



## بررسی ویژگی‌های متأثر از تغییر کاربری شالیزار به کیوی کاری در برخی خاک‌های شهرستان تنکابن، شمال ایران

\*علیرضا راهب<sup>۱</sup> و احمد حیدری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه تهران، آستادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه تهران  
تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۱۷

### چکیده

تغییر کاربری بخشی از شالیزارهای شمال کشور به باغ‌های کیوی برای جبران خسارات ناشی از بازار نابه‌سامان برنج یکی از شایع‌ترین مشکلات کشاورزی در استان مازندران و گیلان می‌باشد. با توجه به اقتصادی نبودن کشت برنج در این مناطق، تبدیل شالیزارها به باغ‌های کیوی اجتناب‌ناپذیر بوده و موجب تغییراتی در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، کانی‌شناسی و میکرومورفولوژیکی این خاک‌ها می‌شود. به این منظور در ایستگاه تحقیقات برنج کشور (غرب شهرستان تنکابن) تعداد ۷ خاک‌رخ حفر و تشریح و خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کانی‌شناسی و میکرومورفولوژیکی آن‌ها مطالعه شد. عوارضی مانند پوسیده شدن ریشه‌ها در نتیجه نداشتن زه‌کشی مناسب، کلروز شدید و کاهش عملکرد محصول درختان کیوی از مهم‌ترین نتایج سوء تغییر نادرست کاربری می‌باشد. نتایج نشان داد که مقدار آهن و منگنز قابل استفاده در خاک‌های شالیزاری بیش‌تر و مقدار پتاسیم و فسفر کم‌تر از خاک‌های زیر کشت کیوی است که از دلایل عمده آن می‌توان به وجود شرایط کاهشی در خاک و تفاوت در مدیریت اراضی در دو کاربری اشاره نمود. نتایج کانی‌شناسی گویای غالبیت اسمکتایت در خاک‌های شالیزاری با زه‌کشی ضعیف بود. در حالی‌که در باغ‌های کیوی به دلیل بهبود وضعیت زه‌کشی از مقدار اسمکتایت کاسته و مقدار ورمی‌کولایت افزوده شده است، زیرا در این شرایط آب‌شویی ذرات ریز اسمکتایت به اعماق سبب بر جای ماندن ورمی‌کولایت می‌گردد. نتایج میکرومورفولوژیکی نیز گویای تخلخل بیش‌تر در خاک باغ‌های کیوی و وجود اشکال تکامل‌یافته‌تر ترکیبات آهن در نتیجه اشباع نشدن از سطح و فعالیت بیش‌تر ریزموجودات می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** اشباع، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کانی‌شناسی، غیرشالیزاری، میکرومورفولوژی، تغییر کاربری

\* مسئول مکاتبه: [araheb@ut.ac.ir](mailto:araheb@ut.ac.ir)

## مقدمه

افزایش تولید در واحد سطح و استفاده صحیح از اراضی، یکی از راه‌های تأمین غذا برای جمعیت عظیم انسانی می‌باشد (سینگ و همکاران، ۲۰۰۱). ایجاد الگوی مناسب کاشت جزء با اتکاء به شناخت استعداد اراضی، توجه به شرایط اقتصادی- اجتماعی و جامع‌نگری دقیق میسر نخواهد بود (انسول و همکاران، ۲۰۰۳). استان مازندران دارای ۲۴۰ هزار هکتار اراضی شالیزاری بوده که سالانه حدود ۹۰۰ هزار تن برنج، معادل ۴۴ درصد نیاز برنج کشور را تولید می‌کند (آمارنامه کشاورزی، ۲۰۰۹). در سال‌های اخیر مشکلات موجود در بخش کشاورزی، به‌ویژه در استان‌های شمالی کشور، کشاورزان برنج‌کار را بر آن داشته که به‌جای کشت محصول برنج، مزارع خود را به زیر کشت کیوی ببرند؛ به‌طوری‌که طی چند سال گذشته این روند سیر صعودی داشته است. تغییر غیراصولی کاربری اراضی و پوشش زمین به‌خصوص در کشورهای کم‌تر توسعه‌یافته باعث تشدید تخریب اراضی خواهد شد (هادسون و آلکانتارا، ۲۰۰۶). کانی‌های رسی و تحول آن‌ها در کنار پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌تواند شاهد مناسبی برای تخریب اراضی به‌حساب آید (عجمی و خرمالی، ۲۰۰۹). شناسایی کمی، کیفی و ترکیب ساختمانی کانی‌های رسی اطلاعات ارزش‌مندی از وضعیت جذب، تثبیت و رهاسازی کاتیون‌ها در اختیار قرار می‌دهد (ترابی و همکاران، ۲۰۰۱) و یکی از مهم‌ترین روش‌های تعیین توانایی ذاتی خاک است (حسن‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۷). از طرف دیگر دانش میکرومورفولوژی یا شناخت میکروسکوپی خاک در کنار مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی قادر است بسیاری از مشکلات پیچیده تشکیل و طبقه‌بندی خاک را پاسخ‌گو باشد (بولاک و همکاران، ۱۹۸۵). به همین دلیل شناسایی و بررسی تغییرات اجزاء تشکیل‌دهنده خاک مهم‌ترین راه‌گشای تعیین نیازهای فیزیکی، شیمیایی و مدیریتی بوده و در صورت نیاز اصلاح اراضی، دانش و آگاهی در این بخش ضروری است.

مطالعاتی در دنیا به‌منظور مقایسه و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کانی‌شناسی و میکرومورفولوژی خاک‌های شالیزار و غیرشالیزار انجام گرفته است (پینولی و پگلیایی، ۱۹۹۲؛ پراکونگپ و همکاران، ۲۰۰۷؛ زنگی و همکاران، ۱۹۹۴) اما غالباً شرایط مطالعات یاد شده با شرایط شالیزارهای ایران از نظر اقلیمی و مواد مادری متفاوت است. در ایران نیز عاکف (۲۰۰۳) تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکرومورفولوژی خاک جنگل‌های طبیعی تبدیل شده به شالیزارها در منطقه فومنات گیلان را مورد بررسی قرار داده است. اما تاکنون مقایسه‌ای بین خاک‌های شالیزاری و باغ‌های کیوی در ایران انجام نشده است.

تغییرات متناوب در شرایط رطوبتی خاک‌های شالیزار بر خلاف خاک‌های غیرشالیزار تأثیر به‌سزایی بر روی بازگشت مواد آلی خاک، دینامیک عناصر غذایی، نگه‌داشت کربن و حاصل‌خیزی خاک دارد (ویت و هافل، ۲۰۰۵). چنگ (۲۰۰۹) در مقایسه خصوصیات خاک‌های شالیزاری و غیرشالیزاری، بالاتر بودن آهن کل، درصد رس و مواد آلی و در مقابل منگنز کل کم‌تر در اراضی شالیزاری نسبت به غیرشالیزاری را گزارش نمود. رمضانپور (۱۹۹۰) در مطالعه خصوصیات فیزیکوشیمیایی شالیزارهای استان گیلان گزارش داد که مقدار آهن و منگنز قابل استفاده و فسفر در خاک‌های شالیزاری بیش‌تر و مقدار پتاسیم کم‌تر از خاک‌های غیرشالیزاری شاهد است. همچنین بهمنیار (۱۹۹۰) نیز بیان نمود که مقدار آهن قابل استفاده در خاک‌های شالیزاری بیش‌تر از غیرشالیزاری است ولی مقدار فسفر، پتاسیم و منگنز قابل استفاده در آن کم‌تر می‌باشد.

رمضانپور (۱۹۹۰) و ترابی‌گلسفیدی (۲۰۰۱) در مطالعه اراضی شالیزاری و غیرشالیزاری استان گیلان نشان دادند که نوع رس غالب و کانی‌شناسی در دو کاربری تفاوت چندانی نشان نمی‌دهد و بیش‌تر متأثر از مواد مادری است، البته شرایط نامساعد زه‌کشی بر کمیت و میزان نسبی کانی‌های رسی تأثیر دارد. غالبیت رس‌های اسمکتایت در شرایط نامساعد زه‌کشی و آب‌شویی ضعیف در شرایط غرقاب خاک‌های شالیزاری در مناطق مختلف جهان و ایران گزارش شده است (ترابی‌گلسفیدی، ۲۰۰۱؛ حسن‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۷؛ کیوما، ۱۹۸۵؛ حکیمیان، ۱۹۷۷). ترابی‌گلسفیدی (۲۰۰۱) در مطالعه اراضی شالیزاری استان گیلان گزارش داد که در شرایط نامساعد زه‌کشی در شرایط خاک‌های شالیزاری، اسمکتایت پایدارتر بوده ولی در شرایط مناسب‌تر زه‌کشی که خاک از وضعیت هوازی‌تری برخوردار است، کانی ورمی‌کولایت نسبت به اسمکتایت بیش‌تر است.

