تغییر نادرست کاربری شالیزار به کیوی‌کاری و تاثیر آن بر روی خصوصیات شیمیایی برخی خاک‌های شهرستان تنکابن

علیرضا راهب*[۱] و احمد حیدری[۲]
۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
*araheb@ut.ac.ir

چکیده
تغییر کاربری بخشی از شالیزارهای شمال کشور به باغ‌های کیوی جهت جبران خسارات ناشی از بازار نابسامان برنج یکی از شایع ترین مشکلات کشاورزی در استان مازندران و گیلان می‌باشد. با توجه به عدم اقتصادی بودن کشت برنج در این مناطق، تبدیل شالیزارها به باغ-های کیوی اجتناب ناپذیر بوده و موجب تغییراتی در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی این خاک‌ها می‌شود. به این منظور در ایستگاه تحقیقات برنج کشور (غرب شهرستان تنکابن) تعداد ۵ خاکرخ حفر و تشریح و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آنها مطالعه شد. عوارضی از قبیل پوسیده شدن ریشه‌ها در نتیجه عدم 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 خاک-های 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.

کلمات کلیدی: اشباع، خصوصیات فیزیکوشیمیایی ، غیرشالیزاری، تغییر کاربری.

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). 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، ۱۳۸۸). 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 به خصوص در کشورهای کمتر توسعه یافته باعث تشدید تخریب اراضی خواهد شد (هادسون و آلکانترا، ۲۰۰۶). پارامترهای فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و تحول کانی‌های رسی می‌تواند شاهد مناسبی برای تخریب اراضی به حساب آید (عجمی و خرمالی، ۱۳۸۸). 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.
تغییرات متناوب در شرایط رطوبتی خاک‌های شالیزار برخلاف خاک‌های غیرشالیزار تاثیر بسزایی 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 غیر شالیزاری را گزارش نمود. رمضانپور (۱۳۶۹) 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 (۱۳۶۹) نیز بیان نمود که مقدار آهن قابل استفاده در خاک‌های شالیزاری بیشتر از غیر شالیزاری است ولی مقدار فسفر، پتاسیم و منگنز قابل استفاده در آن کمتر می‌باشد.
درکشت برنج برخلاف کیوی، خاک سطحی تا عمق مشخصی کاملا تخریب می‌شود، به نحوی که ساختمان کاملا از بین رفته و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این تغییرات در خصوصیات ذکرشده می‌تواند موجبات تغییرات عدیده‌ای در قابلیت استفاده از عناصر غذایی گردد. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک شالیزارهای برنج تبدیل شده به باغ‌های کیوی می‌باشد که سبب نابودی این محصول راهبردی در بخش وسیعی از سطح استان مازندران شده است.

مواد و روش‌ها

تحقیق مورد نظر 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. باغ‌های کیوی نیز با قدمتی بیش از ۱۰ سال در مجاورت اراضی شالیزاری واقع می‌باشند. ارتفاع از سطح دریای آزاد ۲۰- متر، متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۵۳ میلی‌متر است و متوسط دمای سالیانه ۱۵/۸ درجه سانتیگراد می‌باشد. براین اساس رژیم حرارتی خاک در منطقه مورد مطالعه ترمیک و رژیم رطوبتی یودیک تعیین گردید. جهت انجام این مطالعه پس از بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی منطقه، تعداد ۵ خاکرخ (۳ خاکرخ در اراضی شالیزاری زیر کشت برنج و ۲ خاکرخ در اراضی غیرشالیزاری زیرکشت کیوی) انتخاب، حفر، تشریح و نمونه‌برداری شدند. جهت انجام مطالعات فیزیکوشیمیایی، نمونه‌های مورد نظر پس از هواخشک کردن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و آزمایش‌های لازم از جمله بافت به روش هیدرومتر (کارتر و گرگوریچ، ۲۰۰۸)، pH (نسبت ۱:۵ خاک به آب)، هدایت الکتریکی (EC) عصاره اشباع، کربن آلی با استفاده از روش تیتراسیون (کارتر و گرگوریچ، ۲۰۰۸) و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) با استفاده از روش استات آمونیوم در pH= ۸/۲ انجام گردید (اسپارکس، ۱۹۹۶). اندازه‌گیری پتاسیم قابل دسترس گیاه با استات آمونیوم نرمال خنثی (اسپارکس، ۱۹۹۶) و فسفر قابل جذب نیز به روش اولسن (استخراج با بی‌کربنات سدیم) (اسپارکس، ۱۹۹۶) صورت پذیرفت. برای استخراج فرم محلول و قابل‌تبادل آهن و منگنز از DTPA (لیندزی و نورول، ۱۹۷۸) استفاده گردید.

