بررسی اثر شوری و فسفر خاک بر تنفس، زیست توده میکروبی و فعالیت فسفاتازها در ریزوسفر گیاه شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* **L.**)

محمود قول لرعطا،[۱*] فایز رییسی و حبیب الله نادیان

کارشناس ارشد خاکشناسی؛ **Ghollarata2003@yahoo.com**

دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد؛ **F_raiesi@yahoo.com**

دانشیار گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ملا ثانی اهواز؛ **Nadianhabib@yahoo.com**

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری و فسفر خاک بر تنفس، زیست توده میکروبی و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز خاک در ریزوسفر گیاه شبدر برسیم، آزمایشی با ۴ سطح شوری (شامل S_1=۰/۱۲، S_2=۲، S_3=۶ و S_4=۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) و ۲ سطح فسفر قابل‌جذب (شامل P_1=۱۰ و P_2=۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در۴ تکرار در شرایط گلخانه‌ای در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و به صورت فاکتوریل اجرا گردید. سطوح شوری به صورت ترکیبی از نمکهای سدیم کلراید، منیزیم کلراید، سدیم سولفات و منیزیم سولفات به ترتیب با نسبت وزنی ۲:۱:۱:۱ تهیه گردید. فاکتور فسفر از منبع KH_2PO_4 تأمین گردید. صفات اندازه‌گیری شده شامل: تنفس خاک، تنفس ناشی از سوبسترا، زیست توده میکروبی و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اسیدی در ریزوسفر گیاه شبدر برسیم بود. اعمال فاکتور شوری به صورت آبیاری با آب شور با EC های مذکور صورت گرفت. نتایج حاصل نشان داد که افزایش فسفر خاک باعث افزایش تنفس خاک و کاهش زیست توده میکروبی و تنفس ناشی از سوبسترا (SIR) و نیز کاهش فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اسیدی گردیده است. افزایش سطوح شوری نیز باعث کاهش تمام این شاخص‌ها گردیده است.

واژه های کلیدی: شبدر برسیم، تنفس ناشی از سوبسترا، فسفاتاز قلیایی و اسیدی، زیست توده میکروبی، ریزوسفر

مقدمه

امرالهی (۱۳۷۵) گزارش کرد که شوری یکی از مهمترین موانع کشاورزی در نواحی خشک و نیمه خشک جهان به شمار می‌آید. تقریباً ۹۵۴ میلیون هکتار زمین در دنیا به درجات مختلف شوری مبتلا هستند که از این مقدار حدود ۴۵/۴ میلیون هکتار زمین در کشت فاریاب و ۳۱/۲ میلیون هکتار مربوط به اراضی تحت کشت دیم می‌باشد. مقدار خسارت ناشی از شور شدن زمین‌های کشاورزی در سطح جهان قابل توجه و معادل ۱۵میلیارد دلار گزارش شده است. Herrick (۲۰۰۰) بیان نمود که شاخص‌های بیولوژیک خاک از جنبه‌های مهم کیفیت خاک هستند و به همین دلیل کیفیت خاک با استفاده از خواص مختلف بیولوژیک نیز اندازه‌گیری می‌شود. Keren (۲۰۰۰) عنوان می نماید که در مورد اثرات شوری بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک تحقیقات جامع و گسترده ای صورت گرفته است، ولی همانطور که Rietz و Haynes (۲۰۰۳) نیز بیان نموده اند، تحقیقات در مورد اثر شوری بر شاخصهای میکروبیولوژیک خاک بسیار اندک است. Sardinha و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعات خود فعالیت‌های میکروبی محدودی را در خاک‌های شور گزارش نمودند. اکثر مطالعات مربوط به عوامل بیولوژیک