شرایط محیطی مانند کاربری از طریق تغییر در مقدار مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی می‌تواند بر مشخصه‌های میکرومورفولوژیک هم‌چون نوع حفرات، ساختمان میکروسکوپی، بی‌فابریک و فرم‌های پوشش رسی و آهن اثرگذارند (یورونگ و همکاران، ۲۰۰۸). وجود سخت‌دانه‌های آهن و منگنز با مرز مشخص و پوشش<sup>۱</sup> و پوشش‌های زیرسطحی<sup>۲</sup> آهن با مرز پخشیده به‌عنوان مهم‌ترین عارضه میکروسکوپی مشاهده شده در اراضی شالیزاری گزارش شده است (عاکف و همکاران، ۲۰۰۳؛ یورونگ و همکاران، ۲۰۰۸). عاکف (۲۰۰۳) در مطالعه خصوصیات میکرومورفولوژی اراضی شالیزاری و جنگل

1- Coating

2- Hypo-Coating

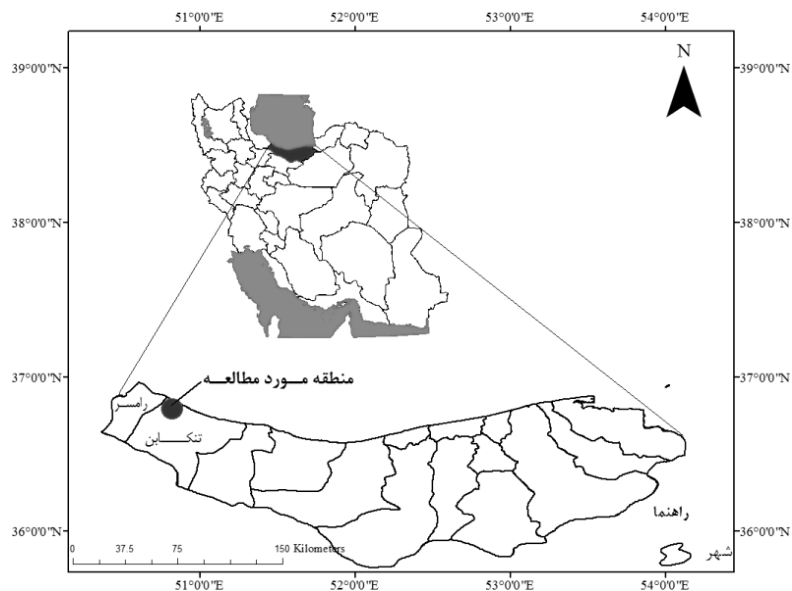
بیان نمود که ساختمان میکروسکوپی خاک جنگل تکامل یافته تر و از نوع مکعبی زاویه دار است، در صورتی که ساختمان خاک شالیزار مکعبی زاویه دار ضعیف تا توده ای است و به طور عمده از تکامل کمتری برخوردار می باشد.

در کشت برنج بر خلاف کیوی، خاک سطحی تا عمق مشخصی کاملاً تخریب می شود، به نحوی که ساختمان کاملاً از بین رفته و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی را تحت تأثیر قرار می دهد. تحت چنین شرایطی خصوصیات کانی شناسی و میکرومورفولوژیکی خاک هم احتمالاً دچار تغییرات شدیدی خواهند شد. این تغییرات در خصوصیات ذکر شده می تواند موجبات تغییرات عدیده ای در قابلیت استفاده از عناصر غذایی گردد. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه ویژگی های فیزیکوشیمیایی، کانی شناسی و میکرومورفولوژی خاک شالیزارهای برنج تبدیل شده به باغ های کیوی می باشد که سبب نابودی این محصول راه بردی در بخش وسیعی از سطح استان مازندران شده است.

## مواد و روش ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات برنج کشور (معاونت استان مازندران) در غرب شهرستان تنکابن در وسعتی بیش از ۱۰ هکتار و قدمتی بیش از ۳۰ سال انجام گردید (شکل ۱). باغ های کیوی نیز با قدمتی بیش از ۱۰ سال در مجاورت اراضی شالیزاری واقع می باشند. ارتفاع از سطح دریای آزاد ۲۰- متر، متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۵۳ میلی متر است و متوسط دمای سالیانه ۱۵/۸ درجه سانتی گراد می باشد. بر این اساس رژیم حرارتی خاک در منطقه مورد مطالعه ترمیک و رژیم رطوبتی یودیک تعیین گردید (نیوهای و بردانیر، ۱۹۹۶). برای انجام این مطالعه پس از بررسی نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی منطقه، تعداد ۷ خاک رخ (۵ خاک رخ در اراضی شالیزاری زیر کشت برنج و ۲ خاک رخ در اراضی غیرشالیزاری زیر کشت کیوی) انتخاب، حفر، تشریح و نمونه برداری شدند. برای انجام مطالعات فیزیکوشیمیایی، نمونه های مورد نظر پس از هوا خشک کردن، از الک ۲ میلی متری عبور داده شده و آزمایش های لازم از جمله بافت به روش هیدرومتر (کارتر و گرگوریچ، ۲۰۰۸)، pH (نسبت ۱:۵ خاک به آب)، هدایت الکتریکی (EC) عصاره اشباع، کرین آلی با استفاده از روش تیتراسیون (کارتر و گرگوریچ، ۲۰۰۸) و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) با استفاده از روش استات آمونیوم در pH=۷/۲ انجام گردید (اسپارکس، ۱۹۹۶). اندازه گیری پتاسیم قابل دسترس گیاه با استات آمونیوم نرمال خشتی (اسپارکس، ۱۹۹۶) و فسفر قابل جذب نیز به روش اولسن (استخراج با بی کربنات سدیم) (اسپارکس، ۱۹۹۶) صورت پذیرفت. برای استخراج فرم محلول و قابل تبادل آهن و منگنز از DTPA (لیندزی و نورول، ۱۹۷۸) استفاده گردید.

برای بررسی ویژگی‌های کانی‌شناسی پس از حذف املاح محلول، آهک، کربن آلی و اکسیدهای آهن آزاد به ترتیب توسط آب مقطر، استات سدیم (pH=5/2)، آب اکسیژنه ۳۰ درصد و سترات دی‌تیونات بی‌کربنات (CDB) (کونز و دیکسون، ۱۹۸۶) از دستگاه تفرق اشعه ایکس زیمنس مدل D5000 با اشعه  $\lambda=1/05409$  (آنگستروم)  $\text{CuK}\alpha$  در ولتاژ ۳۰ کیلوولت و شدت جریان ۳۰ میلی‌آمپر استفاده شد. به منظور انجام مطالعات میکرومورفولوژی نمونه‌های دست‌نخورده با استفاده از جعبه کوبینا از دیواره پروفیل با هدف مطالعه عوارض اکسید و احیایی، خلل و فرج، ریز ساختمان و انواع پوشش‌های آهن و سایر مشخصات تهیه گردید. نمونه‌ها را هوا خشک نموده و سپس توسط رزین پلی‌استر، با اضافه نمودن چند قطره سخت‌کننده و کاتالیست، در دسیکاتور در شرایط خلاء نسبی تلقیح و پس از سخت شدن و برش بر روی اسلایدهای شیشه‌ای چسبانیده شده و با کمک دستگاه برش و سنباده با درجه‌های مختلف تا حد ۳۰ میکرون نازک گردیدند. مقطع نازک نمونه توسط میکروسکوپ پلاریزان Olympus (BX51) در دو حالت نور صفحه‌ای (PPL) و نور متقاطع پلاریزه (XPL) مورد بررسی قرار گرفت و براساس واژگان بولاک و همکاران (۱۹۸۵)، استوپس و همکاران (۲۰۰۳) و استوپس و همکاران (۲۰۱۰) (حیدری و صاحب‌جلال، ۲۰۱۱) تشریح گردید. رده‌بندی خاک‌ها نیز براساس رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۰) صورت گرفت.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ایران و استان مازندران.

## نتایج و بحث

مطالعه خاک‌رخ‌های حفر شده نشان می‌دهد خاک‌های منطقه در رده اینسپتی سولز طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۱). سطح آب زیرزمینی بالا و غرقاب نمودن خاک سطحی شرایط ویژه‌ای را برای تشکیل این خاک‌ها فراهم آورده است، به طوری که شناسایی و تعیین خصوصیات ویژه این اراضی برای بهره‌برداری پایدار ضروری می‌باشد. جدول ۱ برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

دامنه تغییرات pH از ۶/۶-۷/۶ بوده و مقادیر EC نیز از حداقل ۰/۳۹۹-۲/۱۳۰ دسی‌زیمنس بر متر متغیر است. دامنه تغییرات کربن آلی در نمونه‌های مورد مطالعه بین حداقل ۶/۷-۰/۲ درصد متغیر است و حداکثر مقدار آن در افق سطحی (Ap) خاک‌رخ ۶ زیر کشت کیوی و حداقل آن در افق‌های تحت‌الارضی خاک‌های زیر کشت شالیزار مشاهده می‌گردد. ظرفیت تبادل کاتیونی بسته به نوع و میزان رس و مواد آلی از ۹/۶-۳۶/۲  $\text{cmol}^+/\text{kg}_{\text{soil}}$  متغیر می‌باشد. فسفر عصاره‌گیری شده با بی‌کربنات سدیم از حداقل ۳/۵ پی‌پی‌ام در افق ۲Bg<sub>۱</sub> خاک‌رخ ۳ تا حداکثر ۲۴/۹ پی‌پی‌ام در افق Apg خاک‌رخ ۷ متغیر است. همچنین دامنه تغییرات پتاسیم محلول و پتاسیم قابل تبادل استخراج شده با استات آمونیوم به ترتیب از حداقل ۱/۶-۱۰/۵ پی‌پی‌ام و ۲۴/۶-۱۶۴/۹ پی‌پی‌ام متغیر است. حداقل مقدار آهن قابل استخراج با DTPA در کاربری شالیزار (۹/۱ پی‌پی‌ام) و حداکثر مقدار آن در کاربری باغ کیوی (۲۰۶/۶ پی‌پی‌ام) مشاهده گردید. دامنه تغییرات منگنز استخراج شده با DTPA نیز از حداقل ۴/۴-۲۵/۳ پی‌پی‌ام می‌باشد.

