مطالعه تکامل خاک‌ها و تنوع کانی‌های رسی در یک ردیف پستی و بلندی در استان خوزستان

سیروس جعفری* و حبیب‌اله نادیان[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۲۸)

چکیده

با هدف بررسی تغییر خصوصیات خاک‌ها در یک ردیف پستی و بلندی مطالعه‌ای در استان خوزستان انجام شد. برای این منظور در امتداد شمالی جنوبی استان، خاکرخ‌هایی در اراضی مجاور رودخانه کارون حفر و خصوصیات این خاک‌ها تعیین شد. نتایج نشان داد که بافت خاک از بخش‌های شمالی به‌سمت جنوب با تغییرات تدریجی روبه سنگینی است. در اراضی پست، تکامل خاک به تشکیل افق سالیک و در برخی موارد **تشکیل رنگدانه محدود شده است. علی‌رغم سطح بالای آب زیرزمینی در برخی از اراضی، به‌دلیل شوری زیاد گلی یا رنگدانه‌ها ملاحظه نشد. در بخش‌هایی از این اراضی با زه‌کشی نسبتاً مناسب، آهک از سطح شسته و در عمق تجمع یافته بود. در این خاک‌ها تشکیل افق کلسیک با درجات** توسعه متفاوت، حداکثر تکامل خاکرخی خاک منطقه را نشان می‌دهد. در بخش‌های میانی منطقه با سابقه کشت و کار بیشتر، تشکیل افق‌های **کمبیک و یا کلسیک نشان از تحول خاکرخی بیشتر خاک دارد. تشکیل این افق علاوه بر بهبود شرایط زه‌کشی که سبب تسریع در آبشویی شده، به واسطه بهبود رشد موجودات زنده (متأثر از زه‌کشی) می‌باشد. وجود رس اسمکتیت در بخش‌های جنوبی منطقه به انتقال این رس از قسمت‌های بالادست در اثر جریان‌های سیلابی مربوط می‌گردد که در اثر فرآیندهای انتشار و رسوب به‌دلیل اندازه بسیار ریز در این خاک‌ها در همه افق ها** تجمع یافته است. رس پالی گورسکایت در برخی از خاک‌ها به‌دلیل شرایط مناسب زه‌کشی و آبیاری شدید از خاکرخ خاک حذف شده و یا میزان **آن به‌حداقل رسیده است. با این وجود کانی‌های رسی کلریت، اسمکتیت، ایلیت و کوارتز نیز در اندازه رس در این اراضی ملاحظه شد.**

واژه‌های کلیدی: خاک، ردیف پستی و بلندی، زه‌کشی، کاتنا، تکامل

۱. گروه خاک‌شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: siroosjafari@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]

مقدمه

دشت خوزستان از لحاظ زمین شناسی جزء یکی از سه منطقه زمین‌شناسی زاگرس می‌باشد که شامل بخشی از دشت وسیع بین‌النهرین است. رسوبات سطحی این دشت از فرسایش آبی بخش‌های بالا دست و از طریق سیلاب رودخانه‌های بزرگی چون کارون، دز و کرخه به دشت منتقل شده‌اند. شیب کلی دشت با اختلاف ارتفاعی بالغ بر ۴۰۰ متر، در امتداد شمالی جنوبی است. مواد مادری این خاک‌ها از رسوبات آبرفتهای رودخانه‌ای حاصل شده است که برای هر رودخانه تقریباً از دارای شرایط نسبتا یکسانی است. این خاک‌ها از بخش شمالی تا جنوبی به‌دلیل توزیع اندازه ذرات دارای اختلافاتی است. اختلاف ارتفاع همراه با سطح آب زیرزمینی متغیر در بسیاری از بخش‌های دشت خوزستان، کاتنایی (Catena) از خاک‌ها را در منطقه ایجاد نموده است. میلنی اصطلاح کاتنا را وارد علم خاکشناسی نمود که به زنجیری از خاک‌ها اطلاق می‌گردد که روی یک زمین نما (Landscape) از بخش‌های مرتفع به‌سمت بخش‌های کم ارتفاع‌تر قرار دارند (۱۱). پستی و بلندی یکی از ۵ فاکتور خاکسازی است که سبب ایجاد انرژی جنبشی و پتانسیل برای تغییر در سیستم خاک می‌گردد (۲۲). با تغییر توپوگرافی، سرعت حرکت مواد و انرژی تغییر نموده و سبب تغییر آب نفوذی گردیده که این امر بر بسیاری از فرآیندهای دیگر خاکسازی از جمله عمق تشکیل افق کلسیک (۱۵)، افق آرجیلیک (۱۶)، میزان ماده آلی (۱۵) و الگوی توزیع و نوع پوشش گیاهی (۱۱) اثرگذار می‌باشد. از آنجایی که تغییر شرایط پستی و بلندی سبب ایجاد خاک‌های با خصوصیات و ویژگی‌های متفاوت می‌گردد، مطالعه رابطه بین خصوصیات خاک‌ها در امتداد یک شیب می‌تواند برای دستیابی به اثرات توپوگرافی و زه‌کشی بر ویژگی‌های خاک‌ها مورد استفاده قرار گیرد(۲۲). هدف از این مطالعه بررسی اثر توپوگرافی و زه‌کشی بر تکامل خاک‌ها و تنوع ترکیب کانی‌های رسی در خاک‌ها است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه بخشی از دشت بین النهرین در استان خوزستان قرار دارد. به‌دلیل الگوی شمالی جنوبی شیب در خوزستان، الگوی انتخاب خاکرخ‌ها نیز در این راستا انتخاب گردید. موقعیت خاکرخ ها در منطقه مورد مطالعه طوری انتخاب شدند که در برگیرنده تنوع کافی از خاک‌های منطقه باشد. با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های اخیر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه، محل خاکرخ‌ها تعیین و پس از حفر، با استفاده از روش استاندارد تعیین گردیدند (۲۵). در شکل ۱ موقعیت خاکرخ‌های حفر شده در استان خوزستان نشان داده شده است.