۱- نویسنده مسئول، آدرس: گلستان، شهرستان کلاله، آزمایشگاه خاکشناسی کلاله

* دریافت: ۸۵/۷/۱۰ و پذیرش: ۸۷/۵/۳

در خاک‌های شور، بیانگر کاهش فعالیت آنزیم‌ها (Rao و Pathak، ۱۹۹۶؛ Frankenberger و Bingham، ۱۹۸۲) و زیست توده میکروبی خاک می‌باشند (Sarigh و Steinberger، ۱۹۹۴؛ Rietz و Haynes، ۲۰۰۳؛ Batra و Manna، ۱۹۹۷ و Kaur و همکاران، ۱۹۹۸). Zahran (۱۹۹۷) بیان نمود که فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک عامل مهمی در کنترل چرخه عناصر غذایی در خاک خصوصاً خاکهای شوری که از لحاظ عنصر نیتروژن فقیر هستند، می باشد.

Mc-Clung و Frankenberger (۱۹۸۵) کاهش معدنی شدن نیتروژن در خاکهای شور را گزارش نمودند. Sarigh و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که در یک خاک لوم شنی، آبیاری با آب شور (EC=۵ دسی‌زیمنس بر متر)، مقدار کربن و نیتروژن زیست توده میکروبی افزایش ولی سرعت معدنی شدن کربن و نیتروژن کاهش یافت.

Sardinha و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند که با افزایش سطح شوری از۲/۲ به ۱۳/۲ میلی‌گرم نمک در گرم خاک، تنفس خاک از ۴۱/۷ به ۱۶/۳ میکروگرم کربن در هر گرم خاک کاهش یافته است. Amador و Jones (۱۹۹۳) و Smith (۲۰۰۵) گزارش نمودند که در خاکهای با فسفر کم اضافه نمودن فسفر باعث افزایش تنفس خاک گردیده، ولی در خاکهای با فسفر بالا تأثیری نداشته است. در صورتی که Thirukkumaran و Parkinson (۲۰۰۰) بیان نمودند که افزایش فسفر خاک اثر منفی بر تنفس خاک و تنفس ناشی از سوبسترا دارد. طبق گزارش Haynes و Swift (۱۹۸۸) نیز افزایش فسفر خاک باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز، سولفاتاز و اوره‌آز گردیده است. به رغم گسترش خاکهای شور در کشور اثر شوری بر فعالیتهای بیولوژیک خاک به نحو مطلوبی بررسی نشده است، لذا هدف از این تحقیق بررسی اثرات متقابل شوری و فسفر خاک بر تنفس، زیست توده میکروبی و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی در ریزوسفر گیاه شبدر برسیم است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد تحت شرایط گلخانه‌ای انجام گرفت. آزمایش شامل فاکتورهای شوری در چهار سطح (S_1=۰/۱۲، S_2=۲، S_3=۶ و S_4=۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) و فسفر در دو سطح (P_1=۱۰ و P_2=۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در چهار تکرار در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و به صورت فاکتوریل اجرا گردید.

نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر از مزرعه‌ای در جنوب شهرکرد تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از هوا خشک شدن و عبور از غربال ۲ میلی‌متری، یک نمونه معرف برای تجزیه های شیمیایی و فیزیکی (جدول ۱) برداشته شد و مابقی آن به نسبت ۱/۵ به ۱ با ماسه بادی مخلوط گردید. چهار کیلوگرم از مخلوط خاک- ماسه به داخل گلدانهای ۴/۵ کیلوگرمی ریخته شد و با استفاده از KH_2PO_4، فسفر خاک نصف گلدانها در سطح ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تنظیم و سایر گلدانها در سطح فسفر اولیه خاک (P_1=۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) حفظ گردیدند. تعداد ۱۲ عدد جوانه شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.) در هر کدام از گلدانها کاشته شدند. به منظور استقرار بهتر جوانه‌ها، آبیاری گلدانها در ۲ هفته اول با آب شرب شهری صورت گرفت. اعمال فاکتورهای شوری به وسیله آبیاری با آب شور که از مخلوط نمک‌های سدیم کلراید، سدیم سولفات، منیزیم کلراید و منیزیم سولفات که به ترتیب با نسبت‌های وزنی ۲:۱:۱:۱ تهیه شده بودند، صورت گرفت. مدت کشت هفت هفته بود. در هنگام برداشت به مقدار لازم از خاک اطراف سیستم ریشه‌ای برداشته شد و حدود یک گرم از آن خاک برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اسیدی مورد استفاده قرار گرفت. فعالیت فسفاتازهای اسیدی و قلیایی پس از اضافه کردن یک میلی‌لیتر محلول پارا نیترو فنیل سدیم فسفات به عنوان سوبسترا در حضور تامپون MUB (pH=۱۱ برای فسفاتاز قلیایی و pH=۶/۵ برای فسفاتاز اسیدی) با استفاده از روش Eivazi و Tabatabai (۱۹۷۷) اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری تنفس میکروبی مقدار۱۰۰ گرم از خاک ریزوسفری هر تکرار در ظرف پلاستیکی یک لیتری ریخته شد و با حفظ رطوبت خاک در۶۰٪ ظرفیت زراعی، ظروف در داخل انکوباتور در دمای ۱± ۳۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. CO_2 ناشی از تنفس میکروبی در سود (NaOH) ۰/۱ نرمال جمع‌آوری گردیده و به روش Anderson (۱۹۸۲) تنفس میکروبی خاک در فواصل ۳ روز از طریق تیتراسیون با HCl ۰/۱ نرمال به مدت ۳۸ روز محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری تنفس ناشی از سوبسترا (SIR)، مقدار ۲ میلی لیتر از گلوکز ۱٪ به عنوان سوبسترا به نمونه های خاک در ظرف یک لیتری اضافه شده، داخل انکوباتور در دمای ۱±۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶ ساعت نگهداری شده، سپس طبق روشی که برای تنفس خاک قید گردید عمل تیتراسیون انجام و مقدار SIR محاسبه گردید. کربن زیست توده میکروبی نیز از اختلاف تنفس خاک در دو نمونه تدخین شده با کلروفرم و تدخین نشده در طی ۱۰ روز انکوباسیون به روش Jenkinson و Pawlson (۱۹۷۶) محاسبه گردید. در پایان، داده‌های

حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه و اختلاف بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح $p <$ ۰/۰۵ محاسبه گردید.

نتایج و بحث

تنفس خاک

افزایش سطوح شوری باعث کاهش تنفس و افزودن فسفر به خاک باعث افزایش تنفس خاک گردیده است (جدول۲). کاهش مقدار تنفس خاک با افزایش سطوح شوری در شکل ۱ به خوبی مشهود است. کاهش تنفس میکروبی با افزایش سطوح شوری خاک به نقش منفی شوری خاک بر جمعیت میکروارگانیسم‌ها و فعالیت آنها مربوط است و افزایش این شاخص به افزایش فسفر خاک، نقش تغذیه‌ای این عنصر برای میکروارگانیسم‌های خاک و افزایش جمعیت آنها نسبت داده می‌شود. حاصل کار Ilstedt و Singh (۲۰۰۵) این نتیجه را تأیید می‌کند. Sardinha و همکاران (۲۰۰۳) نیز کاهش تنفس خاک از ۴۱/۷ به ۱۶/۳ میکرو گرم کربن در هر گرم خاک را با افزایش سطح شوری از ۲/۲ به ۱۳/۲ میلی گرم نمک در هر گرم خاک گزارش نمودند. طبق جدول ۳ مشاهده می‌شود که اثر متقابل شوری در فسفر خاک بر تنفس خاک معنی دار نبوده است.