با مطالعه پراش نگاهت‌های به‌دست آمده از دستگاه پراش پرتو ایکس (شکل ۲ و جدول ۲) تجزیه و تحلیل آن‌ها و همچنین در نظر گرفتن مقادیر CEC اندازه‌گیری شده در نمونه‌های خاک و محاسبه CEC ظاهری می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که کانی‌های اسمکتایت، ایلات، هیدروکسی اینترلایر و ورمی‌کولایت به ترتیب فراوان‌ترین کانی‌های رسی موجود در نمونه‌های شالیزاری و ورمی‌کولایت، هیدروکسی اینترلایر، اسمکتایت و ایلات نیز به ترتیب فراوان‌ترین کانی‌های رسی موجود در نمونه‌های غیرشالیزاری زیر کشت کیوی می‌باشند. وجود پیک‌های قوی ۱۴ آنگسترومی بیانگر احتمال وجود کانی‌های اسمکتایت و ورمی‌کولایت قابل توجه در نمونه‌ها می‌باشد که در تیمار

اشباع با گلیسرول در بیش تر نمونه‌ها این پیک به سمت محدوده ۱۸-۱۷ آنگستروم منتقل می‌گردد که بیانگر مقادیر قابل توجهی اسمکتایت در این خاک‌ها به‌ویژه خاک‌های زیرکشت برنج (شکل ۲- A و B) می‌باشد. کاهش شدت پیک ۱۴ آنگستروم در تیمار پتاسیم در نمونه‌های مورد مطالعه و انتقال ندادن کامل این پیک به محدوده پیک‌های ۱۸ آنگستروم می‌تواند بیانگر حضور کانی ورمی‌کولایت در این خاک‌ها باشد که به‌نظر می‌رسد در نمونه‌های باغ‌های کیوی (شکل ۲- D) مقدار آن بیش تر از سایر نمونه‌هاست. وجود پیک‌های ۱۳-۱۰ آنگستروم در تیمار پتاسیم- حرارت نیز نشان‌دهنده مقادیری هیدروکسی اینترلایر در تمام نمونه‌ها می‌باشد که غالبیت آن در نمونه‌های باغ کیوی مشاهده گردید (شکل ۲- C). وجود پیک‌های ۱۰ و ۷/۱ آنگسترومی مشخص و واضح در دیفراکتوگرام‌های همه نمونه‌ها بیانگر وجود کانی ایلیت و کائولینایت در نمونه‌ها می‌باشد.

خاک‌های شالیزاری بیش تر بدون ساختمان (توده‌ای) بوده و ساختمان میکروسکوپی مشاهده شده در آن‌ها مکعبی زاویه‌دار و بدون زاویه با درجه تفکیک متوسط تا ضعیف می‌باشد ولی در کاربری زیر کشت کیوی ساختمان میکروسکوپی مکعبی با تفکیک متوسط تا خوب و ساختمان میکروسکوپی کانالی تشخیص داده شد (شکل ۳- D و E). بی‌فابریک غالب مشاهده شده در کاربری شالیزاری لکه‌ای<sup>۱</sup> و نواری<sup>۲</sup> بوده و در کاربری زیر کشت کیوی بیش تر لکه‌ای و نامتمایز<sup>۳</sup> می‌باشد. پوشش، پوشش‌های زیرسطحی و در امتداد سطح آهن در تمام خاک‌رخ‌ها مشاهده گردید ولی فراوانی آن در اطراف حفرات و در امتداد مسیر ریشه در باغ‌های کیوی بسیار بیش تر بوده در حالی که پوشش زیرسطحی آهن در اطراف گرهک‌های کربناته نیز در کاربری شالیزاری مشاهده گردید (شکل ۳- G). برخی از خصوصیات میکرومورفولوژی خاک‌های مورد مطالعه به اختصار در جدول ۳ آمده است.

- 
- 1- Speckled B-Fabric
  - 2- Strial B-Fabric
  - 3- Undifferentiated B-Fabric

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه.

M <sub>دیترا</sub>	Fe <sub>دیترا</sub>	P (بی‌عیام)	K <sub>ex</sub>	K <sub>sol</sub>	CEC/ Clay%	CEC cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	OC (درصد)	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	pH (۱:۵)	بافت (درصد)		عمق (دسی‌زیمنس بر متر)	الف
										رسیلت	شن		
۱۳/۵	۸۹/۸	۹/۶	-	۳/۱	۰/۵۵	۲۸/۹	۴/۷	۱/۲۶۱	۷/۶	۵۲/۲	۳۰	۱۷/۸	App Bg Btg <sub>۱</sub> Btg <sub>۰</sub> Bg
-	-	-	-	۱/۶	۰/۵۲	۳۰/۲	۲/۲	۰/۸۴۲	۷/۶	۵۷/۶	۳۰	۱۲/۴	۰-۲۰ ۲۰-۳۸ ۳۸-۴۵ ۴۵-۷۰ ۷۰-۱۰۵
-	-	-	-	۱/۹	۰/۴۲	۲۲/۳	۲/۲	۰/۵۵۹	۷/۳	۵۳/۶	۳۲	۱۴/۴	
-	-	-	-	۰/۹	۰/۵۴	۱۴/۹	۰/۶	۰/۴۲۱	۷/۱	۳۷/۶	۳۶	۳۶/۴	
-	-	-	-	۱/۶	۰/۵۴	۱۷/۲	۰/۶	۰/۳۹۹	۶/۹	۳۱/۶	۴۸	۲۴/۴	
شاکدرخ ۱- شائیزار (Typic Endoaquepts, Typic Endoaquepts)													
(Fine-loamy, mixed, active, thermic, Typic Endoaquepts)													
شاکدرخ ۲- شائیزار (Typic Endoaquepts)													
(Fine, smectitic, thermic, Typic Endoaquepts)													
۴/۴۵	۳۳/۶	۸/۴	۵۸/۱	۱/۹	۰/۴۳	۲۱/۶	۳/۷	۱/۰۳۰	۷/۴	۴۹/۹	۳۷/۴	۲۲/۷	App
۲۵/۳	۱۰۳/۴	۷/۶	۶۵/۵	۱/۹	۰/۵۷	۲۵/۱	۳/۷	۱/۰۲۲	۷/۲	۴۳/۶	۳۴	۲۲/۴	Bg
۱۹/۲	۳۳/۶	۴/۲	۵۱/۵	۱/۶	۰/۴۷	۲۱/۳	۱/۹	۰/۵۳۳	۷/۲	۴۵/۶	۴۲	۱۲/۴	Btg <sub>۱</sub>
۲۴/۱	۲۸/۹	۴/۳	۵۲/۳	۱/۶	۰/۴۱	۱۸/۱	۰/۶	۰/۵۲۴	۶/۸	۴۳/۶	۴۶	۱۰/۴	Btg <sub>۰</sub>
شاکدرخ ۳- شائیزار (Mollic Endoaquepts)													
(Fine-loamy, smectitic, thermic, Mollic Endoaquepts)													
۲۴/۲	۱۰۲/۳	۷/۸	۵۴/۶	۲/۷	۰/۴۸	۲۱/۱	۰/۸	۱/۰۹۵	۷/۴	۴۳/۶	۲۷	۲۹/۴	App
۹/۹	۷۰/۹	۳/۵	۲۴/۶	۱/۹	۱/۰	۹/۶	۰/۲	۱/۱۱۹	۶/۲	۱۵/۶	۲۶	۵۸/۴	۲Bg <sub>۱</sub>
۱۳/۳	۷۴/۲	۵/۷	۵۰/۷	۲/۳	۰/۴۴	۱۲/۳	۰/۶	۰/۸۲۶	۶/۹	۲۷/۶	۴۶	۳۶/۴	۲Bg <sub>۰</sub>



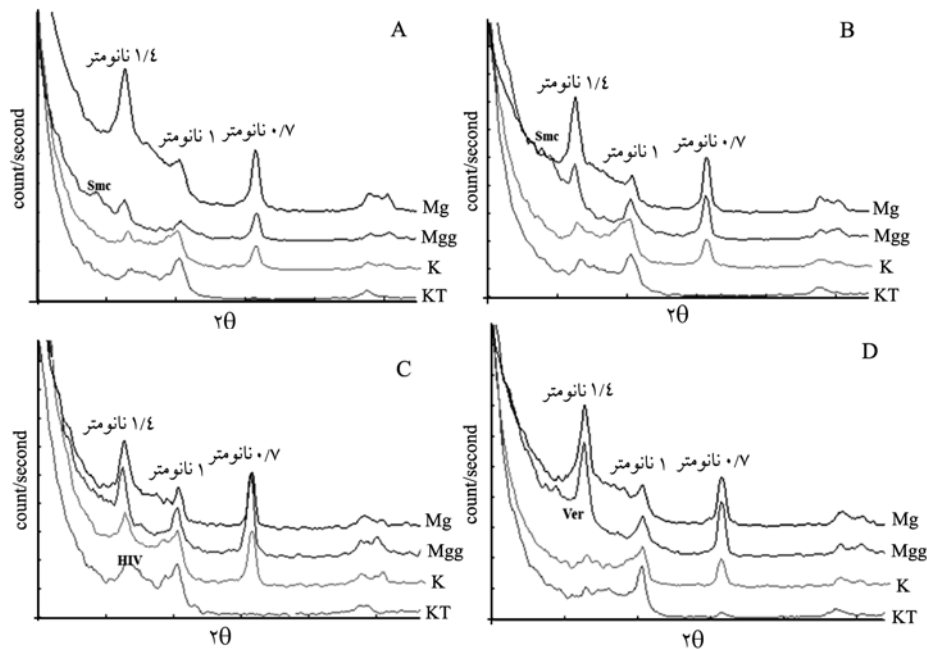
ادامہ جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه.

