

اثر مانداب شدن موقت سه خاک آهکی بر برخی ویژگیهای شیمیائی و تغییرات آنها پس از زهکشی

محمود کلباسی و علیرضا حسین پور

به ترتیب دانشیار و دانشجوی دوره دکتری گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی

دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ پذیرش مقاله ۷۶/۲/۳

خلاصه

اثر مانداب شدن موقت خاک بر پ - هاش، پتانسیل اکسایش و کاهش و مقدار قابل جذب آهن و منگنز و تغییرات آنها پس از زهکشی، در سه خاک آهکی منطقه اصفهان مطالعه شد. نمونه‌های خاک تحت پنج تیمار صفر، دو، چهار و شش ماه مانداب شدن قرار گرفتند و سپس خاکها زهکشی شده و در فواصل زمانی یک هفته، دو ماه و شش ماه از آنها نمونه برداری صورت گرفت. پتانسیل اکسایش و کاهش، پ - هاش و مقدار آهن و منگنز قابل جذب نمونه‌های خاک در طول مدت ماندابی و پس از زهکشی، اندازه‌گیری شد. پارامتر رد اکس و پتانسیل اکسایش و کاهش بصورت غیرخطی و در سه مرحله در طول دوره ماندابی تغییر نمود. مرحله اول کاهش شدید در طی یک تا دو هفته، مرحله دوم کاهش کند در طی پنج تا شش هفته و مرحله سوم بدون کاهش در ده هفته. پتانسیل اکسایش و کاهش در طی سه مرحله مذکور در حدود ۳۷۰ میلی‌ولت کاهش یافت. پ - هاش هر سه خاک پس از مانداب شدن ابتدا با شیب زیاد (۰/۶ واحد در دو هفته) و سپس با شیب بسیار کم تا چهار یا پنج هفته کاهش نشان داد. با شروع دوره مانداب شدن خاک مقدار آهن قابل جذب هر سه خاک با شیب متفاوت تا هفته هشتم افزایش و سپس با شیب کم در هر سه خاک کاهش یافت. منگنز قابل جذب در هر سه خاک ابتدا با شیب تند تا دو هفته افزایش یافته و آنگاه با تغییرات مختصری ثابت ماند. مقدار آهن قابل جذب پس از زهکشی بسته به مدت مانداب بودن و نوع خاک متفاوت بود ولی با زمان نمونه برداری پس از زهکشی ارتباطی نداشت. مقدار منگنز قابل جذب پس از زهکشی در کلیه تیمارهای ماندابی نسبت به شاهد بالاتر بود ولی پس از گذشت دو ماه به مقدار قابل توجهی کاهش نشان داد. مانداب شدن خاک باعث کاهش پارامتر رد اکس، پتانسیل اکسایش و کاهش، پ - هاش و همزمان افزایش مقدار آهن و منگنز قابل جذب خاک گردید. زهکشی خاک ماندابی با کاهش سریع در منگنز قابل جذب و کاهش بسیار کند در مقدار آهن قابل جذب خاک همراه بود.

واژه‌های کلیدی: مانداب شدن خاک، پتانسیل اکسایش و کاهش، پارامتر رد اکس، منگنز قابل جذب و آهن قابل جذب

مقدمه

قابل ملاحظه‌ای در خاک میشود که اثرات آن بر خصوصیات خاک تا مدتها باقی می‌ماند. از جمله مهمترین تغییرات شیمیائی ایجاد وضعیت کاهیدگی در خاک و در نتیجه کاهش غلظت اکسیژن ملکولی می‌باشد وقتی خاک غرقاب شد انتشار گاز اکسیژن یداخل خاک شدیداً محدود شده (۷ و ۱۶) و در نتیجه بعضی از ریز جانداران خاک پس

در سالهای اخیر و به دلیل اقتصادی، کشت برنج که قبلاً در نواحی مرکزی کشور بسیار محدود بود در سطح وسیعی در استان اصفهان و دیگر استانهای کشور توسعه یافته است. کشت برنج بعلت مانداب شدن موقت خاک سبب تغییرات فیزیکوشیمیائی و زیستی

فرعی برداشت شده از هر سطل، عصاره گیری (۱۰) و بوسیله دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. اطلاعات خام با استفاده از برنامه کامپیوتری SAS تجزیه و تحلیل آماری و با استفاده از نرم افزار Quatro Pro5 پردازش شد.

نتایج و بحث

شکل‌های شماره ۱ و ۲ اثر غرقاب نمودن سه خاک را به ترتیب بر کاهش پارامتر رداکس (pe+pH) و پتانسیل اکسایش و کاهش نشان می‌دهند. روند کاهش پارامتر رداکس و پتانسیل اکسایش و کاهش در هر سه خاک برهم منطبق بوده و بطور کلی می‌توان آنرا به سه مرحله کاملاً متمایز تقسیم نمود. مرحله اول کاهش شدید در هفته اول و دوم (پارامتر رداکس از ۱۴/۵ به ۹ و پتانسیل اکسایش و کاهش از ۴۰۰ به ۱۰۰ میلی‌ولت)، مرحله دوم کاهش کند از هفته سوم تا هفتم (پارامتر رداکس از ۹ به ۷/۵ و پتانسیل اکسایش و کاهش از ۱۰۰ به ۳۰ میلی‌ولت) و مرحله سوم بدون تغییر از هفته هشتم تا هیجدهم (ثابت به ترتیب در ۷/۵ و ۳۰ میلی‌ولت). چون تغییرات پارامتر رداکس، پتانسیل اکسایش و کاهش و پ - هاش بعد از هفته هشتم ناچیز بوده، لذا تغییرات این سه پارامتر (در شکل‌های ۱، ۲ و ۳) فقط تا هفته دوازدهم نشان داده شده است.

مرحله اول عمدتاً به کاهش نیترات و منگنزه سهولت کاهش یابنده مربوط است و اتمام آن در پایان هفته دوم احتمالاً بدلیل مقدار کم منگنز از یک طرف و مقدار کم ماده آلی تجزیه پذیر، از طرف دیگر است. میانگین مقدار نیترات و منگنز سهولت کاهش یابنده در خاک‌های مورد آزمایش به ترتیب ۲۸ و ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و میانگین مقدار ماده آلی آنها ۱/۵ درصد است (جدول ۱). افزایش زیاد مقدار منگنز قابل جذب هر سه خاک در طی همین مرحله (شکل ۵) مؤید این نظریه است. مقدار زیاد نیترات و منگنز در خاک باعث می‌شود که سیستم خاک در پتانسیل رداکس نسبتاً بالا (تا زمانیکه این ترکیبات تماماً کاهش نیافته‌اند) بافر شود.

