مقايسه تنفس ميكروبي در خاك‌هاي شاليزاري و غيرشاليزاري منطقه زيباشهر اصفهان

مهسا سليماني [۱]، محمدحسن صالحي [۲]، فايز ريسي [۳]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد پیدایش و رده‌بندی گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد، ۲- استاد پیدایش و رده‌بندی گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد، ۳- استاد بیولوژی و بیوتکنولوژی گروه علوم خاک دانشگاه شهرکرد

چکیده
اين مطالعه، وضعيت تنفس ميكروبي را در دو حالت غرقاب و غيرغرقاب در خاك‌هاي سطحي شاليزار و غيرشاليزاري مجاور يكديگر مقايسه كرده است. نتايج نشان داد كه غرقاب شدن، ميزان تنفس را در هر دو خاك كاهش مي‌دهد ولي در خاك‌هايي كه سابقه غرقاب شدن وجود نداشته اين تاثير به مراتب بيشتر است. اين نتايج نشان مي‌دهند با كشت دراز مدت برنج، ساختمان خاك تغيير مي‌كند و حفرات ريز در اين خاك‌ها از بين رفته و نمي‌تواند اكسيژن كافي را در خود نگه دارد. مطالعه جمعيت ميكروبي در اين خاك‌ها مي‌تواند ديدگاه بهتري را در رابطه با تاثير غرقاب شدن بر روي ويژگي‌هاي اين خاك‌ها در اختيار قرار دهد.

واژه‌های کلیدي: غير غرقاب، شاليزار، تنفس ميكروبي.

مقدمه
انسان به عنوان يكي از موجودات زنده از عواملی است که می‌تواند با نحوه‌ی مديريت، از جمله نوع كاربری اراضي و تداوم دراز مدت زراعت در شرايط خيس، نوع خاک و ويژگی‌های آن را تحت تأثير قرار دهد. با اين حال، ميزان و روند تغييرات ويژگي‌هاي خاك بستگي به شدت تغييرات، نوع اكوسيستم، اقليم، نوع پوشش گياهي، مديريت و خاك دارد (ناردی و همکاران، ۱۹۹۶). به طور کلی می‌توان گفت، خاک‌های شالیزار از جمله خاک‌هایی هستند که با روش به خصوصی برای کشت برنج مديريت می‌شوند. در برنج‌کاری ساختمان خاک سطحی تا عمق مشخصی به‌طور کامل تخریب می‌شود و ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد. خرمالي و همكاران (۲۰۰۹) در تحقيقی در شمال ايران بيان داشتند كه تغيير كاربري اراضي از جنگل به كشاورزي باعث كاهش سرعت نفوذ آب به خاك، افزايش جرم ويژه ظاهري و كاهش ماده آلي خاک و همچنين اكسيداسيون سريع مواد آلي و در نهايت كاهش تنفس ميكروبي شده است.
يوسفی‌فرد و همکاران (۱۳۸۵) طی مطالعه‌ای با هدف مقایسه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در چهار کاربری اراضی شامل مرتع با پوشش گیاهی تقریبا خوب (>۲۰ درصد)، مرتع با پوشش گیاهی ضعیف (۱۰ درصد >)، دیمزار و دیمزار رها شده انجام دادند. نتایج نشان داد که مقدار مواد آلی و فسفر قابل دسترس طی تغییر کاربری اراضی مرتعی کاهش یافته و بیشترین کاهش در دیمزار مشاهده شد. وی بیشترین مقدار کاهش تنفس را در دیمزار رها گزارش نمود و دلیل آن را کاهش مواد آلی بیان کرد. همچنین بیشترین مقدار کاهش ظرفیت تبادل کاتیونی، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و تخلخل کل در دیمزار رها شده گزارش کرد.
خادمی و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه‌ای تحت عنوان مقایسه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در انواع مدیریت‌های اراضی منطقه بروجن استان چهارمحال و بختیاری به این نتیجه رسیدند که فعالیت آنزیم فسفاتاز و درصد مواد آلی در اراضی تحت کشت یونجه، حداکثر و در آیش، دیم و مرتع تحت چرای شدید، حداقل و در دو کاربری مرتع قرق و گندم آبی، حدواسط بود. بیشترین پتانسیل تنفس میکروبی و نیتروژن کل در اراضی تحت کشت یونجه و بعد از آن در گندم آبی مشاهده شد. حداقل پتانسیل تنفس میکروبی در مرتع قرق شده و مرتع تحت چرای شدید اندازه‌گیری گردید.
خرمالی و شمسی (۱۳۸۸) در پژوهشی در اراضی شیب‌دار لسی شرق استان گلستان به مطالعه کیفیت خاک در کاربری‌های مختلف پرداختند. آن‌ها بیان داشتند که کمترین مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی، تنفس میکروبی و کربن آلی در کاربری زراعی بود. میزان مواد آلی در منطقه جنگلی به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از زمین‌های زراعی گزارش شده است.
مطالعه وي‌شو و همكاران (۲۰۱۰) نشان داد كه تاريخچه قبلي كشت برنج باعث تجمع ماده آلي در لايه شخم، افزايش جمعيت ميكروبي و تنوع ژنتيكي خاك شده است. اين مطالعه حاكي از آن است كه جمعيت ميكروبي به عنوان يك شاخص حضور شرايط غرقاب در گذشته مي‌تواند استفاده شود. مطالعات بانگوآ و همكاران (۲۰۱۲) در شاليزارهای تايلند حاكي از آن بود كه شوري، جمعيت باكتريايي و فعاليت آن‌ها را كاهش مي‌دهد ولي افزايش كود اثر آن را تا حد زيادي تعديل مي‌نمايد و باعث افزايش جمعيت ميكروبي مي‌شود. مطالعات چن و همكاران (۲۰۱۲) بيانگر اين بود كه در تناوب برنج و ساير محصولات، ويژگي‌هاي فيزيكي، شيميايي و جمعيت باكتريايي خاك، اختلاف معني‌داري نشان مي‌دهند. اين مطالعه با هدف تاثير غرقاب كردن خاك در دو خاك شاليزاري و غيرشاليزاري بر ميزان تنفس ميكروبي در منطقه زيباشهر استان اصفهان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه در ناحیه زیباشهر اصفهان قرار دارد که در بخش گرکن جنوبی شهرستان مبارکه استان اصفهان واقع شده است. این شهر در ۵ کیلومتری مبارکه و ۳۰ کیلومتری اصفهان قرار گرفته است و از به هم پیوستن سه روستای آدرگان، خولنجان و لنج تشکیل شده است. عرض جغرافیایی آن ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه و ۵۹/۵۵ ثانیه‌ی شمالی و در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه و ۹۷/۵۹ ثانیه‌ی شرقی قرار دارد و ارتفاع آن ۱۶۵۵ متر از سطح دریا می باشد.