MhOTPA	F <sub>OTPA</sub>	P	K <sub>ex</sub>	K <sub>col</sub>	CEC/ Clay%	CEC cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>	OC (درصد)	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	pH (۱:۵)	بافت (درصد)	عمق (دسی‌زیمنس بر متر)	انق	
		(بی‌ای‌ام)								سیلت رس			
خاک‌خ ۴- شالیزار (Fine, mixed, active, thermic, Mollie Endoaquepts)													
۱۷/۹	۷۴/۵	۸/۲	۸۲/۳	۲/۳	۰/۴۷	۲۴/۸	۲/۶	۱/۰۵۵	۷/۵	۵۲/۲	۳۰	۱۷/۸	۰-۱۴
۱۴/۵	۱۵/۷	۴	۶۹/۱	۱/۶	۰/۴۵	۲۴/۱	۱/۴	۰/۷۱۶	۷/۳	۵۲/۶	۳۶	۱۰/۴	۱۴-۳۵
۱۳/۱	۹/۱	۴	۵۹/۷	۲/۷	۰/۴۳	۱۸/۸	۰/۹	۰/۵۰۱	۷	۴۲/۶	۴۰	۱۶/۴	۳۵-۵۰
۹/۹	۳۷/۱	۴/۴	۲۹/۶	۲/۱	۰/۵۴	۹/۶	۰/۳	۰/۹۱۷	۶/۷	۱۷/۶	۳۶	۵۶/۴	۵۰-۷۵
۱۶/۴	۵۸/۵	۵/۷	۴۴/۸	۲/۳	۰/۴۴	۱۲/۱	۰/۹	۰/۸۴۱	۶/۷	۲۶/۴	۴۶	۲۷/۶	۷۵-۱۱۰
خاک‌خ ۵- شالیزار (Fine, mixed, superactive, thermic, Fluvaquentic Endoaquepts)													
۳۳/۲	۱۱۷/۶	۸/۸	-	۲/۷	۰/۴۶	۲۴/۱	۴/۵	۱/۳۳۳	۷/۱	۵۲/۵	۳۶/۴	۱۰/۱	۰-۱۶
-	-	-	-	۲/۳	۰/۷۴	۲۴/۱	۲/۷	۱/۱۳۳	۶/۹	۳۴	۳۳/۶	۳۲/۴	۱۶-۴۰
-	-	-	-	۲/۳	۰/۶۶	۳۳/۴	۳/۲	۱/۱۱۳	۶/۸	۳۴	۳۵/۶	۳۰/۴	۴۰-۱۰۰
خاک‌خ ۶- کبوی (Fine-loamy, mixed, superactive, thermic, Typic Endoaquepts)													
۷/۴	۱۰۰/۹	۳۳/۸	۱۱۰/۸	۶/۶	۰/۷۲	۳۰/۴	۶/۷	۱/۰۰۵	۷/۳	۴۲/۲	۲۶	۳۱/۸	۰-۱۲
۵/۵	۱۶۸/۵	۱۱/۱	۵۶/۵	۳/۱	۰/۹۱	۳۲/۶	۵/۳	۰/۸۸۲	۷/۱	۳۵/۶	۳۲	۳۲/۴	۱۲-۲۷
۵/۱	۲۰۶/۶	۷/۸	۴۱/۳	۳/۱	۱/۲	۳۶/۲	۵/۹	۱/۴۵۹	۶/۷	۲۹/۶	۳۲	۳۸/۴	۲۷-۴۵
۴/۶	۱۴۸/۳	۵/۹	۳۰/۱	۳/۵	۰/۸۸	۱۷/۲	۲/۸	۲/۱۳۰	۶/۹	۱۹/۶	۲۸	۵۲/۴	۴۵-۱۰۰

ادامه جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه.

Mn <sub>دریا</sub>	Fe <sub>دریا</sub>	P (میلی‌گرم)	K <sub>ex</sub>	K <sub>soil</sub>	CEC/ Clay%	CEC cmol+kg <sup>-1</sup>	OC (درصد)	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	pH (۱:۵)	بافت (درصد)		عمق (دسی‌زیمنس بر متر)	طبق	
										رسی	سیلت			
۱۰۳	۴۱/۷	۲۴/۹	۱۶۴/۹	۱۰/۵	۰/۵۵	۳۴/۱	۵/۳	۱/۰۶۶	۷/۲	۶۲/۵	۲۹	۸/۵	۰-۲۰	App
۸/۸	۳۶/۸	۸/۵	۶۲/۱	۱/۹	۰/۵۶	۲۴/۲	۰/۹	۰/۵۸۷	۶/۷	۴۳/۶	۳۲	۱۴/۴	۲۰-۳۵	Bg
۱۰/۸	۱۶/۹	۱۰/۷	۴۹/۹	۱/۶	۰/۵۳	۳۳/۲	۰/۹	۰/۴۹۴	۷/۱	۴۳/۶	۴۴	۱۲/۴	۳۵-۴۵	Bgi
۴/۵	۲۲/۸	۸/۸	۵۴/۹	۲/۴	۰/۵۸	۱۸/۲	۰/۶	۰/۵۷۸	۷/۱	۳۱/۶	۴۶	۲۲/۴	۴۵-۷۰	Bgi

خاک‌خ ۷- کیوری (Fine-loamy, vermiculitic, thermic, Oxisaquic Eutrudepts)



شکل ۲- دیفراکتوگرام برخی نمونه‌های مورد مطالعه، A: افق  $Btg_2$  خاک رخ ۳، B: افق  $Btg_2$  خاک رخ ۴، C: افق  $Btg_2$  خاک رخ ۶، D: افق  $Btg_1$  خاک رخ ۷.

$pH_{(1:5)}$  در خاک‌های شالیزاری مورد مطالعه به‌طور عمده در محدوده خنثی به‌دست آمد (۶/۲۴-۷/۵۷) که کم‌تر از  $pH$  کاربری‌های مجاور زیر کشت کیوی است. به‌طور کلی غرقاب شدن باعث افزایش  $pH$  خاک‌های اسیدی و کاهش  $pH$  خاک‌های قلیایی می‌گردد (پونامپروما، ۱۹۷۸). مقدار عددی  $pH$  در خاک‌های غرقاب (خاک‌رخ‌های شالیزاری و خاک‌رخ شماره ۶) با افزایش عمق کاهش می‌یابد که ناشی از ایجاد شرایط غرقاب می‌باشد. در مقابل  $pH$  در خاک‌های زیر کشت خاک‌رخ شماره ۷ زیر کشت کیوی به‌علت وجود شرایط اکسیدی در کل خاک‌رخ از روند خاصی پیروی نکرده و در محدوده خنثی قرار دارد. تغییرات  $EC$  نیز گویای بیش‌تر بودن آن در شالیزار می‌باشد که به نداشتن زه‌کشی مناسب در این خاک‌ها برمی‌گردد. پونامپروما (۱۹۷۸) نیز علت افزایش هدایت الکتریکی در خاک‌های شالیزار با زه‌کشی ضعیف را به تبدیل شدن اکسیدهای آهن و منگنز به  $Fe^{2+}$  و  $Mn^{2+}$  در شرایط احیایی نسبت داده است.

جدول ۲- نتایج نیمه کمی کانی شناسی خاک‌های مطالعه شده.

شماره خاک‌ریخ / کاربری	افق	فراوانی کانی‌ها	کانی‌های رسی			
			هیدروکسی پترولابر	کائولینایت	کارایت	ورمی کولایت
خاک‌ریخ ۲ شالیزار	Apg	Illi. > HIV. > Smc. > Kao. > Ver.	****	****	*	****
	Bg	Smc. > Ver. > HIV. > Illi. > Kao.	*	*	****	****
	Btg <sub>۱</sub>	Illi. > HIV. > Ver. > Kao. > Smc.	****	****	*	****
	Btg <sub>۲</sub>	Illi. > HIV. > Ver. > Kao. > Smc.	****	*	*	****
خاک‌ریخ ۳ شالیزار	Apg	Smc. > Illi. > Kao. > HIV. > Ver.	****	****	*	****
	۲Bg <sub>۱</sub>	Smc. > Ver. > Illi. > Kao. > HIV.	****	****	****	****
	۲Bg <sub>۲</sub>	Smc. > Illi. > Kao. > HIV. > Ver.	****	****	*	****
	Apg	Ver. > Illi. > HIV. > Kao. > Smc.	****	****	*	****
خاک‌ریخ ۴ شالیزار	Btg <sub>۱</sub>	HIV. > Kao. > Illi. > Ver. > Smc.	****	****	*	****
	Btg <sub>۲</sub>	Smc. > HIV. > Ver. > Illi. > Kao.	*	*	*	****
	۲Bg <sub>۱</sub>	Smc. > HIV. > Ver. > Illi. > Kao.	****	****	*	****
	۲Bg <sub>۲</sub>	Smc. > Illi. > Ver. > Kao. > HIV.	****	****	*	****

ادامه جدول ۲- نتایج نیمه کمی کانی شناسی خاکرخ‌های مطالعه شده.

