképen ábrázoltuk (2. ábra).

Az egyes talajhasznosítási osztályok részletes ismertetése előtt szükséges megjegyezni az alábbiakat:

a) A Wadi Zabid területén évszázadok óta folyik öntözés. A parasztok primitív eszközeikkel, gépek, műtárgyak és műszaki ismeretek nélkül igyekeztek a Wadi rövid árhullámai idején minél nagyobb mennyiségű vizet visszatartani és azt a növények vízellátására fordítani. Ez az igyekezet alakította ki a sajátos vadárasztásos öntözési gyakorlatot és az ehhez kapcsolódó sajátos vízjogi, vízkormányzási és vízelosztási rendszert. Ennek megfelelően a vizsgált öntözött területeken a magas földgátak szövevényes rendszere alakult ki, s gyakran a szomszédos táblák szintkülönbsége is jelentős. Ez viszont azt jelenti, hogy a vadárasztásos kultúrába vont területeken nagyüzemi művelésre és korszerű felszíni öntözésre alkalmas táblák kialakítása igen nagy tereprendezési munkálatokat tenne szükségessé, ami nemcsak költséges, hanem gazdaságossága is vitatható. Ilyen szempontból viszonylag kedvezőbb a helyzet azokon a területeken (például a vizsgált terület nyugati részén, stb.), amelyek jelenleg a Wadiból csak kevéssé láthatók el vízzel, s így az öntözővizet elsősorban kutakból nyerik. Ezekben a területeken nagyobbak a táblák, nincs vagy kisebb köztük a szintkülönbség, alacsonyabbak a gátak (gyakran nem is annyira a vízelosztás irányítását, mint a deflációvédelmet szolgálják).

b) Az adott klimatikus feltételek (magas hőmérséklet, nagy potenciális párolgás, kevés csapadék) mellett, öntözött viszonyok között az egész területen fennáll a sófelhalmozódás és szikesedés potenciális veszélye. A korszerű öntözéses gazdálkodás bevezetésénél, az öntözések területi kiterjesztésénél ezért szükséges az öntözővíz és öntözött talaj folyamatos ellenőrzése, a bekövetkező talajtani változások rögzítése, a várható változások előrejelzése és ezek alapján a káros talajtani folyamatok megelőzésére megfelelő intézkedések tétele. Ennek hiányában az öntözés kockázatosná válhat.

Az egyes talajhasznosítási osztályok jellemzése röviden az alábbiakban foglalható össze:

7. táblázat

A vizsgált terület talajhasznosítási kategóriái

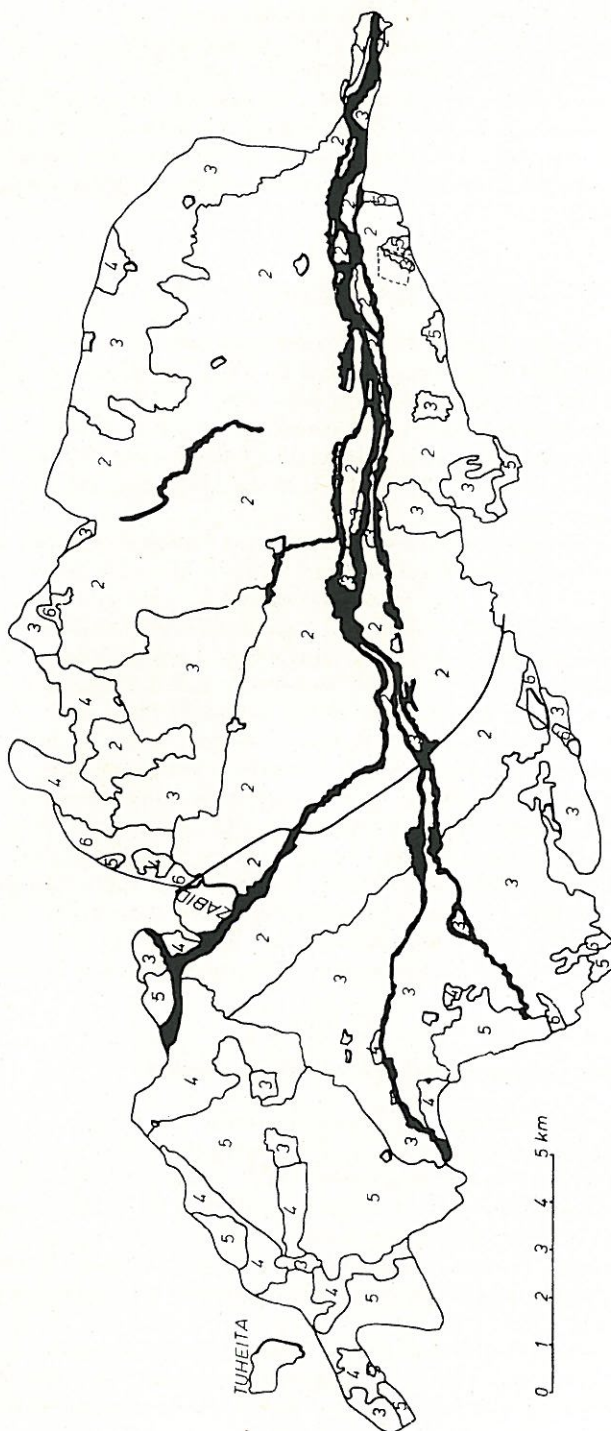
(1) Talaj- hasznosítási kategória száma	(2) Talajhasznosítási kategória	(3) A talajhasznosítási kategó- riához tartozó talajtípusok (altípusok, változatok) száma	(4) Területi kiterjedés	
			hektár	%
I.	Öntözéses gazdálkodásra kitű- nően alkalmas területek	—	—	
II.	Öntözéses gazdálkodásra alkal- mas területek	1.24 (teljesen) 1.21, 1.22, 1.23, 1.25, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 (részben)	9 984,4	49,67
III.	Öntözéses gazdálkodásra ke- vésbé alkalmas területek	1.13, 1.21, 1.22, 1.23, 1.25, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 2.32 (rész- ben)	5 439,4	27,06
IV.	Öntözéses gazdálkodásra fel- tételenen alkalmas területek	1.12, 2.22, 2.31, 2.4, 4. (tel- jesen)	1 459,6	7,26
V.	Öntözéses gazdálkodásra je- lenleg nem alkalmas terüle- tek	1.11, 2.1, 2.21 (teljesen)	1 998,0	9,94
VI.	Mezőgazdasági művelésre nem alkalmas területek	Wadi-meder, lakott terüle- tek stb.	1 221,4	6,07
Összesen:			20 102,8	100,00

I. Öntözéses gazdálkodásra kitűnően alkalmas területek

A vizsgált területen nem fordulnak elő. Ennek főként nem talajtani, hanem domborzati és közgazdasági okai vannak (a terület erős tagoltsága, a korszerű öntözésre való berendezés és nagyüzemi gépi művelés nehézségei).