مرحله دوم عمدتاً مربوط به کاهش ترکیبات آهن سه ظرفیتی در خاک می‌باشد. فرم‌های اکسید و هیدروکسید آهن سه ظرفیتی دارای حلالیت بسیار کم در واکنش‌های خنثی و قلیائی بوده و بعلاوه مقدار آنها برخلاف منگنز عموماً در خاکها زیاد است (۹). این شرایط همراه با مقدار کم ماده آلی تجزیه پذیر باعث می‌شود که سیستم خاک از نظر پارامتر رداکس یا پتانسیل اکسایش و کاهش حالت بافری پیدا

آلی با روش اکسایش سرد (۱۲) و ظرفیت تبادل کاتیونی با روش استات سدیم یک نرمال در $pH = 8/2$ (۲۰) انجام شد. ازت نیتراتی با استفاده از روش هضم (۸). منگنزه سهولت کاهش یابنده توسط استات آمونیوم یک نرمال (۳) و آهن بی شکل با استفاده از اگزالات آمونیوم (۲) عصاره گیری و بوسیله دستگاه جذب اتمی تعیین گردیدند (۱).

مانداب کردن نمونه‌های خاک در سطلهای پلاستیکی درب دار با گنجایش حدود ۱۵ کیلوگرم خاک انجام گرفت. در کف هر سطل ۵۰۰ گرم شن درشت شسته شده با آب مقطر و اسیدکلریدریک رقیق ریخته شد. شش کیلوگرم خاک خشک شده در هوا به هر سطل اضافه و سپس به آرامی ۵ لیتر آب مقطر به آن افزوده شد بطوریکه ارتفاع آب روی خاک به 5 ± 1 سانتیمتر رسید. با گذاردن علامت بر روی سطلهای ارتفاع آب بر روی خاک هر سطل و در طول آزمایش با اضافه کردن آب مقطر ثابت نگهداشته شد. برای جلوگیری از تبخیر درب سطلهای گذاشته شد و جهت ایجاد تبادل گازی بین خاک و اتمسفر در درب هر سطل یک سوراخ به قطر تقریبی یک سانتیمتر ایجاد گردید. سطلهای در گلخانه با میانگین دمای 30 ± 5 درجه سانتیگراد نگهداری شدند.

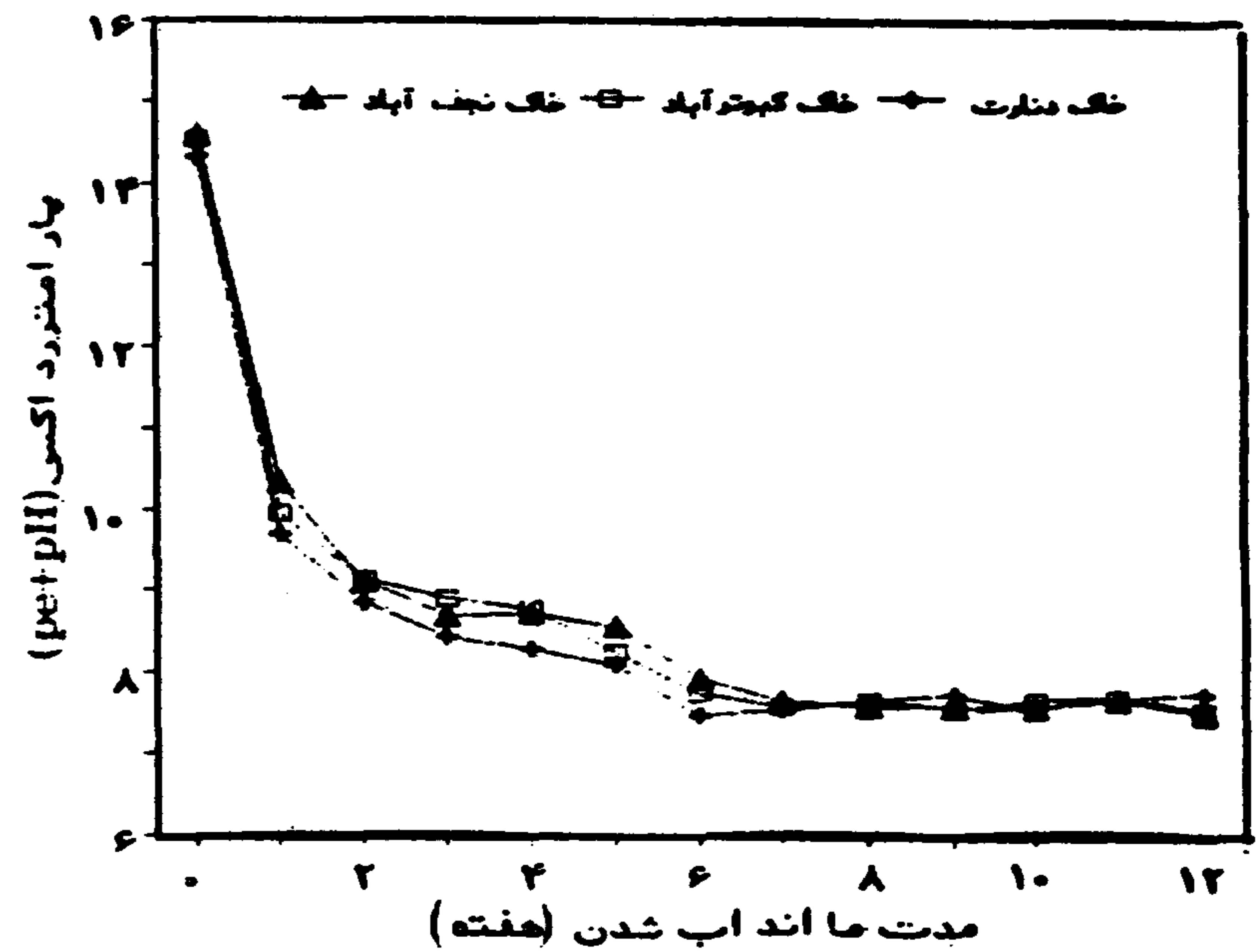
آزمایش مانداب کردن خاک بر روی سه نمونه خاک ویلاشهر، کبوترآباد و دنارت با پنج تیمار مدت ماندابی (صفر، یک، دو، چهار و شش ماه) و سه تکرار (جمعاً ۴۵ سطل) در یک طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام گرفت. در فواصل زمانی هر هفته یکبار پ - هاش و پتانسیل اکسایش و کاهش سوسپانسیون آب و خاک در عمق ۵ سانتیمتری خاک سطلهای مستقیماً بوسیله یک الکتروود شیشه‌ای و یک الکتروود پلاتینی بار فرانس الکتروود کالومل، اندازه گیری شد (۱۱). هر دو هفته یکبار با استفاده از یک پیست مقداری از سوسپانسیون از عمق ۱۰ سانتیمتری برداشت و پس از سانتریفیوژ کردن، آهن و منگنز محلول در NH_4HCO_3 - DTPA (۱۴) عصاره گیری و غلظت آنها بوسیله دستگاه جذب اتمی (مدل ۳۰۳۰ پرکین المر) اندازه گیری شد (۱).