کانی‌های رسی				فرانسی کانی‌ها	افق	شماره خاکرخ / کاربری
هیدروکسی‌اینترلایر	کائولینایت	کلرایت	ورمی‌کولایت			
*	*	-	**	Smc. > Ver. > Illi. > Kao. > HIV.	Ap	خاکرخ ۶ کیوی
****	*	-	**	HIV. > Smc. > Ver. > Illi. > Kao.	Bg <sub>۱</sub>	
****	*	-	**	HIV. > Smc. > Ver. > Illi. > Kao.	Bg <sub>۲</sub>	
****	*	-	**	HIV. > Smc. > Ver. > Illi. > Kao.	γCg	
****	*	-	**	Smc. > HIV. > Ver. > Illi. > Kao.	Apg	خاکرخ ۷ کیوی
**	**	**	****	Ver. > HIV-Chl. > Kao. > Illi. > Smc.	Bg	
**	**	**	****	Ver. > HIV-Chl. > Kao. > Illi. > Smc.	Btg <sub>۱</sub>	
**	**	**	****	Ver. > Smc. > HIV-Chl. > Kao. > Illi.	Btg <sub>۲</sub>	

Illi.: Illite, HI.: Hydroxy-Interlayere, Vermiculite, Smc.: Smectite, Kao.: Kaolinite, Ver.: Vermiculite, Chl.: Chlorite

\*\*\*\* ۳۰-۵۰، \*\*\* ۲۰-۳۰، \*\* ۱۰-۲۰، \* < ۱۰

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که ظرفیت تبادل کاتیونی افق‌های سطحی در هر دو کاربری به دلیل میزان مواد آلی بیشتر و درصد رس بالاتر بیشتر از افق‌های زیرین است. هر چند مقادیر بالاتری هم برای CEC خاک‌های شالیزاری گزارش شده است ولی کیوما (۱۹۸۵) در مطالعات خود میانگین CEC خاک‌های شالیزار را حدود  $18/6 \text{ cmol}^+/\text{kg}_{\text{soil}}$  به دست آورده است. بیشترین مقدار CEC نیز در کاربری کیوی (پروفیل شماره ۶) به علت تجمع مقادیر زیاد مواد آلی در نتیجه نداشتن زه‌کش مناسب و درصد به نسبت بالای رس مشاهده گردید. میزان کربن آلی در افق‌های سطحی شالیزار بیشتر از افق‌های تحتانی می‌باشد، اگرچه متوسط کربن آلی در باغ‌های کیوی به علت نداشتن زه‌کشی مناسب و پوسیدگی ریشه بیشتر از شالیزار است. کای (۱۹۹۶) و پان (۲۰۰۳) دلیل تجمع بیشتر کربن آلی در افق‌های سطحی خاک‌های شالیزار را شرایط غرقاب و رژیم رطوبتی مصنوعی بیان نمودند. لعل (۲۰۰۴) کشت برنج تحت شرایط غرقاب را عامل مهمی در نگهداشت کربن آلی و دلیل آن را تجزیه کم‌تر مواد آلی در شرایط غرقاب نسبت به شرایط هوازی و تشکیل کمپلکس‌های اکسیدهای آهن با مواد آلی ذکر نموده است.

نتایج به دست آمده (جدول ۱) گویای آن است که مقدار پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم در افق‌های سطحی شالیزارها کم‌تر از غیرشالیزارهای زیر کشت کیوی می‌باشد. از دلایل عمده آن می‌توان به آب‌شویی و پتاسیم‌زدایی از شالیزارها در نتیجه اشباع دوگانه (اشباع از سطح و سطح آب زیرزمینی بالا)، جذب بیشتر پتاسیم در شالیزارها به علت تراکم بیشتر ریشه برنج در سطح خاک نسبت به ریشه عمیق‌تر کیوی، غالبیت اسمکتایت با بار لایه‌ای زیاد و ورمی‌کولایت در خاک‌های شالیزاری که سبب تثبیت پتاسیم می‌شوند و همچنین استفاده نکردن کافی و به موقع کودهای پتاسیمی در شالیزارهای شمال کشور اشاره نمود. اوستان (۱۹۹۴) با مطالعه خاک‌های شالیزاری شمال کشور نشان داد که پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم و پتاسیم غیرقابل تبادل خاک‌های شالیزاری کاهش معنی‌داری نسبت به خاک‌های غیرشالیزاری مشابه داشته‌اند. توفیقی (۱۹۹۸) برآورد کرد که نزدیک به ۱۰۰ هزار هکتار از شالیزارهای شمال ایران دارای پتاسیم قابل وصول به نسبت کم و در زیر سطح بحرانی هستند. از طرف دیگر سابقه طولانی کشت، بدون افزایش کود پتاسیمی منجر به کاهش پتاسیم قابل تبادل و در نهایت پتاسیم غیرقابل تبادل شده است. نتایج مطالعات اوستان (۱۹۹۴) و دواتگر (۲۰۰۵) در اراضی شالیزاری شمال ایران نیز بیانگر این امر است.

میانگین میزان فسفر قابل وصول نیز در خاک شالیزاری (۵/۷ پی پی ام) بسیار کم تر از خاک غیرشالیزاری (۱۲/۷ پی پی ام) می باشد (جدول ۱) که نشان دهنده نبود مدیریت کودهای فسفره در خاک های شالیزاری است. پایین بودن فسفر قابل وصول در خاک های زیر کشت برنج ناشی از مصرف کود فسفره کم تر (آمار مؤسسه تحقیقات برنج کشور- تنکابن، منتشر نشده، ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار)، تثبیت بیش تر فسفر و تشکیل فسفات های آهن و آلومینیوم در خاک شالیزاری در نتیجه وجود آهن و آلومینیوم بیش تر در این شرایط و برداشت فسفر زیاد در نتیجه کشت متراکم برنج است. از طرف دیگر خاک های با غالبیت ورمی کولایت (مثل خاک های زیر کشت کیوی منطقه مورد مطالعه) دارای فسفر اولسن بالا و قابلیت تثبیت فسفر پایین تری هستند (پن و همکاران، ۲۰۰۵). رمضانپور (۱۹۹۰) نیز مقدار فسفر قابل استفاده موجود در خاک رخی های شالیزاری استان گیلان را کم تر از خاک رخی های شاهد غیرشالیزاری گزارش نمود.

با وجود بیش تر بودن مقدار آهن قابل استفاده در کاربری کیوی نسبت به شالیزار، که دلیل عمده آن وجود مواد آلی بسیار بالا (متوسط ۹ درصد) ناشی از زه کشی نامناسب و پوسیدگی ریشه های کیوی است، میانگین آهن قابل استفاده در شالیزارها بیش تر از خاک رخی شماره ۷ می باشد (جدول ۱). بررسی های سایر پژوهش گران نیز بیانگر این نکته است (بهمنیار، ۱۹۹۰؛ رمضانپور، ۱۹۹۰) که از دلایل آن می توان احیاء هیدروکسید آهن فریک به آهن فرو به دلیل کمبود اکسیژن در حضور ماده آلی زیاد و pH پایین تر شالیزارها را نام برد که در مقابل کاهش هر واحد pH مقدار آهن قابل استفاده ۱۰۰-۱۰۰۰ برابر افزایش می یابد (لیندزی، ۱۹۷۲). غلظت منگنز نیز در شالیزار بیش تر از شاهد بوده که علت آن برقراری شرایط احیاء و وجود مواد آلی کافی برای انجام این واکنش است که به افزایش غلظت منگنز قابل استفاده منجر می گردد.

نتایج کانی شناسی گویای غالبیت اسمکتایت و ورمی کولایت به ترتیب در خاک های شالیزاری و غیرشالیزاری است (شکل ۲ و جدول ۲). در بیش تر افق های خاک های شالیزاری منطقه مورد مطالعه به علت بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی و همچنین اشباع از سطح و در نهایت ایجاد وضعیت زه کشی نامطلوب در این خاک ها، کانی اسمکتایت دارای فراوانی بیش تری است. در حالی که در اراضی شالیزاری تبدیل شده به کیوی با بهبود وضعیت زه کشی از مقدار اسمکتایت کاسته شده است. که علت آن را می توان به پایین بودن سطح آب زیرزمینی در این کاربری و شستشوی زیاد

کاتیون‌های بازی دانست که محیط را از نظر شیمیایی برای اسمکتایت ناپایدار می‌کند. در خاک‌های مطالعه شده در باغ‌های کیوی با افزایش عمق مقدار ورمی‌کولایت و ورمی‌کولایت با هیدروکسی بین لایه‌ای بیش‌تر از اسمکتایت می‌گردد. از مهم‌ترین دلایل آن در این شرایط احتمالاً آب‌شویی اسمکتایت با ذرات ریز به اعماق است که سبب بر جای ماندن ورمی‌کولایت می‌گردد. به‌طورکلی وضعیت زه‌کشی نامناسب و تجمع کاتیون‌های بازی در تشکیل پدوژنیک اسمکتایت و پایداری آن مؤثر است (ترابی‌گلسفیدی و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین غالبیت اسمکتایت در خاک می‌تواند دلیلی بر وجود هوادیدگی بیش‌تر کانی‌های ایلایت و کلرایت باشد (امینی‌جهرمی و همکاران، ۲۰۰۵). در اراضی زیر کشت کیوی مقادیر بسیار ناچیز کلرایت و حضور کانی‌های هیدروکسی اینترلایر نشان از تحول احتمالی کلرایت به ورمی‌کولایت دارد. علت دیگر غالبیت ورمی‌کولایت در باغ‌های کیوی احتمالاً کاربرد بیش‌تر کودهای پتاسیمی در آن‌ها بوده است، به‌گونه‌ای که محققان استفاده طولانی‌مدت از کودهای پتاسیمی را سبب افزایش مقدار ورمی‌کولایت در خاک دانسته‌اند (رمضانپور، ۱۹۹۰). البته لازم به ذکر است که در شرایط خاک‌های زیر کشت کیوی مطالعه شده با قدمت حدود ۱۰ سال، احتمال این شرایط ضعیف خواهد بود.

متوسط بارندگی سالیانه بالا، میزان پایین کاتیون‌های محلول در آب آبیاری و pH خنثی شرایط را برای حضور کانی رسی ایلایت در هر دو کاربری فراهم آورده است ولی متوسط مقدار آن از نظر کیفی (شدت پیک‌ها) و نیمه‌کمی در افق‌های سطحی خاک‌های شالیزاری بیش‌تر از کیوی است که علت آن شرایط زه‌کشی به‌نسبت بهتر در اراضی زیر کشت کیوی و تجزیه و تخریب فیزیکی و شیمیایی می‌باشد. به احتمال فراوان ایلایت در هر دو کاربری از مواد مادری به ارث رسیده است. توارثی بودن ایلایت نیز توسط ویلسون (۱۹۹۹) و خرمالی و ابطحی (۲۰۰۳) به اثبات رسیده است.

