بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
دانشکده علوم زراعی
گروه مهندسی علوم خاک
جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی
(علوم خاک)

عنوان:

اثر تغییر کاربری اراضی شالیزاری تحت کشت برنج به باغ مرکبات بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کیفیت خاک (مطالعه موردی: قائمشهر)

اساتید راهنما:
دکتر مهدی قاجارسپانلو
دکتر سروش سالک گیلانی

نگارش:
سمانه یوسفی

بهمن ۱۳۹۱

تقدیم به

او که خورشید به احترامش از غروب طلوع می‌کند

به

دست‌های مهربان پدرم

ترنم نگاه مادرم

و

و برادران و خواهر عزیزم

از شعله

به پاس روشنائیش سپاسگذاری کن

اما چراغدان را نیز

که همیشه صبورانه در سایه می ایستد از یاد مبر

تاگور

سپاسگذاری

قسم به هوش انسان که مقدس است، آنجا که خداوند فرمود من را در وجود خودتان پیدا کنید، تمام تلاشم را در تحقیق و تدوین این پایان نامه انجام داده‌ام، امیدوارم توانسته باشم نهالی کوچک را در مزرعه دانش بشر کاشته باشم.

اکنون قلمم را به زمین نهاده و همچون گل های آفتاب گردان به دنبال خورشیدهای زندگی‌ام سر می چرخانم و از آن باغبان های اصیل همان بذرپاشان علم و تحصیل، آن عرق ریزان دشت دانش آنان که عنایت می کنند بی خواهش، آن بزرگانی که در سایه سارشان قد کشیدم و من کوچک را در این مسیر همراهی کردند از جمله اساتید راهنما جناب آقای دکتر قاجار سپانلو و آقای دکتر سالک گیلانی و همچنین از پدر و مادرم این نخستین استادان درس زندگی‌ام نهایت تقدیر و تشکر را دارم.

با تشکر

سمانه یوسفی

چکیده

از مهمترین عوامل مؤثر در تخریب محیط زیست و فشار بر منابع اکولوژیک، افزایش سریع جمعیت همراه با بهره‌برداری ناپایدار از منابع است. فعالیت‌های انسانی همچون تغییر کاربری اراضی که با برنامه ریزی مناسبی همراه نیست، اثرات نامطلوبی روی منابع طبیعی (از جمله خاک) به همراه دارد. در این پژوهش تأثیر تغییر کاربری اراضی شالیزاری تحت کشت برنج به باغ مرکبات بر برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک کیفیت خاک مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور تحقیقی در سال ۱۳۹۰ در منطقه‌ای واقع در جنوب شرقی شهرستان قائمشهر به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. ۶ تیمار کاربری شامل T_1= شالیزار بیشتر از ۶۰ سال، T_2= شالیزار ۲۵ ساله، T_3= مرکبات ۵ ساله، T_4= مرکبات ۸ ساله، T_5= مرکبات ۲۵ ساله و T_6= دائم مرکبات و ۳ عمق شامل ۱۵-۰، ۳۵-۲۰ و ۵۵-۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان جرم مخصوص ظاهری در تیمار T_6 و عمق ۵۵-۴۰ سانتی‌متر مشاهده شد. تیمار T_6 بیشترین مقدار جرم مخصوص حقیقی را نیز به خود اختصاص داد. به دلیل مواد آلی فراوان در تیمار T_1 نسبت به دیگر کاربری‌ها میزان جرم مخصوص ظاهری و حقیقی کاهش و میزان تخلخل در این کاربری افزایش یافت. تیمار T_1 بیشترین اثر را در افزایش تخلخل، رطوبت باقیمانده و ظرفیت نگهداشت آب داشت. بیشترین مقدار شن در تیمار T_6، بیشترین مقدار رس در عمق ۵۵-۴۰ سانتی‌متر و در تیمار T_3 و بیشترین مقدار سیلت در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر و در تیمار T_1 مشاهده شد. آنالیز بافت خاک نشان داد که برخلاف تفاوت جزئی درصد اجزاء شن، رس و سیلت در سه تیمار T_3، T_4 و T_5 تغییری در بافت خاک حاصل نشد که نشان‌دهنده تشابه مواد مادری بود. بیشترین مقدار pH در عمق ۳۵-۲۰ سانتی‌متر و در تیمار T_5 مشاهده شد. تیمار T_1 به دلیل کاربرد سالانه و ممتد کودهای شیمیایی بیشترین میزان EC را داشت. به دلیل شرایط غرقاب و تهویه نامناسب طولانی مدت در تیمار T_1، حداکثر میزان کربن آلی را داشت. بیشترین میزان نیتروژن کل نیز در تیمار T_1 مشاهده شد. تیمار T_6 در عمق ۳۵-۲۰ و ۵۵-۴۰ سانتی‌متر حداکثر غلظت فسفر قابل جذب و در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر حداکثر میزان پتاسیم قابل جذب در خاک را ایجاد کرد. بالا بودن میزان فسفر در این کاربری را می‌توان به وجود مواد آلی و حفظ فسفر خاک نسبت داد. به دلیل مقادیر بالای کربن آلی در تیمار T_1 حداکثر تنفس میکروبی و کربن و نیتروژن بیوماس میکروبی را به خود اختصاص داد. بیشترین مقدار شدت نیتریفیکاسیون خالص نیز مربوط به تیمار T_1 بوده که احتمالاً این افزایش ناشی از مرطوب‌تر بودن خاک و عرضه بیشتر مواد غذایی (از جمله مواد آلی) برای جمعیت میکروبی خاک می‌باشد که افزایش فرآیند نیتریفیکاسیون را به همراه داشته است. در نهایت با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می توان گفت که تغییر کاربری اراضی شالیزاری که به مدت بسیار طولانی تحت کشت برنج می‌باشند (حداقل ۶۰ سال) به باغات مرکبات، اگرچه در کوتاه مدت ممکن است اثرات نامطلوبی مشاهده نشود، اما نهایتاً در مدت طولانی به دلیل کاهش معنی‌دار در میزان ماده آلی خاک، پیامدهای ناگواری را به همراه خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری اراضی، شالیزار، باغ مرکبات