II. Öntözéses gazdálkodásra alkalmas területek

A vizsgált terület mintegy 50%-a sorolható ide. Ide tartoznak a legjobb vízgazdálkodási tulajdonságokkal, legnagyobb potenciális termékenységgel rendelkező talajok (1.22, 1.23, 1.24, 3.2, 3.3, 3.4), amennyiben rendszeres öntözővízellátásuk a Wadiból biztosított és közgazdasági viszonyaik (úttól való távolság, el- és odaszállítás lehetőségei, stb.) sem kedvezőtlenek. Öntéstalajoknál a közép kötött öntésanyagba rétegződött, és a talajszelvény drénviszonyait rontó iszapszalagok, a nehéz mechanikai összetételű arid trópusi barna talajok esetében a gyenge vízáteresztőképesség és a nehéz művelhetőség korlátozza a potenciális termékenységet. Ide soroltuk a közepes termékenységű 1.21, 1.25, 3.1 talajok egy részét is, mivel vízellátottságuk és közgazdasági viszonyaik kedvezőek. A szóbanforgó területek valamennyi számbajöhető mezőgazdasági kultúra öntözött termesztésére alkalmasak. A kedvező öntözővízellátás és a talajok jó vízgazdálkodási tulajdonságai miatt azonban célszerű a többi terü-



2. ábra

A vizsgált terület talajhasznosítási térképe (talajhasznosítási kategória számait lásd 7. tábl.)

leteken nehezebben megtermeszthető, vízigényesebb kultúrák (zöldségfélék, kukorica, cukornád, gyapot, banán, stb.) termesztését előtérbe helyezni. Meliorációs beavatkozást a tereprendezéstől eltekintve nem igényelnek. A talajok nagy potenciális termékenysége öntözéssel, megfelelő fajták alkalmazásával, harmonikus szerves és műtrágyázással (elsősorban N adagolásával) realizálható. A talajok nagy vízkapacitása és jó víztartóképesége miatt nagyobb vízadagok alkalmazásával az öntözések száma és gyakorisága eredményesen csökkenthető.

III. Öntözéses gazdálkodásra kevésbé alkalmas területek

A vizsgált terület mintegy 27%-a sorolható ide. Ide tartoznak egyrészt azok a jó vízgazdálkodási tulajdonságokkal és nagy potenciális termékenységgel rendelkező talajok (1.22, 1.23, 3.2, 3.3, 3.4) amelyek Wadiból történő vízellátása nehézségekbe ütközik, távol esnek az úttól és lakott területektől. Ide tartozik továbbá a közepes vízgazdálkodási tulajdonságokkal és potenciális termékenységgel rendelkező 1.13, 1.21, 1.25 talajok egy része, valamint a 2.32, 3.1 talajok nagyrésze.

A talajok potenciális termékenységét az öntéstalajoknál a szelvény mélyebb rétegeiben megjelenő kavicsréteg (1.13), a könnyű mechanikai összetételű talajok esetében (1.21, 3.1) a kis vízkapacitás, gyenge víztartóképeség, illetve a deflációveszély (2.32) csökkenti. A szóban forgó területek valamennyi számbajöhető mezőgazdasági kultúra öntözéses termesztésére alkalmasak, a vízellátás nehézségei, illetve a talajok kedvezőtlenebb vízgazdálkodási tulajdonságai miatt azonban célszerű e területeken kisebb vízigényű kultúrák termesztését előtérbe helyezni (durra, dohon, szezám, stb.). A homokverésnek kitett részeken fontos a deflációvédelem (a terület körülgátolása, a mozgó homok megkötése). Egyéb meliorációs beavatkozást (tereprendezéstől eltekintve) nem igényelnek. Az öntéstalajok művelése során a talajszelvény vízgazdálkodási tulajdonságait javító iszaprétegek bolygatását kerüljük. A felszíni iszap-, illetve homokborítással rendelkező talajokon a mélyművelés (az alsó talajrétegek hozzákeverése a feltalajhoz) különösen eredményes lehet. Fontos lenne e talajok fokozott szervesanyagellátása. Műtrágyázásnál itt még fokozottabban kerül előtérbe a N-alkalmazása, s általában közepes adagok felhasználása javasolható.

IV. Öntözéses gazdálkodásra feltételesen alkalmas területek

A vizsgált terület mintegy 7%-a sorolható ide. Ide tartoznak a kedvezőtlenebb közgazdasági adottságú 1.13 és 2.32 talajok, valamint az 1.12, 2.22, 2.31, 2.4 és 4. talajok. Az öntéstalajoknál (1.12) a talajszelvényben megjelenő kavicsréteg, a lepelhomokkal fedett talajoknál (2.22, 2.31, 2.4) a talaj kis vízkapacitása, gyenge víztartóképesége, illetve a deflációveszély, szikeseknél a Na-só felhalmozódás, a talaj adszorpciós komplexumának Na-telítettsége, valamint a kedvezőtlen vízgazdálkodási tulajdonságok csökkentik a potenciális termékenységet.

A közepes termőrétegű talajok öntözése során nagyok a szivárgási veszteségek, s a viszonylag vékony talajrétegben tárolt víz csak rövid időre biztosítja a növények vízellátását, így inkább kisebb vízadagok alkalmazása

és gyakoribb öntözés javasolható. Növények közül a sekélyen gyökerező kultúrák termesztését kell előtérbe helyezni.

A szélérozó által károsított területeken az eredményes mezőgazdasági termelés előfeltétele a deflációvédelem. A környező sivatagi részokról származó homokverés ellen megfelelő földgátak, magas növésű szélvédő növénykulisszák nyújthatnak védelmet, a homok megkötése pedig a felszín nedves tartásával, megfelelő állandó és sűrű növényállománnyal biztosítható. Eredményes lehet, ha mélyműveléssel a vékonyabb felszíni homokborítást a nehezebb mechanikai összetételű mélyebb talajrétegekkel keverjük. Növények közül a homokverésre kevésbé érzékeny és minél állandóbb és sűrűbb növényállományt biztosító kultúrák termesztését kell előtérbe helyezni.