حضور نداشتن و یا مقادیر بسیار اندک کلرایت در نمونه‌ها احتمالاً بیانگر هوادیدگی کلرایت و تبدیل آن به کانی‌هایی مانند اسمکتایت، ورمی‌کولایت و هیدروکسی‌های بین‌لایه‌ای می‌باشد و مقادیر فراوان کانی‌های هیدروکسی بین‌لایه‌ای در نمونه‌های مورد مطالعه یکی از احتمال‌های ناشی از آن است. ترابی‌گلسفیدی (۲۰۰۱) نیز حضور نداشتن کلرایت را در مطالعات خود بر روی اراضی شالیزاری تشکیل‌یافته در خاک‌های ساحلی قدیم به‌علت تکامل بیش‌تر خاک گزارش کرده است.



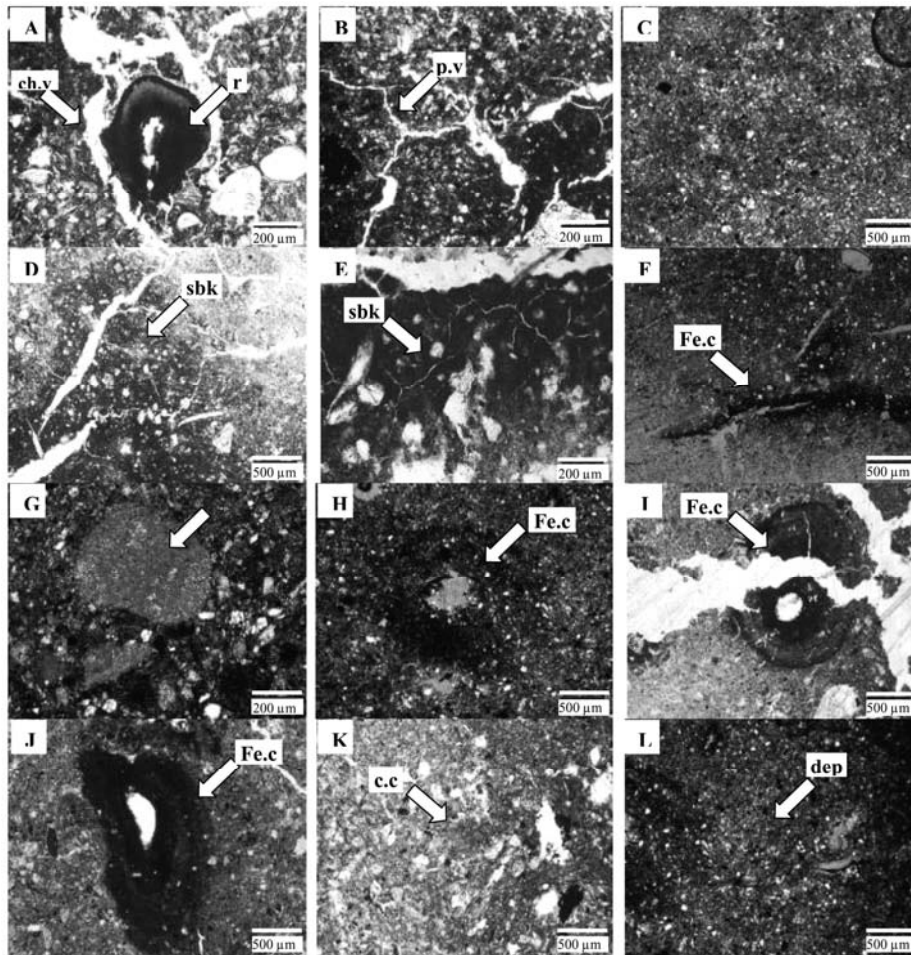
جدول ۳- برخی خصوصیات میکرومورفولوژیکی خاک‌های مورد مطالعه.

رنگ زمینه	عوارض خاک‌ساخت	بی‌فابریک	بقایای آلی	الگوی توزیع نسبی ذرات (f) (حد مرزی ۱۰ میکرومتر)	نوع حفرات	درجه تکامل خاکدانه	نوع خاکدانه	ساختار	عمق میکروسکوپی (سانتی‌متر)	افق
2.5Y5/3	c.Fe, h.c.Fe, c.k, del	ssp	r, t (1-2%)	po(40/60)	chn, pn, chm	-	Ap	Mass.	۸۰-۹۰	Bg
خاکدانه ۱- شالیزار										
2.5YR4/3	c.Fe	ssp	r, t (5%)	po(25/75)	pn, chm	M to W	Ab	Mass. ch.s	۵-۱۰	Apg
10YR4/3	c.Fe, c.k, del	pos	r (2-3%)	po(20/80)	chn, pn, chm, vu	M to W	Ab	Mass. ch.s	۲۵-۴۵	Bgi
6YR6/8	c.Fe, h.c.Fe, q.c.Fe, c.c, c.k, del	ssp	r (2%)	po, gif(20/80)	chn, pn, ve, chm	-	Ap	Mass.	۷۵-۸۵	Bgr
خاکدانه ۲- شالیزار										
7.5YR6/8	c.Fe, h.c.Fe, c.k, del	ssp	r, t (5-10%)	po(25/75)	chn, chm, pn	W	Ap, Ab	Mass. ch.s	۱۰-۱۵	Apg
2.5Y5/0	c.Fe, h.c.Fe, c.k, del	ssp	r (3-5%)	po, cm(60/40)	chn, pn, vu	-	Ap	Mass.	۵۵-۶۵	YBgr
خاکدانه ۳- شالیزار										
7.5YR5/8	c.Fe, h.c.Fe	ssp	r, t (5%)	po, gif(35/65)	chn, chm, pn	M to W	Ab	Mass. ch.s	۶-۱۲	Apg
7.5YR6/8	c.Fe, h.c.Fe, c.k, del	ssp	r, t (2-3%)	po(25/75)	chn, pn, chm, vu	M to W	Ab	Mass. ch.s	۲۸-۳۵	Bgi
2.5Y5/2	c.Fe, q.c.Fe, h.c.Fe, c.k, del	ssp, st	r (1-2%)	po(15/85)	chn, pn	-	Ap	Mass.	۸۵-۹۵	YBgr
خاکدانه ۴- شالیزار										

ادامه جدول ۳- برخی خصوصیات میکرومورفولوژیکی خاکهای مورد مطالعه.

رنگ زمینه	عوارض خاکساخت	بی فابریک	بقایای آلی	الگوی توزیع نسبی ذرات (n/f) (حد مرزی ۱۰ میکرومتر)	نوع حفرات	درجه تکامل خاکدانه	نوع خاکدانه	ساختمان میکروسکوپی	عمیق (سانتی متر)	الف
7.5YR6/8	c, Fe, q, c, Fe, h, c, Fe, c, k, del	ssp	r, t (3-5%)	po(40/60)	chm, chm, pn	M to W	Ab	Mass. ch.s	۸-۱۵	Appg
10YR5/3	c, Fe, h, c, Fe, c, k	ssp	r, t (3-5%)	Po, cm(60/40)	chm, chm, pn	W	Ab	Mass. ch.s	۲۵-۳۵	Bg <sub>۱</sub>
10YR5/6	c, Fe, h, c, Fe, c, k	ssp	r (2-3%)	Po, cm(60/40)	chm, chm, pn	-	Ap	Mass.	۶۰-۷۰	Bg <sub>۲</sub>
خاکدانه ۵- طاینار										
خاکدانه ۶- کیوی										
7.5YR5/6	c, Fe, h, c, Fe	ssp, und	r (5-10%)	po(45/55)	chm, chm, pn	M	Sb	ch.s, abs	۴-۱۰	Ap
7.5YR5/6	c, Fe, q, c, Fe, h, c, Fe, mp, c, Fe	ssp, st, und	r (15-20%)	po(40/60)	pn, chm, chm	M to S	Sb	abs	۱۵-۲۲	Bg <sub>۱</sub>
7.5YR5/6	c, Fe, q, c, Fe, h, c, Fe	ssp, und	r (10-15%)	po(40/60)	chm, pn, chm	M	Sb	ch.s, abs	۳۲-۴۰	Bg <sub>۲</sub>
خاکدانه ۷- کیوی										
10YR6/8	c, c, c, Fe, h, c, Fe,	ssp	r (3-5%)	po(35/65)	chm, vu, pn, chm,	M	Sb	ch.s, abs	۲۸-۴۵	Bg <sub>۲</sub>

ساختمان: Mass. توده‌ای، ch.s. کتالی، abs. بلوکی زاویه‌دار- نوع خاکدانه، Ap: بدون خاکدانه، Ab: بلوکی بدون زاویه، Sb: بلوکی زاویه‌دار- درجه تکامل خاکدانه، W: ضعیف، M: متوسط، S: قوی- نوع حفرات، Chn. کتالی (Channel)، chm. حفره‌ای (Chamber)، pn. صفحه‌ای (Planar)، vu. وگی (Vught)، ve. وزیکولی- الگوی توزیع نسبی ذرات، po. پورفیریکی، cm. مونیک درشت، gif. گیفوریکی- نوع مواد آلی، r. ریشه برنج و کیوی، t. طوقه برنج- بی فابریک، ssp. تکه‌ای متوطی، pos. خطی حفره محور، st. نزاری، und. نامتجان- عوارض خاکساخت، c, Fe. پوشش آهن، h, c, Fe. پوشش زیرسطحی آهن، mp, c, Fe. پوشش در امتداد سطح آهن، k. پوشش تکه نازک آهن، del. مناطق تخلیه آهن.