فهرست مطالب

عنوان.....**شماره صفحه**

چکیده

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه.....۱

۱-۲- اهداف پژوهش.....۲

۱-۳- برنج.....۲

۱-۳-۱-تاریخچه.....۲

۱-۳-۲- گیاه‌شناسی برنج.....۲

۱-۳-۳-شرایط مناسب برای کشت برنج.....۳

۱-۴- مرکبات.....۴

۱-۵- کیفیت خاک.....۴

۱-۵-۱- شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک.....۶

۱-۵-۱-۱- جرم مخصوص حقیقی خاک.....۶

۱-۵-۱-۲- جرم مخصوص ظاهری خاک.....۷

۱-۵-۱-۳- تخلخل.....۷

۱-۵-۱-۴- رطوبت باقیمانده.....۷

۱-۵-۱-۵- ظرفیت نگهداشت آب.....۷

۱-۵-۱-۶- بافت خاک.....۸

۱-۵-۲- شاخص‌های شیمیایی کیفیت خاک.....۸

۱-۵-۲-۱- pH خاک.....۸

۱-۵-۲-۲- هدایت الکتریکی خاک (EC).....۸

۱-۵-۲-۳- مواد آلی خاک.....۸

۱-۵-۲-۴- کربن آلی خاک.....۹

۱-۵-۲-۵- نیتروژن خاک.....۱۰

۱-۵-۲-۶- فسفر قابل جذب خاک.....۱۰

۱-۵-۲-۷- پتاسیم قابل جذب خاک.....۱۲

۱-۵-۳- شاخص‌های بیولوژیک کیفیت خاک.....۱۲

۱-۵-۳-۱- تنفس خاک.....۱۲

۱-۵-۳-۲- بیوماس میکروبی خاک.....۱۳

۱-۵-۳-۳- نیتریفیکاسیون.....۱۵

۱-۶- تغییر کاربری اراضی.....۱۶

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک..... ۱۹
۲-۱-۱- جرم مخصوص ظاهری خاک..... ۱۹
۲-۱-۲- جرم مخصوص حقیقی..... ۲۰
۲-۱-۳- تخلخل..... ۲۰
۲-۱-۴- رطوبت خاک..... ۲۱
۲-۱-۵- بافت خاک..... ۲۱
۲-۲- شاخص‌های شیمیایی کیفیت خاک..... ۲۲
۲-۲-۱- pH و EC خاک..... ۲۲
۲-۲-۲- مواد آلی خاک..... ۲۳
۲-۲-۳- کربن آلی خاک..... ۲۵
۲-۲-۴- نیتروژن خاک..... ۲۶
۲-۲-۵- فسفر خاک..... ۲۶
۲-۲-۶- پتاسیم خاک..... ۳۱
۲-۳- شاخص‌های بیولوژیکی کیفیت خاک..... ۳۱
۲-۳-۱- تنفس میکروبی خاک..... ۳۱
۲-۳-۲- بیوماس میکروبی خاک..... ۳۲
۲-۳-۳- نیتریفیکاسیون..... ۳۳
۲-۴- غرقاب..... ۳۴

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- مشخصات جغرافیایی و اقلیمی محل مورد آزمایش..... ۳۶
۳-۲- نوع طرح آماری، تیمارها و نحوهٔ اجراح آزمایش..... ۳۶
۳-۳- تعیین مشخصات فیزیکی خاک..... ۳۶
۳-۳-۱- اندازه‌گیری بافت خاک..... ۳۶
۳-۳-۲- جرم مخصوص ظاهری..... ۳۷
۳-۳-۳- جرم مخصوص حقیقی..... ۳۷
۳-۳-۴- تخلخل خاک..... ۳۷
۳-۳-۵- رطوبت خاک..... ۳۷
۳-۴- تعیین مشخصات شیمیایی خاک..... ۳۷
۳-۴-۱- pH و قابلیت هدایت الکتریکی خاک..... ۳۷
۳-۴-۲- اندازه‌گیری کربن آلی کل خاک..... ۳۸
۳-۴-۳- اندازه‌گیری نیتروژن کل خاک..... ۳۸
۳-۴-۴- اندازه‌گیری فسفر قابل جذب خاک..... ۳۸

۳-۴-۵- اندازه‌گیری پتاسیم قابل جذب خاک ۳۸
۳-۵- تعیین شاخص‌های بیولوژیک خاک ۳۹
۳-۵-۱- تنفس میکروبی خاک ۳۹
۳-۵-۲- کربن و نیتروژن بیوماس میکروبی ۴۰
۳-۵-۳- شدت نیتریفیکاسیون ۴۱
۳-۶-تجزیه آماری داده‌ها ۴۲

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- اثر تغییر کاربری اراضی از کشت برنج به باغ مرکبات بر برخی از خصوصیات فیزیکی کیفیت خاک ۴۳
۴-۱-۱- جرم مخصوص ظاهری خاک ۴۳
۴-۱-۲- جرم مخصوص حقیقی ۴۶
۴-۱-۳- تخلخل ۴۷
۴-۱-۵- رطوبت باقیمانده ۴۸
۴-۱-۶- ظرفیت نگهداشت آب ۴۹
۴-۱-۷- بافت خاک ۵۱
۴-۱-۷-۱- شن ۵۱
۴-۱-۷-۲- سیلت ۵۲
۴-۱-۷-۳- رس ۵۳
۴-۲- اثر تغییر کاربری اراضی از کشت برنج به باغ مرکبات بر برخی از خصوصیات شیمیایی کیفیت خاک ۵۶
۴-۲-۱- pH ۵۶
۴-۲-۲- EC ۵۸
۴-۲-۳- مواد آلی ۶۰
۴-۲-۴-کربن آلی ۶۳
۴-۲-۵- نیتروژن کل ۶۶
۴-۲-۶- فسفر قابل جذب ۶۸
۴-۲-۷- پتاسیم قابل جذب ۷۱
۴-۳- اثر تغییر کاربری اراضی از کشت برنج به باغ مرکبات بر برخی از خصوصیات بیولوژیکی کیفیت خاک ۷۴
۴-۳-۱- تنفس میکروبی ۷۴
۴-۳-۲- بیوماس میکروبی ۷۷
۴-۳-۲-۱- کربن بیوماس میکروبی ۷۷
۴-۳-۲-۲- نیتروژن بیوماس میکروبی ۸۰
۴-۳-۳- شدت نیتریفیکاسیون ۸۲
۴-۴- همبستگی بین شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مورد مطالعه ۸۵
۴-۵- نتیجه‌گیری کلی ۸۶