براساس نقشه‌ی خاک گزارش منطقه اشیان با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ همه‌ی مزارع در سری لنجان و در مجاور همدیگر قرار گرفته‌اند. این منطقه بیش از پنجاه سال است که تحت کشت محصولات زراعی به ویژه برنج می‌باشد. اراضی مورد مطالعه شامل زمین‌های کشاورزی تحت کشت مداوم برنج با تناوب گندم و جو و نیز زمین‌های تحت کشت گندم و جو بدون سابقه کشت برنج می‌باشند.

هشت مزرعه از هر کاربري (شالیزار و غیرشالیزار) با مدیریت یکسان به عنوان تکرار، انتخاب و نمونه مرکب (composite) از عمق صفر تا بیست‌وپنج سانتی‌متر هر يك از آن‌ها برداشت می‌گردد. سرعت تنفس میکروبی در شرایط اشباع و غیراشباع (۷۰% ظرفیت مزرعه) در شرایط آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری تنفس میکروبی در نمونه‌های خاک ابتدا یک پیش انکوباسیون انجام گرفت. تنفس میکروبی با روش آندرسون (۱۹۸۲) که یک روش تیتراسیون برگشتی با سود است اندازه‌گیری شد و در پایان هر هفته مقدار CO_2 تولید شده طبق رابطه‌ی (۱) محاسبه گردید. (اندرسون ۱۹۸۲)