پس از پایان دوره مانداب کردن در هر تیمار، آب سطلهای آن تیمار بوسیله ایجاد سوراخی در قسمت پائین سطل تخلیه و نمونه‌های خاک در هوا خشک شدند. در فواصل زمانی یک هفته، دو ماه و شش ماه پس از زهکشی، مقدار آهن و منگنز قابل جذب نمونه‌های

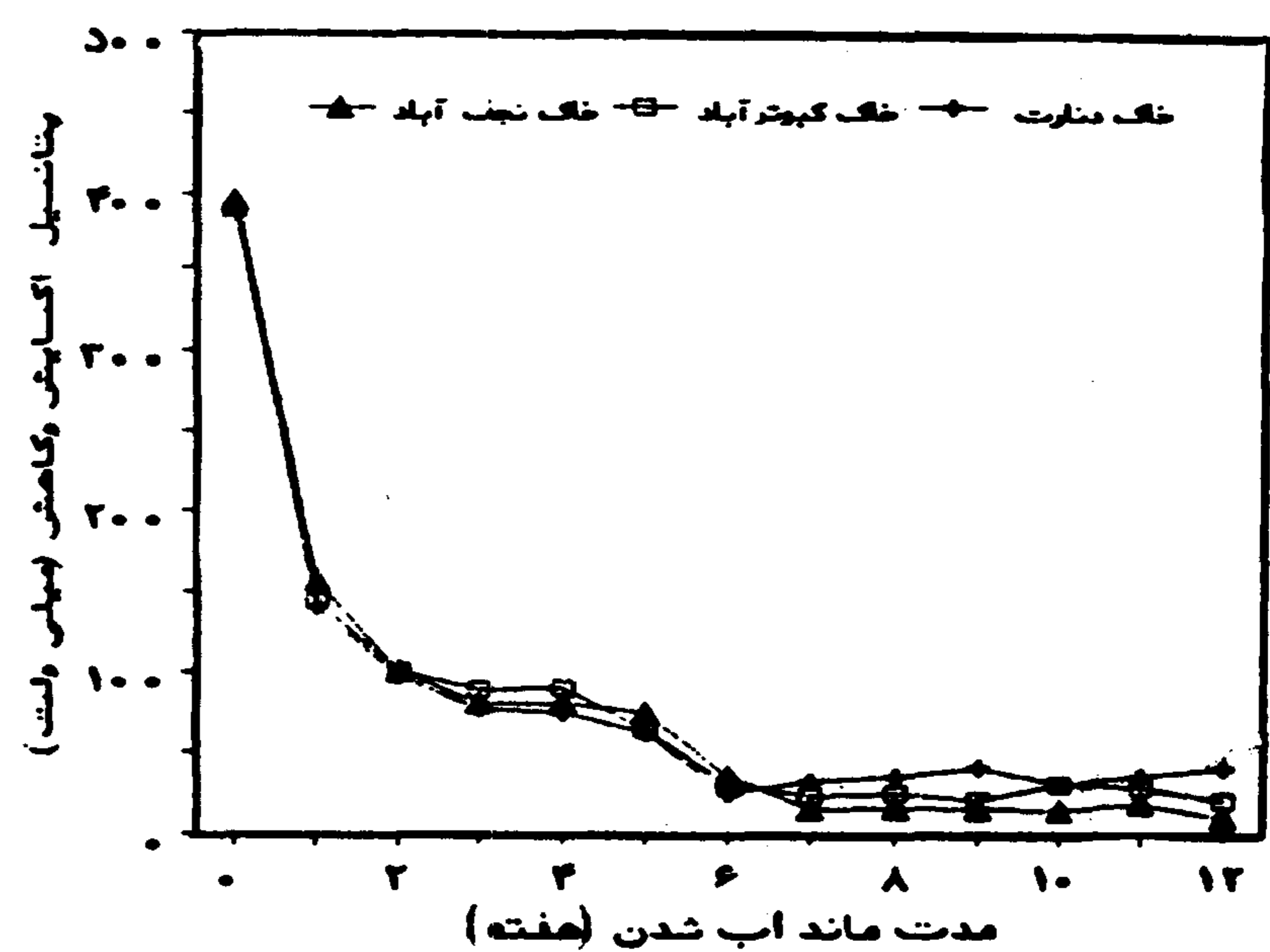
نموده و کاهش آنها بکندی انجام گیرد. افزایش غلظت آهن قابل جذب بین هفته اول تا هشتم (شکل ۴) مؤید نظریه فوق است که کاهش آهن سه ظرفیتی در این مدت ادامه داشته و باعث افزایش غلظت آهن دو ظرفیتی و در نتیجه آهن قابل جذب خاک شده است. در همین فاصله (هفته دوم تا هشتم) مقدار منگنز قابل جذب خاک با نوسانات مختصری در حدود ۷۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک ثابت مانده (شکل ۵) که نشان دهنده تخلیه خاک از منگنز سریعاً کاهنده و مربوط بودن مرحله دوم به کاهش ترکیبات آهن سه ظرفیتی است.

مرحله سوم پارامتر رداکس و پتانسیل اکسایش و کاهش نشان دهنده به تعادل رسیدن سیستم می باشد. در این مرحله (هفته هفتم به بعد) مقدار الکترون آزاد شده و مصرف شده برابر است و در نتیجه تغییری در پارامتر رداکس و پتانسیل اکسایش و کاهش ایجاد نمی شود. در این مرحله کاهش ترکیباتی مانند کتوتیت^۱ (FeOOH) و هماتیت^۲ (Fe₂O₃) با حلالیت بسیار کم با کندی امکان پذیر می باشد. پوناپر و ما (۱۸) گزارش می کند که وقتی یک خاک هوازی مانداب شود، پتانسیل اکسایش و کاهش در چند روز اول کاهش و به حداقل می رسد، سپس افزایش و پس از رسیدن به حداکثر مجدداً کاهش می باشد و بعد از ۸-۱۲ هفته به مقدار ثابتی می رسد. البته سرعت و مقدار کاهش پتانسیل اکسایش و کاهش بستگی به نوع و مقدار ماده آلی، طبیعت و مقدار گیرندگان الکترون و دما دارد. راسل (۲۱) گزارش کرده است که در خاکهای با ماده آلی کم پتانسیل اکسایش و کاهش ممکن است تا چند ماه پس از مانداب شدن مثبت باقی بماند.