A szikes talajokon biztosítani kell a felhalmozódott sók kilúgzását. Ennek érdekében javítani kell a talaj vízáteresztőképességét (mélylazítás) és biztosítani a sók kilúgzási vízszükségletét. E talajok öntözésével és művelésével különös körülményekkel kell eljárni és megfelelő intézkedéseket kell kidolgozni a sófelhalmozódás és szikesedés erősödésének, elmélyülésének, terjedésének megakadályozására.

Az ide sorolt talajok közepes adagú műtrágyázása és lehetőség szerinti szervesanyaggyarapítása javasolható.

V. Öntözéses gazdálkodásra jelenleg nem alkalmas területek

A vizsgált terület mintegy 10%-a sorolható ide. Ide tartoznak az 1.11, 2.1 és 2.21 talajok. Ez utóbbiak eredményes mezőgazdasági hasznosításának előfeltétele a deflációvédelem, valamint megfelelő mennyiségű és minőségű öntözővíz biztosítása. Ez elsősorban csökutakból történhet, amelyek vízének minősége azonban a vizsgált terület nyugati részén nem minden esetben kifogástalan [1].

VI. Mezőgazdasági művelésre nem alkalmas területek

A vizsgált terület mintegy 6%-a sorolható ide. Ide tartoznak a kavicsos görgeteggel borított hajdani, vagy jelenlegi Wadi-ágyak morzsás, köves, fásbokros-bozótos területek, elsivatagosodott, vagy sivatagi területek (homokdűnék), lakott és egyéb mezőgazdaságilag nem művelt területek (karavánút, stb.).

Összefoglalás

Vizsgálatainkat a FAO/UNDP Wadi Zabid Project keretében végeztük a Jemeni Arab Köztársaság Tihama Alföldi részén, a Wadi Zabid hatásterületén. Jelen közleményünkben a vizsgált — mintegy 20.000 ha-nyi — terület talajviszonyairól és talajhasznosítási lehetőségeiről nyújtunk áttekintést.

A területen előforduló, a Wadi Zabid törmelék-kúpjának fluviatilis, eolikus és kolluviális-proluviális üledékein kialakuló, többnyire a talajképződési kezdeti stádiumában levő, nem, vagy csak kevésbé differenciált profilú talajok közös tulajdonságai (a szikes talajoktól eltekintve) a lúgos kémhatás,

közepes CaCO_3 -tartalom, kis vízdoldható sótartalom, a mechanikai összetételtől függő adszorpciós kapacitás, csekély Na^+ -telítettség, csekély humusz- és N-tartalom, a kis királyvízdoldható P_2O_5 és közepes K_2O -tartalom, valamint a feltűnően nagy AL-oldható P_2O_5 és közepes K_2O -tartalom.

A talajokat eredetük, képződési folyamataik alapján 4 csoportba osztottuk:

1. Öntéstalajok	32%
2. Sivatagi lepelhomokkal borított talajok	22%
3. Arid trópusi barna talajok	45%
4. Szikes talajok	1%

A további osztályozás alapját a talajok fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságai, termékenysége, mezőgazdasági hasznosíthatósága képezte. Így öntéstalajok esetében a kavicsréteg megjelenésének mélysége, a mechanikai összetétel, valamint a közberétegződött iszapfelhalmozódási szintek száma és településviszonyai (felszíntől való távolsága, vastagsága); a lepelhomokkal borított talajok esetében, a homokborítás, illetve a defláció mértéke és az eltemetett talaj mechanikai összetétele; az arid trópusi barna talajoknál azok vízgazdálkodási tulajdonságai és mechanikai összetétele.

A talajok potenciális termékenysége és egyéb tulajdonságai, valamint a természeti és közgazdasági viszonyok együttes értékelése alapján a talajokat az öntözéses gazdálkodásra való alkalmasságuk szerint 6 talajhasznosítási kategóriába soroltuk és megadtuk, hogy az egyes kategóriákban a különböző talajok esetében melyek a talajtermékenység növelésének, illetve a potenciális termékenység maximális kihasználásának feltételei, lehetőségei, módszerei.

Irodalom

- [1] BOROS, I., SZABOLCS, I. & VÁRALLYAY, GY.: Talajvizsgálatok a Tihama Alföldön (Jemeni Arab Köztársaság) I. A. A talajképződés tényezői, talajképződési folyamatok. *Agrokémia és Talajtan* 19. 405—432. 1970.
- [2] BURINGH, P.: Introduction to the Study of Soils in Tropical and Subtropical Regions. Centre for Agric. Publ. Doc., „Pudoc”. Wageningen. 1968.
- [3] Definitions of Soil Units for the Soil Map of the World. World Soil Resources Rep. No. 33. FAO. Rome. 1968.
- [4] Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. US Dep. Agr. Handbook No. 60., Washington. 1954.
- [5] Soil Classification. (7th Approximation). US Dep. Agric. Washington. 1960.
- [6] Soil Survey Manual. US Dep. Agric. Handbook No. 18. Washington. 1951.
- [7] Supplement to Definitions of Soil Units for the Soil Map of the World. World Soil Resources Rep. No. 37. FAO. Rome. 1968.
- [8] Salinity Problems in the Arid Zones. Proc. Teheran Symp., UNESCO. Paris. 1961.
- [9] Source Book on Irrigation and Drainage of Arid Lands in Relation to Salinity and Alkalinity. FAO/UNESCO. Paris. 1967. (Draft Edition).
- [10] SZABOLCS, I. (szerkesztő): A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve. OMMI Genetikus Talajtérképek. Ser. 1. No 9. Budapest, 1966.
- [11] United States Department of the Interior Bureau of Reclamation Manual. Washington. 1958.

Érkezett: 1970. november 11.

Soil Survey in the Tihama Lowland (Yemen Arab Republic)

II. Soils and Land Capability Classes

I. J. BOROS, I. SZABOLCS and G. VÁRALLYAY

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

The FAO/UNDP Wadi Zabid Project Area, where the soil survey was carried out on about 20 000 hectares, is situated in the Tihama Lowland (Yemen Arab Republic) [1].

The soils in the area surveyed are described and characterized and the land-use possibilities are reviewed in the present paper.