۴-۶- پیشنهادات.....۸۷

فصل پنجم: منابع

۶-۱- منابع.....۸۸

فهرست جداول

عنوان.....شماره صفحه

جدول ۱-۱- شاخص‌های کیفیت خاک.....۶
جدول ۴-۱- نتایج تجزیه واریانس برخی خصوصیات فیزیکی خاک تحت کاربری‌ها و عمق‌های مختلف.....۴۳
جدول ۴-۲- اثر کاربری بر میزان جرم مخصوص ظاهری خاک.....۴۴
جدول ۴-۳- اثر کاربری بر میزان جرم مخصوص حقیقی خاک.....۴۶
جدول ۴-۴- اثر کاربری بر میزان تخلخل خاک.....۴۷
جدول ۴-۵- اثر کاربری بر میزان رطوبت باقیمانده.....۴۹
جدول ۴-۶- اثر کاربری و عمق بر میزان ظرفیت نگهداشت آب.....۵۰
جدول ۴-۷- اثر کاربری و عمق بر میزان شن.....۵۲
جدول ۴-۸- اثر کاربری و عمق بر میزان سیلت.....۵۳
جدول ۴-۹- اثر کاربری و عمق بر میزان رس.....۵۴
جدول ۴-۱۰- کلاس بافتی کاربری های مورد مطالعه.....۵۵
جدول ۴-۱۱- نتایج تجزیه واریانس برخی خصوصیات شیمیایی خاک تحت کاربری‌ها و عمق‌های مختلف.....۵۶
جدول ۴-۱۲- اثر کاربری بر میزان pH خاک.....۵۷
جدول ۴-۱۳- اثر کاربری و عمق بر میزان Ec خاک.....۵۹
جدول ۴-۱۴- اثر کاربری و عمق بر میزان مواد آلی خاک.....۶۱
جدول ۴-۱۵- اثر کاربری و عمق بر میزان کربن آلی خاک.....۶۴
جدول ۴-۱۶- اثر کاربری و عمق بر میزان نیتروژن کل خاک.....۶۷
جدول ۴-۱۷- اثر کاربری و عمق بر میزان فسفر قابل جذب خاک.....۶۹
جدول ۴-۱۸- اثر کاربری و عمق بر میزان پتاسیم قابل جذب خاک.....۷۲
جدول ۴-۱۹- نتایج تجزیه واریانس برخی خصوصیات بیولوژیکی خاک تحت کاربری‌ها و عمق‌های مختلف.....۷۴
جدول ۴-۲۰- اثر کاربری و عمق بر میزان تنفس میکروبی خاک.....۷۵
جدول ۴-۲۱- اثر کاربری و عمق بر میزان کربن بیوماس میکروبی خاک.....۷۸
جدول ۴-۲۲- اثر کاربری و عمق بر میزان نیتروژن بیوماس میکروبی خاک.....۸۰
جدول ۴-۲۳- اثر کاربری و عمق بر میزان شدت نیتریفیکاسیون خالص.....۸۲
جدول ۴-۲۴- ضرایب همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده.....۸۵

فهرست شکل‌ها

عنوان.....شماره صفحه

شکل ۱-۱- مفهوم کیفیت ذاتی و کیفیت دینامیک خاک.....۵
شکل ۴-۱- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان جرم مخصوص ظاهری خاک.....۴۵
شکل ۴-۲- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان تخلخل.....۴۸
شکل ۴-۳- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان ظرفیت نگهداشت آب.....۵۱
شکل ۴-۴- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان سیلت.....۵۳
شکل ۴-۵- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان رس.....۵۵
شکل ۴-۶- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان pH خاک.....۵۷
شکل ۴-۷- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان EC خاک.....۶۰
شکل ۴-۸- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان مواد آلی خاک.....۶۲
شکل ۴-۹- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان کربن آلی خاک.....۶۵
شکل ۴-۱۰- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان نیتروژن کل خاک.....۶۷
شکل ۴-۱۱- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان فسفر قابل جذب.....۷۱
شکل ۴-۱۲- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان پتاسیم قابل جذب.....۷۳
شکل ۴-۱۳- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان تنفس میکروبی خاک.....۷۶
شکل ۴-۱۴- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان کربن بیوماس میکروبی خاک.....۷۹
شکل ۴-۱۵- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان نیتروژن بیوماس میکروبی خاک.....۸۱
شکل ۴-۱۶- اثر متقابل کاربری و عمق بر میزان شدت نیتریفیکاسیون خالص.....۸۳

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

خاک بستر کلیه فعالیت‌های تولیدی انسان بشمار رفته و بنیان بسیاری از تمدن‌های بزرگ و کهن جهان بر باروری و حفاظت از خاک استوار بوده است. تمدن‌های بزرگ بشری در مناطقی از جهان به رشد و شکوفایی رسیده‌اند که خاک آنها از کیفیت مناسبی برخوردار بوده است. در واقع می‌توان گفت میزان پیشرفت تمدن بشری با خاک و چگونگی بهره‌برداری از آن ارتباط تنگاتنگ دارد (حق‌نیا و کوچکی، ۱۳۷۵).