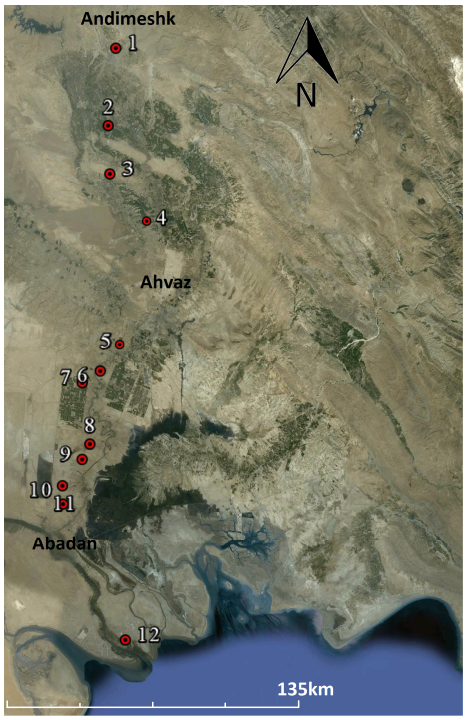
با توجه به ویژگی‌های مورفولوژیکی و نحوه قرار گرفتن افق‌های ژنتیکی و هم‌چنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و تعاریف موجود در سیستم طبقه‌بندی خاک، افق‌های مشخصه سطحی و زیرسطحی تعیین گردید (۲۴ و ۲۶). از کلیه نمونه خاک‌های تهیه شده، آزمایش‌های زیر صورت گرفت:

قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع خاک (EC_e)، pHe خاک در گل اشباع، درصد اشباع رطوبت خاک (SP) با خشک کردن گل اشباع نمونه در دمای $105-110^{\circ}C$ تعیین گردید (۲۸). بافت خاک با هیدرومتر (۱۳)، ماده آلی به روش اکسایش تر (۱۳)، کربنات کلسیم با خنثی سازی با اسید کلریدریک و حرارت دهی (۲۰)، گچ به‌روش رسوب در استن (۲۰)، ظرفیت تبادل کاتیونی به‌روش چاپمن (۸)، پتاسیم محلول با عصاره‌گیری اشباع خاک، پتاسیم و سدیم تبادلی به‌روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم (۱۴)، کلسیم و منیزیم تبادلی نیز از اختلاف ظرفیت تبادل کاتیونی و میزان پتاسیم و سدیم تبادلی برآورد شد (۷). این خاک‌ها براساس افق‌های مشخصه و رژیم‌های رطوبتی و حرارتی و سایر فاکتورها، مطابق کلید روش جامع طبقه‌بندی خاک آمریکایی (۲۶) تا سطح فامیل طبقه‌بندی گردید.

هم‌چنین شناسایی کانی‌های رسی نیز مطابق روش جکسون (۱۴) و کیتریک و هوپ (۱۷) با استفاده از پراش پرتو ایکس

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]



شکل ۱. موقعیت خاکرخ‌های حفر شده در استان خوزستان.

پس از حذف املاح محلول، کربنات‌ها، مواد آلی و اکسیدهای آهن و منگنز آزاد صورت گرفت. رس‌های خالص به‌کمک پراش اشعه ایکس (XRD) مدل D ADVANCE با استفاده از تابش Cukα با انرژی ۴۰kV و ۳۰ mA انجام شد. نمونه‌های آرایش یافته برای پلاک‌های بدون تیمار (NT)، اشباع با پتاسیم در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (K۲۵) ، اشباع با پتاسیم و حرارت در ۵۵۰°C(K۵۵۰)، اشباع با منیزیم (Mg۲۵) و اشباع با منیزیم همراه اشباع سازی با اتیلن گلیکول (EG) انجام شد. شناسایی براساس تفسیر پیک تیمارها صورت گرفت (۲۳). برآورد نیمه کمی مقدار کانی‌های رسی نیز از طریق محاسبه ارتفاع پیک‌های رده اول کانی‌ها صورت گرفت (۱۰). کانی‌های رسی افق‌های سه خاکرخ یکی در شمالی‌ترین منطقه طرح (اندیمشک خاکرخ ۱)، دیگری در میانه منطقه (جنوب اهواز خاکرخ ۷) و سومی در جنوبی‌ترین بخش منطقه (آبادان خاکرخ ۱۲) با این روش مطالعه شد.

نتایج و بحث

با توجه به داده‌های اقلیمی، رژیم حرارتی خاک منطقه هیپرترمیک (Hyperthermic)، رژیم‌های رطوبتی Ustic (از دارخوین تا بخش‌های شمالی شامل اندیمشک) و Aridic (از آبادان تا دارخوین) تعیین که با نقشه رژیم‌های رطوبتی ایران نیز مطابقت دارد (۱). منطقه دارای رژیم رطوبتی در مرز اریدیک یوستیک است که اختلاف میزان بارندگی به حدود ۵۰ میلی‌متر در سال و از میزان تبخیر نسبتا مشابهی برخوردار است. مواد مادری منطقه عموماً از رسوبات آبرفتی رودخانه‌ای است (جدول ۱).

خاکرخ ۱۲ در جنوبی‌ترین نقطه منطقه، در ۱۰ کیلومتری شمال غربی شهرستان اروندکنار نماینده خاکفرد این قسمت است (شکل ۱). این خاکرخ دارای اپی‌پدون اکریک و افق‌های مشخصه زیرسطحی کمبیک و سالیک است (جدول ۲). در افق‌های زیر سطحی این خاک، تجمع میزان زیادی از املاح سبب ایجاد افق سالیک گردیده است (جدول ۳). این افق

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]

جدول۱. مشخصات عمومی خاکرخ های مورد مطالعه در استان خوزستان

شماره نیمرخ	مختصات جغرافیایی	نام منطقه	ارتفاع	فیزیوگرافی	درصد شیب	کلاس زه‌کشی	کاربری	مواد مادری
۱	۲۵۷۳۸۰-۳۵۹۱۰۳۷	اندیمشک	۳۶۸	فلات	۴	مناسب	زراعی	رسوبات سیلابی
۲	۲۵۴۴۴۱-۳۵۵۵۷۵۲	هفت تپه	۸۰	فلات	۳	مناسب	زراعی	رسوبات سیلابی
۳	۲۵۵۵۵۷-۳۵۳۳۷۳۴	شاوور	۳۸	فلات	۳	نسبتاً مناسب	زراعی	رسوبات سیلابی
۴	۲۷۲۹۲۱-۳۵۱۱۸۳۳	شاوور	۳۲	دشت آبرفتی	۲	نسبتاً مناسب	زراعی	رسوبات سیلابی
۵	۲۶۰۹۵۲-۳۴۵۵۸۴۵	جنوب اهواز	۸	دشت آبرفتی	۱	ضعیف	بایر	رسوبات سیلابی
۶	۲۵۲۰۵۷-۳۴۴۳۴۳۶	جنوب اهواز	۷	دشت آبرفتی	۱	ضعیف	بایر	رسوبات سیلابی
۷	۲۴۳۶۷۹-۳۴۳۸۰۵۸	امیرکبیر	۶	دشت آبرفتی	۱	ضعیف	نیشکر	رسوبات سیلابی
۸	۲۴۷۳۷۱-۳۴۱۰۴۱۵	غرب کارون	۵	دشت آبرفتی	۱	مناسب	بایر	رسوبات سیلابی
۹	۲۴۳۷۹۷-۳۴۰۳۴۶۶	غرب کارون	۵	دشت آبرفتی	۱	ضعیف	بایر	رسوبات سیلابی
۱۰	۲۳۴۶۰۱-۳۳۹۱۴۴۶	شمال خرمشهر	۲	اراضی پست	۰/۵	ضعیف	بایر	رسوبات سیلابی
۱۱	۲۳۴۹۲۲-۳۳۸۳۱۴۵	شمال خرمشهر	۲	اراضی پست	۰	ضعیف	بایر	رسوبات سیلابی
۱۲	۲۶۳۹۸۹-۳۳۲۱۳۶۷	اروند کنار آبادان	۱	اراضی پست	۰/۵	ضعیف	زراعی	رسوبات سیلابی