$$C_{min} = \frac{(B-S) \times N \times E \times 1000}{W} \quad -1$$

که در این رابطه، Cmin مقدار CO_2-C متصاعد شده ناشی از تنفس میکروبی یا تجزیه کربن آلی خاک، B میلی‌لیتر اسید مصرفی برای شاهد، Sمیلی‌لیتر اسید مصرفی برای نمونه خاک، N نرمالیته اسید، E وزن اکی‌والان، C که برابر ۶ است، W وزن خاک آون خشک و ۱۰۰۰ ضریب تبدیل گرم به کیلوگرم خاک می‌باشد. با اندازگیری میزان تنفس (مقدار CO_2 متصاعد شده) در زمان‌های معین (هر هفته یک بار طی ۵ هفته)، درصد کربن معدني‌شده و همچنین سرعت تنفس با استفاده از فرمول‌های ۲ و ۳ محاسبه گردید.

(۲)

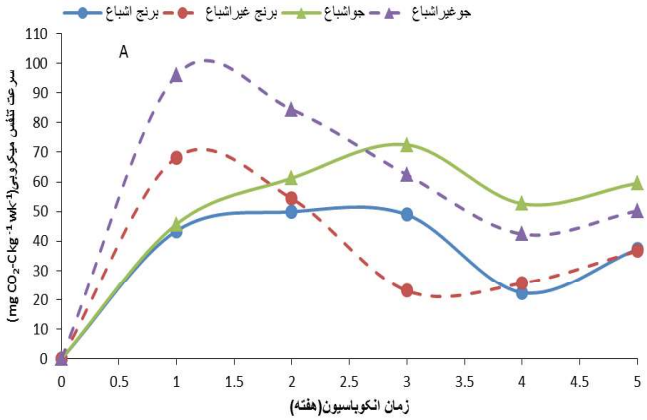
$$\text{درصدکربن معدنی شده} = \frac{\text{میزان کربن متصاعد شده از خاک } \left(\frac{mg}{kg}\right)}{\text{کربن آلی خاک } \left(\frac{mg}{kg}\right)} \times ۱۰۰$$

(۳)

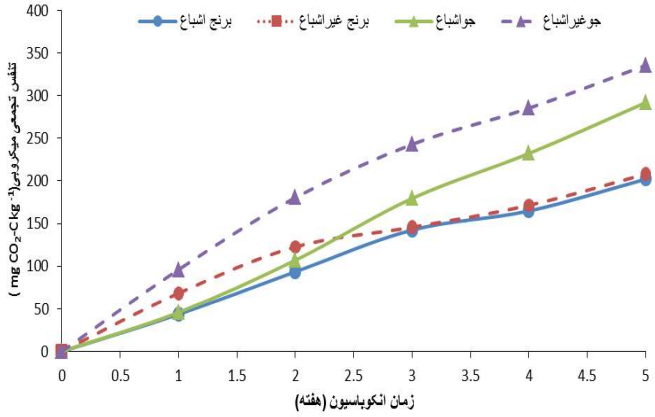
$$\text{سرعت تنفس} = \frac{\text{میزان کربن متصاعد شده از خاک } \left(\frac{mg}{kg}\right)}{\text{تعداد روزها (day)}}$$

نتایج و بحث

شکل‌های ۱ و ۲ به ترتیب روند سرعت تنفس میکروبی (mg CO_2-C kg-۱w-۱) و تنفس تجمعی (mg CO_2-C kg-۱) خاک برنج(شالیزار) و جو(غیرشالیزار) را در عمق ۲۵-۰ سانتی‌متر طی پنج هفته انکوباسیون نشان می‌دهند. با توجه به شکل ۱ سرعت تنفس طی هفته‌ی اول و دوم در برنج و جو غیرغرقاب بیشتر از شرایط غرقاب آن‌ها بوده ولیکن از هفته‌ی سوم به بعد این روند عکس شده است. همچنین با توجه به شکل ۲ طی دوره‌ی انکوباسیون خاک جو در شرایط غیرغرقاب همواره بیشترین تولید CO_2 را داشته و این مقدار بیشتر از خاک برنج غیرغرقاب می‌باشد که دلیل آن میزان ماده‌ی آلی بیشتر درخاک جو می‌باشد چرا که با افزایش ماده‌ی آلی میزان تنفس و فعالیت ریزجانداران خاکزی افزایش می‌یابد (دهکردی ۱۳۹۲). همچنین میزان CO_2 تولید شده طی پنج هفته انکوباسیون در جو غیرغرقاب به میزان معنی‌داری بیشتر از جو غرقاب می‌باشد (شکل ۲). در شرایط غرقاب به دلیل کمبود اکسیژن میزان تنفس کاهش یافته است. در خاک برنج نیز همین روند مشاهده گردید. ولی این اختلاف معنی‌دار نیست (جدول ۲). در پایان انکوباسیون خاک، تغییرات سرعت تنفس اندک و اختلاف بین خاک‌ها در هر دو حالت غرقاب و غیرغرقاب کاهش یافت.