افزایش تولید در واحد سطح و استفادهٔ صحیح از اراضی، یکی از راه‌های تأمین غذا برای جمعیت عظیم انسانی می‌باشد. از عوامل اصلی و شناخته شدهٔ توسعه پایدار کشاورزی، تعیین الگوی مناسب کاشت با توجه به توانمندی خاک و استفاده بهینه از منابع خاک و آب برای افزایش تولید محصول می‌باشد بطوریکه از تخریب بیشتر منابع طبیعی جلوگیری شود (ساین و همکاران، ۲۰۰۱). الگوی کاشت به سهم زیر کشت و نوع محصولات مختلف زراعی در یک منطقه اطلاق می‌شود. تنظیم و اجرای الگوی کشت مناسب محصولات زراعی و باغی تحت تأثیر عواملی چون فاکتورهای طبیعی شامل ساختمان خاک، اقلیم و مقدار آب آبیاری در دسترس، فاکتورهای اجتماعی شامل گروه‌های زارعان (خانواده‌ها، فرهنگ‌ها و...) و فاکتورهای اقتصادی مانند قیمت تمام شده محصول برای زارع، قابلیت عرضه در بازار، سطح تکنولوژی در اختیار، نیروی انسانی موجود، اعتبار و وضعیت صنعتی منطقه، حمل و نقل و دسترسی به اطلاعات قرار می‌گیرد. کشاورزان هر منطقه همیشه پرمنفعت ترین محصول را تعیین و به کشت آن اقدام می‌کنند (وو و همکاران، ۲۰۰۷). یکی از عوامل تأثیرگذار بر الگوی کاشت، رشد جمعیت و تغییر در ساختار خانواده‌هاست که شاید در تبدیل اراضی شالیزار به باغات در شمال ایران دخیل بوده است (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۸).

امروزه به دلیل استفادهٔ بی‌رویه از منابع طبیعی بویژه خاک، دشواری‌های گوناگون زیست محیطی فراروی انسان قرار گرفته است. مدیریت نادرست، بی‌توجهی و بهره‌برداری بی‌رویه می‌تواند این منبع آسیب پذیر یعنی خاک را به سوی نابودی سوق داده و در نتیجه حیات بشر مورد تهدید قرار گیرد (حق‌نیا و کوچکی، ۱۳۷۵). کیفیت خاک به عنوان ظرفیت خاک جهت ایفای نقش در داخل مرزهای اکوسیستم و در ارتباط مثبت با اکوسیستم‌های مجاور، یکی از بحث‌های مهم مدیریتی و بهره‌برداری بهینه از خاک می‌باشد. مفهوم کیفیت خاک بر دو امر آموزش و ارزیابی که هر دو از مسائل اساسی علم خاک شناسی نوین است تأکید دارد. برای ارزیابی کیفیت خاک از خصوصیاتی تحت عنوان شاخص بهره‌گیری می‌شود. شاخصهای کیفیت خاک می توانند شامل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باشند (ارشد و مارتین، ۲۰۰۲) و یکی از مباحث مهمی که در زمینه کاهش کیفیت خاک مطرح است، تغییر کاربری اراضی و اثر آن بر روی خاک میباشد. تغییر کاربری اراضی، عموماً ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک و لذا کیفیت آن را تحت تأثیر قرار می دهد. با توجه به این که بخش وسیعی از زمین‌های شالیزار در استان مازندران به خصوص شهرستان قائمشهر در دهه‌های گذشته به دلیل گرانی نهاده‌های کشاورزی، دستمزد بالای کارگر، عملکرد کم تولید و زودبازده بودن محصول مرکبات، به باغ تغییرکاربری داده شده‌اند (خبرگزاری فارس، ۱۳۸۶)، برای تشخیص تغییرات رخ داده در ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک کیفیت خاک در طول زمان، مطالعه تغییرات خصوصیات خاک پس از تغییر کاربری بسیار مهم می‌باشد. با توجه به این که در این راستا از شهرستان قائمشهر (استان مازندران) اطلاعاتی موجود نبوده است، این تحقیق به منظور بررسی اثر تغییر کاربری اراضی از کشت برنج به باغ مرکبات بر برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک کیفیت خاک در منطقه مورد مطالعه صورت گرفته است.

۱-۲- اهداف پژوهش

۱- تعیین میزان تغییرات خصوصیات فیزیکی (جرم مخصوص ظاهری، جرم مخصوص حقیقی، تخلخل، رطوبت باقیمانده، ظرفیت نگهداشت آب و بافت خاک)، شیمیایی (pH، هدایت الکتریکی، کربن آلی کل، نیتروژن کل، فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب خاک) و بیولوژیکی (تنفس میکروبی، کربن و نیتروژن بیوماس میکروبی و شدت نیتریفیکاسیون خالص) کیفیت خاک در اثر تغییر کاربری از کشت برنج به باغ مرکبات.

۲- تعیین اثر دوره‌های مختلف کشت مستمر برنج و احداث باغ مرکبات بر میزان برخی از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کیفیت خاک.