به‌دلیل مناسب نبودن زهکشی و سطح بالای آب زیرزمینی شور منطقه از یک سو و تبخیر شدید از سوی دیگر تشکیل شده است. تجمع آب طی سالیان زیاد سبب ایجاد شرایط اشباعی در خاک و در نتیجه ایجاد حالت کاهشی شدید شده است. حالت کاهشی سبب تغییر رنگ خاک در اعماق پائین‌تر از ۱۴۵ سانتی‌متری شده است.

تشکیل افق کمبیک در این خاک‌ها ناشی از تشکیل ساختمان ستونی است که به‌دلیل شرایط مناسب‌تر زهکشی در ادوار گذشته رخ داده است. این اراضی به‌واسطه داشتن نهرهایی که در طی جریان‌های مد، آبیاری و با جذر زهکشی شده‌اند، از نوع ویژه‌ای از سیستم آبیاری و زه‌کشی و رژیم رطوبتی خاک بهره برده‌اند. در این اراضی، جریان‌های جذر و مدی سبب تر و خشک شدن اراضی طی مدت‌های مدیدی شده‌اند. تر و خشک شدن از یک سو و سدیم زیاد در مکان‌های تبادلی سبب ایجاد درز و ترک‌هایی در خاک‌های مذکور گردیده که این درز و ترک‌ها به مرور سبب ایجاد رخ و در نهایت منجر به ایجاد ساختمان‌های منشوری قوی شده است. با کاهش شوری خاک، سدیم سبب انتشار رس‌ها شده (۲۷) و در اثر این پدیده، فرآیند تشکیل ساختمان در خاک تسریع می‌گردد. چنین فرآیندی توسط کیلوگ (۱۱) نیز تشریح شده است (شکل ۲). وجود کانی‌های قابل انبساط در خاک همراه با یون سدیم و دوره‌های تری و خشکی خاکرخ، سبب تسریع در تشکیل ساختمان خاک گردیده است (۱۰).

خاک‌های مورد مطالعه در اثر رسوبگذاری‌های فیزیکی یا شیمیایی رسوبات ناشی از سیلاب‌های رودخانه کارون تشکیل شده اند. فرایندهای فیزیکی و رسوب ذرات درشت عمدتاً در بخش‌های بالادست سبب تشکیل خاک‌ها شده‌اند. در حالی‌که فرآیند رسوبگذاری شیمیایی عمدتاً در اثر افزایش غلظت الکترولیت و فلاکوله شدن، سبب رسوب رس‌ها شده اند (۲۷). در بخش‌های جنوبی استان خوزستان، در اثر برخورد آب رودخانه‌های حامل رسوبات با آب شور خلیج فارس، این فرآیند منجر به رسوب‌گذاری ذرات معلق در آب شده اند. به‌عبارتی در قسمت‌های جنوبی‌تر استان، بافت خاک‌ها ریزتر شده و رو به سنگینی است. این رسوب‌گذاری، عامل مهم پسروی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]

جدول۲. برخی از خصوصیات مورفولوژیکی خاکرخ های مورد مطالعه.

افق	مرز	ساختمان	پایداری	پوسته رسی	روزنه	ریشه	گچ	آهک	رنگدانه
خصوصیات مورفولوژیکی افق‌های مختلف در خاکرخ شماره ۱۲.									
Az	CS	M	vh	--	vf, Dis, ran	vf, f	--	ev	--
Bwz۱	CW	Pr۲m	vh	--	m,f, Dis, v	vf, f	--	ev	f۲d
Bwz۲	CS	Pr۲m	vh	--	m,f, Dis, v	--	--	ev	f۲d
خصوصیات مورفولوژیکی افق‌های مختلف در خاکرخ شماره۷									
Ap۱	gw	M	h	--	mc	vf۲	--	ev	--
Ap۲	gs	sbk۱f	vh	--	mc	vf۲	--	f1isf	--
Bw	gs	Sbk۲m	vh	--	mc	f۱	--	f1isf	--
C	--	M	h	--	ff	f۱	--	ev	--
خصوصیات مورفولوژیکی افق‌های مختلف در خاکرخ شماره ۵									
Ap	gw	m	vfi	--	۲vf, ver, cont,t	۱vf	--	ev	--
C۱	gw	m	fr	--	۱f, ver, cont,t	--	۱f	ev	--
۲C۲	gw	m	fi	--	۲f, ver, cont,t	--	--	f,۱,r,ss	--
۳C۳	--	m	fr	--	۲vf, ver, cont,t	--	--	ev	--
خصوصیات مورفولوژیکی افق‌های مختلف در خاکرخ شماره ۴									
Ap	cw	m	fr	--	۱vf	۱vf, f	--	ev	--
Bw۱	gw	۲sbk	fr	--	۲vf/1f	۱f/۱m	--	ev	--
Bw۲	gw	۱sbk	fr	--	۲vf/1f	۱f/۱m	--	ev	--
C	--	m	fr	--	۱vf/1f	--	--	ev	--
خصوصیات مورفولوژیکی افق‌های مختلف در خاکرخ شماره ۲									
Ap	gw	m	vh	--	۱vfCont	vfc	--	ev	--
Bw۱	cs	۲sbk	eh	--	۱vfDi	vff	--	f۱isf	--
Bw۲	cs	۲sbk	eh	--	۱cVer	cf	--	f۱isc	f۱f
C	--	m	vh	--	۱fVer	cf	--	ev	c۱d

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]

ادامه جدول۲.

خصوصیات مورفولوژیکی افق‌های مختلف در خاکرخ شماره ۱.

--	ev	--	vff	Mf	--	h	m	Cs	Ap
--	f۱isf	--	vff	Mc	--	vh	sbk۱f	Gs	Bw
--	c۱rsc	--	--	Mc	--	vh	sbk۳m	Gs	Bk۱
--	m۲rsc	--	fm	Ff	--	h	sbk۲m	--	Bk۲

جدول۳. برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاکرخ های انتخاب شده در منطقه مورد مطالعه.