شکل۱ سرعت تنفس طی پنج هفته



شکل۲ تجمعی میزان CO_2 متصاعد شده طی پنج هفته کامل

مطابق شکل‌های ۱ و ۲، در هر دو خاک، غرقاب شدن، میزان تنفس میکروبی را کاهش داده است. در خاك‌هايي كه طی سال‌های متمادي غرقاب بوده‌اند (خاك برنج) غرقاب كردن و نكردن آن‌ها تاثير قابل توجهي بر ميزان تنفس نداشت ولي در خاك‌هايي كه سابقه غرقاب شدن نداشته‌اند (جو) اين تاثير قابل توجه و محسوس‌تر بود. با توجه به نتايج اين مطالعه ماده‌ی آلی خاک جو بيشتر از برنج بوده است و اين خود می‌تواند دليلی برای افزايش تنفس ميكروبی در خاک جو باشد. pH خاک از اين جهت كه ريزجانداران و گياهان به طور قابل توجهی به مواد شيميايی موجود در محيط پيرامون پاسخ می‌دهند حائز اهميت است. pH خاک در محيط‌هايی كه آب كافی برای شستشوی بازها از از خاک وجود داشته باشد كمتر از محيط‌هايی است كه آب كافی جهت شستشوی اين املاح نيست(لكزيان، ۱۳۸۴). همچنين تحويه و نفوذ آب خود می‌تواند pH را تحت تاثير قرار دهد(سالاردينی، ۱۳۸۷). هر چه pH خاک قليايی‌تر باشد، رشد باكتری‌ها بيشتر شده و در نهايت تنفس افزايش می‌يابد و با توجه به نتايج، pH خاک جو(۲/۸) بيشتر از برنج (۷/۷) مشاهده شده است.

نتايج تجزيه‌ی واريانس سرعت مطلق تنفس ميكروبی (mg CO۲-C kg-۱w-۱) ، سرعت نسبی (w-۱ %) و نيز تنفس مطلق تجمعی mg CO۲-C kg-۱)) و نسبی(%) نشان داد كه سرعت مطلق تنفس ميكروبی در هفته‌ی اول، سوم و چهارم در دو كاربری تحت شرايط غرقاب و غيرغرقاب تفاوت معنی‌داری (P<۰۵/۰) را نشان می‌دهد. همچنين سرعت نسبی تنفس در هفته‌ی اول و دوم در دو كاربری تحت شرايط غرقاب و غيرغرقاب اختلاف معنی‌داری داشته است. ميزان تنفس تجمعی مطلق و تنفس تجمعی نسبی طی پنج هفته انكوباسيون در دو كاربری در شرايط غرقاب و غيرغرقاب مذكور اختلاف معنی‌داری دارد(جدول ارائه نشده است).

نتايج مقايسه‌ی ميانگين در جدول ۱ نشان می‌دهد كه سرعت مطلق تنفس طی هفته‌ی اول در جو غيرغرقاب تفاوت معنی‌داری نسبت به برنج و جوی غرقاب نشان داده است. همچنين سرعت مطلق تنفس در برنج طی هفته‌ی دوم به ميزان ۷/۱۴ درصد نسبت به هفته‌ی اول افزايش يافته و اين روند در هفته‌ی سوم و چهارم كاهشی بوده است. با توجه به نتايج جدول ۱ می‌توان گفت با غرقاب

کردن خاک برنج سرعت مطلق تنفس میکروبی در هفته‌ی اول ۵۷% کاهش یافته است. سرعت مطلق تنفس با غرقاب کردن خاک جو نیز در هفته‌ی اول به شدت کاهش یافته است.