The soils were formed on fluvial, aeolian, colluvial, deluvial and proluvial deposits of the Wadi Zabid's extended alluvial fan. The soil-forming process is slow, the soil profile is rather uniform (except the horizontal layers of different deposits), the diagnostic genetic soil horizons are weakly developed or absent. The common characteristics of the soils (except the salt affected soils) are the uniformly alkaline reaction (pH 8,0–8,4), the medium CaCO_3 -content (1,5–7,5%) and the low salinity (total salt content is less than 0,1%, electric conductivity of the saturation extract is lower than 1,0–1,5 mmhos/cm). The water-soluble salts are mostly NaHCO_3 . The cation exchange capacity (CEC) depends first on the soil texture, the Na^+ -saturation is low (ESP less than 6%). The humus and N-content of soils are very low (less than 1% and 0,05% respectively). The aqua-regia-soluble P_2O_5 -content is low (usually less than 0,1%), K_2O -content is medium (0,3–0,6%). The available (AL-soluble) P_2O_5 -content is remarkably high (30–90 mg/100 g soil), the K_2O -content is medium (10–50 mg/100 g soil). The cause of the former is the specific mineralogical composition of soils and parent materials (AL-soluble Calcium-phosphates, Al- and Fe-phosphates, etc.). For the same reasons the particle density (2,8–2,9) and the sesquioxide — especially Fe_2O_3 — content of the soils are very high (magnetite, limonite).

The soils according to their genesis, formation processes, physical properties, soil moisture constants, fertility and capability for irrigated farming were classified as follows:

	Area	%
1. Alluvial soils		
1.1 Calcareous shallow alluvial soils		
1.11 Gravel at a depth of 0–50 cm (coarse and moderately coarse-textured soils)		0,85
1.12 Gravel at a depth of 50–100 cm (coarse and moderately coarse-textured soils)		0,24
1.13 Gravel at a depth of 100–150 cm (medium-textured soils)		1,05
1.2 Calcareous deep alluvial soils		
1.21 Coarse and moderately coarse-textured soils with one silt accumulation layer within the profile		9,58
1.22 Coarse and moderately coarse-textured soils with two or more silt accumulation layers within the profile		6,12
1.23 Medium-textured soils with one silt accumulation layer within the profile		5,80
1.24 Medium-textured soils with two or more silt accumulation layers within the profile		3,97
1.25 Soils with surface silt accumulation		1,49
2. Soils affected by wind erosion		
2.1 Soils covered by recent wind deposits thicker than 50 cm		1,42
2.2 Soils covered by recent wind deposits 25–50 cm		
2.21 Coarse and moderately coarse textured soils		9,63
2.22 Medium-textured soils		3,88
2.3 Soils covered by recent wind deposits of 10–25 cm		
2.31 Coarse and moderately coarse-textured soils		2,18
2.32 Medium-textured soils		2,55
2.4 Soils covered by recent wind deposits of 25–50 cm and with a CaCO_3 -accumulation layer at a depth of 50–150 cm		1,46

3.	Tropical arid brown soils	4,68
3.1	Coarse and moderately coarse-textured soils	17,55
3.2	Medium-textured soils	13,56
3.3	Moderately fine-textured soils	7,62
3.4	Fine-textured soils	0,30
4.	Salt affected soils	3,77
	Wadi beds	2,30
	Inhabited areas and non-arable lands	

Alluvial soils (Calcaric fluvisols [3, 7], Entisols — Orthic orthustents, Entisols — Calcaric torrifluvents [5]) cover the islands, 1st and 2nd terraces of the Wadi Zabid and the smaller wadis, wadi branches, as well as the lower parts of the „from field to field” irrigated areas („irrigational soils”). Because of the seasonal floods and repeated sedimentations the soil-forming process is limited, thus there are no diagnostic genetic horizons in their soil profile, or at most there is a weakly developed pallid A-horizon in it. Their fertility depends on their texture, the depth of the gravel strata and the number, thickness and depth of the intercalated silt accumulation layers.

The soils affected by wind erosion occur in the southern, western and northern desert-margin areas, where alluvial soils, tropical arid brown soils or the loess-like parent material were covered by desert blownsand. The fertility of these soils depends on the degree of deflation — sedimentation, the thickness of the sand cover and the texture of the underlying soil.

Tropical arid brown soils (Haplic Ermosols [3, 7], Aridisols — Orthic Camborthids [5]) cover a large territory between alluvial soils, desert-margin areas and the eastern downhills. In these irrigated territories, not affected by deflation, water erosion and/or sedimentation, a low soil-forming process began (slight humus accumulation, weak structure formation, CaCO_3 -redistribution) and a more or less developed pallid A-horizon and cambic B-horizon were formed (Ochric epipedon). Under natural conditions (without irrigation) such soils could develop only under a much more humid climate. Their fertility depends on their texture, physical properties and soil moisture constants.

Salt affected soils occur only on small irrigated spots. In the western part of the area surveyed, on a field irrigated from groundwater, calcareous alkali soil with structural B-horizon was formed (Profile 17). This soil is extremely alkaline with a moderate Na^+ -saturation and low — NaHCO_3 -type — salinity. In some other places significant $\text{Na}-\text{Cl}$, SO_4 -type salt accumulation is noticeable in the deeper soil horizons, parallel with a relatively low Na^+ -saturation (Profile 9). The salts of irrigation water and salts produced by the more intensive local weathering due to the periodical alternation of moistening and drying result in salinization and/or alkalization if the leaching possibilities are limited (low rate of irrigation water, unfavourable drainage conditions, low permeability, etc.).

The soils were classified into 6 land capability classes according to their natural environment, physical, chemical and biological properties, potential fertility, irrigability and some economic considerations (possibilities of water supply, transport, etc.) (Table 7).

No soils were grouped into the Class I, because of the extremely cut-up, mosaic-like character of the territory (labyrinthine dike-system of the present wild-flood irrigation, the small size of fields and sometimes considerable level difference between them, etc.) and the potential danger of salinization and alkalization.

To the Class II. the soils of highest potential fertility were classified if their water-supply from the wadis is not limited and their economic conditions are also favourable. First of all the cultivation of water-consumptive crops (vegetables, sugar-cane, cotton, banana, etc.) is advisable in these lands.

To the Class III. the soils of medium potential fertility were grouped, as well as the soils of high fertility, if their water-supply is limited and/or they are far from the road. Cultivation of less water-consumptive crops (durra, dohon, sesame, etc.) is advisable in these lands.