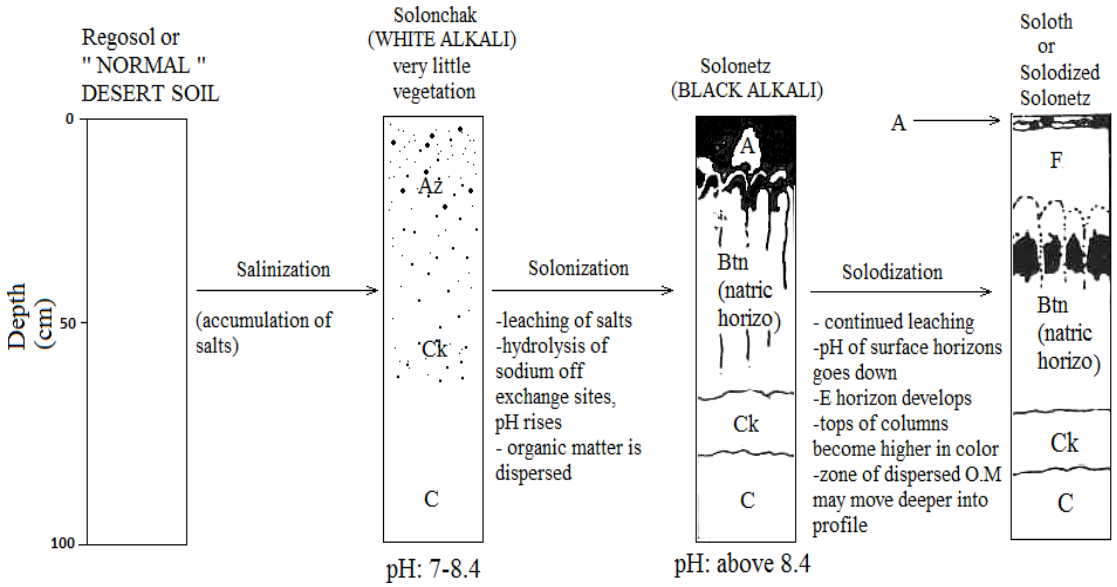
ESP	CEC	SAR	آهک	گچ	بافت	pH_e	EC_e	ضخامت	افق
		٪	cmol/kg		٪	٪		dS/m	cm
خاکرخ شماره ۱۲(Typic Aquisalids)									
۷۱/۰	۱۴/۳	۴۰/۱	۴۲/۰	۰/۹	SiC	۷/۶	۹۲/۸	۰-۲۵	Az
۶۸/۰	۱۳/۴	۴۳/۵	۳۵/۰	۱/۳	SiC	۷/۲	۱۲۵/۶	۲۵-۷۴	Bwz۱
۷۴/۰	۱۲/۸	۵۳/۹	۳۶/۰	۱/۸	SiC	۷/۱	۱۷۹/۱	۷۴-۱۴۵	Bwz۲
۸۲/۰	۱۳/۱	۸۸/۵	۳۶/۰	۱/۸	SiC	۷/۰	۱۹۱/۸	۱۴۵-۲۰۰	Cgz
خاکرخ شماره ۷ (Typic Haplustepts).									
۸/۸	۱۲/۸	۳/۷	۴۳/۴	۱/۰	SiL	۷/۲	۵/۹	۰-۲۱	Ap۱
۸/۱	۱۵/۰	۳/۶	۴۴/۷	۰/۵	SiC	۷/۴	۵/۴	۲۱-۵۵	Ap۲
۹/۱	۱۳/۲	۴/۴	۴۷/۲	۰/۵	SiL	۷/۳	۵/۵	۵۵-۱۱۲	Bw
۸/۱	۱۲/۸	۳/۹	۴۶/۴	۱/۷	SiCL	۷/۳	۵/۲	۱۱۲-۱۵۰	C
خاکرخ شماره ۵ (Oxiaquic Ustifluvents)									
۲/۸	۱۳/۳	۱۴/۰	۴۶/۵	۰/۳	SiL	۷/۵	۱۲/۳	۰-۲۸	Ap
۲/۵	۱۳/۶	۱۴/۵	۴۶/۱	۰/۲	SiL	۷/۷	۹/۱	۲۸-۵۴	C۱
۱۴/۴	۱۳/۱	۴/۸	۴۵/۸	۰/۱	SiCL	۷/۶	۵/۶	۵۴-۹۸	۲C۲
۱۲/۴	۱۳/۶	۶/۰	۴۶/۸	۰/۲	SiL	۷/۷	۶/۶	۹۸-۱۵۰	۳C۳
خاکرخ شماره ۴ (Oxiaquic Ustifluvents)									
۱/۹	۱۲/۴	۰/۷	۳۶/۲	۰	L	۷/۹	۳/۰	۰-۳۰	Ap
۳/۲	۱۲/۶	۱/۱	۳۸/۵	۰	L	۸/۰	۳/۳	۳۰-۷۰	Bw۱
۷/۸	۱۲/۵	۵/۶	۳۹/۷	۰	L	۸/۱	۵/۳	۷۰-۱۱۵	Bw۲
۷/۳	۱۲/۲	۵/۱	۳۹/۴	۰	L	۸/۱	۵/۰	۱۱۵-۱۵۰	C

ادامه جدول۳.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]

خاکرخ شماره ۲(Typic Haplustepts)								
Ap	۰–۳۷	۰/۸	۸/۱	C	۰	۳۱/۸	۵/۸	۲۰/۵	۲۰/۵
Bw	۳۷–۶۵	۰/۷	۸/۲	C	۰	۳۸/۹	۶/۸	۱۵/۳	۱۶/۸
Bk	۶۵–۱۱۵	۰/۷	۷/۹	C	۰	۳۹/۷	۶/۷	۱۵/۴	۱۲/۸
C	۱۱۵–۱۵۰	۰/۶	۸/۰	C	۰	۴۵/۴	۶/۳	۱۵/۷	۱۳/۸
خاکرخ شماره ۱(Calcic Haplustepts)								
Ap	۰–۱۷	۰/۹	۸/۱	SiCL	۰	۳۵/۴	۵/۶	۱۷/۵	۸/۲
Bw	۱۷–۴۶	۰/۸	۸/۳	SiC	۰	۴۰/۲	۶/۳	۱۳/۳	۶/۷
Bk۱	۴۶–۱۲۳	۰/۷	۸/۲	SiC	۰	۴۶/۱	۶/۱	۱۵/۴	۵/۳
Bk۲	۱۲۳–۱۵۰	۰/۹	۸/۱	SiC	۰	۴۷/۸	۸/۴	۱۴/۷	۵/۸



شکل ۲. شمایی از ترتیب فرآیندهای شور شدن، سدیمی شدن و سدیم زدائی و تشکیل ساختمان. با اقتباس از کیلوگ (۱۱).