کربن زیست توده میکروبی

میزان زیست توده میکروبی بر اساس مقدار کربن CO_2 متصاعد شده از یک کیلوگرم خاک در طی ۱۰ روز انکوباسیون محاسبه شده است. با توجه به جدول ۲ افزایش سطح فسفر و شوری خاک باعث کاهش زیست توده میکروبی گردیدند، ولی این کاهش معنی‌دار نبوده است. دلیل کاهش زیست توده میکروبی با افزیش فسفر، اثر فسفر در کاهش ترشحات ریشه ای و بالطبع کاهش جمعیت میکروارگانیسم ها در ریزوسفر ریشه می باشد. کاهش زیست توده میکروبی با افزایش سطح شوری را می‌توان به اثر منفی شوری بر جمعیت میکروارگانیسم‌ها و نیز عدم توانایی آنها در آسیمیلاسیون کربن نسبت داد. طبق جدول ۳ اثر متقابل شوری در فسفر خاک نیز بر این صفت معنی دار نبوده است.

تنفس ناشی از سوبسترا

فاکتور فسفر بر تنفس ناشی از سوبسترا تأثیر معنی‌داری نشان نداد، ولی تأثیر شوری بر این شاخص کاملاً معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری خاک مقدار تنفس ناشی از سوبسترا کاهش یافت (جدول ۴). اثر شوری بر این شاخص به دلیل محدود شدن جمعیت میکروارگانیسم‌ها خصوصاً فعالیت باکتریها در اثر بالا رفتن غلظت املاح محلول خاک است. کاهش این شاخص با افزایش شوری خاک با توجه به افزودن گلوکز به خاک همچنین نشان می‌دهد که در شرایط تنش، کربن خاک نمی‌تواند یک عامل محدودکننده برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها باشد، بنابراین املاح محلول خاک باعث تغییرات زیادی در ترکیب جمعیت میکروبی خاک و یا فعالیت آنها می‌شوند.

فعالیت آنزیم های فسفاتاز قلیایی و اسیدی

جدول تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر تیمارهای شوری و فسفر و نیز اثرات متقابل آنها بر فعالیت آنزیم های فسفاتاز قلیایی و اسیدی کاملاً معنی دار است (جدول ۵). افزایش فسفر و سطوح شوری باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اسیدی گردیده است (جدول ۶). Thomson و همکاران (۱۹۸۶) کاهش ترشحات ریشه‌ای در اثر مصرف بالای کود فسفره را دلیلی بر کاهش فعالیت فسفاتازها عنوان نموده‌اند. کاهش ترشحات ریشه‌ای موجب کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در ریزوسفر گیاه و در نتیجه باعث کاهش فعالیت فسفاتاز در ریزوسفر گیاه می‌شود.

بر اساس جدول ۷، میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی و اسیدی در سطح فسفر پایین و سطوح مختلف شوری خاک بیشتر از مقدار آن در سطح فسفر بالا می‌باشد و این بیانگر کاهش فعالیت این آنزیم‌ها در اثر افزایش فسفر خاک است. به نظر می‌رسد که یکی از دلایل احتمالی کاهش فعالیت این آنزیم‌ها در شوری‌های بالای خاک تغییر در نوع و ترکیب جمعیت میکروارگانیسم‌ها در ریزوسفر گیاه باشد. نتایج مشابهی توسط Sardinha و همکاران (۲۰۰۳) و Rietz و Haynes (۲۰۰۳) گزارش شده است. این پژوهشگران نشان دادند که فعالیت اغلب آنزیم‌های خاک تحت تأثیر شوری‌های بالای خاک قرار می‌گیرد. اما Pathak و Rao (۱۹۹۸) گزارش کردند که افزایش شوری باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های دی- آمیناز می‌شود. به هر حال شوری خاک یکی از تنش‌های محیطی مهم برای میکروارگانیسم‌های خاک و فعالیت آنها در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. اگرچه Pathak و Rao (۱۹۹۸) معتقد هستند که افزودن ماده آلی به خاک می‌تواند تا اندازه‌ای اثرات تنش شوری را تعدیل کند. در ضمن نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از تأثیر منفی فراوانی فسفر بر شاخص های بیولوژیکی مورد آزمایش هستند که خود می تواند دلیلی بر ضرورت جلوگیری از مصرف غیر اصولی کودهای فسفره باشد.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