نتایج و بحث

مطالعه خاک‌های حفر شده نشان می‌دهد خاک‌های منطقه در رده اینسپتی‌سولز طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۱). سطح آب زیرزمینی بالا و غرقاب نمودن خاک سطحی شرایط ویژه‌ای را برای تشکیل این خاک‌ها فراهم آورده است، به طوری‌که 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 ۶/۲۴ تا ۷/۶ بوده و مقادیر EC نیز از حداقل ۰/۳۹۹ تا ۲/۱۳۰ dS/m متغیر است. دامنه تغییرات کربن آلی در نمونه‌های مورد مطالعه بین حداقل ۰/۲ تا ۶/۷ درصد متغیر است و حداکثر مقدار آن در افق سطحی (Ap) خاکرخ ۴ 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 تا ۳۶/۲ $cmol+/kg_{soil}$ متغیر می‌باشد. فسفر عصاره‌گیری شده با بی‌کربنات سدیم از حداقل ۳/۵ $mgkg^{-1}$ در افق $2Bg_1$ خاکرخ ۲ تا حداکثر ۲۴/۹ $mgkg^{-1}$ در افق Apg خاکرخ ۵ متغیر است. همچنین دامنه تغییرات پتاسیم محلول و پتاسیم قابل تبادل استخراج شده با استات آمونیوم به ترتیب از حداقل ۱/۶ تا ۱۰/۵ $mgkg^{-1}$ و ۲۴/۶ تا ۱۶۴/۹ $mgkg^{-1}$ متغیر است. حداقل مقدار آهن قابل استخراج با DTPA در کاربری شالیزار ($9/1 mgkg^{-1}$) و حداکثر مقدار آن در کاربری باغ کیوی ($206/6 mgkg^{-1}$) مشاهده گردید. دامنه تغییرات منگنز استخراج شده با DTPA نیز از حداقل ۴/۴ تا ۲۵/۳ $mgkg^{-1}$ می‌باشد.