خلیج فارس می‌باشد که توسط محققین دیگر نیز به آن اشاره شده است (۴).

در خاکرخ‌های شماره ۸ تا ۱۱ نیز با نبود زهکشی مناسب و تبخیر شدید، تجمع املاح و ایجاد شوری زیاد در خاکرخ داده و افق سطحی سالیک را پدید آورده با این تفاوت که در این خاک‌ها ساختمان منشوری ضعیف‌تری در افق کمبیک دیده می‌شود. علت آن می تواند به تر و خشک شدن کمتر و عدم امکان آبشویی خاکرخ و درنتیجه عدم بروز اثرات سدیم در این خاک‌ها دانست.

در خاکرخ شماره ۸ در افق زیرسطحی علاوه بر تجمع املاح محلول، تجمع گچ نیز رخ داده است. تجمع گچ در این اراضی در اثر شرایط خاص ژئومرفولوژیکی است. رودخانه کارون دارای مقادیر متنابهی از یون‌های سولفات و کلسیم می‌باشد که از انحلال سازندهای تبخیری در بالادست خوزستان منشاء گرفته است. این املاح در اثر سیلاب رودخانه و یا تراوش جانبی و یا آبیاری، طی سالیان متمادی به خاک اضافه شده و در اثر تبخیر سطحی در این خاک‌ها برجای مانده‌اند. رسوب املاح سولفات و کلسیم منجر به تشکیل گچ در این

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]

اراضی شده است. چنین نتایجی توسط سایر محققین نیز ارائه شده است (۶).

در خاکرخ ۷ به‌دلیل احداث سیستم زهکشی مصنوعی و عملیات آبشویی املاح طی ۱۰ سال اخیر، دارای شوری کمی می‌باشد. این خاک‌ها به‌دلیل کشت و کار نیشکر طی چند سال (حدود ۸ سال) دارای مقادیر بیشتری از مواد آلی نسبت به‌سایر خاک‌های مورد مطالعه در افق سطحی خود می‌باشد. به‌عبارتی با افزایش بقایای گیاهی به سطح خاک، میزان مواد آلی افق سطحی افزایش یافته است. این افزایش تا عمق نسبتاً زیادی ملاحظه می‌گردد. جعفری و همکاران (۵) نتایج مشابهی را برای خاک‌های هفت تپه تحت کشت نیشکر گزارش نمودند.

در خاک خاکرخ‌های ۷ تا ۱۲ آهک به‌وفور در مواد مادری خاک وجود داشت. این خاک‌ها نه در مطالعات مورفولوژیکی و نه در آنالیزهای آزمایشگاهی، تجمع ثانویه آهک به حد لازم برای افق کلسیک نداشتند که تا حدودی به زهکشی ضعیف این اراضی مربوط می‌گردد. مطالعات لایه‌بندی خاک‌های این منطقه نشان می‌دهد که وجود لایه‌ای با نفوذپذیری کم در عمق ۵-۳ متری از سطح خاک، سبب تجمع آب در بخش‌های بالایی این لایه می‌گردد (۲). این لایه مانع از بیرون رفتن زه آب ازخاکرخ شده و مانع از آبشویی طبیعی خاک می‌گردد به‌طوری‌که املاح محلول‌تر از گچ نیز در این اراضی تجمع یافته‌اند. این خاک به‌واسطه وجود افق کمبیک با ساختمان‌های مکعبی نیمه گوشه‌دار (subangular blocky) و رژیم رطوبتی یوستیک، در راسته اینسپتی سول قرار دارد. در این خاک شواهد مورفولوژیکی کمی از تجمع آهک به‌صورت میسیلیوم ملاحظه شد (جدول ۲).

در عمق ۱۳۶ سانتی‌متری از سطح این خاک‌ها، لایه سیاه رنگی دیده می‌شود که از دفن سریع مواد آلی در اعصار قدیم حکایت دارد. این لایه که در در دو طرف رودخانه با وسعت خیلی زیاد گسترده شده است، در اثر دفن سریع موجودات زنده در اثر سیلاب‌های رودخانه و عدم نفوذ کافی اکسیژن به‌صورت زغال درآمده است. این لایه حاوی بقایای آهکی سخت پوستان دریایی بوده و دارای کربن آلی قابل توجهی است. در حالی‌که کربن آلی در افق های سطحی خاک کمتر از ۰/۵ درصد است، در این لایه به بیش از ۱/۳ درصد بالغ می‌گردد.

در خاکرخ شماره ۶، بدون سیستم زهکشی مصنوعی، خاک فاقد تجمع نمک زیاد در خاک می‌باشد. در این بخش از اراضی با افزایش ارتفاع دشت نسبت به دریای آزاد و نزدیکی نسبت به رودخانه، وضعیت زهکشی اراضی بهبود یافته است (شکل ۱ و ۳).

خاکرخ شماره ۵ دارای اپی‌پدون اکریک و افق کمبیک با ساختمان نیمه گوشه‌دار مکعبی است (جدول ۲). این خاک از لحاظ طبقه‌بندی در زیر گروه Oxiaquic Ustifluvents قرار دارد.

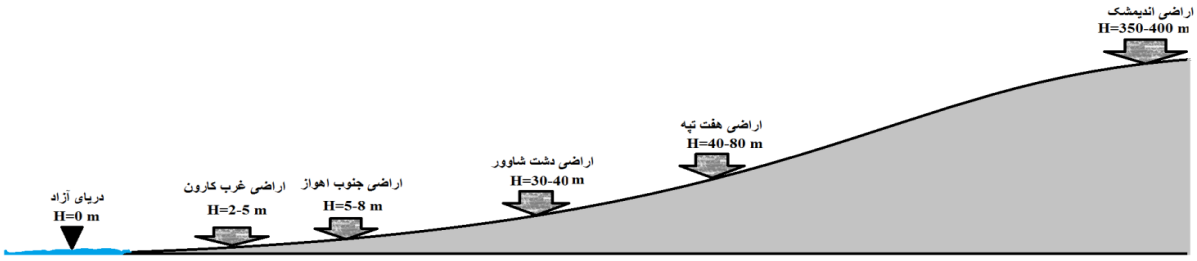
خاکرخ شماره ۴ که در شمال شهر اهواز حفر شده است، از لحاظ طبقه‌بندی در سیستم آمریکایی در گروه بزرگ Oxyaquic Ustifluvents قرار دارد. این خاک فاقد افق های تکامل یافته بوده و به این دلیل در راسته انتی‌سولز قرار دارد. این خاک از رسوبات آبرفتی مطبقی تشکیل شده است که تنها تکامل آن مربوط به تشکیل افق سطحی A یا اپی‌پدون اکریک است.