۱-۳- برنج

۱-۳-۱-تاریخچه

مهمترین منبع تأمین مواد غذایی انسان اراضی کشاورزی می‌باشد. توسعهٔ اراضی کشاورزی به عنوان راهکاری است که در ۲ قرن اخیر برای جبران کمبود مواد غذایی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته اجرا می‌گردد. برنج یکی از مهمترین محصولات غذایی برای مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری به شمار می‌رود که به طور عمیق با فرهنگ و آئین کشورها مرتبط است. منشأ اصلی این گیاه زراعی در کشورهای آسیای جنوب شرقی می‌باشد و قدمت آن به هفت هزار سال قبل بر می‌گردد. با آن که از آن زمان تا به حال، زراعت برنج به شدت گسترش مکانی پیدا کرده، لیکن کشت این محصول به نواحی با بارندگی‌های موسمی در قاره آسیا محدود است (ارشد و مارتین، ۲۰۰۲؛ کمپر و رسنا، ۱۹۸۶). این محصول یک سوم سطح زیر کشت غلات دنیا را اشغال کرده است و تأمین کننده ۲۵ تا ۶۰ درصد کالری ۲/۷ میلیارد نفر از جمعیت جهان می‌باشد. بیش از ۹۰ درصد برنج دنیا در آسیا تولید و مصرف می‌شود. برنج گیاهی است که نسبت به دیگر گیاهان تحت آبیاری، بیشترین سطح زیر کشت را دارا است و معمولا در اراضی مرطوب که مشکل زهکشی دارند کشت می‌شود و مقاومت کمتری نسبت به سایر محصولات به خشکی دارد. برنج دومین محصول استراتژیک و مهم تغذیه-ای ایرانیان است. بیشترین کشت برنج در ایران در سه استان شمالی کشور گیلان، مازندران و گلستان در شرایط غرقاب با ۷۱ درصد سطح زیر کشت از کل کشور انجام می‌گیرد، و از مراکز عمده کشت و تولید برنج به حساب می‌آیند و استان مازندران رتبه اول را از نظر میزان تولید برنج در ایران داراست (سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران، ۱۳۸۵).

هم اکنون «ده‌ها هزار نوع برنج» در جهان وجود دارد، اما این‌ها در دو زیرگونه کلی جای می‌گیرند. دو زیرگونه اصلی شامل برنج «جاپونیکا» با نام علمی Oryza sativa japonica و برنج «ایندیکا» با نام علمی Oryza sativa indica می‌شوند (اخوت، ۱۳۸۳).

۱-۳-۲- گیاه‌شناسی برنج

برنج گیاهی است که دارای ارقام زودرس (طول دورهٔ رشد ۱۳۰ تا ۱۴۵ روز)، متوسط رس (۱۵۰ تا ۱۶۰ روز) و ارقام دیررس (۱۷۰ تا ۱۸۰ روز) می‌باشد. برنج از نظر مورفولوژی یک گیاه نیمه آبزی است که می تواند در شرایط غرقاب و یا دیم رشد نماید (چادری و مک لین، ۱۹۶۳). عملکرد این گیاه عموما در حالت غرقاب نسبت به حالت غیر غرقاب به طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد (پاتریک و فونتنوت، ۱۹۷۶). بررسی‌های بسیار نشان می‌دهد که گیاهانی که در خاک‌های

غرقابی رشد می‌کنند، حفرات هوایی یا آئرانشیم در ریشه های خود تولید می کنند که با آئرانشیم‌های برگ و ساقه مرتبط بوده و اکسیژن از این طریق برای ریشه‌ها تأمین می‌شود (آگولار و سیواسیتامپارام، ۱۹۹۹).

۱-۳-۳-شرایط مناسب برای کشت برنج

دما: میانگین دمای مورد نیاز برنج هنگام رشد باید بین ۲۰ تا ۳۷ درجه سانتیگراد باشد. پایین بودن دما در اوایل فصل زراعی یا آبیاری مزرعه با آب سرد سبب می‌شود که زمان رسیدن دانه‌ها به تأخیر افتد. بالا بودن دما هم موجب کاهش تعداد سنبلچه‌های بارور و وزن دانه‌ها می‌شود. نتایج بدست آمده نشان داده که اگر دمای آب کمتر از ۱۹ درجه سانتی‌گراد باشد، زمان رسیدن دانه به تأخیر می‌افتد. اگر هم از ۳۰ درجه بیشتر باشد، گسترش ریشه و میزان عملکرد گیاه برنج به دلیل محدود بودن اکسیژن موجود در آب، کم می‌شود و بازدهی گیاه کاهش می‌یابد (اخوت، ۱۳۸۳).

نور: نور هم یکی از عوامل مؤثر در رشد گیاه است. شدت نور در اوایل فصل زراعی شاید عامل محدود کننده‌ای برای رشد برنج به حساب آید. اما با نزدیک شدن به پایان فصل زراعی، بویژه موقع تشکیل خوشه، رقابت برای جذب نور بین بوته‌ها افزایش می‌یابد (اخوت، ۱۳۸۳).

رطوبت: آب مورد نیاز برنج از سایر غلات بیشتر است. ۸۰ درصد آب مورد نیاز محصول برنج تولید شده در جهان بویژه در نقاط استوایی، از آب باران تأمین می‌گردد. ۲۰ درصد باقیمانده را از آب رودخانه و آب چاه تأمین می‌نمایند. آبیاری شالیزار از مهمترین عملیاتی است که باید در زراعت برنج انجام شود، چون برنج گیاهی متحمل به غرقابی است. وجود آب سبب انتقال مواد مختلف از ریشه به ساقه، برگ و دانه‌ها شده و در نتیجه موجب تهیه مواد خشک می‌گردد. مقدار آب مورد نیاز برای برنج بستگی به روش کاشت، ابعاد کرت‌ها، تراکم بوته‌ها، مقدار مصرف مواد تقویت کننده، نوع بافت خاک، شرایط اقلیمی، شرایط اکولوژیکی و رقم مورد کاشت داشته و بطور کلی در ارقام زودرس نیاز آبی کمتر و در ارقام دیررس نیاز آبی بیشتر است. مناسب‌ترین میزان رطوبت برای گلدهی گیاه برنج ۷۰ تا ۸۰ درصد است. رطوبت کمتر از ۴۰ درصد، عامل بازدارنده‌ای برای گلدهی گیاه به شمار می‌رود. وزش باد و ریزش باران و تگرگ، در زمان گلدهی زیانبار است. همچنین بارندگی موقع برداشت محصول هم عملیات مربوط به خشک شدن محصول را به تأخیر می‌اندازد. برنج، کلاً گیاه آب دوستی به شمار می‌رود، ولی آبزی نیست. چون ریشه گیاهان آبزی قادر نیست که تارهای کشنده و ریشه‌های فرعی تولید کند، در حالی که ریشه برنج هم تار کشنده و هم ریشه فرعی دارد (اخوت، ۱۳۸۳).