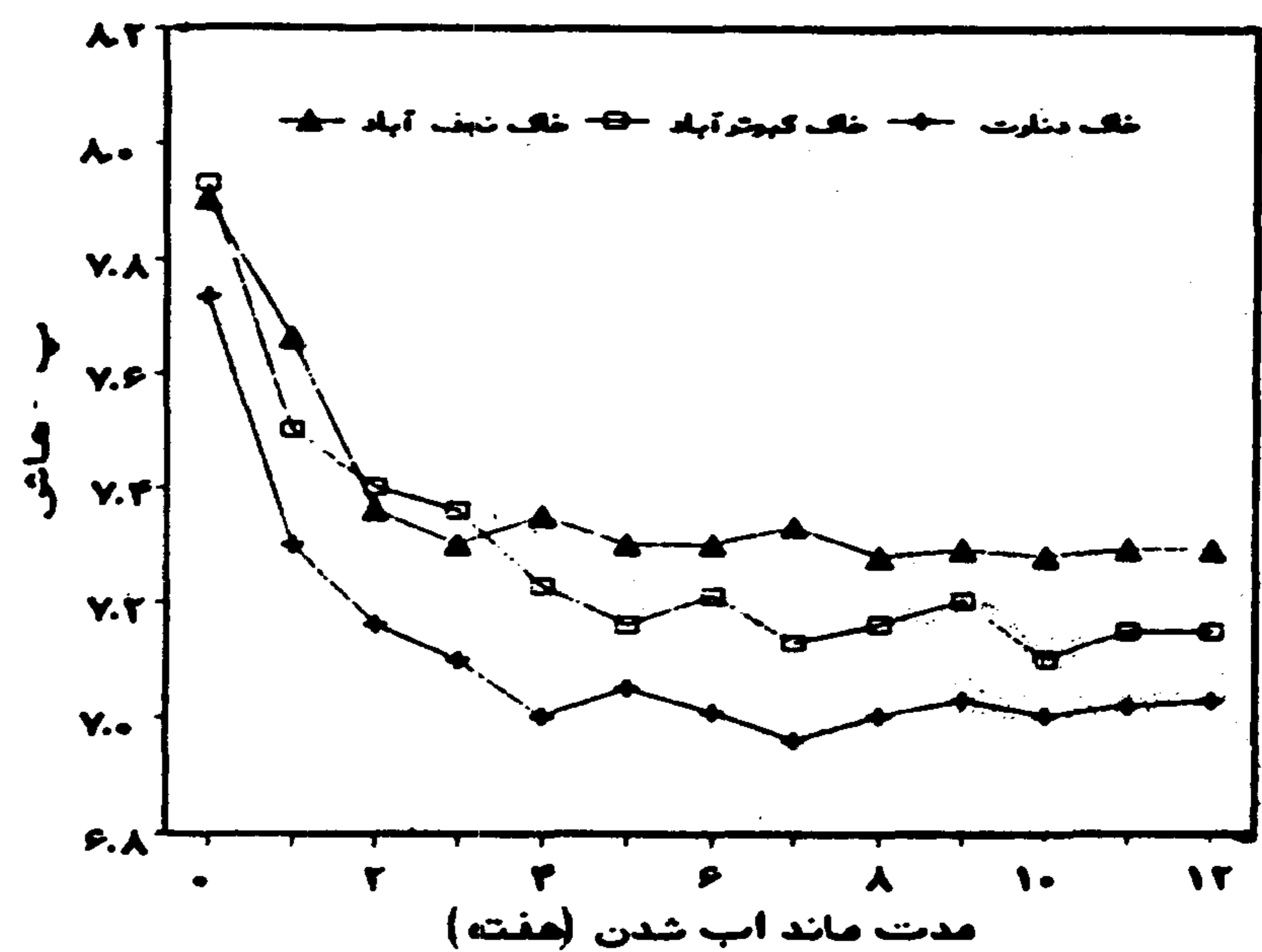
تغییرات پ - هاش سه خاک در اثر مانداب شدن در شکل ۳ نشان داده شده است. پ - هاش اولیه هر سه خاک بین ۷/۷ تا ۷/۹ بود که پس از مانداب شدن ابتدا به سرعت و در طی دو هفته حدود ۰/۶ واحد کاهش یافته است و سپس سرعت کاهش کم شده ولی تا چهار تا پنج هفته پس از شروع مانداب شدن همچنان ادامه می یابد. پس از این مدت، پ - هاش هر خاک با نوسانات مختصری تقریباً ثابت باقی می ماند. هماهنگی تغییرات پ - هاش در خاکهای آهنکی پس از غرقاب شدن بدلیل افزایش فشار جزء گاز کربنیک در اثر اکسایش ماده آلی و محدود شدن سرعت انتشار گازها از طریق آب می باشد (۲۲). توقف کاهش پ - هاش پس از چند هفته نشانگر