To the Class IV. the soils of moderate fertility, to the Class V. the shallow alluvial soils and strongly wind-affected (deflated or sand covered) areas, at present not suitable for irrigated farming, were grouped, while the non arable lands and inhabited areas were classified into the Class VI.

The preconditions, possibilities and methods of optimal land-use and increase of soil fertility are also given for the different land capability classes.

Table 1. Analytical data of soils examined. (1) Profile number and soil type code number. (2) Soil horizon, cm. (3) Sampling depth, cm. (4) Aqua regia soluble. (5) Lactate-soluble. (6) Total and humus.

Table 2. Particle size distribution of soils examined. (1) Profile number and soil type code number. (2) Sampling depth, cm. (3) Hygroscopic moisture, %. (4) Particle density. (5) Loss in HCl processing. (6) Particle size, mm. (7) Gravel, stone. * = The finer fractions are expressed as the percentage of the gravel-free material.

Table 3. Salinity and alkalinity status of soils examined. (1) Profile number and soil type code number. (2) Sampling depth, cm. (3) Total salt content, %. (4) Saturation percentage (SP). (5) Saturation extract, electrical conductivity, mmhos/cm. (6) Exchangeable Na^+ , me/100 g soil. (7) Cation exchange capacity (CEC), me/100 g soils. (8) Exchangeable Na^+ percentage (ESP).

Table 4. Data of the 1 : 5 water extract analysis. (1) Profile number and soil type code number. (2) Sampling depth, cm. (3) Dry residue, %. (4) Ignition residue, %. (5) Electric conductivity, mmhos/cm.

Table 5. Classification of soils in the Wadi Zabid Project Area. (1) Code number of soil type (subtype, variety). (2) Soil type, subtype, variety. (3) Area ha et %.

Table 6. Physical properties and some moisture constants of soil types examined. (1) Soil type code number. (2) Saturation percentage (SP). (3) Hygroscopic moisture content, %. (4) Silt %. (5) Clay %. (6) Field capacity, mm/50 cm soil layer. (7) Infiltration rate, mm/hour. (8) Permeability, mm/hour. (9) Cation exchange capacity (CEC), meq/100 g soil.

Table 7. Land capability classes of the area surveyed. (1) Code number of land capability class. (2) Land capability class. (3) Code number of soil types classified into the land capability class. (4) Area, %. I. Arable lands, excellently suitable for irrigated farming. II. Arable lands, suitable for irrigated farming. III. Arable lands, moderately suitable for irrigated farming. IV. Lands arable to a limited extent, conditionally suitable for irrigated farming. V. Tentatively arable lands, at present not suitable for irrigated farming. VI. Non-arable lands and inhabited areas.

Fig. 1. Soil map of the area surveyed.

Fig. 2. Land capability map of the area surveyed.

Prospection du sol sur la plaine basse Tihama (République Arabe de Yémen)

II. Sols et classes de capabilité

I. J. BOROS, I. SZABOLCS et G. VÁRALLYAY

Institut de Recherches de Pédologie et de Chimie Agricole de l'Académie des Sciences de Hongrie, Budapest

Résumé

Le territoire du Projet de l'oued Zabid de FAO/UNDP où la prospection des sols a été effectuée sur environ 20 000 hectares, se trouve sur la plaine basse Tihama (République Arabe de Yémen) [1].

Dans l'étude présente nous donnons une description et caractérisation des sols du territoire examiné ainsi qu'un résumé des capacités agrologiques.

Les sols se sont formés sur les dépôts fluviaux, éoliens, colluviaux, déluviaux et proluviaux du cône de déjection étendu de l'oued Zabid. Le processus de la formation du sol est lent, le profil du sol est assez uniforme (exceptées les couches horizontales des dépôts différents), les horizons génétiques diagnostiques des sols ne sont que très faiblement développés ou ils ne se manifestent pas du tout. Les caractéristiques communes des sols (exceptés ceux affectés des sels) sont les suivantes: réaction uniformément alcaline (pH 8,0–8,4), teneur en CaCO_3 médiocre (1,5–7,5%) et salinité basse (la teneur totale en sels est moins de 0,1%, la conductivité électrique de l'extrait de saturation est moins de 1,0–1,5 mmhos/cm). La plupart des sels solubles dans l'eau est NaHCO_3 . La capacité d'échange des cations (CEC) dépend en premier lieu de la texture du sol, la saturation en Na^+ est faible (ESP sous 6%). La teneur en humus et en N est très petite (sous 1% et 0,05, resp.). La teneur en P_2O_5 soluble dans l'eau régale est aussi basse (d'ordinaire sous 0,1%); la teneur en K_2O est médiocre (0,3–0,6%). La quantité du P_2O_5 accessible (soluble dans AL) est remarquablement haute (30–90 mg/100 g de sol), et celle du K_2O est médiocre (10–50 mg/100 g de sol). La cause de cette dernière est explicable par la

composition minéralogique spécifique des sols et des matériaux d'origine (phosphates silicatés de Ca solubles dans AL, phosphates d'Al et de Fe, etc.). C'est pourquoi la densité des particules (2,8—2,9) et la teneur des sols en sesquioxides — spécialement celle des Fe_2O_3 — sont très hautes (magnétite, limonite).

Selon leur genèse, leurs procès de formation, propriétés physiques, constants de l'humidité, fertilité et capacités agrologiques, les sols étaient classifiés comme suit:

	Pour cent de surface
1. Sols alluviaux	
1.1 Sols alluviaux calcaires, peu profonds	
1.11 Gravier en profondeur de 0—50 cm (sols de granulométrie grossière et modérément grossière)	0,85
1.12 Gravier en profondeur de 50—100 cm (sols de granulométrie grossière et modérément grossière)	0,24
1.13 Gravier en profondeur de 100—150 cm (sols de composition granulométrique moyenne)	1,05
1.2 Sols alluviaux calcaires, profonds	
1.21 Sols de granulométrie grossière et modérément grossière, avec une couche d'accumulation de limon dans le profile	9,58
1.22 Sols de granulométrie grossière et modérément grossière, avec deux couches d'accumulation de limon dans le profile	6,12
1.23 Sols de composition granulométrique moyenne, avec une couche d'accumulation de limon dans le profile	5,80
1.24 Sols de composition granulométrique moyenne, avec deux ou plusieurs couches d'accumulation de limon dans le profile	3,97
1.25 Sols avec d'accumulation de limon superficielle	1,49
2. Sols affectés d'érosion éolienne	
2.1 Sols couverts de dépôts récents apportés par le vent, plus épais de 50 cm	1,42
2.2 Sols couverts de dépôts récents apportés par le vent, 25—50 cm	
2.21 Sols de granulométrie grossière et modérément grossière	9,63
2.22 Sols de composition granulométrique moyenne	3,88
2.3 Sols couverts de dépôts récents (10—25 cm) apportés par le vent	
2.31 Sols de granulométrie grossière et modérément grossière	2,18
2.32 Sols de composition granulométrique moyenne	2,55
2.4 Sols couverts de dépôts récents (25—50 cm) apportés par le vent, et avec une couche d'accumulation de $CaCO_3$ en profondeur de 50—150 cm	1,46
3. Sols bruns tropicaux, arides	
3.1 Sols de granulométrie grossière et modérément grossière	4,68
3.2 Sols de composition granulométrique moyenne	17,55
3.3 Sols à granulométrie modérément fine	13,56
3.4 Sols à granulométrie fine	7,62
4. Sols affectés des sels	0,30
Lits des oueds	3,77
Régions habitées et terrains non cultivés	2,30

On trouve des sols alluviaux (Fluvisols calcaires [3, 7] Entisols — Orthic orthostents, Entisols — torrifluents calcaires [5]) sur les îles, les premières et secondes terrasses de l'oued Zabid et des petites oueds et des canaux de l'oued, ainsi que sur les secteurs inférieurs des terrains irrigués „de champ au champ”. A cause des crues saisonnières et des sédimentations répétées, les procès de formation du sol sont limités et il n'existent pas d'horizons génétiques diagnostiques dans les profiles de sol, ou tout au plus un horizon A pâle, faiblement développé. Leur fertilité dépend de la texture, du profondeur des couches de gravier, du nombre d'épaisseur et de la profondeur des couches intercalaires d'accumulation de limon.

Les sols affectés d'érosion éolienne se rencontrent sur les territoires marginaux désertiques de sud, ouest et nord, où les sols alluviaux, sols bruns tropicaux arides ou le matériel parental loessoïde étaient couverts de sable mobile désertique. La fertilité de ces sols dépend du degré de déflation-sédimentation, d'épaisseur du sable de couverture et de la texture du sol sous-jacent.

On trouve des sols bruns tropicaux arides (Haplic Ermosols [3, 7], Aridisols — Orthic Camborthids [5]) sur de larges terrains entre les sols alluviaux, les territoires

marginals désertiques et les pieds de montagnes orientaux. Sur ces terrains irrigués, non affectés par déflation, l'érosion hydrique et/ou sédimentation, un processus lent de formation du sol a commencé (accumulation d'humus modérée, formation de structure faible, redistribution de CaCO_3) et un horizon A pâle et un horizon B cambio s'est formé (Ochric epipedon). Dans des conditions naturelles (sans irrigation) tels sols ne pourraient être développés que sous un climat beaucoup plus humide. Leur fertilité dépend de la texture, propriétés physiques et constants d'humidité de sol.

Sols affectés des sels se présentent comme petites tâches sur les territoires irrigués. Sur la partie occidentale du région examinée, sur un champ irrigué de la nappe phréatique, des sols à alcali, calcaire avec un horizon B structural se sont formés (Profile No. 17). Ces sols sont extrêmement alcalins avec une saturation modérée en Na^+ et une faible salinité du type NaHCO_3 . Sur certains autres territoires on pouvait observer dans les horizons plus profonds des accumulations de sels significatives, du type $\text{Na}-\text{Cl}, \text{SO}_4$, accompagnées d'une saturation en Na^+ relativement faible (Profile No. 9). Les sels de l'eau d'irrigation et ceux produits par l'altération locale plus intensive en conséquence des successions périodiques de l'humectation et d'assèchement causent une salinisation et/ou alcalinisation si les possibilités du lessivage sont limitées (petites doses de l'eau d'irrigation, conditions défavorables du drainage, perméabilité faible, etc.).

Selon leur environnement naturel, propriétés physiques, chimiques et biologiques, fertilité potentielle, irrigabilité et certaines considérations économiques (possibilités de l'approvisionnement en eau, du transport, etc.) les sols étaient classifiés dans 6 classes de capabilité (Tableau 7).

Aucun des sols n'était pas rangé dans la Classe I à cause du caractère extrêmement découpé, mosaïqué du territoire (système compliqué de digues pour l'irrigation par submersion actuelle, la petite dimension des champs et quelquefois leurs différences considérables en niveau, etc.) et à cause du danger potentiel de salinisation et alcalinisation.

A la Classe II appartenaient les sols à fertilité potentielle maxima si leur approvisionnement en eau provenant des oueds n'est pas limité et si leurs conditions économiques sont aussi favorables. La culture des plantes de grande exigence en eau (légumes, canne à sucre, coton, banane, etc.) est advisable sur ces terrains.

A la Classe III sont groupés les sols ayant une fertilité moyenne, ainsi que ceux de grande fertilité, mais l'approvisionnement en eau desquels est limité et/ou s'ils sont situés aux grandes distances des chemins. La culture des plantes moins exigeantes en eau (durra, dohon, sésame, etc.) est advisable sur ces terrains.

A la Classe IV appartient les sols de fertilité moyenne, à la Classe V les sols alluviaux peu profonds et ceux affectés fortement par le vent (érodés ou couverts du sable), actuellement inaptes à la culture irriguée; la Classe VI contient les terrains non arables et les régions habités.

Les préconditions, possibilités et méthodes de l'aménagement optimal des terres et d'augmentation de la fertilité du sol sont aussi exposées pour les différentes classes de capabilité.

Tableau 1. Données analytiques des sols examinés. (1) No. des profils et codes des types de sols. (2) Épaisseur de l'horizon, cm. (3) Profondeur du prélèvement d'échantillons, cm. (4) Soluble dans l'eau régale. (5) Soluble dans lactate. (6) Total N et humus.

Tableau 2. Analyse granulométrique des sols. (1) No. des profils et codes des types de sols. (2) Profondeur du prélèvement d'échantillons, cm. (3) Humidité hygroscopique, %. (4) Densité des particules. (5) Perte pendant transformation à HCl. (6) Dimensions des particules, mm. (7) Gravier, cailloux. * = Les fractions fines sont exprimées comme le pourcentage des matériaux exempts de graviers.