جدول ۱ مقایسه‌ی میانگین سرعت مطلق تنفس میکروبی (($mg\ CO_2\text{-}C\ kg^{-1}w^{-1}$) و نسبی ($w^{-1}$ %) و تنفس مطلق تجمعی ($mg\ CO_2\text{-}C\ kg^{-1}$) و نسبی(%)) در خاک‌های برنج و جو طی پنج هفته انکوباسیون.

زمان انکوباسیون (هفته)	برنج		جو	
	غرقاب	غیرغرقاب	غرقاب	غیرغرقاب
سرعت مطلق تنفس میکروبی ($mg\ CO_2\text{-}C\ kg^{-1}w^{-1}$)				
۱	^{a}۵/۴۳ ± ۸/۵	^{a}۳/۶۸ ± ۶/۷	^{a}۸/۴۵±۶/۱۲	^{b}۹۶± ۹
۲	^{a}۹/۴۹± ۵/۹	^{ab}۴/۵۴± ۴/۱۲	^{ab}۲/۶۱± ۵/۱۳	^{b}۴/۸۴± ۸/۸
۳	^{b}۹/۴۸±۷/۷	^{a}۲۳± ۶/۴	^{c}۵/۷۲± ۱/۱۲	^{bc}۴/۶۲± ۸/۵
۴	^{a}۴/۲۲± ۹/۳	^{a}۶/۲۵± ۹/۶	^{b}۶/۵۲± ۴/۱۳	^{ab}۴/۴۲±۳/۵
۵	^{a}۳/۳۷± ۹/۲	^{a}۷/۳۶± ۴/۵	^{b}۶/۵۹± ۰/۱۱	^{ab}۲/۵۰ ± ۷/۷
سرعت نسبی تنفس میکروبی (w^{-1} %)				
۱	^{a}۴۸/۰± ۰۶/۰	^{b}۷۶/۰± ۰۸/۰	^{a}۴۵/۰± ۱۲/۰	^{b}۹۵/۰± ۰۸/۰
۲	^{a}۵۵/۰± ۱/۰	^{a}۶/۰± ۱۳/۰	^{a}۶/۰± ۱۳/۰	^{a}۸۴/۰± ۰۸/۰
۳	^{b}۵۴/۰± ۰۸/۰	^{a}۲۶/۰± ۰۵/۰	^{b}۷۲/۰± ۱۲/۰	^{b}۶۲/۰± ۰۵/۰
۴	^{a}۲۵/۰± ۰۴/۰	^{ab}۲۸/۰± ۰۷/۰	^{b}۵۲/۰± ۱۳/۰	^{ab}۴۲/۰± ۰۵/۰
ادامه جدول ۱				
۵	^{a}۴۱/۰± ۰۳/۰	^{a}۴۱/۰± ۰۵/۰	^{a}۵۹/۰± ۱۱/۰	^{a}۵۰/۰± ۰۷/۰
تنفس مطلق میکروبی تجمعی ($mg\ CO_2\text{-}C\ kg^{-1}$)				
۱	^{a}۵/۴۳± ۸/۵	^{a}۳/۶۸± ۶/۷	^{a}۸/۴۵± ۶/۱۲	^{b}۹۶± ۹
۲	^{a}۴/۹۳± ۹/۹	^{a}۱۲۲± ۸/۱۵	^{a}۱۰۷± ۹/۱۹	^{b}۱۸۰± ۷/۱۳
۳	^{a}۱۴۲± ۰۵/۱۶	^{a}۱۴۵± ۶/۱۶	^{a}۱۷۹± ۴/۲۰	^{b}۲۴۲± ۰۴/۱۶
۴	^{a}۱۶۴± ۴/۱۷	^{ab}۱۷۱± ۴/۲۱	^{c}۲۳۲± ۵/۲۸	^{c}۲۸۵± ۷/۱۸
۵	^{a}۲۰۲± ۷/۱۸	^{a}۲۰۸± ۲/۲۴	^{b}۲۹۱± ۳۷	^{b}۳۳۵± ۷/۲۰
تنفس نسبی میکروبی تجمعی (%)				
۱	^{a}۵/۰± ۰۶/۰	^{b}۸/۰± ۰۸/۰	^{a}۵/۰± ۱۲/۰	^{b}۱± ۰۸/۰