خاک: برنج در خاک‌های مختلف، از فقیر تا غنی به شرطی که تنها آب مورد نیاز گیاه تأمین باشد به عمل می‌آید. البته مقدار آب مصرفی در خاکهای سبک بیش از خاکهای سنگین است. مناسب‌ترین خاک برای کشت برنج، خاک رسی با لایه غیر قابل نفوذ در عمق ۵۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متری و همراه با مقدار زیادی مواد آلی است. برنج اصولاً نسبت به شوری خاک و شوری آب مقاوم است. در صورتی که آب کافی برای شستشوی نمک خاک وجود داشته باشد، می‌توان از برنج برای اصلاح خاک‌های شور استفاده نمود. برنج معمولاً در حوضچه‌های مسطح کاشته می‌شود که این حوضچه‌ها در بیشتر طول فصل رویش برنج غرقاب هستند. بیشتر ارقام برنج در شرایط غرقاب بهتر رشد می‌کنند و عملکرد برنج هنگام کشت در خاک‌های غرقاب نسبت به هنگام کشت در خاک‌های خشک زیادتر می‌باشد (اخوت، ۱۳۸۳).

۱-۴- مرکبات

مرکبات (Rutaceae) یکی از مهم‌ترین تیره‌های میوه‌های نیمه گرمسیری است. گیاهان تیره مرکبات از راسته ناترک‌سانان (Sapindales) هستند. مرکبات انواع گوناگونی دارند مثل: پرتقال، نارنگی، لیمو ترش، لیمو شیرین، لایم، گریپ فروت، بطاوی، نارنج، بالنگ و کام کوات (ابراهیمی، ۱۳۶۳).

مرکبات از حدود ۸۰ سال پیش با کاشت نهال‌های اصلاح شده ارزش اقتصادی و تجاری ویژه‌ای پیدا کرده است. وطن اصلی مرکبات چین، آسیای شرقی و هندوستان است. مرکبات در بیش از ۶۰ کشور جهان در فاصلهٔ عرض‌های جغرافیایی ۴۰ درجهٔ شمالی و جنوبی کشت می‌شود و به خاطر طعم و کیفیت خوب میوه‌شان شناخته شده‌اند. به طور کلی جنس مرکبات شامل حدود ۶۰ گونه است که آن‌ها را بومی اندونزی و چین دانسته‌اند. گونه‌هایی مانند پرتقال، لیمو ترش، گریپ فروت و نارنج از دیدگاه اقتصادی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند، ولی پرتقال در میان این گروه میوه‌ای است که بیشترین بهره‌وری بالقوه را دارا است و از لحاظ طعم مرکبات در صنایع غذایی در ردیف اول قرار دارد (میرزا و باهر نیک، ۱۳۸۵).

نکته‌ای که در کاشت درختان مرکبات حائز اهمیت است این است که تراکم درختان در حالت لوزی بهتر از حالت مربعی است. زیرا در حالت لوزی امکان نورگیری درخت افزایش می‌یابد ولی برای هرس و کارهای باغی که با ماشین آلات انجام می‌شود دشواری‌ها بیشتر است. در خصوص تأمین آب باغات مرکبات، چنانچه در طول سال بارندگی به صورت یکنواخت وجود نداشته باشد کاربرد سیستم‌های آبیاری و پیش بینی‌های لازم در این زمینه ضروری است. در استان مازندران با آن که میزان بارندگی سالیانه تا ۱۰۰۰ میلیمتر هم می‌رسد ولی به علت بارندگی در زمانی که به آن نیاز چندانی نیست باغهای مرکبات حدود ۲-۴ ماه نیاز به آبیاری دارند که عمده آن در تابستان و گاهی اواخر بهار می‌باشد. در صورت عدم آبیاری درخت دچار تنش آبی می‌شود (ابراهیمی، ۱۳۶۳).

۱-۵- کیفیت خاک

خاک لایه‌ای نازک در سطح زمین را تشکیل می‌دهد و نقش‌های زیادی را در زندگی ایفا می‌نماید. خاک به عنوان بستر رشد، محل ذخیره عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه و به عنوان فیلتر حافظ کیفیت خود و هوا و آب می‌باشد. خاک در تثبیت کربن و تعادل تغییرات آب و هوایی ناشی از نشر دی اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای مربوط به فعالیت‌های بشر نقش اساسی دارد. فعالیت های بشر، نقش خاک را در سیستم های طبیعی و مدیریت شده تحت تأثیر قرار می‌دهد. حفظ این وظایف و نقش‌های طبیعی خاک برای حفظ زیست محیط‌ها و تنوع زیستی لازم است (هیلل، ۲۰۰۵).

کیفیت خاک توانایی دائم یک خاک در انجام وظایف خود به عنوان یک سیستم حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت بهره برداری‌های متفاوت است به ترتیبی که خاک علاوه بر حفظ حاصلخیزی بیولوژیکی بتواند کیفیت آب و هوا را بهبود بخشیده و همچنین تأمین کننده سلامت انسان، حیوان و گیاه باشد (دوران و پارکین، ۱۹۹۶).

اعمال فعالیت‌های مدیریتی به درجات مختلف بر کیفیت خاک مؤثر است و این تأثیر می‌تواند مثبت و یا منفی باشد. هرگونه مدیریت نادرست می‌تواند منجر به تخریب خاک گردد. به طور کلی تخریب خاک عبارت است از کاهش کیفیت خاک، بنابراین به منظور ارزیابی وضعیت تخریب باید کیفیت خاک را بررسی کرد. آندرس و همکاران (۲۰۰۲) اعلام کردند که مدیریت‌های مختلف اراضی و استفاده از انواع کودها، کمپوست، روش‌های مختلف آبیاری، شخم فشرده و کشت‌های متناوب، بر روی خصوصیات خاک از جمله مواد آلی خاک، نیتروژن، آهن، منگنز و روی و در نتیجه کیفیت خاک اثر قابل

ملاحظه‌ای دارد. با کنترل کیفیت خاک می‌توان تأثیر فعالیت مدیریتی بر خاک را ارزیابی نمود. با وجود این، کیفیت خاک به عنوان یک ابزار به منظور پایش نقش‌های خاک و پایداری یک سیستم عمل می‌کند.