در مناطق شمال تر، با افزایش ارتفاع از سطح دریا و بهبود شرایط زه‌کشی، شوری اراضی نسبتا کاهش یافته است. به این دلیل، خاک دارای افق‌های تکامل یافته‌تری با سولوم ضخیم‌تر می‌باشد. این اراضی دارای اپی‌پدون اکریک و افق‌های کمبیک و گاهی کلسیک است. بهبود زه‌کشی در این بخش از منطقه، سبب انتقال کربنات‌ها از سطح به عمق شده است. این پدیده در اراضی منطقه شاوور تا اندیمشک ملاحظه شد (خاک‌رخ های ۱ تا ۳).

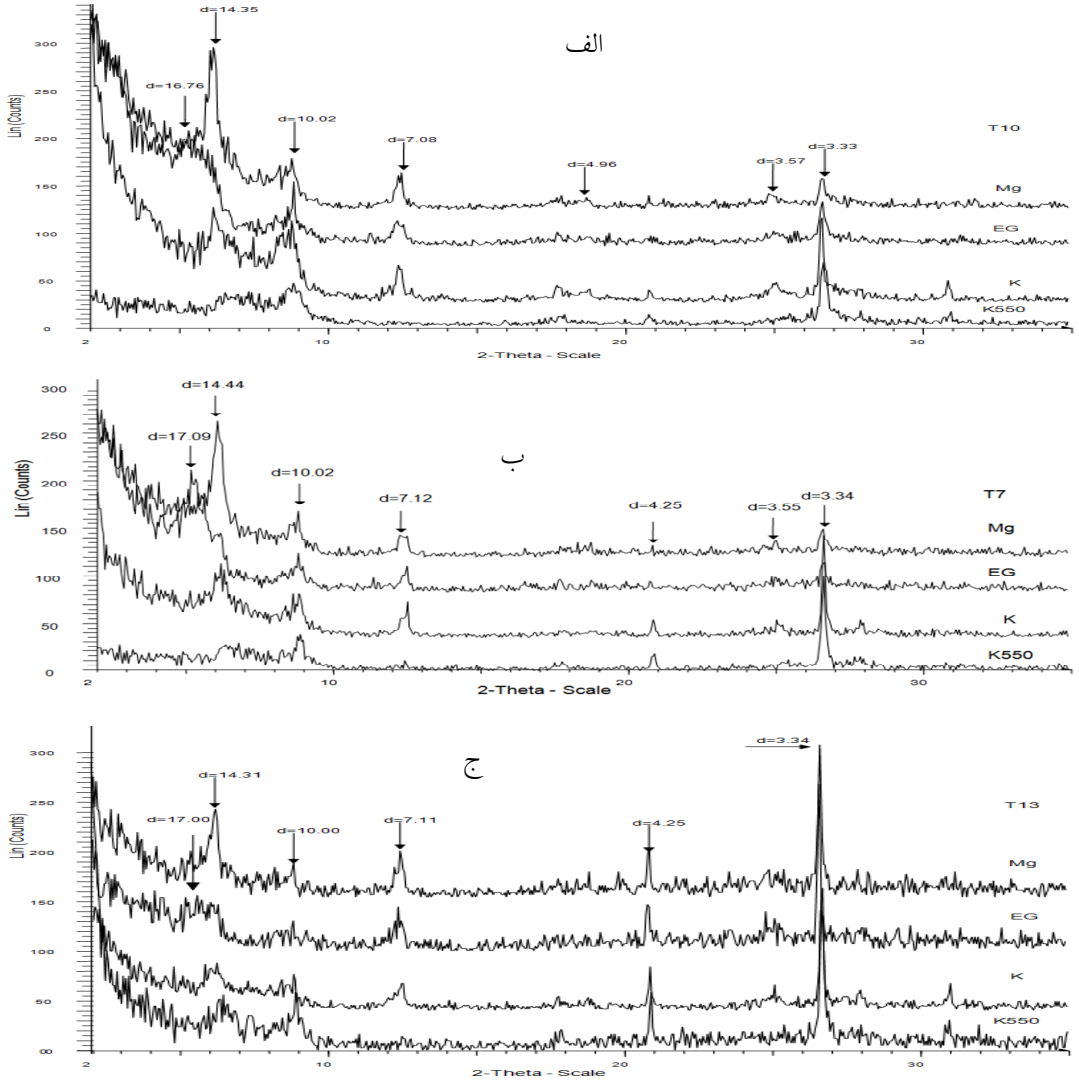
خاکرخ شماره ۲ در منطقه هفت تپه (در بخش شمالی استان) دارای افق‌های کلسیک به‌طور تیپیک و مشخص است (جداول ۲ و ۳). این خاک در ارتفاع نسبتاً بیشتری از دریای آزاد نسبت به‌سایر خاکرخ‌ها واقع شده (شکل ۳) و کشت گیاهان زراعی مثل ذرت، گندم، صیفی‌جات و غیره در این منطقه برای صدها سال متداول می‌باشد. بهبود شرایط زهکشی در این اراضی، سبب انتقال کربنات‌ها از لایه‌های سطحی و تجمع آنها به شکل نادول‌های درشت در قسمت‌های عمقی‌تر و تشکیل افق کلسیک شده است. این منطقه که جزئی از دشت بین‌النهرین است از خواستگاه‌های تمدن بشری است (۱۱).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]



شکل ۳. شمایی از اختلاف ارتفاع از سطح دریا در خاکرخ‌های مورد بررسی.



شکل ۴. الگوهای XRD مربوط به افق Bw. الف)خاکرخ ۱۲ آبادان، ب) خاکرخ ۷ امیرکبیر، ج) خاکرخ ۱ اندیمشک.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]

جدول ۴. نوع و تخمین نیمه کمی کانی‌های رسی در افق‌های مختلف پدون‌های مورد مطالعه در مطالعات XRD.

شماره پدون	افق	کلرایت	پالی‌گورسکایت	ایلایت	کائولینایت	اسمکتایت	کوارتز
۱	Ap	++	–	++	++	+	++++
	Bw	+	–	++	+++	+	+++
	Bk2	+++	–	++	+++	++	++
۷	Ap	++	–	+++	++	++	+++
	Bw	++	+	++	++++	++	++
	C1	++	+	++++	++	++	+
	C2	++	–	++	+++	++	++
۱۲	Ap	+++	–	++	++	+++	+
	Bw2	+	+	+++	+++	+++	+
	Cg	+	+	++	++	++++	+

– وجود ندارد، +<۱۰ درصد، ++ ۲۰-۱۰ درصد، +++ ۳۰-۲۰ درصد، ++++ ۴۰-۳۰ درصد.