جدول۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاکهای مورد مطالعه

افق	عمق cm	بافت ٪ شن	بافت ٪ سیلت	بافت ٪ رس	pH (۱:۵)	EC dS m^{-1}	OC ٪	CEC $cmol+kg^{-1}$	CEC/ Clay%	K_{sol}	K_{ex}	P $mgkg^{-1}$	Fe_{DTPA}	Mn_{DTPA}
خاکرخ ۱- شالیزار (Fine, smectitic, thermic, Typic Endoaquepts)														
Apg	۰-۱۲	۲۲/۷	۲۷/۴	۴۹/۹	۷/۴	۱/۰۳۰	۳/۷	۲۱/۶	۰/۴۳	۱/۹	۵۸/۱	۸/۴	۶۳/۶	۴/۴۵
Bg	۱۲-۲۵	۲۲/۴	۳۴	۴۳/۶	۷/۲	۱/۰۲۲	۳/۷	۲۵/۱	۰/۵۷	۱/۹	۶۵/۵	۷/۶	۱۰۳/۴	۲۵/۳
Btg1	۲۵-۶۰	۱۲/۴	۴۲	۴۵/۶	۷/۲	۰/۵۶۳	۱/۹	۲۱/۳	۰/۴۷	۱/۶	۵۱/۵	۴/۲	۳۳/۶	۱۹/۲
Btg2	۶۰-۱۰۰	۱۰/۴	۴۶	۴۳/۶	۶/۸	۰/۵۲۴	۰/۶	۱۸/۱	۰/۴۱	۱/۶	۵۲/۳	۴/۳	۲۸/۹	۲۴/۱
خاکرخ ۲- شالیزار (Fine-loamy, smectitic, thermic, Mollic Endoaquepts)														
Apg	۰-۲۰	۲۹/۴	۲۷	۴۳/۶	۷/۴	۱/۰۹۵	۰/۸	۲۱/۱	۰/۴۸	۲/۷	۵۴/۶	۷/۸	۱۰۲/۳	۲۴/۲
2Bg1	۲۰-۴۰	۵۸/۴	۲۶	۱۵/۶	۶/۲	۱/۱۱۹	۰/۲	۹/۶	۰/۶۱	۱/۹	۲۴/۶	۳/۵	۷۰/۹	۹/۹
2Bg2	۴۰-۷۵	۲۶/۴	۴۶	۲۷/۶	۶/۹	۰/۸۶۶	۰/۶	۱۲/۳	۰/۴۴	۲/۳	۵۰/۷	۵/۷	۷۴/۲	۱۳/۳
خاکرخ ۳- شالیزار (Fine, mixed, active, thermic, Mollic Endoaquepts)														
Apg	۰-۱۴	۱۷/۸	۳۰	۵۲/۲	۷/۵	۱/۰۵۵	۲/۶	۲۴/۸	۰/۴۷	۲/۳	۸۲/۳	۸/۲	۷۴/۵	۱۷/۹
Btg1	۱۴-۳۵	۱۰/۴	۳۶	۵۳/۶	۷/۳	۰/۷۱۶	۱/۴	۲۴/۱	۰/۴۵	۱/۶	۶۹/۱	۴	۱۵/۷	۱۴/۵
Btg2	۳۵-۵۰	۱۶/۴	۴۰	۴۳/۶	۷	۰/۵۰۱	۰/۹	۱۸/۸	۰/۴۳	۲/۷	۵۹/۷	۴	۹/۱	۱۳/۱
2Bg1	۵۰-۷۵	۵۶/۴	۲۶	۱۷/۶	۶/۷	۰/۹۱۷	۰/۳	۹/۶	۰/۵۴	۲/۱	۲۹/۶	۴/۴	۲۷/۱	۹/۹
3Bg2	۷۵-۱۱۰	۲۷/۶	۴۶	۲۶/۴	۶/۷	۰/۸۴۱	۰/۹	۱۲/۱	۰/۴۴	۲/۳	۴۴/۸	۵/۷	۵۸/۵	۱۶/۴
خاکرخ ۴- کیوی (Fine-loamy, mixed, superactive, thermic, Typic Endoaquepts)														
Ap	۰-۱۲	۳۱/۸	۲۶	۴۲/۲	۷/۳	۱/۰۰۵	۶/۷	۳۰/۴	۰/۷۲	۶/۶	۱۱۰/۸	۲۳/۸	۱۰۸/۹	۷/۴
Bg1	۱۲-۲۷	۳۲/۴	۳۲	۳۵/۶	۷/۱	۰/۸۸۲	۵/۳	۳۲/۶	۰/۹۱	۳/۱	۵۶/۵	۱۱/۱	۱۶۸/۵	۵/۵
Bg2	۲۷-۴۵	۳۸/۴	۳۲	۲۹/۶	۶/۷	۱/۴۵۹	۵/۹	۳۶/۲	۱/۲	۳/۱	۴۱/۳	۷/۸	۲۰۶/۶	۵/۱
2Cg	۴۵-۱۰۰	۵۲/۴	۲۸	۱۹/۶	۶/۹	۲/۱۳۰	۲/۸	۱۷/۲	۰/۸۸	۳/۵	۳۰/۱	۵/۹	۱۴۸/۳	۴/۶
خاکرخ ۵-کیوی (Fine-loamy, vermiculitic, thermic, Oxiaquic Eutrudepts)														
Apg	۰-۲۰	۸/۵	۲۹	۶۲/۵	۷/۲	۱/۰۶۶	۵/۳	۳۴/۱	۰/۵۵	۱۰/۵	۱۶۴/۹	۲۴/۹	۴۱/۷	۱۰/۳
Bg	۲۰-۳۵	۲۴/۴	۳۲	۴۳/۶	۶/۷	۰/۵۸۷	۰/۹	۲۴/۲	۰/۵۶	۱/۹	۶۲/۱	۸/۵	۲۶/۸	۸/۸
Btg1	۳۵-۴۵	۱۲/۴	۴۴	۴۳/۶	۷/۱	۰/۴۹۴	۰/۹	۲۳/۲	۰/۵۳	۱/۶	۴۹/۹	۱۰/۷	۱۶/۹	۱۰/۸
Btg2	۴۵-۷۰	۲۲/۴	۴۶	۳۱/۶	۷/۱	۰/۵۷۸	۰/۶	۱۸/۲	۰/۵۸	۲/۴	۵۴/۹	۸/۸	۲۲/۸	۶/۵