شکل ۱. اثر مانداب شدن بر پارامتر رداکس سه خاک



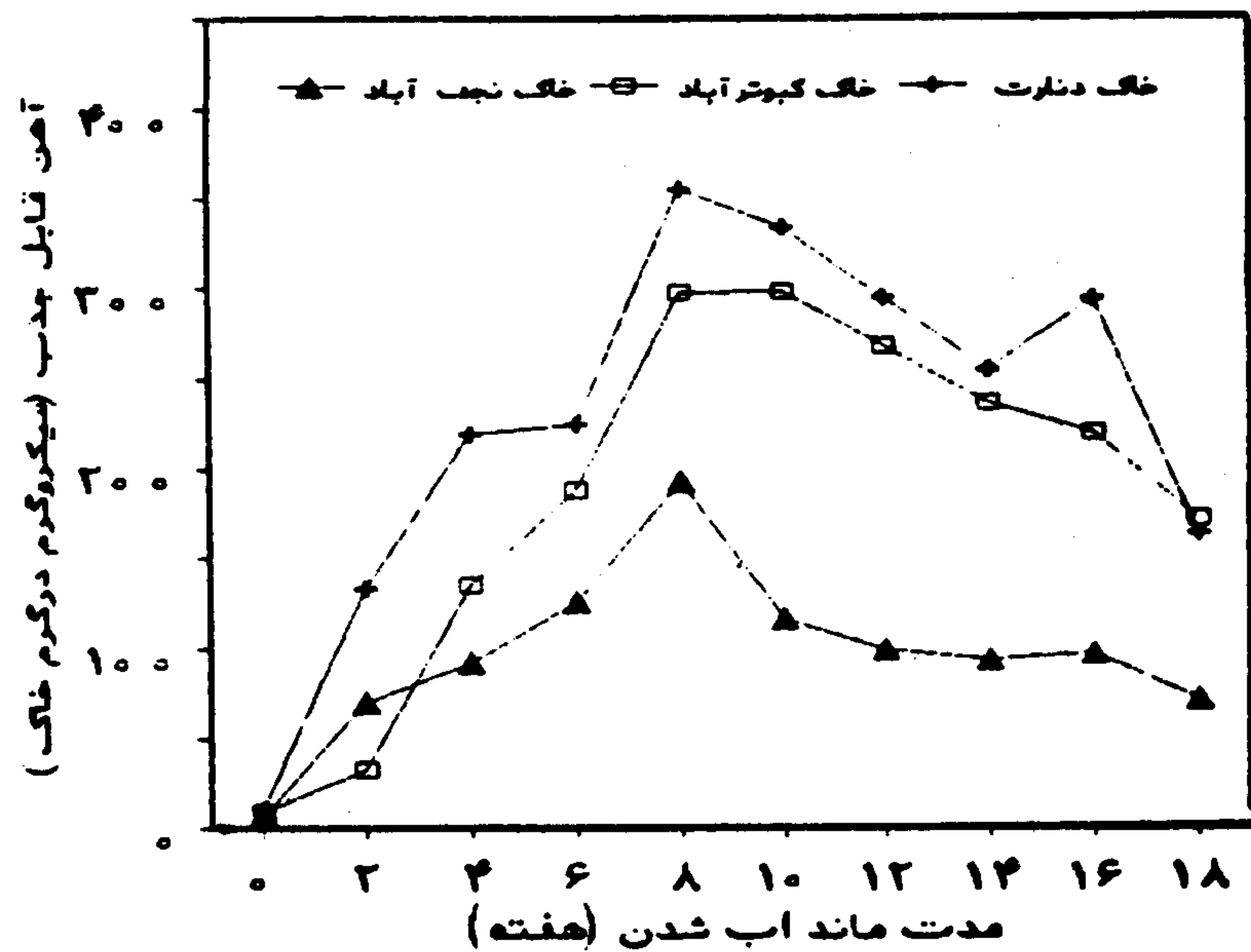
شکل ۲. اثر مانداب شدن بر پتانسیل اکسایش و کاهش سه خاک



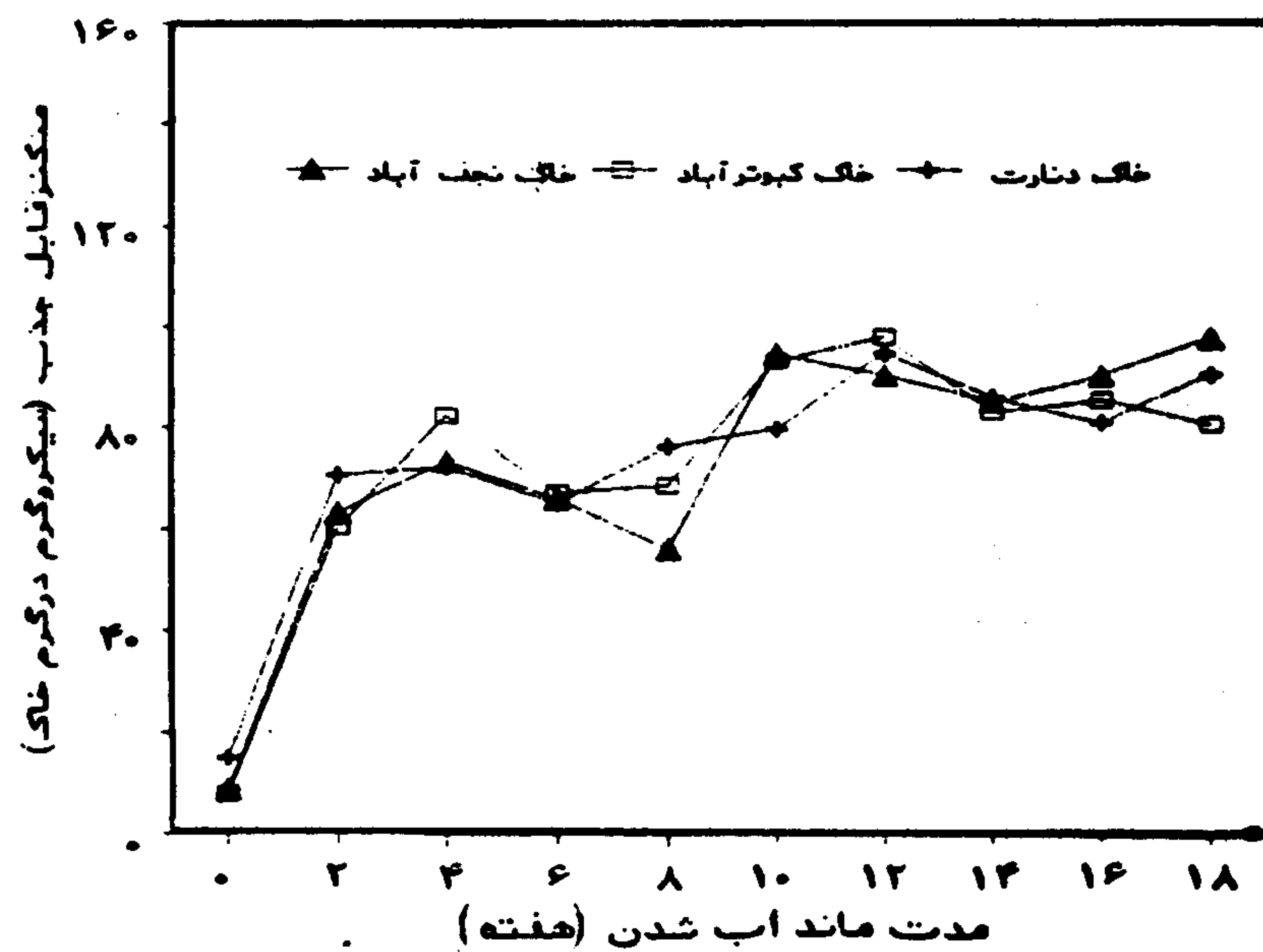
شکل ۳. اثر مانداب شدن بر پ - هاش سه خاک

ترتیب در شکلهای ۴ و ۵ نشان داده شده است. در آغاز مانداب شدن آهن قابل جذب در هر سه خاک کمتر از ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم می باشد. با شروع مانداب شدن آهن قابل جذب ابتدا در هر سه خاک تا هفته هشتم افزایش می یابد و سپس با شیب ملایم تا هفته هفدهم کاهش می یابد. بیشترین افزایش مربوط به خاک دنارت با ۲/۲ درصد ماده آلی و کمترین آن مربوط به خاک نجف آباد با ۰/۸ درصد ماده آلی است (جدول ۱). ماده آلی بیشتر خاک باعث افزایش مقدار الکترون آزاد شده و در نتیجه افزایش مقدار گیرنده الکترون یعنی کاهش مقدار بیشتری از آهن سه ظرفیتی به آهن دو ظرفیتی و نهایتاً افزایش حلالیت آهن کل و آهن قابل جذب خاک خواهد شد. (۲۴ و ۲۷).