کشت و کار طولانی مدت و در نتیجه افزایش ماده آلی به سطح خاک و اثرات تجزیه‌ای آن با فشار گاز دی‌اکسید کربن در محلول خاک، سبب افزایش انحلال کربنات‌ها در خاک و تجمع مواد کربناته در عمق خاک شده است. به‌عبارتی تغییر پستی و بلندی از یک سو سبب بهبود شرایط زه‌کشی و آبشویی خاک شده و از سوی دیگر این عامل به‌طور غیرمستقیم با بهبود رشد گیاهان و افزایش ماده آلی به سطح، فرآیندهای خاکسازی را تسریع نموده است. افزایش رطوبت خاک به‌واسطه آبیاری سنگین به میزان ۱۵۰۰ میلی‌متر در سال سبب تشدید این فرآیند شده است. شرح بیشتر در تحقیقات دیگر آورده شده است (۱۱).

خاکرخ شماره ۱ در شمالی‌ترین نقطه منطقه (شمال شرقی اندیمشک) حفر شد (شکل ۱). ویژگی‌های شیمیایی و مورفولوژیکی این خاک نشان می‌دهد که آبشویی سبب تخلیه کامل املاح محلول و انتقال املاح نسبتاً محلول (کربنات‌ها) و تجمع ثانویه آنها در عمق خاک شده است. شرایط این خاک‌ها به میزان زیادی مشابه خاک‌های هفت تپه می‌باشد با این تفاوت که میزان کربنات‌های ثانویه افق کلسیک این خاک‌ها بیشتر می‌باشد (جدول ۳).

کانی شناسی خاک‌ها

در شکل ۴ الگوهای XRD مربوط به افق Bw برای خاکرخ‌های مورد مطالعه(شمار های ۱ و ۷ و ۱۲) آورده شده است.

نوع و تخمین نیمه کمی کانی‌های رسی در افق‌های مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است.

کانی‌های رسی خاک‌های منطقه وجود کانی‌های کلریت، ایلیت، کائولینیت، اسمکتیت و کوارتز را نشان داد. در بخش‌های جنوبی منطقه رس‌های گروه اسمکتیت به‌میزان بیشتری ملاحظه شد که با توجه به توزیع آن در کل خاکرخ توارثی است (خاکرخ ۱۲). احتمال می‌رود که این رس از طریق پدیده انتشار و انتقال با آب رودخانه به خاک اضافه شده باشد. رس‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]

گروه اسمکتیت به‌واسطه اندازه بسیار ریزی که دارند، در اثر فرایندهای مکانیکی کمتر رسوب یافته و به‌وسیله جریان‌های انتقالی آب تا مسافت زیادی انتقال یافته‌اند. در بخش‌های شمالی دشت، کانی‌های اسمکتیت ممکن است در اثر تحول سایر کانی‌ها در اثر فرایندهای خاکسازی به‌ویژه آبیاری در دشت تشکیل شده باشد. این کانی می‌تواند هم در اثر تحول کلریت (۱۸)، هم در اثر تحول ایلیت به‌ویژه با کشت و کار و آبیاری شدید(۱۹) و یا در اثر تخریب پالی گورسکایت به خاک اضافه گردد. پالی گورسکایت کانی رشته‌ای تبخیری است که پیک آن به اندازه ۱/۰۵ نانومتر است و در خاک‌های کشت نشده در خوزستان به‌وفور یافت می‌شود ولی در رطوبت بیش از ۳۰۰ میلی‌متر غیرپایدار بوده و از پروفیل خاک حذف شده و یا به کانی‌های قابل انبساط تحول می‌یابد(۹). مطالعات نشان داده است که در اراضی خوزستان با آبیاری شدید این کانی تا حدود زیادی از پروفیل خاک حذف شده است(۹).

کانی‌های رسی در بخش میانی دشت (خاکرخ ۷) مشابه خاکرخ ۱ بود با این تفاوت که رس‌های اسمکتیت کمتری وجود نداشت. در این منطقه نیز کانی‌های رسی پالی‌گورسکایت در الگوهای XRD کمتر ملاحظه شد. مطالعات مشابه نشان داد که کانی‌های رسی کلریت، ایلیت، کوارتز و پالی‌گورسکایت اجزاء اصلی بخش رسی خاک در منطقه میانی دشت (هفت تپه) هستند (۳ و ۹).

در اراضی فلات‌های مرتفع در شمالی‌ترین منطقه دشت کانی‌های رسی ایلیت، کلریت، کائولینیت و کوارتز دیده شدند. در این منطقه رس پالی‌گورسکایت از ترکیب کانی‌های رسی خاک حذف شده است. این منطقه به‌دلیل قدمت بیشتر و وضعیت مناسب زه‌کشی از یک سو و آبیاری زیاد برای کشت و کار از سوی دیگر سبب ناپایداری این کانی و حذف آن از پروفیل خاک شده است (۲۱). حذف کانی پالیگورسکایت در برخی از مناطق سبب تشکیل کانی‌های گروه اسمکتیت شده است (۱۶)، با این وجود در این خاک‌ها تشکیل کانی‌های گروه اسمکتیت به‌میزان کمی ملاحظه شد.

کانی رسی کائولینیت در خاک‌های این منطقه نمی‌تواند تشکیل گردد و از طریق مواد مادری به‌خاک به ارث رسیده است. مطالعه بخشی از مواد مادری خاک‌های منطقه (سازندهای گروه فارس) وجود کائولینیت را در این مواد مادری به‌وفور نشان داد (۴).

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مطالعه حاضر نشان داد که در خاک‌های اراضی پست، با ایجاد شرایط احیایی، افق‌های احیائی و رنگدانه‌هایی تشکیل شده است. هم‌چنین در این اراضی به‌واسطه تبخیر شدید سطحی، خاک دارای تجمع شوری و افق سالیک است. در بخشی از اراضی با احداث سیستم زه‌کشی زیرزمینی، نمک‌ها از پروفیل خاک شسته شده است. در قسمت‌های میانی دشت، بسته به فاصله از رودخانه و شرایط ژئومورفولوژی خاک، برخی از خاکرخ‌ها دارای تجمع نسبتاً کمتری از شوری می‌باشند. در بخش‌های شمالی، انتقال ثانویه آهک نیز رخ داده است. بافت خاک از بخش‌های شمالی استان به‌سمت جنوب رو به سنگینی است. ذرات درشت در قسمت‌های شمالی‌تر و ذرات ریزتر در بخش‌های جنوبی‌تر رسوبگذاری شده‌اند.