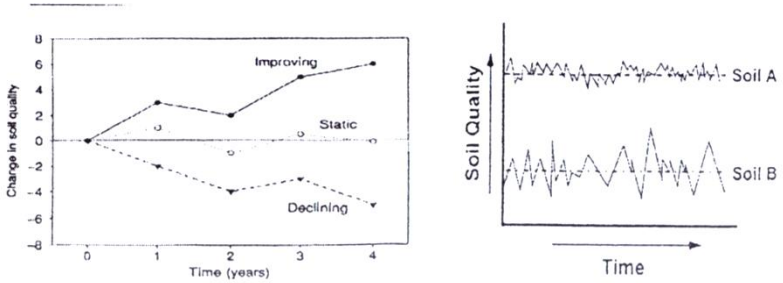
کیفیت خاک دو جنبه دارد:

۱- کیفیت ذاتی خاک، که توانایی طبیعی خاک در انجام وظایف خود، تولید بیولوژیک، بهبود کیفیت آب و هوا و تأمین سلامت گیاه، انسان و حیوان می‌باشد و به خاک‌سازی و عوامل مؤثر بر آن بستگی داشته و تحت تأثیر مدیریت خاک قرار نمی‌گیرد. به عنوان مثال خاک‌های شنی سریعتر از خاک‌های رسی زهکشی می‌شوند. خاک عمیق در مقایسه با خاک سطحی و چسبیده به سنگ بستر، فضای بیشتری برای ریشه‌ها فراهم می‌نماید. این مشخصه‌ها به راحتی تغییر نمی‌یابند.

۲- کیفیت پویای خاک، که بسته به نوع مدیریت خاک متغیر است (یوسفی فرد و همکاران، ۱۳۸۵؛ دوران و پارکین، ۱۹۹۴). مدیریت‌های مختلف بر ماده آلی، ساختمان، ظرفیت نگهداشت آب و عناصر غذایی اثر می‌گذارند.

خاک‌ها بسته به خواص و مشخصه‌های ذاتی خاک و محیط اطراف، عکس‌العمل‌های متفاوتی به مدیریت نشان می‌دهند (کارلن و همکاران،۲۰۰۱) (شکل ۱-۱).

شکل ۱-۱- مفهوم کیفیت ذاتی و کیفیت دینامیک خاک (کارلن و همکاران، ۲۰۰۱)



در سمت راست تصویر، خاک A کیفیت ذاتی بهتری نسبت به خاک B دارد. در سمت چپ تصویر نقش نحوه مدیریت خاک بر روی کیفیت خاک در طول زمان نشان داده شده است.

کیفیت خاک، مشخصه منحصر به فرد خاک بوده و به عوامل خارجی همچون کاربری زمین و اعمال مدیریتی خاک، اثرات متقابل محیط و اکوسیستم، خط مشی‌های اجتماعی-سیاسی و نظایر آن وابسته است. ارزیابی کیفیت خاک ابزاری است که مدیران می‌توانند از آن برای بررسی مشکلات خاک در کوتاه مدت استفاده کنند و همچنین راهکارهای مدیریتی مناسبی را برای حفظ کیفیت خاک در بلند مدت اتخاذ نمایند. ارزیابی کیفیت خاک پیچیده بوده و به طور مستقیم میسر نیست. برای ارزیابی کیفیت خاک ازخصوصیاتی تحت عنوان شاخص بهره‌گیری می‌شود. آن دسته از ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری خاک که ظرفیت خاک را برای توانمندی تولید محصول تحت تأثیر قرار می‌دهند شاخص‌های کیفیت خاک نامیده می‌شود. شاخص‌های کیفیت خاک می‌توانند شامل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باشند (ارشد و مارتین، ۲۰۰۲).

دوران و پارکین (۱۹۹۶) شاخص‌های کیفیت خاک را به صورت زیر طبقه بندی می‌کنند (جدول ۱-۱).

جدول ۱-۱- شاخص‌های کیفیت خاک (دوران و پارکین، ۱۹۹۶)

شاخص‌های فیزیکی	شاخص‌های شیمیایی	شاخص‌های بیولوژیکی
۱. بافت خاک ۲. عمق خاک، عمق خاک سطحی یا عمق نفوذ ریشه ۳. جرم مخصوص ظاهری ۴. نفوذ پذیری ۵. ظرفیت نگهداشت آب	۱. مواد آلی (کربن و نیتروژن آلی) ۲. واکنش خاک (pH) ۳. قابلیت هدایت الکتریکی (EC) ۴. نیتروژن، فسفر و پتاسیم	۱. کربن و نیتروژن بیوماس میکروبی ۲. پتانسیل معدنی شدن نیتروژن ۳. تنفس خاک