مقایسه شکلهای شماره ۱، ۲ و ۴ نشان می دهد که افزایش مقدار آهن قابل جذب خاکها با کاهش پارامتر رداکس و پتانسیل اکسایش و کاهش مربوط بوده و تا هفته هفتم یا هشتم ادامه می یابد. همزمان با متوقف شدن روند کاهش پارامتر رداکس و پتانسیل اکسایش و کاهش در خاکها، مقدار آهن قابل جذب نیز شروع به کاهش می کند. این کاهش ممکن است بدلیل رسوب کانی حاوی آهن دو ظرفیتی در خاک باشد (۹ و ۲۴). با ایجاد شرایط احیائی در خاک فعالیت آهن دو ظرفیتی و بدنبال آن آهن قابل جذب افزایش می یابد تا اینکه فعالیت آهن دو ظرفیتی به حدی می رسد که در پارامتر رداکس موجود در خاک یک کانی احیائی آهن مانند مگنتیت^۱ (Fe_3O_4) می تواند رسوب کند. چون سیستم خاک قبل از رسوب این کانی می تواند نسبت به آهن دو ظرفیتی فوق اشباع باشد، بنابراین رسوب کانی کاهیده می تواند باعث کاهش فعالیت آهن دو ظرفیتی و مقدار آهن قابل جذب خاک شود (۲۶ و ۲۷). کاهش مقدار آهن قابل جذب پس از هفته هشتم، همچنین ممکن است در نتیجه جذب اختصاصی آهن بر روی فاز تبدلی خاکها باشد که در اینصورت مقداری از منگنز تبدلی را آزاد می نماید. نیان رن^۲ (۲۶) گزارش کرده است که مهمترین تغییر شیمیائی به دنبال مانداب شدن خاک، احیاء آهن است. مقدار منگنز قابل جذب در هر سه خاک در شروع مانداب شدن از ۸ میلی گرم در کیلوگرم کمتر است (شکل ۵). در طی دومین هفته مانداب شدن، منگنز قابل جذب همزمان در هر سه خاک شدت افزایش یافته و به حدود ۷۰ میلی گرم در کیلوگرم می رسد. از هفته



شکل ۴. اثر مانداب شدن بر آهن قابل جذب سه خاک
شکل ۲. اثر مانداب شدن بر آهن قابل جذب سه خاک



شکل ۵. اثر مانداب شدن بر منگنز قابل جذب سه خاک

کاهش شدید یا توقف اکسایش ماده آلی و در نتیجه ثابت ماندن فشار جزء گاز کربنیک است.

برخلاف پارامتر رداکس و اکسایش و کاهش که در تغییرات آنها اختلاف محوس بین خاکها مشاهده نمی شود (شکلهای ۱ و ۲). بین پ - هاش نهائی خاکها اختلاف قابل ملاحظه ای دیده می شود (شکل ۳) که بخشی از آن به علت اختلاف پ - هاش اولیه خاکها و بخش دیگر آن احتمالاً بدلیل اختلاف در مقدار ماده آلی و قدرت بافری خاکها می باشد. پوناپیر و غا (۱۸) گزارش کرده است که فشار گاز کربنیک خاکها یک تا سه هفته بعد از مانداب شدن به ۰/۲-۰/۸ اتمسفر می رسد و سپس به ۰/۵-۰/۲ اتمسفر کاهش می یابد.

اثر مانداب شدن بر مقدار آهن و منگنز قابل جذب سه خاک به

دوم تا هشتم مقدار منگنز خاکها با نوسانات مختصری کم و بیش ثابت باقی می ماند و سپس بین هفته هشتم تا دهم مجدداً کمی افزایش یافته و آنگاه تا پایان آزمایش با تغییرات مختصری ثابت می ماند. تغییرات مقدار منگنز قابل جذب با تغییرات پارامتر رداکس و پتانسیل اکسایش و کاهش (شکل‌های ۱ و ۲) هماهنگی کامل دارد و دلایل ارائه شده در مورد علت کاهش شدید پارامتر رداکس و پتانسیل اکسایش و کاهش در طی هفته اول و دوم مانداب شدن را بخوبی روشن می نماید. چون حلالیت کانیهای دوظرفیتی منگنز بیشتر از ماگنتیت است و بعلاوه افزایش غلظت منگنز، هرچند سریعتر بوده ولی در مقایسه با آهن کمتر است (مقایسه شکل‌های ۴ و ۵) بنابراین رسوب منگنز بصورت یک کانی کاهیدگی و کاهش غلظت منگنز دو ظرفیتی در محلول خاک (نظیر آنچه که در مورد آهن دوظرفیتی ذکر شد) غیرمحمول بنظر می رسد.

تغییرات مقدار آهن و منگنز قابل جذب خاکها پس از زهکشی در جدول ۲ نشان داده شده است. در هر سه خاک مانداب شدن باعث افزایش معنی دار مقدار آهن قابل جذب پس از زهکشی شده و این وضعیت در هر سه زمان نمونه برداری (یک هفته دو ماه و شش ماه) صادق می باشد. اگرچه گذشت زمان پس از زهکشی (تا شش ماه) اثری بر مقدار آهن قابل جذب نداشته است، ولی مدت زمان مانداب بودن خاکها قبل از زهکشی اثر مستقیم و معنی داری بر مقدار آهن قابل جذب پس از زهکشی داشته است. دلیل این امر احتمالاً کاهیدگی مقدار بیشتری از ترکیبات سه ظرفیتی آهن می باشد. عدم کاهش مقدار آهن قابل جذب در طول شش ماه پس از زهکشی، نشان دهنده کندی زیاد اکسیداسیون ترکیبات کاهیده آهن و خشک بودن خاکها می باشد (۲۵).