اسیدیته گل اشباع pH	قابلیت هدایت الکتریکی EC (دسی زیمنس بر متر)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن کل	مواد خنثی شونده	رس	سیلت	شن	بافت
			(درصد)					
۸/۰۳	۰/۱۲۳	۱۰	۰/۲۸	۴۱	۳۰	۴۶	۲۴	لوم رسی

جدول۲- مقایسه میانگین تنفس خاک، کربن زیست توده میکروبی و تنفس ناشی از سوبسترا (میلی‌گرم کربن در کیلوگرم خاک)

تیمار	سطوح تیمار	تنفس خاک	زیست توده میکروبی	تنفس ناشی از سوبسترا
	P_1	۸۱b*	۵۲ a	۳/۸ a
	P_2	۹۰a	۴۳ a	۳/۷ a
فسفر	LSD	۷/۱	۲۱	۰/۲۷۳
	S_1	۹۶ a	۶۱ a	۵/۳ a
	S_2	۸۵ b	۴۴ a	۴/۰۲ b
شوری	S_3	۸۳ b	۴۷ a	۳/۲ c
	S_4	۷۷ b	۳۹ a	۲/۵ d
	LSD	۱۰	۳۰	۰/۳۸۶

*میانگین هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون مقایسه میانگین ها به روشLSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

جدول۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای فسفر و شوری بر تنفس خاک، کربن زیست توده میکروبی و تنفس ناشی از سوبسترا (میلی‌گرم کربن در کیلوگرم خاک)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات: تنفس خاک	زیست توده میکروبی	تنفس ناشی از سوبسترا
بلوک	۳	۱۳۴	۳۲۸۹	۰/۸۸۱
فسفر	۱	* ۱۲۶۹	۱۲۵۴ ns	** ۰/۴۷۶
شوری	۳	** ۱۰۰۶	۱۴۷۲ ns	۲۲/۸ ns
شوری * فسفر	۳	۸۷ ns	۱۸۰۱ ns	۰/۲۵۱ ns
خطا	۲۱	۱۹۹	۱۷۳۰	۰/۲۵۶

* * معنی دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد   *معنی دار بودن در سطح احتمال ۵درصد   n.s : غیر معنی دار

جدول ۴- مقایسه میانگین تنفس خاک، کربن زیست توده میکروبی و تنفس ناشی از سوبسترا (میلی‌گرم کربن در کیلوگرم خاک) در سطوح مختلف شوری و فسفر

فسفر	شوری	تنفس ناشی از سوبسترا	زیست توده میکروبی
	S_1	۵/۶ a*	۷۷ a
	S_2	۴/۰ b	۶۹ a
P_1	S_3	۳/۶ b	۹۴ a
	S_4	۲/۵ c	۳۴ a
	S_1	۵/۱ a	۹۰ a
	S_2	۳/۹ b	۳۰ a
P_2	S_3	۳/۱ c	۵۷ a
	S_4	۲/۵ c	۷۱ a

*میانگین هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون مقایسه میانگین ها به روشLSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۵- تجزیه واریانس فعالیت آنزیم های فسفاتاز قلیایی و اسیدی (میکروگرم پارا- نیتروفنل آزاد شده از یک گرم خاک در مدت یک ساعت)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		فسفاتاز قلیایی	فسفاتاز اسیدی
بلوک	۳	۷/۷	۰/۴۵
فسفر	۱	** ۳۰۷۰	** ۲۹/۱۱
شوری	۳	** ۷۰۸	** ۵/۰۲
شوری * فسفر	۳	** ۷۳/۴	** ۱/۶۹
خطا	۲۱	۴/۸۲	۰/۱۲

* * معنی دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد

جدول۶- مقایسه میانگین فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اسیدی (میکروگرم پارا- نیتروفنل آزاد شده از یک گرم خاک در مدت یک ساعت)