Tableau 3. Etat de salinité et alcalinité des sols examinés. (1) No. des profils et codes des types de sols. (2) Teneur totale en sels, %. (3) Pourcentage de saturation (SP). (4) Extrait de saturation, conductivité électrique, mmhos/cm. (5) Na^+ échangeable, meq/100 g de sol. (6) Capacité d'échange de cations (CEC), meq/100 g de sol. (7) Pourcentage du Na^+ échangeable (ESP).

Tableau 4. Données des analyses d'extrait en eau à 1 : 5. (1) No. des profils et codes des types de sols. (2) Profondeur du prélèvement d'échantillons, cm. (3) Résidu sec, %. (4) Résidu au feu, %. (5) Conductivité électrique, mmhos/cm.

Tableau 5. Classification des sols sur le territoire de Projet de l'oued Zabid. (1) No. de code des types, sous-types et variétés des sols. (2) Types, sous-types et variétés des sols. (3) Surface ha et %.

Tableau 6. Propriétés physiques et quelques constants d'humidité des types de sols examinés. (1) No. de code des types de sols. (2) Pourcentage de saturation (SP).

(3) Teneur en humidité hygroscopique, %. (4) Limon, %. (5) Argile, %. (6) Capacité au champ, mm/couche de sol de 50 cm. (7) Vitesse d'infiltration, mm/heure. (8) Perméabilité, mm/heure. (9) Capacité d'échange de cations (CEC), meq/100 g de sol.

Tableau 7. Classes de capabilité pour les territoires examinés. (1) No. de code et classe de capabilité. (2) Classe de capabilité. (3) No. de code des types de sol rangés dans la classe de capabilité. (4) Surface, %. I. Terrains arables, aptes excellentement à la culture irriguée. II. Terrains arables, aptes à la culture irriguée. III. Terrains arables, aptes moyennement à la culture irriguée. IV. Terrains arables dans une proportion limitée, aptes conditionnellement à la culture irriguée. V. Terrains non arables, actuellement pas aptes à la culture irriguée. VI. Terrains non arables et régions habités.

Fig. 1. Carte pédologique des territoires examinés.

Fig. 2. Carte des classes de capabilité des territoires examinés.

Почвенные исследования в долине Тихама Арабская Республика Емен

II. Почвенные условия и возможности сельскохозяйственного использования

И. БОРОШ, И. САБОЛЬЧ и Дь. ВАРАЛЛЯИ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

Резюме

Исследования проводились в рамках FAO/UNDP Wadi Zabid Project в Арабской Республике Емен, расположенной в Южной части Аравийского Полуострова, на низменности Тихама в долине Вади-Забид [1]. В данной работе разбираются почвенные условия и возможности сельскохозяйственного использования изученной территории, площадью в 20 000 гектар.

Почвообразовательными породами являются флювиатильные, эолические и коллювиально-пролювиальные отложения огромного конуса выноса Вади Забид. В большинстве случаев почвы находятся в начальной стадии своего развития, имеют не дифференцированный или слабо дифференцированный профиль, их общие свойства (за исключением засоленных почв) следующие: реакция среды по всему профилю щелочная (pH 8,0—8,4) содержат среднее количество карбонатов кальция (1,5—7,5%) и незначительное количество воднорастворимых солей (меньше 0,1%, электропроводность в насыщенной вытяжке меньше 1,0—1,5 миллим. хо/см), в основном представленных NaHCO_3 . Емкость поглощения, в первую очередь, зависит от механического состава почв, насыщенность ионами натрия небольшая ($\text{ESP} < 6\%$). Содержание гумуса и азота в почве незначительное ($< 1\% < 0,05\%$), содержание P_2O_5 растворимого в царской водке небольшое в большинстве случаев менее 0,1%, содержание K_2O среднее (0,3—0,6%). Содержание лактатнорастворимого фосфора относительно высокое (39—90 мг/100 г почвы), содержание лактатнорастворимого K_2O среднее (10—50 мг/100 г почвы), что является, по всей вероятности, следствием особого минералогического состава почвы (лактатнорастворимые Са-силикат-фосфаты, наличие Al- и Fe-фосфатов). Этим объясняется и необычайно высокий удельный вес твердой фазы почвы (2,8—2,9), а также значительным содержанием в почве полуторных окислов, в первую очередь окислов железа.

Почвы изученной территории по их условиям образования, по почвообразовательным процессам, по физическим и водным свойствам, по их плодородию и возможностям сельскохозяйственного использования классифицировались следующим образом:

	Площадь %
1. Аллювиальные почвы	
1.1. Маломощные аллювиальные карбонатные почвы на галечнике	0,85
1.11. Весьма маломощные (0—50 см) почвы	0,24
1.12. Маломощные (50—100 см) почвы	1,05
1.13. Среднемощные (100—150 см) почвы	9,58
1.2. Мощные аллювиальные карбонатные почвы	
1.21. Почвы легкого механического состава с одной илистой прослойкой	9,58

1.22. Почвы легкого механического состава с двумя или несколькими илистыми прослойками	6,12
1.23. Почвы среднего механического состава с одной илистой прослойкой	5,80
1.24. Почвы среднего механического состава с двумя или несколькими илистыми прослойками	3,97
1.25. Почвы среднего механического состава с поверхностным наилком	1,49
2. <i>Почвы перекрытые пустынным песком</i>	
2.1. Почвы покрыты мощным слоем песка (более 50 см)	1,42
2.2. Почвы покрыты среднесплоем слоем песка (25—50 см)	9,63
2.21. Почвы легкого механического состава	3,88
2.22. Почвы среднего механического состава	2,18
2.3. Почвы покрыты тонким слоем песка (10—25 см)	2,55
2.31. Почвы легкого механического состава	1,46
2.32. Почвы среднего механического состава	
2.4. Почвы покрыты среднесплоем слоем песка с горизонтом аккумуляции карбонатов Са на глубине между 50—150 см	
3. <i>Тропические аридные бурые почвы</i>	
3.1. Почвы легкого механического состава	4,68
3.2. Почвы среднего механического состава	17,55
3.3. Почвы среднетяжелого механического состава	13,56
3.4. Почвы тяжелого механического состава	0,30
Русло Вади	3,77
Жилые и необрабатываемые территории	2,30

Аллювиальные почвы (Calcaric fluvisols [3, 7], Entisols-Orthic orthustens, Entisols-Calcaric torrifluvents [5] встречаются по руслу и на прирусловых участках Вади Забид, а также на нижних участках орошаемых затоплением территорий („irrigational soils”). В результате периодического затопления и многократного покрытия осадками здесь почвообразовательный процесс развиваться не мог, поэтому в почвенном профиле нет диагностических горизонтов, в крайнем случае слабо развитый паллид А горизонт. Плодородие этих почв определяется глубиной залегания галечных прослоек, механическим составом почвы, количеством илстых прослоек их мощностью и глубиной залегания от поверхности почвы.