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپ پلازما-آهن (A) Ag خاک رخ (۲): بقایای در حال پوسیدگی ریشه (r) در کنار حفرات کانالی (ch.v)، B) Ag خاک رخ (۳): حفرات کانالی و صفحه‌ای (p.v)، C) (۳Bg<sub>۱</sub> خاک رخ ۴): خاک‌دانه‌های توده‌ای و بدون حفرات مشخص، D) (۴Btg<sub>۱</sub> خاک رخ ۴): خاک‌دانه مکعبی با تفکیک متوسط تا ضعیف (sbk)، E) (۴Bg<sub>۲</sub> خاک‌رخ ۶): خاک‌دانه مکعبی با تفکیک متوسط تا خوب، F) (۴Btg<sub>۱</sub> خاک رخ ۴): پوشش آهن در امتداد ریشه پوسیده (Fe.c)، G) (۱Bg<sub>۱</sub> خاک رخ ۱): پوشش زیرسطحی آهن در اطراف ندول کربناته، H) (۴Bg<sub>۲</sub> خاک رخ ۴): پوشش زیرسطحی و در امتداد سطح آهن (Quasi-coating) در اطراف حفرات، I) (۶Bg<sub>۱</sub> خاک رخ ۶): پوشش زیرسطحی و در امتداد سطح آهن در اطراف حفرات، J) (۶Bg<sub>۱</sub> خاک رخ ۶): پوشش کفه نازک آهن (Micropan)، K) (۷Btg<sub>۱</sub> خاک رخ ۷): پوسته رسی (c.c)، L) (۴Bg<sub>۲</sub> خاک رخ ۴): مناطق تخلیه شده از آهن در اطراف تجمعات (dep).

آثار و بقایای اندام‌های گیاهی در کاربری کیوی بسیار بیش‌تر از شالیزارها می‌باشد که اشاره به تغییر نادرست کاربری اراضی و مساعد آثار و بقایای اندام‌های گیاهی در کاربری کیوی بسیار بیش‌تر از شالیزارها می‌باشد که اشاره به تغییر نادرست کاربری اراضی و مساعد نبودن شرایط زه‌کشی برای رشد ریشه کیوی دارد (شکل ۳- A). وجود حفره‌های کانالی در افق‌ها نشان‌دهنده رشد و نفوذ ریشه گیاهان در خاک و فعالیت بیولوژیکی موجودات زنده است (کمپ، ۲۰۰۴) در نمونه‌های شالیزاری با افزایش عمق و ایجاد شرایط غرقاب کامل مقدار حفرات کانالی و انشعابات آن‌ها کاهش می‌یابد در حالی‌که مقدار این نوع حفرات در کاربری کیوی با افزایش عمق تغییری نکرده و فراوانی آن گویای نفوذ بیش‌تر ریشه کیوی در خاک و فعالیت بیولوژیکی بیش‌تر در نتیجه بهبود شرایط زه‌کشی می‌باشد (شکل ۳- A, B, C). وجود فراوان حفرات صفحه‌ای در شالیزارها احتمالاً ناشی از انقباض خاک سنگین شالیزار در نتیجه کاهش رطوبت مزرعه پس از یک دوره خیزی طولانی است.

ساختمان میکروسکوپی خاک زیر کشت کیوی تکامل‌یافته‌تر و از نوع مکعبی زاویه‌دار با تفکیک متوسط تا خوب است در صورتی‌که ساختمان خاک شالیزار مکعبی زاویه‌دار و بدون زاویه ضعیف تا توده‌ای است و به‌طور عمده از تکامل کم‌تری برخوردار می‌باشد که می‌تواند بیانگر وجود شرایط احیاء و غرقاب در خاک‌های شالیزاری و مواد آلی بالاتر در کاربری غیرشالیزاری باشد (شکل ۳- C, D و E). از طرف دیگر، وجود ساختمان مکعبی نیمه‌زاویه‌دار در سطح و توده‌ای در عمق کاربری شالیزاری، نشان از تخریب خاک طبیعی و فشردگی آن به‌دلیل اجرای عملیات گل‌خرابی در منطقه است. اما با رشد و نمو ریشه‌های فراوان برنج و ایجاد شرایط خشکی در بخش سطحی به‌تدریج ساختمان ضعیفی در حال تشکیل است.

در هر دو کاربری بی‌فابریک غالب مشاهده شده، بی‌فابریک لکه‌ای است. این بی‌فابریک در نتیجه خاصیت شکست مضاعف در رس ایجاد شده است. در حالی‌که وجود بی‌فابریک نامتمایز نیز در خاک‌های غیرشالیزاری زیر کشت کیوی جالب است که حضور آن را می‌توان به اشباع ماتریکس خاک توسط اکسیدهای آهن نسبت داد. رطوبت قابل دسترس، هوادیدگی شدید و اکسایش مواد آلی و آهن در ماتریکس، موجب ایجاد بی‌فابریک نامتمایز می‌گردد (فیتزپاتریک، ۱۹۹۳).

در مطالعه میکرومورفولوژیک مقاطع مورد مطالعه، فرم‌های مختلف اکسیدهای آهن مانند پوشش، پوشش زیرسطحی و در امتداد سطح، پوشش کفه نازک، گرهک‌های مجتمع و هسته‌دار در اطراف حفرات، ذرات، در امتداد ریشه و در متن خاک دیده می‌شود (شکل ۳- F, H, I و J). ترابی گل‌سفیدی

به نقل از عاکف (۲۰۰۳) بروز پوشش‌های اکسیدهای آهن به صورت لکه‌های رنگی روی سطوح خاک‌دانه‌ها و دیواره منفذها شالیزاری شرق گیلان را احتمالاً مربوط به نفوذ هوا به داخل خاک بعد از خروج از حالت غرقاب و یا حبس هوا در این مناطق بعد از غرقاب شدن می‌داند. شرایط نامناسب خاک‌رخ‌های شالیزاری تبدیل شده به باغ‌های کیوی از نظر زه‌کشی سبب شده است که تجمع ترکیبات آهن در این خاک‌رخ‌ها به شکل‌های مختلف بیش از حد مجاز بوده و با ایجاد سمیت برای کیوی سبب کلروز آهن گشته و سطح عملکرد محصول را بسیار کاهش دهد. از طرف دیگر مشاهده اندک پوشش‌های رسی نیز در افق‌های Bt و Btg خاک‌های مورد مطالعه اشاره به احتمال پوشیده شدن رس‌ها توسط ترکیبات آهن دارد (شکل ۳-K). مناطق خاکستری به‌دست آمده از تخلیه آهن در کنار تجمعات مختلف ترکیبات آهن نیز از ویژگی‌های بارز کاربری شالیزاری در مقایسه با کاربری غیرشالیزاری است که اشاره به وضعیت زه‌کشی نامناسب در شالیزارها در نتیجه گل‌خرابی، اشباع از سطح و سطح آب زیرزمینی بالا دارد (شکل ۳-L).

### نتیجه‌گیری

از عوامل اصلی و شناخته شده توسعه پایدار کشاورزی، تعیین الگوی مناسب کاشت، با توجه به توانمندی خاک و اقلیم در استفاده بهینه از منابع خاک، آب و سرمایه برای افزایش تولید محصول و جلوگیری از تخریب بیش‌تر منابع طبیعی امری ضروری است. تداوم روند تبدیل اراضی شالیزاری شمال به باغ نه تنها باعث کاهش سطح کشت و تولید می‌شود بلکه زمینه را برای تغییر کاربری اراضی و واردات بیش‌تر محصول برنج فراهم می‌کند. برای کشت کیوی بافت خاک باید به نسبت سبک و سطح آب زیرزمینی حداقل در فاصله ۲ متری از سطح خاک قرار داشته باشد. حساسیت پایه‌های کیوی به شرایط مانداب سطحی و بالا بودن سطح آب زیرزمینی، غرقابی و ماندابی بودن آب در اراضی شالیزاری به دلیل نبود زه‌کشی به‌عنوان بزرگ‌ترین مشکل در بخش تغییر کشت از شالیزاری به باغ‌داری مطرح است. با توجه به شرایط ویژه کشت برنج در این مناطق، تبدیل شالیزارها به باغ‌های کیوی موجب تغییراتی در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، کانی‌شناسی و میکرومورفولوژی این خاک‌ها می‌شود و تعادل تغذیه‌ای عناصر پرمصرف و کم‌مصرف از جمله پتاسیم، فسفر، آهن و منگنز را دست‌خوش تغییر می‌کند. نبود اشباع سطحی موجب توسعه ریشه‌های کیوی تا رسیدن به سطح ایستابی می‌شود، ولی در مجاورت سطح ایستابی پوسیدگی ریشه‌ها موجب تجمع ماده آلی و در نتیجه افزایش آهن محلول تا

حد سمیت شده است که علایم آن به صورت کلروز شدید کیوی مشاهده گردید. غالبیت کانی اسمکتایت در خاک‌های شالیزاری با زه‌کشی ضعیف و کاهش آن در باغ‌های کیوی به دلیل بهبود وضعیت زه‌کشی از نتایج جالب این مطالعه می‌باشد. نتایج میکرومورفولوژیکی نیز به تخلخل بیش‌تر در باغ‌های کیوی و وجود حفرات کانالی احتمالاً به فعالیت بالای میکروبی خاک اشاره دارد.