۲	[a]۱± ۱/۰	[ab]۴/۱± ۱۷/۰	[a]۱/۱± ۲/۰	[b]۸/۱± ۱۳/۰
۳	[a]۶/۱± ۱۷/۰	[a]۶/۱± ۱۸/۰	[a]۸/۱± ۲/۰	[b]۴/۲± ۱۵/۰
۴	[a]۸/۱± ۱۹/۰	[a]۹/۱± ۲۳/۰	[ab]۳/۲± ۳/۰	[b]۸/۲± ۱۸/۰
۵	[a]۲/۲± ۲/۰	[a]۳/۲± ۲۶/۰	[ab]۹/۲± ۳۶/۰	[b]۳/۳± ۲/۰

مقادیر(میانگین ± خطای معیار،۸n=) با حروف مشترک در هر ردیف بر اساس ازمون LSD فیشر فاقد اختلاف معنی‌دار($P > ۰.۰۵$) هستند.

غرقاب کردن خاک جو (غیرشالیزار) باعث کاهش سرعت تنفس و تنفس تجمعی در هفته‌ی اول و دوم شده است. نتایج میانگین‌ها در هفته‌های بعدی عکس این موضوع را نشان می‌دهد. غرقاب کردن خاک برنج نیز باعث کاهش سرعت تنفس و تنفس تجمعی در هفته‌ی اول و دوم شده است شرایط غیرغرقاب درخاک برنج نیز در هفته‌ی اول و دوم میزان تنفس بیشتری را نسبت به حالت غرقاب این خاک نشان داده اما در هفته‌ی سوم و چهارم و پنجم میزان تنفس در حالت غرقاب بیشتر از غیرغرقاب بوده است البته این تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد.

دهقان (۱۳۹۲) بیان داشت که میزان کربن آلی در عمق‌های مختلف خاک متفاوت است و از این روکربن معدنی شده بر اساس کربن آلی اولیه محاسبه گردیده است. وی درصد معدنی شدن کربن آلی را در شرایط هوازی بین ۲۵/۰ و ۵۱/۰ درصد و در شرایط غیرهوازی بین ۰۵/۰ و ۱۱/۰ درصد گزارش نمود، که تقریبا با نتایج بدست آمده در مطالعه‌ی حاضر همخوانی دارد چرا که درصد کربن معدنی شده در خاک برنج کمتر از جو بدست آمده است. دهقان همچنین بیان داشت که در شرایط هوازی در تمام لایه‌های پروفیل مورد مطالعه حداکثر معدنی شدن کربن مشاهده شد. در برخی پروفیل‌های مورد مطالعه میزان ماده‌ی آلی زیاد بوده و در این پروفیل‌ها با افزایش وزن مخصوص ظاهری مقدار معدنی شدن کربن کاهش یافته زیرا مواد متراکم عامل اصلی در کاهش معدنی شدن کربن خاک‌های آلی است (بریدغم و همکاران ۱۹۹۸). در مطالعه‌ی حاضر نیز با توجه به نتایج میزان وزن مخصوص ظاهری در شالیزار ۵۴/۱ (g/cm۳) و در غیرشالیزار ۴۲/۱ (g/cm۳) می‌باشد که با توجه به نتایج دهقان (۱۳۹۲) با افزایش وزن مخصوص ظاهری مقدار معدنی شدن کربن کاهش یافته است.

غرقاب شدن خاک در هر دو کاربری (برنج و جو) باعث کاهش تنفس میکروبی شده است. اگر دو کاربری در حالت غرقاب و غیرغرقاب مقایسه شوند تبدیل کشت برنج به جو (غیرغرقاب نمودن خاک برنج) باعث افزایش تنفس میکروبی طی هفته‌های اول و دوم می گردد ولی از هفته سوم به بعد تفاوتی دیده نمی شود در حالی که تبدیل کشت جو به برنج (غرقاب نمودن خاک جو به منظور کشت برنج) باعث کاهش تنفس طی پنج هفته انکوباسیون گردیده است. کشت دراز مدت برنج، ساختمان خاك را تغییر داده و حفرات ریز در این خاك‌ها از بین رفته و نمي‌تواند اکسیژن کافي را در خود نگه دارد. به نظر مي‌رسد تخریب ساختمان خاك در شالیزارها مي‌تواند اثرات درازمدتي بر روي ویژگي‌هاي فیزیکي، شیمیایي و بیولوژیکي خاك داشته باشد. به همین دلیل، توصیه مي‌شود از توسعه بي‌رویه شالیزارها به‌ویژه در مناطق خشك كه بحران كم‌آبي وجود دارد و امكان كشت هر ساله برنج، علاوه بر هدررفت آب با خطر زیادي روبروست تا حد امكان اجتناب شود.