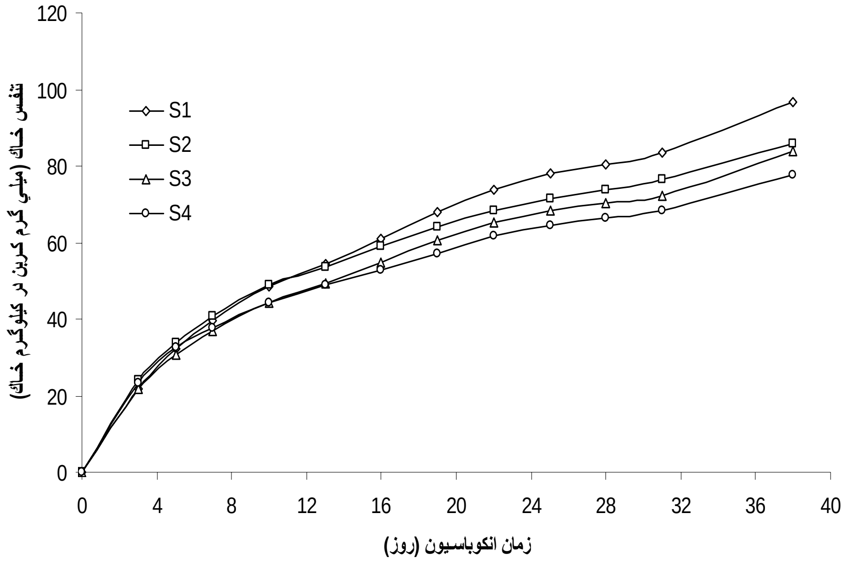
تیمار	سطوح تیمار	فسفاتاز قلیایی	فسفاتاز اسیدی
	$P_۱$	۲۲/۱۹ a*	۱/۶۲ a
	$P_۲$	۸/۳۴ b	۰/۲۷ b
فسفر	LSD	۱/۱۲۴	۰/۱۸۸
	$S_۱$	۲۳/۰۴ a	۱/۶۲۴ a
	$S_۲$	۱۷/۶۹ b	۱/۱۳۵ b
شوری	$S_۳$	۱۲/۸۳ c	۰/۶۸۴ c
	$S_۴$	۷/۴۸ d	۰/۳۳۲ d
	LSD	۱/۵۸۹	۰/۲۶۶

*میانگین هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون مقایسه میانگین ها به روشLSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای فسفر و شوری بر فعالیت آنزیم های فسفاتاز قلیایی و اسیدی (میکروگرم پارا - نیتروفنل آزاد شده از یک گرم خاک در مدت یک ساعت)

فسفر	شوری	فسفاتاز اسیدی	فسفاتاز قلیایی
	$S_۱$	۲/۳ a*	۲۵/۲ a
	$S_۲$	۱/۷ b	۱۶/۵ b
$P_۱$	$S_۳$	۱/۰ c	۱۲ /۶ c
	$S_۴$	۰/۳ d	۶/۳ de
	$S_۱$	۰/۳۴d	۱۱/۶ c
	$S_۲$	۰/۰۹ d	۸/۲ d
$P_۲$	$S_۳$	۰/۰۰ d	۵/۳ ef
	$S_۴$	۰/۰۰ d	۲/۹ f

*میانگین هایی که در هر ستون در یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون مقایسه میانگین ها به روشLSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.



شکل ۱- اثر سطوح مختلف شوری بر روند تنفس خاک (میلی‌گرم کربن در کیلوگرم خاک)

فهرست منابع:

۱. امرالهی، ج . ۱۳۷۵. بهره برداری از منابع آب و خاک شور در جنوب خراسان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