#### منابع

1. Ajami, M., and Khormali, F. 2009. Clay mineralogy as an evidence of land degradation on loess hillslopes. *J. Water and Soil Conservation*. 16: 2. 61-84. (In Persian)
2. Akef, M., Mahmoudi, Sh., Karimian Eghbal, M., and Sarmadian, F. 2003. Physico-Chemical and Micro-Morphological Changes in Paddy Soils Converted from Forest in Foomanat Region, Guilan. *Iran. J. Natur. Resource*. 56: 4. 407-426. (In Persian)
3. Amini Jahromi, H., Naseri, M.Y., and Khormali, F. 2007. The study of physicochemical and mineralogical properties of some Mollisols formed on loess deposits at different position of landscape in Agh-Emam, Golestan province. 10<sup>th</sup> Iranian Soil Science congress, Karaj. (In Persian)
4. Bahmanyar, M.A. 1990. Effects of flooding on morphology, physico-chemical and mineralogical characteristics of some paddy rice soils in Mazandaran province. MSc. Thesis, College of Agriculture, University of Tarbiat moddares, Iran, 145p. (In Persian)
5. Bullock, P., Federoff, N., Jongerius, A., Stoops, G., Tursina, T., and Babel, U. 1985. Handbook for soil thin section description. Wainer Research Press. Wolverhampton, U.K., 180p.
6. Cai, Z. 1996. Effect of land use on organic carbon storage in soils in eastern China. *Water Air Soil Pollut*, 91: 383-393.
7. Carter, M.R., and Gregorich, E.G. 2008. *Soil Sampling and Methods of Analysis*. 2<sup>nd</sup> Ed. Canadian Society of Soil Science, 1224p.
8. Cheng, Y.Q., Yang, L.Z., Cao, Z.H., Ci, E., and Yin, Sh. 2009. Chronosequential changes of selected pedogenic properties in paddy soils as compared with non-paddy soils. *Geoderma*, 151: 31-41.
9. Davatgar, N., Kavousi, M., Alinia, M.J., and Peykan, M. 2005. Investigation of potassium status in paddy soils of Guilan province and effects of soil physical and chemical properties on it. *Iran J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour*. 4: 71-88. (In Persian)
10. Fitzpatrick, E.A. 1993. *Soil Microscopy and Micromorphology*. New York, John Wiley and Sons Press, 304p.
11. Hakimian, M. 1977. Characteristics of some selected soils in the Caspian Sea region of Iran. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41: 1155-1161.

12. Hassannezhad, H., Pashae, A., Khormali, F., and Mohammadian, M. 2007. The effect of soil moisture regime conditions and rice plantation on mineralogical properties of paddy soils in Amol region, Mazandaran province. 10<sup>th</sup> Iranian Soil Science congress, Karaj. (In Persian)
13. Heidari, A., and Sahebjalal, E. 2011. Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith thin Section. Tehran University Press, 278p. (Translated in Persian)
14. Hudson, P.F., and Alca'ntara, A. 2006. Ancient and modern perspectives on land degradation. *Catena*, 65: 102-106.
15. Kemp, R.A., Toms, P.S., King, M., and Krohling, D.M. 2004. The pedosedimentary evolution and chronology of Tortugas, a Late Quaternary type-site of northern Pampa, Argentina. *Quarter. Inter.* 114: 101-112.
16. Khormali, F., and Abtahi, A. 2003. Origin and distribution of clay minerals in calcareous arid and semi-arid soils of Fars Province, Southern Iran. *Clay Minerals*, 38: 4. 511-527.
17. Kunze, G.W., and Dixon, J.B. 1986. Pretreatments for Mineralogical Analysis, P 91-100. In: Klute, A. (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods*. 2<sup>nd</sup> Ed. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
18. Kyuma, K. 1985. Fundamental characteristics of wetland soils, P 191-206. In: Greenland, D.J., G.N. Alcasid and H. Eswaran (eds.), *Wetland soils: characterization, classification and utilization*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
19. Lal, R. 2004. Offsetting China's CO<sub>2</sub> emission by soil carbon sequestration. *Clim. Change*. 65: 263-275.
20. Lindsay, W.L. 1972. Zinc in Soils and Plant Nutrition. *Adv. Agron.* 24: 147-186.
21. Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-428.
22. Ministry of Agriculture of the I.R. of Iran (MAJ). 2007. Planning and economics department, agriculture statistical yearbook of Iran agricultural production costs in 2006. Ministry of Agriculture of the I.R. of Iran Press. 136p. (In Persian)
23. Newhall, F., and Berdanier, C.R. 1996. Calculation of soil moisture regimes from the climatic record. Natural Resources Conservation Service, Soil Survey Investigation Report, 46: 13.
24. Ounsevell, M.D.A., Annetts, J.E., Audsley, E., Mayr, T., and Reginster, I. 2003. modelling the spatial distribution of agricultural land use at the regional scale. *Agriculture, ecosystems and environment*, 95: 465-479.
25. Oustan, Sh. 1995. Study of potassium depletion from paddy soils of northern Iran. MSc. Thesis, College of Agriculture, University of Tehran, Iran, 125p. (In Persian)
26. Painuli, D.K., and Pagliai, M. 1992. Micromorphometric and micromorphological investigation of two soils in temperate rice field. *J. Ind. Soc. Soil Sci.* 40: 246-250.

27. Pan, G.X., Li, L.Q., Wu, L.S., and Zhang, X.H. 2003a. Storage and sequestration potential of topsoil organic carbon in China's paddy soils. *Glob. Chang. Biology*, 10: 79-92.
28. Penn, C.J., Mullins, G.L., and Zelazny, L.W. 2005. Mineralogy in Relation to Phosphorus Sorption and Dissolved Phosphorus Losses in Runoff. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 69: 1532-1540.
29. Ponnampetuma, F.N. 1978. Electrochemical change in submerged soil and the growth of rice. IRRI, Losbanos, Philippines, Pp: 421-441.
30. Prakongep, N., Suddhiprakarn, A., Kheoruenromne, I., and Gilkes, R.J. 2007. Micromorphological Propertise of Thai Paddy Soils. *Kasetsart J.* 41: 42-48.
31. Ramzanpour, H. 1990. Effects of flooding on morphology and physico-chemical characteristics of some paddy soils in Guilan province. M.Sc. Thesis, College of Agriculture, University of Tarbiat moddares, Iran, 130p. (In Persian)
32. Singh, D.K., Jaiswal, C.S., and Reddy, K.S. 2001. Optimal cropping pattern in a canal command area. *Agric. Water Wamagement*, 50: 1-8.
33. Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. 11<sup>th</sup> Ed. NRCS, 338p.
34. Sparks, D.L. 1996. Method of soil Analysis, Part 3. Chemical Methods. American Society of Agronomy, 1390p.
35. Stoops, G., Marcelino, V., and Mees, F. 2010. Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths. SSSA. Madison, Wisconsin, 752p.
36. Torabi Golsefidi, H. 2001. Genesis, classification and land suitability evaluation of wetland soils for irrigated rice in Eastern Guilan province. Ph.D. Thesis, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, 460p. (In Persian)
37. Torabi Gelsefidi, H., Karimian Eghbal, M., Givi, M.J., and Khademi, H. 2002. Clay mineralogy of paddy soils developed on different landforms in the east of Guilan province, Northern Iran. *Water Soil Sci. J.* 15: 1. 122-139. (In Persian)
38. Towfighi, H. 1998. Study of rice response to potassium fertilizer in paddy soils of northern Iran. *Iran. J. Agric. Sci.* 29: 869-883. (In Persian)
39. Wilson, M.J. 1999. The origin and formation of clay minerals in soils: past, present and future perspectives. *Clay Minerals*, 34: 7-24.
40. Witt, C., and Haefele, S.M. 2005. Paddy soil, P 141-150. In: Hillel, D., Rosensweig, C., D. Powlson, K. Scow, M. Singer and D. Sparks (eds.), *Encyclopedia of Soils in the Environment*, Volum three, Academic Press, New York.
41. Yurong, H., Chengmin, H., Xiangming, X., Yanqiang, W., and Xiubin, H. 2008. Micromorphological Features of Paleo-Stagnic-Anthrosols at Archaeological Site of Sanxingdui, China. *J. Mt. Sci.* 5: 358-366.
42. Zengyei H., Zueng, C., Sang Hseu, Z., and Chen, Z. 1994. Micromorphology of rice growing Alfisols with different wetness Conditions in Taiwan. *Chinese Agric. Chem. Soc.* 32: 6. 674-656.





## **Investigating the soil properties affected by land use change of paddy rice to kiwi plantation in some soils of Tonekabon County, Northern Iran**

**\*A.R. Raheb<sup>1</sup> and A. Heidari<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Student, Dept. of Soil Science Engineering, University of Tehran,

<sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Soil Science Engineering, University of Tehran

Received: 10/17/2011; Accepted: 06/06/2012

### **Abstract**

Land use change from paddy soils to kiwi orchards in north of Iran is one of the most common problems in Mazandaran and Guilan provinces which is mainly caused by agricultural communities to compensate the damages caused by unstable rice marketing. Due to insufficient income of rice cultivation in this area, the conversion of paddy to kiwi orchard is inevitable which causes changes to soil physico-chemical, mineralogical and micromorphological properties. The experimental farm of Rice Research Station (West of Tonekabon, Northern Iran) was selected and 7 pedons were dug, described and sampled and their physicochemical, mineralogical and micromorphological properties were analyzed. Features such as roots rot due to very poor drainage, intense chlorosis and yield decrease of kiwi were the main consequences of incorrect land use change. Available iron and manganese amounts in paddy soils were higher while phosphorus and potassium contents were lower than the soils under kiwi plantation. This could be attributed to the reduced condition and different land management practices. Mineralogical results indicated that smectite was the most dominant mineral in the studied paddy soils while under kiwi fruit land use with moderately drainage condition, smectite content decreased and some vermiculite formed. Micromorphological results also indicated that due to unsaturated condition at the upper layers and high biological activities, pore volume increased and more developed iron features have been revealed after kiwi orchard establishment.

**Keywords:** Saturation, Physicochemical properties, Mineralogy, Non-paddy soil, Micromorphology, Land use change

---

\* Corresponding Authors; Email: [araheb@ut.ac.ir](mailto:araheb@ut.ac.ir)