مقدار آهن قابل جذب پس از زهکشی و در یک تیمار ماندابی در سه خاک نیز متفاوت است. این مقدار در خاک دنارت حداکثر و در خاک نجف آباد حداقل می باشد (جدول ۲) که معلول مقدار آهن قابل جذب قبل از زهکشی (شکل ۴) و مقدار ماده آلی خاک (جدول ۱) می باشد. بدین ترتیب مقدار آهن قابل جذب خاک پس از اتمام دوره ماندابی به مدت مانداب بودن و نوع خاک بستگی دارد و با مدت زمان پس از زهکشی خاک (تا شش ماه) ارتباطی ندارد. این نتایج نشان می دهد که خاک شالیزارها مدت‌ها پس از زهکشی و برداشت برنج دارای آهن قابل جذب بالا بوده و گیاهانی که در تناوب

با برنج قرار دارند احتمالاً دچار کمبود آهن نمی شوند. بدنبال بوجود آمدن شرایط کاهیدگی در خاک ترکیبات مانگانیک بسرعت کاهش و به ترکیبات مانگانوس تبدیل می شوند. مانداب شدن هر سه خاک باعث افزایش معنی دار مقدار منگنز قابل جذب پس از زهکشی در کلیه تیمارهای ماندابی و در هر سه تاریخ نمونه برداری گردیده است بطوریکه یک هفته پس از زهکشی، مقدار منگنز قابل جذب هر سه خاک و در کلیه تیمارهای ماندابی بالا بوده و برخلاف آهن، بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری وجود ندارد. مقدار منگنز قابل جذب خاک دو ماه پس از زهکشی و در کلیه تیمارهای ماندابی کاهش معنی داری را نشان می دهد ولی کاهش آن در فاصله بین دو تا شش ماه معنی دار نیست. در این مورد نیز وضعیت منگنز عکس آهن است. بدین معنی که عنصر منگنز بر خلاف عنصر آهن با به وجود آمدن شرایط ماندابی به سرعت کاهش و پس از خاتمه وضعیت کاهیدگی و حتی در شرایطی که خاک خشک می باشد، به سرعت اکسیده می شود. اگر چه مقدار منگنز قابل جذب دو ماه پس از زهکشی در کلیه تیمارهای ماندابی (نسبت به یک هفته پس از زهکشی) کاهش قابل ملاحظه ای داشته ولی همچنان نسبت به شاهد بطور معنی داری بیشتر است. بنابر این می تواند نیاز گیاهانی را که بعد از برنج کشت می شوند، به این عنصر تأمین نماید.

نتیجه گیری

- ۱- مانداب کردن خاکهای آهنکی باعث کاهش پ - هاش خاک می شود که مقدار این کاهش به مقدار ماده آلی خاک بستگی دارد.
- ۲- مانداب کردن خاکهای آهنکی با مواد آلی کم، حتی به مدت شش ماه نمیتواند پتانسیل اکسایش و کاهش خاک را به مقدار منفی برساند، بنابر این در این خاکها احتمالاً "مسئله کاهش سولفات و تشکیل سولفید آهن و گاز SH_2 که برای برنج سمی است وجود ندارد.
- ۳- مانداب کردن خاک به مدت فقط یک هفته، مقدار منگنز قابل جذب خاک را سریعاً افزایش می دهد که در اوایل دوره رشد برنج و قبل از کاهیدگی مقدار کافی آهن ممکن است، به سبب اثرات ناهمسازی بین آهن و منگنز، کمبود آهن در گیاه ایجاد نماید.
- ۴- سرعت کاهش و اکسید شدن منگنز در خاک زیاد و از آن آهن کم است. بنابر این منگنز در مقایسه با آهن در خاک سریعتر احیاء و بهمان نسبت سریعتر اکسید می شود.

جدول ۱. بعضی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

محل نمونه برداری	مگنزیسهولت کاهش یافته**	آهن بی شکل**	ازت نیتراتی	ظرفیت تبادل کاتیونی	کربنات کلسیم معادل	EC	pH	ماده آلی	بافت خاک
	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	Cmol/Kg	%	dS/m		%	
نخف آباد	۶۱	۷۳۰	۲۶	۸/۵	۲۴/۵	۲/۷	۷/۷	۰/۸	L
کیوتز آباد	۳۷	۹۱۳	۳۲	۱۲/۰	۲۶/۵	۱/۰	۷/۸	۱/۶	SiCL
دنارت	۵۲	۹۰۶	۲۶	۱۲/۵	۳۱/۵	۱/۰	۷/۷	۲/۲	CL

easil** amorphous Fe * easily reducible Mn

جدول ۲. اثر تیمارهای ماندابی بر مقدار آهن و منگنز قابل جذب (میکروگرم بر گرم خاک) پس از زهکشی

زمان پس از زهکشی	خاک نخف آباد						خاک کیوتز آباد						خاک دنارت					
	یک هفته		دوماه		شش ماه		یک هفته		دوماه		شش ماه		یک هفته		دوماه		شش ماه	
تیمارهای ماندابی	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn	Fe	Mn
شاهد بدون مانداب شدن	۷/۶b	۷/۵d*	۲/۷b	۲/۹b	۲/۷d	۲/۸b	۸/۰d	۵/۵b	۵/۸d	۵/۲b	۵/۰d	۵/۲b	۵/۰d	۸/۶b	۹/۰d	۵/۲b	۵/۲b	۵/۲b
یک ماه مانداب شدن	۵۸/۰a	۱۹/۶c	۱۸/۷a	۱۲/۹a	۱۹/۰c	۲۰/۸a	۲۲/۸c	۷/۹b	۲۳/۰c	۹/۸a	۲۴/۵c	۲۴/۵c	۲۴/۵c	۶۰/۰a	۲۱/۴c	۹/۵a	۹/۵a	۹/۵a
دوماه مانداب شدن	۵۸/۲a	۳۰/۰b	۱۷/۵a	۱۶/۰a	۳۲/۰b	۲۵/۶a	۲۵/۰b	۱۲/۰a	۲۶/۵b	۱۲/۰a	۵۰/۰b	۵۰/۰b	۵۰/۰b	۶۰/۲a	۶۴/۰b	۱۱/۵a	۱۱/۵a	۱۱/۵a
چهار ماه مانداب شدن	۶۰/۰a	۳۳/۰b	۱۶/۶a	۱۶/۴a	۳۲/۰b	۲۷/۸a	۶۳/۰a	۹/۵a	۶۶/۰a	۱۰/۰a	۷۲/۰a	۷۲/۰a	۷۲/۰a	۸۱/۰a	۸۱/۰a	۱۲/۰a	۱۲/۰a	۱۲/۰a
شش مانداب شدن	۶۳/۰a	۲۲/۰a	۱۳/۶a	۱۷/۴a	۲۹/۲a	۵۲/۵a	۶۵/۰a	۹/۹a	۶۵/۰a	۱۱/۰a	۶۹/۰a	۶۹/۰a	۶۹/۰a	۸۷/۰a	۸۷/۰a	۱۳/۰a	۱۳/۰a	۱۳/۰a

* میانگینها در هر ستون برای هر خاک توسط آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شده اند.