2. Amador, J. A. and R. D. Jones. 1993. Nutrient limitations on microbial respiration in peat soils with different total phosphorus content. Soil Biology and Biochemistry, 25: 793-801.
3. Anderson, J. P. E. 1982. Soil Respiration. PP. 831-872. In: A. L. Page et al. (eds). Methods of Soil Analysis. 2nd ed. Part 2. American Society of Agronomy, U.S.A.
4. Batra, L. and M. C. Manna. 1997. Dehydrogenase activity and microbial biomass carbon in salt-affected soils of semiarid and arid regions. Arid Soil Research and Rehabilitation, 11: 295-303.
5. Eivazi, F. and M. A. Tabatabai. 1977. Phosphatases in soils. Soil Biology and Biochemistry, 9: 167-172.
6. Frankenberger, J. R. and F. T. Bingham. 1982. Influence of salinity on soil enzyme activities. Soil Science Society of American Journal, 46: 1173-1177.
7. Haynes, R. J. and R.S. Swift. 1988. Effects of lime and phosphate additions on changes in enzyme activities, microbial biomass and levels of extractable nitrogen, sulfur and phosphorus in an acid soil. Biology and Fertility of Soils, 6: 153-158.
8. Herrick, J. E. 2000. Soil quality: an indicator of sustainable land management. Applied Soil Ecology, 15: 75-83.
9. Ilstedt, U. and S. Singh. 2005. Nitrogen and phosphorus limitations of microbial respiration in a tropical phosphorus- fixing acrisol (ultisol) compared with organic compost. Soil Biology and Biochemistry, 37: 1407-1410.
10. Jenkinson, D. S. and D. S. Pawlson. 1976. The effect of biocidal treatments on metabolism in soil. 1. Fumigation with chloroform. Soil Biology and Biochemistry, 8: 167-177.

11. Kaur, B., A. K. Aggarwal and S. R. Gupta. 1998. Soil microbial biomass and nitrogen mineralization in salt affected soils. International Journal of Ecology and Environmental Sciences, 24: 103-111.
12. Keren, R. 2000. Salinity. In: Sumner, M. E. (Ed), Handbook of Soil Science. CRC Press, Boca, pp. G3-G25.
13. Mc-Clung, G. and J. R. W. T. Frankenberger. 1985. Soil nitrogen transformations as affected by salinity. Soil Science, 139: 405-411.
14. Pathak, H. and D. L. N. Rao. 1998. Carbon and nitrogen mineralization from added organic matter in saline and alkali soils. Soil Biology and Biochemistry. 35: 845-854.
15. Rao, D. L. N. and H. Pathak. 1996. Ameliorative influence of organic matter on biological activity of salt affected soils. Arid Soil Research and Rehabilitation, 10: 311-319.
16. Rietz, D. N. and R. J. Haynes. 2003. Effect of irrigation-induced salinity and sodicity on soil microbial activity. Soil Biology and Biochemistry, 35: 845-854.
17. Sardinha, M. T., H. Muller, R. Schmeisky and G. Joergensen. 2003. Microbial performance in soils along a salinity gradient under acidic conditions. Applied Soil Ecology, 23: 237-244.
18. 18.Sarigh, S., B. Emily, Roberson and Mary and K. Firestone. 1993. Microbial activity- soil structure: Response to saline water irrigation. Soil Biology and Biochemistry, 25: 693-697.
19. Sarigh, S. and Y. Stenberger. 1994. Microbial biomass response to seasonal fluctuation in soil salinity under the canopy of desert halophytes. Soil Biology and Biochemistry, 26: 1405-1408.
20. Smith, V. R. 2005. Moisture, carbon and inorganic nutrient controls of soil respiration at a sub- Antarctic island. Soil Biology and Biochemistry, 37: 81-91.
21. Thirukkumaran, C. M. and D. Pakinson. 2000. Microbial respiration, biomass, metabolic quotient and litter decomposition in a lodgepole pine forest floor amended with nitrogen and phosphorus fertilizers. Soil Biology and Biochemistry, 32: 59-66.
22. Thomson, B., A. D. Robson and L. K. Abbort. 1986. Effects of phosphorus on the formation of mycorrhizaes by Gigaspora and Glomus fasciculatum in relation to root carbohydrates. New Phytologist, 103: 751-763.
23. Zahran, H. H. 1997. Diversity, adaptation and activity of the bacterial flora in saline environments. Biology and Fertility of Soils, 25: 211-223.