تکامل خاک‌ها از پیشرفت قابل ملاحظه‌ای برخوردار نیست. در بخش‌های جنوبی منطقه حداکثر تحول خاک به تشکیل افق سالیک مربوط می‌گردد. در بخش‌هایی از منطقه که سابقه کشت و کار بیشتری داشته است (به‌ویژه در حاشیه رودخانه اروندرود) در اثر ایجاد درز و ترک در خاک و تشکیل ساختمان‌های متوسط در خاک و یا به‌واسطه تجمع ماتل در خاک، افق کمبیک تشکیل شده است. با بهبود شرایط زه‌کشی و آبشویی بیشتر در منطقه، افق کلسیک در بخش‌های شمالی تشکیل شده است. این حداکثر میزان تکامل خاک در منطقه بوده و هیچ شواهدی از پیشرفت بیشتر فرآیندهای خاکسازی ملاحظه نشد. ترکیب کانی شناسی خاک‌های منطقه وجود کانی‌های کلریت، میکا، کائولینیت و کوارتز را نشان داد. با این

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]

وجود رس پالی گورسکایت در بخش‌های با زه‌کشی نامناسب وجود داشت ولی این کانی در شرایط زه‌کشی مناسب و یا کشت و کار حذف شده و یا به میزان زیادی کاهش یافته بود. اسمکتیت در بخشی از مناطق به‌صورت موروثی و در بخشی به‌صورت نوتشکیل در خاک ملاحظه شد.

سپاسگزاری

مطالعه حاضر بخشی از طرح تحقیقاتی شماره ۱۷-۸۵ دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان است که قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. بنائی، م. ح. ۱۳۷۷. نقشه رژیمهای حرارتی و رطوبتی خاک ایران. موسسه تحقیقات خاک و آب، وزارت جهاد کشاورزی.

۲. بی نام. ۱۳۶۸. مطالعه لایه بندی، تعیین هدایت هیدرولیکی در اراضی طرح های امیرکبیر و میرزا کوچک خان. شرکت مهندسین مشاور یکم. وزارت کشاورزی ایران.

۳. جعفری، س. ۱۳۸۴. مطالعه تحول مینرالوژیکی، ساختمانی، فیزیکوشیمیایی و تثبیت پتاسیم در خاک‌ها و کانی‌های رسی اراضی تحت کشت تناوبی، نیشکری و بایر خوزستان. پایان نامه دکتری، دانشگاه شیراز.

۴. جعفری، س.، ح. نادیان و م. چرم. ۱۳۹۰. کانی شناسی سازندهای زمین شناسی گروه فارس و خاک‌های حاصل از هوادیدگی این مواد مادری. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی شماره ۲۸-۸۶ دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان. ایران.

۵. جعفری، س.، م. باقرنژاد و م. چرم. ۱۳۸۴. ارزیابی تغییرات برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی اراضی زراعی (تحت کشت نیشکر و تناوبی) و بکر منطقه هفت تپه، خوزستان. مجله علمی کشاورزی، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز ۲۸(۱): ۱۸۲-۱۶۵.

۶. عبداللهی، م. ۱۳۸۹. اثر عوامل مختلف خاکسازی روی خصوصیات برخی خاک‌ها در استان خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. واحد علوم تحقیقات اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی.

۷. نقشینه‌پور، ب. ۱۳۵۶. تجزیه آب، خاک و گیاه. جزوه شماره ۵۳۱۲، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جندی شاپور اهواز، ایران.

8. Chapman, H. D. 1965. Cation exchange capacity. PP. 891-901. *In*: C. A. Black (Ed.), Methods of soil analysis, Part 2. Amarican Society of Agronomy, Madison, WI.
9. Chorom, M., M. Baghernejad and S. Jafari. 2009. Influence of rotation cropping and sugarcane production on the clay mineral assemblage. Appl. Clay Sci. 46: 385-395.
10. Claridge, G. 1978. Sample preparation by particle size separation. Chapter DI.A in Soil Bureau laboratory methods. D. Methods for mineral and element analysis. NZ Soil Bureau Scientific Report 10D.
11. Fanning, D. S. and M. B. Fanning. 1992. Soil morphology, genesis and classification. John Willy and Sons. USA.
12. Green, A. J. 1981. Particle size analysis. D. A. McKeague (Ed.), Manual on Soil Sampling and Methods of Analysis. Candian Socity of Soil Science, Ottawa, Canada, PP. 4-29.
13. Jackson, M. L. 1973. Soil chemical analysis. New Delhi. Prentice-Hall of India Private Limited.
14. Jackson, M. L. 1975. Soil chemical analysis-advanced course. University of Wisconsin, College of Agric., Departement of Soils, Madison, WI.
15. Jenny, H. 1941. Factors of Soil Formation. McGraw-Hill, New York, 281. p.
16. Khormali, F. and A. Abtahi. 2003. Origin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semi-arid soils of Fars Province, Southern Iran. Clay minerals 38: 511-527.
17. Kittrick, J. A. and E. W. Hope. 1963. A procedure for the particle- size separation of soils for x-ray diffraction analysis. Soil Sci. 96: 312-325.
18. Lee, B. D., S. K. Sears, R. C. Graham, C. Amrhein, and H. Vali. 2003. Secondary mineral genesis from chlorite and serpentine in an ultramafic soil toposequence. Soil Sci. Soc. of Am. J. 67: 1309-1317.
19. Moritsuka, N., J. Yanai and T. Kosaki. 2002. Depletion of nonexchangeable potassium in the maize rhizosphere and its possible releasing processes. 17th World Congress of Soil Science. Bangkok, Thailand. 1919 p.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]

20. Nelson, R. E. 1982. Carbonate and gypsum. PP. 181-199. *In*: A. L. Page (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 2. American Society of Agronomy, Madison.
21. Neaman, A. and A. Singer. 2004. The effects of palygorskite on chemical and physico-chimical properties os soils: a review. Geoderma Vol. 123, 297-323
22. Schaetzl, R. and S. Anderson. 2005. Soils Genesis and Geomorphology. Cambridge university press.
23. Singh, B. and K. W. T. Goulding. 1997. Change with time in the potassium content and phyllosilicates in the soil of the Broadbalk continuous wheat experiment at Rothamsted. European J. Soil Sci. 48: 651-659.
24. Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. 2nd ed., No. 436. USDA.
25. Soil Survey Staff. 2002. Field book for describing and sampling soil. Version 2.0. National soil survey center, USDA, USA.
26. Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 2nd ed., USDA, NRCS.
27. Sposito, G. 2008. The Chemistry of Soil. 2nd ed., Oxford university press.
28. U. S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook No.60. Washington, DC.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1393.18.69.13.0]