REFERENCES

- 1- Baker, D.E., & N. H.Suhr. 1990. Atomic absorption and flame emission spectrometry. P.13-29. *in* A.L page et. al. (ed). Methods of soil analysis. part 2., 2nd ed. Agron. Monogr., 9. ASA, Madison, WI.
- 2- Chao, T.T., & L. Zhou. 1983. Extraction techniques for selective dissolution for amorphous iron oxide from soil and sediment. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47:225-232.
- 3- Gambrel, R.P., & W.H. Patrick, Jr. 1990 Manganese. P.313-323. *in* A.L. page et al. (ed). Methods of soil analysis. part 2., 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA, Madison, WI.
- 4- Gee, G.W., & J.W. Bauder. 1990. Particle size analysis. P. 383-411. *in* A.L. Page et al. (ed) Methods of soil analysis. Part 1. 2nd ed., Agron. Monogr. 9., ASA, Madison, WI.
- 5- Gotoh, S., & W.H. Patrick, Jr. 1972. Transformation of manganese in a waterlogged soil as affected by redox potential and pH. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 39:738-742.
- 6- Gotoh, S., & W.H. Patrick, Jr. 1974. Transformation of iron in a waterlogged soil as affected by redox potential and pH. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 38:66-71.
- 7- Howeler, R.H., & D.R. Bouldin. 1971. The diffusion and consumption for oxygene in submerged soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35:202-208.
- 8- Keeney, D.R., & D.W. Nelson. 1990. Nitrogen, inorganic forms. P:643-699. *in* A.L. Page et al. (ed). Methods of soil analysis. part 2., 2nd ed. Agron. Monogr. 9.,ASA, Madison, WI.
- 9- Lindsay, W.L. 1979. Chemical equilibria in soils. Wiley-Interscience, New York.
- 10- Lindsay, W.L. & W.A. Norvell. 1987. Development of a DTPA Soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42:421-428.
- 11- Mueller, S.C., L.H. Stolzy., & G.W. Fick. 1985. Constructing and screening platinum micro-electrode for measuring soil redox potential. *Soil.Sci.* 139:558-560.
- 12- Nelson, D.w., & L.E. Sommers. 1990. Total carbon, organic carbon and organic matter. P. 539-577. *in* A.L. Page et al. (ed) Methods of soil analysis. part 2., 2nd ed.,Agron. Monogr. 9., ASA, Madison, WI.
- 13- Nelson, R.E. 1990. Carbonate & gypsum. P. 181-199. *in* A.L. Page et al. (ed) Methods of soil analysis. part 2., 2nd ed., Agron. Monogr. 9., Madison. WI.
- 14- Olsen, S.R., & L.E. Sommers. 1990. Phosphorus. P. 403-431. *in* A.L. page et al. (ed) Methods of soil analysis. part 2., 2nd ed., Agron. Monogr. 9., ASA, Madison, WI.
- 15- Pasricha, N.S., & F.N. Ponnampereuma. 1976. Influence of salt and alkali on ionic equilibria in submerged soil. *Soil Sci. Soc Am. Proc.* 40:374-376.
- 16- Patrick, W.H. Jr., & I.C. Mahapatra. 1968. Transformation and availability to rice of nitrogen & phosphorus in waterlogged soils. *Adv. Agron.* 20:323-359.

- 17- Patrick, W.H. Jr., & R.E. Henderson, 1980. Reduction and reoxidation cycles of manganese and iron in flooded soil and in water solution. *Soil Sci. Soc. Am.J.* 45:855-859.
- 18- Ponnampereuma, F.N. 1972. The chemistry of submerged soils. *Adv. Agron.* 24:29-96.
- 19- Ponnampereuma, F.N. 1981. Some aspects of the physicochemical chemistry of paddy soils p:59-94. *in* Proceeding of the Symposium on Paddy Soils. Science, Beijing.
- 20- Rhodes, J.r. 1990. Cation exchange capacity. p. 149-159. *in* A.L. Page et al. (ed) *Methods of soil analysis. Part 2., Agron. Monogr. 9., ASA, Madison WI.*
- 21- Russels, E.W. 1988. *Soil Condition and Plant Growth.* 12th ed. Wiley and Sons. New York.
- 22- Sajwan, K.S., & W.L. Lindsay. 1986. Effect of redox on zinc deficiency in paddy rice. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:1264-1269.
- 23- Schwab, A.P., & W.L. Lindsay. 1983. Effect of redox on the solubility and availability of manganese. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 74:217-220.
- 24- Schwab, A.P., & W.L. Lindsay. 1983. Effect of redox on the solubility and availability of iron. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 47: 201-205.
- 25- Schwertman, U. 1988. Occurrence and formation of iron oxides in various pedo-environment. p:267-308. *in* Iron in soils and clay minerals. Nato. Asi. Series.c. 127.D. Reidel. publ. CO Boston.
- 26- Tian-ren Yu. 1983. Physicochemical equilibria of redox systems in paddy Soils. *Soil Sci.* 135:26-30.
- 27- Tian-ren Yu.1981. Physicochemical equilibria of redox systems.p:95-105.*in* Proceeding of the symposium on paddy Soils. Science, Beijing.

Effect of Temporary Waterlogging on Some Chemical Properties of Three Calcareous Soils

M. KALBASI AND A.R. HOSSEINPOUR

**Associate Professor and Ph.D. Student , respectively Department of
soil Science , Isfahan University of Technology ,Isfahan ,Iran.**

Accepted 22 April 1997

SUMMARY

Effect of temporary waterlogging on redox potential, pH and available Fe and Mn as well as their changes after drainage was studied in three calcareous soils of Isfahan region. Soil samples were waterlogged in plastic containers for 0, 1, 2, 4 & 6 months. Redox potential, pH and available Fe and Mn were measured both during the waterlogging period and after drainage in three time intervals. Redox ($pe + pH$) and oxidation-reduction potential (Eh) changed non-linearly in three stages during the waterlogging period. A sharp decrease in the first stage, a slow decrease in second stage followed by no change in the third stage. Oxidation-reduction potential decreased 370 mV during these three stages. The pH decreased, the decrease being sharp initially (0.6 unit in 2 weeks) and then slowly up to 4 or 5 weeks after waterlogging. Available Fe content in three soils increased with different slopes for 8 weeks, and then decreased slowly. Available Mn, increased sharply at the initial stage of waterlogging and then remained almost unchanged with minor fluctuations. After the soils were drained, available Fe remained significantly higher as compared to the control however, its magnitude was related to the duration of waterlogging and type of soil, but was independent of the incubation period. Furthermore, available Mn was higher in all three soils as compared to the control but decreased substantially during the first 2 months after drainage. Waterlogging resulted in a decrease in redox potential and pH and simultaneous increase in available Fe and Mn. Drainage of waterlogged soils sharply decreased available Mn, but available Fe declined very slowly.