منابع

خادمی ح. محمدی ج. و نایل م. ۱۳۸۵. مقایسه برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در انواع مدیریت‌های اراضی منطقه بروجن استان چهارمحال و بختیاری. مجله علمی کشاورزی. جلد ۲۹. شماره ۳.

خرمالی ف. و شمسی س. ۱۳۸۸. مطالعه کیفیت و میکرومورفولوژی تحول خاک در کاربری‌های مختلف در اراضی شیب‌دار لسی شرق استان گلستان، مطالعه موردی حوزه قپان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۶. شماره ۳.

دهقانی، ف. ۱۳۹۲. اثر پدیده رسیدن مواد آلی (Repening) بر پایداری خاکدانه‌های آلی (Histosols) جنوب غربی شهرکرد. پایان‌نامه‌ی کارشناسي ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزي دانشگاه شهرکرد.

سالاردینی، ع. ۱۳۸۷. ۴۳۴حاصلخیزی خاک. (چاپ هشتم). انتشارات دانشگاه تهران. ۴۳۴صفحه.

کریمی دهکردی ، ف. جلالیان، ا. هنرجو، ن. و محنت‌کش، ع. ۱۳۹۲. اثر موقعیت زمین نما و کاربري اراضي بر خصوصیات فیزیکي، شیمیایي و تنفس میکروبي خاک در منطقه لردگان استان چهارمحال و بختیاري. نشریه مدیریت خاك، ۲ (۳): ۲۵-۱۳.

لکزیان، ا. و میلانی، ن. ۱۳۸۴. اصول و کاربردهای میکروبیولوژی خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ۶۹۵.

یوسفی‌فرد م. خادمی ح. و جلالی ا. ۱۳۸۵. تنزل کیفیت خاک طی تغییر کاربری اراضی مرتعی منطقه چشمه‌علی استان چهار محال و بختیاری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۴. شماره ۱. ص ۲۸-۳۸.

Anderson J.P.E. ۱۹۸۲. Soil respiration. In: A. L. Page and R. H. Miller (Eds.). Methods of soil analysis. Part ۲. Chemical and microbiological properties. The American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. pp. ۸۳۱-۸۷۱.

Bongoua-Devisme A.J., Mustin C. and Berthelin J. ۲۰۱۲. Responses of Iron-Reducing Bacteria to Salinity and Organic Matter Amendment in Paddy Soils of Thailand. Soil Science Society of China, ۲۲(۳) : ۳۷۵-۳۹۳.

Brgham S.D., Updegraff K. and Pastor J. ۱۹۹۸. Carbon, nitrogen, and Phosphorus mineralization in northern wetlands. The Ecological Society of America, ۷۹:۱۵۴۵-۱۵۶۱.

Khormali F. Ajami M. Ayoubi S. Srinivasarao C. and Wani S. P. ۲۰۰۹. Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province, Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment ۱۳۴: ۱۷۸-۱۸۹.

Nardi S. Cocheri G and Agnola G. D. ۱۹۹۶. Biological activity of humus. In: Piccolo, A. (Ed.), Humic Substances in Terrestrial Ecosystems. Elsevier, Amsterdam, pp. ۳۶۱-۴۰۶.

Wei-Shou Sh., Rui Y., Xian-Gui L. and Zhi-Hong C. ۲۰۱۰. Bacterial communities in a buried ancient paddy soil from the neolithic age. Soil Science Society of China, ۲۰(۳): ۳۸۹-۳۹۸.

Abstract

This study compares microbial respiration of the paddy and non-paddy soils in both saturated and unsaturated conditions. Although saturation decreased the respiration for both of the soil studied this decrease was more recognizable in non-paddy soils. The results suggest that soil structure and microspores have been affected by long cultivation of the rice and enough oxygen cannot be supported in these situations. Studying the microbial population can give a better insight about the effect of saturation on properties of these soils.