$pH_{(1:5)}$ در خاک‌های شالیزاری مورد مطالعه عمدتا در محدوده خنثی به دست آمد (۶/۲ تا ۷/۵) که کمتر از pH کاربری‌های مجاور زیرکشت کیوی است. به طور کلی غرقاب شدن باعث افزایش pH خاک‌های اسیدی و کاهش pH خاک‌های قلیایی می-گردد (پونامپروما، ۱۹۷۸). مقدار عددی pH در خاک‌های غرقاب (خاکرخ‌های شالیزاری و خاکرخ شماره ۴) با افزایش عمق کاهش می‌یابد که ناشی از ایجاد شرایط غرقاب می‌باشد. در مقابل pH در خاک‌های زیر کشت خاکرخ شماره ۵ زیر کشت کیوی به علت وجود شرایط اکسیدی در کل خاکرخ از روند خاصی تبعیت نکرده و در محدوده خنثی قرار دارد. تغییرات EC نیز گویای بیشتر بودن آن در شالیزار می‌باشد که به عدم زهکشی مناسب در این خاک‌ها برمی‌گردد.

میزان کربن آلی در افق‌های سطحی شالیزار بیشتر از افق‌های تحتانی می‌باشد، اگرچه متوسط کربن آلی در باغ‌های کیوی به علت عدم 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 افق های سطحی شالیزارها کمتر از غیر شالیزارهای زیر کشت کیوی می‌باشد. از دلایل عمده آن می‌توان به آبشویی و پتاسیم زدایی 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 عدم استفاده کافی و به موقع کودهای پتاسیمی در شالیزارهای شمال کشور اشاره نمود. اوستان (۱۳۷۳) با مطالعه خاک‌های شالیزاری شمال کشور نشان داد که پتاسیم قابل استخراج با استات آمونیوم و پتاسیم غیرقابل تبادل خاک‌های شالیزاری کاهش نسبت به خاک‌های غیرشالیزاری مشابه داشته‌اند. توفیقی (۱۳۷۷) برآورد کرد که نزدیک به ۱۰۰ هزار هکتار از شالیزارهای شمال ایران دارای پتاسیم قابل وصول نسبتا 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.

میانگین میزان فسفر قابل وصول نیز در خاک شالیزاری ($۵/۷ mgkg^{-1}$) بسیار کمتر از خاک غیر شالیزاری ($۱۲/۷ mgkg^{-1}$) می‌باشد (جدول ۱) که نشان‌دهنده عدم مدیریت کودهای فسفره در خاک‌های شالیزاری است. پایین بودن فسفر قابل وصول در خاک‌های زیر کشت برنج ناشی از مصرف کود فسفره کمتر (آمار موسسه تحقیقات برنج کشورتنکابن، منتشر نشده، ۱۰۰کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار)، تثبیت بیشتر فسفر و تشکیل فسفات‌های آهن و آلومینیوم در خاک شالیزاری در نتیجه وجود آهن و آلومینیوم بیشتر در این شرایط و برداشت فسفر زیاد در نتیجه کشت متراکم برنج است. از طرف دیگر خاک‌های با غالبیت ورمی‌کولایت (مثل خاک‌های زیر کشت کیوی منطقه مورد مطالعه) دارای فسفر اولسن بالا و قابلیت تثبیت فسفر پایین‌تری هستند (پن و همکاران، ۲۰۰۵). رمضانپور (۱۳۶۹) نیز مقدار فسفر قابل استفاده موجود در خاکرخ‌های شالیزاری استان گیلان را کمتر از خاکرخ‌های شاهد غیرشالیزاری گزارش نمود.