Почвы перекрытые пустынными песками встречаются в Южных, Западных и Северных частях окраин пустыни, где песок перекрыл аллювиальные почвы, тропические аридные бурые почвы или свежие лёссовидные почвообразующие породы. Плодородие этих почв зависит от мощности покровного песка, от величины дефляции или от механического состава почв.

Тропические аридные бурые почвы (Haplic Eremosols [3, 7] Aridisols-Orthic Camborthids [5]) залегают между территориями распространения аллювиальных почв, окраинами пустыни и Восточным подножием гор. Эти территории не испытывали влияния ветровой и водной эрозии или седиментационной деятельности, поэтому здесь начался слабый почвообразовательный процесс (незначительное гумусонакопление, выщелачивание СаСО₃) образовались паллид А горизонт и камбик В горизонт (Ochric epipedon). В богарных условиях подобные типы почв могут образоваться только под влиянием влажного климата с большим выпадением осадков. Плодородие этих почв определяется их водно-физическими свойствами и механическим составом.

Засоленные почвы встречаются одним-двумя наибольшими пятнами на орошаемых территориях. В западной части изученной территории на полях, орошаемых водами трубчатых колодцев, образовались щелочные, с поверхности карбонатные почвы со структурным горизонтом «В», отличающиеся высокой щелочной реакцией среды, насыщенностью ионами натрия, с относительно небольшим содержанием солей типа NaHCO₃-сода. Наблюдается и другой тип засоления: значительное накопление солей типа Na—Cl, SO₄ с умеренной насыщенностью ионами натрия в более глубоких горизонтах. В обоих случаях причиной засоления является действие оросительной воды, ускоряющей процессы выветривания, отсутствия выщелачивания.

На основании совместной оценки потенциального плодородия и других свойств почвы, природных и экономических условий (возможности водообеспеченности, транспортировки и т. д.) почвы по их пригодности под орошение объединили в шесть агропроизводственных категорий (Таблица 7). На изученной территории из-за сильной арсценности (переплетенная система дамб для орошения затоплением, различия в уровнях залегания

соседних полей) и потенциальной возможности засоления, нет таких почв, которые мы могли бы отнести к I категории. Ко II категории отнесли почвы с самым высоким потенциальным плодородием, поскольку они могут быть обеспечены водой из Вади и находятся в благоприятных экономических условиях. На этих почвах рекомендуется возделывание, в первую очередь, влаголюбивых культур (ооци, сахарный тростник, банановые плантации и т. д.). В III категорию отнесли почвы высокого потенциального плодородия, но трудно обеспечиваемые водой, залегающие на территориях удаленных от дорог или почвы среднего потенциального плодородия. На этих почвах можно выращивать культуры не очень требовательные к воде (дурра, дохон, сезан и т. д.). К IV категории отнесли почвы с более низким потенциальным плодородием, в V категорию — территории не пригодные под орошение с маломощными, прослоенными галечником почвами, подверженными ветровой эрозии, покрытые песками. В VI категорию объединили территории не пригодные под сельскохозяйственное использование. По отдельным категориям для различных почв дали методы, описали возможности и условия повышения плодородия почв и максимального использования их потенциального плодородия.

Табл. 1. Данные основных анализов почвы. (1) Номер почвенного разреза и почвенного типа. (2) Мощность слоя в см. (3) Глубина взятия образцов в см. (4) Растворимые в царской водке. (5) Растворимые в лактате. (6) Общий азот и гумус.

Табл. 2. Механический состав изученных почв. (1) Номер почвенного разреза и почвенного типа. (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Гигроскопическая влажность в %. (4) Удельный вес. (5) Потеря от обработки соляной кислотой. (6) Размер частиц в мм (7) Галечник, гравий. x = выражено в % от тонких фракций почвы без примеси гальки.

Табл. 3. Условия засоления изученных почв. (1) Номер почвенного разреза и почвенного типа. (2) Глубина взятия образцов в см. (3) Сумма солей в %. (4) Насыщенность в %. (5) Насыщенная вытяжка и электропроводность. (6) Ионы обменного натрия. (7) Емкость поглощения. (8) Ионы обменного натрия в %.

Табл. 4. Данные анализа водной вытяжки при соотношении почва-вода 1 : 5. (1) Номер почвенного разреза и почвенного типа. (2) Глубина взятия почвенных образцов в см. (3) Сухой остаток. (4) Прокаленный остаток. (5) Электропроводность.

Табл. 5. Типы почв, встречающиеся на изученной территории. (1) Номер почвенного типа. (2) Тип почвы (подтип, разновидность). (3) Площадь.

Табл. 6. Физические и водные свойства изученных типов (подтипов, разновидностей) почв. (1) Номер почвенного типа. (2) Насыщенность в %. (3) Гигроскопическая влажность в %. (4) Ил в %. (5) Глина в %. (6) Полевая влагоемкость, рассчитанная в мм на 50-ти см слой почвы. (7) Скорость впитывания в мм/час. (8) Водопроницаемость в мм/час. (9) Емкость поглощения в мг экв./100 г. почвы.

Табл. 7. Агропроизводственные категории почв изученной территории. (1) Номер агропроизводственной категории. (2) Агропроизводственная категория. (3) Номер почвенного типа, относящегося к определенной агропроизводственной категории. (4) Площадь. I. Территории во всех случаях пригодны для проведения орошения. II. Территории пригодные для проведения орошения. III. Территории менее пригодные для орошаемого земледелия. IV. Территории условно пригодные для проведения орошения. V. В настоящее время территории не пригодны для проведения орошения. VI. Территории не пригодные для сельскохозяйственного использования.

Рис. 1. Почвенная карта изученной территории.

Рис. 2. Агропроизводственная карта изученной территории.