در بررسی خصوصیات فیزیکی، برگر و کلتینگ (۱۹۹۹) عقیده دارند وضعیت فیزیکی خاک در ارزیابی کیفیت از اهمیت بالایی برخوردار است. برخی از شاخص‌های فیزیکی خاک با زمان تقریبا ثابت بوده ولی بسیاری از این شاخص‌ها دینامیک و پویا هستند و به وسیله اعمال مدیریت‌های مختلف تغییر می‌یابند. شاخص‌هایی که نسبت به تغییر مدیریت حساسیت نشان نمی‌دهند، برای ارزیابی کیفیت خاک مناسب نیستند (دوران و پارکین، ۱۹۹۶). اصولاً برای مطالعه کیفیت خاک ویژگی‌هایی باید مد نظر قرار گیرند که به آشفتگی‌ها و تنش‌های محیطی حساس و سریع پاسخ می‌دهند (دالال، ۱۹۹۸). ویژگی‌های بیولوژیکی و بیوشیمیایی از جمله شاخص‌هایی هستند که در کوتاه مدت (ساعت تا سال) به تغییرات محیطی واکنش نشان می‌دهند (رئیسی و اسدی، ۲۰۰۶). تحقیقات نشان داده است که بافت و عمق خاک حساسیت کمی نسبت به تغییر مدیریت دارند و در مقابل جرم مخصوص ظاهری شاخص خوبی به منظور برآورد وضعیت فیزیکی خاک است. بسیاری از محققین معتقدند به خاطر عکس‌العمل‌های سریع موجودات زنده در برابر تغییرات محیطی، بررسی وضعیت زیستی خاک در تخمین کیفیت خاک اهمیت بیشتری نسبت به خصوصیات شیمیایی و فیزیکی دارد. در بررسی شاخص-های زیستی، شاخصی که بتواند سریع و آسان اندازه‌گیری شود، از اهمیت زیادی برخوردار است. در بسیاری از مطالعات از شاخص‌های تنفس میکروبی، جمعیت میکروبی و معدنی شدن نیتروژن استفاده شده است (نائل، ۱۳۸۰؛ پیج، ۱۹۹۲).

۱-۵-۱- شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک

۱-۵-۱-۱- جرم مخصوص حقیقی خاک

جرم واحد حجم ذرات جامد خاک را جرم مخصوص حقیقی خاک (P_s) گویند.

$$P_s=m_s/v_s$$

در مورد بسیاری از خاک‌ها جرم مخصوص حقیقی خاک ۲/۶۵ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد. این مقدار تقریباً برابر چگالی کوارتز که کانی غالب در اکثر خاک‌هاست می‌باشد. با این حال در بعضی خاک‌ها وجود اکسید آهن باعث می‌شود که جرم مخصوص حقیقی خاک به بیش از ۲/۹ گرم بر سانتی متر مکعب نیز برسد. همانطور که وجود مواد آلی در بعضی دیگر از خاک‌ها جرم مخصوص حقیقی را به کمتر از ۲/۳ نیز می‌رساند (علیزاده، ۱۳۸۶).

۱-۵-۱-۲- جرم مخصوص ظاهری خاک

جرم مخصوص ظاهری یک توده خاک خشک (P_b) عبارت است از جرم ذرات جامد خاک (m_s) به حجم کل توده خاک (v_t).

$$P_b= m_s/v_t= m_s/(v_s+v_a+v_w)$$

اگر منافذ خاک نیمی از حجم کل خاک را تشکیل دهد جرم مخصوص ظاهری خاک باید نصف جرم مخصوص حقیقی خاک یعنی حدود ۱/۳ گرم بر سانتی متر مکعب باشد. در خاک‌های شنی به دلیل اینکه حجم منافذ کم می‌باشد جرم مخصوص ظاهری حدود ۱/۶ گرم بر سانتی متر مکعب و برعکس در خاک‌های رسی به دلیل تخلخل زیاد حدود ۱/۲ می باشد. هرچه خاک را فشرده‌تر کنیم Pb به سمت Ps نزدیک می‌شود ولی هیچ وقت به آن نمی‌رسد زیرا امکان اینکه با تراکم خاک تمام منافذ را از بین ببریم وجود ندارد (علیزاده، ۱۳۸۶).

۱-۵-۱-۳- تخلخل

تخلخل نمایه‌ای از مقدار فضای منافذ خاک است و معبری برای جریان آب و هوا محسوب می‌شود. به لحاظ کمی تخلخل بر حسب نسبت حجم منافذ خاک (v_f) به حجم کل خاک (v_t) توصیف می‌شود.

$$f= v_f/v_t= (v_a+v_w)/(v_s+v_a+v_w)$$

در خاک‌های معمولی تخلخل حدود ۳۰ تا ۶۰ درصد است. تخلخل در خاک‌های درشت بافت علیرغم بزرگتر بودن اندازه منافذ کمتر از خاک‌های ریز بافت می‌باشد. در بعضی خاک‌ها مانند خاک‌های شنی تخلخل ممکن است کم و بیش ثابت باشد ولی در خاک‌های رسی به دلیل انقباض و انبساط و تورم و پراکندگی ذرات و درز و ترک تخلخل بسیار متغیر است. باید توجه داشت که تخلخل فقط نشان دهنده حجم نسبی منافذ بوده و هیچگونه اطلاعاتی را در مورد اندازه و شکل این منافذ به ما نمی‌دهد (علیزاده، ۱۳۸۶).

۱-۵-۱-۴- رطوبت باقیمانده

رطوبت یا مقدار آب موجود در خاک را به صورت‌های گوناگون می‌توان توصیف نمود. در توصیف رطوبت خاک به روش وزنی (θ_m) جرم آب موجود در خاک (m_w) به جرم ذرات خاک خشک (m_s) سنجیده می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۶).

$$\theta_m= m_w/m_s$$

رطوبت وزنی بیشتر از ۱۰۰ درصد هم داریم. وجود رس‌های انبساط پذیر یا خاک‌هایی که مواد آلی زیادی دارند به علت پدیده آماس و جذب آب متورم می‌شوند و درصد رطوبت وزنی ممکن است به بیشتر از ۱۰۰ درصد هم برسد.

۱-۵-۱-۵- ظرفیت نگهداشت آب

عبارت است از جرم آب در حالت اشباع (m_{ws}) به جرم ذرات جامد خاک (m_s).

$$\theta_{ms}= m_{ws}/m_s$$

میزان ظرفیت نگهداشت آب متأثر از نوع بافت و میزان مادهٔ آلی می‌باشد. خاک‌هایی که دارای مواد آلی زیادی هستند توانایی نگهداری آب کافی مناسب را دارند.