با وجود بیشتر 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 زهکشی نامناسب و پوسیدگی ریشه‌های کیوی است، میانگین آهن قابل استفاده در شالیزارها بیشتر از خاکرخ شماره ۵ می‌باشد (جدول ۱). از دلایل آن می‌توان احیاء هیدروکسید آهن فریک به آهن فرو به دلیل کمبود اکسیژن

در حضور ماده آلی زیاد و pH پایین‌تر شالیزارها را نام برد که در مقابل کاهش هر واحد pH مقدار آهن قابل استفاده ۱۰۰۰-۱۰۰ برابر افزایش می‌یابد (لیندزی، ۱۹۷۲). غلظت منگنز نیز در شالیزار بیشتر از شاهد بوده که علت آن برقراری شرایط احیاء و وجود مواد آلی کافی جهت انجام این واکنش است که به افزایش غلظت منگنز قابل استفاده منجر می‌گردد.

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 نسبتا سبک و سطح آب زیرزمینی حداقل در فاصله دو متری از سطح خاک قرار داشته باشد. حساسیت پایه‌های کیوی به شرایط مانداب سطحی و بالابودن سطح آب زیرزمینی، غرقابی و ماندابی بودن آب در اراضی شالیزاری به دلیل نبود زهکشی به عنوان 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 می‌شود و تعادل تغذیه‌ای عناصر پرمصرف و کم‌مصرف اعم از پتاسیم، فسفر، آهن و منگنز را دستخوش تغییر می‌کند. عدم وجود 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 علائم آن به صورت کلروز شدید کیوی مشاهده گردید.

منابع

اوستان ش، ۱۳۷۳. بررسی تخلیه پتاسیم از خاکهای شالیزاری شمال کشور، پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

بهمنیار م ع، ۱۳۶۹. بررسی تاثیرات غرقاب بر روی خواص مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و میزالوژیکی خاک‌های زیرکشت برنج در استان مازندران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

رمضانپور ح، ۱۳۶۹. اثر غرقاب بر روی خواص مورفولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و میزالوژیکی خاک‌های شالیزار در استان گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

توفیقی ح، ۱۳۷۷. بررسی پاسخ برنج به کود پتاسه در خاک های شالیزاری شمال ایران، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ایران، شماره ۲۹. صفحه های ۸۶۹ تا ۸۸۳.

Cai Z, 1996. Effect of land use on organic carbon storage in soils in eastern China, Water Air Soil Pollut. 91: 383–393.

Cheng YQ, Yang LZ, Cao ZH, 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.

Hudson PF and Alca´ntara A, 2006. Ancient and modern perspectives on land degradation. Catena. 65: 102-106.

Lal R, 2004. Offsetting China's CO_2 emission by soil carbon sequestration, Clim. Change 65: 263-275.

Pan GX, Li LQ, Wu LS and Zhang XH, 2003a. Storage and sequestration potential of topsoil organic carbon in China's paddy soils. Glob Chang Biol. 10: 79-92.

پانزدهمین همایش ملی برنج کشور
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری – پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان
۱-۲ اسفند ۱۳۹۱
(محور چالش های تولید پایدار)

Penn CJ, Mullins GL and Zelazny LW, 2005. Mineralogy in Relation to Phosphorus Sorption and Dissolved Phosphorus Losses in Runoff. Soil Sci Soc Am J. 69: 1532–1540.

Ponnamperuma FN, 1978. Electrochemical change in submerged soil and the growth of rice, IRRI, Losbanos, Philippines, Pp: 421-441.

Singh DK, Jaiswal CS and Reddy KS, 2001. Optimal cropping pattern in a canal command area. Agric. water management. 50: 1-8

Witt C and Haefele SM, 2005. Paddy soil. Pp.141-150. In: Hillel D. Rosensweig C, Powlson D, Scow K, Singer M and Sparks D (eds). Encyclopedia of Soils in the Environment, Volum three.